

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DİYARBAKIR KUZEYİNDEKİ ORDOVİSİYEN YAŞLI BEDİMAN
FORMASYONU KUMTAŞLARININ SEDİMANTOLOJİSİ VE REZERVUAR
ÖZELLİKLERİ**

Ceylan CENGİZ

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ceylan CENGİZ tarafından hazırlanan “DİYARBAKIR KUZEYİNDEKİ ORDOVİSİYEN YAŞLI BEDİNAN FORMASYONU KUMTAŞLARININ SEDİMANTOLOJİSİ VE REZERVUAR ÖZELLİKLERİ” adlı tez çalışması 02/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri:

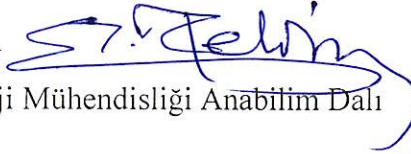


Başkan: Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye: Doç. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN

Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM

Enstitü Müdürü

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

02.12.2019



Ceylan CENGİZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DİYARBAKIR KUZEYİNDEKİ ORDOVİSİYEN YAŞLI BEDİNAN FORMASYONU KUMTAŞLARININ SEDİMANTOLOJİSİ VE REZERVUAR ÖZELLİKLERİ

Ceylan CENGİZ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Bu tez çalışması; Güneydoğu Anadolu bölgesinde yer alan Habur Grubu içindeki Ordovisyen yaşlı Bedinan Formasyonu'na ait kumtaşılarının sedimantolojik ve rezervuar özelliklerinin araştırılmasına yönelik hazırlanmıştır. Bu çalışmada Diyarbakır'ın kuzeyindeki alanlarda kuyulardan farklı seviyelerde ve farklı kalınlıklarda kesilen kumtaşları çalışılmıştır. Yapılan litolojik ve petrografik analiz sonuçlarına göre genel olarak kumtaşları, beyazımsı gri, gri, krem gri renklerinde, ince-orta taneli, iyi/orta boylanmalı, yarı yuvarlak-yarı köşeli, otijenik kil bağlayıcılı, dolomit ve silis çimentolu ve yer yer detritik kil matriksli kuvars arenit, arkoz/ subarkoz, subarkozik arenit karakterindedirler. Ayrıca kumtaşı örneklerinin XRD yöntemiyle yapılan tüm kaya mineral bileşimi analiz sonuçları ortalama %35-65 arası kuvars, %20-30 arası feldispat, %10-20 arası kil minerallerinden oluştuğunu göstermektedir. Diyajenezeye yönelik kil mineral dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılan XRD kil mineral bileşimi analizi sonuçlarına göre genel olarak illit, kaolinit, az miktarda klorit ve simektit mineralleri gözlenmiştir. Kuyulardan alınan karotlar üzerinde yapılan temel karot analiz sonuçlarına göre tane arası olarak gözüken gözeneklilik değerleri %4-19 arasında değişmektedir. Sonuç olarak; Bedinan Formasyonu kumtaşlarında sedimantolojik açıdan geç diyajenetik dönemde yamalar halinde gözlenen dolomit çimento, erken diyajenetik dönemde kuvars tanelerinin dışı doğru çevresel büyümeleri şeklinde gözlenen silis çimento ve SEM/EDS çalışmalarında görülen illit ve kaolinit tipi kil bağlayıcı çeşitlerinin sebep olduğu otijenik kil mineralleşmeleri gibi diyajenetik gelişmeler tespit edilmiştir. Bu gelişmelerin sonucunda kumtaşların gözeneklilik ve geçirgenliğinin azaldığı ve rezervuar kalitesini de olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Aralık 2019, 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: Bedinan Formasyonu, Diyarbakır, GD Anadolu, Ordovisyen yaşlı kumtaşları, rezervuar özellikleri, sedimantoloji.

ABSTRACT

Master Thesis

SEDIMENTOLOGY AND RESERVOIR PROPERTIES OF THE ORDOVICIAN
AGED BEDINAN FORMATION SANDSTONES IN THE NORT OF DIYARBAKIR

Ceylan CENGİZ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Advisor: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

This thesis was prepared to investigate the sedimentological and reservoir characteristics of the Ordovician aged Bedinan Formation in the Habur Group in the Southeastern Anatolia Region. In this study, sandstones penetrated at different levels and in different thicknesses were studied from the wells in the northern areas of Diyarbakır. According to the results of lithological and petrographic analyses, sandstones are grayish white, gray, brownish gray colors, fine, and fine to medium grained, good / medium sized, semi-rounded-semi-angular, and autogenic clay, dolomite and silica cementitious and in some places as detritic clay matrix arkose / subarkose, arkosite arenite and quartz arenite. In addition, all rock mineral composition analysis results of sandstone samples with XRD method show that between 35-65% quartz, 20-30% feldspar, 10-20% clay minerals. XRD clay composition analysis results determined illite, kaolinite, and minor chlorite and smectite minerals. According to the results of the core analysis, the porosity values that appear to be between grains vary between 4-19%. As a result, the sandstones in Bedinan Formation sedimentological diagenetic developments such as dolomite cement observed in patches during late diagenetic period, silica cement which is observed as outgrowth of quartz grains in early diagenetic period and otigenic clay mineralizations caused by types of illite and kaolinite type clay binding seen in SEM / EDS studies were determined. As a result of these developments, the porosity and the permeability of sandstones decreased and adversely affect reservoir quality.

December 2019, 82 pages

Keywords: Bedinan Formation, Diyarbakır, Ordovician aged sandstones, reservoir properties, sedimentology, SE-Turkey.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, bilgi ve deneyimlerini paylaşan ve bana her zaman vakit ayıran çok değerli danışman hocam Sn. Prof. Dr. Erdoğan TEKİN' (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi) ve her konuda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ' a (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), yüksek lisans çalışmasını yapmamı destekleyen, konu seçimimde yardımcı olan, izin alma konusunda desteğini esirgemeyen çok değerli müdürüm Macide Zeynep YÜCEL'e ve daire başkanım Doç. Dr. Zühtü BATI'ya, laboratuvar örneklerinin XRD, SEM/EDS çekimlerinde yardımcı olan Yinal Neşes HUVAJ'a, laboratuvar örneklerinin hazırlanmasını sağlayan Sedimantoloji Müdürlüğünde çalışan tüm personele, yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Merve BENZEK ve Ayça KARAÇAY'a katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, beni destekleyen, benim için emek veren, dualarını eksik etmeyen değerli annem ve babama, bu tezi hazırlarken vakitlerinden çaldığım sevgili çocuklarım Bengisu ve Ahmet Eymen'e ve en değerlim Ferhat CENGİZ'e çok teşekkür ederim.

Ceylan CENGİZ
Ankara, Aralık 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Çalışma Alanının Konumu	1
1.3 Önceki Çalışmalar.....	3
2. DİYARBAKIR CİVARININ BÖLGESEL JEOLJİSİ VE STRATİGRAFİSİ..	6
2.1 Allohton Birimler	6
2.2 Otokton Birimler	8
2.3 Bedinan Formasyonu Litostratigrafisi.....	12
2.4 Bölgenin Tektonik Gelişimi.....	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1 Laboratuvar Çalışmaları.....	20
3.2 Büro Çalışmaları	22
4. SEDİMANTOLOJİ.....	23
5.PETROGRAFİ	42
5.1 Petrografik İnce Kesit Çalışmaları.....	42
5.2 Mikrodokusal Elektron Mikroskobu (SEM/EDS) Çalışmaları	49
6. MİNERALOGİK XRD ÇALIŞMALARI	56
6.1 Tümüğe XRD Analizleri.....	56
6.2 Kil XRD Analizleri.....	59
7. REZERVUAR ÖZELLİKLERİ	63
8. TARTIŞMA VE ÖNERİLER	73
9. SONUÇLAR	76
10. KAYNAKLAR	78
ÖZGEÇMİŞ.....	82

SİMGELER DİZİNİ

Cu	Bakır
g/cc	Gram / Santimetre Küp
HCO ₃	Bikarbonat
K	Potasyum
Km	Kilometre
kV	Kilo Volt
m	Metre
mA	Mili Amper
md	Mili Darcy
Mg	Magnezyum
⁰ C	Santigrat

Kısaltmalar

B	Batı
B-D	Batı-Doğu
BZKK	Bitlis Zagros Kenet Kuşağı
D	Doğu
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
EST	Ergani Silvan Ters Fayı
F	Fasiyes
Fm	Formasyon
G	Güney
GB	Güney-Batı
K	Kuzey
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
KD	Kuzey-Doğu
KKF	Kuzey Karacadağ Fayı
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
EDS	Enerji Yayımlı Spektrometre
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
Vd.	ve diğerleri
XRD	X-Ray Difraktogramı
2D	İki boyutlu
3D	Üç boyutlu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1	Çalışma alanı yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2	Çalışma alanı içerisinde yer alan 5 kuyunun lokasyon haritası	2
Şekil 2.1	Güneydoğu Anadolu Bölgesi jeoloji haritası (Perinçek vd. 1991'den değiştirilerek alınmıştır)	6
Şekil 2.2	GDA Bölgesi Otokton birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yılmaz ve Duran 1997)	9
Şekil 2.3	GDA bölgesinin kuzey alanlarındaki Prekambriyen-Paleozoyik yaşlı otokton birimlerin stratigrafisi (Yılmaz ve Duran 1997).....	13
Şekil 2.4	Çalışma alanındaki kuyularda kesilen birimlerin sadeleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti	14
Şekil 2.5	Paleozoyik birimlerin dağılım haritası: Bedinan Formasyonu sıfır hattı mor çizgi ile gösterilmektedir (Aydemir 2012'den değiştirilerek alınmıştır)	15
Şekil 2.6	Geç Ordovisyen buzullaşma dönemi paleocoğrafyası (Ghienne 2010'dan değiştirilerek alınmıştır)	16
Şekil 2.7	Güneydoğu Anadolu bölgesi önemli tektonik bölgeler (Yılmaz 1993'ten değiştirilerek alınmıştır)	17
Şekil 2.8	Diyarbakır ili çevresi fay sistemleri haritası, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, BZKK: Bitlis Zagros Kenet Kuşağı, EST: Ergani-Silvan gömülü ters fayı, KKF: Kuzey Karacadağ fayı (Seyitoğlu vd. 2017'den değiştirilerek alınmıştır)	19
Şekil 4.1	Bedinan Formasyon girişi yapı kontur 3D haritası.....	24
Şekil 4.2	Kuyu-2 Bedinan Formasyonu kuyu logları	25
Şekil 4.3	Kuyu-3 Bedinan Formasyonu kuyu logları	27
Şekil 4.4	Kuyu-3'ten alınan 5 no'lu karotun 2D fotoğraf çekimi.....	28
Şekil 4.5	Kuyu-3'ten alınan 5 no'lu karotun 3D fotoğraf çekimi üzerinde fasiyes ayrımları	29
Şekil 4.6	Kuyu-3'ten alınan 5 no'lu karotta tanımlanan fasiyeslerin yakından görünümü a: F2'de görülen yük kalıpları ve çapraz tabakalanmalar, b: F2'de görülen hörgüç- tepecikli (hummock) tipi çapraz tabakalanmalar ve ondülasyonlu görünümü, c. F3'de görülen alev yapıları, d: sarımsı bej renkli sıkı kumtaşları	30
Şekil 4.7	Kuyu-3'ten alınan 6 no'lu karotun 2D fotoğrafı	31
Şekil 4.8	Kuyu-3'ten alınan 6 no'lu karotun 3D fotoğraf çekimi üzerinde fasiyes ayrımları	32
Şekil 4.9	Fasiyes 2'de gözlenen mikro faylar.....	33

Şekil 4.10	Deformasyon etkisiyle breşleşme yapısı gösteren Fasiyes 5'in yakından görünümü.....	33
Şekil 4.11	Kuyu-4'ten alınan 2 no'lu karotun 2D fotoğrafı	36
Şekil 4.12	Kuyu-4'ten alınan 2 no'lu karotun 2D fotoğraf çekimi üzerinde fasiyes ayrımları	37
Şekil 4.13	Kuyu-4'ten alınan 2 no'lu karottaki Fasiyes 2 ve 6'nın yakından görünüşleri a: F2, b:sert ve masif detritik killi F6, c: F2 ve F6 'nın aralanması, d: F2 ve F6'nın birbirleri ile çapraz tabakalı geçişi	38
Şekil 4.14	Kuyu-5 Bedinan Formasyonu kuyu logları.....	41
Şekil 5.1	Pettijohn vd. (1987) kumtaşı sınıflaması diyagramı.....	42
Şekil 5.2	İnce-orta tane boylu, orta-iyi boylanmalı, mikalı (M), kuvarslı (K), dolomit çimentolu (D) kuvars arenit (2858 m, çift nikol).....	43
Şekil 5.3	Yarı köşeli-yarı yuvarlak, ince-orta taneli, orta boylanmalı kuvars elamanlı (K), feldispatlı (F), dolomit çimentolu (yer yer yama şeklinde, D), tane arası zayıf gözenekli subarkoz (1902 m, çift nikol)	43
Şekil 5.4	Kuyu-3 5 no'lu karot F1 mikrofasiyesine ait şeyl görüntüsü (tek nikol/çift nikol).....	44
Şekil 5.5	Kuyu-3 5 no'lu karot F2 mikrofasiyesine ait şeyl ara bantlı kuvarsarenit/subarkoz (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek) (tek nikol/çift nikol).....	45
Şekil 5.6	Kuyu-3 5 no'lu karot F3 mikrofasiyesine ait kuvarsarenit/subarkoz (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars, F: feldispat) (tek nikol/çift nikol).....	45
Şekil 5.7	Kuyu-3 5 no'lu karot F4 mikrofasiyesine ait kuvarsarenit (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars, O: otijenik kil) (tek nikol/çift nikol).....	46
Şekil 5.8	Kuyu-3 6 no'lu karot F5 mikrofasiyesine ait breşleşmiş kumtaşı (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars) (tek nikol/çift nikol).....	46
Şekil 5.9	İnce taneli, orta-iyi boylanmalı, köşeli-yarı köşeli, mikalı, feldispatlı (F), kuvars taneli (K), otijenik kil ve dolomit çimentolu (yama şeklinde, D), nadiren kovuk tipi gözenekli (yeşil dörtgen ile gösterilen) arkozik arenit (4005,8 m, çift nikol).....	47
Şekil 5.10	Kuyu-3 6 no'lu karot F6 mikrofasiyesine ait kuvars arenit (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars, D: yama şeklinde dolomit çimento) (tek nikol/çift nikol)	47
Şekil 5.11	Orta-iri taneli, orta-iyi boylanmalı, kuvars elemanlı (K), dolomit (D) ve otijenik kil matriksli (O) subarkozik arenit (3584 m, çift nikol).....	48
Şekil 5.12	Bedinan Formasyonu kumtaşlarının Dott (1964)'a göre sınıflandırılması.....	49

Şekil 5.13 Gözenek dolduran (pore-filling) illit (1), kuvars taneleri (2) ve tane kaplayıcı illit (pore coating) (3) ve tane arası gözenegin (4) SEM görüntüsü ve EDS grafikleri (Bedinan Fm, 3574 m)	50
Şekil 5.14 Kaolinit tipi kil (1) mineralin SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3580 m)	51
Şekil 5.15 Potasyum feldispat taneleri (2), kuvars tanelerinin (3) üzerinde tane kaplayıcı (grain-coating) olarak gelişen illit (1) mineralin ve tane arası gözenegin (4) SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3586 m)	52
Şekil 5.16 Kuvars tanelerinin üzerinde tane kaplayıcı (grain-coating) olarak gelişen illit (2), illitlerin kaplamadığı yerlerde gelişen öz şekilli ve prizmatik yüzeyli kuvars üzere büyümeleri (quartz overgrowth, (1), nadir gelişen köprü oluşturan (pore-bridging, kırmızı oklar) illit mineralin ve kovuk tipi gözenegin (kırmızı daire) SEM görüntüsü ve EDS grafikleri (Bedinan Fm, 3586 m)	53
Şekil 5.17 Tane arası gözenekliliği doldurmuş yama şeklinde dolomit çimento (patchy dolomite cement) (1) SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3590 m)	54
Şekil 5.18 K-feldispat tanesi üzerinde kaplama yapan (grain-coating) otijenik illit (1) ve gözenek dolduran (pore-filling) detritik illit (3) K-feldispat (2) mineralin ve tane arası gözenegin (4) SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3602 m)	55
Şekil 6.1 Kuyu-2’de 1878 metredeki örneğin mineral dağılımı gösteren dairesel diyagram	57
Şekil 6.2 Kuyu-3’de 2 no’lu karotun 2924,8 metredeki örneğin mineral dağılımı gösteren dairesel diyagram	58
Şekil 6.3 Kuyu-4’de 4020-4028 metrelerden alınan örneğin mineral dağılımı gösteren dairesel diyagram	58
Şekil 6.4 Kuyu-4’de 4020-4028 metrelerden alınan örneğin mineral dağılımı gösteren tüm kaya XRD difraktogramı	59
Şekil 6.5 Kuyu-2 1890 metreden yapılan XRD kil difraktogramı.....	61
Şekil 7.1 Kuyu-3’deki 5 no’lu karotun gözeneklilik (a) ve geçirgenlik değerleri (b) grafikleri.....	65
Şekil 7.2 Kuyu-3 deki 6 no’lu karotun gözeneklilik grafiği	66
Şekil 7.3 Kuyu-4’deki 2 no’lu karotun gözeneklilik (a) ve geçirgenlik değerleri (b) grafikleri.....	67
Şekil 7.4 Doğu-Batı yönünde Kuyu-3,5 ve 2’nin kum paketleri korelasyonları	69
Şekil 7.5 Bedinan formasyonu kumtaşı kalınlık haritası	70
Şekil 7.6 Bedinan Formasyonu kumtaşı net kalınlık haritası	71
Şekil 7.7 Bedinan Formasyonu kumtaşı gözeneklilik haritası.....	72
Şekil 8.1 Bedinan Formasyonu kumtaşları diyajenez tarihçe.....	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Bedinan Formasyonu giriş derinlikleri	23
Çizelge 4.2 Kuyu 3' e ait 5 no'lu karotun fasiyes özellikleri.....	34
Çizelge 4.3 Kuyu 3'e ait 6 no'lu karot fasiyes özellikleri.....	34
Çizelge 4.4 Kuyu 4'e ait 2 no'lu karot fasiyes özellikleri.....	39
Çizelge 6.1 Bedinan Formasyonu kumtaşlarının tüm kaya bileşim analiz sonuçları	56
Çizelge 6.2 Kuyu-1 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları	60
Çizelge 6.3 Kuyu-2 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları	60
Çizelge 6.4 Kuyu-4 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları	62
Çizelge 6.5 Kuyu-5 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları	62
Çizelge 7.1 Kuyu 3'e ait 5 ve 6 nolu karotların temel karot analiz sonuçları.....	64
Çizelge 7.2 Kuyu 4'e ait 2 nolu karotların temel karot analiz sonuçları.....	66
Çizelge 7.3 Bedinan Formasyonu girişindeki kum paketleri	68

1. GİRİŞ

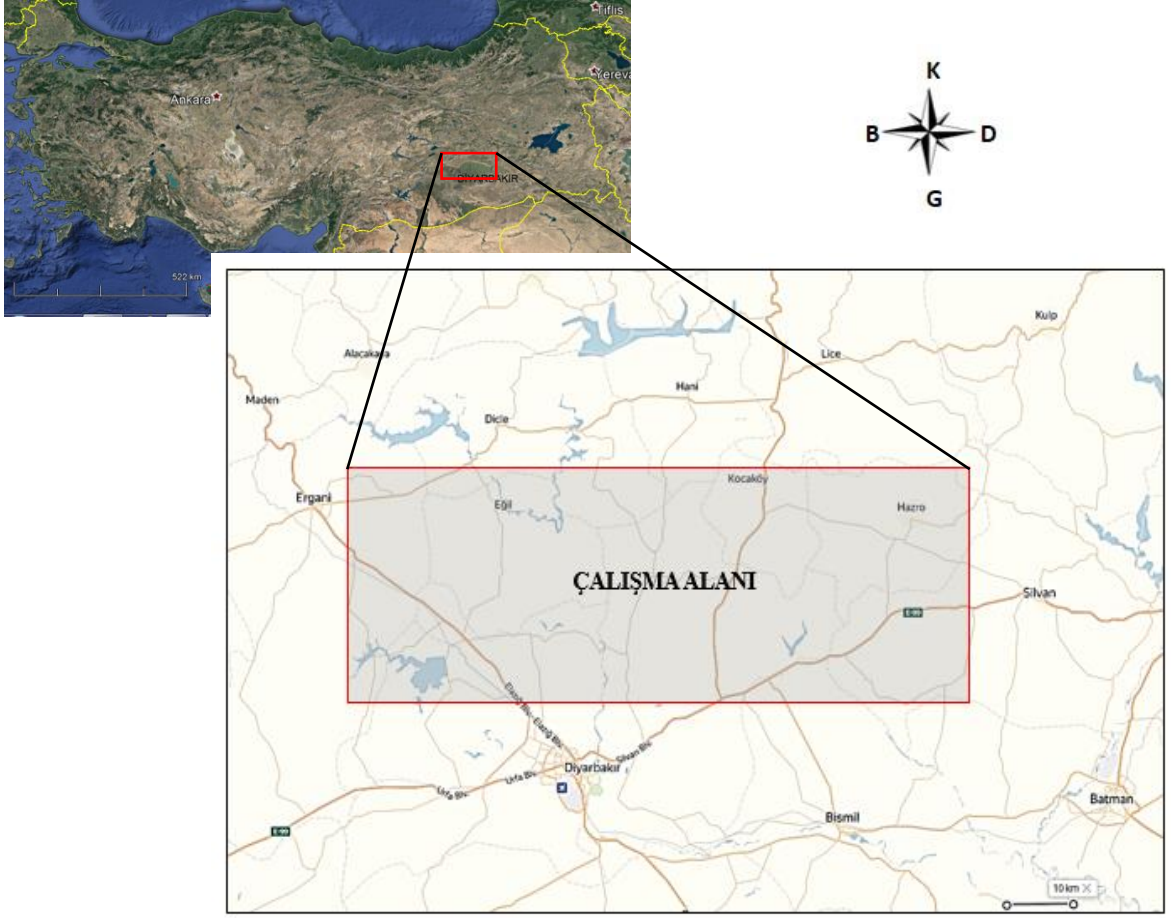
1.1 Çalışmanın Amacı

Son yıllarda özellikle Diyarbakır çevresinde Paleozoyik birimlerde petrol potansiyeli belirlemeye yönelik çalışmalar artmıştır. Bazı özel petrol şirketleri Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarında yer alan buzullaşmanın etkisinde kalan fasiyeslerden bazı petrol şirketleri üretim yapmaya başlamıştır. Ancak açılan her kuyuda beklendiği şekilde bu seviyelerden hidrokarbon keşfi gerçekleşmemiştir. Ayrıca, Bedinan Formasyonu klastiklerinin rezervuar kalitesini belirlemeye yönelik çalışmalarda oldukça azdır.

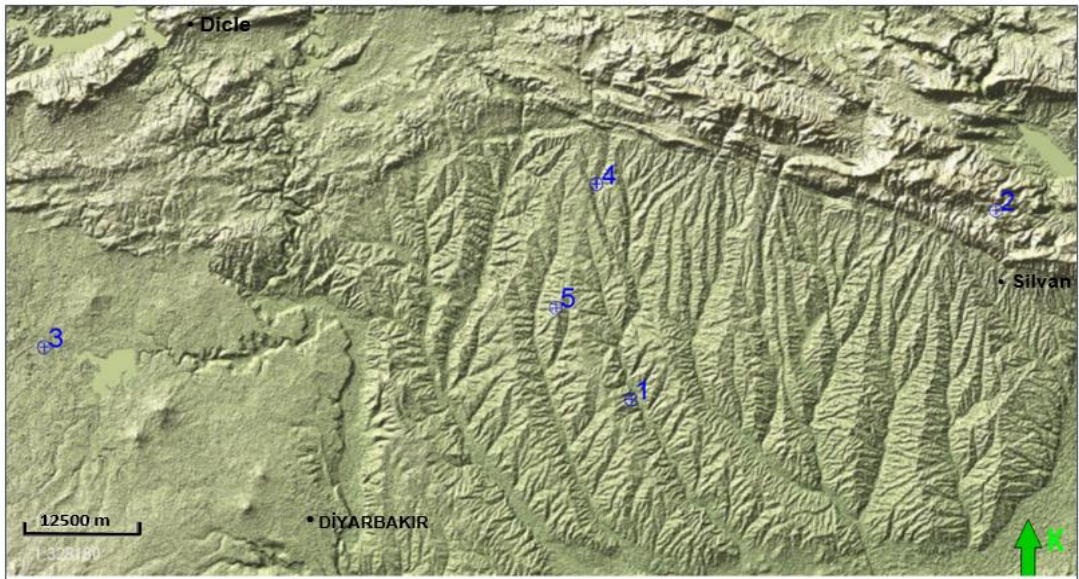
Bu nedenle, Güneydoğu Anadolu bölgesindeki Diyarbakır ilinin kuzey alanlarında kuyularda kesilen Ordovisyen yaşlı Bedinan Formasyonu'na ait kumtaşlarının sedimentolojik özellikleri, petrografik (dokusal), mikrodokusal (SEM-EDS) karakterleri, diyajenez tarihçesi, depolanma ortamı, gözeneklilik-geçirgenlik gelişimi ve dağılımı bu tez çalışmasında ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Elde edilen veriler yardımıyla Bedinan klastiklerinin kuyu açılan alanlardaki rezervuar kalitesi ve diyajenez tarihçesi ortaya çıkarılmıştır.

1.2 Çalışma Alanının Konumu

Çalışma alanı Güneydoğu Anadolu bölgesinde Diyarbakır ilinin kuzey bölümüdür. Doğu tarafında Silvan ilçesi, güneydoğu tarafında Batman ili vardır. Çalışma alanı yaklaşık 2600 km² 'lik bir alana sahiptir (Şekil 1.1). Çalışma alanı içerisinde TPAO tarafından açılan 5 kuyu üzerinde bu tez çalışmaları yürütülmüştür (Şekil 1.2).



Şekil 1.1 Çalışma alanı yer bulduru haritası



Şekil 1.2 Çalışma alanı içerisinde yer alan 5 kuyunun lokasyon haritası

1.3 Önceki Çalışmalar

Daha önceki çalışmalarda Bedinan Formasyonun stratigrafik konumu ve çökelme modeli belirlenmeye çalışılmıştır. Formasyonun çökelme ortamı olarak sığ deniz-lagün-kıyı yakını ve/veya gelgit düzlüğü-engel setleri- delta düzlüğü olabileceği düşünülmektedir (Erten 1983, Bozdoğan vd. 1988). Uzun yıllar boyunca Paleozoyik birimlerin yaşlarını belirlemeye ve sedimentolojik özelliklerini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalar yapıp raporlar yazılmıştır. Fakat son yıllarda Paleozoyik yaşlı birimlerin petrol potansiyeli hakkında çalışmalar önem kazanmıştır. Özellikle Diyarbakır kuzey kısımlarında yer alan Bedinan Formasyonu'na ait kumtaşlarında gözeneklilik gelişimi ve diyajenetik süreçleri ile ilgili çalışılmalarının yetersiz olması sebebiyle bu tez çalışması Bedinan kumtaşlarının gözeneklilik gelişimini ve dağılımını açıklığa kavuşturmak noktasında önemli bir yere sahiptir.

Kellogg (1960), GDA bölgesindeki Paleozoyik yaşlı birimleri belirlemek amacıyla çalışmalar yapmıştır. Mardin Derik bölgesindeki mostra veren Bedinan Formasyonu alttan üste doğru 500 m şeyl ve siltaşı, 120 m ince taneli kumtaşı olarak ölçmüştür. Çalışmaları sonucunda Bedinan Formasyonu'nun en üstteki kumtaşı seviyelerinin iyi hidrokarbon rezervuarı olabileceğini savunan ilk kişi olmuştur.

Dean 1967 ve 1975 yıllarında yapmış olduğu çalışmalarında Mardin-Derik bölgesindeki Paleozoyik mostralarında özellikle trilobit fosillerini bulmuştur. Çalışmaları sonucunda klastik seviyelerde yer alan trilobit fosillerinin yaşlarına dayanarak Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarının Geç Ordovisyen yaşlı olduğunu savunmuştur.

Bayçelebi vd. (1984) yapmış oldukları Bedinan Formasyonu Basen Analizi isimli çalışmalarında Bedinan Formasyonu'nun ortamsal yorumu, çökelme modeli ve bölgesel yayılımını ortaya çıkarmak istemişlerdir. Sonuç olarak Bedinan Formasyonunun hidrokarbon kapanlanması ve birikimi yönünden uygun koşullara sahip olduğunu savunmuşlardır.

Bozdoğan vd. (1987, 1988, 1994, 1995, 1996) Türkiye'nin güneydoğu bölgesindeki Paleozoik otokton birimlerin çökelme ortamını, dağılımını, hidrokarbon kaynağını, rezervuar özelliklerini, paleocoğrafik gelişimini ve tektonik tarihçesini netleştirmek için

kapsamlı çalışmalar yürütmüşlerdir. Bedinan Formasyonu'nun depolanma ortamına, litolojisine ve log kayıtlarına göre resmi olmayan dört üyeye bölünebileceğini; ağırlıklı olarak kumtaşı, silttaşı ve şeyl litolojisine sahip olduğunu çalışmalarında ortaya koymuşlardır. Bedinan Formasyonu'nun klastik birimlerinde bulunan fosillere dayanarak Lanvirniyen-Aşgiliyen (Orta-Geç Ordovisyen) yaşlı olduğunu söylemektedirler.

Perinçek (1990), Hakkari çevresi ve Türkiye-Irak sınırında yer alan stratigrafik birimleri çalışmıştır. Orta-Geç Ordovisyen yaşlı Bedinan Formasyonunun dokanaklarını ve litostratigrafik özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmıştır. Çalışmaları sonucunda Irak'ta Orta-Geç Ordovisyen yaşlı Khabour Formasyonu ile Habur Grubunun üst kısmında yer alan Bedinan Formasyonu'nun eşdeğer olabileceğini savunmuştur.

Yılmaz ve Duran (1997), Güneydoğu Anadolu Bölgesinin tüm alanlarını kapsayan otokton ve allokton birimlerin stratigrafisini derleyerek 'lexicon' isimli kitabını yazmışlardır. Bu kitapta otokton birimlerden 12 grup ve bu gruplara ait 58 adet formasyon ile 12 adet allokton birimlerin hepsi ayrı ayrı özetlenmiştir. Habur Grubunun üst birimi olan Bedinan Formasyonu'nun dört üyesi, litolojisi, dokanak ilişkisi, kalınlığı, ölçülü kesiti, çökeltme zamanı ve depolanma ortamı hakkında kısaca bilgiler yer almaktadır.

Şenalp (2018) yılında yapmış olduğu Güneydoğu Anadolu Bölgesi Paleozoyik sekans çalışmaları sonucunda Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarına dahil edilmiş olan masif kumtaşlarının buzul kökenli olduğunu savunmaktadır.

Yıldız (2019) Diyarbakır baseninin güney kısımlarında Ordovisyen yaşlı Bedinan Formasyonu'nun rezervuar heterojenliğini ve pelecografya etkilerini araştırarak yüksek lisans tezi hazırlamıştır. Tez çalışması sonucunda, Bedinan Formasyonunun üst üyesini subarkoz-kuvarsarenit olarak sınıflandırmış, üst kıyı, alt kıyı ortamlarında çökeldiğini, yaklaşık %12 gözenekliliğe ve düşük geçirgenliğine sahip olduğunu, kil minerallerinin rezervuarı olumsuz etkilediğini söylemiştir. Bunlara ek olarak Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarının iraksak buzul-okyanus ortamında depolandığını, fakat rezervuar heterojenliğinin Hirnansiyen buzul aktivitesi ile ilişkili olmadığını tezinde savunmuştur.

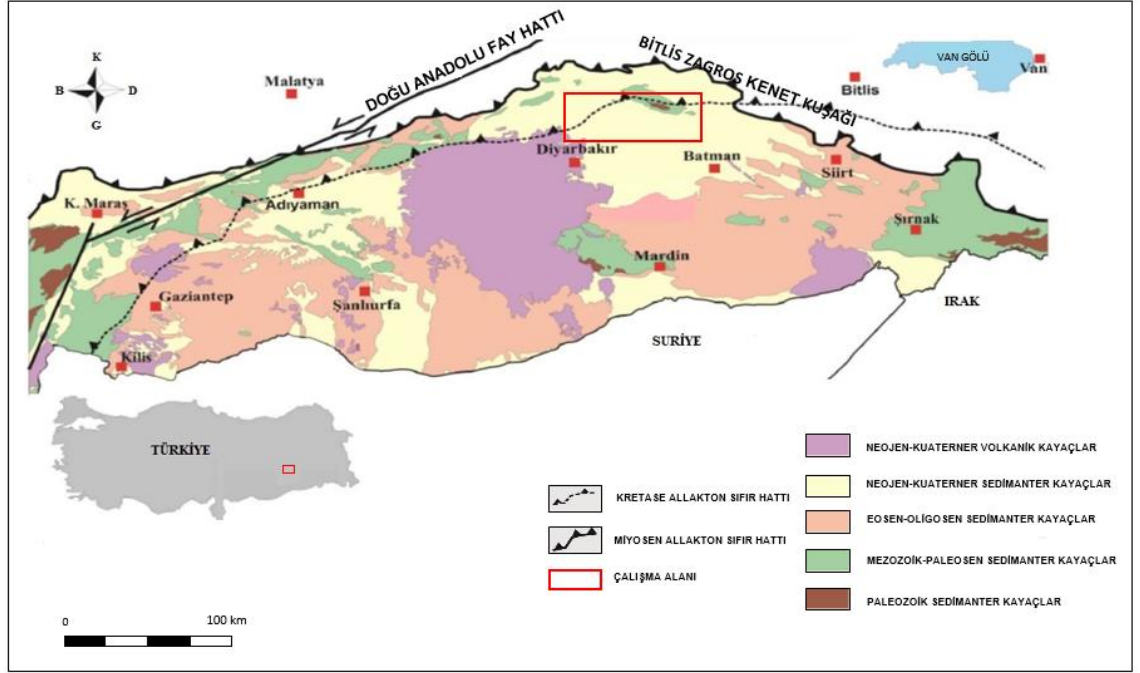
Bu çalışmaların dışında bu bölgede TPAO tarafından açılan kuyulardan elde edilen bilgiler doğrultusunda Bedinan Formasyonu'nun sedimantolojik değerlendirmesine yönelik birçok yayımlanmamış raporlar mevcuttur.

Yukarıdaki çalışmalardan görüldüğü üzere Bedinan Formasyonu üzerine yapılan çalışmaların çoğu yüzey jeolojisi yapılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulguların çoğunluğu litolostratigrafi ve paleontoloji üzerinedir. Bedinan klastikleri üzerine yeraltı verileri kullanılarak yapılmış rezervuar çalışmaları da oldukça azdır.

Öncel çalışmalarda gözlendiği üzere Bedinan Formasyonu klastikleri üzerine yeraltı verileri kullanılarak yapılan sedimantolojik, mineralojik, diyajenez tarihçesi ve rezervuar kalitesini belirlemeye yönelik çalışmalar bulunmadığından bu tez çalışması yapılmıştır.

2. DİYARBAKIR CİVARININ BÖLGESEL JEOLOJİSİ VE STRATİGRAFİSİ

Çalışma alanı Diyarbakır şehrinin kuzeyinde, Batman şehrinin kuzeybatısında, Silvan ilçesinin batısında ve Dicle ilçesinin doğusunda yer almaktadır. Diyarbakır ilinin ve çevresinin jeolojik haritası şekil 2.1’de görülmektedir.



Şekil 2.1 Güneydoğu Anadolu Bölgesi jeoloji haritası (Perinçek vd. 1991’den değiştirilerek alınmıştır)

2.1 Allohton Birimler

Bitlis Metamorfitleri Hizan Grubu ve Mutki Grubu olmak üzere iki farklı gruptan meydana gelmektedir. Alt Grup biyotit gnays, gözlü gnays, amfibolit, kuvars, albit, biyotit, granat şist ve muskovit şistlerden oluşurken Üst Grupta mermer, kuvarsit, şist, kristalize kireçtaşı, kalkşist ve metatüfler yer almaktadır.

Hezan Grubu dokuz ayrı formasyondan meydana gelmektedir. Bunlar alttan üste doğru; Triyas yaşlı şeker dokulu dolomitlerden oluşan Kilisedağ Formasyonu; Triyas yaşlı dolomitik kireçtaşı, dolomit ve şeyl araldanmasından oluşan Hezankilise Formasyonu; Triyas yaşlı, stromatolit ara tabakalı masif dolomitlerden oluşan Hezan Formasyonu; Erken Jura yaşlı çakıltaşlarından oluşan Verarecelicoke Formasyonu; Erken Jura yaşlı

stromatolit ara tabakalı dolomitlerden oluşan Nenyas Formasyonu; Orta Jura yaşlı marnlardan oluşan Karamekan Formasyonu; Orta Jura yaşlı konglomeratik dolomit ve dolomitlerden oluşan Hacı Formasyonu; Geç Jura yaşlı oolitik kireçtaşı ve ammonit fosilli kireçtaşlarından oluşan Kuran Formasyonu ve Erken Kretase yaşlı killi kireçtaşı ve marnlardan oluşan Licek Formasyonu'dur (Yılmaz ve Duran 1997).

Geç Jura- Erken Kretase yaşlı Koçali Karmaşığı Hakkari civarında Kırmızıtaş Formasyonu, Cilo Kireçtaşı ve Yeşiltaş Formasyonu; Adıyaman civarlarında ise Tarasa Formasyonu, Konak Formasyonu ve Kale Formasyonu şeklinde üç ayrı formasyona ayrılmaktadır (Perinçek 1990).

Karadut Karmaşığı Meastrihtiyen – Kampaniyen yaşlı Kastel çökel havzası içine yer çekimi kuvvetinin etkisiyle yerleşmiş birimler şeklinde görülmektedir (Sungurlu 1973 ve 1974). Karadut karmaşığı silisifiye kireçtaşı, killi kireçtaşı, türbiditik çakıltaşı, marn, çört, şeyl litolojilerinden oluşmuş fliş karakterine sahip bir birimdir.

Yüksekova Karmaşığı; splitik bazalt, kireçtaşı, nadiren granit, granodiyorit, tuf, şeyl, çamurtaşı ve tipik fliş fasiyesindeki litolojilerden oluşmaktadır. Bazalt dışında aglomera, tuf türünde volkanik kayalar da yer yer görülür. Yüksekova Karmaşığı içinde mermer ve Senomaniyen – Turoniyen yaşlı gri renkli kireçtaşı blokları da bulunmaktadır.

Guleman Grubu içinde piroksenit, dünit ve harzburjit niteliğindeki ultrabazik kayalar oldukça yaygın olup gabro, diyabaz ve bazaltlar da görülür. Tektonik hatlara yakın olduğu kesimlerde tümüyle serpantinleşmesine rağmen, diğer kesimlerde bu birim birincil kaya özelliklerini korumuştur.

Hakkari Karmaşığı, iki ayrı birimden oluşmaktadır. Alttaki düzenli kesim Urşe Formasyonu ve üstteki bloklu bölüm ise Durankaya Karmaşığı olarak adlandırılmaktadır (Yılmaz ve Duran 1997).

Maden Karmaşığında Ceffan, Arbo, Melefan ve Kardere Formasyonları yer almaktadır. Fakat daha sonraki yapılan çalışmalar sonucunda bu formasyonlara Narlıdere, Çelikhan, Hürmer ve Sason Formasyonları da eklenmiştir (Yılmaz ve Duran 1997).

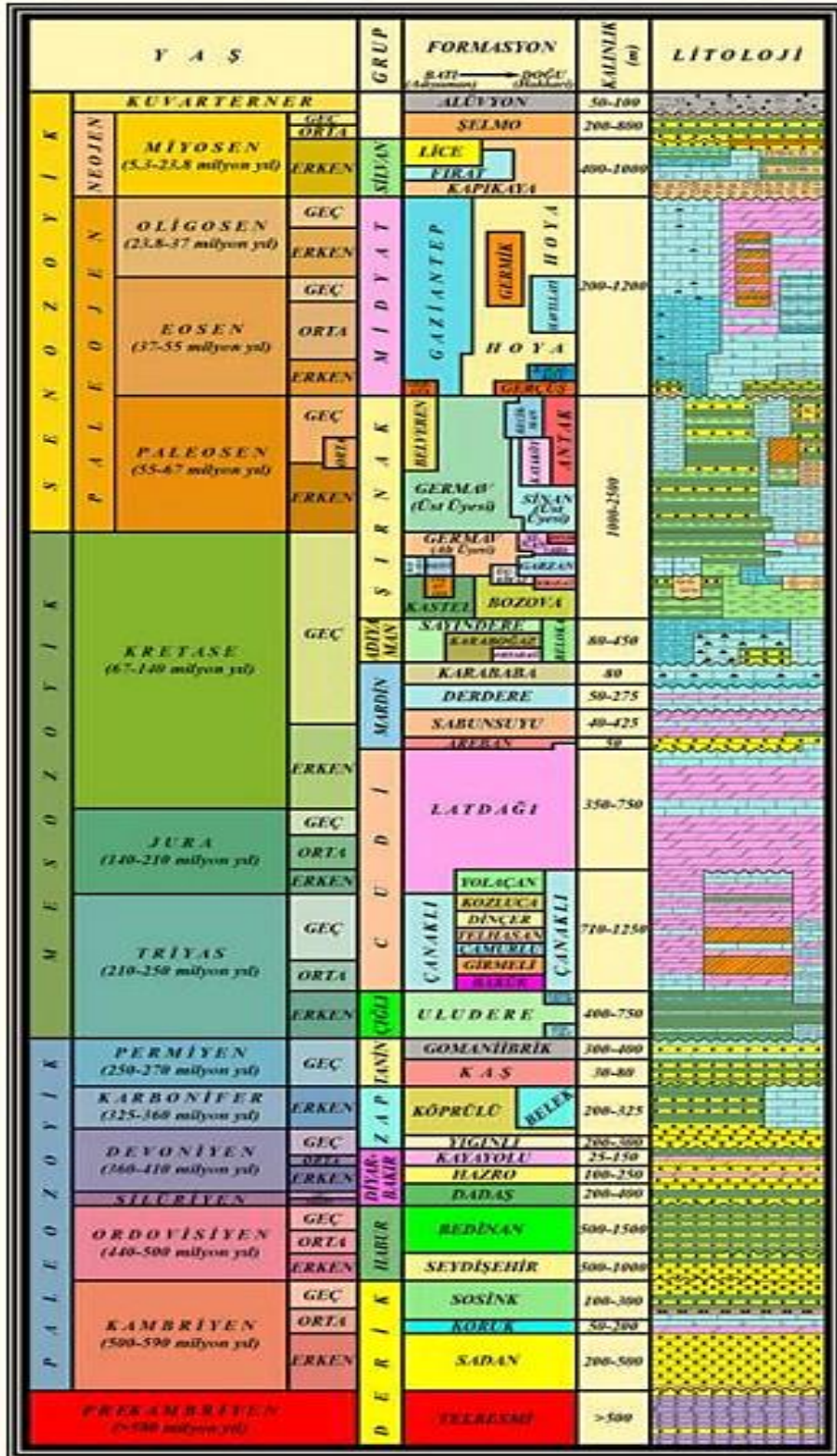
Eosen-Miyosen yaşlı Çüngüş Formasyonu; şeyl, marn ve kumtaşı araldanmasından oluşur. Tektonik hareketlerin etkisiyle birim aşırı makaslanmış ve kumtaşı blokları kırıklı, kopuklu bir şekilde parçalar halinde şeyl hamuruna gömülmüştür. Birim içinde yabancı bloklar da görülmektedir (Yılmaz ve Duran 1997).

2.2 Otokton Birimler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Derik Grubu olarak bilinen Kambriyen ve Kambriyen öncesi çökeller dört ayrı formasyondan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Grubun en altında yer alan Prekambriyen yaşlı Telbesmi Formasyonu volkanikler, kumtaşı, volkanojenik kumtaşı, şeyl ve silttaşı litolojilerinden oluşmaktadır. Telbesmi Formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelen Sadan Formasyonu Erken Kambriyen yaşlı olup çakıltaşı, kumtaşı, kumlu kireçtaşı, şeyl, miltaşı ve kuvarsit litolojilerinden oluşur. Koruk Formasyonunun çökelleme yaşı Orta Kambriyen olup litolojisi dolomittir. Orta - Geç Kambriyen yaşlı grubun en üst kısmı ise Sosink Formasyonu olarak adlandırılmış ve şeyl, marn, miltaşı, kumtaşı litolojilerinden oluşmaktadır (Yılmaz ve Duran 1997).

Bölgede Ordovisiyen yaşlı çökeller Habur Grubu olarak bilinir ve iki formasyondan oluşur. Kumtaşı, silttaşı, kuvarsit ve şeyl araldanmasından oluşan Erken Ordovisiyen yaşlı alt istif Seydişehir Formasyonu, şeyllerin hakim litoloji tipini oluşturduğu Orta-Geç Ordovisiyen yaşlı üst istif ise, Bedinan Formasyonu olarak adlandırılmaktadır (Şekil 2.2).

Diyarbakır Grubu alttan üste doğru, Dadaş Formasyonu, Hazro Formasyonu ve Kayayolu Formasyonu şeklinde üç ayrı formasyondan oluşmaktadır. Grubun birimleri Güneydoğu Anadolu bölgesinin hiçbir yerinde yüzeylenmez. Sadece, Diyarbakır ili Hazro yükseliminde Dadaş Formasyonunun üst kısımlarıyla Hazro Formasyonu birlikte yüzeylenmektedir. Şeyl, kumtaşı ve karbonat litolojilerinden meydana gelmiş grubun en alt kesimi Erken Silüriyen-Erken Devoniyen yaşlı Dadaş Formasyonu; klastik ve karbonat litolojilerine sahip orta kısmı Erken Devoniyen yaşlı Hazro Formasyonu ve sadece kuyularda tariflenen, altta karbonat, üstte ise, klastiklerden oluşmuş grubun en üst kesimi de Orta - Geç Devoniyen yaşlı Kayayolu Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Yılmaz ve Duran 1997).



Şekil 2.2 GDA Bölgesi Otokton birimlerin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yılmaz ve Duran 1997)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Hakkari - Çukurca ve Amanos dağları yörelerinde, Orta – Geç Devoniyen ve Erken Karbonifer yaşlı çökeller Zap Grubu olarak bilinmekle beraber üç ayrı formasyondan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Dolomit ve kuvarsitlerden oluşan Geç Devoniyen yaşlı alt kesim, Yığınlı Formasyonu; kireçtaşı, kumtaşı ve şeyl litolojilerinin oluşturduğu Geç Devoniyen – Erken Karbonifer yaşlı orta kesim Köprülü Formasyonu ve grubun en üst seviyesini oluşturan, resifal kireçtaşları ile temsil edilen Erken Karbonifer yaşlı istif için de Belek Formasyonu adı kullanılmıştır (Yılmaz ve Duran 1997).

Tanin Grubu iki formasyondan oluşmaktadır (Şekil 2.2). Genelde kumtaşı ile temsil edilen, kırıntılıların hakim litoloji tipinin oluşturduğu alt kesim Kaş Formasyonu olarak ayrılmış, üstteki karbonat ve kırıntılı istif için de Gomanibrik Formasyonu adı kullanılmıştır (Yılmaz ve Duran 1997).

Çığılı Grubu Yoncalı, Uludere ve Uzungeçit Formasyonları'ndan oluşmaktadır. Yoncalı formasyonu killi kireçtaşı ve oolitik kireçtaşından; Uludere Formasyonu şeyl, kireçtaşı ve kumtaşından ve Uzungeçit Formasyonu killi kireçtaşı litolojisine sahiptirler (Şekil 2.2).

Cudi grubu 1970 yıllarında yapılan saha çalışmalarında mostra verdiği yerlerde iki formasyon olarak ayrılmıştır. Bunlar, Orta Triyas – Erken Jura yaşlı, kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan alt kısım Çanaklı Formasyonu, Orta Jura – Erken Kretase yaşlı ve dolomitlerden oluşan kısım ise Latdağı Formasyonu'dur (Şekil 2.2). Fakat Güneydoğu Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde açılmış çok sayıda kuyularda yedi formasyon olarak yeniden ayrılmıştır. Bunlardan Bakük Formasyonu şeyl ve evaporit ara bantlı kireçtaşı ve dolomit litolojisine; Girmeli Formasyonu dolomit ve şeyl ara bantlı anhidrit litolojisine; Çamurlu Formasyonu şeyl bantlı dolomit ve kireçtaşı litolojisine; Telhasan Formasyonu şeyl, kireçtaşı ve dolomit ara bantlı anhidrit litolojisine; Dinçer Formasyonu çok ince şeyl ara bantlı dolomit litolojisine, Kozluca Formasyonu dolomit ve anhidrit litolojisine ve en üst formasyon olan Yolaçan Formasyonu ise dolomit ve kireçtaşı litolojisine sahiptirler (Araç ve Yılmaz 1991).

Mardin grubu Areban, Sabunsuyu, Derdere ve Karababa Formasyonlarından meydana gelmektedir. Aptiyen – Albiyen yaşlı Areban Formasyonu klastik birimlerden, Albiyen

– Senomaniyen yaşlı Sabunsuyu Formasyonu şeyl ve marn ara bantlı dolomitlerden, Senomaniyen yaşlı Derdere Formasyonu dolomitik kireçtaşı, dolomit ve kireçtaşlarından, Geç Koniasiyen – Erken Kampaniyen yaşlı Karababa Formasyonu dolomitik kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 2.2).

Adıyaman Grubu Karaboğaz, Ortabağ, Sayındere ve Beloka Formasyonu olmak üzere dört farklı formasyondan meydana gelmektedir (Çoruh 1991). Karaboğaz Formasyonu Orta Kampaniyen yaşlı olup litolojisi fosfatlı, silisli ve yer yer glokonili kireçtaşı ve çörtlerdir. Orta Kampaniyen yaşlı Ortabağ Formasyonun litolojisi kireçtaşı, siltli kireçtaşı, silttaşı, şeyl ve marnlardan oluşmaktadır. Sayındere Formasyonu Geç Kampaniyen yaşlı olup hakim litolojisi killi kireçtaşı ve plaketli kireçtaşlarıdır. Orta Kampaniyen – Erken Meastrihtiyen yaşlı Beloka Formasyonu'nun litolojisi ise yer yer marn geçişli killi kireçtaşlarıdır (Şekil 2.2).

Şırnak Grubu ise on dört adet farklı formasyondan oluşmaktadır. Bunlar Kastel, Bozova, Kıradağ, Terbüzek, Besni, Haydarlı, Garzan, Germav, Üçkiraz, Sinan, Antak, Kayaköy, Belveren ve Becirman Formasyonlarıdır. Şırnak Grubu'nun çökelme yaşı Geç Kampaniyen ile Geç Paleosen zaman dilimi arasındadır (Şekil 2.2) (Güven vd. 1991).

Midyat Grubu altı farklı formasyondan meydana gelmektedir. Grubun en altında yer alan Gercüş Formasyonu Erken Eosen yaşlı olup klastik birimlerden oluşmaktadır. Kavalköy Formasyonu Erken Eosen yaşlı ve ince tabakalı kireçtaşları litolojisine sahiptir. Erken Eosen – Erken Oligosen yaşlı Hoya formasyonu kireçtaşı ve dolomitlerden oluşmaktadır. Erken Eosen – Geç Oligosen yaşlı Gaziantep Formasyonu'nun litolojisi çörtlü marn ve killi kireçtaşlarıdır. Havillati Formasyonu yaşı Orta – Geç Eosen olup ince tabakalı, killi, derin denizel kireçtaşları litolojisine sahiptir. Grubun en üst formasyonu olan Germik Formasyonu Orta Eosen – Oligosen yaşlı olup dolomit ara katkılı evaporitlerle temsil edilmektedir(Şekil 2.2) (Yılmaz ve Duran 1997).

Silvan Grubu Kapıkaya, Fırat ve Lice Formasyonları olmak üzere üç farklı formasyona ayrılır. Erken Miyosen yaşlı Kapıkaya Formasyonu evaporit bantlı şeyl, silttaşı kumtaşı ve konglomeradan oluşmaktadır. Fırat Formasyonu Erken Miyosen yaşlı olup (Duran vd. 1988) karbonat çakıllı kireçtaşı ve resifal kireçtaşlarından meydana gelir. Grubun en üst formasyonu olan Lice Formasyonun yaşı da Erken Miyosen'dir. Lice

Formasyonu'nun litolojisi fliş karakterli kumtaşı, marn, silttaşı, kireçtaşı araldanmasından şeklinde görülmektedir (Şekil 2.2).

Güneydoğu Anadolu bölgesinde tariflenen Otokton istifin en üst seviyesinde Şelmo Formasyonu yer almaktadır (Şekil 2.2). Formasyonun yaşı Geç Miyosen- Erken Pliyosen olarak belirlenmiştir (Çemen vd. 1990). Formasyonun genel litolojisi alttan üste doğru evaporit, marn ve silt ara bantlı şeyl litolojisi ile başlamaktadır ve kumtaşı, silttaşı, şeyl araldanmalı kumtaşı olarak devam etmektedir ve en üstte kumtaşı araldanmalı konglomera ile bitmektedir (Oktay 1961, Önem 1966).

2.3 Bedinan Formasyonu Litostratigrafisi

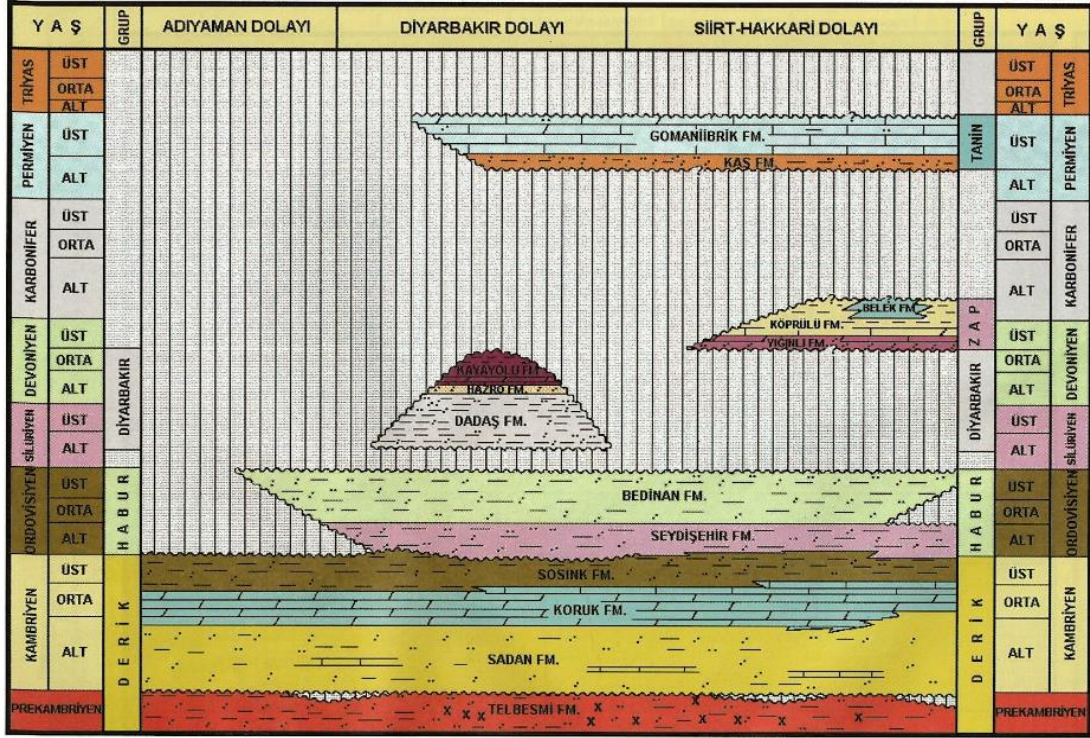
Birimin Adı: Bedinan Formasyonu ilk kez Cobb (1957) tarafından Mardin ilinin Kızıltepe ilçesinin 18 km kuzey-batısında veya Derik ilçesinin yaklaşık 20 km güneydoğusunda yer alan Bedinan köyü civarındaki Orta-Geç Ordovisyen yaşlı istif için kullanılmıştır.

Tanım ve Dağılım: Bedinan Formasyonu, Güneydoğu Anadolu'da Mardin-Derik, Hakkari ve Amanos dağları alanlarında yüzeyler (Bozdoğan vd. 1996, Yılmaz ve Duran 1997, Çoruh vd. 1997).

Alt ve Üst Sınırlar: Bedinan Formasyonu altındaki Seydişehir Formasyonu ile genelde uyumlu olup, yer yer dereceli geçişli; üstündeki birimler ile çoğunlukla açısız uyumsuzlukla örtülmektedir (Günay 1984). Mardin ili Derik-Bedinan bölgesinde birimin alt dokanağı Sosink Formasyonu ile tektonik ilişkilidir (Aksu 1980). Mardin Gurubu tarafından transgresif diskordans ile örtülüdür. Hakkari ili Çukurca ilçesi yakınlarında birimin altında yer alan Seydişehir ve üstünde yer alan Yığınlı formasyonları ile uyumsuz dokanağa sahiptir (Bayçelebi vd. 1984) (Şekil 2.3).

Litoloji Özellikleri: Bölgede açılan kuyularda Bedinan Formasyonu alttan üste doğru "Bedinan -I üyesi", "Bedinan -II üyesi", "Bedinan -III üyesi" ve "Bedinan -IV üyesi" şeklinde üyelere ayrılmaktadır. Bedinan- I üyesi koyu renkli şeyl litolojili derin deniz çökme ortamına; Bedinan-II üyesi ince silttaşı ve şeyl araldanmalı iç şelf ortamına; Bedinan-III üyesi ince taneli kumtaşı ve siltli kumtaşı litolojili kıyı yakını çökme

ortamına ve Bedinan-IV üyesi ise kumtaşı, silttaşı ve şeyl ardalanmalı kıyı yakını- sığ deniz çökeltme ortamlarına sahiptirler (Yılmaz ve Duran 1997).



Şekil 2.3 GDA bölgesinin kuzey alanlarındaki Prekambriyen-Paleozoyik yaşlı otokton birimlerin stratigrafisi (Yılmaz ve Duran 1997)

Tez çalışma alanı içerisinde yer alan kuyularda kesilen istiflerin sadeleştirilmiş stratigrafik kesiti şekil 2.4 verilmiştir. Bazı formasyonlar her kuyuda kesilmediği ve litolojik özellikleri ile formasyon kalınlıklarında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çalışılan kuyular Bedinan Formasyonu ile sonlandırılmıştır ve Bedinan Formasyonu'nun üstünde Geç Silüriyen yaşlı Dadaş Formasyonu uyumsuz olarak görülmektedir.

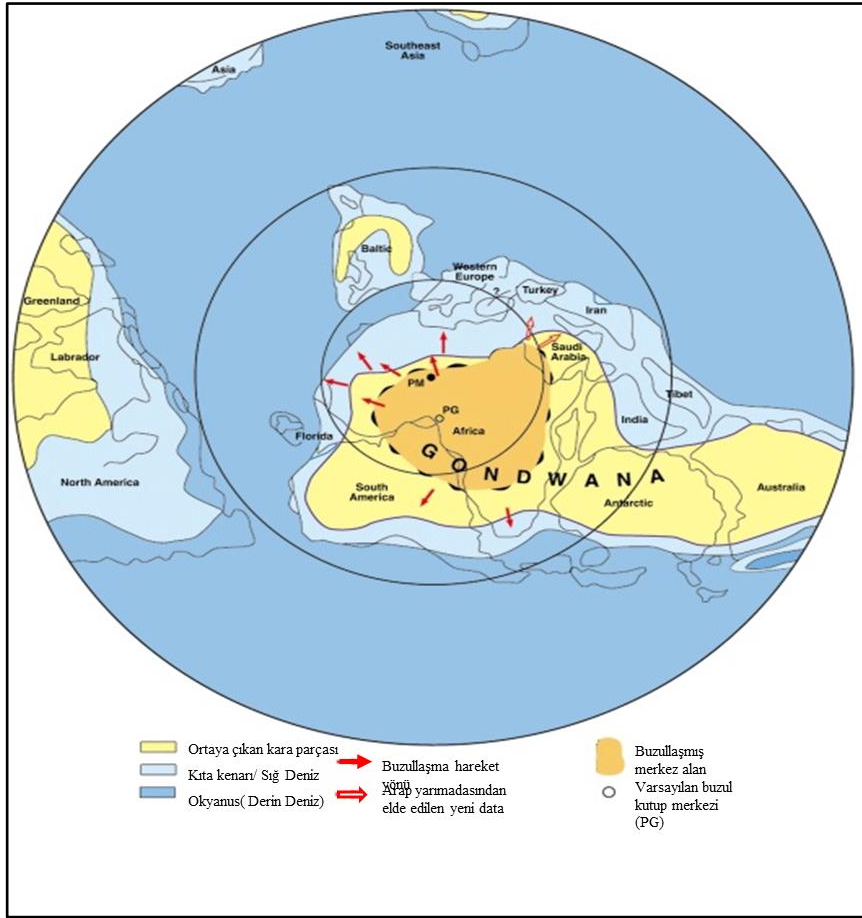
YAŞ	GRUP	FORMASYON	LİTOLOJİ	KALINLIK (M)	AÇIKLAMALAR
MİYOSEN		ŞELMO		190-240	çakıltası, kumtaşı, şeyl
OLİGOSEN	MİDYAT	GERMİK		190-210	evaporit
EOSEN		HOYA		80-300	kireçtaşı, dolomit
PALEOSEN		GERCÜŞ		140-180	kumtaşı, şeyl, evaporit, dolomit
	MESTRİŞTİYEN	ŞİRNAK	KAYAKÖY		180-200
Ü.SİNAN				70-280	dolomit, kireçtaşı
ŞİRNAK		ANTAK		220-340	çakıltası, kumtaşı
		GARZAN		80-175	dolomitik kireçtaşı
		TERBÜZEK		50-150	çakıltası, kumtaşı, şeyl
		KASTEL		480-890	çakıltası, kumtaşı, şeyl, kireçtaşı
KAMPANIYEN	ADIYAMAN	SAYINDERE		45-85	killi kireçtaşı
SENOMANIYEN	MARDİN	DERDERE		110-140	kireçtaşı, dolomit
ALBİYEN		SABUNSUYU		160-250	dolomit, kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı
DEVONİYEN	DIYARBAKIR	KAYAYOLU		55-60	şeyl, dolomit, evaporit
ÜST SİLÜRİYEN		HAZRO		60-150	kumtaşı, silttaşı, şeyl, dolomit
		DADAŞ		90-300	şeyl, silttaşı, kumtaşı
ORDOVİSYEN	HABUR	BEDİNAN		80-300	şeyl, silttaşı, kumtaşı

Şekil 2.4 Çalışma alanındaki kuyularda kesilen birimlerin sadeleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti

Yaş: Mardin-Derik bölgesindeki Paleozoyik mostralarında yer alan trilobit fosillerine dayanarak Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarının Geç Ordovisyen yaşlı olduğu ortaya konulmuştur (Dean 1967 ve 1975).

dahil edilmiş masif kumtaşlarının önemli bir kısmının buzul kökenli olarak değerlendirilmiş ve Yurteri Formasyonu olarak önermiştir.

GDA Mardin-Derik bölgesinde yüzeyleyen Bedinan Formasyonu, Kayseri (Pınarbaşı) ve Kozan civarında Halevikkere Formasyonu olarak incelenmektedir (Monod vd. 2003). Ayrıca Toros güneyinde Ovacık (Silifke) ve Akyaka (Anamur) civarında buzulla ilişkili birimler tanımlanmıştır (Monod vd. 2003).

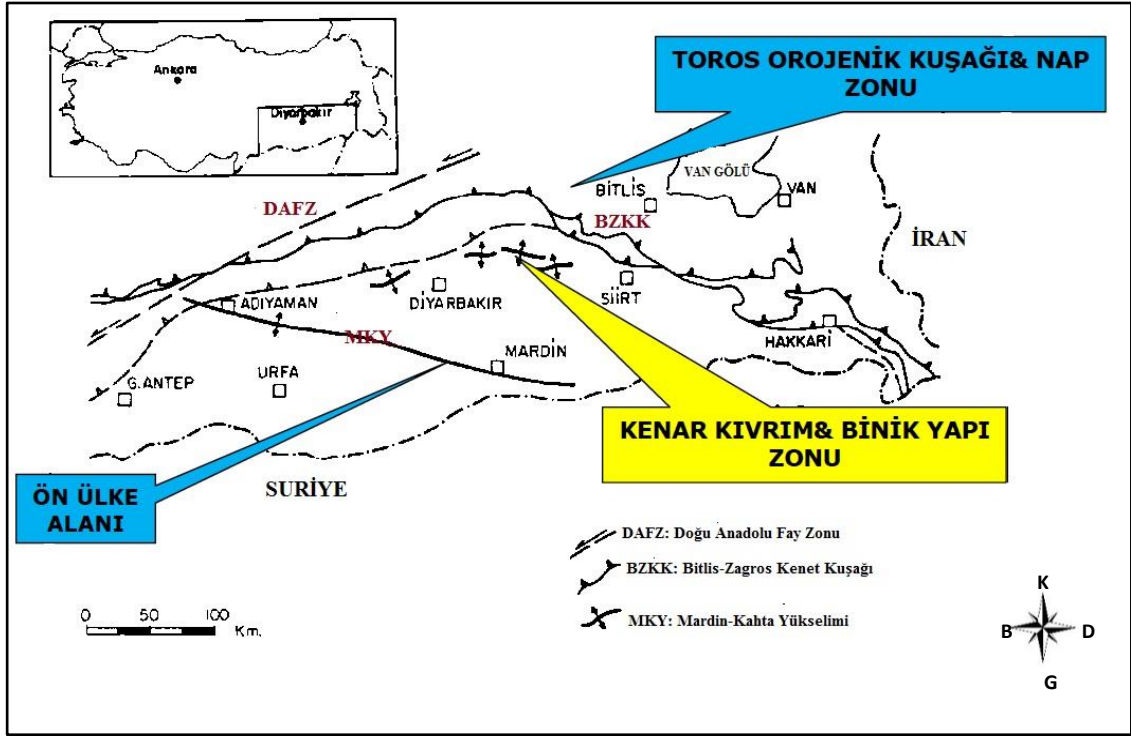


Şekil 2.6 Geç Ordovisyen buzullaşma dönemi paleocoğrafyası (Ghienne 2010'dan değiştirilerek alınmıştır)

2.4 Bölgenin Tektonik Gelişimi

Güneydoğu Anadolu bölgesi, kuzeye doğru hareket eden Arap kıtasının kuzey kenarında Anadolu kuşağı ile kenetlendiği alanla sınırlanmış bölgede yer almaktadır. Bölge temel iki önemli tektonik bölgeye ayrılır. Güney kısmı tektonik olarak daha sakin

olan ön-ülke olarak adlandırılırken, kuzey kısım yoğun tektonizmanın etkisinde kalmış Toros orojenik kuşağı veya nap zonu şeklinde adlandırılmıştır (Rigo de Righi ve Cortesini 1964, Yılmaz 1993). Bunun yanı sıra bu iki esas bölge arasında kalan geçiş zonu olarak tanımlanan bölge kenar kıvrım kuşağı veya binik yapı zonu adıyla üçüncü bölge olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.7).



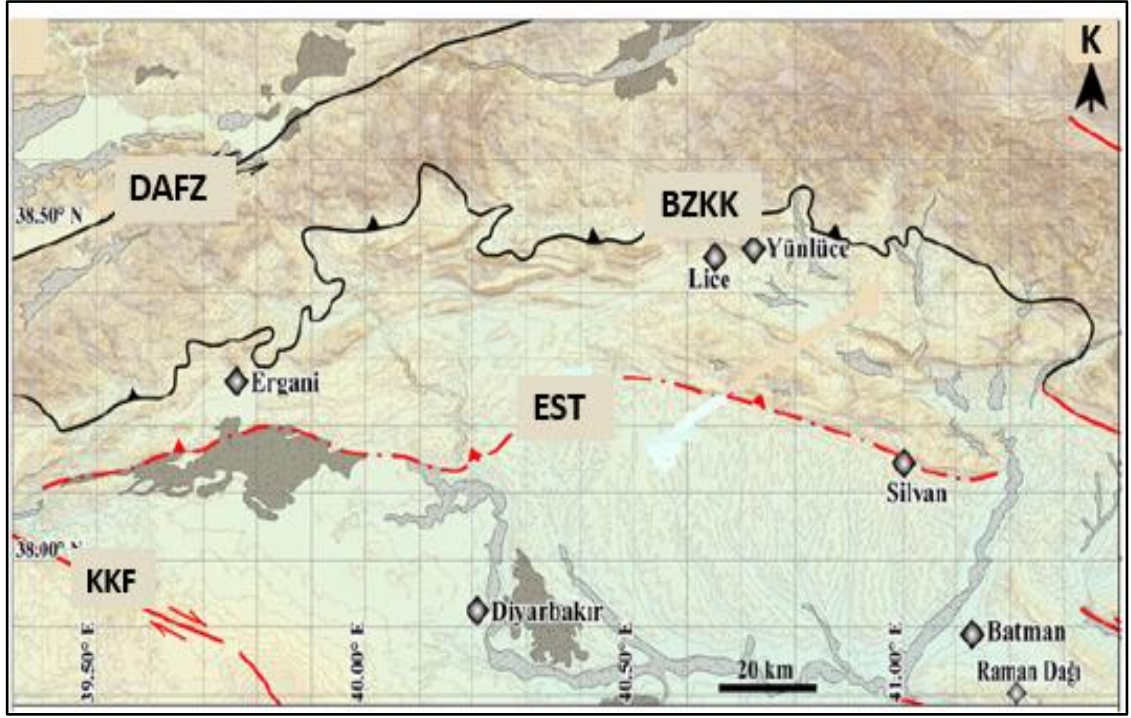
Şekil 2.7 Güneydoğu Anadolu bölgesi önemli tektonik bölgeler (Yılmaz 1993'ten değiştirilerek alınmıştır)

Afrika Plakası'nı çevreleyen okyanus ortası sırtlarının uzaklaşan levha sınırları hareketi sonucunda Kızıldeniz'deki açılmanın başlamasıyla beraber Arap Plakası, Afrika plakası ile beraber kuzeye doğru kaymaya başlamıştır. Bunun sonucunda Afrika-Arabistan ve Avrasya levhalarının kuzey-güney doğrultuda yaklaşarak birbirlerini sıkıştırmalarına neden olmuştur. Tetis Denizi tabanının Erken-Orta Meastrihtiyen zamanında Avrasya Plakası altına dalarak kaybolmasından sonra, kıta-kıta çarpışma sınırında gelişen bir yapı olan Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK), Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kuzey kenarı boyunca oluşmuştur (Şengör 1980). Bu arada BZKK'nın oluşumundan Pliyosen dönemime kadar kuzeyden bindiren bindirme fayları, güney-kuzey yönlü sıkışmalar ve doğu-batı eksenli kıvrımlanmalar meydana gelmiştir. Geç Pliyosen'de bu sıkışmaların,

bindirme faylarının ve kıvrımlanmaların devam etmesi üzerine yanal atımlı faylar oluşmuştur. Eş zamanlı olarak gelişen Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) sağ yönlü ve Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) sol yönlü doğrultu atım yaparak Anadolu Bloğunun batıya doğru hareket etmesine sebep olmuşlardır (Perinçek ve Eren 1990, Herece ve Akay 1992, İmamoğlu 1993 ve 1996).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi üç farklı evrede gelişmiş tektonik hareketlerden etkilenmiştir. Bunlardan ilki Geç Kretase'de "Koçali" ve "Karadut" Karmaşıklarının kuzeyden güneye doğru gelişi, ikincisi Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı birimlerin Geç Kretase-Paleosen yaşlı Germav Formasyonu üzerinde görülmesi ile saptanan ve Hakkari'de net olarak gözlenebilen Eosen sıkışma tektonizması ve üçüncüsü Miyosen sonlarına doğru yine kuzey alanlardaki "Çüngüş Formasyonu", Koçali Karmaşığı ofiyolitlerinin kuzey eşleniği olan "Guleman Ofiyolitleri", "Maden Karmaşığı", "Hakkari Karmaşığı" ve "Bitlis Masifi" allokton birimlerinin güneye doğru hareket ederek Lice ve Şelmo formasyonları üzerine bindirdiği tektonik dönemdir (Günay 2007).

Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılan genel tektonik çalışmalar üzerine Seyitoğlu vd. (2017) yapmış oldukları neotektonik çalışmalar ile bölgenin daha detaylı tektonik incelemelerini yapmışlardır. Bölgede Diyarbakır civarındaki önemli fay hatları ise kuzeyde doğu-batı yönlü Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) ve Ergani-Silvan gömülü ters fay sistemi (EST) ile kuzeybatı-güneydoğu yönlü Kuzey Karacadağ fay sistemleridir (Şekil 2.8) (Seyitoğlu vd. 2017).



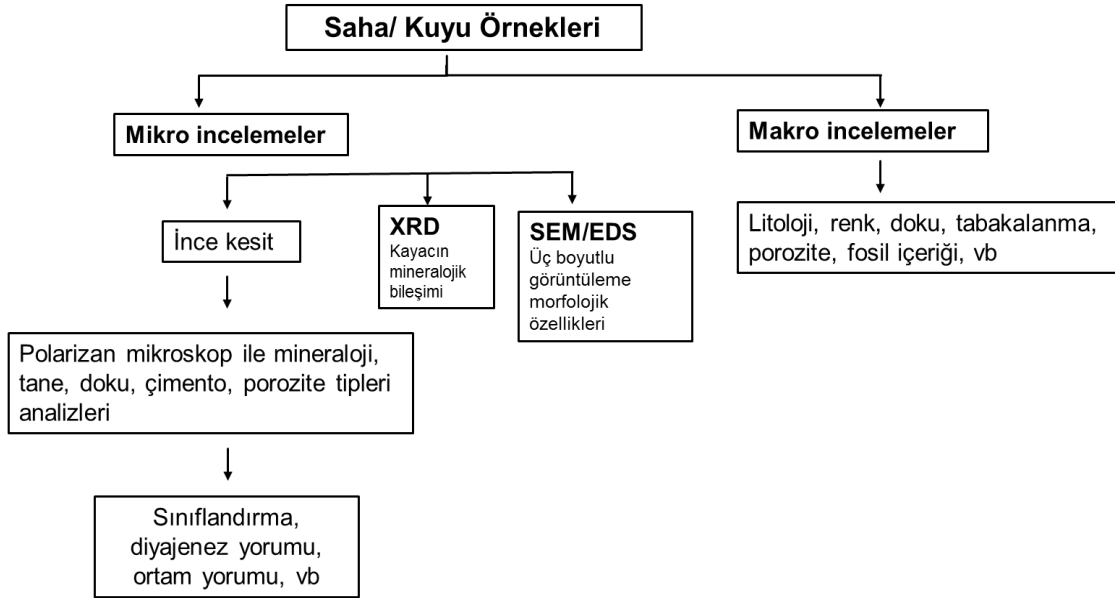
Şekil 2.8 Diyarbakir ili çevresi fay sistemleri haritası, DAFZ: Doğu Anadolu Fay Zonu, BZKK: Bitlis Zagros Kenet Kuşağı, EST: Ergani-Silvan gömülü ters fayı, KKF: Kuzey Karacadağ fayı (Seyitoğlu vd. 2017'den değiştirilerek alınmıştır)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması, kuyularda kesilen kesinti ve karot örneklerinin sedimentolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla laboratuvar analizleri ve bunlardan elde edilen sonuçların değerlendirilip yorumlanması için büro çalışmaları olmak üzere iki aşamada yürütülmüştür.

3.1 Laboratuvar Çalışmaları

Kesinti ve karot örneklerin laboratuvar çalışmalarında mikro ve makro incelemeler yapılmıştır. Makro incelemelerde litoloji, renk, doku, tabakalanma gibi unsurlar belirlenirken, mikro incelemelerde mikroskoplar yardımıyla daha detaylı ince kesit çalışmaları yapılmıştır. Laboratuvar tekniklerinin şematik görünümü aşağıda verilmiştir.



Kesilen istifin litolojik, sedimentolojik özelliklerini ve çökelme ortamlarını ortaya koymak amacıyla kuyu boyunca Zeiss Stemi 2000C marka stereo mikroskop altında 280 adet litolojik analiz yapılmıştır. Kesintilerin yanı sıra, toplam 52 seviyeden yaptırılan ince kesitler petrografik olarak değerlendirilmiştir. İnce kesitler Zeiss Axio Imager A2m marka polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Kumtaşı örneklerinin petrografik analizlerde Pettijohn vd. (1987) ve Dott (1964) sınıflamaları kullanılmıştır.

Litolojik analizler, X-ışınları difraktometresinde yapılan 20 adet tümkaya minarolojik analizi ve 16 adet kil bileşimi analizleriyle desteklenmiştir. Kil fraksiyonu incelemelerinde normal, Etilen Glikollü ve fırınlanmış olmak üzere üç adet çekim yapılmıştır. XRD incelemeleri için; öğütülmüş örnekten hazırlanan toz plakette üzerinde yürütülen XRD-tümkaya analizleri aşağıdaki aletsel çekim koşullarında gerçekleştirilmiştir:

Jeneratör: Rigaku D/max-2200 Ultima/PC

Dalga Boyu: (CuK α_1) 1,54059 Angström

Tüp: Cu Voltaj: 40 kV

Akım: 20 mA Tarama hızı: 2°/dk

Elde edilen XRD difraktogramları, difraktometre'ye bağlı bilgisayarda bulunan Jade-7,0 adlı programında ve uluslararası difraksiyon veri merkezi (ICCD) ve inorganik kristal yapı veritabanına (ICSD) göre değerlendirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen difraktogramlardaki XRD profilleri, difraktometreye bağlı bilgisayarda Jade 7.0 profil tabanlı eşleştirmeler ve Easy Quant isimli programındaki referans şiddet oranları (RIR) dikkate alınarak hesaplanmıştır. Böylelikle örneği oluşturan ve XRD analizleri ile cihazın algılama sınırları içerisinde (ağırlıkça %1) algılanabilen tümkaya mineralleri, cins ve bağıl bolluk olarak belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında kullanılmak üzere seçilen 6 adet örnek, TPAO Ar-Ge merkezinde bulunan JEOL JSM-6490LV marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve IXRF enerji saçılımlı spektrometresi (EDS) kullanılarak görüntü analizleri elde edilmiştir. Taramalı Elektron Mikroskobunda görüntü şu şekilde elde edilir. Yüksek voltaj ile hızlandırılmış elektronlar numune üzerine odaklanarak elektron demeti numune yüzeyinde taratılır ve bu esnada elektron ve numune atomları arasında oluşan çeşitli girişimler meydana gelir, bu girişim etkileri uygun algılayıcılarda toplanır ve sinyal güçlendiricilerinden geçtikten sonra bir katot ışınları tüpünün ekranına yansır. Modern sistemlerde bu algılayıcılardan gelen sinyaller dijital sinyallere çevrilip bilgisayar ekranında görülmektedir. Ayırım gücü (resolution), odak derinliği (depth of focus) ve görüntü analizi birleştirebilme özelliği, taramalı elektron mikroskobunun birçok farklı alanda kullanımını artırmaktadır (Flegler vd. 1993).

Karot numulerinden alınan 35 adet tapa örneklerinden temel karot analizleri yapılmıştır. Tapa örnekleri, öncelikle “soxhlet extraction” cihazı yardımıyla ve tolüen kullanılarak, daha sonrada vakum altında ve alkol içerisinde bekletilerek içerisindeki hidrokarbon, formasyon suyu ve sondaj sıvısı artıklarından temizlenmiştir. Temizlenen tapa örnekleri, sıcaklık kontrollü bir fırında 70 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonra boyutları ve ağırlıkları ölçülerek teste hazır hale getirilmiştir. Gözeneklilik, helyum porozimetresi ile ve “Boyle Kanunu” yardımıyla ölçülmüş, bu ölçümlerden elde edilen veriler, örneklere ait tane yoğunluğu değerlerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Geçirgenlik ölçümü, Hassler tipi karot hücresine yerleştirilen örnek içerisinde kuru hava geçirilerek yapılmış ve “Darcy Kanunu” yardımıyla hesaplanmış, ölçülen hava geçirgenliği değerleri, “Klinkenberg” düzeltimi ile eşdeğer sıvı geçirgenliği değerlerine dönüştürülmüştür.

3.2 Büro Çalışmaları

Kesinti ve karot örneklerinin laboratuvar analizlerden elde edilen sonuçların değerlendirilip yorumlanması aşamasıdır. Log çizimleri ve log korelasyon işlemleri Cyclog, Techlog ve Petrel programları kullanılarak yapılmıştır. Ayrıca sedimantolojik log çizimi Corel DRAW programında çizilmiştir. Tüm literatür çalışmaları, analiz sonuçlarının grafikleri, çizimleri ve tüm sonuçların raporlanması Office programlarında yapılmıştır.

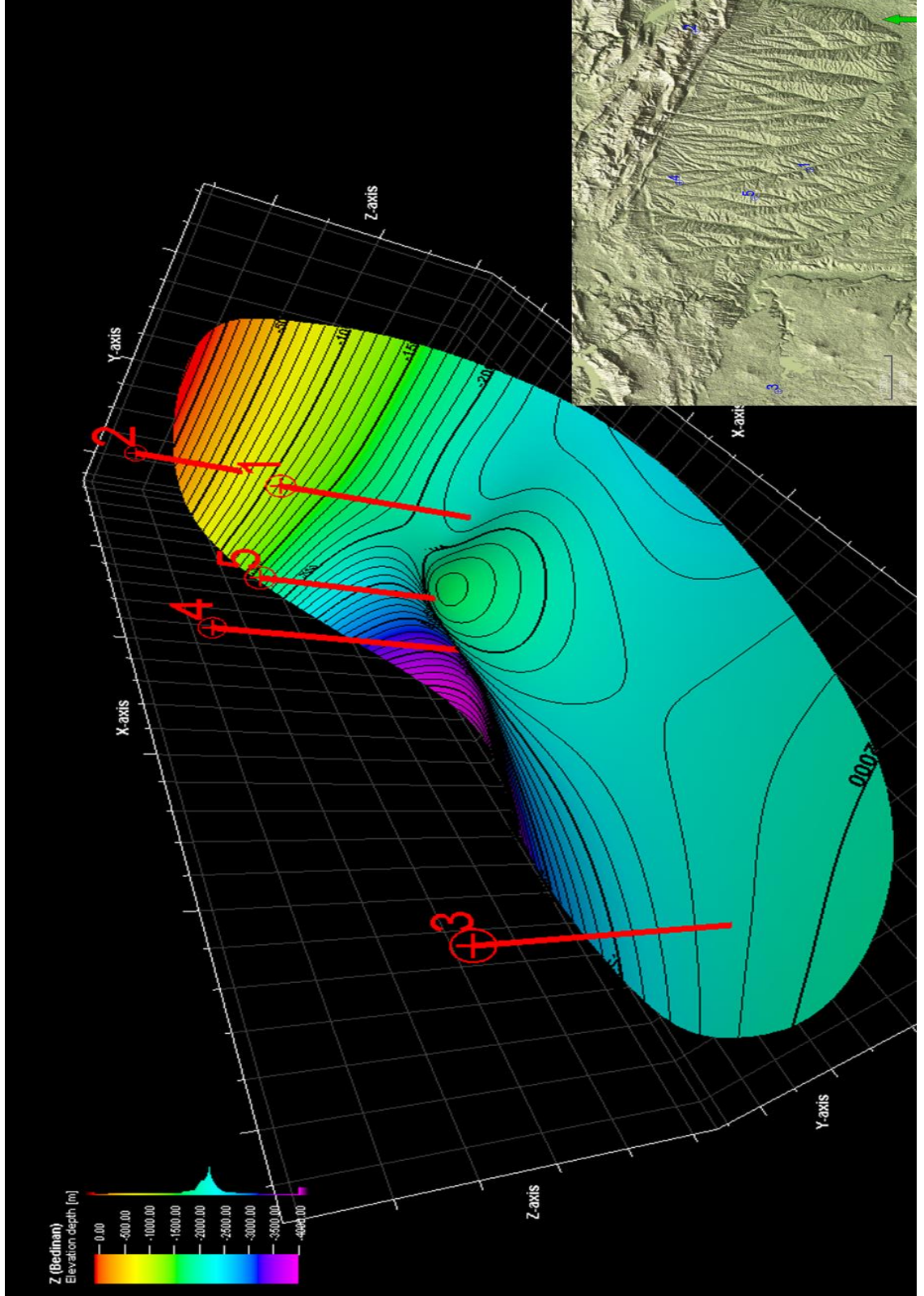
4. SEDİMANTOLOJİ

Bu tez çalışmasında Ordovisyen yaşlı Bedinan Formasyonu kumtaşı, şeyl, silttaşı örnekleri üzerinden laboratuvar analizleri yapılarak incelenmiştir. Çalışma alanı içerisinde yer alan 5 adet kuyudan elde edilen kesinti örnekleri ve bu kuyulardan 2 tanesine ait 3 karottan elde edilen ince kesitler çalışılmıştır. Kuyulara ait kumtaşlarının detaylı sedimentolojik analizler aşağıda verilmiştir.

Beş kuyuda yapılan analizler sonucunda Bedinan Formasyonu'nun genel litolojisi, kalınlığı, içerdiği kum paketleri hakkında bilgilere ulaşılmaya çalışılmıştır. Aşağıda verilen çizelgede kuyuların Bedinan Formasyon girişleri verilmiştir. Şekil 4,1'de görüldüğü üzere Kuyu-2 topografik olarak da yüksek alanda açılmış bir kuyudur. Bu sebepten dolayı daha yüksek seviyelerde Bedinan Formasyonuna girilmiştir ve diğer kuyulardan kot farkı fazladır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Bedinan Formasyonu giriş derinlikleri

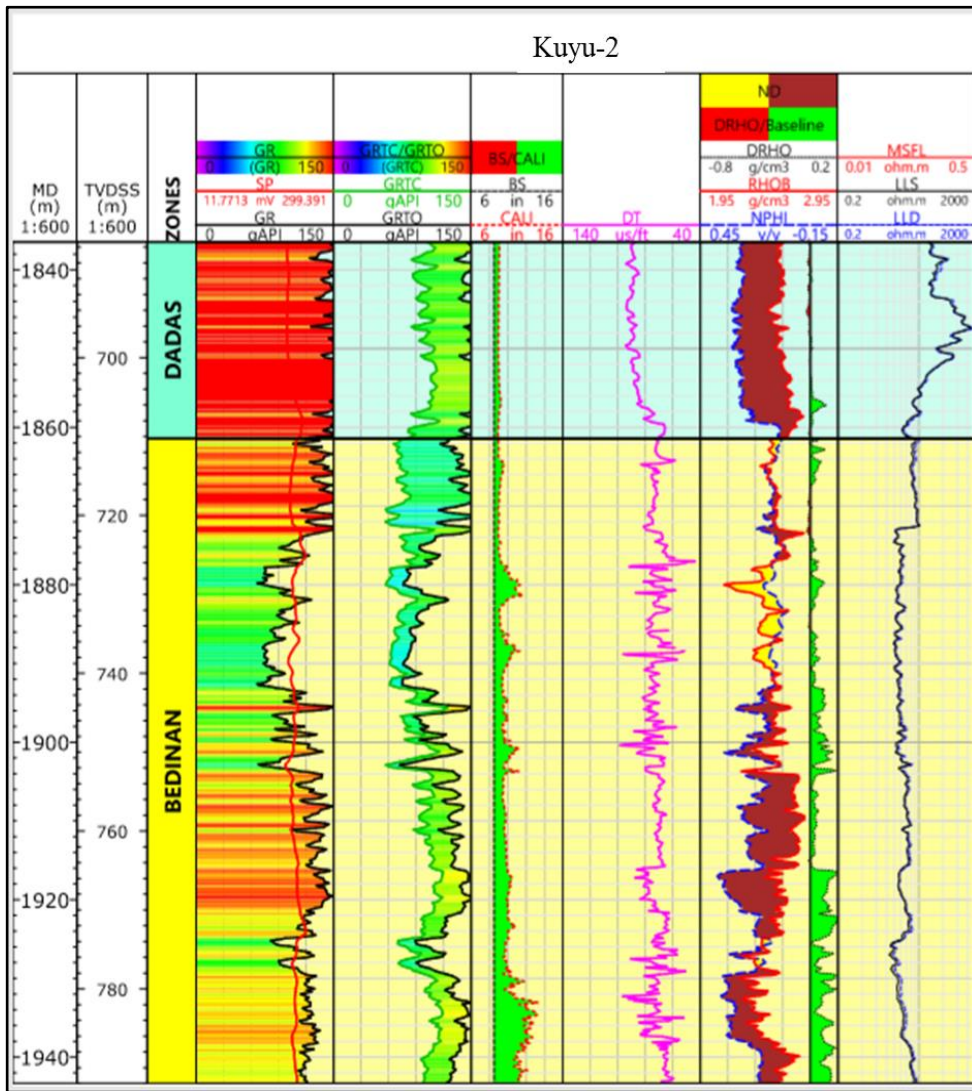
	<i>Bedinan Fm. Girişi</i>	
<i>Kuyu adı</i>	<i>Derinlik (m)</i>	<i>Kot (m)</i>
1	2860	-2150
2	1861	-710
3	2912	-2134
4	3995	-3229
5	3559	-2773



Şekil 4.1 Bedinan Formasyon girişi yapı kontur 3D haritası

Kuyu-1'de Bedinan Formasyonu 623 metre kesilmiştir. Kuyuda kesilen genel istif kumtaşı, şeyl ve silttaşı litolojilerinden oluşmaktadır. Kumtaşları beyaz, kirli beyaz, sarımsı renkli, ince-orta taneli, orta-iyi, kötü boylanmalı, mikalı, nadiren piritlidir (Şekil 4.2). Şeyller açık gri, gri, bejimsi gri renkli, yer yer sertçe, dağılğan, saçılmış piritli, silttaşı geçişlidir. Silttaşları gri renkli, dağılğan, yer yer sertçe, mikalı ve yer yer piritli olarak değerlendirilmiştir.

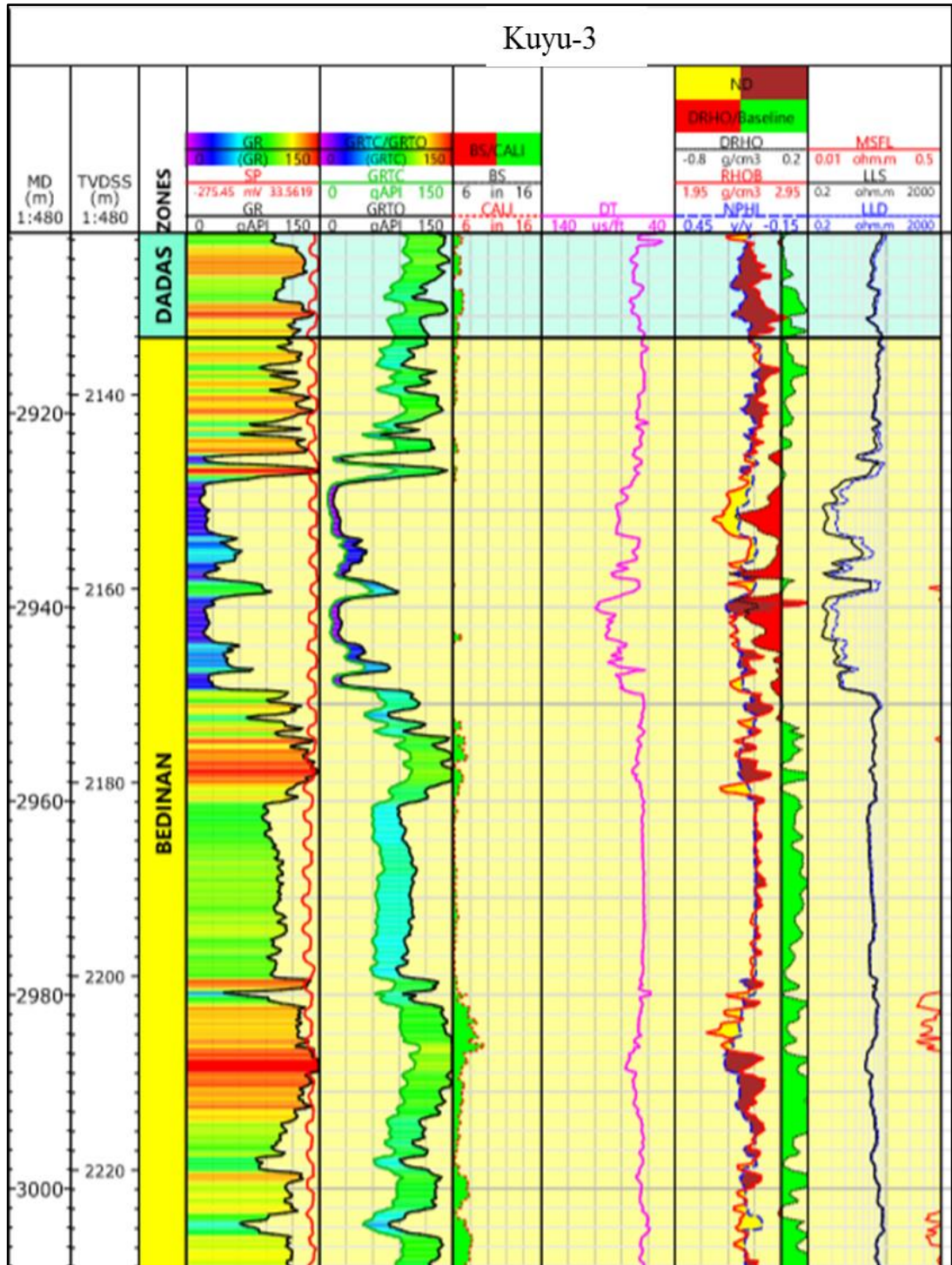
Kuyu-2'te 576 metre kalınlıkta kesilen Bedinan Formasyonu kumtaşı, silttaşı ve şeyl litolojisinden oluşmaktadır. Kumtaşları beyaz, açık gri renkli, sertçe, yarı köşeli-yarı yuvarlak, ince-orta taneli, orta boylanmalı, ince şeyl ara bantlıdır.



Şekil 4.2 Kuyu-2 Bedinan Formasyonu kuyu logları

Kuyu-3' te 2921-3059 metreleri arası 138 metre kalınlığında Bedinan Formasyonu kesilmiştir (Şekil 4.3). Kesilen istif birkaç metre şeyl ile başlayıp daha sonra beyaz, grimsi-beyaz renkli, ince-orta, yuvarlak-yarı yuvarlak taneli, çoğunlukla iyi, yer yer orta boylanmalı, sertçe dokulu kumtaşları ile devam etmektedir. 2940-2950 metreleri arasında ise ince taneli, tamamı dağılmış veya zayıf tutturulmuş, orta-iyi boylanmalı, kuvarsça zengin çakıltaşı gözlenmektedir. 2950-3059 metreleri arası ise ince taneli yer yer kaba, siltli, mikalı, piritli kumtaşları ve kahvemsi gri renkli sertçe, yer yer dağılgan şeyl araldanması ile temsil edilmektedir. Kuyu-3'te Bedinan Formasyonundan 2923,33-2927,65 metre aralığından alınmış olan 5 no'lu karotun kurtarımı %100 olup, karot 4,32 metre uzunluğundadır (Şekil 4.4). Karot çalışmasında 4 farklı mikrofasiyes ayrımı yapılmıştır (Şekil 4.5). Karotun ilk kısımlarında koyu gri, siyahımsı renkli, mikalı ve piritli şeyller F1 olarak adlandırılmıştır ve yaklaşık 22 cm kalınlığındadır. Karotun sonraki 24 cm'lik kısmında ise gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, yer yer alev yapılı ve yük kalıplı yapılarının gözlendiği ince taneli, iyi boylanmalı kumtaşlarının olduğu F2 tanımlanmıştır. Yaklaşık 32 cm kalınlığında açık gri, krem renkli, çok ince taneli, silttaşı geçişli kumtaşları F3 olarak tanımlanırken devamında yaklaşık 3-4 cm F2 tekrar çökeltmiştir. Karotun kalan kısımlarında ise krem, bejimsi sarı, kahvemsi gri renkli, orta taneli, sıkı kumtaşları F4 olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4.2) (Şekil 4.6).

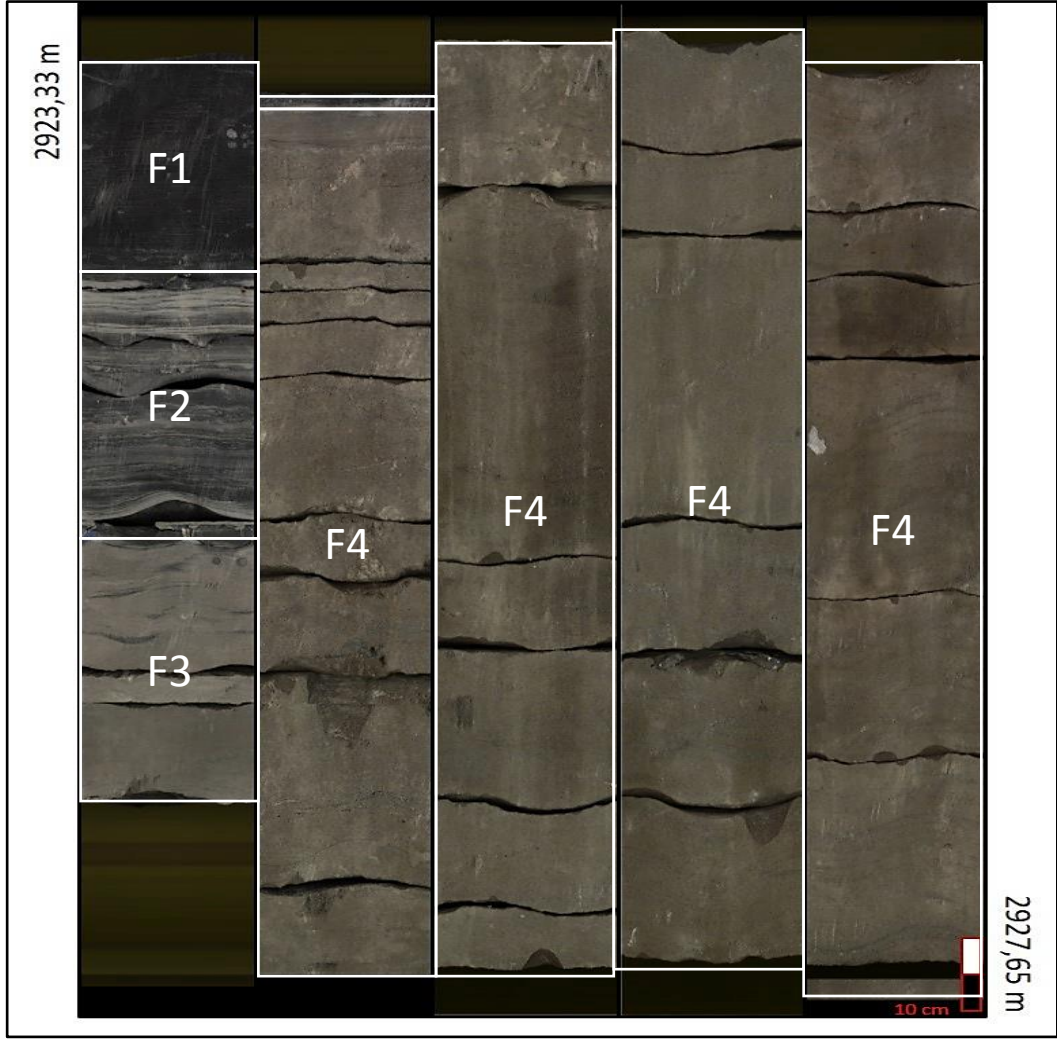
3006-3016 metre aralığından alınmış olan 6 no'lu karotun kurtarımı %80 olup, karot 10 metre uzunluğundadır (Şekil 4.7). 6. karotta F1, F2 ve yeni tanımlanan F5 mikrofasiyesleri görülmektedir (Şekil 4.8). F1 ve F2 fasiyeslerinin tekrar etmesi sekansal tekrarlamayı işaret etmektedir. Karotun ilk 10 cm'lik kısmında koyu gri renkli, mikalı şeyllerden oluşan F1 ile başlayıp, sonrasında ince taneli, orta-iyi boylanmalı siltli kumtaşlarının olduğu F2 ile devam etmektedir (Çizelge 4.3). F2 üzerinde çökeltme ile eş zamanlı, diyajenezden önce oluşan yani sinsedimanter mikrofaylar tespit edilmiştir (Şekil 4.9). Karotun yaklaşık son 1 metresinde başlayan F5 mikrofasiyesi şiddetli deformasyonun etkisiyle parçalanmış ve tekrar yerinde depolanmış yani breşleşmiş kumtaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 4.10).



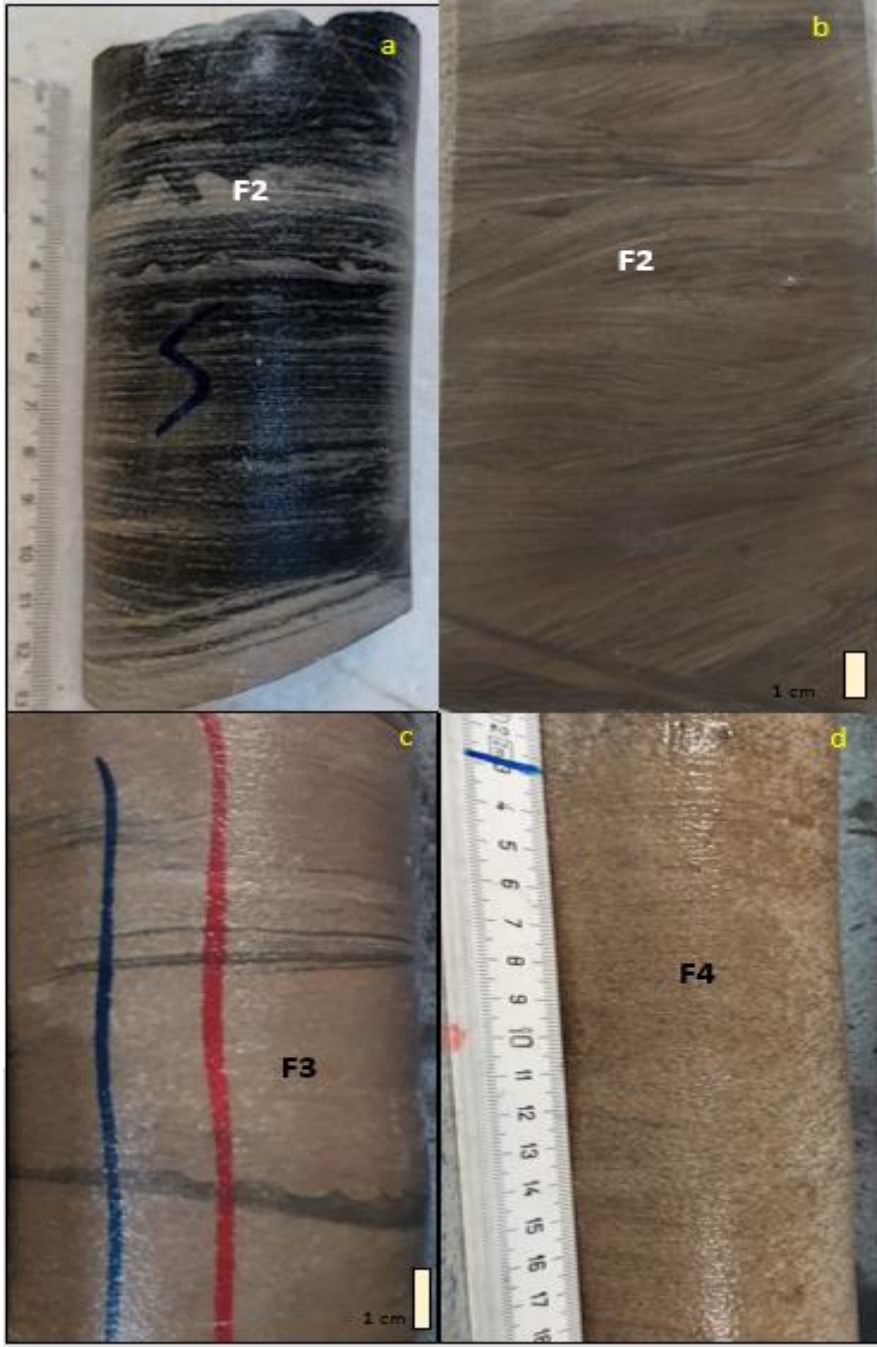
Şekil 4.3 Kuyu-3 Bedinan Formasyonu kuyu logları



Şekil 4.4 Kuyu-3'ten alınan 5 no'lu karotun 2D fotoğraf çekimi



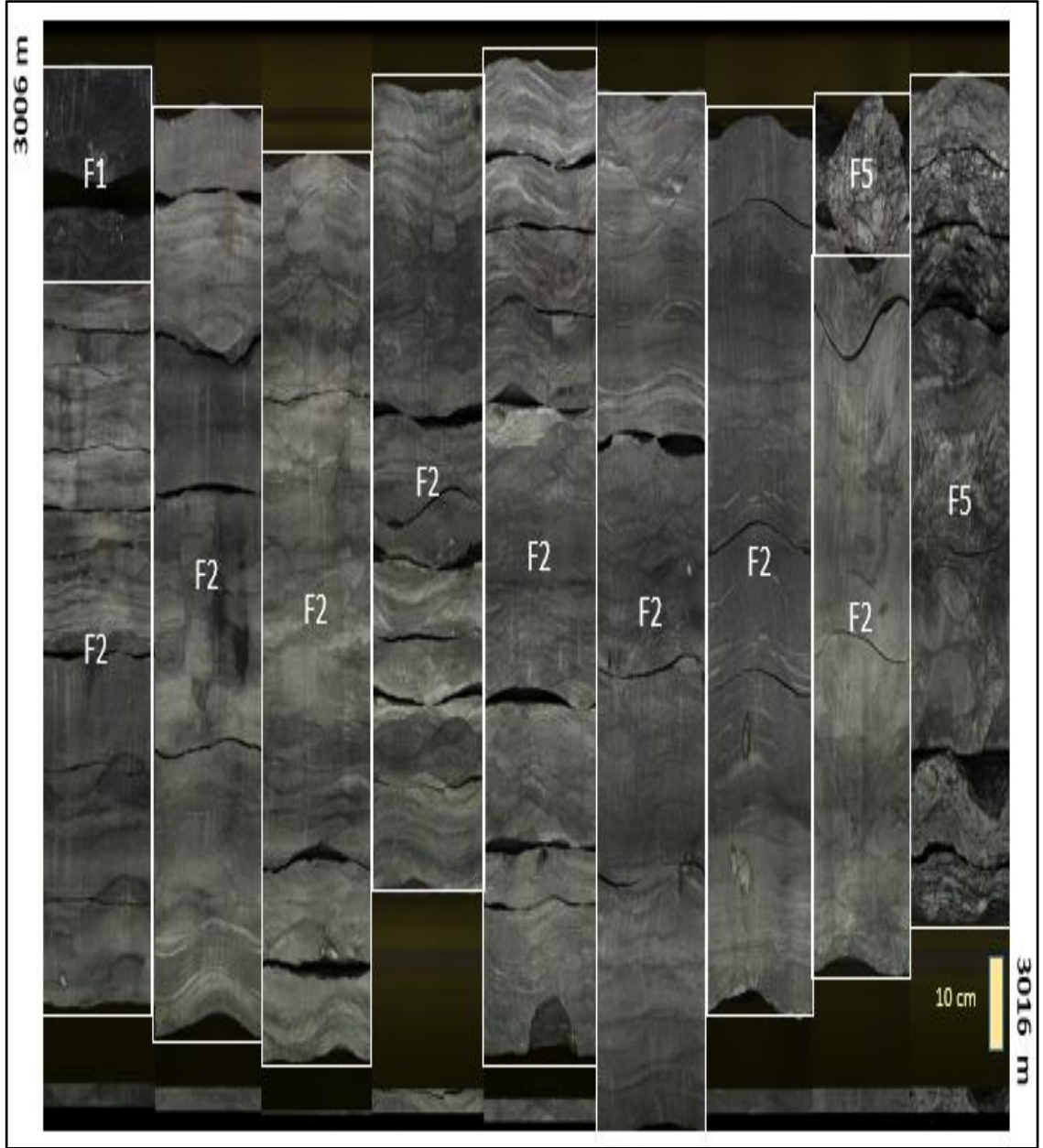
Şekil 4.5 Kuyu-3'ten alınan 5 no'lu karotun 3D fotoğraf çekimi üzerinde fasiyes ayrımları



Şekil 4.6 Kuyu-3'ten alınan 5 no'lu karotta tanımlanan fasiyeslerin yakından görünümü
a: F2'de görülen yük kalıpları ve çapraz tabakalanmalar, b: F2'de görülen hörgüç- tepecikli (hummock) tipi çapraz tabakalamalar ve ondülasyonlu görünümü, c: F3'de görülen alev yapıları, d: sarımsı bej renkli sıkı kumtaşları



Şekil 4.7 Kuyu-3'ten alınan 6 no'lu karotun 2D fotoğrafı



Şekil 4.8 Kuyu-3'ten alınan 6 no'lu karotun 3D fotoğraf çekimi üzerinde fasiyes ayrımları



Şekil 4.9 Fasiyes 2’de gözlenen mikro faylar



Şekil 4.10 Deformasyon etkisiyle breşleşme yapısı gösteren Fasiyes 5’in yakından görünümü

Çizelge 4.2 Kuyu 3' e ait 5 no'lu karotun fasiyes özellikleri

Kuyu adı	Karot aralıkları (cm)	Fasiyes	Litolojik Özellikler	Depolanma Ortamı
Kuyu-3 (5 nolu karot 4.32 metre)	0-22	F1	Koyu gri, siyahımsı renkli, mikalı ve piritli şeyl	Derin deniz- iç şelf-anoksik ortam
	22-46	F2	Gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, yer yer alev yapılı ve yük kalıplı yapılarının gözlendiği ince taneli, iyi boylanmalı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü – gel-git düzlüğü Sığ deniz
	46-78	F3	Açık gri, krem renkli, çok ince taneli, silttaşı geçişli kumtaşı	Kıyı yakını- kıyı önü-sığ deniz
	78-82	F2	Gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, yer yer alev yapılı ve yük kalıplı yapılarının gözlendiği ince taneli, iyi boylanmalı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü – gel-git düzlüğü
	82 cm – 4.32 m	F4	Krem, bejimsi sarı, kahvems gri renkli, orta taneli, sıkı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü-sığ deniz

Çizelge 4.3 Kuyu 3'e ait 6 no'lu karot fasiyes özellikleri

Kuyu adı	Karot aralıkları (cm)	Fasiyes	Litolojik Özellikler	Depolanma Ortamı
Kuyu-3 (6 no'lu karot 10 metre)	0-12	F1	Koyu gri, siyahımsı renkli, mikalı ve piritli şeyl	Derin deniz- iç şelf-anoksik ortam
	12 cm-9 m	F2	Gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, yer yer alev yapılı ve yük kalıplı yapılarının gözlendiği ince taneli, iyi boylanmalı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü – gel-git düzlüğü
	9 m-10 m	F5	Krem, bejimsi krem renkli, deformasyon ile breşleşmiş silttaşı geçişli kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü-sığ deniz

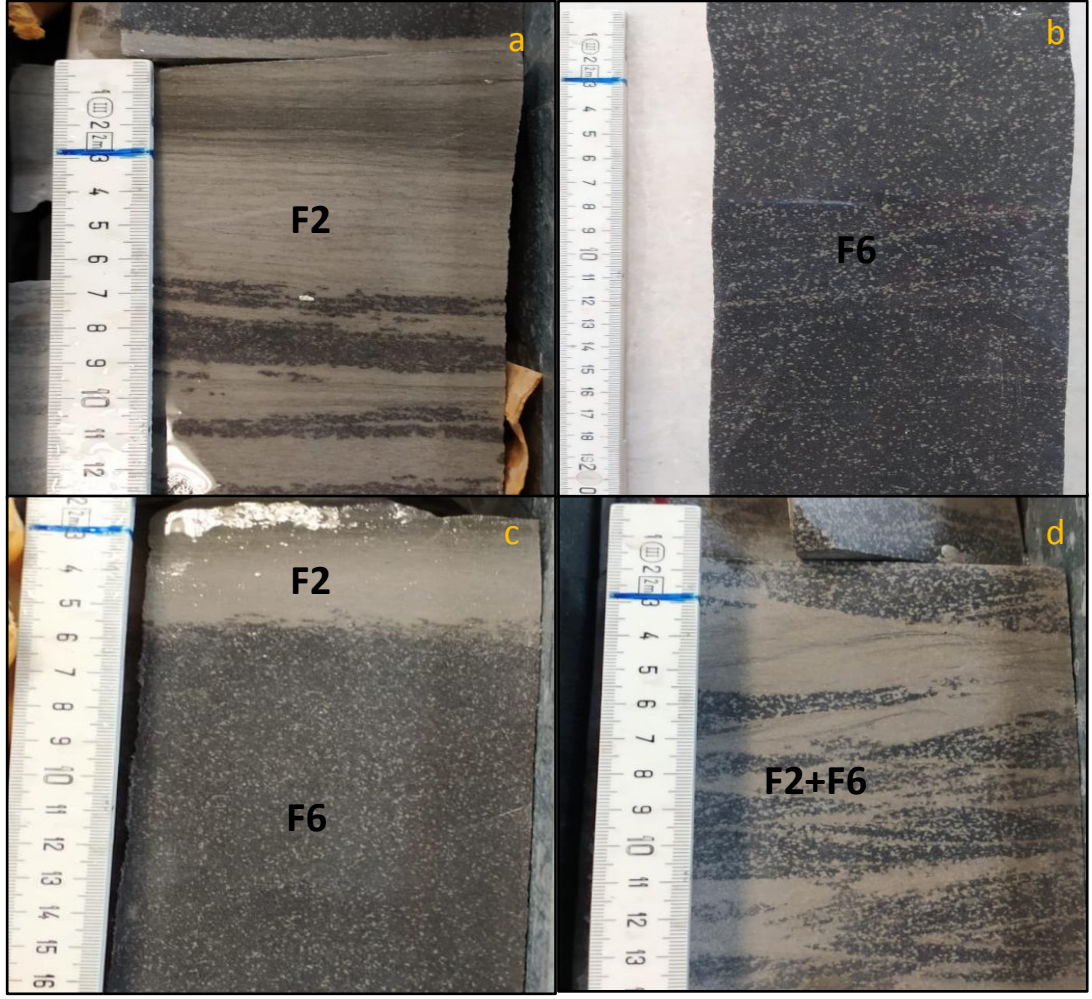
Kuyu-4' te Bedinan Formasyonu 3990-4106 metreleri arasında 116 metre kalınlığında kesilmiştir. Kesilen istif genel olarak değerlendirildiğinde alttan üste doğru çamurtaşı/şeyl litolojileri ile başlayıp, çamurtaşı kumtaşı ardalanmalı ve en üstte kumtaşları ile bitmektedir. 3990-4012 metreleri arasında 22 metre kalınlığında kirli-beyaz, açık-gri, gri renkli, çok ince-ince/ince-orta taneli, iyi boylanmalı, şeyl/silttaşı ara bantlı kumtaşları çökelmiştir. 4012-4040 metreleri arası şeyl ve kumtaşı ardalanması geçilmiştir. Gözlenen şeyl litolojisi koyu bejimsi gri, koyu gri renkli, siltli, piritli, bol mikalı, yer yer silttaşı geçişlidir (Çizelge 4.4). Kumtaşları ise kirli-beyaz, açık-gri, açık-bejimsi gri renkli, çok ince kaba taneli, kötü boylanmalıdır. Bu kuyuya ait 2 no'lu karot 3999-4008,5 metre aralığından alınmış olup kurtarımı %100 dür ve karot 9,5 metre uzunluğundadır (Şekil 4.11). Karot çalışması sonucunda F2 ve bu kuyuda görülen yeni F6 mikrofasiyesleri tanımlanmıştır (Şekil 4.12). Karotun üst kısımları gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, ince taneli, çapraz tabakalanmalı kumtaşları litojisine sahip F2 ile başlamaktadır ve koyu gri renkli, sert, sıkı görünümlü, koyu renkli minerallerin yoğunlaştığı F6 fasiyesi olarak tanımlanan kumtaşları ile devam etmektedir. Yer yer F2 ve F6 fasiyesileri geçişli olarak görülmektedir. Karotun sonlarında ise F2 ve F6 ardalanmalı olarak devam etmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.11 Kuyu-4'ten alınan 2 no'lu karotun 2D fotoğrafı



Şekil 4.12 Kuyu-4'ten alınan 2 no'lu karotun 2D fotoğraf çekimi üzerinde fasiyes ayrımları



Şekil 4.13 Kuyu-4'ten alınan 2 no'lu karottaki Fasiyes 2 ve 6'nın yakından görünüşleri
a: F2, b:sert ve masif detritik killi F6, c: F2 ve F6 'nın ardalanması, d: F2
ve F6'nın birbirleri ile çapraz tabakalı geçişi

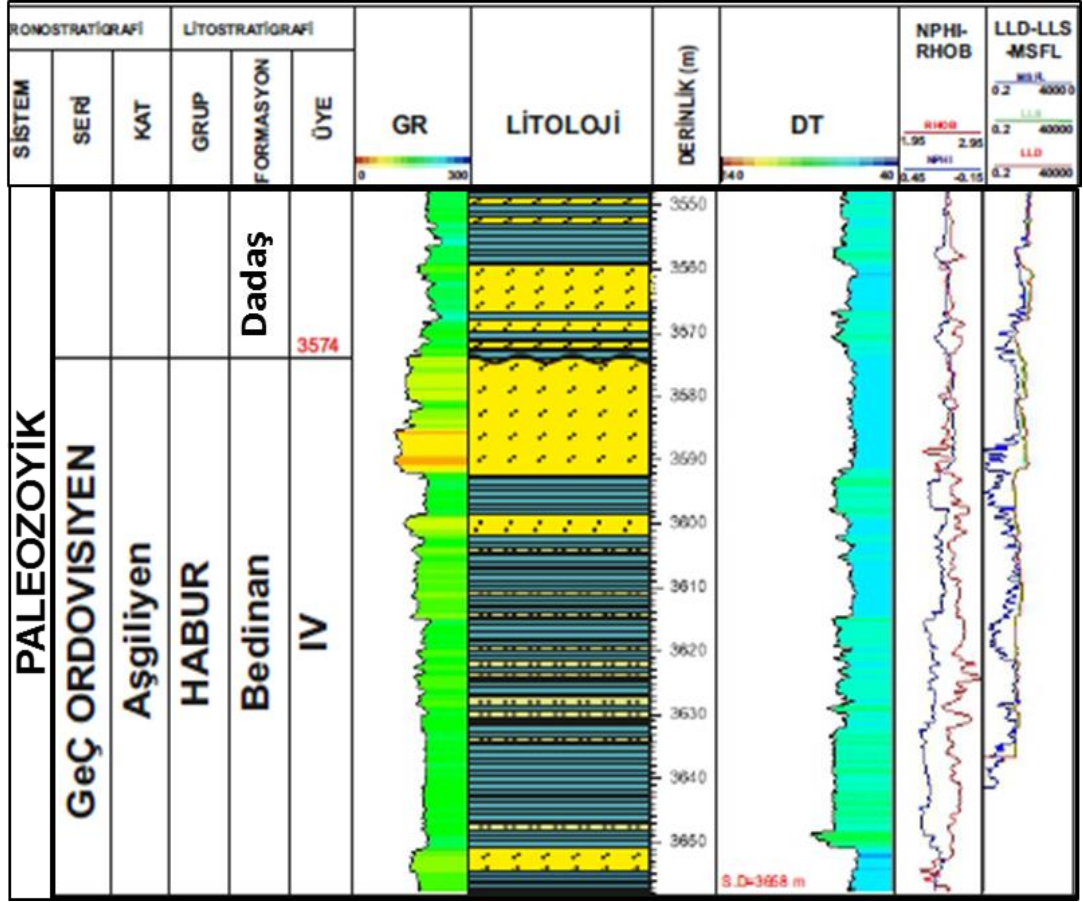
Çizelge 4.4 Kuyu 4'e ait 2 no'lu karot fasiyes özellikleri

Kuyu adı	Karot aralıkları (cm)	Fasiyes	Litolojik Özellikler	Depolanma Ortamı
Kuyu-4 (2 no'lu karot 9,5 metre)	0-15	F2	Gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, yer yer alev yapılı ve yük kalıplı yapılarının gözleendiği ince taneli, iyi boylanmalı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü – gel-git düzlüğü
	15-40	F6	Koyu gri renkli, sert, sıkı görünümlü, koyu renkli minerallerin yoğunlaştığı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü-sığ deniz
	40-54	F2		
	54-82	F6		
	82-87	F2		
	87-100	F6		
	100-142	F2+F6		
	142-176	F6		
	176-186	F2		
	186-200	F6		
	200-288	F2+F6		
	288-336	F2		
	336-375	F2+F6		
	375-400	F2		
	400-500	F2+F6		
	500-522	F6		
	522-566	F2		
	566-644	F6		
	644-652	F2		
	652-700	F6		
700-742	F2			

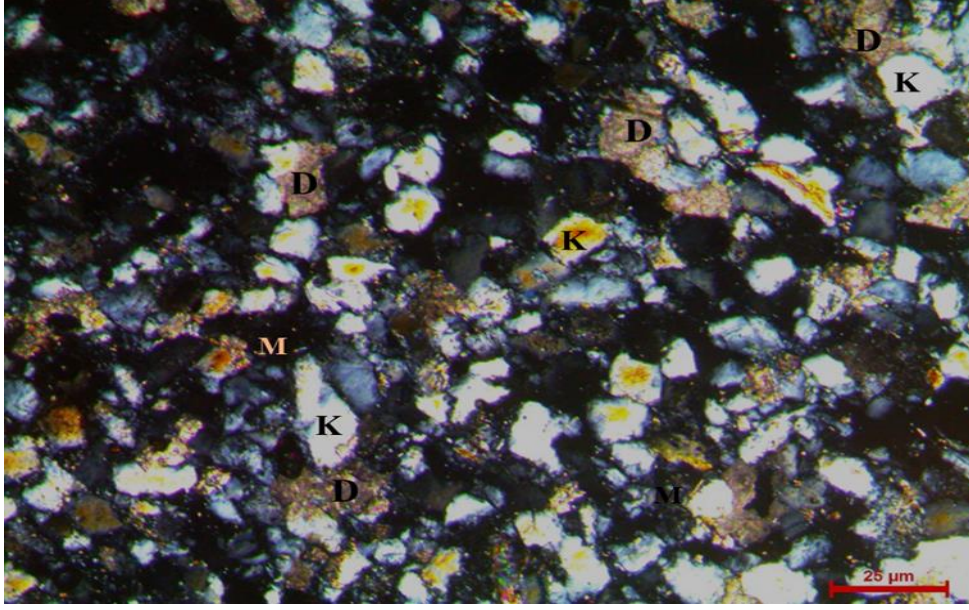
Çizelge 4.4 Kuyu 4'e ait 2 no'lu karot fasiyes özellikleri (devamı)

Kuyu adı	Karot aralıkları (cm)	Fasiyes	Litolojik Özellikler	Depolanma Ortamı
Kuyu-4 (2 no'lu karot 9,5 metre)	742-764	F6		
	764-770	F2	Gri-kirli beyaz renkli, ince şeyl ara bantlı, yer yer alev yapılı ve yük kalıplı yapılarının gözlendiği ince taneli, iyi boylanmalı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü – gel-git düzlüğü
	770-818	F6	Koyu gri renkli, sert, sıkı görünümlü, koyu renkli minerallerin yoğunlaştığı kumtaşı	Kıyı yakını-kıyı önü-sığ deniz
	819-828	F2		
	828-838	F6		
	838-850	F2		
	850-950	F6		

Kuyu-5' te Bedinan Formasyonu 3574-3658 m aralığında, 84 m kalınlığında kesilmiş olup, gözlenen litolojiler şeyl, silttaşı ve kumtaşıdır. 3574-3586 m arasında bej, kirli beyaz/beyaz renkli, benekli görünümlü, kuvars ve feldspat taneli, orta iyi boylanmalı, ince-orta taneli kumtaşları gözlenmiştir. 3586-3592 m arasında kirli beyaz, yer yer açık gri renkli, orta-iyi boylanmalı, ince-orta taneli, kuvars ve feldspat taneli, seyrek mikalı, kumtaşları kesilmiştir. 3592-3658 m arasında hakim litoloji bejimsi gri, gri renkli, silttaşı geçişli şeyller ve bejimsi gri, gri, bejimsi açık kahve renkli silttaşlarıdır. Bunun yanında 3598-3602 m arasında beyazımsı açık gri, beyazımsı krem renkli, orta-iyi boylanmalı, çok ince-ince taneli, mikalı, dolomit ve otijenik kil çimentolu arkozik kumtaşları ile 3651-3655 m arasında bejimsi gri renkli, silttaşı geçişli, orta-iyi boylanmalı, çok ince-ince taneli, kuvars ve feldspat elemanlı, bol mikalı, bol otijenik kil ve mikrokristalen silis çimentolu, mineralojik ve dokusal olgunluğu zayıf, sıkı görünümlü kumtaşları kesilmiştir. Şekil 4.14'de Kuyu-5'e ait Bedinan Formasyonu'nun olduğu seviyelerdeki kuyu logları görülmektedir.

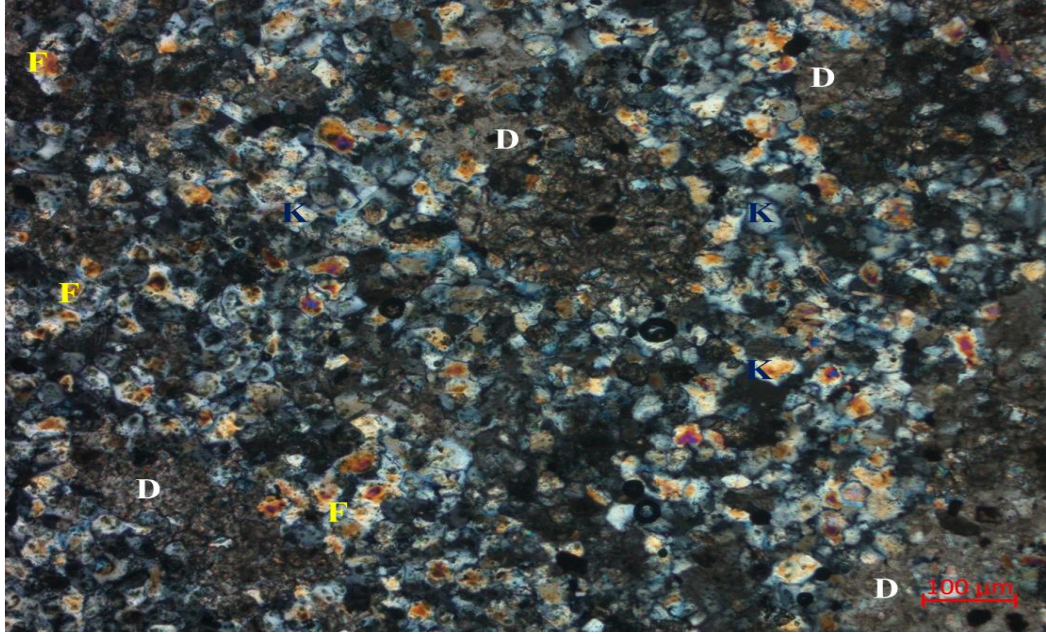


Şekil 4.14 Kuyu-5 Bedinan Formasyonu kuyu logları



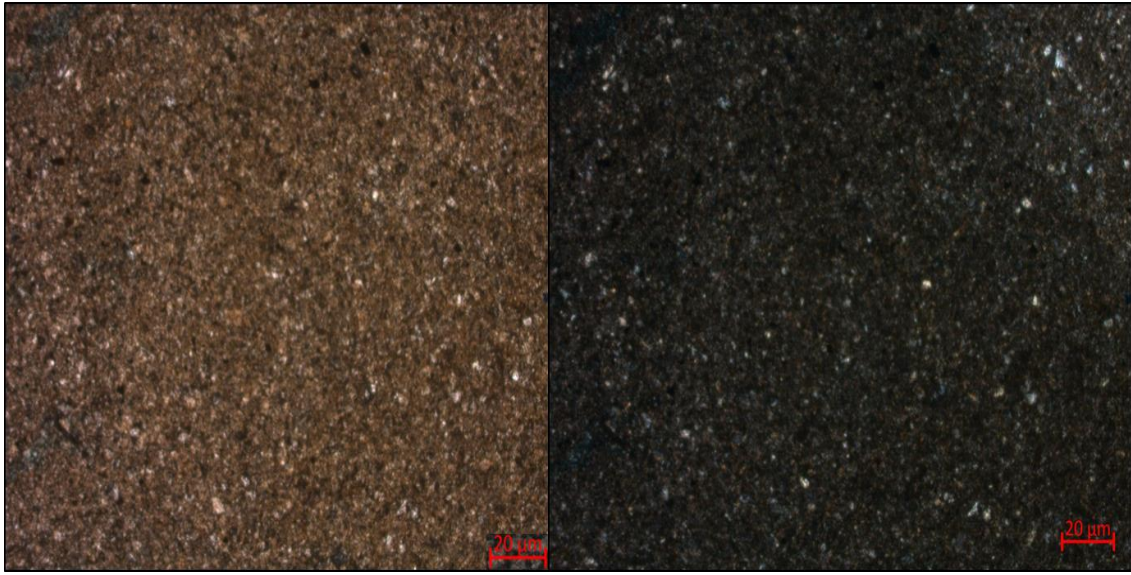
Şekil 5.2 İnce-orta tane boylu, orta-iyi boylanmalı, mikalı (M), kuvarslı (K), dolomit çimentolu (D) kuvars arenit (2858 m, çift nikol)

Kuyu-2 de kesilen kumtaşları mikalı, yama tipi dolomit ve nadiren silis çimentolu, tane arası düşük gözenekli arkoz/subarkoz olarak tanımlanmıştır (Dott 1964) (Şekil 5.3).

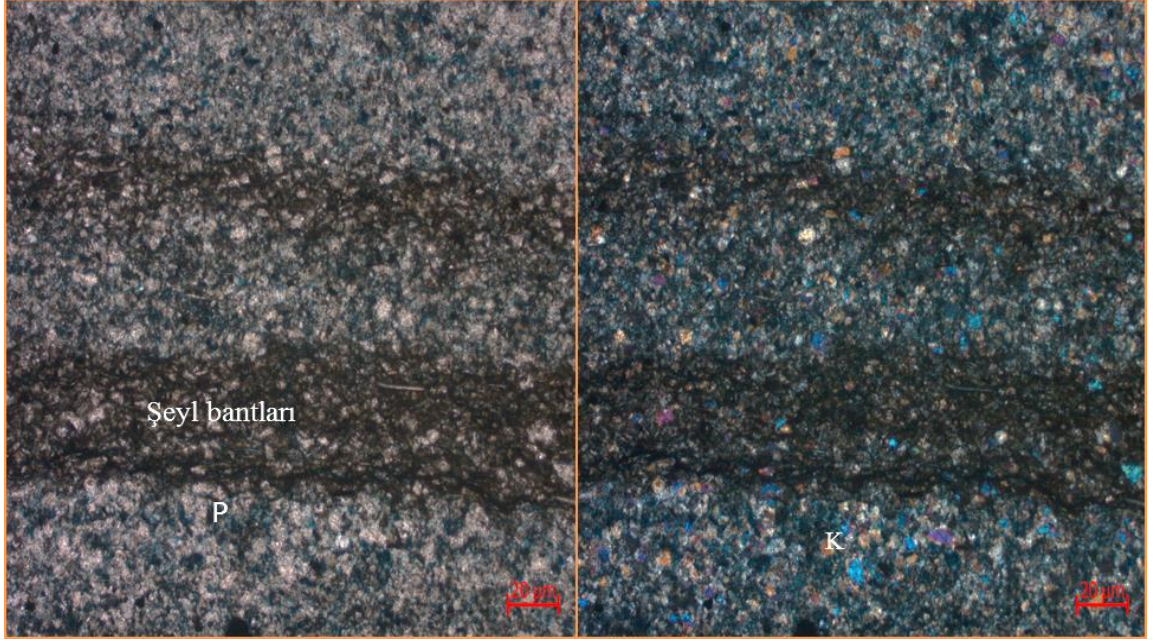


Şekil 5.3 Yarı köşeli-yarı yuvarlak, ince-orta taneli, orta boylanmalı kuvars elamanlı (K), feldispatlı (F), dolomit çimentolu (yer yer yama şeklinde, D), tane arası zayıf gözenekli subarkoz (1902 m, çift nikol)

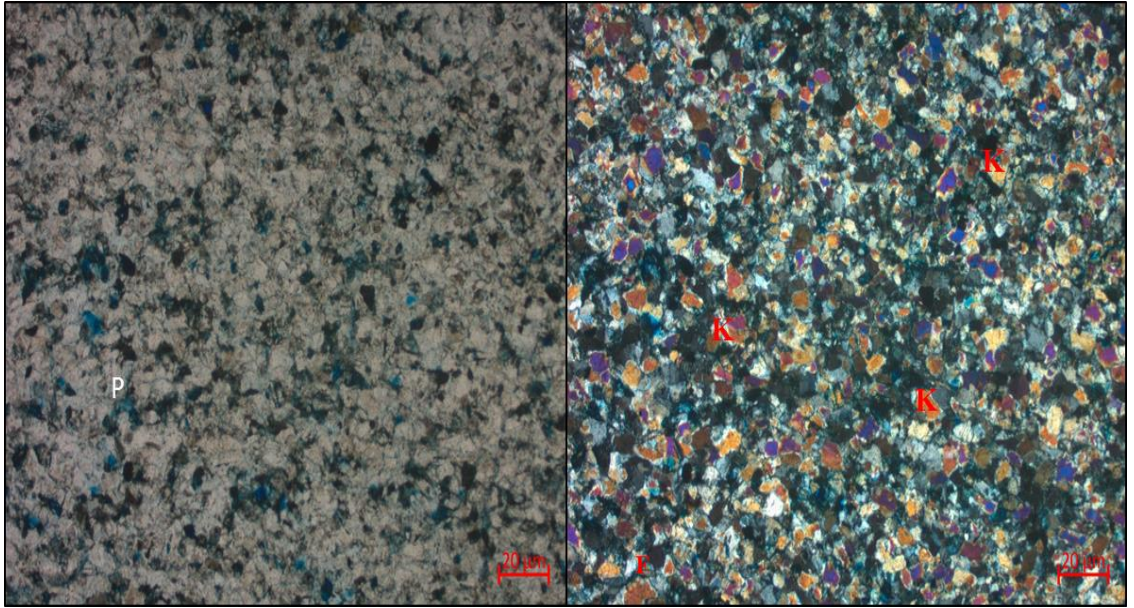
Kuyu-3’de kesilen kumtaşı örnekleri kuvarşca zengin, dolomit çimentolu kuvars arenit ve subarkoz karakterindedir. 5 no’lu karotta tanımlanan 4 adet mikrofasiyesten petrografik çalışmalar yapılmıştır. Bunlar sırasıyla; F1 mikrofasiyesi şeyl (Şekil 5.4); F2 mikrofasiyesi ince taneli, orta-iyi boylanmalı, yarı köşeli-yarı yuvarlak, yer yer tane arası gözenekli, şeyl ara bantlı kuvarsarenit/subarkoz (Şekil 5.5); F3 mikrofasiyesi orta taneli, köşeli-yarı yuvarlak, tane arası gözenekli kuvarsarenit/subarkoz (Şekil 5.6); F4 mikrofasiyesi orta-iri taneli, yarı köşeli-yarı yuvarlak, iyi boylanmalı tane arası gözenekli, yer yer otijenik kil matriksli kuvarsarenit karakterinde kumtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 5.7). Karot-6 da ise F1 ve F2 mikrofasiyeleri ile beraber yeni tanımlanan F5 mikrofasiyesi tariflenmiştir. F5 mikrofasiyesinde deformasyon sonucunda breşleşmiş kumtaşları yer almaktadır ve deformasyon sonucunda oluşan, kil dolgulu çatlaklar oluşmuştur (Şekil 5.8).



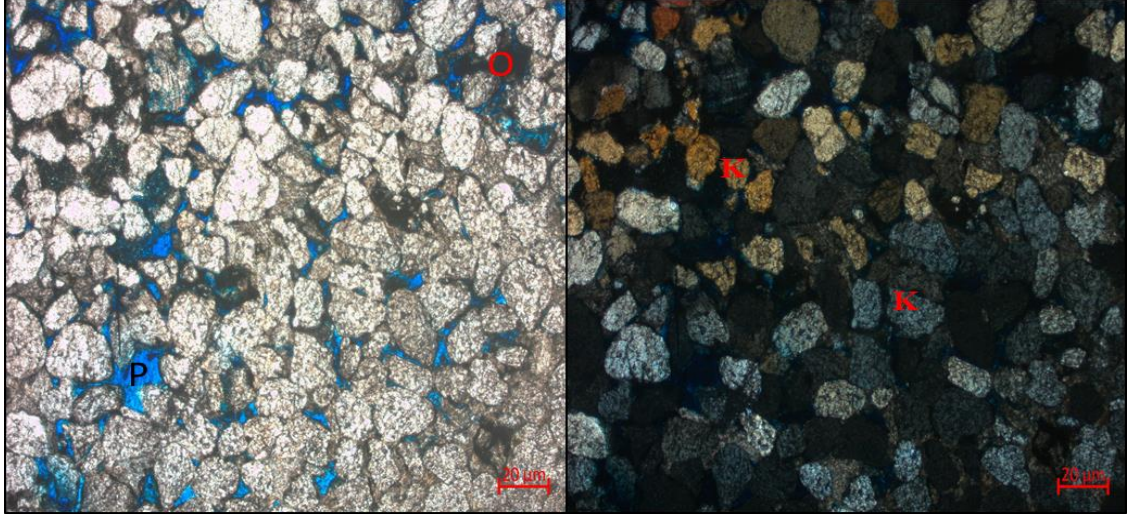
Şekil 5.4 Kuyu-3 5 no’lu karot F1 mikrofasiyesine ait şeyl görüntüsü (tek nikol/çift nikol)



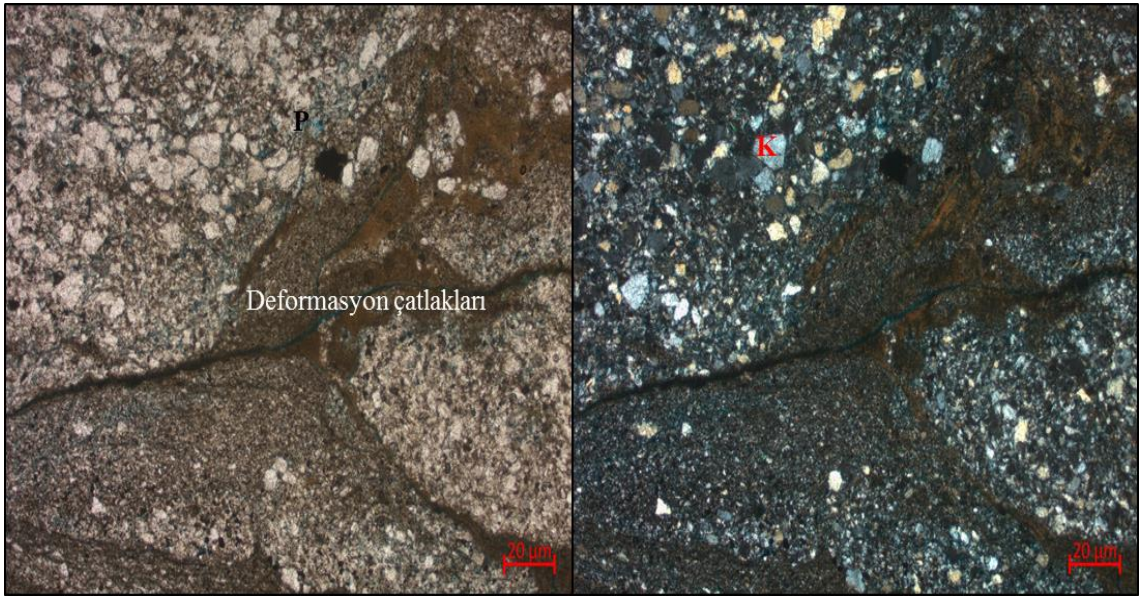
Şekil 5.5 Kuyu-3 5 no'lu karot F2 mikrofasiyesine ait şeyl ara bantlı kuvarsarenit/subarkoz (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek) (tek nikol/çift nikol)



Şekil 5.6 Kuyu-3 5 no'lu karot F3 mikrofasiyesine ait kuvarsarenit/subarkoz (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars, F: feldispat) (tek nikol/çift nikol)

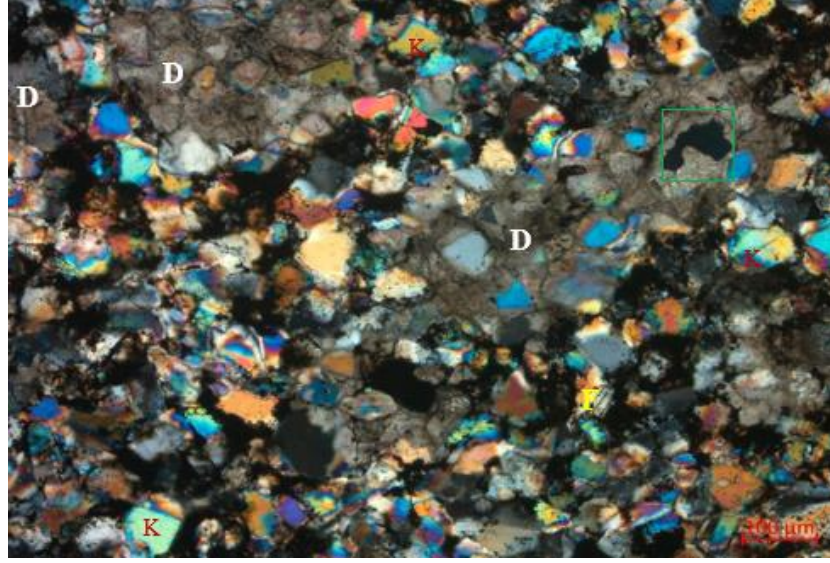


Şekil 5.7 Kuyu-3 5 no'lu karot F4 mikrofasiyesine ait kuvarsarenit (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars, O: otijenik kil) (tek nikol/çift nikol)

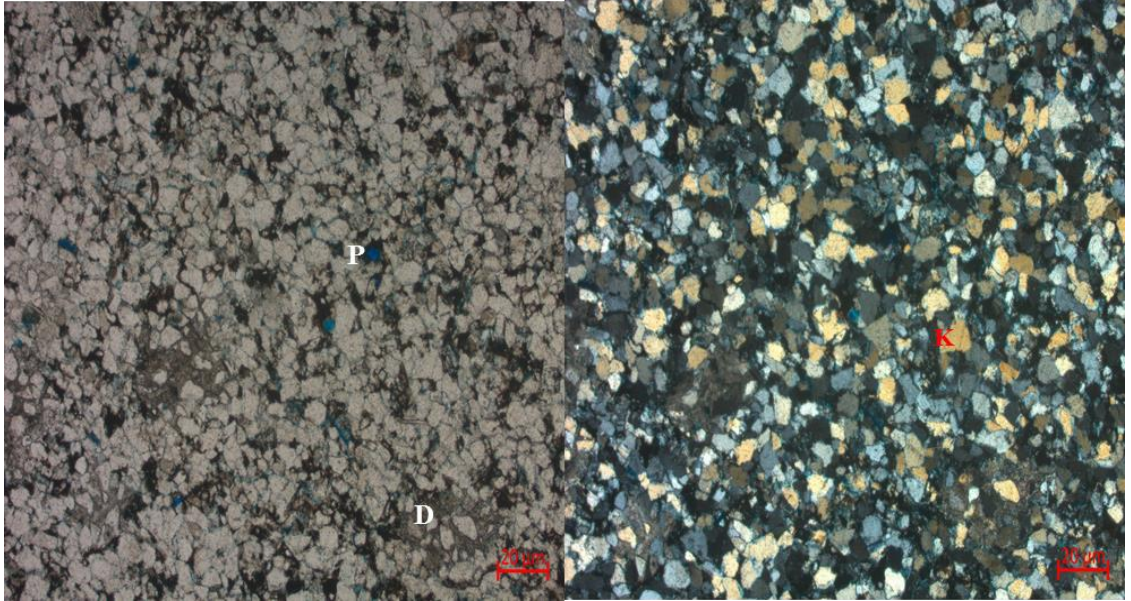


Şekil 5.8 Kuyu-3 6 no'lu karot F5 mikrofasiyesine ait breşleşmiş kumtaşı (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars) (tek nikol/çift nikol)

Kuyu-4 kesilen Bedinan formasyonuna ait kumtaşları genel olarak orta boylanmalı, ince-orta taneli, otijenik kil ve dolomit çimentolu subarkozik arenit/arkozik vake (Pettijohn vd.1987) karakterdedir (Şekil 5.9). Karot 2'de F2 ve daha koyu renkli olan F6 mikrofasiyesleri tanımlanmıştır. F6 fasiyesi ince-orta taneli, yarı köşeli-yarı yuvarlak, orta boylanmalı, tane arası proziteli, yer yer yama şeklinde görülen dolomit çimentolu kuvars arenit karakterindedirler (Şekil 5.10).

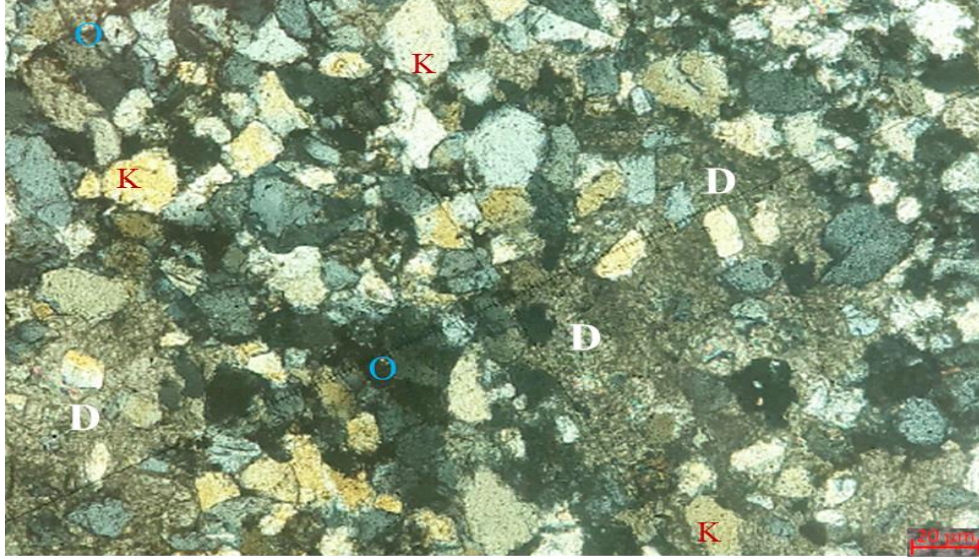


Şekil 5.9 İnce taneli, orta-iyi boylanmalı, köşeli-yarı köşeli, mikalı, feldspatlı (F), kuvars taneli (K), otijenik kil ve dolomit çimentolu (yama şeklinde, D), nadiren kovuk tipi gözenekli (yeşil dörtgen ile gösterilen) arkozik arenit (4005,8 m, çift nikol)



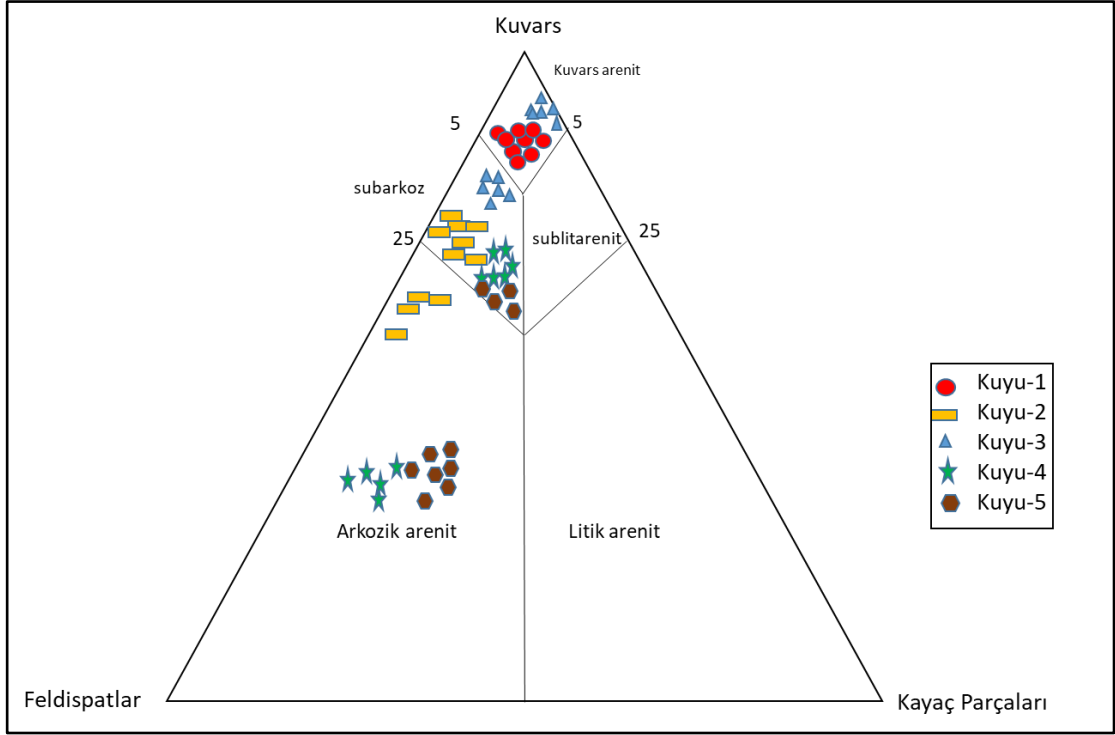
Şekil 5.10 Kuyu-3 6 no'lu karot F6 mikrofasiyesine ait kuvars arenit (P: mavi epoksil ile doldurulmuş gözenek, K: kuvars, D: yama şeklinde dolomit çimento) (tek nikol/çift nikol)

Kuyu-5' kesilen Bedinan Formasyonu kumtaşları orta-iri taneli, orta-iyi boylanmalı, yama şeklinde görülen dolomit ve otijenik kil çimentolu, tane arası gözenekli subarkozik arenit karakterli kumtaşlarıdır (şekil 5.11).



şekil 5.11 Orta-iri taneli, orta-iyi boylanmalı, kuvars elemanlı (K), dolomit (D) ve otijenik kil matriksli (O) subarkozik arenit (3584 m, çift nikel)

Çalışılan 5 kuyuya ait petrografik sonuçlar kullanılarak Dott (1964) sınıflaması ile üçgen diagram hazırlanmıştır (şekil 5.12). Kumtaşlarının en çok kuvars arenit üzerinde yoğunlaştığı, sonra sırasıyla subarkoz ve arkozik arenit olarak sınıflandığı görülmektedir. Özellikle kuyu-4 ve Kuyu-5 te kil ve feldispat oranlarının nispeten daha fazla olmasından dolayı arkozik arenit karakterlerindedirler.

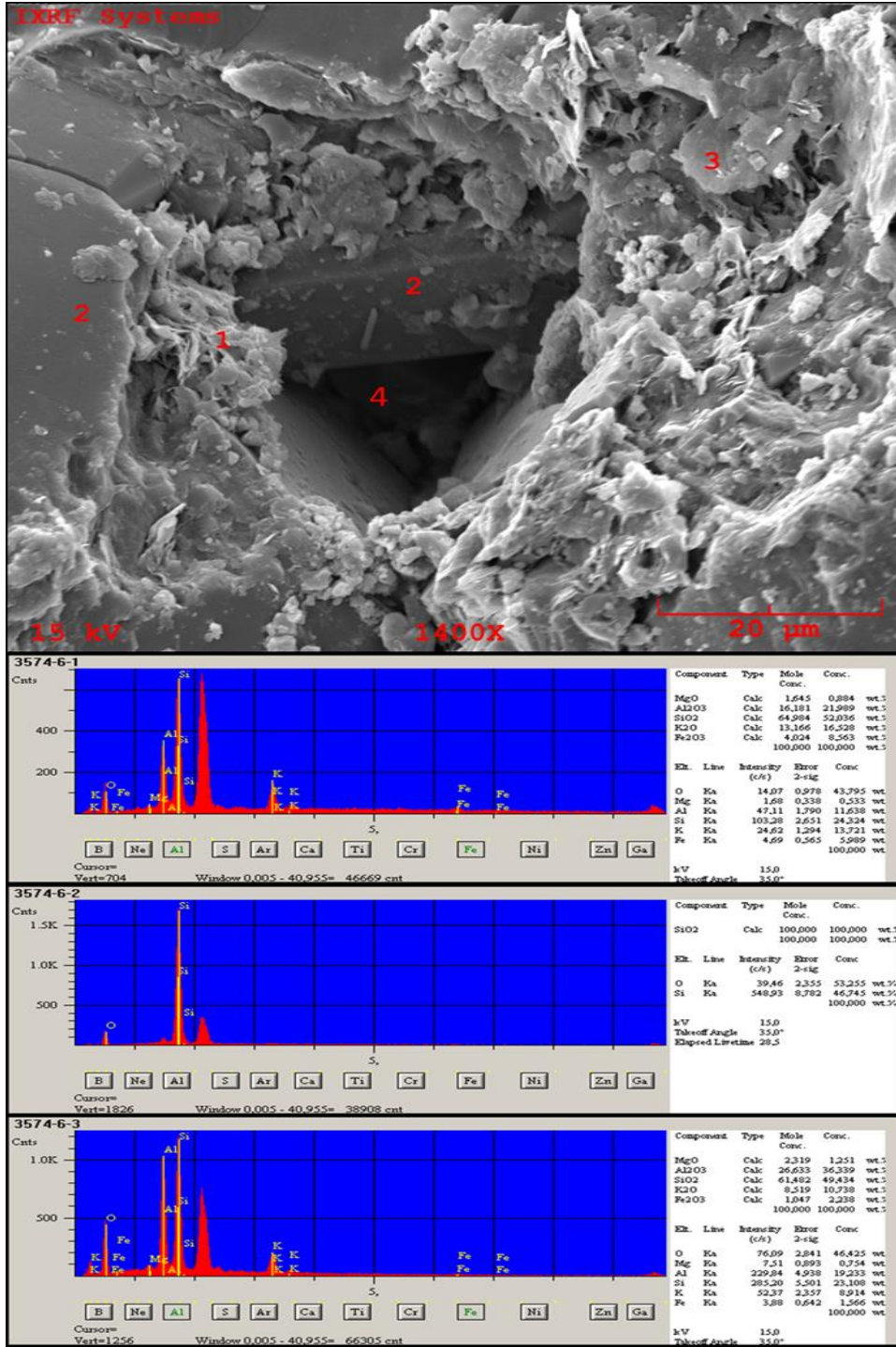


Şekil 5.12 Bedinan Formasyonu kumtaşlarının Dott (1964)'a göre sınıflandırılması

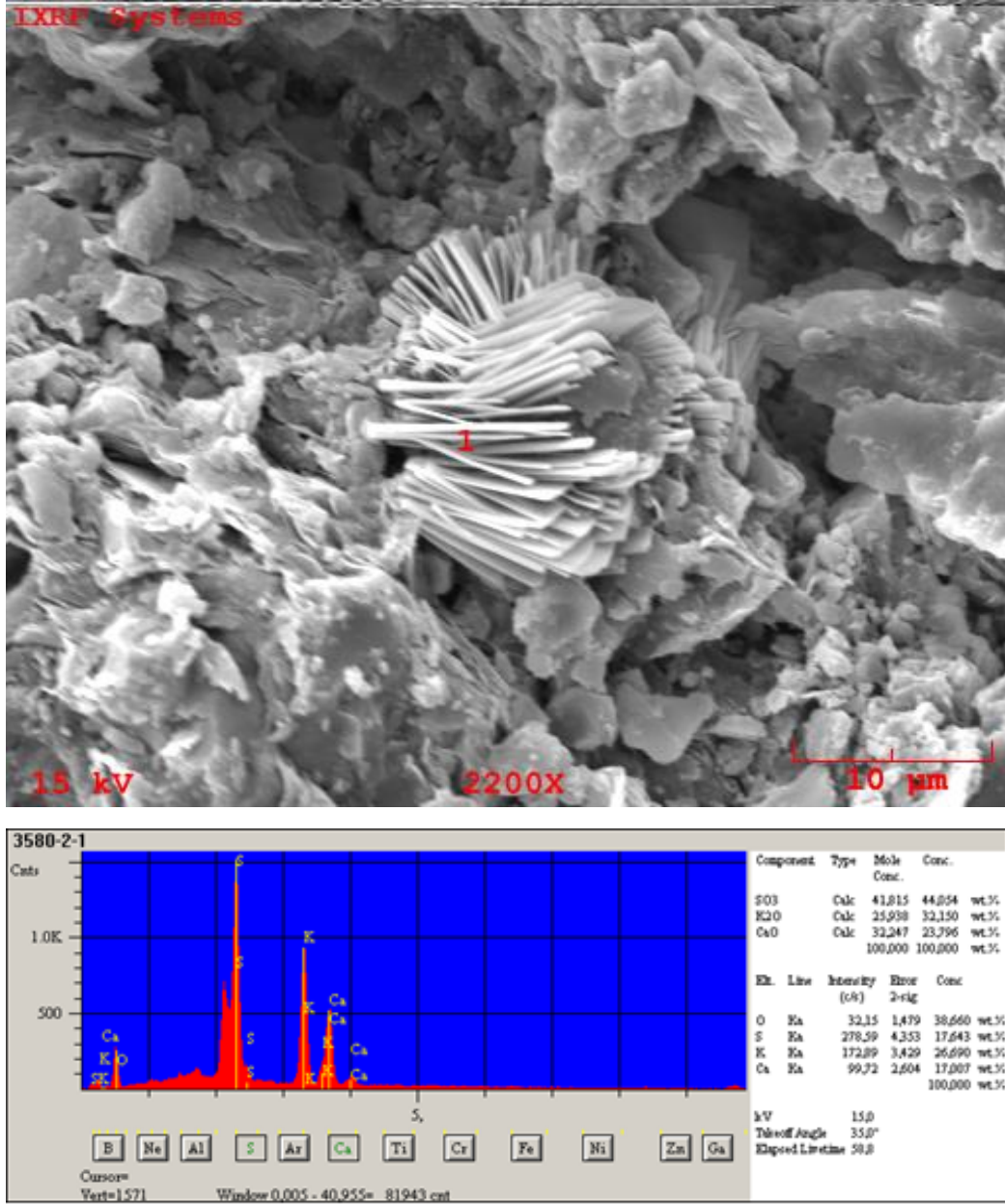
5.2 Mikrodokusal Elektron Mikroskobu (SEM/EDS) Çalışmaları

Bu tez çalışmasında Bedinan Formasyonu'na ait kumtaşlarının mikrodokusal özelliklerini daha iyi anlayabilmek, kumtaşları içerisinde gözlemlenen killer ile diğer diyajenetik mineralleşme süreçlerini detaylı açığa çıkarmak için bazı örnekler üzerinden 6 adet SEM/EDS analizleri yapılmıştır.

Özellikle Kuyu-5' te 5 farklı seviyeden kil oranının da yaklaşık %10-15 olduğu örnekler seçilmiş ve SEM/EDS analizleri yapılmıştır. 3574 metredeki kumtaşlarındaki kuvars tanelerin üzerinde gözenek kaplayıcı ve gözenek dolduran illit tipi kil mineralleri ve tane arası gözenek (Şekil 5.13) ile 3580 metredeki örnekte kaolinit tipi kil mineralleri görülmektedir (Şekil 5.14).

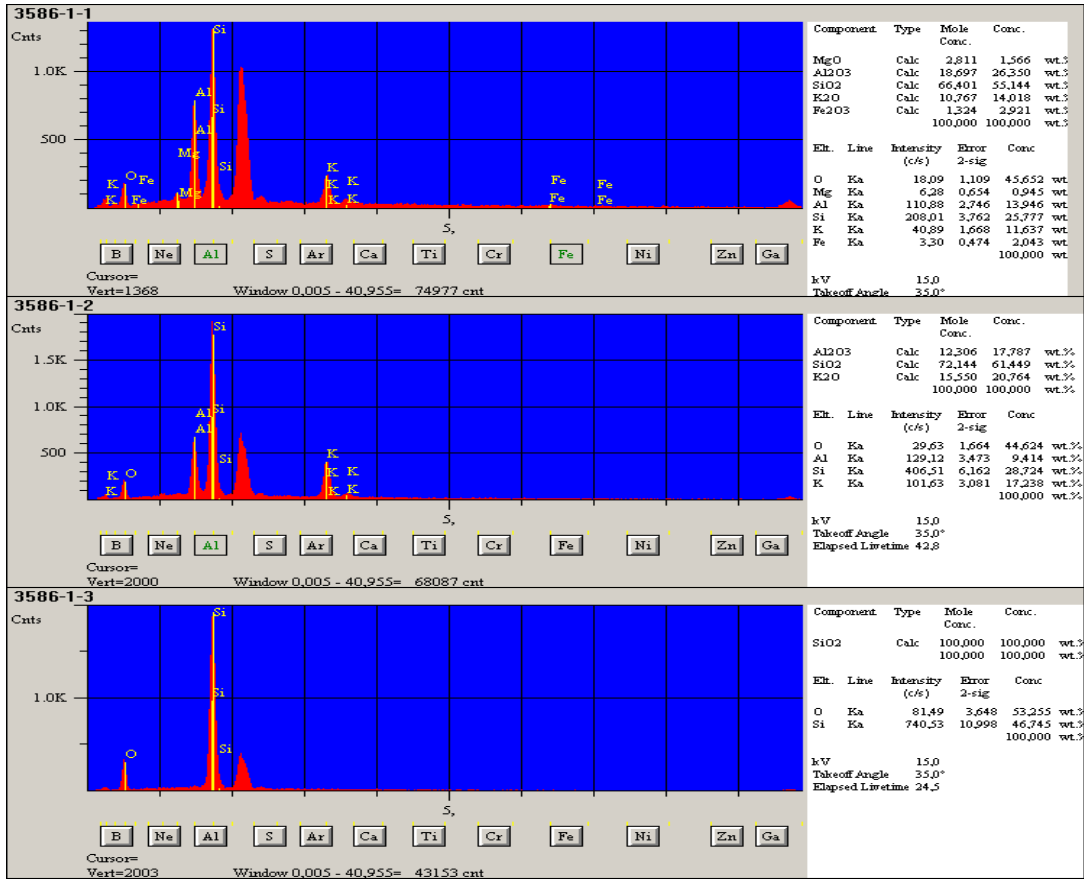
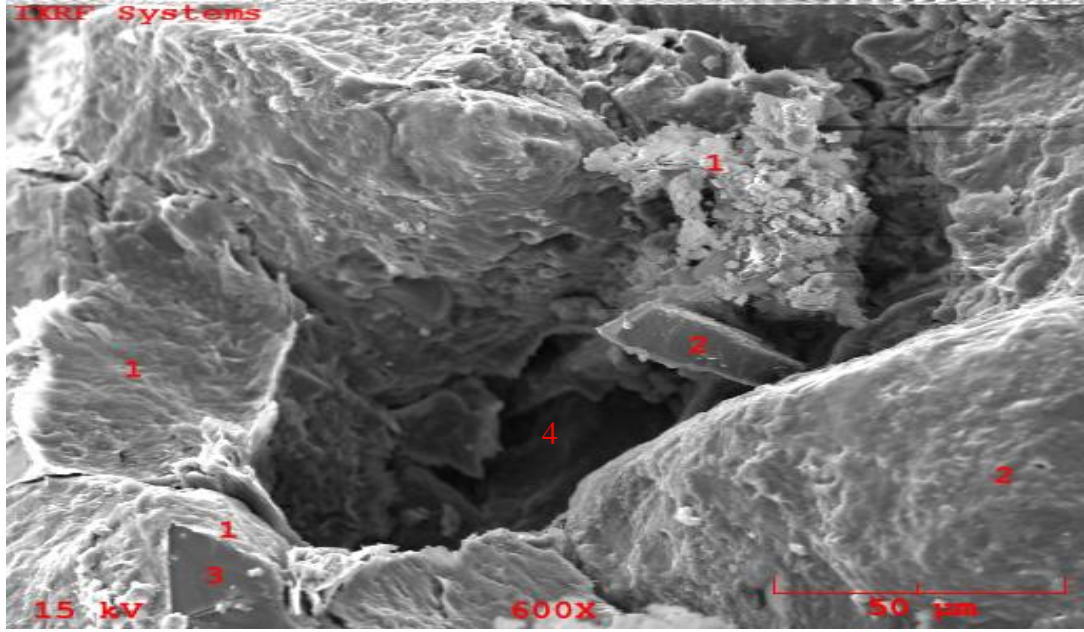


Şekil 5.13 Gözenek dolduran (pore-filling) illit (1), kuvars taneleri (2) ve tane kaplayıcı illit (pore coating) (3) ve tane arası gözenek (4) SEM görüntüsü ve EDS grafikleri (Bedinan Fm, 3574 m)

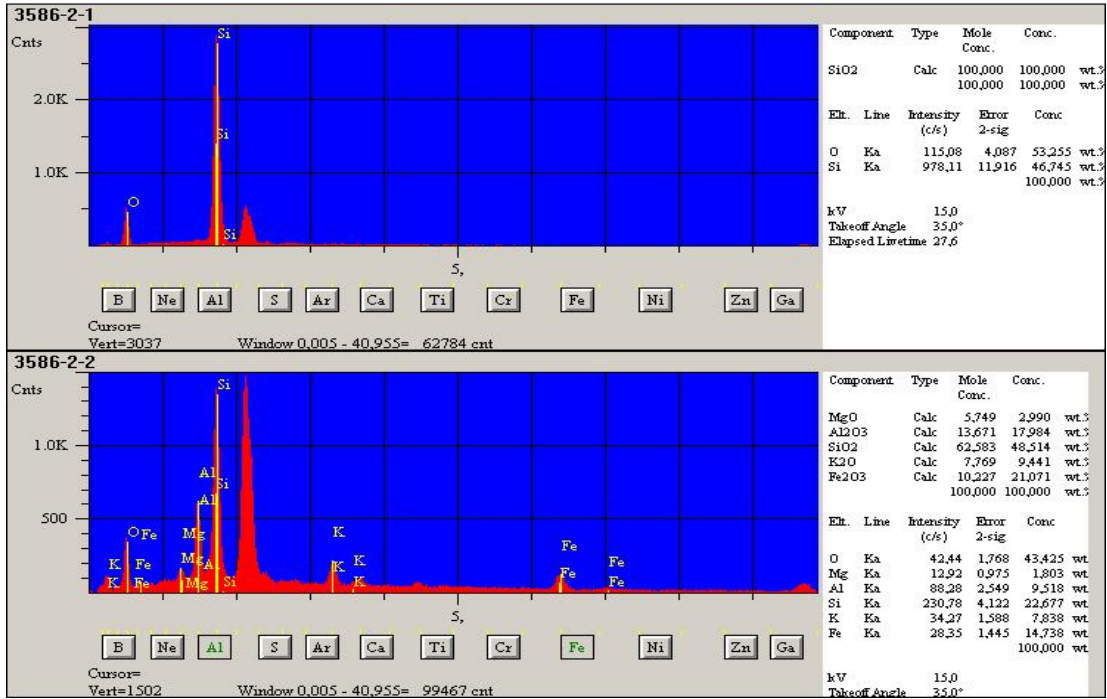
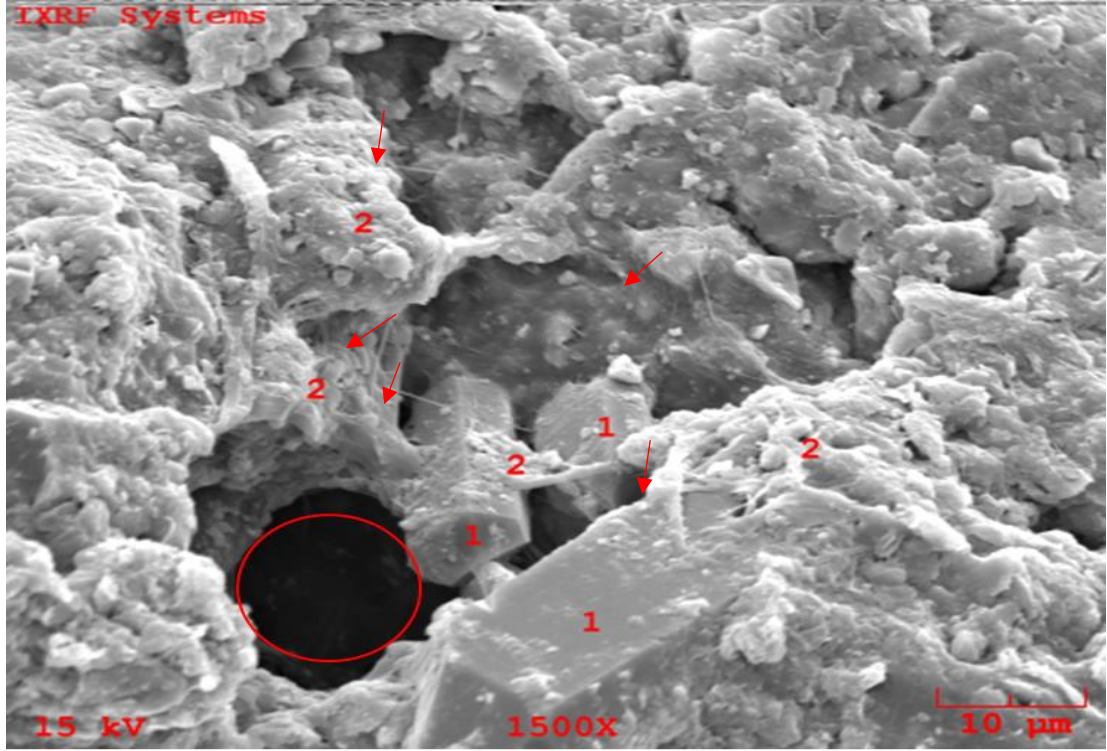


Şekil 5.14 Kaolinit tipi kil (1) mineralin SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3580 m)

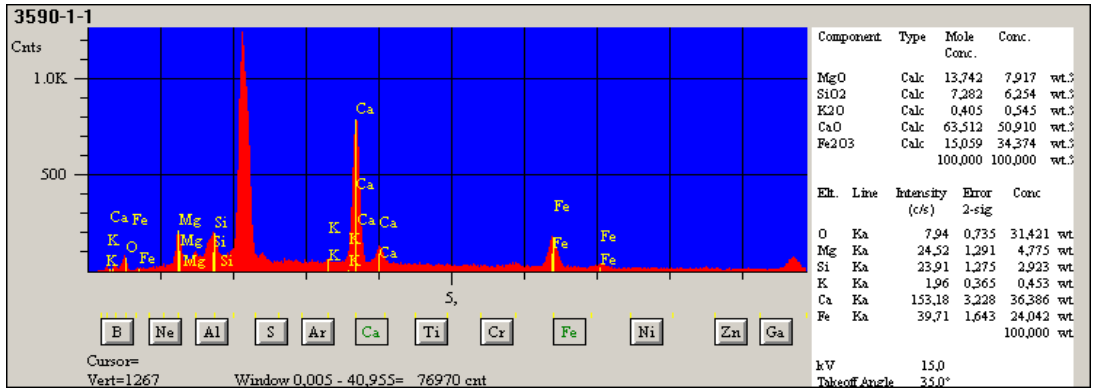
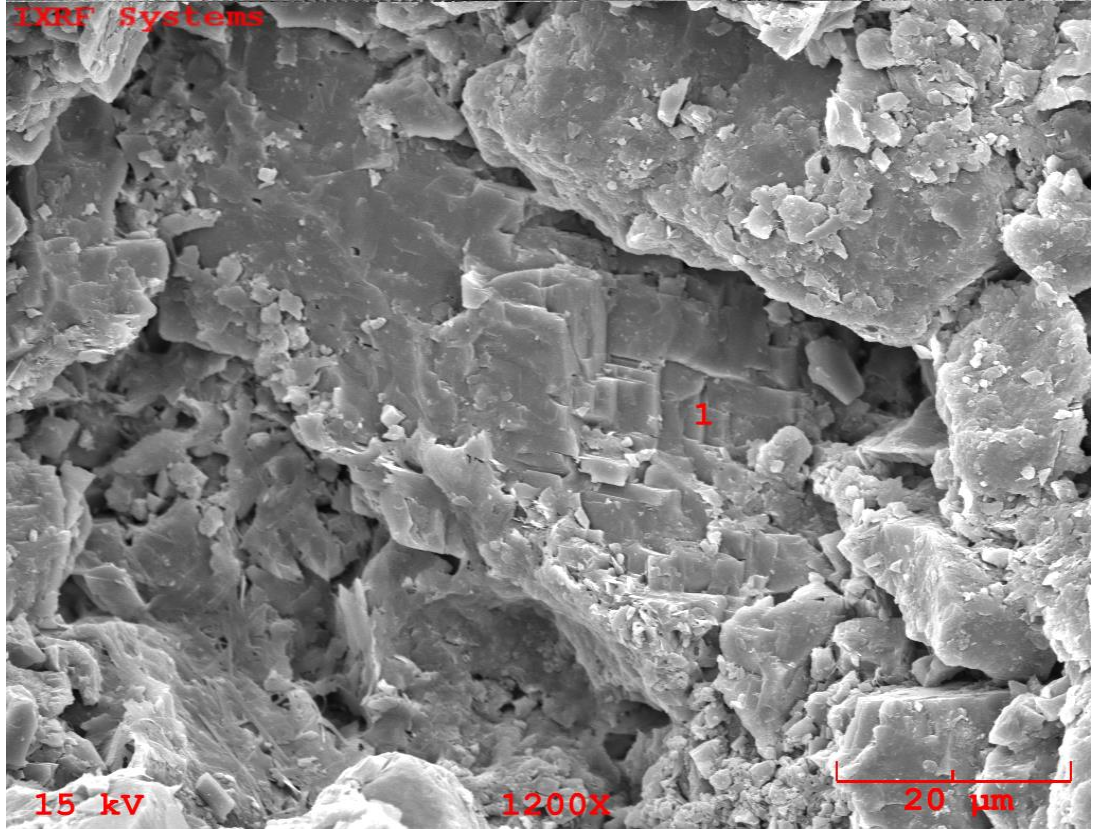
3586 metreden yapılan SEM görüntüsünde tane kaplayan illit tipi kil mineralleri (Şekil 5.15) ile kuvars üzere büyümeleri (quartz overgrowth) ve nadiren görülen kovuk tipi gözenek tespit edilmiştir (Şekil 5.16). 3590 metredeki kumtaşı örneğinde yama şeklinde görülen dolomit çimento görüntülenmiştir (Şekil 5.17). 3602 metreden alınan örnekte ise diğer örneklerde görülen potasyum feldispat tanelerini kaplayan ve gözenekleri kaplayan illit mineralleri ve tane arası gözenek görülmektedir (Şekil 5.18).



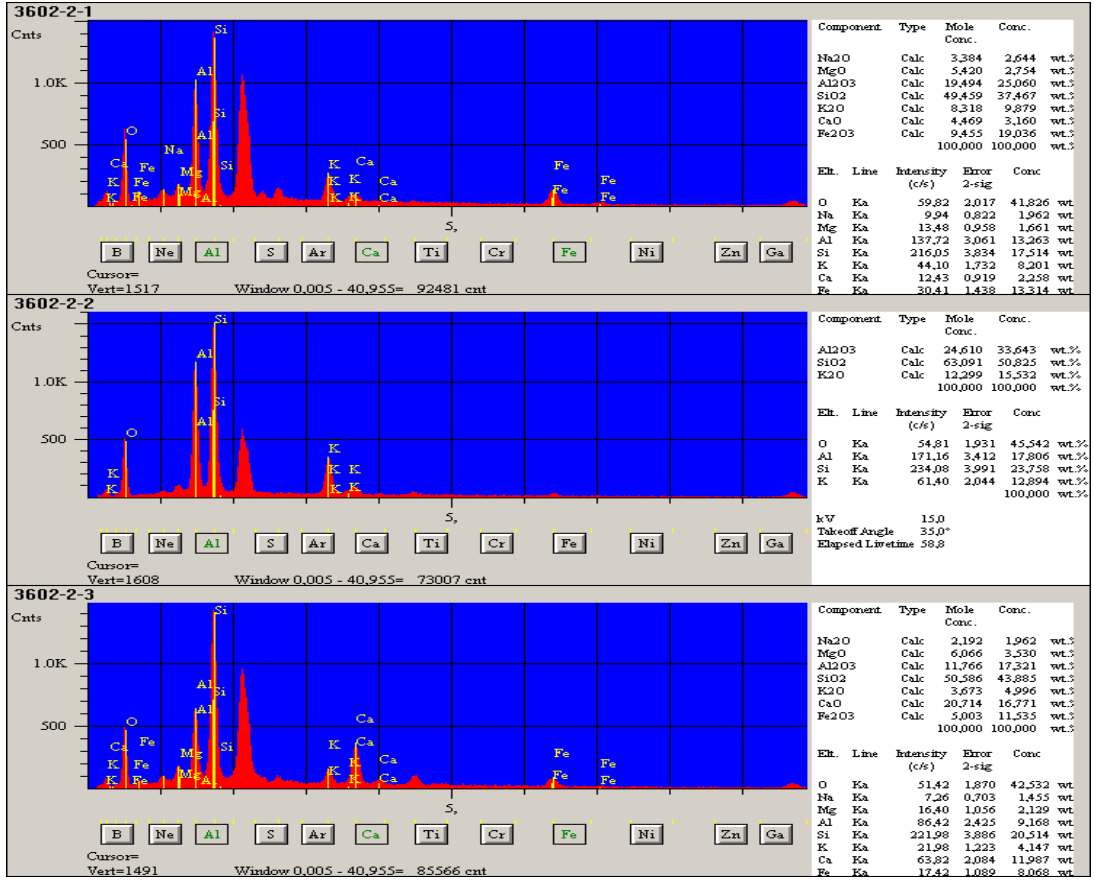
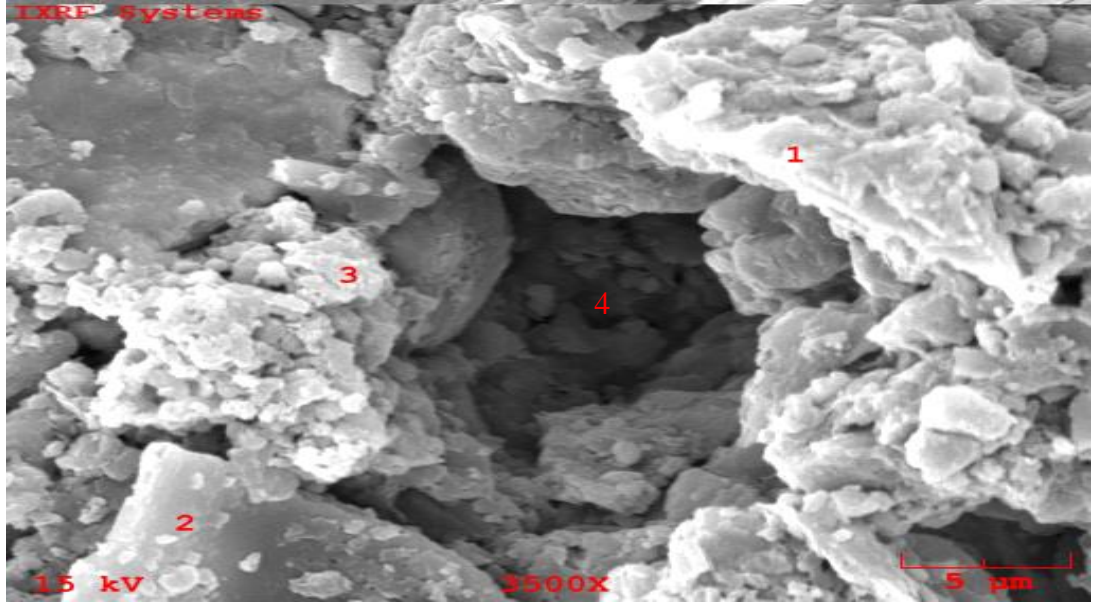
Şekil 5.15 Potasyum feldispat taneleri (2), kuvars tanelerinin (3) üzerinde tane kaplayıcı (grain-coating) olarak gelişen illit (1) mineralin ve tane arası gözenegin (4) SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3586 m)



Şekil 5.16 Kuvars tanelerinin üzerinde tane kaplayıcı (grain-coating) olarak gelişen illit (2), illitlerin kaplamadığı yerlerde gelişen öz şekilli ve prizmatik yüzeyli kuvars üzere büyümeleri (quartz overgrowth, (1), nadir gelişen köprü oluşturan (pore-bridging, kırmızı oklar) illit mineralin ve kovuk tipi gözenağın (kırmızı daire) SEM görüntüsü ve EDS grafikleri (Bedinan Fm, 3586 m)



Şekil 5.17 Tane arası gözenekliliği doldurmuş yama şeklinde dolomit çimento (patchy dolomite cement) (1) SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3590 m)



Şekil 5.18 K-feldspat tanesi üzerinde kaplama yapan (grain-coating) otjenik illit (1) ve gözenek dolduran (pore-filling) detritik illit (3) K-feldspat (2) mineralin ve tane arası gözenegin (4) SEM görüntüsü ve EDS grafiği (Bedinan Fm, 3602 m)

6. MİNERALOGİK XRD ÇALIŞMALARI

X-Ray Difraktogramı (XRD) bir kayacın mineral dağılımını tespit etmek için kullanılan en faydalı yöntemlerden biridir (Moore ve Reynolds 1997). Bu tez çalışmasında da kullanılmak üzere 20 adet örnek üzerinden tüm kaya mineral bileşim analizi ve 16 adet kil mineral bileşim analizi yapılmıştır.

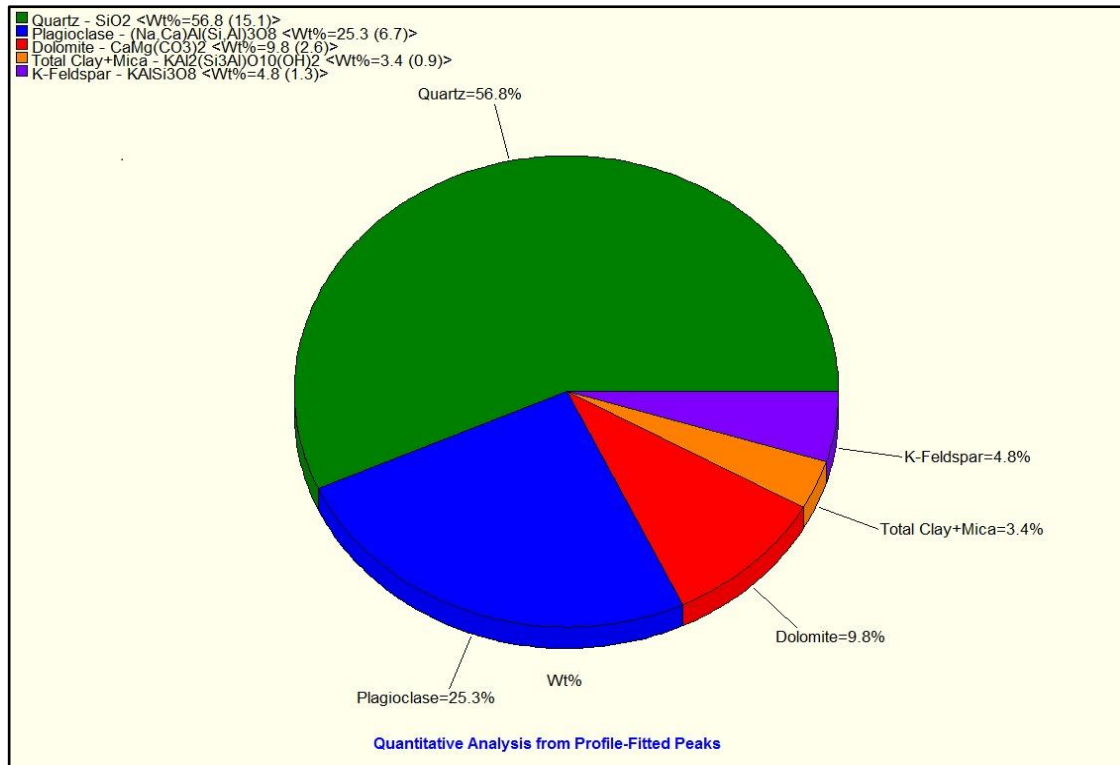
6.1 Tüm kaya XRD Analizleri

Bedinan Formasyonu kesen 5 kuyudan elde edilen kesinti örnekleri ve karot örnekleri kullanılarak yapılan tüm kaya bileşim analizlerine göre kumtaşlarının içerdiği kuvars, feldspat, dolomit, pirit ve kil minerallerinin dağılım yüzdeleri hesaplanmıştır. Her kuyu için yapılan tüm kaya analiz sonuçları çizelge 6.1 'de verilmektedir.

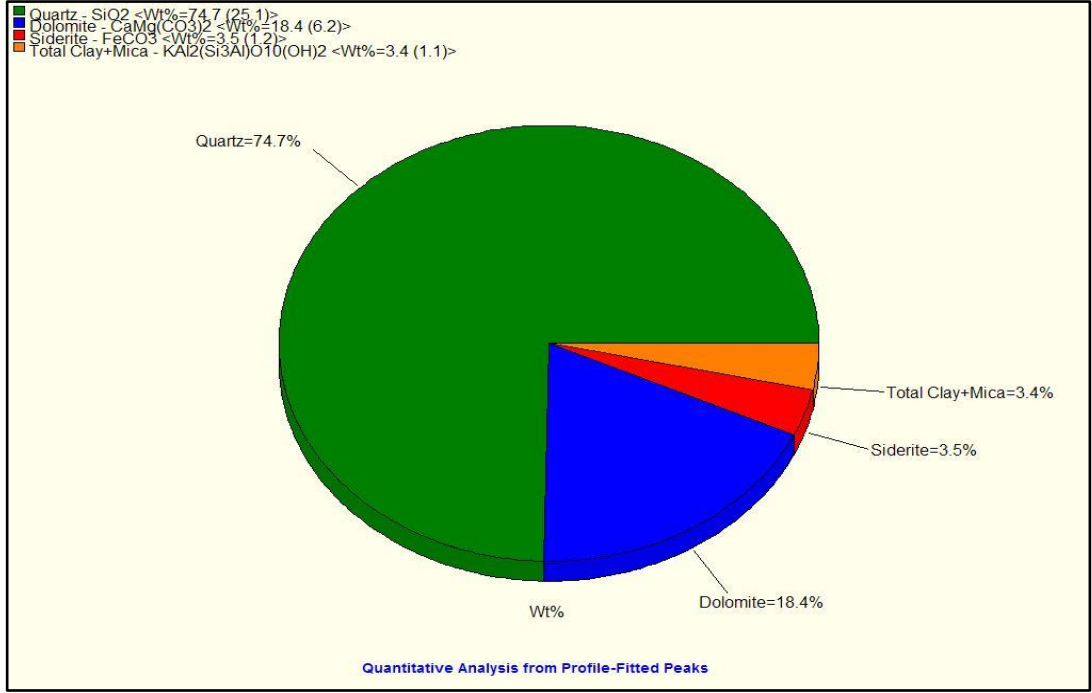
Çizelge 6.1 Bedinan Formasyonu kumtaşlarının tüm kaya bileşim analiz sonuçları

KUYU ADI	DERİNLİK (metre)	XRD-TÜMKAYA MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)					Toplam Kil+Mika	Toplam %
		Kuvars	Feldspat	Dolomit	Pirit	Siderit		
KUYU-1	2860	62	20	12			6	100
	2864-2868	58	22	13			7	100
	2890	56	21	15			8	100
KUYU-2	1878	56,8	30,0	9,8			3,4	100
	1890	53,6	31,7	8,1			6,5	100
	1902-1906	58,2	31,6	6,1			4,1	100
KUYU-3	2924,8	74,7		18,4		3,5	3,4	100
	2925,63	93,7		2,3		1,7	2,3	100
	2927,03	97,6				1,2	1,2	100
KUYU-4	3990-3998	60	22	5	1		12	100
	4000-4008	65	18	8			9	100
	4020-4028	61	26	6			7	100
	4040-4050	50	31	8	1		10	100
	4060-4070	52	30	4		1	13	100
	4086-4092	48	36	7		1	8	100
KUYU-5	4096-4102	43	37	5	2	1	12	100
	3574-3581	63	10	12			15	100
	3586-3590	76	8	6			10	100
	3598-3602	62	20	8			10	100
3651-3655	50	28	2			20	100	

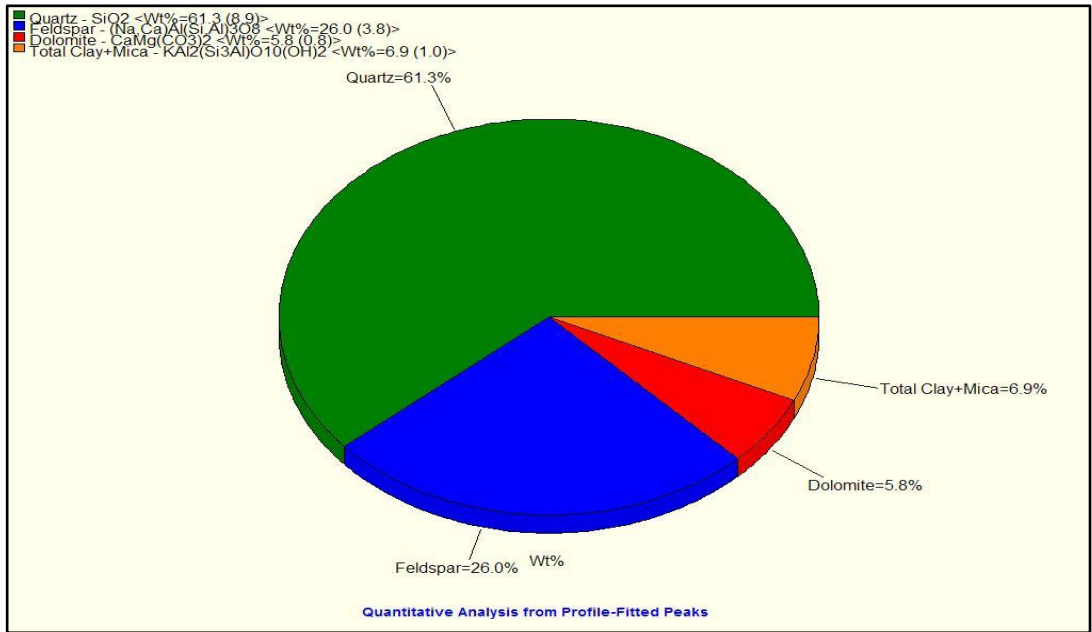
Kuyu-1 de yapılan analiz sonuçlarına göre ortalama kuvars oranı %60, feldspat oranı ortalama %20, dolomit %15 civarında, %7 civarında kil oranı vardır (Çizelge 6.1). Kuyu-2 analiz sonuçlarına göre kuvars oranı ortalama %56 civarında, feldspat oranı yaklaşık %30, dolomit %8-10 arası ve kil mineralleri ise ortalama %5 seviyelerinde görülmektedir (Şekil 6.1). Kuyu 3'ten alınana örneklerin analiz sonuçlarına göre kuvars oranı oldukça yüksek, az miktarda dolomit ve siderit mineralleri ile ortalama %3 oranında da kil mineralleri vardır (Şekil 6.2). Kuyu-4'te 7 farklı seviyeden yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında ortalama %50-60 oranında kuvars, %25-35 arasında değişen feldispat, yaklaşık %8 oranında dolomit ve % 8-12 oranında kil mineralleri görülmektedir (Şekil 6.3 ve 6.4). Kuyu-5 de Bedinan Formasyonu'ndan elde edilen kesinti örneklerinden 4 adet XRD analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre ortalama %60 oranında kuvars, yaklaşık %20 feldspat, %10 civarında dolomit, %10-20 arasında değişen kil mineralleri vardır (Çizelge 6.1).



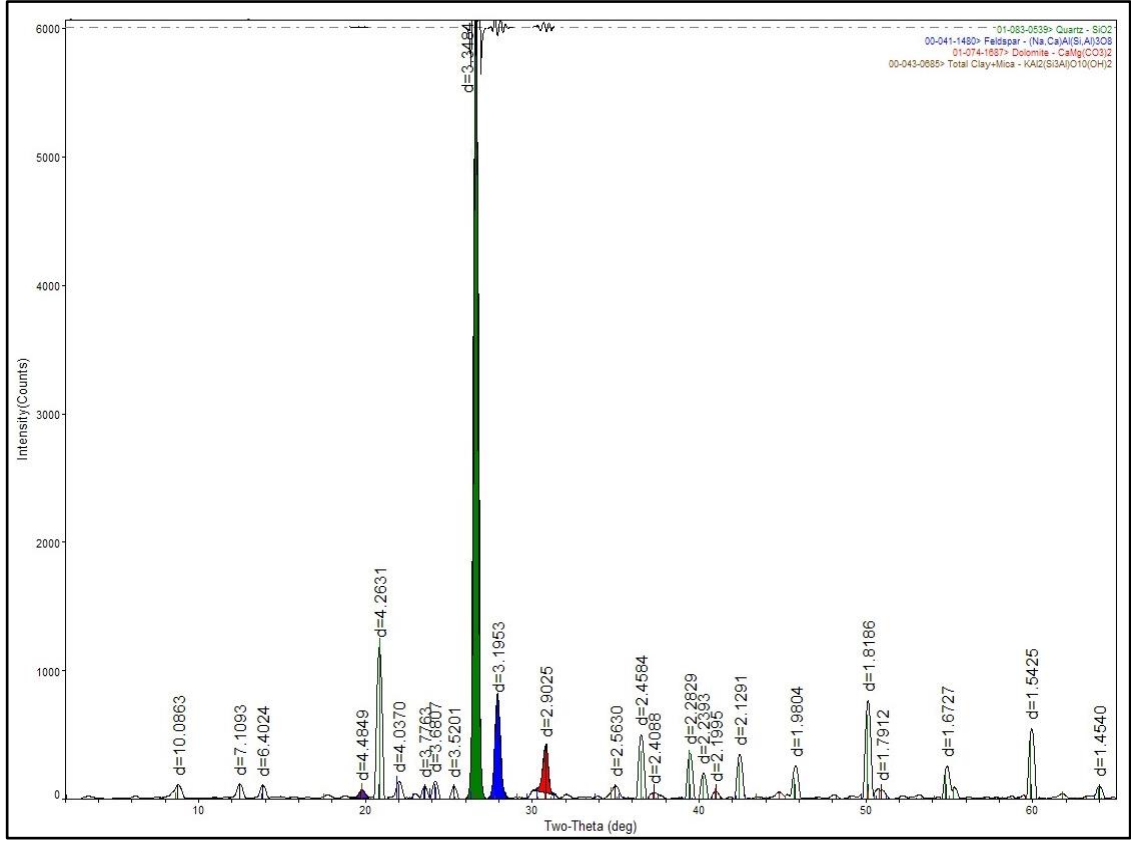
Şekil 6.1 Kuyu-2'de 1878 metredeki örneğin mineral dağılımı gösteren dairesel diyagram



Şekil 6.2 Kuyu-3'de 2 no'lu karotun 2924,8 metredeki örneğin mineral dağılımı gösteren dairesel diyagram



Şekil 6.3 Kuyu-4'de 4020-4028 metrelerden alınan örneğin mineral dağılımı gösteren dairesel diyagram



Şekil 6.4 Kuyu-4’de 4020-4028 metrelerden alınan örneğin mineral dağılımı gösteren tüm kaya XRD difraktogramı

6.2 Kil XRD Analizleri

5 kuyunun belirli aralıklarından XRD tüm kaya mineral bileşimi analiz sonuçlarına göre %4 oranından fazla kil mineralleri çıkan örnekler üzerinden kil mineral bileşimi analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerin detaylı çizelgeleri her kuyununki ayrı olacak şekilde aşağıda verilmiştir.

Kuyu-1 de yaklaşık %7 oranında kil mineralleri hesaplanmıştır. Bu kil minerallerinden yüzdesi en çok olan illit tipi, daha sonra kaolinit ve az miktarda da simektit tipi killerdir (Çizelge 6.2).

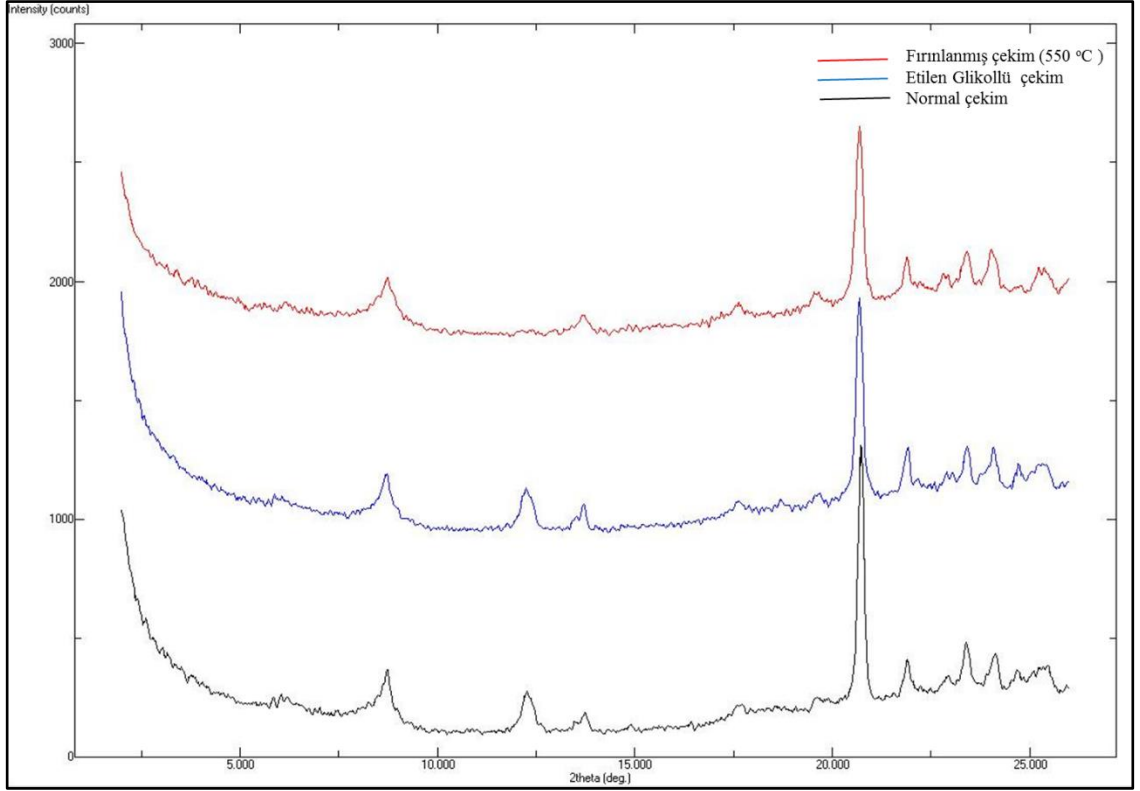
Çizelge 6.2 Kuyu-1 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları

KUYU ADI	DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)			
		İllit	Smektit	Kaolinit	Toplam Kil+Mika
KUYU-1	2860	4,3	0,2	0,5	6
	2864-2868	5,1	0,4	1,5	7
	2890	5,9	0,8	1,3	8

Kuyu-2'den seçilen 3 adet örnekten yapılan kil mineral bileşimi analizlerine göre illit tipi minerallerin diğerlerinden daha fazla oranda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 6.3). Bunun yanında kaolinit, smektit ve klorit tipi kil mineral çeşitleri de görülmektedir. Ayrıca Şekil 6.5'te Kuyu-2 1890 metreden yapılan 3 farklı çekim olarak yapılan XRD kil difraktogramı eğrileri görülmektedir.

Çizelge 6.3 Kuyu-2 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları

KUYU ADI	DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)				
		İllit	Smektit	Kaolinit	Klorit	Toplam Kil+Mika
KUYU-2	1878					3,4
	1890	3,1	0,5	1,7	1,2	6,5
	1902-1906	2,4	0,5	0,6	0,6	4,1



Şekil 6.5 Kuyu-2 1890 metreden yapılan XRD kil difraktogramı

Kuyu-3 te yapılan tüm kaya analiz sonuçlarına göre %4'ün altında kil oranı çıktığı için kil mineral bileşim analizi yapılamamıştır.

Kuyu-4'te Bedinan Formasyonun 7 farklı seviyesinden yaptırılan tüm kaya mineral analizlerine göre kil oranı yaklaşık %7- 13 arasında değişmektedir. Çizelge 6.4'de görüldüğü üzere illit tipinin daha hakim olduğu, az miktarda kaolinit tipi ve eser miktarda da klorit tipi kil minerallerinin olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.4 Kuyu-4 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları

KUYU ADI	DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)				
		İllit	Smektit	Kaolinit	Klorit	Toplam Kil+Mika
KUYU-4	3990-3998	11		1	-	12
	4000-4008	8		1	eser	9
	4020-4028	5		2	eser	7
	4040-4050	7		3	eser	10
	4060-4070	8		4	1	13
	4086-4092	5		3	eser	8
	4096-4102	8		4	eser	12

Kuyu-5'te yapılan analizler sonucunda kil oranı %10-20 oranında değişmektedir. Bu örneklerde hakim olan kil çeşiti illittir. Az miktarda simektit, klorit ve %2-4 oranında ise kaolinit bulunmaktadır (Çizelge 6.5).

Çizelge 6.5 Kuyu-5 XRD kil mineral bileşimi analiz sonuçları

KUYU ADI	DERİNLİK (metre)	XRD-KİL MİNERAL BİLEŞİMİ (ağ%)				
		İllit	Smektit	Kaolinit	Klorit	Toplam Kil+Mika
KUYU-5	3574-3581	13		2		15
	3586-3590	8		2		10
	3598-3602	5	1	4		10
	3651-3655	12	0	4	3	20

7. REZERVUAR ÖZELLİKLERİ

Kumtaşı rezervuarlarında hidrokarbon üretiminin kalitesini kumtaşının sahip olduğu gözeneklilik ve geçirgenlik değerleri belirler. Bir kumtaşı ne kadar fazla boşluğa sahip olursa hidrokarbon rezerv miktarı da o kadar fazla olur. Yerleşen hidrokarbonun üretimi ise boşlukların birbirleriyle olan bağlantısına bağlıdır. Geçirimsizliğin fazla olması rezervuarın üretimini artırır. Gözeneklilik ve geçirimsizlik kumtaşının diyajenez süreçlerine bağlıdır. Rezervuar kayaçta gözeneklilik ve geçirgenliğin artmasını sağlayan her türlü faktör olumlu iken, azalmasına sebep olan her türlü faktör de olumsuz etkiler yaratır. Kumtaşının tipi, içerdiği mineralleri, çimento tipi, matriks oranı, tane boyu, tane yuvarlaklığı, paketlenme şekli, tane-tane dokanak ilişkisi, tane yönelmesi gibi petrofiziksel özelliklerinin yanı sıra sıkışma, çimentolanma, yeniden kristallenme, yer değiştirme, mineral otijenezi, çözülme gibi diyajenez süreçleri de gözenek ve geçirgenlik için belirleyici unsurlardır. Çözülme, çatlak gelişimi, dolomitleşme gibi etkenler rezervuar kalitesi için olumluysen sıkışmanın fazla olması, çimentolanma, kil mineralleri gelişimi gibi etkenler ise rezervuarı olumsuz etkilemektedir. Kumtaşı rezervuarlarında özellikle kil içeriğinin olması önemli sorunlardan biridir. Kil cinsi, tipi ve miktarı üretimi olumsuz yönde etkilemektedir.

Çalışma kapsamında kesinti örneklerinden derlenen toplam 50 adet ince kesit üzerinden görsel olarak gözeneklilik tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun yanı sıra sadece Kuyu-3 ve Kuyu-4'ten Bedinan Formasyonu'na ait karotlar bulunmaktadır ve bu karotlardan alınan 35 adet tapa üzerinden temel karot analizleri yapılmıştır. Aşağıda tüm kuyulara ait gözeneklilik ve geçirgenlik değerleri hakkında açıklamalar yapılmıştır.

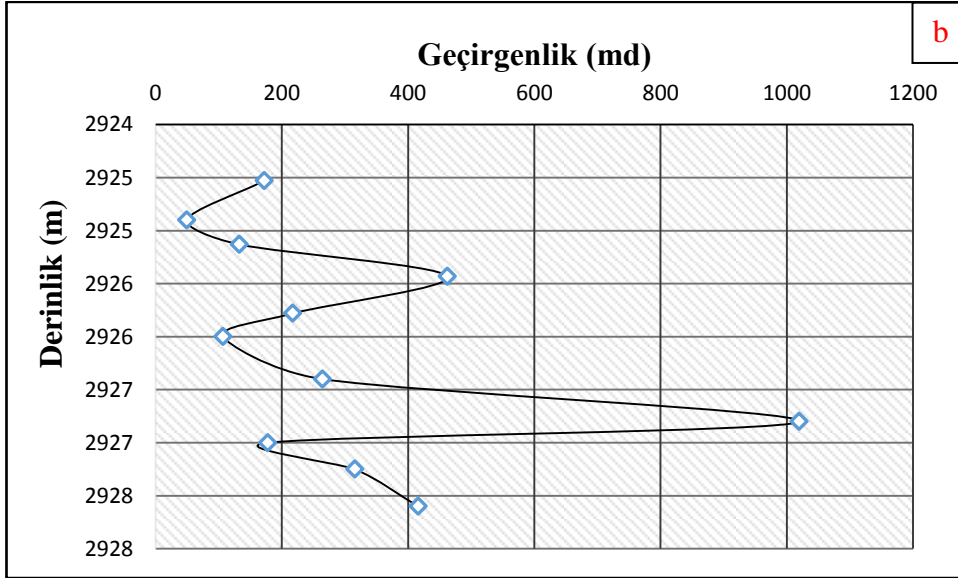
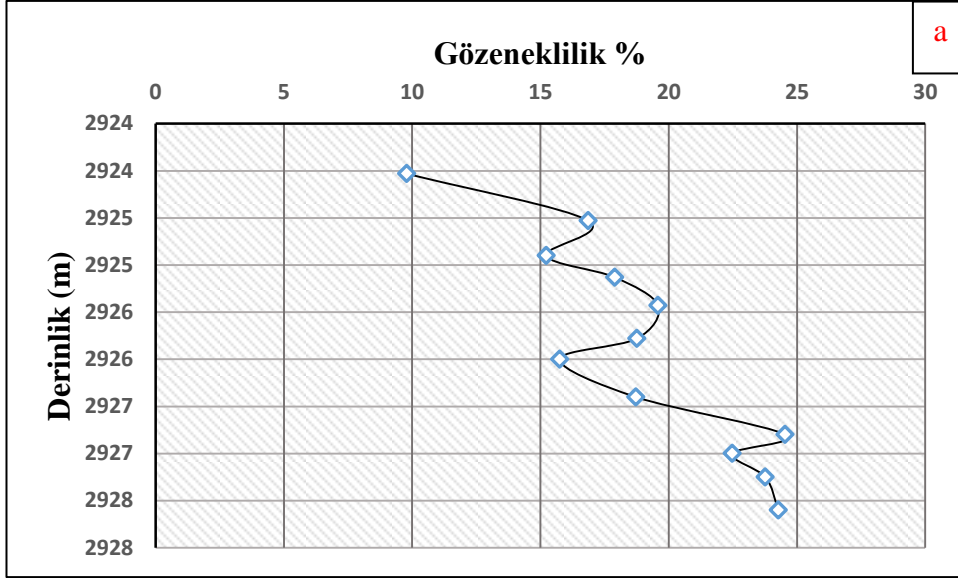
Kuyu-1'den kesinti numunelerinden elde edilen ince kesitler üzerinden görsel gözeneklilik hakkında yorumlar yapılmıştır. Formasyonun üst kısımları petrografik analizlerde bahsedildiği gibi kuvars arenit olarak tanımlanmıştır. Ortalama gözeneklilik değeri %6-8 civarındadır. Formasyonun kalan kısımları da benzer şekilde ince taneli kumtaşları ve silttli geçişli olduğu için iyi bir gözeneklilik değerine sahip değildir. Bu sebeple bu kuyuya ait Bedinan Formasyonundaki kumtaşlarının orta-kötü seviyede rezervuar özelliğine sahip olduğu düşünülmektedir.

Kuyu-2 de kesinti örneklerinden elde edilen ince kesitler üzerinden görsel gözeneklilik yorumu yapılmıştır. Genel olarak arkoz karakterindeki kumtaşlarının ortalama gözeneklilik değeri %5-10 arasındadır. Gözenek tipi çoğunlukla tane arası olarak görülmektedir. Kumtaşlarının çimentosu dolomit ve yer yer silis çimentodur ve kil mineral oranları da ortalama %5 civarındadır. Bu sebeplerden dolayı rezervuar kalitesi olarak düşünüldüğünde orta seviyelerde olduğu söylenebilir.

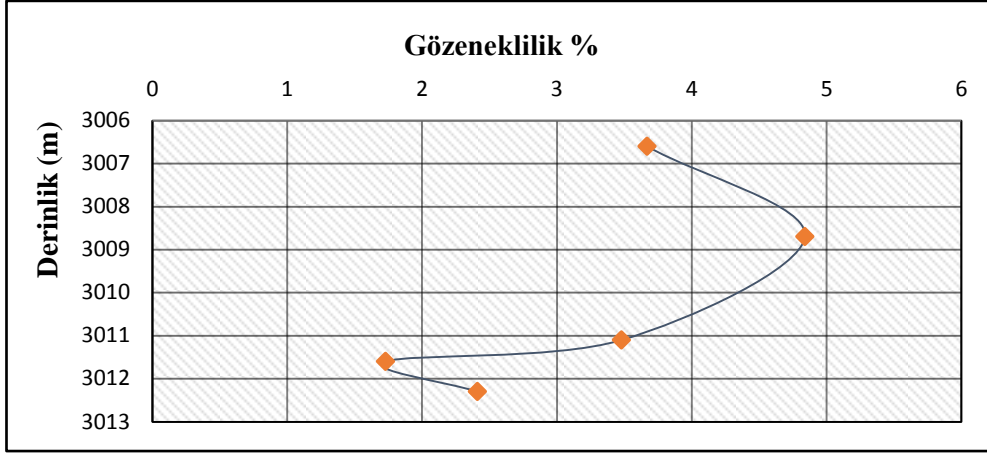
Kuyu-3' te Bedinan Formasyonuna ait 2 adet karottan temel karot analizleri yapılmıştır. Gri renkli kuvars arenit karakterindeki 5 no'lu karottan alınan 12 adet tapanın analiz sonuçlarına göre ortalama gözenek değerleri %19 civarındadır (Çizelge 7.1). Ortalama geçirgenlik değerleri ise ortalama 280 md seviyelere kadar çıkmaktadır (Şekil 7.1). Tespit edilen gözeneklilik ve geçirgenlik değerleri bu seviyenin iyi bir rezervuar özelliğine sahip olduğunu göstermektedir. 6 no'lu karot subarkoz karakterinde siltli kumtaşları olarak tanımlanmıştır ve yapılan analiz sonuçlarına göre ortalama gözeneklilik değerleri %3 (Şekil 7.2), karotlardan alınan 5 adet tapanın sadece bir örnek üzerinden ölçüm yapılabildiği için geçirgenlik değeri 0,09 md civarındadır (Çizelge 7.1). 6 no'lu karotun subarkoz ve ince taneli silttaşı geçişli olmasının yanı sıra gözeneklilik-geçirgenlik değerlerinin de düşük olması sebebiyle iyi rezervuar olmadığı düşünülmektedir.

Çizelge 7.1 Kuyu 3'e ait 5 ve 6 nolu karotların temel karot analiz sonuçları

Kuyu Adı	Karot No	Formasyon Adı	Örnek Derinliği (m)	Gözeneklilik (%)	Hava Geçirgenliği (md)	Geçirgenlik (md)	Tane Yoğunluğu (g/cc)
Kuyu-3	5	Bedinan	2924,03	9,79			2,68
Kuyu-3	5	Bedinan	2924,53	16,86	192,19	172,19	2,70
Kuyu-3	5	Bedinan	2924,90	15,23	57,06	49,46	2,70
Kuyu-3	5	Bedinan	2925,13	17,90	144,58	132,51	2,67
Kuyu-3	5	Bedinan	2925,43	19,59	492,18	462,18	2,67
Kuyu-3	5	Bedinan	2925,78	18,76	237,59	217,59	2,67
Kuyu-3	5	Bedinan	2926,00	15,75	118,14	106,96	2,68
Kuyu-3	5	Bedinan	2926,40	18,72	284,34	264,34	2,67
Kuyu-3	5	Bedinan	2926,80	24,54	1069,61	1019,61	2,65
Kuyu-3	5	Bedinan	2927,00	22,48	197,78	177,78	2,66
Kuyu-3	5	Bedinan	2927,25	23,77	345,63	315,63	2,65
Kuyu-3	5	Bedinan	2927,60	24,28	446,11	416,11	2,65
Kuyu-3	6	Bedinan	3006,6	3,67			2,69
Kuyu-3	6	Bedinan	3008,7	4,84			2,69
Kuyu-3	6	Bedinan	3011,1	3,48			2,69
Kuyu-3	6	Bedinan	3011,6	1,73	0,16	0,09	2,68
Kuyu-3	6	Bedinan	3012,3	2,41			2,69



Şekil 7.1 Kuyu-3'deki 5 no'lu karotun gözeneklilik (a) ve geçirgenlik değerleri (b) grafikleri

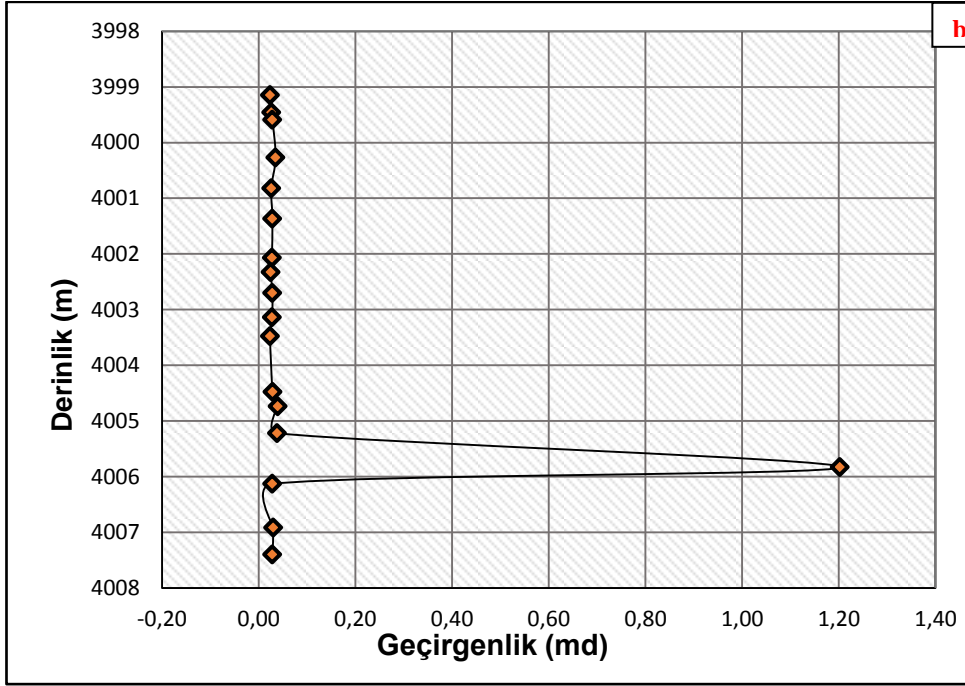
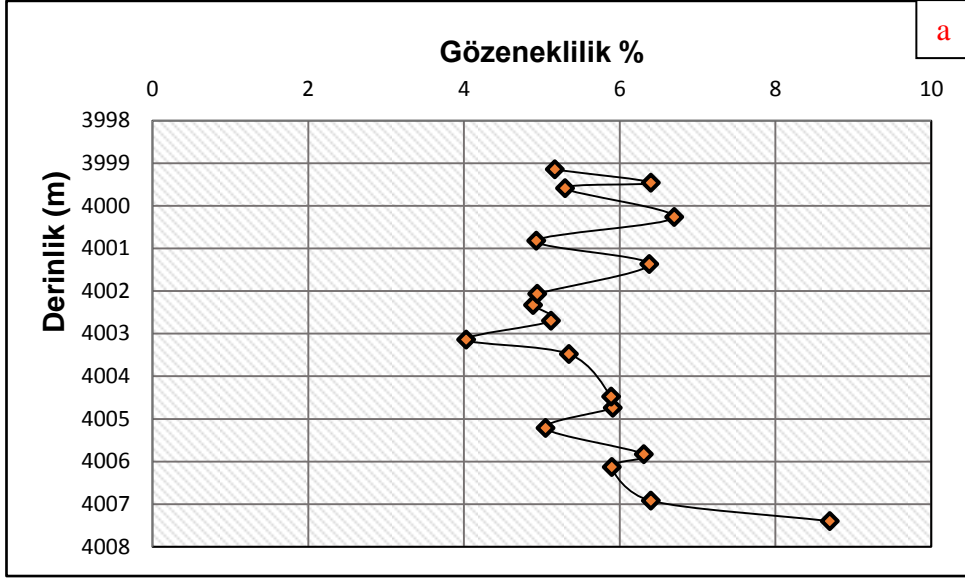


Şekil 7.2 Kuyu-3 deki 6 no'lu karotun gözeneklilik grafiği

Kuyu-4' ten alınan 2 no'lu karotun analiz sonuçlarına göre gözenek değerleri %4 -8,7 arasında değişmekle beraber ortalama değeri %5,7' dir (Çizelge 7.2). Geçirgenlik değerleri ise karot boyunca değişmekte olup ortalama 0,09 md civarındadır. Bazı yerlerde çatlaklanmaya bağlı olarak 1,20 md seviyelerine kadar çıkmaktadır (Şekil 7.3).

Çizelge 7.2 Kuyu 4'e ait 2 nolu karotların temel karot analiz sonuçları

Kuyu Adı	Karot No	Formasyon Adı	Örnek Derinliği (m)	Gözeneklilik (%)	Hava Geçirgenliği (md)	Geçirgenlik (md)	Tane Yoğunluğu (g/cc)
Kuyu-4	2	Bedinan	3999,15	5,17	0,04	0,02	2,66
Kuyu-4	2	Bedinan	3999,46	6,40	0,05	0,03	2,67
Kuyu-4	2	Bedinan	3999,59	5,30	0,05	0,03	2,66
Kuyu-4	2	Bedinan	4000,27	6,70	0,06	0,04	2,67
Kuyu-4	2	Bedinan	4000,82	4,93	0,05	0,03	2,70
Kuyu-4	2	Bedinan	4001,37	6,38	0,05	0,03	2,68
Kuyu-4	2	Bedinan	4002,07	4,94	0,05	0,03	2,69
Kuyu-4	2	Bedinan	4002,33	4,89	0,04	0,02	2,70
Kuyu-4	2	Bedinan	4002,70	5,12	0,05	0,03	2,69
Kuyu-4	2	Bedinan	4003,14	4,03	0,05	0,03	2,70
Kuyu-4	2	Bedinan	4003,48	5,35	0,04	0,02	2,65
Kuyu-4	2	Bedinan	4004,48	5,89	0,05	0,03	2,69
Kuyu-4	2	Bedinan	4004,74	5,91	0,07	0,04	2,68
Kuyu-4	2	Bedinan	4005,22	5,05	0,07	0,04	2,68
Kuyu-4	2	Bedinan	4005,83	6,31	1,71	1,20	2,67
Kuyu-4	2	Bedinan	4006,13	5,90	0,05	0,03	2,69
Kuyu-4	2	Bedinan	4006,92	6,40	0,05	0,03	2,68
Kuyu-4	2	Bedinan	4007,40	8,70	0,05	0,03	2,68



Şekil 7.3 Kuyu-4'deki 2 no'lu karotun gözeneklilik (a) ve geçirgenlik değerleri (b) grafikleri

Kuyu-5'te kesilen Bedinan Formasyonu'na ait kesinti örnekleri üzerinden görsel gözeneklilik yorumu yapılmıştır. Formasyon girişindeki kumtaşları dolomit çimentolu ve otijenik kil gelişimli subarkoz ve kuvars arenit karakterlerindedir. Bu kumtaşlarını takiben kuvars arenit karakterli kumtaşlarının görsel gözeneklilik değerleri ortalama

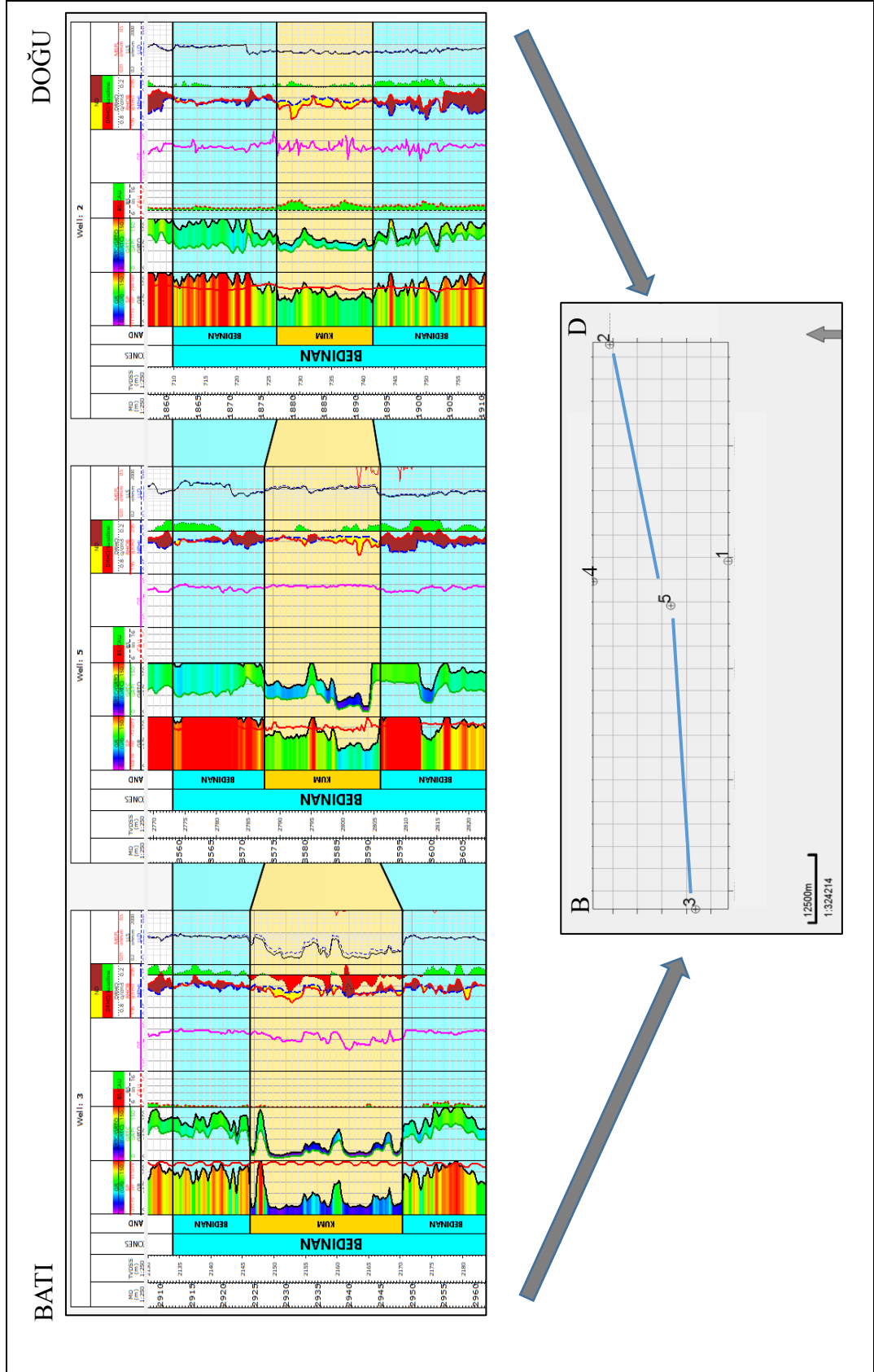
%6-8 oranında tane arası şeklinde görülmektedir. Formasyon tabanında ise ince taneli, arkozik kumtaşlarının zayıf gözenekliliğe sahip olduğu görsel olarak tespit edilmiştir.

Diğer yandan tez çalışmasında kullanılan 5 kuyunun kum paket kalınlıkları kesinti ve karot örnekleri ve kuyu logları yardımıyla hesaplanmıştır. Çizelge 7.3’de görüldüğü gibi Kuyu-1’de yaklaşık 40 metre, Kuyu-2’de 15 metre, Kuyu-3’te 25 metre, Kuyu-4’te 22 metre ve Kuyu-5’te 18 metre kalınlığında kum paketleri vardır. Kum paketleri yer yer silt ve şeyl geçişli olduğu için kum kalınlığının net hesaplamasında yapılmıştır. Bu kum paketlerinin ortalama gözeneklilik değerleri de aşağıda görüldüğü gibidir. Bu kuyulardan 2, 3 ve 5 numaralı kuyuların log çizimleri yapılarak birbirleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 7.4). Diğer kuyuların log datası mevcut olmadığı için korelasyona dahil edilememiştir.

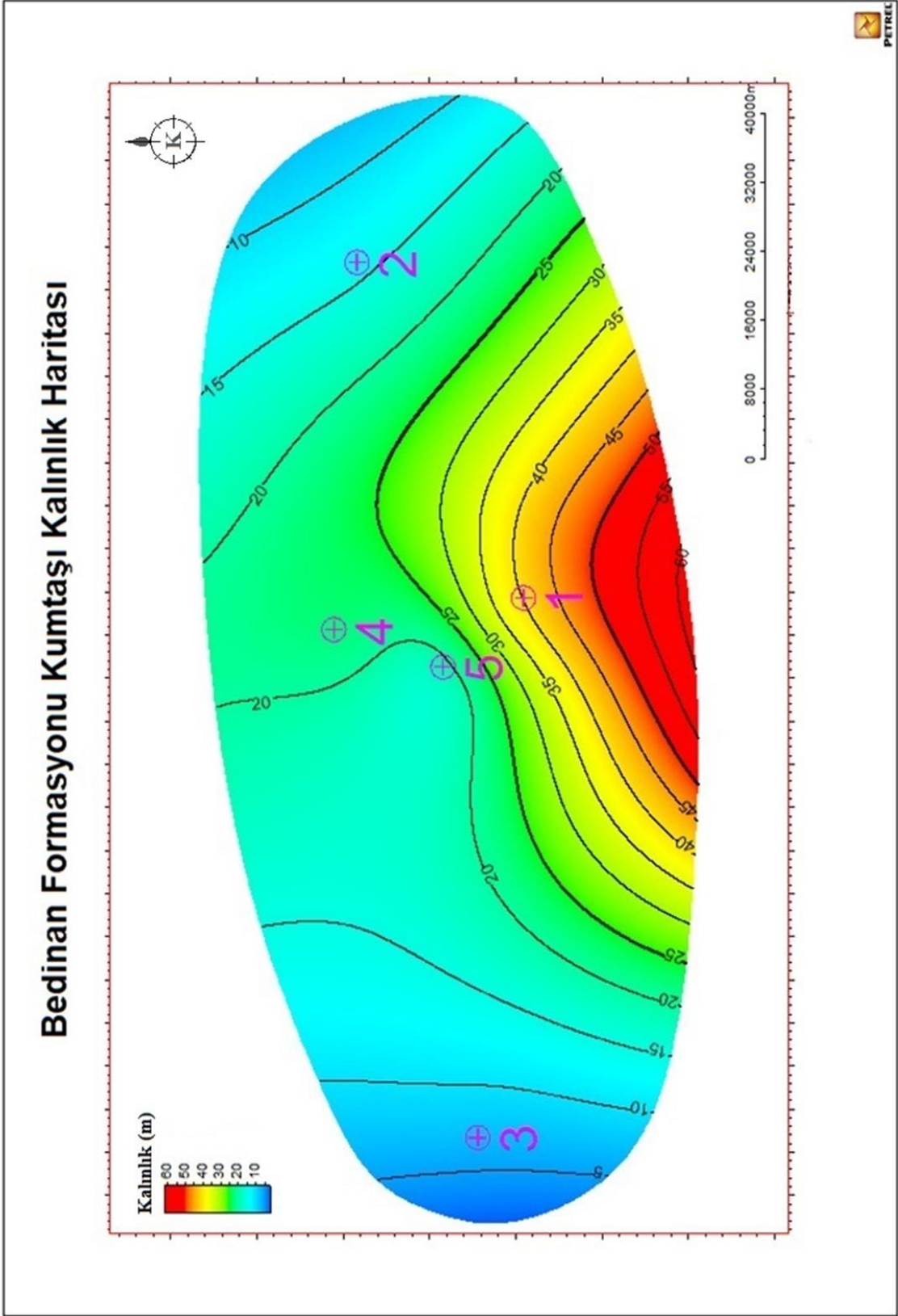
Çizelge 7.3 Bedinan Formasyonu girişindeki kum paketleri

<i>Kuyu adı</i>	Bedinan Fm. girişindeki kum paketi			
	<i>Aralık (m)</i>	<i>Toplam Kalınlık (m)</i>	<i>Net Kalınlık (m)</i>	<i>Ortalama etken gözeneklilik (%)</i>
1	2860-2900	40	40	8
2	1878-1893	15	13	12
3	2924-2949	25	15	13
4	3990-4012	22	22	6
5	3574-3592	18	13	5

Ayrıca bu bilgiler ışığında 5 kuyudaki şekil 7.5 ve şekil 7.6 görüldüğü üzere inceleme alanındaki Bedinan Formasyonu kumtaşlarının kalınlık haritası ile temiz kum paketlerini içeren kumtaşı net kalınlık haritaları çizilmiştir. Haritalar incelendiğinde kum kalınlığının güney kısımlarda daha kalınlaştığı görülmektedir. Bununla birlikte kumtaşlarının sahip olduğu gözeneklilik değerlerini gösteren harita da çizilmiştir (Şekil 7.7).

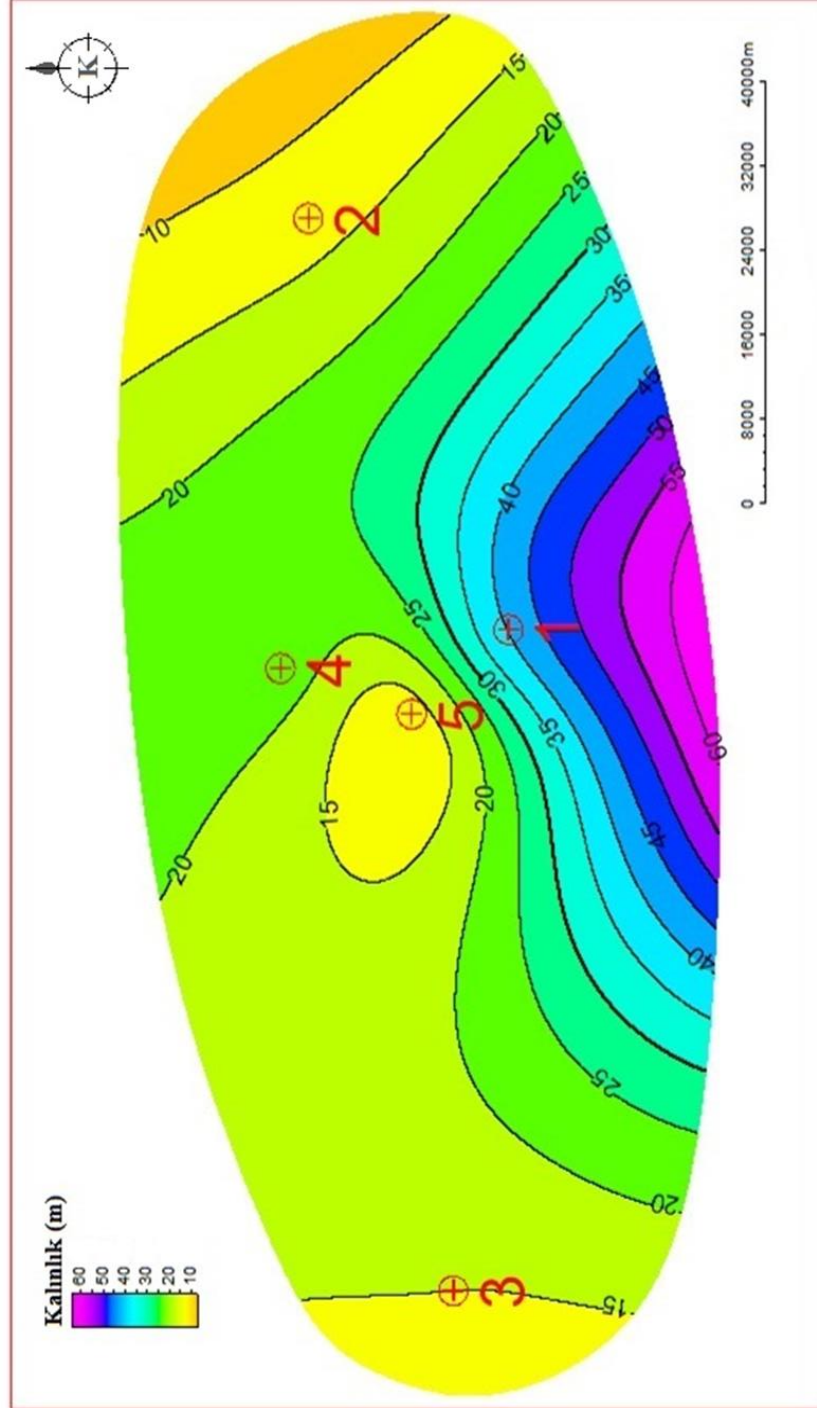


Şekil 7.4 Doğu-Batı yönünde Kuyu-3,5 ve 2'nin kum paketleri korelasyonları

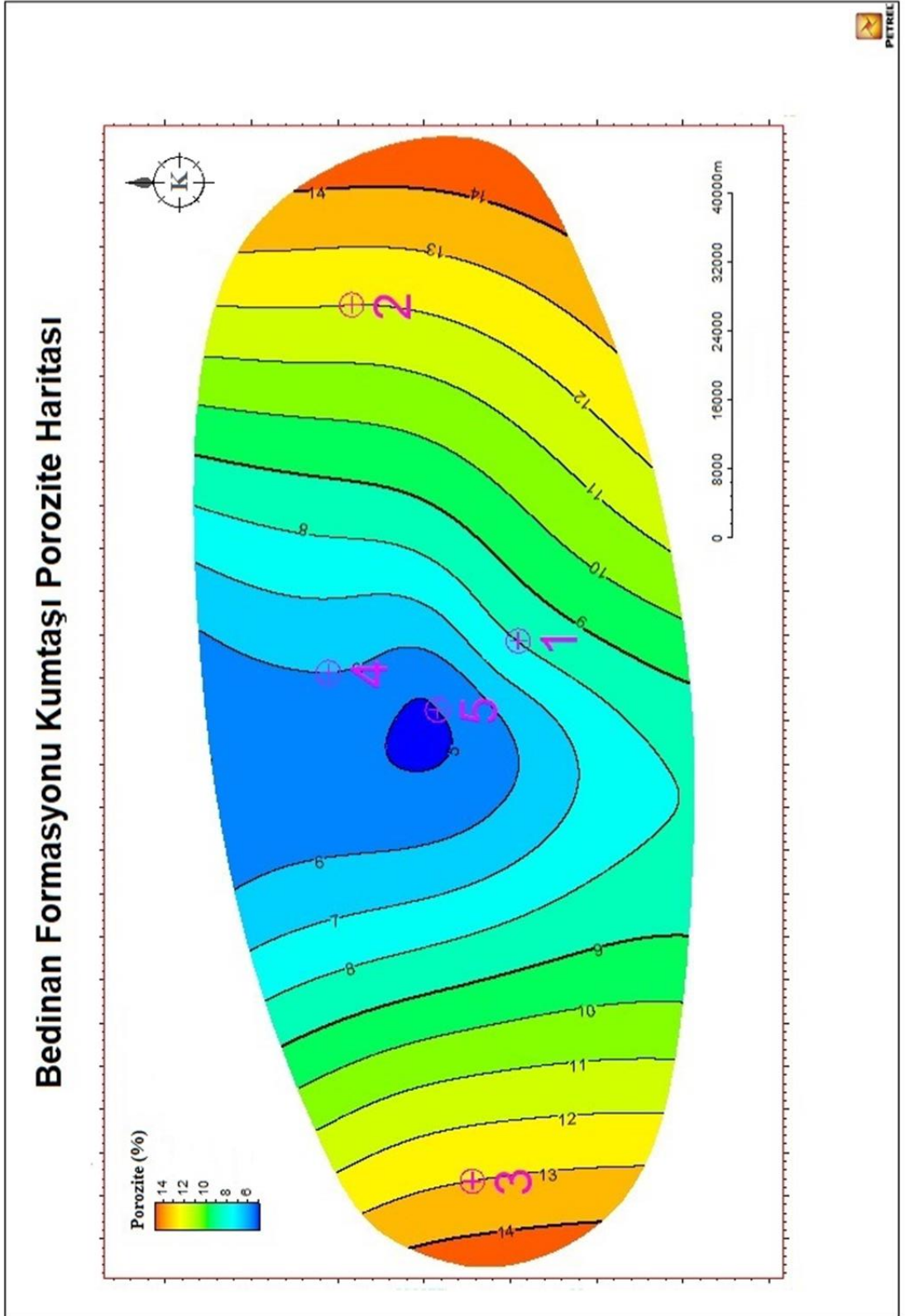


Şekil 7.5 Bedinan formasyonu kumtaşı kalınlık haritası

Bedinan Formasyonu Kumtaşı Net Kalınlık Haritası



Şekil 7.6 Bedinan Formasyonu kumtaşı net kalınlık haritası



Şekil 7.7 Bedinan Formasyonu kumtaşı gözeneklilik haritası

8. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Çalışma alanı Diyarbakır ilinin kuzey kısımlarında mostra vermeyen alanlarda açılan kuyularda kesilen klastik birimleri kapsamaktadır. Bugüne kadar Ghienne vd. (2001), Monod vd. (2003) ve Ghienne vd. (2010) tarafından yapılan çalışmalar mostra verilerine dayalı olarak yürütülmüş ve Geç Ordovisyen zamanında buzullaşmanın etkisi altında depolanmış birimler tanıtılmıştır. Ayrıca Şenalp (2018) yapmış olduğu çalışmalarında, Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarının buzul kökenli olduğunu ve Yurteri formasyonu olarak ayrılması gerektiğini ileri sürmüştür. Araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalar çalışılan kuyu alanının güney kısmında kalmaktadır. Mostra alanlarında buzul etkili depolanmayı yansıtan dropstone, striation ve buzul çizikli kuvarsit çakılları vb. diğer sedimantolojik yapıları çalışmalarında sunmuşlardır.

Yıldız (2019) çalışması da benzer şekilde GDA kuzey bölümlerinde açılan sondaj kuyuları karot ve kesintileri üzerine yürütülmüştür. Çalışmacı karot örnekleri üzerine yürüttükleri çalışmada ripple marklar tespit etmişlerdir. Belirledikleri bu yapılar üzerinde ripple indeks vs. ripple simetri indeks değerleri plot ettiklerinde çalışma konusu olan Geç Ordovisyen yaşlı Bedinan Formasyonu klastiklerinin dalga etkisi altında hakim olarak alt kıyıyüzü (lower shoreface) alanında depolandıklarını ileri sürmüştür. Kumtaşı birimleriyle ardalanmalı olan şeyl birimlerinde offshore – offshore geçiş zonunu ifade ettiğini belirtmiş ve klastiklerin depolandığı ortamı desteklediklerini belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasında sondaj kuyu karotlarında yapılan sedimantolojik değerlendirmelerde tipik olarak buzul etkili depolanmayı belirten kanıtlara rastlanılmamıştır. Bununla birlikte karot örneklerinde şeyl/silttaşı arabantlı alev (flaser) yapılı, hummocky çapraz tabaklanmalı kumtaşı seviyeleri belirlenmiştir. Alev yapıları dalga etkisi altındaki hidrolik şartları ifade eder (Allen 1982). Kırıntılı depolanma dala etkisinin yüksek ve çamurlu seviyeler ise çökelimin sakin olduğu evreyi işaret etmektedir. Hummocky çapraz tabaklanma Harms vd. (1975) tarafından farklı yönlerde saçılmış bir salınım hareketiyle oluşabileceğini, en çokta güçlü fırtına dalgalarıyla geliştiklerini belirtmiştir. Bu yapı sığ denizel ortamların karakteristik bir yapısı olarak bilinir. Bu çalışmada kullanılan kuyu karot örneklerinden tespit edilen sedimanter yapı ve gözlemler Bedinan Formasyonu kumtaşları kıyı yakını, kıyı önü gibi sığ deniz ortamında çökelmiş olduğunu işaret etmektedir. Kıyı önü ortamında çökelmiş kumtaşı

birimlerinin istifin üst kısımlarında daha kalın ve sık olarak görülmeleri, tabaka kalınlıklarının artması ve kum tanelerinin ortalama boylarının artması deniz seviyesinin gittikçe sığlaştığına işaret eder.

İnce-orta taneli, orta-iyi boylanmalı, kuvarşça zengin, çapraz tabakalanmalı kuvars arenit, subarkoz ve arkozik arenit karakterindedir. Kumtaşlarının petrografik, kil mineralojisi ve SEM verilerine göre Bedinan Formasyonu kumtaşlarının diyajenetik tarihçesi (Jonas ve Mcbride 1977) ortaya konulmuştur. Petrografik değerlendirmelerde hakim çimento karbonat olduğu belirlenmiştir. Diyajenez sırasında, feldispatların çözünme reaksiyonu ile serbest kalan kalsiyum iyonları, gözenek suyunda (Worden ve Morad, 2000) serbestçe dolaşan çözünmüş bikarbonatlar (HCO_3) ile reaksiyona girmesi sonucu olduğu önerilmiştir (Worden ve Morad 2000). Gözenekleri büyük ölçüde dolduran karbonat çimento belirli bir derinliğe gömüldükten sonra geç diyajenetik evrede K-feldspar ve mikaların dekompozisyonu veya simektitin illite dönüşümü esnasında ortaya çıkan Mg (Hower vd. 1976, Boles ve Franks 1979, Lahann 1980) tarafından dolomitleşmiş ve yama şeklinde dolomit çimento (patchy dolomite cement) oluşmuştur (Şekil 8.1). Nadiren gözüken silis çimento ise erken diyajenetik dönemde kumtaşlarının içindeki kuvars tanelerinin dışa büyümeleri (quartz overgrowth) şeklinde olduğu düşünülmektedir. Kuvars üzere büyümeler üzerinde gözlenen otijenetik kil oluşumları bu veriyi desteklemektedir.

Kumtaşlarında gözlenen başlıca gözeneklilik tipi çimento çözünmesine bağlı tane arası gözenekliliktir. SEM ile yapılan morfolojik içyapı incelenmelerinde kumtaşlarının matrislerinde gözlenen illit ve kaolinit tipi otijenik killer gözenek dolgulayıcı ve çoğunlukta tane kaplayıcı şeklindedir (Şekil 8.1). Bu durum gözenekliliği ve geçirgenliği olumsuz etkilemektedir. Kuyuların kumtaşı kalınlık haritaları incelendiğinde güney kısımlara gidildikçe kum kalınlığının arttığı fakat gözeneklilik değerlerinin ise doğu ve batı kısımlara gidildikçe arttığı görülmektedir (Şekil 7.5, 7.6 ve 7.7). Diyajenetik süreçlerin ürünleri olan tane kaplayıcı illit, gözenek doldurucu illit ve kaolinit tipi kil mineralleri, yama şeklinde oluşan dolomit çimento, kuvars dışa büyümeleri şeklinde görülen silis çimento kumtaşı rezervuar kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdir. Yıldız (2019) yapmış olduğu tez çalışmasında da Bedinan Formasyonu kumtaşlarının heterojenliği ile ilgili çalışmalar yapmış ve heterojenliğin

Hırnansiyen buzul aktivitesi ile ilişkili olmadığını savunmuştur. Kumtaşlarında görmüş olduğu diyajenetik ürünlerin rezervuarı olumsuz etilediği sonucuna varmıştır.

DİYAJENEZ SÜREÇLERİ	ERKEN DİYAJENEZ	GEÇ DİYAJENEZ
Çimentolanma		
Kalsit	—————
Dolomit		—————
Kuars	—————
Feldispat		
Alterasyon		—————
Çözünme	—————	
Yer Değiştirme	—————	
Kil		
Kaolin	—————	
İllit	

Şekil 8.1 Bedinan Formasyonu kumtaşları diyajenez tarihçesi

Bu tez çalışması sonucunda incelenen 5 kuyudan da normal şartlar altında üretim yapılamamaktadır. Çünkü yeterli gözeneklilik ve geçirgenlik değerlerine sahip değildirler. Bu yüzden özellikle kuvars arenit karakterindeki kumtaşlarında geleneksel olmayan (ankonvansiyonel) yöntemlerinden çatlatma operasyonu uygulanarak üretim yapılabilme ihtimali artmaktadır. Şekil 7.6'da görüldüğü üzere kumtaşı net kalınlık haritası güney kısımlara doğru kalınlaştığından geleneksel olmayan yöntemleri bu alanlarda uygulamak başarı oranını artırabilir.

Bunlara ek olarak yapılan daha sonra yapılacak çalışmalarda sismik veriler kullanılarak yer altındaki Bedinan Formasyonu kumtaşlarının güncel dağılımı ortaya çıkarılmalıdır. Bu amaçla yakın bölgede yapılmış daha önceki sismik haritalar ve ileride elde edilecek detaylı sismik görüntüler kullanılmalıdır.

Diyarbakır çevresinde özellikle güney kısımlarında bazı özel şirketlerin arama ve üretim sahaları mevcuttur. Bu şirketler Bedinan Formasyonu'ndan üretim yapmaktadırlar. Bu şirketler ile yapılabilecek ortak proje çalışmaları, şirketlerin deneyim ve tecrübelerinden faydalanmak açısından önemli olabilir. Bu sayede üretim yapılan seviyelerdeki kumtaşları daha detaylı incelenebilir ve üretim yöntemleri kullanılabilir.

9. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında Diyarbakır ili kuzey kısımlarındaki TPAO tarafından açılan 5 kuyu üzerinden çalışmalar yürütülmüştür. Her bir kuyuda kesilen Bedinan Formasyonu'nun sedimantolojik özellikleri ve rezervuar kalitesi hakkında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Kuyularda kesilen Bedinan Formasyonunun kalınlığı 84-623 metre arasında değişmektedir. Bedinan Formasyonu'nun özellikle karot çalışmalarında gözlemlenen sedimanter yapılar bu istifin çok fazla derin olmayan açık deniz ortamında ve geniş kıta sahanlığı üzerinde çökelmiş olduğunu gösterir. İstifin çökeltme derinliği üste doğru azalmaktadır. Kumtaşları içinde çapraz tabakalar ve özellikle hörgüç tipi (hummocky) çapraz tabakalanma, alev ve ondülasyonlu yapılar fırtınaların baskın olduğu kıyı önü ortamını, gel-git düzlüğünü işaret eder.

Kumtaşları genel olarak ince-orta taneli, orta-iyi boylanmalı, otijenik kil ve çoğunluğu yama tipi dolomit çimentolu, yer yer detritik kil matriksli, yer yer şeyl/silttaşı ara bantlı, %50-60 oranında kuvars, %15-35 arasında değişen feldispat, %8-15 civarlarında dolomit ve %5-20 oranında kil minerallerinden oluşan kuvars arenit, subarkoz ve arkozik arenit karakterindedirler. Kıvrıntılı birimlerin diyajenetik tarihçesi ortaya konulmuş ve rezervuar kalitesine olan etkisi değerlendirilmiştir.

Kumtaşlarının ortalama gözeneklilik değerleri %6-13 arasında değişmektedir. Fakat gözeneklilik değerleri yüksek görülmesine rağmen geçirgenlik değerleri oldukça düşüktür. Gözenek dolgusu ve tane kaplayıcı illit gibi kil minerallerinin geçirgenliği düşürmüş olduğu sonucuna varılmıştır. Geçirgenliğin düşük olduğu seviyelerde geleneksel olmayan yöntemlerle rezervuar kalitesinin artırılarak üretim yapılmaya çalışılması önerilmiştir.

Kuyularda kesilen Bedinan Formasyonun log verileri karşılaştırılarak rezervuar olabilecek kum paket seviyeleri eşleştirilmiştir. Genel olarak Bedinan Formasyonu'nun üst kısımlarındaki temiz kum paketlerinin kalınlık haritası çizilmiştir. Göreceli olarak Kuyu-2, 3 ve 5 'in kumtaşı net kalınlık değerleri birbirine yakın iken Kuyu-4 ve Kuyu-1'de daha fazla oluşu görülmektedir (Şekil 7.4). Ayrıca kumtaşı kalınlık haritalarında

görüldüğü üzere kumtaşları güney kısımlara gidildikçe kalınlaşmaktadır. Çünkü kuzey ve kuzeydoğu kısımlar açık deniz tarafı, güney-güneybatı kısımları kara kısmıdır ve kumtaşlarının güney kısımlardan beslendiği sonucu söylenebilir.

10. KAYNAKLAR

- Allen, J. R. L., 1982, Sedimentary structures their acfer and physical basis, Developments in sedimentology, 30A, Amsterdam: Elsevier Scientific Publ., 593 p.
- Aksu, R. 1980. Hakkari-Çukurca, Harbol, Derik-Bedinan, Hazro bölgelerinin jeolojisi, TPAO Arama Grubu, rapor no: 1460, 58 s.
- Araç, M. ve Yılmaz, E. 1991. XI ve XII. Bölge güneyindeki kuyularda kesilen Cudi ve Mardin Gruplarının sedimantolojisi ile fasiyes, diyajenez ve rezervuar özellikleri. TPAO Araştırma Merkezi, rapor no:1715, 154 s.
- Bayçelebi, O., Gümüş, S., Tezcan, Ü.Ş., Güven, A., Erten, T., Bozdoğan, N., Köylüoğlu, M. ve Balkaş, Ö. 1984. Güneydoğu Anadolu'da Bedinan Formasyonu Basen Analizi: TPAO Arama Grubu, rapor no:1919, 224s.
- Boles, J. R., and Franks , S. 1979. Clay Diagenesis in Wilcox Sandstones of Southwest Texas: Implications of Smectite Diagenesis on Sandstone Cementation. Journal of Sedimentary Petrology, 49(1); 55-70.
- Bozdoğan, N., Bayçelebi, O. ve Willink, R. 1987. Güneydoğu Anadolu Hazro Bölgesinde (X. Bölge Kuzeyi) Paleozoyik Stratigrafisi ve Petrol Üretkenliği. TPJD, Türkiye 7. Petrol kongresi, Ankara.
- Bozdoğan, N., Bayçelebi, O. ve Alişan, C. 1988. Diyarbakır Grubu' nun Genelleştirilmiş Stratigrafik Kesiti. TPAO Arama Grubu, Ankara. 20.
- Bozdoğan, N. ve İztan, H. 1994. Güney Doğu Anadolu Diyarbakır bölgesi Palaeozoyik birimlerinin stratigrafisi ve petrol potansiyeli. Türkiye 10. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, 125- 139.
- Bozdoğan, N. and Ertuğ, K. 1995. Geological Evolution and Paleogeography of the Southeast Anatolia in the Paleozoic. Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana (s. 39-49). Ankara: Turkish Association of Petroleum Geologist.
- Bozdoğan, N., Göncüoğlu, M. and Kozlu, H. 1996. Lower Paleozoic Stratigraphy of Southeastern Turkey. Serie Correlacion Geological, 47-57.
- Cobb, R. E. 1957. Reconnaissance of the Derik Area Southeast Turkey Columnar Section Sadan-Sosink-Paleozoic: TPAO Arama Grubu, rapor no: 567.
- Çemen, İ., Perinçek, D., Ediger, Ş.V. ve Akça, L. 1990. Güneydoğu Anadolu'daki Bozova doğrultu atımlı Fayı: üzerindeki ilk hareket ters faylanma olan faylara bir örnek. Türkiye 8. Petrol Kongresi, Jeoloji Bildirileri, 169-179 s.

- Çoruh, T. 1991. Adıyaman civarında yüzeyleyen Kampaniyen-Tanesiyen istifinin biyostratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi. TPAO Araştırma Merkezi, rapor no: 1656, 101 s., Ankara.
- Çoruh, T., Yakar, H. ve Ediger, V. 1997. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Otokton İstifinin Biyostratigrafi Atlası. Ankara: TPAO Araştırma Merkezi Eğitim Yayınları No:30, 510 s., Ankara
- Dean, W. T. 1967. The Correlation and Trilobite Fauna of the Bedinan Formation (Ordovician) in South-Eastern Turkey. *Bulletin of the British Museum*, 81-123.
- Dean, W. T. 1975. Cambrian and Ordovician Correlation and Trilobite Distribution in Turkey. *Fossils and Strata*, 5, 353-373.
- Dott, R. L. 1964. Wacke, greywacke and matrix what approach to immature sandstone classification, *J. Sed. Petrol.* 34, 625-632.
- Duran, O., Şemşir, D., Sezgin, İ. ve Perinçek, D. 1988. Güneydoğu Anadolu'da Midyat ve Silvan Gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve petrol potansiyeli: TPJD Bülteni, cilt 1/2, 99-126 s.
- Erten, T. 1983. Hazro antiklinal alanında Dadaş Formasyonu ile Hazro ve Gomanibrik Formasyonlarının (Tanin Gubu) sedimentolojisi, petrografik incelenmesi ve ortamsal yorumu. TPAO Araştırma Merkezi rapor no: 565., Ankara
- Flegler, S.L., Heckman, J.W. and Klomparens, K.L. 1993. *Scanning and Transmission Electron Microscopy: An Introduction*. Oxford University Press, 240, USA.
- Ghienne, J. F., Kozlu, H., Dean, W. T., Günay, Y. and Monod, O. 2001. Discovery of the northernmost Gondwanian evidence of an Upper Ordovician glacier: southern Turkey. In *Terra Abstracts* (Vol. 11, p. 103).
- Ghienne, J. F., Monod, O., Kozlu, H. and Dean, W. 2010. Cambrian–Ordovician Depositional Sequences in the Middle East: A Perspective from Turkey. *Earth-Science Reviews*, 101(3-4); 101-146.
- Günay Y. 1984. Amanos dağlarının jeolojisi ve Karasu-Hatay grabeninin petrol olanakları, TPAO Arama Grubu, rapor no: 1954, 98 s., Ankara.
- Günay, Y. 2007 Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi ve Tektoniği. TPAO rapor no: 5015., Ankara.
- Güven, A., Dinçer, A., Tuna, M.E. ve Çoruh, T. 1991. Güneydoğu Anadolu Kampaniyen-Paleosen otokton istifinin stratigrafisi. TPAO Arama Grubu, rapor no: 2828, 133 s., Ankara.
- Harms, J.C., Southard, J.B., Spearing, D.R. and Walker, R.G., 1975. Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and

- stratification sequences: Society for Sedimentary Geology (SEPM) Short Course 2, 161 p.
- Herece, E. ve Akay, E. 1992. Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu fayı. Türkiye 9. Petrol Kongresi, Bildiriler, 361-372, Ankara.
- Hower, J., Eslinger, E. V., Hower, M. E. and Perry, E. A. 1976. Mechanism of burial metamorphism of argillaceous sediment: 1. Mineralogical and Chemical Evidence. Geological Society of America Bulletin, 87(5); 725-737.
- İmamoğlu, M.Ş. 1993. Gölbaşı (Adıyaman)-Pazarcık-Narlı (Kahramanmaraş) Arasındaki Sahada Doğu Anadolu Fayı'nın Neotektonik İncelemesi, Doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İmamoğlu, M.Ş. 1996. Doğu Anadolu fay zonu Gölbaşı kesimi neotektonik özellikleri ve Gölbaşı-Saray fay kaması havzası, *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 11, 176-184.
- Jonas, E.C. and McBride, E.F. 1977. Diagenesis of Sandstone and Shale: Application to Exploration for Hydrocarbons, Department of Geological Sciences the University of Texas at Austin.
- Kellogg, H.E. 1960. Stratigraphic Report, Derik-Mardin Area, Petroleum District V, Southeast Turkey (American Overseas Petroleum (AMOSEAS) Report) Report no: 1367 (unpublished). Ankara.
- Lahann, R.W. 1980. Smectite diagenesis and sandstone cement: The effect of reaction temperature. *Journal of Sedimentary Petrology*, 50(3); 755-760.
- Monod, O., Kozlu, H., Ghienne, J.F., Dean, W.T., Günay, Y., Herisse, A.L. and Robardet, M. 2003. Late Ordovician glaciation in southern Turkey. *Terra Nova*, 15(4); 249-257.
- Moore, D.M. and Reynolds, R.C. Jr. 1997. X-Ray Diffraction and the identification and analysis of clay minerals, 2nd ed. Xviii 378pp. Oxford, New York: Oxford University Press, *Geological Magazine*, 135(6); 819-842.
- Oktay, H. 1961. Besni civarı jeolojik etüdünün ön raporu. TPAO Arama Grubu, rapor no: 183, 4 s., Ankara.
- Önem, Y. 1966. Çelikli ile Gölbaşı-Belaşa sahaları 1965 yazı saha çalışmalarına dair jeolojik rapor. TPAO Arama Grubu, rapor no: 356, 28 s., Ankara.
- Pettijohn, F. J., Potter, P.E. and Siever, R. 1987. Sand and Sandstone. New York, NY, USA: Springer-Verlag, 553 p.
- Perinçek, D. 1990. Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, GDA Türkiye, TPJD Bülteni, cilt2/1,21-28 s.

- Perinçek, D. ve Eren, A. G. 1990. Doğrultu atımlı Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları etki alanında gelişen Amik Havzası'nın kökeni, Türkiye 8. Petrol Kongresi, jeoloji bildirileri, 180-192 s.
- Perinçek, D., Duran, O., Bozdoğan, N. and Çoruh, T. 1991. Stratigraphy and paleogeographical evolution of the autochthonous sedimentary rocks in the SE Turkey. Ozan Sungurlu Symposium Proceedings, (s. 274-305). Ankara.
- Rigo de Righi, M. and Cortesini, A. 1964. Gravity tectonics in foothills structure belt of southeast Turkey: Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull. 48/12, 1911-1937.
- Seyitoğlu, G., Esat, K. and Kaypak, B. 2017. The neotectonics of southeast Turkey, northern Syria, and Iraq: the internal structure of the Southeast Anatolian Wedge and its relationship with recent earthquakes. Turkish Journal of Earth Sciences, 26, 105-126.
- Sungurlu, O.1973. VI. Bölge Gölbaşı-Gerger arasındaki sahanın jeolojisi. TPAO Arama Grubu, rapor no: 802, 30 s., Ankara.
- Sungurlu, O. 1974. VI. Bölge kuzey sahalarının jeolojisi. TPAO Arama Grubu, rapor no: 871, 32 s., Ankara.
- Şenalp, M., Bahtiyar, İ., Işıkalp, U., Uz, E. and Kaya, M. 2018. Sequence Stratigraphy and Sedimentology of the Paleozoic Successions on the Arabian Platform and their Impact to Hydrocarbon Explorations in Southeast Turkey. Turkish Association of Petroleum Geologists.138-143s.
- Şengör, A.M.C. 1980. Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, Türkiye Jeoloji Kurumu, 40, Ankara.
- Yıldız, G. 2019. Reservoir heterogeneity, sedimentology and diagenesis of Ordovician Bedinan Formation, Southern Diyarbakır Basin, Se Turkey: Paleogeographic Implications. Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış), ODTÜ, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, 195 s.
- Yılmaz, E. ve Duran, O. 1997. Güney Doğu Anadolu Bölgesi Otokton ve Allohton Birimler Stratigrafi Adlama Sözlüğü ("LEXICON"). TPAO Araştırma Merkezi Eğitim Yayınları, No:31, 460 s., Ankara.
- Yılmaz, Y. 1993. New Evidence and Model on the Evolution of the Southeast Anatolian Orogen. Geological Society of American Bulletin, 105, 251-271.
- Worden, R.H. and Morad, S. 2000. Quartz cementation in oil field sandstones: A review of the key controversies. Spec. Publs int. Ass. Sediment., 29, 1-20.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ceylan CENGİZ

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 1985

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise: Dr. Binnaz Rıdvan Ege Anadolu Lisesi (2003)

Lisans: Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği (2009)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği
Anabilim Dalı (Eylül 2016- Aralık 2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

TPAO Arama Dairesi Uzaktan Algılama Müdürlüğü (2011-2015)

TPAO Ar-Ge Merkezi Sedimantoloji ve Rezervuar Jeolojisi Müdürlüğü (2015 -)

Ulusal Kongre Bildiri ve Poster Sunumu

Cengiz, C. ve Tekin, E. 2019. Ordovisyen Yaşlı Bedinan Kumtaşlarının Diyajenezi ve Rezervuar Özellikleri (Diyarbakır, Güneydoğu Türkiye). 72. Jeoloji Kurultayı poster sunumu, Ankara.