

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TUZ GÖLÜ HAVZASINDA YER ALAN HAYMANA FORMASYONU  
KUMTAŞLARININ DİYAJENEZİ**

**Mithat Emre KIBRIS**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2017**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Mithat Emre KIBRIS tarafından hazırlanan “Tuz Gölü Havzasında Yer Alan Haymana Formasyonu Kumtaşlarının Diyajenezi” adlı tez çalışması 15/06/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.



**Danışman :** Prof. Dr. Aynur BÜYÜKUTKU  
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri :

**Başkan :** Prof. Dr. Muhittin GÖRMÜŞ  
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye :** Prof. Dr. Aynur BÜYÜKUTKU  
Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye :** Yrd. Doç. Dr. İsmail DURGUT  
Orta Doğu Teknik Üniversitesi Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalı



**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

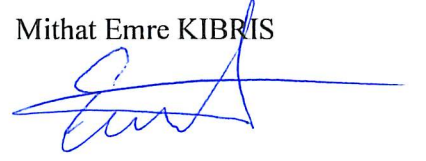
**Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN**  
**Enstitü Müdürü**

## 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.

15.06.2017

Mithat Emre KIBRIS



## ÖZET

### TUZ GÖLÜ HAVZASINDA YER ALAN HAYMANA FORMASYONU KUMTAŞLARININ DİYAJENEZİ

Yüksek Lisans Tezi

Mithat Emre KIBRIS

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Aynur BÜYÜKUTKU

Bu yüksek lisans tez çalışmasında petrografi ve XRD, SEM-EDS, FTIR ve NMR analizleri ile rezervuar kayaçta oluşabilecek inorganik ve organik bileşiklerin saptanması amaçlanmıştır. Haymana çevresinde Haymana Formasyonunda belirlenen 3 lokasyondan alınan kumtaşı-şeyl mostra örnekleri Nova de Lisboa Üniversitesinde (Portekiz) ince kesit haline getirilmiş olup XRD, FTIR, SEM-EDS analizleri Aveiro Üniversitesinde (Portekiz) yapılmıştır.

Tuz Gölü Havzasındaki Haymana Formasyonu kumtaşı-şeyllerinden derlenen 30 adet yüzey numunesi incelenmiştir. Kil mineralleri, XRD (X-ışını analizi), SEM (Taramalı elektron mikroskobu) - EDS (enerji dağılımı spektroskopisi), FTIR (Fourier Transform infrared) spektroskopisi analizleri yapılarak belirlenmiştir. Ayrıca kumtaşı-şeyllerde organik ve inorganik bileşiklerin kimyasal yapıları ve hidrokarbon varlığı FTIR tekniğiyle belirlenmiştir. Tüm numunelerin mineral içeriği X-ışını tüm kayaç ve ayrıntılı kil analizi ile (XRD) (Philips PW-1730) belirlenmiştir. Elektron mikroskop cihazı (SEM) (Jeol JSM-840A) ile morfolojik yani mikrodokusal özellikleri, enerji dağılımı spektroskopisi cihazı (EDS) (Trocor TN-5502) ile nokta kimyasal element analizleri Aveiro Üniversitesi laboratuvarlarında yapılmıştır. NMR sonuçlarına göre numunelerin karakter yapıları tespit edilmiştir. XRD çekimlerine göre elde edilen simektit illit dönüşüm zonları ile Hidrokarbon oluşum zonlarının çakıştığı düşünülmektedir. Rezervuar özelliklerini belirlemeye yönelik olarak TPAO laboratuvarlarında porozite ve permeabilite analizleri yaptırılmıştır.

Gerçekleştirilen laboratuvar analizleri ile Haymana Formasyonu Kumtaşı-Şeyllerinin kil mineralleri (klorit, illit, kaolinit ve smektit) ve bunların kumtaşı rezervuarı kalitesi üzerindeki etkileri, içerdiği organik maddelerinin moleküler kimyasal yapısı ile birlikte moleküler bağ şekli hassas bir şekilde belirlenmiş olup Haymana Formasyonu kumtaşlarının diyajenetik özellikleri belirlenerek, diyajenezin hidrokarbon araştırmaları ile ilişkisi ortaya konulmuştur. Haymana kumtaşlarında kil mineralleri bol miktarda ve gözenek dolguları olarak bulunduğu ve kil minerallerinin Haymana kumtaşı rezervuarını olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

**Haziran 2017, 73 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Tuz Gölü Havzası, rezervuar, kumtaşı, şeyl, madde transformasyonu, diyajenez, hidrokarbon, kil minerali (otijenik mineral) ve organik bileşik, kimyasal yapı.

## ABSTRACT

### DIAGENESIS OF THE HAYMANA FORMATION SANDSTONES IN THE TUZGOLU BASIN

Master Thesis

Mithat Emre KIBRIS

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

Advisor: Prof. Dr. Aynur BÜYÜKUTKU

In this master thesis study, petrography and XRD, SEM-EDS, FTIR and NMR analyzes were performed to determine the inorganic and organic compounds that can form in the reservoir rock. Samples of sandstone-shale outcrops taken from 3 locations in Haymana Formation around Haymana were made into thin section at Nova de Lisboa University (Portugal) and XRD, FTIR, SEM-EDS analyzes were carried out at Aveiro University (Portugal).

30 surface samples collected from sandstone-shales of Haymana Formation in the Salt Lake Basin have been examined. Clay minerals were determined by XRD (X-ray analysis), SEM (scanning electron microscopy) - EDS (energy dispersive spectroscopy), FTIR (Fourier Transform infrared) spectroscopy analyzes. In addition, the chemical structures of organic and inorganic compounds in sandstone-shales and the presence of hydrocarbon have been determined by FTIR technique. Mineral content of all samples was determined by X-ray whole rock and detailed clay analysis (XRD) (Philips PW-1730). The morphological and microdissociation properties of the sample with the electron microscope (SEM) (Jeol JSM-840A), the energy dispersive spectroscopy device (EDS) (Trocor TN-5502) and the point chemical element analyzes were carried out in Aveiro University laboratories. According to the NMR results, the character constructions of the samples were determined. The smectite illite transformation zones obtained according to XRD shots are thought to coincide with hydrocarbon formation zones. Porosity and permeability analyzes were carried out in TPAO laboratories to determine reservoir properties.

The laboratory analyzes revealed that the clay minerals (chlorite, illite, kaolinite and smectite) of the Haymana formation sandstone-shales and their effects on the quality of the sandstone reserves were precisely determined by the molecular chemical structure of the organic matter and the diagenetic properties of Haymana Formation sandstones. The relation between diagenesis and hydrocarbon investigations has been established. It was determined that clay minerals were found in Haymana sandstones in abundance and pore fillings and clay minerals negatively affected Haymana sandstone reservoir.

**June 2017, 73 pages**

**Key Words:** Salt Lake Basin, reservoir, sandstone, shale, material transformation, diagenesis, hydrocarbon, clay mineral (otigenic mineral) and organic compound, chemical structure.

## TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımı yönlendiren, bilgi ve deneyimlerini paylaőan ve bana her zaman vakit ayıran çok değerli danışman hocam Sn. Prof. Dr. Aynur BÜYÜKUTKU'ya (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), laboratuvar analizlerinde katkılarını esirgemeyen Yard. Dr. Paulo Sa CAETANO (Nova de Lisboa Üniversitesi Yerbilimleri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), Prof. Dr. Fernando Tavares ROCHA (Aveiro Üniversitesi Yerbilimleri Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), ATR-FTIR ve NMR analizlerinin yorumları için Ankara Üniversitesi Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı Araő. Gör. Dr. Aylin GEÇER'e, elektron mikroskobu fotoğrafları için MTA'dan Dr. Mustafa ALBAYRAK'a, numunelerin ince kesit haline getirilmesindeki yardımlarından dolayı laboratuvar teknikeri Eduarda FERREİRA'ya (Nova de Lisboa Üniversitesi), ince kesit fotoğraflarının ölçeklendirilmesindeki yardımlarından dolayı TPAO'dan Arzu AKTOSUN'a ve arazi çalıőmalarındaki yardımlarından dolayı Jeofizik Müh. Halil ARSLAN'a katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan, beni destekleyen, benim için emek veren değerli aileme ve değerli eőime çok teşekkür ederim.

Mithat Emre KIBRIS  
Ankara, Haziran 2017

## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Coğrafik Konum .....	2
1.2 Kaynak Özetleri .....	3
1.3 Çalışmanın Amacı .....	6
2. BÖLGESEL JEOLJİ.....	7
2.1 Ofiyolitik Melanj .....	10
2.3 Çaldağ Formasyonu .....	11
2.4 Kırkkavak Formasyonu .....	12
2.5 Iğnıklidere Formasyonu .....	12
2.6 Eskipolatlı Formasyonu.....	12
2.7 Çaldağ-Yeşilyurt Formasyonu .....	13
2.8 Yamak Çayraz Formasyonu .....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
4. SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER PETROGRAFI .....	17
4.1.Haymana Formasyonu.....	17
4.2 Mineral ve Kaya Türleri.....	19
4.3 Kil Mineralleri Analizleri .....	34
4.3.1 X-Işını kırınım mikroskobu ile mineralojik karakterizasyon.....	34
4.3.2 Taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı spektrometre analizi.....	54
4.3.3 FTIR - ATR analizi .....	55
4.3.4 NMR analizi.....	58
4.3.5 Rezervuar özellikleri.....	60
5. DİYAJENEZ.....	62
KAYNAKLAR .....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	73

## KISALTMALAR DİZİNİ

B	Batı
B-D	Batı-Doğu
D	Doğu
DAF	Doğu Anadolu Fayı
Fm	Formasyon
G	Güney
GB	Güney-Batı
K	Kuzey
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KD	Kuzey-Doğu
Km	Kilometre
M	Metre
MTA	Maden Tetkik Arama
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu
Str	Stratigrafi
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
XRD	X-Ray Difraktogramı
Q	Kuvars

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışılan bölgenin yer belirleme haritası.....	3
Şekil 2.1 Çalışılan bölgenin stratigrafik kesiti ve jeolojik haritası.....	8
Şekil 2.2 Haymana civarının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti .....	9
Şekil 4.1 Haymana Kumtaşı-Şeyllerinin Lokasyonlara (L) göre arazi görünümü.....	18
Şekil 4.2 Haymana Formasyonu L1-1 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	19
Şekil 4.3 Haymana Formasyonu L1-2 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	20
Şekil 4.4 Haymana Formasyonu L1-2 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü. ....	21
Şekil 4.5 Haymana Formasyonu L1-4 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	22
Şekil 4.6 Haymana Formasyonu L1-4 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.. ....	22
Şekil 4.7 Haymana Formasyonu L1-5 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	23
Şekil 4.8 Haymana Formasyonu L1-6 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	24
Şekil 4.9 Haymana Formasyonu L1-11 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	25
Şekil 4.10 Haymana Formasyonu L1-11 numunesine ait tek nikol İnce kesit görüntüsü.....	26
Şekil 4.11 Haymana Formasyonu L1-12 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	26
Şekil 4.12 Haymana Formasyonu L2-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	27
Şekil 4.13 Haymana Formasyonu L2-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	28
Şekil 4.14 Haymana Formasyonu L2-2 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	28
Şekil 4.15 Haymana Formasyonu L2-2 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	29
Şekil 4.16 Haymana Formasyonu L2-3 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	30
Şekil 4.17 Haymana Formasyonu L2-3 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	30
Şekil 4.18 Haymana Formasyonu L3-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	31
Şekil 4.19 Haymana Formasyonu L3-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	31
Şekil 4.20 Haymana Formasyonu L3-3 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	32
Şekil 4.21 Haymana Formasyonu L3-3 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	32

Şekil 4.22 Haymana Formasyonu L3-4 numunesine ait ince kesit görüntüsü.....	33
Şekil 4.23 Haymana Formasyonu L3-4 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü.....	33
Şekil 4.24 L1 2A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X – ışını kırınım grafikleri.....	37
Şekil 4.25 L1 2A2 numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri.....	38
Şekil 4.26 L1 3A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	39
Şekil 4.27 L1 4A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	40
Şekil 4.28 L1 5A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	41
Şekil 4.29 L1 6A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	42
Şekil 4.30 L1 7A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri....	43
Şekil 4.31 L1 8A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	44
Şekil 4.32 L1 9A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	45
Şekil 4.33 L1 11A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri.....	46
Şekil 4.34 L1 12A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	47
Şekil 4.35 L2 1A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	48
Şekil 4.36 L2 2A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	49
Şekil 4.37 L2 3A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	50
Şekil 4.38 L3 1A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	51
Şekil 4.39 L3 3A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	52
Şekil 4.40 L3 4A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri...	53
Şekil 4.41 Haymana kumtaşları L2 2A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri.....	54
Şekil 4.42.Haymana kumtaşları L3 4A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri.....	54
Şekil 4.43 Haymana kumtaşları L1 2A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri.....	55
Şekil 4.44 Haymana kumtaşları L3 4A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri.....	55
Şekil 4.45 L2 - 2A kumtaşı örneğinin FTIR spektrumu.....	57
Şekil 4.46 L3 - 4A kumtaşı örneğinin FTIR spektrumu.....	57
Şekil 4.47 Kumtaşı örneğinin (L3 - 4A) 27 Al MAS NMR spektrumu.....	59
Şekil 4.48 Kumtaşı örneğinin (L3 - 4A) 29 Si MAS NMR spektrumu.....	60

Şekil 5.1 Bir sedimanter havzadaki gözenek suyu dolaşımının çözünme ve çimentolanmanın basitleştirilmiş modeli.....	63
Şekil 5.2 İllitleşme süreci .....	64
Şekil 5.3 Şeyllerden kumtaşlarına organik bileşiklerin difüzyonu ve bu organik bileşiklerin kumtaşlarında ayrışması reaksiyonları.....	65



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Haymana kumtaşı örneklerinin XRD analizi.....	35
Çizelge 4.2 Haymana kumtaşları kil yüzdesi.....	35
Çizelge 4.3 Haymana Formasyonu kumtaşlarının gözeneklilik ve geçirgenlik ölçümleri.....	61



## 1. GİRİŞ

Bu araştırmada Tuzgölu Havzası'nın kuzey kesiminde (Haymana civarı) geçilen Üst Kretase yaşlı Haymana Formasyonu kumtaşlarının diyajenezi ile kumtaşı-şeyl litolojileri arasındaki madde transformasyonu (iyon-göç ilişkisi) sonucunda oluşan kil mineralleri (klorit, illit, kaolinit ve smektit) ve bunların kumtaşı rezervuarı kalitesi üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

İnceleme alanı Haymana ilçesi dolaylarında bulunan Haymana antiklinali ve çevresini kapsamaktadır. Haymana Formasyonu kumtaşlarından petrol sızıntılarının olduğu izlenmektedir. Dolayısıyla petrol potansiyeli olduğu düşünölen bir havzadır. Haymana Havzasında en altta Temirözü formasyonu bulunmaktadır. Havza, Temirözü Formasyonu'nun üstüne gelen Jura-Alt Kretase yaşlı Mollaresul Formasyonu, Üst Kretase yaşlı Haymana Formasyonu, Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kartal Formasyonu, Çaldağ Formasyonu, Kırkkavak Formasyonu, Iğnıkdere Formasyonu, Eosen yaşlı Eskipolatlı ve Çayraz Formasyonlarını içermektedir. Bu birimlerden Haymana Formasyonu ilk defa Esso ve Amoseas şirketlerinin jeologları (1958 – 1959) tarafından adlandırılmış (Berki 1962), Kartal Formasyonu, Çaldağ Formasyonu, Kırkkavak Formasyonu ve Eskipolatlı Formasyonu ise ilk defa Rigo de Righi ve Cortesini (1959) tarafından adlandırılmış olup, daha sonraki araştırmacılar (Reckamp ve Özbey 1960, Ünal vd. 1976, Görür ve Derman 1978, Dellaloğlu ve Aksu 1984, Dellaloğlu ve Aksu 1991) bu adlandırmayı kullanmışlardır (Şekil 2.1).

Tuzgölu Havzasında birçok araştırmacı başta petrol jeolojisi olmak üzere tektonik, stratigrafi, sedimantoloji ve paleontoloji konularında çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalardan bazıları, Bailey and McCallien (1953), Arıkan (1975), Gökçen (1978), Çetin vd. (1986), Coşkun vd. (1990), Capraru (1991), Acar ve Sonel (1998), Ayyıldız ve Sonel (1998a), Çemen vd. (1999), Ayyıldız (2000), Dirik ve Erol (2000), Derman (2003), Sonel vd. (2003), Coşkun (2004), Ateş vd. (2005), Deveciler (2008)'dir.

Dünyanın farklı alanlarında yapılmış olan bazı çalışmalarda şeyllerde organik maddenin var olduğundan ve FTIR' ın hidrokarbon varlığını ve şeyl örneğinde mineral tiplerini

belirlemek için kullanılabileceğinden bahsedilmiştir (Shoval ve Nathan 2011, Alstadt vd. 2012). FTIR analizlerini Haymana Formasyonunda bol miktarda organik madde içeren kumtaşı-şeyl örnekleri üzerinde gerçekleştirildi. Kil örneklerinin yapısı, kimyası ve hidrokarbon varlığı ATR tekniğini kullanarak FTIR ile belirlenmiştir. ATR tekniğinin seçilmesinin nedeni bu tekniğin infrared analizlerinin örnek hazırlama ve spektral tekrarlanabilirlik gibi önemli problemlerinin üstesinden gelmesidir (Adamu 2010, Udvardi vd. 2014).

<sup>27</sup>Al NMR ile tetrahedral ve oktahedral yerler arasındaki alüminyum katyonunun dağılımı gözlenmiştir.<sup>29</sup>Si NMR ile tetrahedral tabakadaki alüminyum varlığı ve ara tabaka türlerinin kimyasal doğası gözlenmiştir.

## **1.1 Coğrafik Konum**

İnceleme alanı Haymana ilçesi dolaylarında bulunan Haymana antiklinali ve çevresini kapsamaktadır. İlçe, Ankara'nın güneybatısında yer alır. Haymana'nın Ankara kent merkezine 55, Polatlı'ya 23, Gölbaşı'na 36 kilometre uzaklıktadır. İlçenin doğusunda Bala ve Gölbaşı, güneyinde Kulu ve Cihanbeyli, batısında Polatlı ve kuzeyinde Gölbaşı İlçeleri yer alır. Üst Kretase yaşlı Haymana Formasyonu, Haymana çevresinde, Ankara'nın güneybatısında Tuz Gölü Havzası'nda yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 Çalışılan bölgenin yer belirleme haritası (Ölçeksiz)

## 1.2 Kaynak Özetleri

Tuzgölü havzası Akdeniz Alpin Kuşağı'nın üzerinde ve Anadolu levhasının orta kesiminde yer alır. Doğusu Tuzgölü fay zoneu, batısı Eskişehir-Sultanhanı fay sistemi ile sınırlanan Tuzgölü Havzası, hidrokarbon olanakları, değişik tuz mineralleri, tektonik konumu, karakteristik morfolojisi ve tektonik özellikleri ile 1940'lı yıllardan beri yapılan çalışmaların ilgi odağı olmuştur.

İlk çalışmalar Şereflikoçhisar civarındaki kömür yataklarıyla ilgilidir (İlhan 1962). Takip eden çalışmaların çoğu bölgenin hidrokarbon olanaklarını belirlemek için havzanın stratigrafisini ve tektonik yapısını ortaya koymaya yöneliktir (Arıkan 1975, Turgut 1978, Uygun 1981, Oktay 1982, Görür vd. 1984, Capraru 1991, Çemen vd. 1999, Derman vd. 2000).

Arıkan (1975), “Tuzgölü havzasının jeolojisi ve petrol imkanları” adlı çalışmasında petrolün jeolojik temelini araştırmış ve hidrokarbon belirtileri hakkında bilgi vermiştir.

Ünalın vd. (1976), “Haymana – Polatlı Yöresinin (Güneybatı Ankara) Üst Kretase-Alt Tersiyer Stratigrafisi ve Paleocoğrafik Evrimi” isimli çalışmasında bölgenin stratigrafisini inceleyerek paleocoğrafik evrimi hakkında yorum yapmıştır.

Gökçen (1977), “Ankara Haymana Güneyinin Sedimantolojik İncelenmesi III: Bölge Tortullaşma Modeli ve Paleocoğrafya” adlı çalışmasında inceleme alanının sedimantasyon tarihçesi ve paleocoğrafik evrimi tartışılmıştır.

Şenalp ve Gökçen (1978), “Haymana (Güneybatı Ankara) Yöresindeki Petrollü Kumtaşlarının Sedimantolojik İncelemesi” adlı çalışmasında petrollü kumtaşlarının geometrisi hakkında bilgi vermiş kumtaşlarının petrolojisinden bahsetmiş ve çökme ortamını yorumlamıştır.

Batman (1978), “Haymana Kuzeyinin Jeolojik Evrimi ve Yöredeki Melanjın incelenmesi I: Stratigrafi Birimleri” başlıklı çalışmasında inceleme alanının jeolojik evrimi ve litostratigrafik istif içinde yer alan melanj özelliğindeki birimlerin yapısı ve konumunu incelenmiştir.

Görür (1981), “Tuzgölü-Haymana Havzasının Stratigrafik Analizi” adlı çalışmasında inceleme alanının stratigrafik analizi hakkında bilgi vererek Tuzgölü-Haymana havzasının Üst Kretase-Tersiyer evrimi ve Tuzgölü-Haymana havzasının petrol olanaklarına değinmiştir.

Batman (1981), “Ofiyolitli Melanjın Haymana Kuzeyindeki Yörede (Güneybatı Ankara) incelenmesi” isimli çalışmasında ofiyolitli melanjın konumu, litolojik, petrografik özellikleri ve yaşı ile ilgili bulgular sunmuştur.

Çetin vd. (1986), “Haymana (Güney-Batı Ankara) doğusu ve batısındaki Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin sedimantolojik ve sedimanter petrolojik incelemesi” adlı çalışmasında birimlerin litostratigrafik incelemesini yapmış, sedimantoloji ve sedimanter petrografisi hakkında bilgi vermiştir.

Coşkun vd. (1990), “Haymana-Mandıra-Dereköy Arasındaki Sahanın Petrol imkanları” isimli çalışmalarında Ankara güneybatısında bulunan Haymana ve yakın yöresinin petrol imkanları araştırılmıştır.

Capraru (1991), “Hydrokarbon trap types in the structural units of the Tuz Gölü Basin” adlı çalışmasında Tuzgölü Havzasının jeolojik oluşumu, tektonik evrimi ve sedimanter oluşumu hakkında sismik kesitler kullanarak bilgi vermiştir.

Acar ve Sonel (1998), “Haymana Formasyonunun Organik Fasiyesleri ve Jeokimyası” adlı çalışmasında Haymana formasyonunun kaynak kaya potansiyeli ve organik fasiyesleri incelenmiştir.

Çemen vd. (1999), “Tuzgölü Havzasının Yapısal Evrimi” isimli çalışmasında Tuzgölü havzasının tektonik oluşumu, stratigrafisi, yapısal jeolojisi hakkında değerlendirme yapılmıştır.

Dirik ve Erol (2000), “Tuzgölü ve Civarının Tektonomorfolojik Evrimi Orta Anadolu-Türkiye” başlıklı çalışmasında Tuzgölü ve civarının tektonik ve stratigrafik özelliklerinden bahsetmiş, bölgenin tektonomorfolojik evrimini açıklamıştır.

Derman vd. (2000), “Şereflikoçhisar-Aksaray Fay Zonunun Evrimi Hakkında Yeni Sedimantolojik Veriler” isimli çalışmasında Şereflikoçhisar-Aksaray Fay Zonu üzerinde

yapılan çalışmalarda elde edilen yeni sedimantolojik verilerle fay zonunun evrimi hakkında bilgi vermişlerdir.

Büyükutku ve Sarı (2011), “The Diagenesis of Haymana Sandstones (Upper Cretaceous), Yakacık Vicinity, Northwest of Ankara (Salt Lake Basin), Turkey” yaptıkları çalışmada Yakacık civarında st kretase yaşlı Haymana kumtaşlarının rezervuar özelliklerini araştırmışlardır. Kumtaşı diyajenezi ile ilişkili olarak rezervuar kalitesini belirlemeye yönelik bir çalışmadır.

### **1.3 Çalışmanın Amacı**

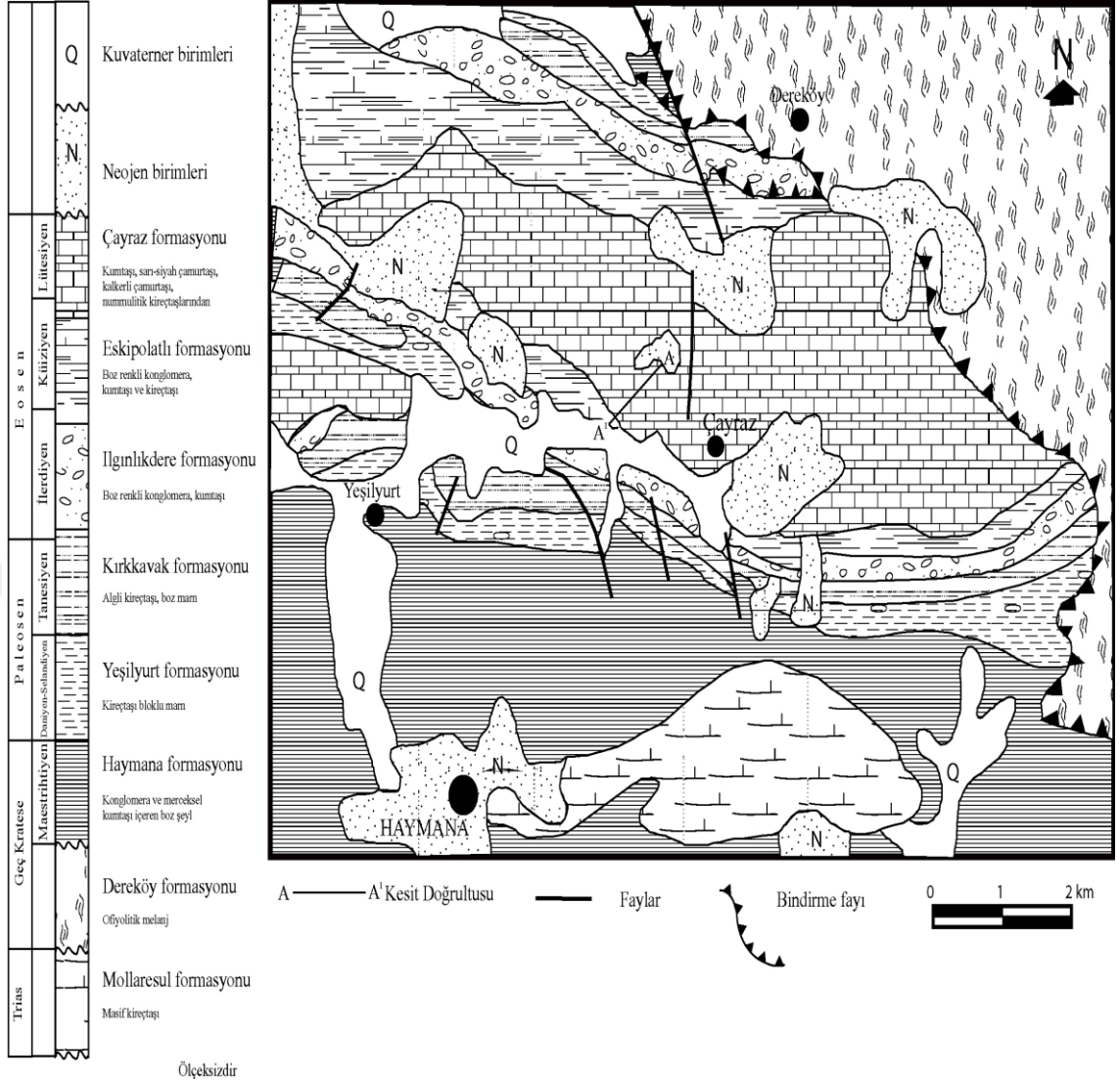
Bu araştırmada Tuzgölü Havzası'nın kuzey kesiminde (Haymana civarı) geçilen st Kretase yaşlı Haymana Formasyonu kumtaşlarının diyajenezi ile kumtaşı-şeyl litolojileri arasındaki madde transformasyonu (iyon-g ilişkisi) sonucunda oluşan kil mineralleri (klorit, illit, kaolinit ve smektit) ve bunların kumtaşı rezervuarının kalitesi üzerindeki etkileri belirlenmiştir.

## 2. BÖLGESEL JEOLJİ

İnceleme alanı Haymana ilçesi dolaylarında bulunan Haymana antiklinali ve çevresini kapsamaktadır. Haymana Havzasında en altta Temirözü formasyonu bulunmaktadır. Havza, Temirözü Formasyonu'nun üstüne gelen Jura-Alt Kretase yaşlı Mollaresul Formasyonu Üst Kretase yaşlı Haymana Formasyonu, Üst Kretase – Paleosen yaşlı Kartal Formasyonu, Çaldağ Formasyonu, Kırkkavak Formasyonu, Iğnıklidere Formasyonu, Eosen yaşlı Eskipolatlı ve Çayraz Formasyonlarını içermektedir. Haymana formasyonu kumtaşları sarı rekli, ince-kaba taneli olup, yüksek gözeneklilik (% 13.5'den fazla) içeriğinden dolayı hidrokarbon potansiyeli olarak düşünülmektedir. Çalışma alanında genellikle 350-400 m kalınlık gösteren Haymana Formasyonu Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj üzerine diskordans olarak gelir. Üst sınır Paleosen birimiyle uyumsuzdur. Haymana Formasyonu kumtaşları; dokusal açıdan olgun ve orta boylanmıştır.

Haymana - Polatlı yöresinde Maestrihtiyen'den Lütésiyen sonuna kadar olan zaman aralığında, toplam kalınlığı 5800 m ye varan ve genellikle sürekli bir çökme söz konusudur. Yörenin birçok yerinde, alttan üste doğru, ya da yanal olarak derin deniz çökellerinden şelf çökellerine, oradan da yarı karasal çökellere geçişler gözlenebilmektedir. İncelenen alanın güneydoğu kesimi, tek düze istiflenmesinden ötürü bu genellemenin dışında kalır. Yörenin paleocoğrafik evrimini genel çizgileriyle açıklığa kavuşturabilmek amacıyla, alttan üste doğru seçilen üç zaman aralığı için fasiyes haritaları yapılmıştır. Bu zaman aralıkları Maestrihtiyen (Haymana ve Beyobası Formasyonları), Alt Paleosen (Kartal, Çaldağ ve Yeşilyurt Formasyonları) ve Alt-Orta Eosen (Beldede, Çayraz ve Yamak Formasyonları) dir.

Bu birimlerden Haymana Formasyonu ilk defa Esso ve Amoseas şirketlerinin jeologları (1958 – 1959) tarafından adlandırılmış (Berki 1962), Kartal Formasyonu, Çaldağ Formasyonu, Kırkkavak Formasyonu ve Eskipolatlı Formasyonu ise ilk defa Rigo de Righi ve Cortesini (1959) tarafından adlandırılmış olup, daha sonraki araştırmacılar (Reckamp ve Özbey 1960, Ünalan vd. 1976, Görür ve Derman 1978, Dellaloğlu ve Aksu 1984, Dellaloğlu ve Aksu 1991) bu adlandırmayı kullanmışlardır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Çalışılan bölgenin stratigrafik kesiti ve jeolojik haritası (Çiner vd. 1996'dan değiştirilerek alınmıştır)



## 2.1 Ofiyolitik Melanj

Ankara Melanjı olarak da adlandırılmıştır. Tersiyer öncesi kayaçların oluşturduğu ofiyolitik kısımdır. Çoğunlukla serpantinitten oluşan matris içinde çeşitli kayaçlardan oluşan büyüklü küçüklü kayaçlardan meydana gelmiştir. Bu bloklarda bulunan kayaç türleri: Hornblendit, Gabro, Diyorit, Serpantinit, Radyolarit, Kiltası, Diyabaz, Spilit, Çört ve Kireçtaşıdır (Batman 1978a). Ankara Melanjının yerleşim yaşı tartışmalıdır. Dereköy ve civarındaki çalışmalarda Iğnıklıdere ve Kırkkavak Formasyonlarının melanjın altına doğru daldığı görülmüş ve ofiyolitlerin yaşının Miyo-Pliyosen olduğu bulunmuştur (Coskun vd. 1990). Haymana dolaylarında çökeltme havzasını etkileyen en önemli tektonik etkinlik ofiyolitik yerleşmeler sırasında olmuştur.

## 2.2 Haymana Formasyonu

Tuzgölü Havzasının en yaşlı kırıntılı birimi Haymana Formasyonudur. Genel olarak çakıltaşı kanal dolguları ve kumtaşı-seyl ardalanmasından oluşur. Havzanın orta kesiminde genellikle şeyl olup havzanın kuzey, kuzeydoğusunda ve Ankara Melanjı ile tektonik dokanaklı olduğu kısımlarda çakıltaşı ve kumtaşı hakimdir. Çakıltaşları ve kumtaşları çeşitli taban yapıları ve derecelenme gösterir. Haymana Formasyonunun en iyi mostra verdiği yer Haymana antiklinalidir. Tabanda konglomeralarla başlar, bunları gri kumtaşları ve kumlu marnlar veya kalkerli kiltası/şeyl takip eder. İstifin orta kısmı Orbitoides kapsayan konglomeratik Rudistli kireçtaşları ile başlar, kalkerli kiltaları ve mavi gri marnlarla devam eder. Üst kısım siyah şeyllerden ve kumtaşlarından oluşmuştur. Kumtaşlarının kalınlıklarında yukarı doğru bir artış görülür. Senoniyenin en üst kısmındaki kumtaşlarında asfalt belirtileri gözlenmiştir. Üst Kretase klastikleri üzerinde Paleosen Algli kireçtaşı birimi yer alır (Arıkan 1975). Haymana'nın takriben 10 km kuzeybatısında Kadıköy boğazında Algli kireçtaşı birimi kalınlaşmakta ve buna karşılık aradaki siyah şeyl tabakalarının inceliğiyle doğuya doğru kireçtaşı tabakaları birbirleriyle birleşmeye başlamaktadır. Daha doğuda Haymana antiklinalinin kuzey kanadında kireçtaşı tabakaları tek bir biyohermal ünite meydana getirirler. Burada Foraminifer ve Alglerin ince yapılarında asfaltik hidrokarbon belirtilerine rastlanmıştır.

Bu resifal Formasyonların Orta Anadolu havzalarındaki dağılım ve yayılımı henüz açıkça bilinmemektedir. Bazen 30 m kalınlığa erişen algli kireçtaşlarına Üst Kretase-Tersiyer sınırında Tuz gölü havzasının her iki kenarında, Karacadağ yükselinde ve Aksaray fay zonunda rastlanmıştır. Şu halde Algli kireçtaşı biriminin Tuz gölü havzasında, hiç olmazsa havzanın kenar kısımlarında, mevcut olabileceği farz edilebilir. (Arıkan 1975) Haymana havzasında Algce zengin ince kumlu kireçtaşları veya kalkerli kumtaşı seviyeleri kapsayan Üst Kretase marnları Algli kireçtaşı seviyeleri arasına girmiştir. Algli kireçtaşı kalın tabakalı, sert, sarı veya açık kırmızımsı kireçtaşlarıyla çok az miktarda kumlu ve marnlı ara katkılardan oluşmuştur.

### **2.3 Çaldağ Formasyonu**

Çaldağ Formasyonu Haymana – Polatlı yöresinde Erif köyü ve Çaldağ tepede mostra verir. Kireçtaşlarının çoğu tanetaşdır. Yer yer istiftaşı bandı da bulunmaktadır. Kireçtaşları bol miktarda alg, ekinit, mercan ve bryzoa parçaları içerir. Az miktarda kuvars taneleri de bulunmaktadır. Bu taneler spar çimento ile birbirine bağlıdır. Formasyonun üst kesimindeki bazı kireçtaşlarının yüzeyleri demiroksitle sıvanmıştır. Çaldağ Formasyonunun alt kesiminde hiçbir tabakalanma göstermeyen çoğunlukla vaketaşlarının ve yer yer alg biyohermlerinin bulunduğu mercer şekilli oluşumlar bulunur. Bunlar Çaldağ ve Erif köyünde göze çarparlar.

Çaldağ kireçtaşının yaşı daha önceki araştırmacılar tarafından genellikle Monsiyen olarak kabul edilmiştir (Yüksel 1972, Gökçen 1977, Ünal vd, 1976, Toker 1980). Sirel 1975 ise, Kırkkavak Formasyonunun yaşını Tanesiyen olarak vurgulamıştır. Görür 1981, “Tuzgölü-Haymana Havzasının Stratigrafik Analizi” adlı çalışmasında, Çaldağ Kireçtaşının sedimantolojik gelişimini göz önüne alarak bu birimin yaşının Monsiyen’ den Tanesiyen’ e kadar çıkabileceğini belirtmiştir.

## **2.4 Kırkkavak Formasyonu**

Haymana dolaylarında oldukça geniş alanda yüzeylenen Kırkkavak Formasyonu alt sınırı birbiriyle yanal geçişli olan Kartal, Çaldağ Formasyonlarıyla üst sınırı ise Eskipolatlı Formasyonu ile uyumludur. Formasyonun alt kesimi boz renkli marn ve mercanlı kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Kırkkavak Formasyonu genellikle yeşilimsi gri renkli pelajik ve bentonik foraminifer içerikli şeyllerden oluşur. İçerisinde ince tabakalar halinde kireçtaşı, kumtaşı ara katkıları bulunur. Kireçtaşı ara katkıları çoğunlukla alg ve miliolidli biyomikritlerden oluşur (Görür 1981a).

## **2.5 Ilgınlıkdere Formasyonu**

Şeyl ve türbiditik kumtaşlarından oluşan Formasyon rezervuar ve örtü kayası olabilecek birimleri oluşturur. Yer yer Kartal Formasyonu ile geçişlilik gösterir. Haymana kuzeyinde bulunan Ilgınlıkdere'de en iyi şekilde yüzeylenen Ilgınlıkdere Formasyonu'nun kalınlığı batıdan doğuya doğru incelmektedir. İnceleme alanının batısında kalınlığı 15-5 m. arasından değişen bir konglomera seviyesi ile başlamakta ve kumtaşı-gri marn ardalanması şeklinde devam etmektedir. Doğuda birim bir mikro konglomera merceği ile başlayıp, içerisinde yer yer çamurtaşı klastları içeren, kumtaşı-marn ardalanması şeklinde görülmektedir. Altta Yeşilyurt ve üstteki Eskipolatlı Formasyonları ile uyumlu olan Ilgınlıkdere Formasyonunun yaşı İlerdiyen olarak belirlenmiştir (Ünal vd. 1976).

## **2.6 Eskipolatlı Formasyonu**

Eskipolatlı Formasyonu tabandan tavana esas itibarıyla şeyllerden oluşur. Alt kesimlerde şeyllerle ara katkılı olarak kumtaşı bantları yer alır. Kumtaşları derecelenmelidir. Şeyllerle olan alt dokanakları keskindir. Üst kesimlere doğru kumtaşı ara katkıları tamamen yok olur ve yerini kireçtaşı bandına bırakır. Ilgınlıkdere Formasyonu'nun üst seviyelerindeki kumtaşları üzerine, koyu gri renkli şeyller ile ince kumtaşı tabakalarının ardalanmasından oluşmuş Eskipolatlı Formasyonu gelmektedir.

Birim litolojik olarak % 80-85 oranında şeyl içermesi nedeniyle kolaylıkla aşınmaya elverişli olup, yüzeyletiği bölgeler topoğrafik açıdan alçak rölyefi oluşturur. Formasyonun kumtaşları ince kum boyunda malzemeden oluşmuş, paleoakıntı yönü ölçülebilecek taban yapıları ile diğler sedimanter yapıları içeren arenitlerdir. Bu özellikleri dikkate alınışında, Eskipolatlı Formasyonu kırıntılı istifin düşük enerjili türbid akıntılarla taşındığı söylenebilir. Daha önceki araştırmacılarca yaşı İlerdiyen-Küvizien olarak saptanmıştır.

## **2.7 Çaldağ-Yeşilyurt Formasyonu**

Haymana-Polatlı bölgesinde en tipik olarak Ahırlıkuyu köyü güneyindeki Çaldağ'da yüzeylenen Çaldağ Formasyonu doğu-batı doğrultusunda uzanan geniş yanall devamlılığa sahip karbonat kayaçlarından oluşmuştur. Haymana'nın batısında kalınlığı 408 m. olan bu formasyonun, genel olarak kalınlığı 0,5 m ile 1,6 m. arasında değışen kireçtaşı tabakaları (kalkernit) ile açık gri renkli marnlardan oluşmuştur. Sirel ve Gündüz (1976) tarafından Monsiyen, Meriç ve Görür (1980) tarafından ise yaşı Tanesiyen'e kadar çıkan Yeşilyurt Formasyonu istifin kuzeydoğı ve doğu kesiminde yüzeylenmektedir. Monsiyen yaşı Çaldağ Formasyonu'nun ana litolojik birimlerini, kumlu kireçtaşı-marn aralanmaları ile boyutları değışken kireçtaşı olistolitleri oluşturmaktadır.

## **2.8 Yamak Çayraz Formasyonu**

İnceleme alanının batısında, Paleojen istifi flaksotürbidit ve türbidit kumtaşlarından oluşmuş Yamak Formasyonu ile sona ermektedir. Formasyon bir yükselme ve erozyonu takiben, Neojen yaşı karasal ortam konglomeraları tarafından örtülmüştür. Çalışma bölgesinin doğusunda ise, birim yanall fasiyes değışikliğine uğrayıp Eskipolatlı Formasyonu üzerine gelen nümmülitli kireçtaşları ile marn aralanmasına dönüşmektedir. Yamak Formasyonu ile kronolojik açıdan eşleştirebilen Çayraz Formasyonu (Küvizien-Lütesiyen) hiçbir sedimanter yapı içermemekte olup, çökelleme ortamı ve litolojik açılardan Yamak Formasyonundan farklıdır. Gökçen (1976a,b, 1980

a) ve Demirel (1983) tarafından ayrıntılı olarak incelenmiş Yamak Formasyonu iki farklı yönde gelişmiş orta yelpazenin oluşturduğu konglomera, kumtaşı ve marn ardalanmasından ibarettir (Gökçen ve Kelling 1983). Bu araştırmacılara göre Çayraz Formasyonu sığ denizel bölgede çökelirken, aynı zaman aralığında, Yamak Formasyonu derin denizel ortamda oluşmuştur. Her iki birimin de bölgesindeki kalınlığı 350 m.'dir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada Tuzgölu Havzası'nın kuzey kesiminde (Haymana civarı) geçilen Üst Kretase yaşlı kumtaşı-şeyl birimlerinden oluşan Haymana Formasyonu çalışılmıştır. Çalışma saha ve laboratuvar çalışmaları olmak üzere iki aşamadan oluşmuştur. Arazide alınan örneklerin sedimantolojik özellikleri tanımlanmıştır.

Bu tez çalışmasında ince kesit petrografisi ve XRD (X Ray difraktometre), SEM (Taramalı Elektron Mikroskop)-EDS (Enerji Dispersiv Spektrometre), FTIR (Fourier dönüşümlü kızılötesi ışın spektroskopisi) ve NMR (Nükleer Magnetik Rezonans) analizleri yapılmıştır.

Kumtaşlarının sedimanter petrografik özelliklerini belirlemeye yönelik olarak ince kesit petrografi çalışması yapılmıştır. Numunelerin mineralojik bileşimleri X Ray difraktometre ile tüm kaya ve kil fraksiyonu çekimleri (normal, etilen glikollü ve fırınlanmış olarak) yapılarak belirlenmiştir. Kumtaşlarında poroziteli alanları belirlemeye yönelik olarak mavi reçine (epoksi) analizi, mineral ve porozite yüzdesini belirlemeye yönelik olarak model analiz yapılmıştır. Otijenik kil minerallerini belirlemeye yönelik olarak X Ray Difraktometre (Tüm kayaç ve ayrıntılı kil analizi), minerallerin morfolojik özelliklerini inceleyebilmek için SEM (elektron mikroskop), kil minerallerinin kimyasal bileşimini belirlemeye yönelik olarak kantitatif element analizi EDS (enerji dağılım spektroskopisi) yapılmıştır. Yine killer üzerinde FTIR (Fourier dönüşümlü kızılötesi ışın spektroskopisi) analizi yapılmıştır. Bu analiz aracılığıyla killerin tabakalanma yapılarının belirlenmesi, kil minerallerinin ve organik maddenin hangi fonksiyonel grupları içerdiği, yapıların bağ şekilleri hassas bir şekilde saptanmıştır.

Fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi (FTIR) (NicoletMagna 750 ) organik örneklerin kimyasal kökenini ve kumtaşı-şeyl örneklerinde otojenik kil tipini belirlemek için kullanılmıştır. FTIR analizleri Aveiro Üniversitesi laboratuvarlarında 8 yüzey örneğinde gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek için  $4\text{ cm}^{-1}$  çözünürlükle 128 tarama

kaydedilmiştir. ATR spektrumları ZnSe kristali ile MIRacleTM (PIKE technologies, tek yansmalı yatay ATR aparatı) kullanılarak çekilmiştir. Toz örnek ZnSe kristalinin üzerine yerleştirilmiş ve mikrometre-kontrollü sıkıştırma elamanı ile sıkıştırılmıştır.

Kullanılan bir başka bir metot da Nükleer Magnetik Rezonans (NMR)'dir. NMR analizi ile özellikle hidrokarbon aramaları için önem arz eden smektit-illit türü killerin yapıları daha kesin olarak belirlenmiştir.  $^{27}\text{Al}$  NMR ile tetrahedral ve oktahedral yerler arasındaki alüminyum katyonunun dağılımı gözlenmiştir.  $^{29}\text{Si}$  NMR ile tetrahedral tabakadaki alüminyum varlığı ve ara tabaka türlerinin kimyasal doğası gözlenmiştir.  $^{27}\text{Al}$  ve  $^{29}\text{Si}$  NMR Bruker CXP-300 cihazı ile sırasıyla 78.2MHz ve 59.6 MHz' de ölçülmüştür. Her iki durumda da döndürme frekansı 4.5kHz'dir.  $^{27}\text{Al}$  NMR için tekrarlama süresi 1 s.'dir ve sinyaller 400-2600 kez toplanmıştır.  $^{29}\text{Si}$  NMR için tekrarlama süresi 2 s.'dir ve sinyaller 500-1000 kez toplanmıştır.  $^{27}\text{Al}$  ve  $^{29}\text{Si}$  çekirdeğinin kimyasal kayması sırasıyla  $\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$  ve TMS (tetrametilsilan) standart örnekleri kullanılarak ölçülmüştür.

Rezervuar özelliklerini belirlemeye yönelik olarak 6 adet 1- 1.5" ebatlarındaki silindirik kumtaşı numuneleri üzerinde porozite ve permeabilite analizleri TPAO laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

#### 4. SEDİMANTOLOJİ VE SEDİMANTER PETROGRAFI

İncelenen alanında yer alan Üst Kretase yaşlı Haymana Formasyonu kumtaşı-şeyl örnekleri jeoloji disiplini içerisinde değişik yönlerden incelenmiştir. Çalışmalar esnasında arazi gözlemlerinin yerine laboratuvar çalışmaları yoğunluk kazanmıştır. İnceleme alanında belirlenen 3 farklı lokasyondan alınan numunelerin ince kesitleri yapılmıştır. İnce kesitler optik mikroskopta çeşitli analizlere tabii tutulmuştur. Bu laboratuvar analizlerini ve uygulanan metotları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz.

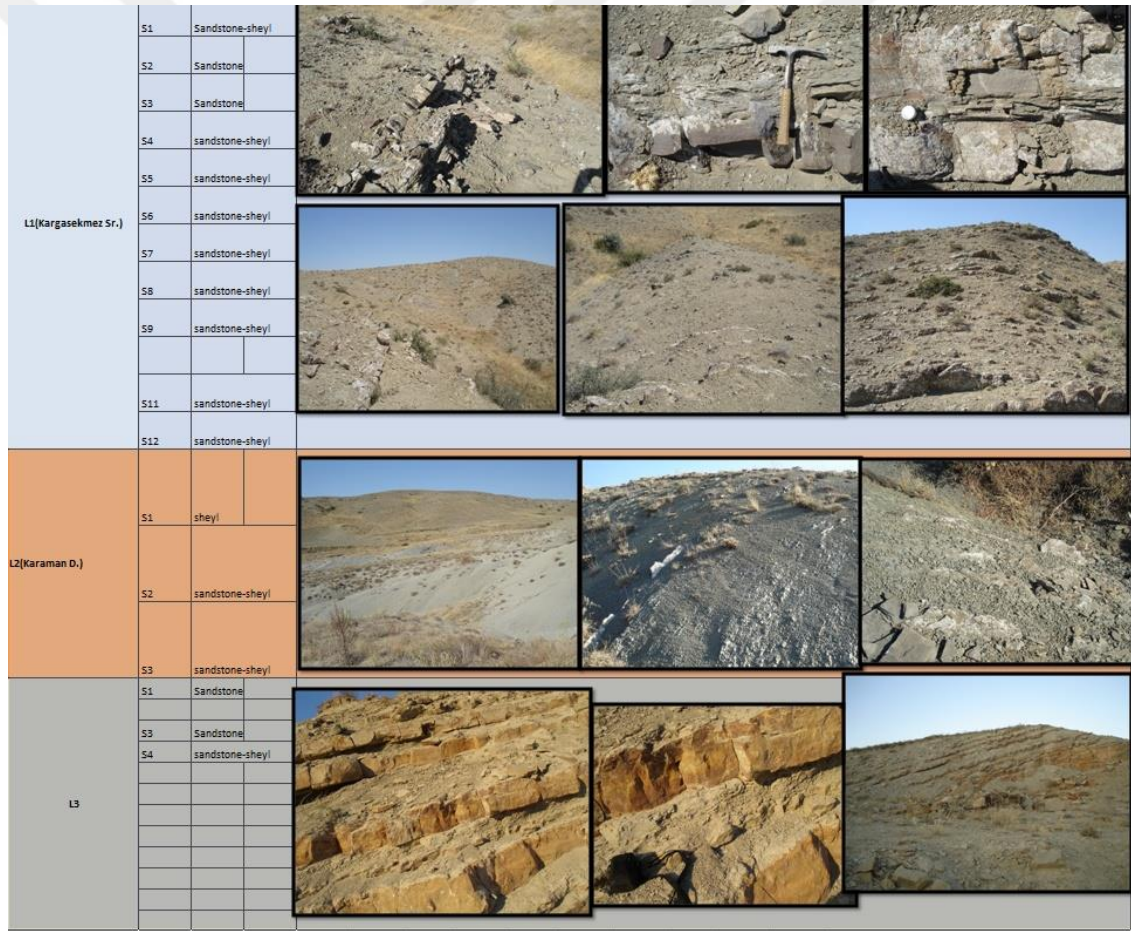
- a. Petrografik bulgular:** İnceleme alanında yer alan kumtaşlarında yapılan bu gözlem kayacı oluşturan bileşenlerin (minerallerin) optik mikroskopta belirlenmesi şeklindedir.
- b. Kaya cinsi:** İnceleme alanında kumtaşı McBride (1963)'e göre tanımlanmışlardır.
- c. Tane boyu analizleri:** Bu analizlerde minerallerin ve kayaçların tane boyları optik mikroskopta mikro metre yardımı ile ölçülmüştür (Pettijohn vd. 1973).
- d. Boylanma:** Minerallerin dağılım boyu yayılımları dikkate alınarak optik mikroskopta tane boyu analiz yöntemi ile (Pettijohn vd. 1973) ölçülmüştür.
- e. Yuvarlaklık:** Bu analiz optik mikroskopta Pettijohn vd. (1973)'e göre yuvarlaklık diyagramları dikkate alınarak yapılmıştır.
- f. Kimyasal değişimler:** Bu analizler özellikle hazne kaya özelliği sunan kumtaşlarının gözeneklilik ve geçirgenliklerini azaltan otijenik kil mineralleri, kuvars ve feldspat büyümeleri ile bağlayıcı ve tanelerde görülen ikincil çözünmelerdir.
- g. Taneler arası dokanak türü:** Bu analiz ince kesitte Pettijohn vd. (1973) sınıflamasına göre yapılmıştır.

##### 4.1 Haymana Formasyonu

Maestrihyen yaşlı Haymana Formasyonu inceleme alanı stratigrafik istifinin en alt birimi olup geniş yüzeysel yayılıma sahiptir. Yaklaşık doğu-batı doğrultulu Haymana antiklinalinin apeksinde yer alan bu formasyon, açık yeşil renkli kumtaşı-marn ardalanmasından oluşur. Formasyonun bölgenin batısında ölçülen stratigrafik kalınlığı 1762 m, doğusunda ise 1138 m'dir. Batıda tipik fliş fasiyesi şeklinde gözlenen bu

formasyon doğuya doğru yanal fasiyes değişikliğine uğramakta ve doğuda birim içerisinde makro fosilli kumlu kireçtaşı tabakaları ile petrollü kanal dolguları görülmektedir. (Şenalp ve Gökçen 1978). Birim Haymana'nın doğusunda Çaltepe'de yüzeylenen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Mollaresul Formasyonu üzerine gelen Dereköy Formasyonu ile uyumsuz konumdadır.

İnceleme alanında belirlenen 3 farklı lokasyondan yüzey numuneleri alınmıştır. Petrografik amaçlı olarak ince kesit haline getirilen numuneler optik mikroskopta incelenmiştir.

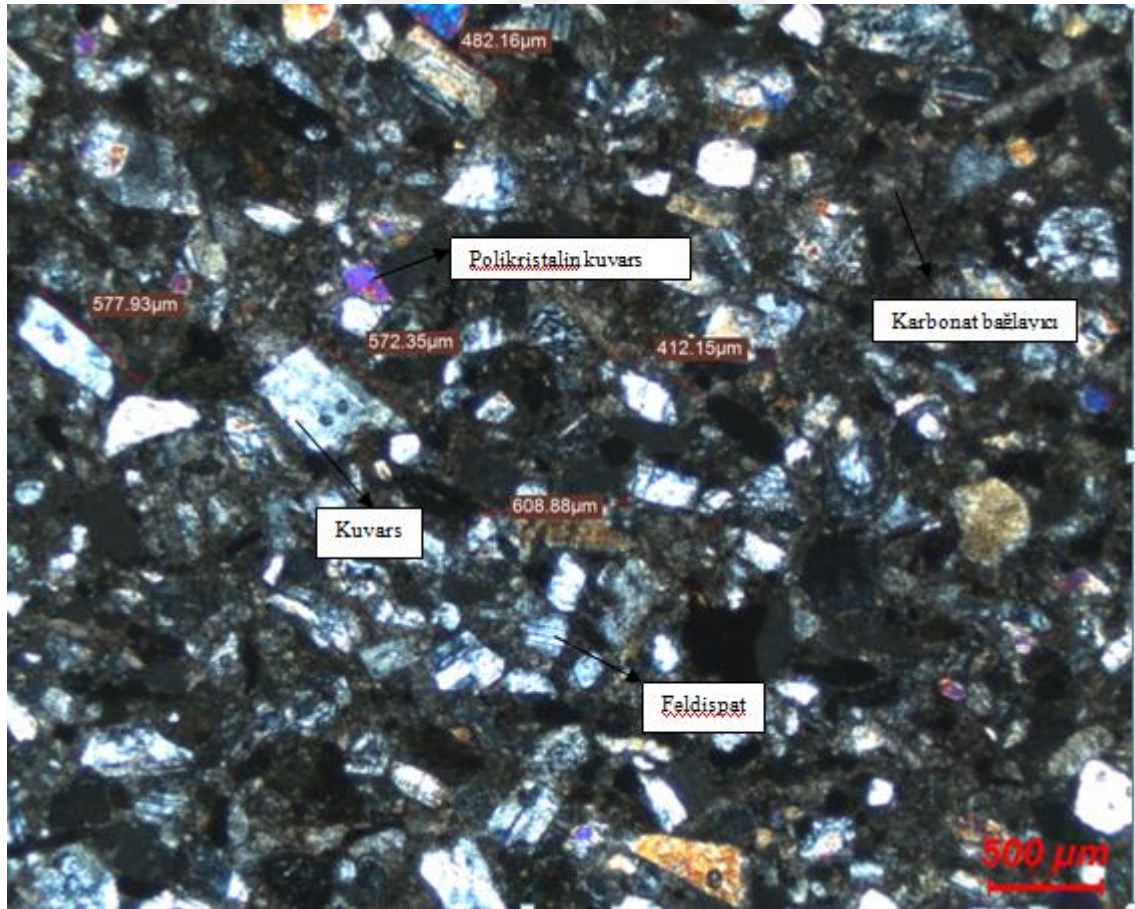


Şekil 4.1 Haymana Kumtaşı-Şeyllerinin lokasyonlara (L) göre arazi görünümü

## 4.2 Mineral ve Kaya Türleri

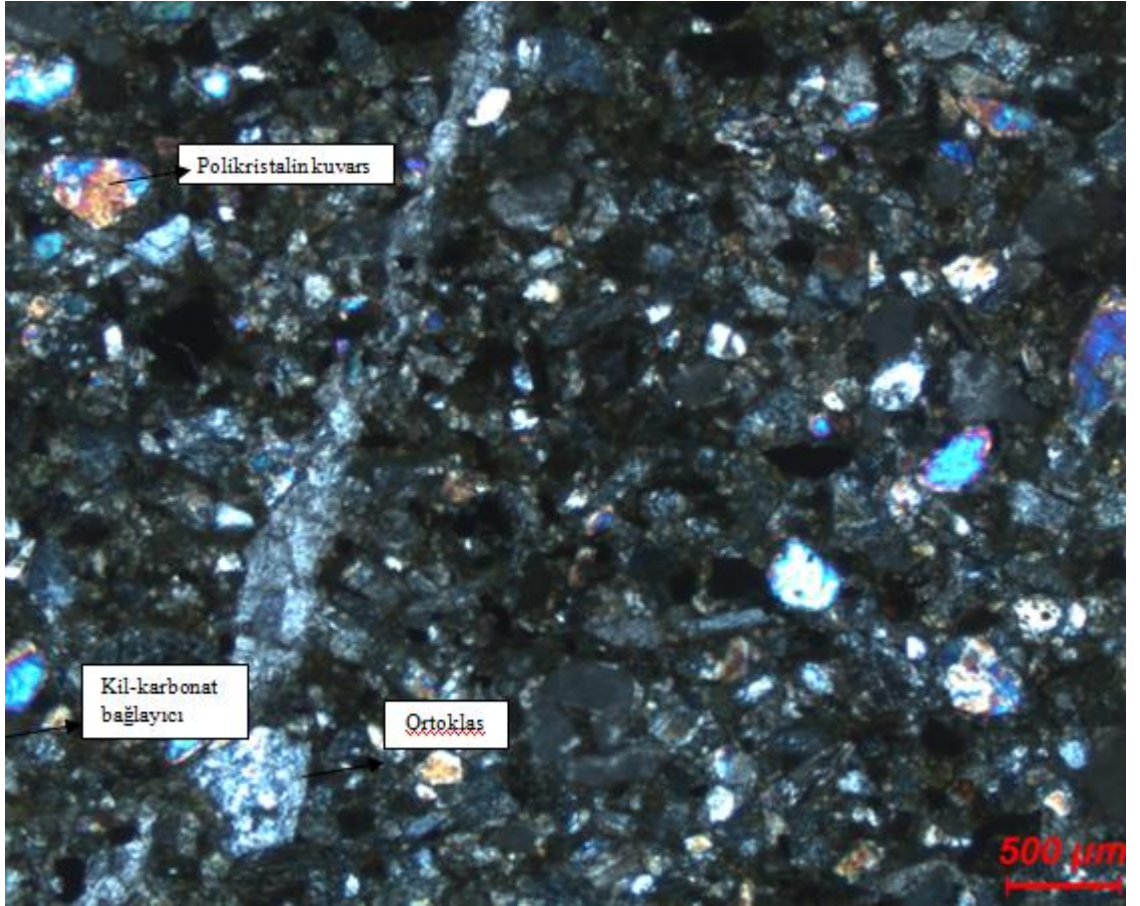
Kumtaşları genel olarak ortaklas, plajjoklas, kuvars, klorit, sedimanter kayaç parçası (kuvarsit, kireçtaşı) ve volkanik kayaç parçası ile opak minerallerden (pirit) oluşmuştur. Sedimanter petrografi çalışmaları sırasında kumtaşları Folk (1970)'e göre sınıflandırılmıştır.

L1-1: İri taneli kuvars parçacıkları, mika ve organik madde içeren bağlayıcı madde bulunmaktadır. Kuvarsit, ortaklas, yaklaşık % 15 feldispat, % 25 kuvars, plajoklas (zonlu-basınç etkisi), bağlayıcı türleri, karbonat-kil bulunmaktadır. Kırık çatlak içeren feldispat, kalsit çimento-bağlayıcı madde, karlspat ikizlenmesi görülmekte olduğu tespit edilmiştir.

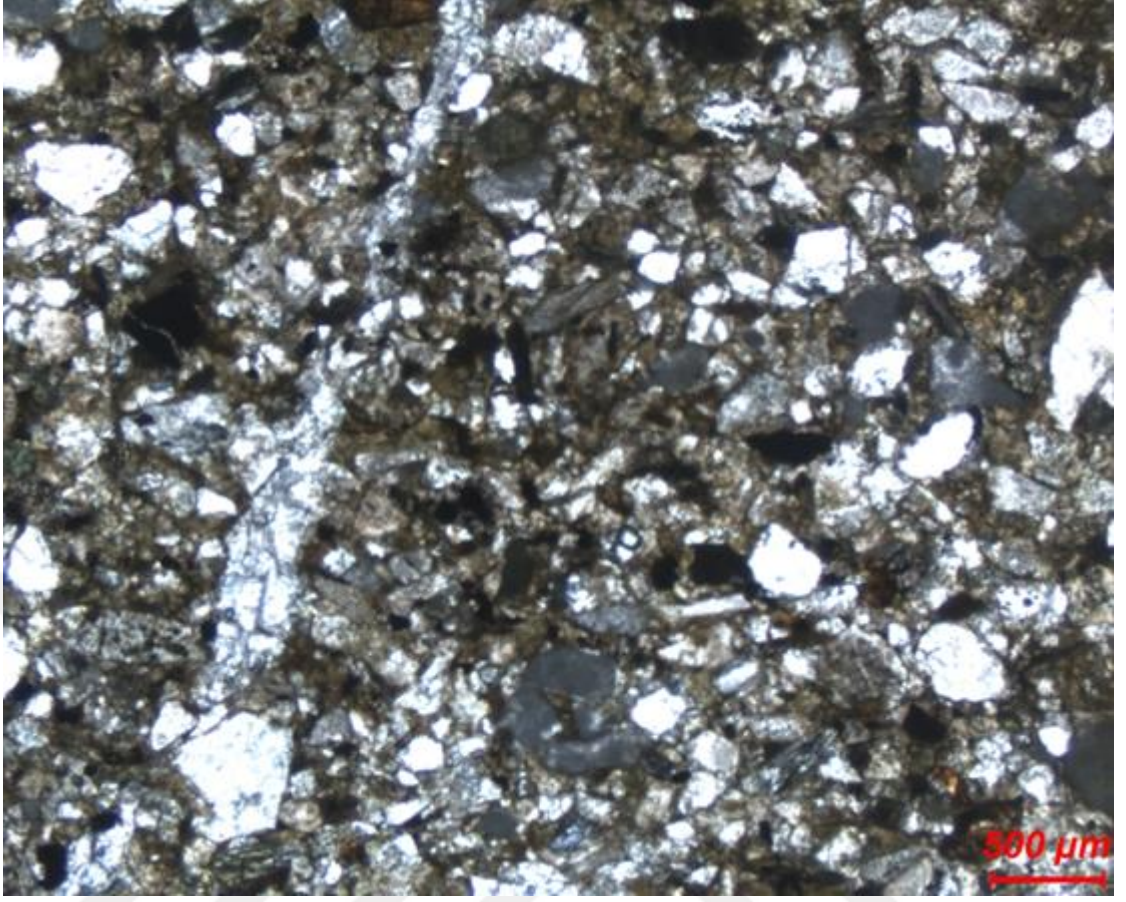


Şekil 4.2 Haymana Formasyonu L1-1 numunesine ait ince kesit görüntüsü

L-1-2: Orta- iri taneli –kötü orta boylanmalı kuvars parçacıkları (monokristalen-polikristalen), kanal şeklinde silisle dodurulmuş kırıklar bulunmakta olup, dalgalı sönme gösteren kuvarsla bulunmakta, polikristalen yapıdaki kuvars taneleri düz ve kenetli (sutured) sınır tipine sahipler. Yarı yuvarlak kuvars taneleri izlenmiştir. Kil-Karbonat bağlayıcı içermektedir. Ortoklas izlenmiştir. Feldispatlar yaygın olup arkoz grubu kumtaşı olarak değerlendirilmiştir (Folk 1970).



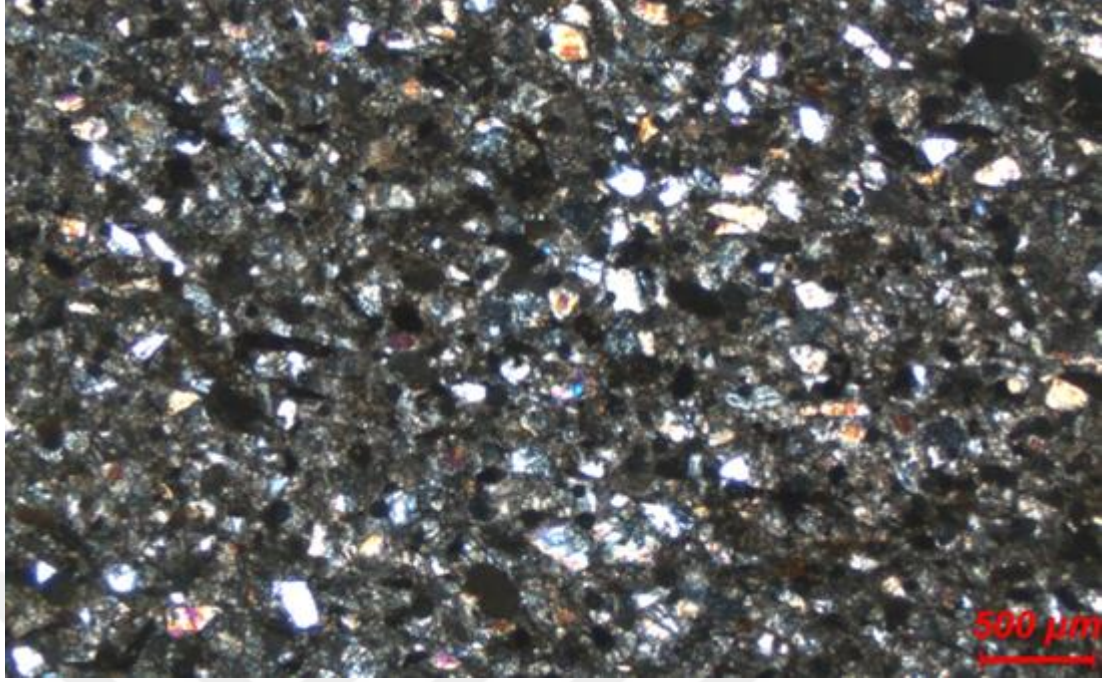
Şekil 4.3 Haymana Formasyonu L1-2 numunesine ait ince kesit görüntüsü



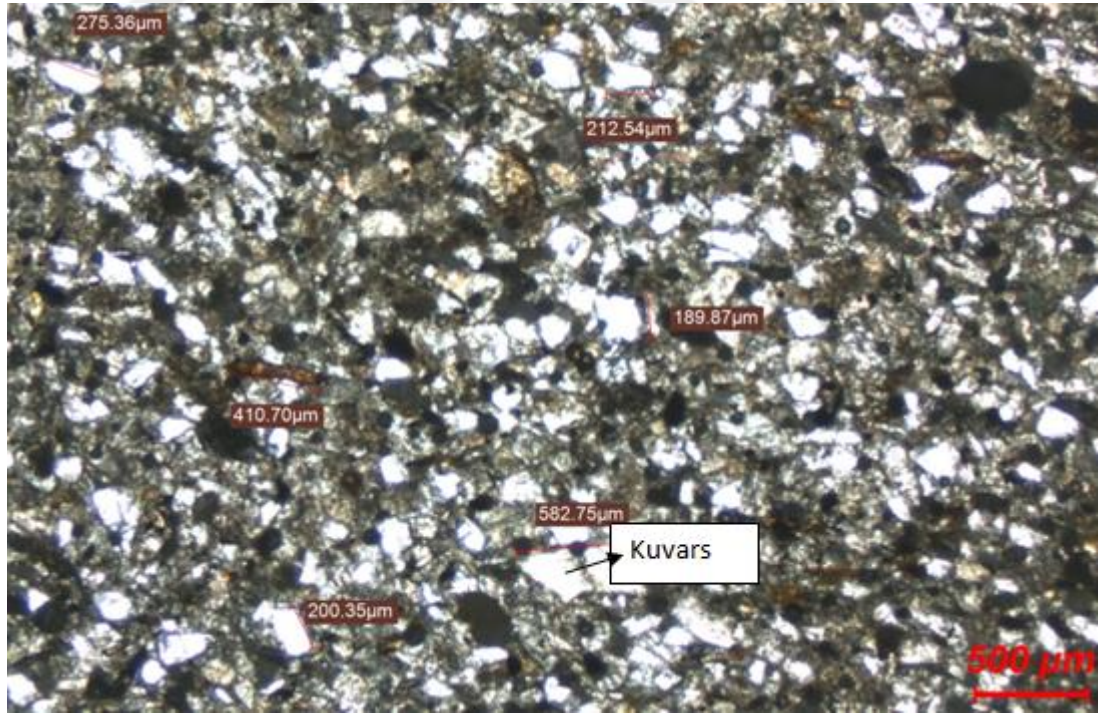
Şekil 4.4 Haymana Formasyonu L1-2 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-1-3: Orta- iri yarı yuvarlak taneli kuvars parçacıkları (monokristalen-polikritalen), polikristalen yapıdakiler düz ve kenetli (sutured) sınır tipine sahiptir. Kil-karbonat demiroksit ve organik madde içeren bağlayıcı madde bulunmaktadır. Klorit bulunmaktadır.

L-1-4: Orta - küçük taneli monokristalen ve polikristalen yapıya sahip yarı yuvarlak kuvars parçacıkları, ortoklas, kil-karbonat ve demiroksit içeren bağlayıcı madde varlığı tespit edilmiştir.

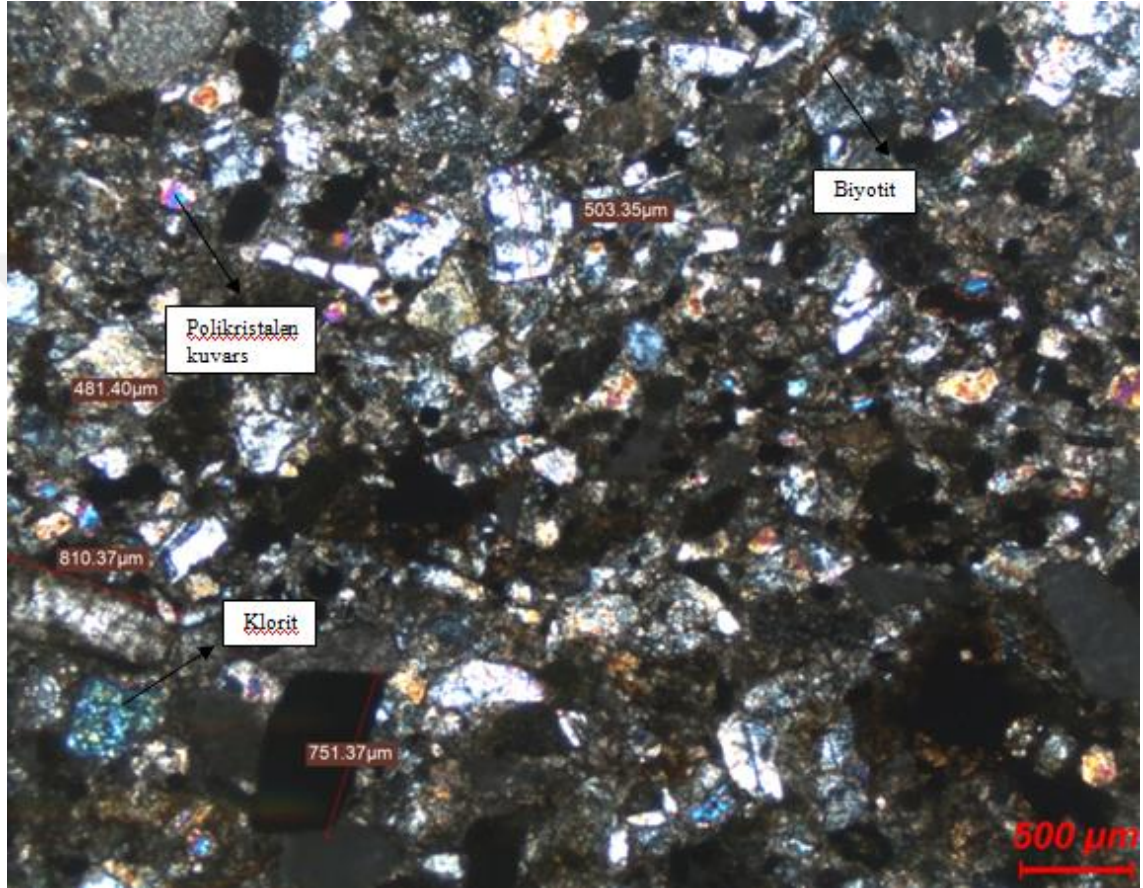


Şekil 4.5 Haymana Formasyonu L1-4 numunesine ait ince kesit görüntüsü



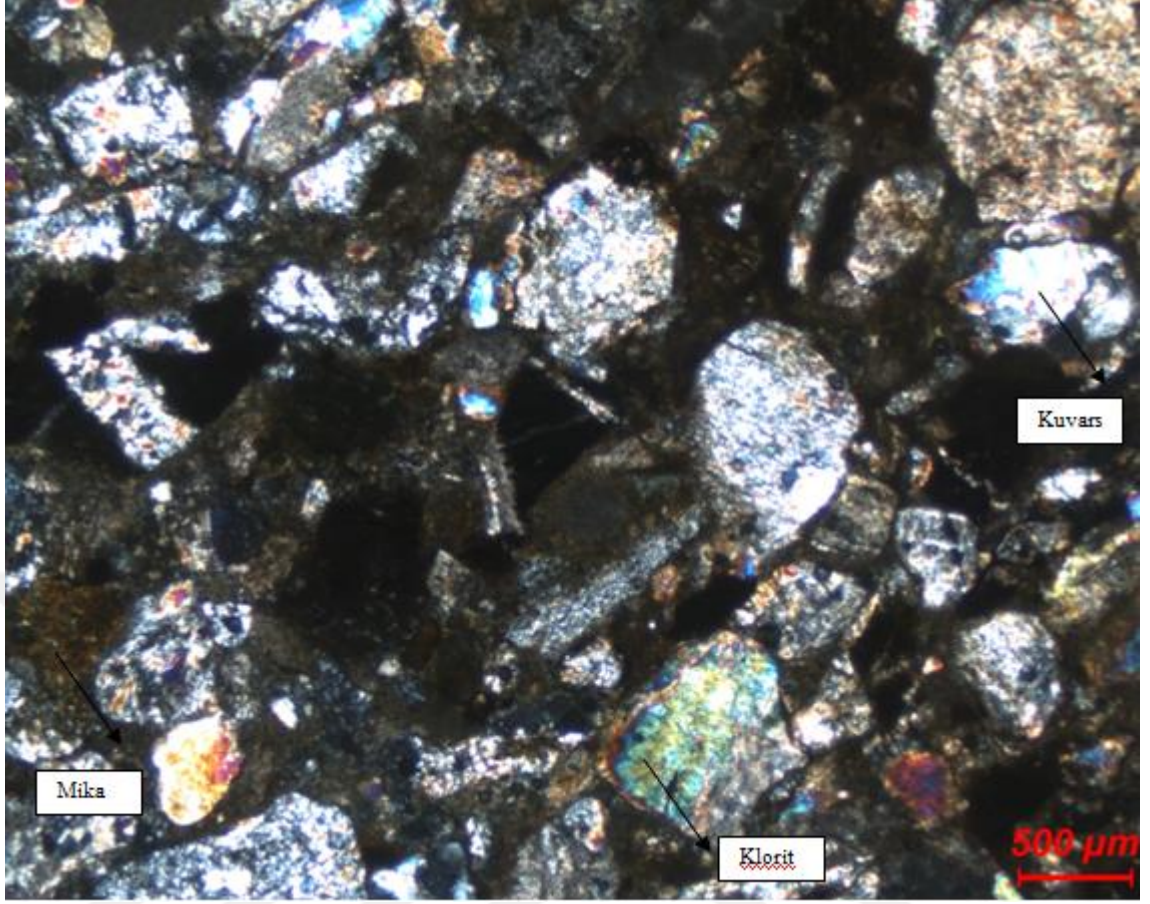
Şekil 4.6 Haymana Formasyonu L1-4 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-1-5: Mika (biyotit) ve orta-küçük yarı yuvarlak kuvars parçacıkları bulunmakta olup, polikristalen yapıdakiler düz ve kenetli (sutured) sınır tipine sahiptirler. Az miktarda klorit bulunmaktadır. Bağlayıcı maddenin Kil-karbonat demiroksit içerdiği görülmektedir.



Şekil 4.7 Haymana Formasyonu L1-5 numunesine ait ince kesit görüntüsü

L-1-6: Klorit, mika (biyotit), organik madde (fosil içeriği) vardır. Orta - kötü boylanmaya sahip kuvars parçacıkları (monokristalen-polikristalen), polikristalen yapıdakiler düz ve kenetli (sutured) sınır tipine sahiptirler. Kil-karbonat demiroksit ve organik madde içeren bağlayıcı madde ve feldispat (killeşmeler -alterasyon) içeriği mevcuttur. Taneler üzerinde kırık ve çatlaklar görülmektedir. Zonlu plajyoklaslar mevcuttur. Kırıklı yapıya sahip kuvars mineralleri, köşeli yarı yuvarlak taneler tespit edilmiş olup. Demiroksit sıvamaları mevcuttur. Kayaç parçaları bulunmaktadır.



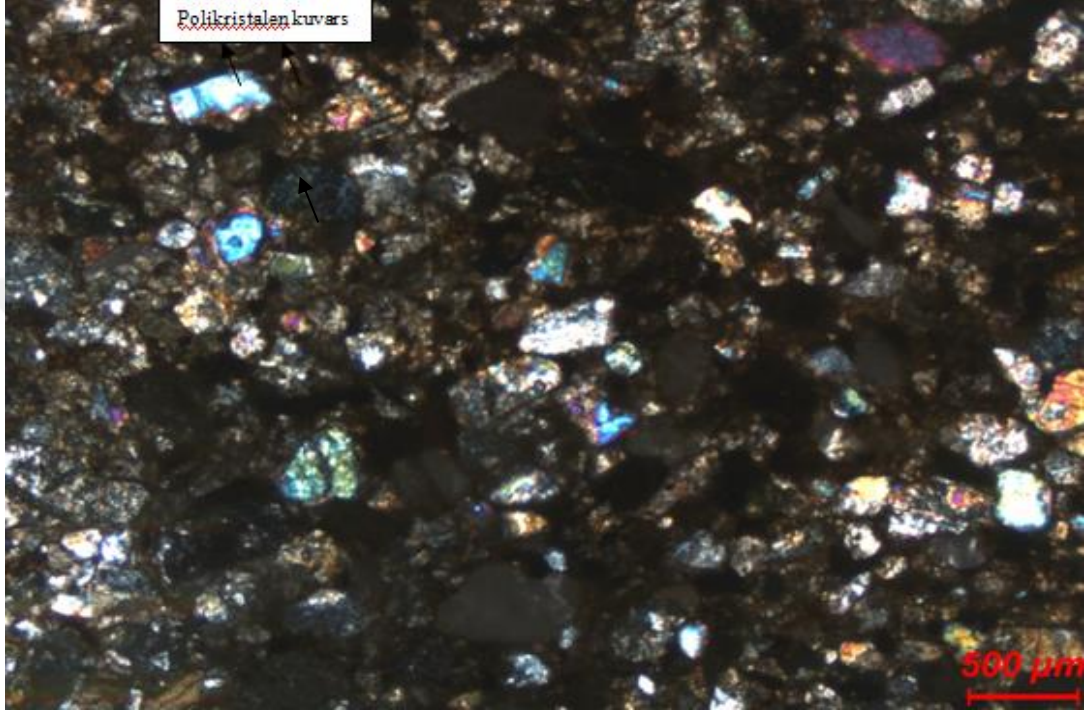
Şekil 4.8 Haymana Formasyonu L1-6 numunesine ait ince kesit görüntüsü

L-1-7: Klorit, mika(biyotit), organik madde (fosil içeriği) vardır. Orta boylanmaya sahip kuvars parçacıkları (monokristalen-polikristalen), polikristalen yapıdakiler düz ve kenetli (sutured) sınır tipine sahiptirler. Kil-karbonat demiroksit, organik madde içeren bağlayıcı madde ve feldispat içeriği mevcuttur. Yarı yuvarlak - yarı köşeli taneler tespit edilmiş olup orta boylanma görülmektedir. Demiroksit sıvaması gözlenmektedir. Taneler oldukça fazla kırık çatlak içermektedir. Çatlakları doldurmuş kil mineralleri-stilolit vardır.

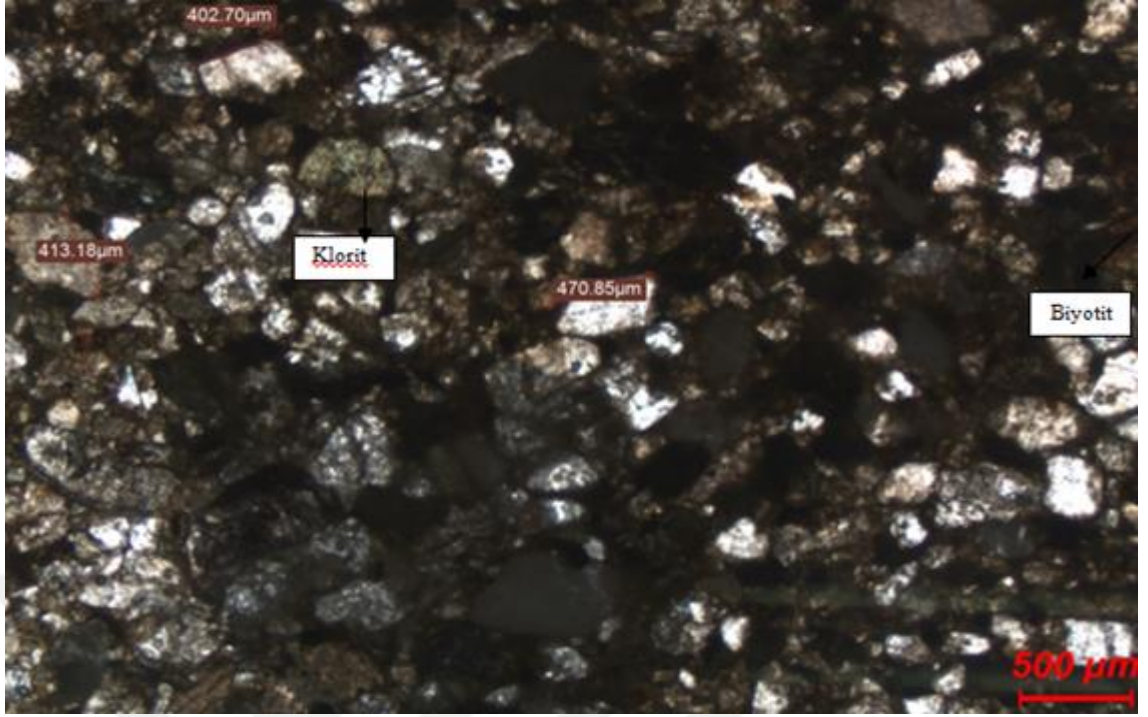
L-1-8: Klorit, mika(biyotit), küçük kötü boylanmaya sahip kuvars parçaları. Karbonat-kil-demir bağlayıcı madde bulunmaktadır.

L-1-9: Mika(biyotit), küçük kötü boylanmaya sahip kuvars parçaları. Karbonat-demir bağlayıcı madde bulunmaktadır.

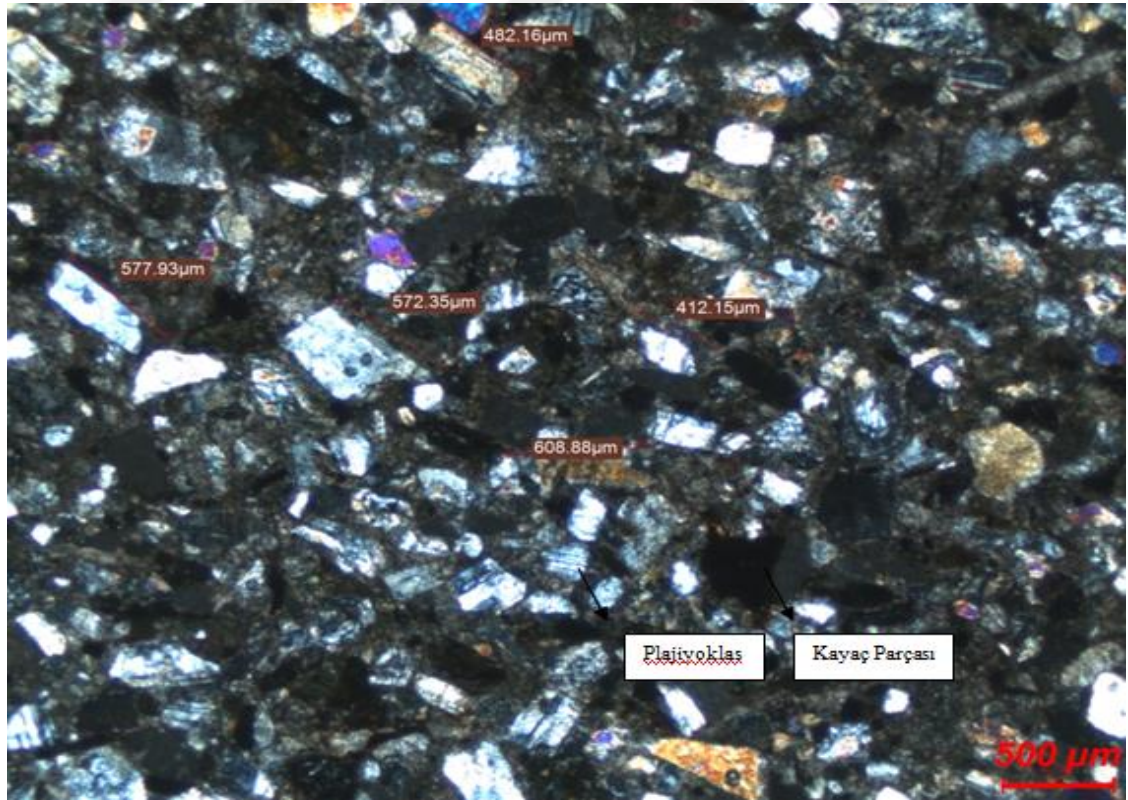
L-1-11: Mika (biyotit), ince taneli orta büyüklükte kuvarsa parçacıkları, orta boyolanmaya sahiptirler. Polikristalen yapıdakiler düz ve kenetli (sutured) sınır tipine sahiptirler. Kil(yaygın)-karbonat demiroksit içeren bağlayıcı madde, stilolit oluşumu mevcuttur.



Şekil 4.9 Haymana Formasyonu L1-11 numunesine ait ince kesit görüntüsü

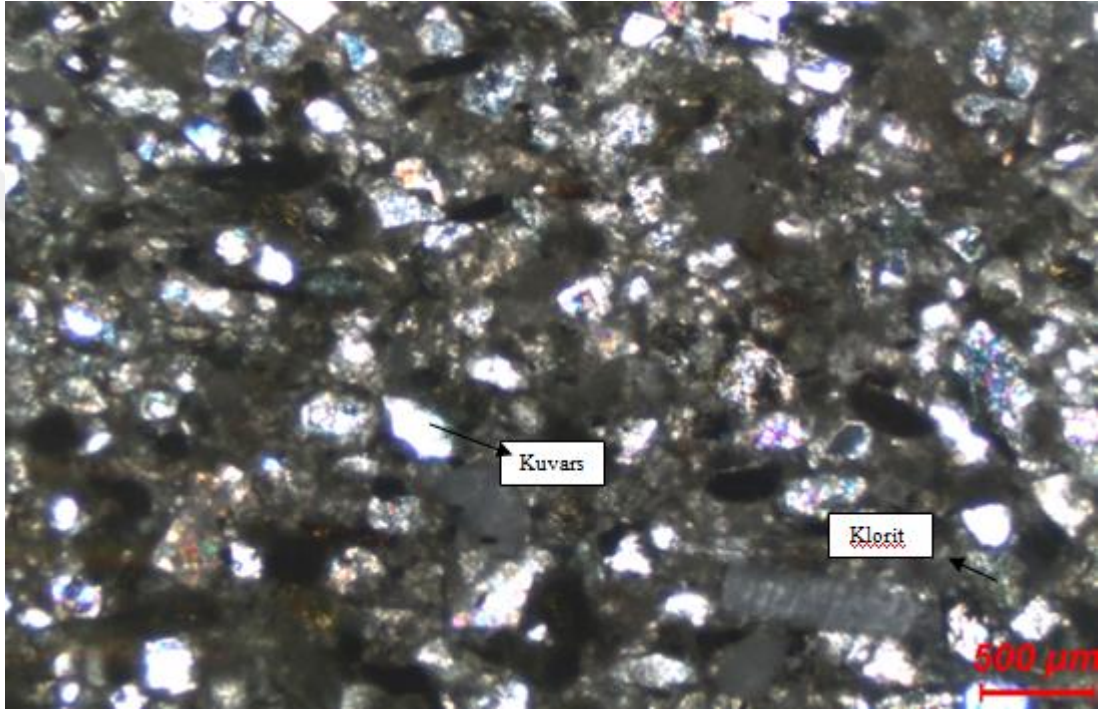


Şekil 4.10 Haymana Formasyonu L1-11 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

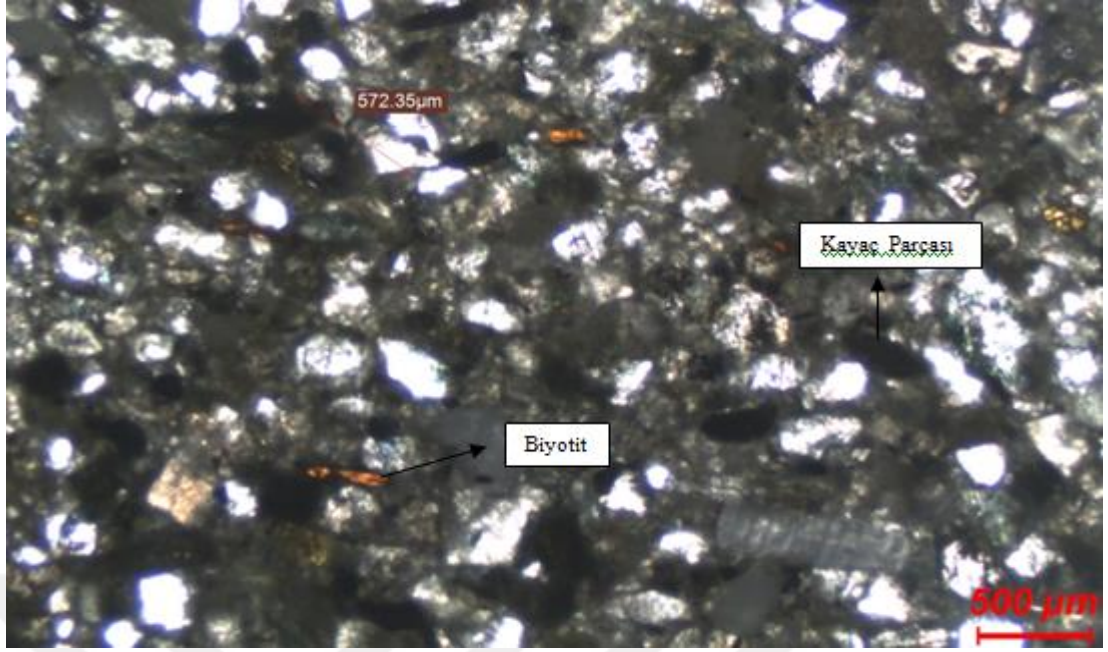


Şekil 4.11 Haymana Formasyonu L1-12 numunesine ait ince kesit görüntüsü

L-1-12: Yaygın olarak kil bağlayıcı görülmekte olup tane boyu artmıştır. Köşeli-yarıyuvarlak taneler hakimdir. Orta boylanma görülmektedir. Pijama ikizi gösteren plajyoklas görülmektedir. Tane ilişkisi düz-iç bükeydir. Diyajenezin etkisinin artmış olduğu düşünülmektedir. Kayaç parçaları ve Feldispat içerir. Taneler kırık ve çatlak içermektedir. Monokuvars yaygın ama polikuvars tanelerine de rastlanmaktadır. Kuvars büyümeleri izlenmektedir.

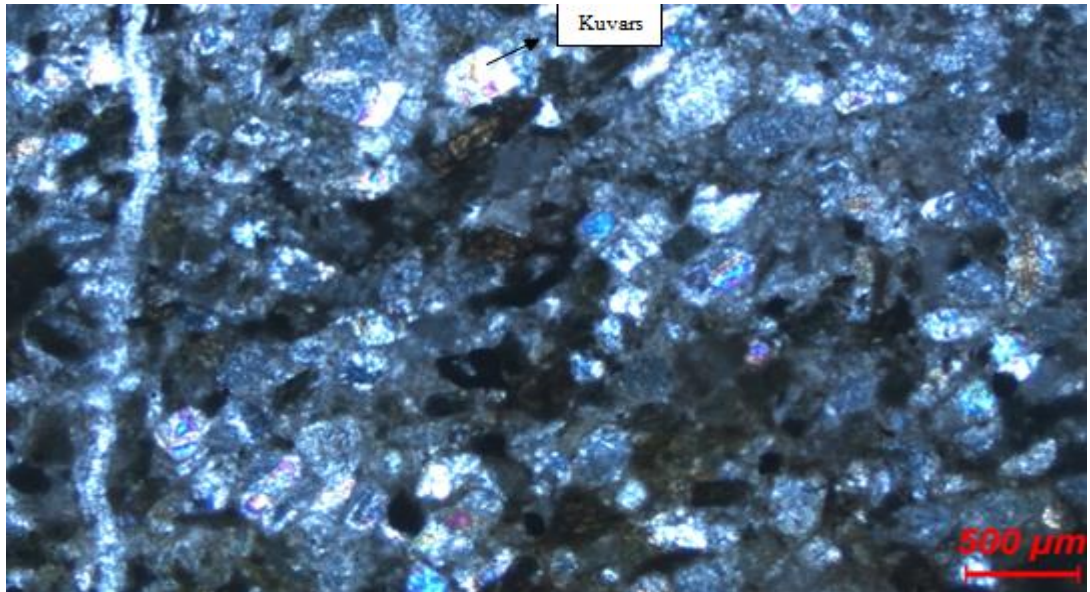


Şekil 4.12 Haymana Formasyonu L2-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

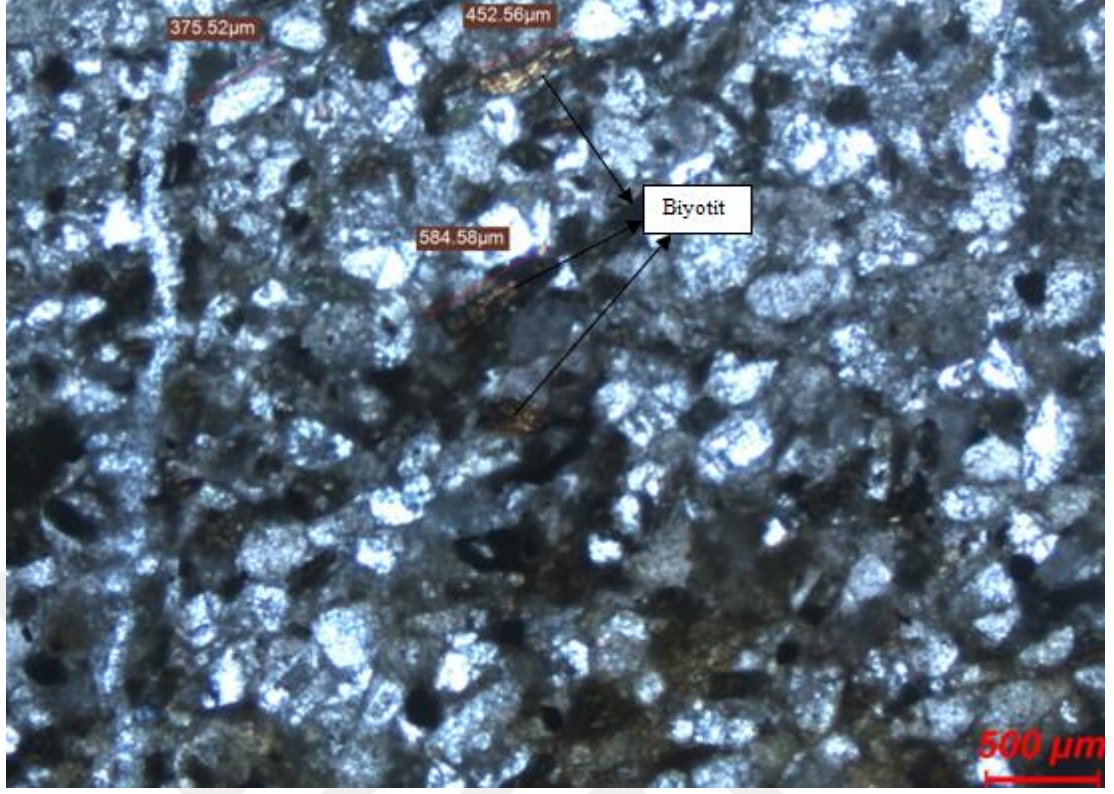


Şekil 4.13 Haymana Formasyonu L2-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-2-1: Mika (biyotit) , klorit, fosil, kayaç parçacıkları, feldispat, karbonat, kil ve demir bağlayıcı bulunmaktadır. Köşeli-yarı yuvarlak taneler hakimdir. Taneler kırık ve çatlak içermektedir. Orta boylanma görülmektedir. Tekli veya çoklu kuvars parçacıkları görülmektedir.

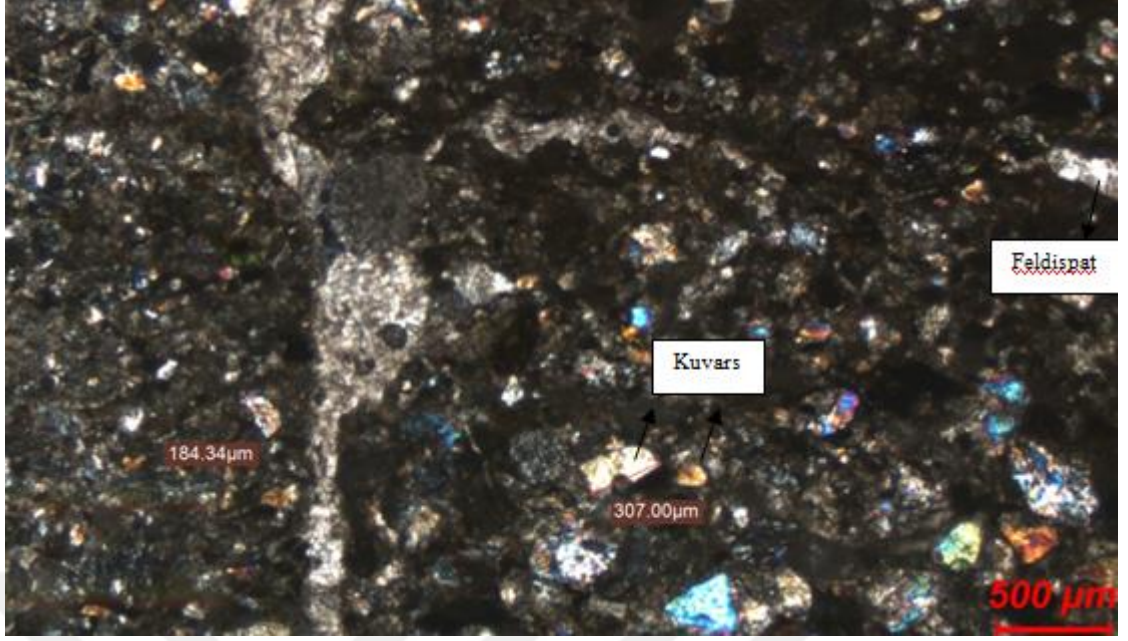


Şekil 4.14 Haymana Formasyonu L2-2 numunesine ait ince kesit görüntüsü

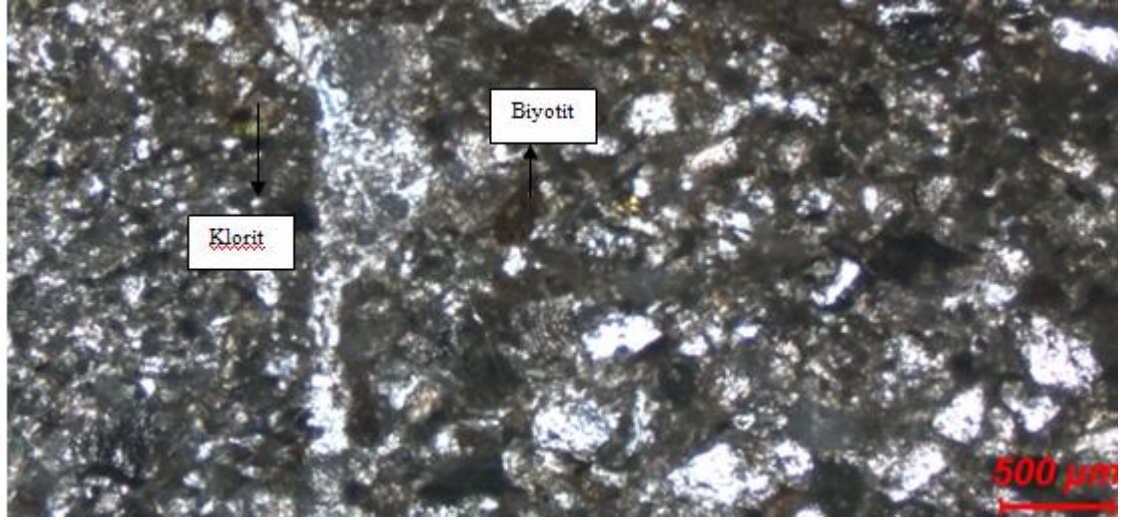


Şekil 4.15 Haymana Formasyonu L2-2 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-2-2: Mika (biyotit), klorit, kayaç parçacıkları feldispat, karbonat, kil bağlayıcı, şeyl veya sleyt parçacıkları ve demir bulunmaktadır. Köşeli-yarı yuvarlak taneler hakim olup taneler kırık ve çatlak içermektedir. Orta boylanma görülmektedir. Tekli veya çoklu kuvars parçacıkları görülmektedir. Demiroksitli-limonit bağlayıcı madde mevcuttur. Kil mineralleri ve karbonat bağlayıcı taneler arasını doldurmuştur ve rezervuar şartlarını negatif olarak etkilemiştir. Pijama ikizi sunan plajiolasa rastlanmaktadır. Rekrystalize olmuş mikrokristalin kalsit kristalleri görülmektedir.

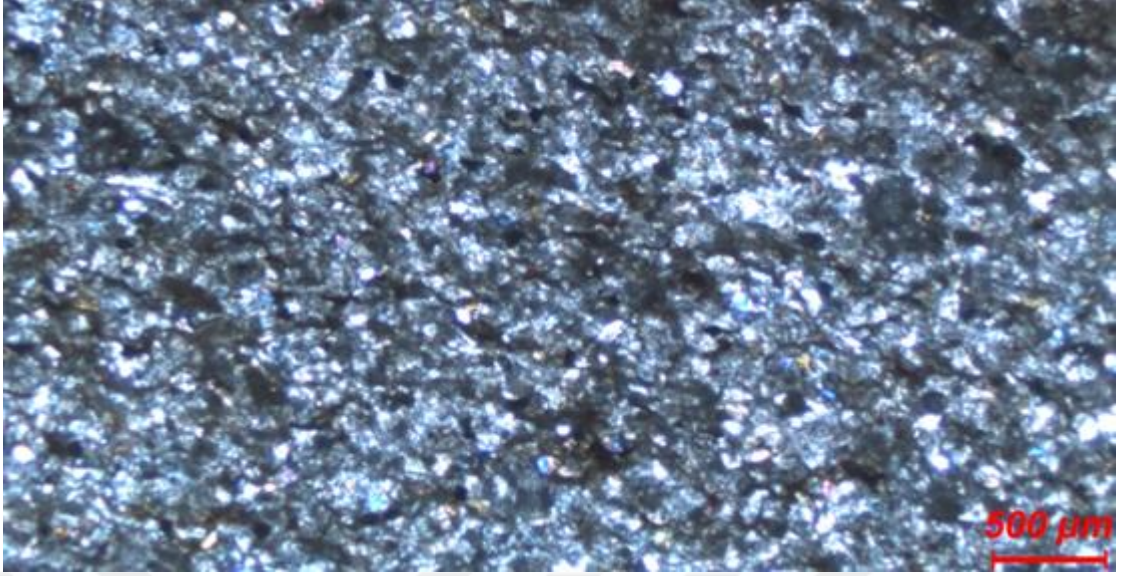


Şekil 4.16 Haymana Formasyonu L2-3 numunesine ait ince kesit görüntüsü

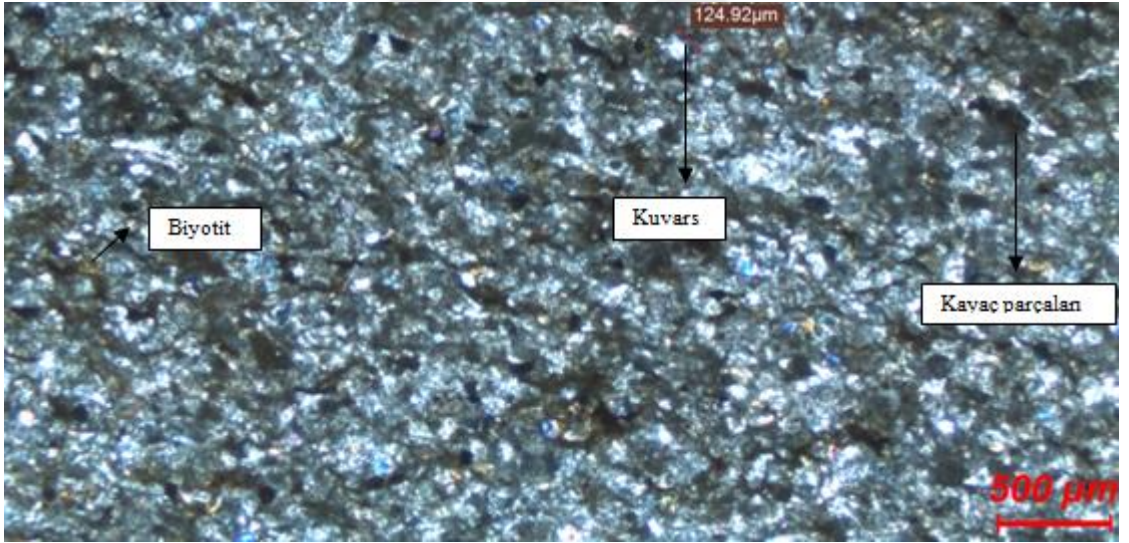


Şekil 4.17 Haymana Formasyonu L2-3 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-2-3: Mika(biyotit), klorit, kayaç parçacıkları, feldispat, karbonat, kil bağlayıcı bulunmaktadır. Köşeli-yarı yuvarlak taneler hakim olup taneler kırık ve çatlak içermektedir. Orta boylanma görülmektedir. Tekli veya çoklu kuvars parçacıkları görülmektedir.

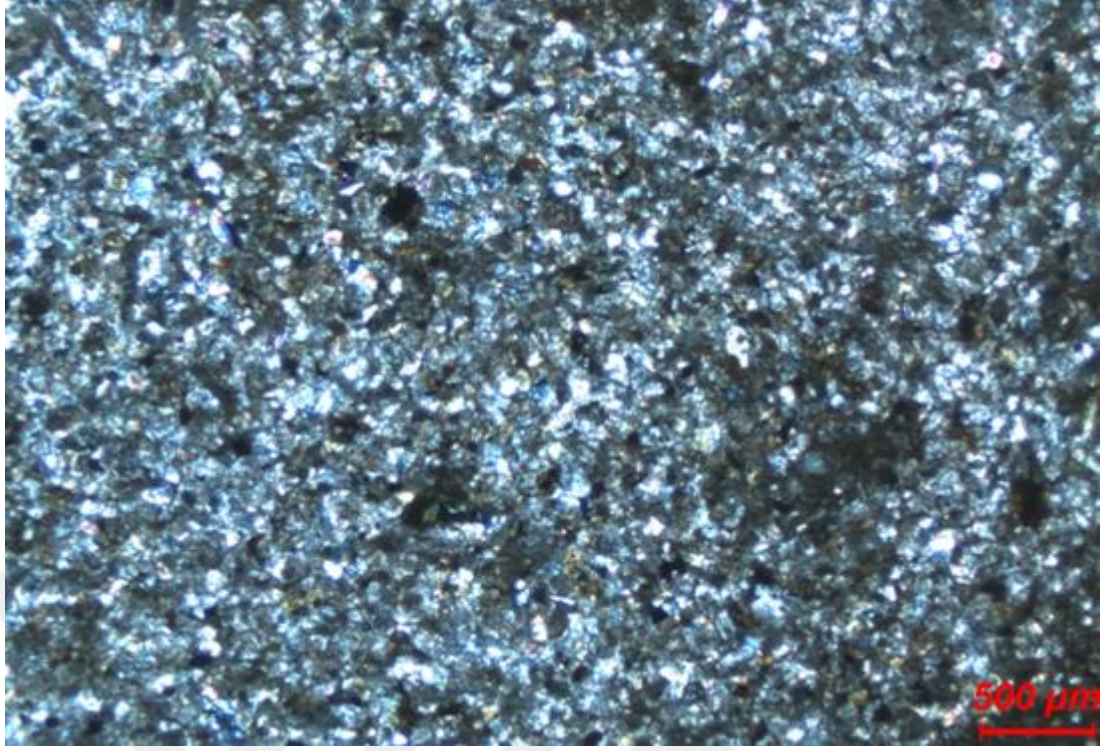


Şekil 4.18 Haymana Formasyonu L3-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

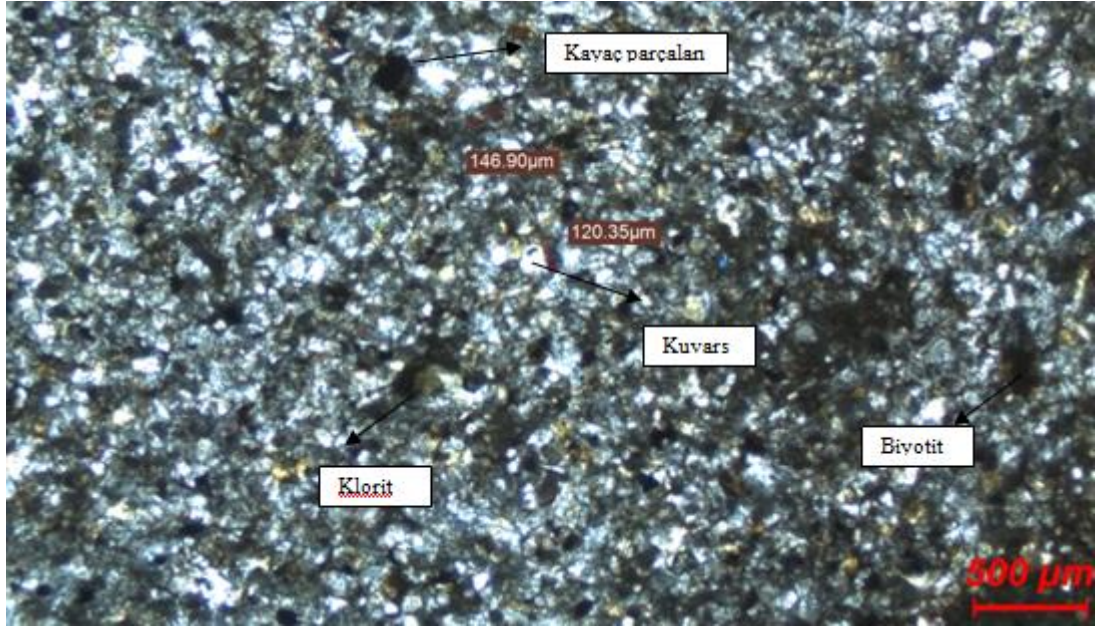


Şekil 4.19 Haymana Formasyonu L3-1 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-3-1: Küçük kuvars parçacıkları, klorit, biyotit. Kil-karbonat-demiroksit (limonit) bağlayıcı madde ve fosil içeriği bulunmaktadır. Kayaç parçaları bulunmaktadır. Orta boylanmış parçalar mevcuttur. Arkozik Vake denebilir. Bağlayıcı madde fazladır. Demirli sıvamalar görülmektedir. Demirli bağlayıcı madde vardır. Karbonat bağlayıcılarda çözülme vardır.



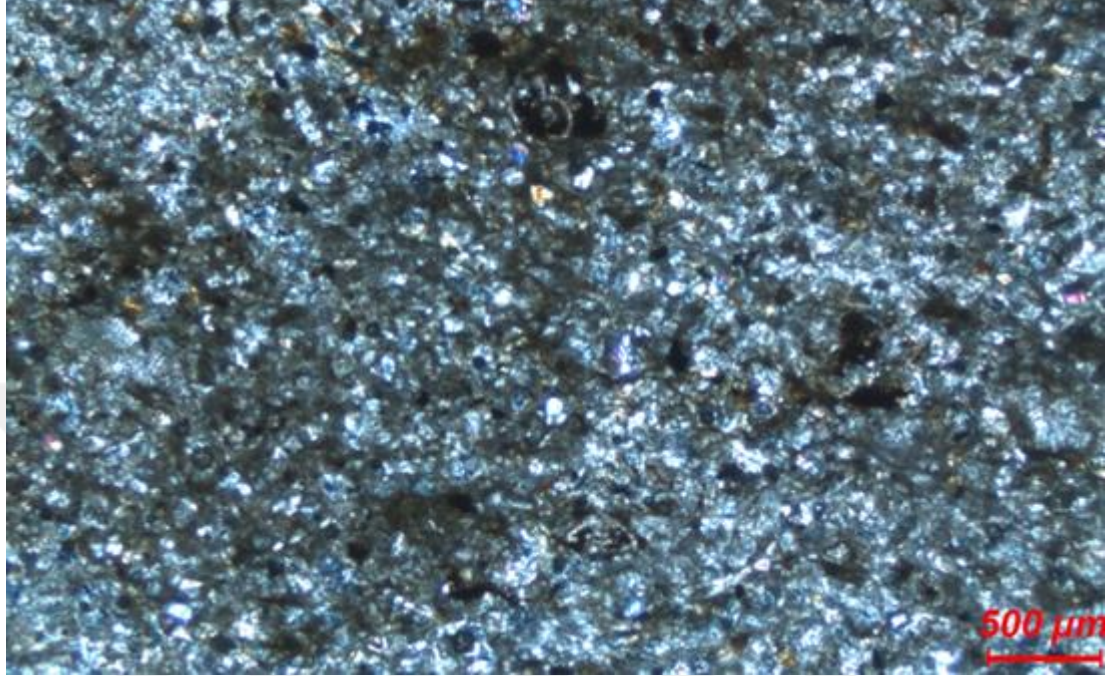
Şekil 4.20 Haymana Formasyonu L3-3 numunesine ait ince kesit görüntüsü



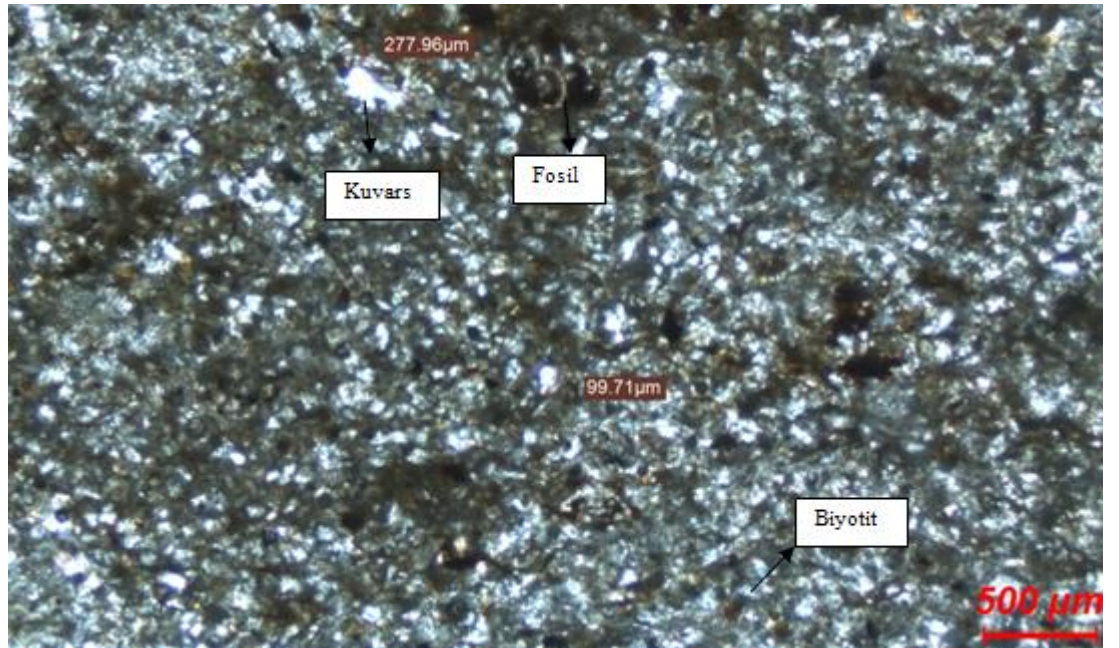
Şekil 4.21 Haymana Formasyonu L3-3 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-3-3: Küçük kuvars parçacıkları, klorit, biyotit. Kil-karbonat-demiroksit (limonit) bağlayıcı madde ve fosil içeriği bulunmaktadır. Kayaç parçaları bulunmaktadır. Stilolit

oluşumu gözlenmektedir. Orta boylanmış parçalar, ortoklas bulunmaktadır. Arkozik vake denebilir. Bağlayıcı madde fazladır.



Şekil 4.22 Haymana Formasyonu L3-4 numunesine ait ince kesit görüntüsü



Şekil 4.23 Haymana Formasyonu L3-4 numunesine ait tek nikol ince kesit görüntüsü

L-3-4: Küçük kuvars parçacıkları, klorit, biyotit. Kil-karbonat-demiroksit (limonit) bağlayıcı madde ve fosil içeriği bulunmaktadır. Stilolit oluşumu gözlenmektedir. Orta boylanmış parçalar, organik madde sıvamaları bulunmaktadır. Demirli bağlayıcı bulunmaktadır. Kırmızı renktekiler hematit, sarımsı olanlar limonitli bağlayıcı olabilir. Karbonat bağlayıcı egemendir. Feldspatlar serizitleşme göstermektedir. Arkozik vake olarak sınıflandırılmıştır (Folk 1970).

### **4.3 Kil Mineralleri Analizleri**

Haymana Formasyonu kumtaşlarının ince kesit petrografisi çalışmalarında alterasyonun yoğun olduğu seviyelerden seçilen numunelerin mineralojik bileşimleri X Ray difraktometre ile tüm kaya ve kil fraksiyonu çekimleri yapılarak belirlenmiştir. Tüm kayaç analizi ile kil fraksiyonu (normal, etilen glikolle doyurularak ve fırınlanmış şekilde) yapılmıştır. SEM çalışmaları ile minerallerin şekilleri, kristallenme durumları, mineral dönüşümleri, tane büyüklükleri ile tane gözenek ilişkileri ve diyajenetik oluşumlar (otijenik kil mineralleri ve çözünmeler) incelenirken, enerji dağıtıcı spektroskopisi (EDS) analizleri ile elementel analizler ve elementlerin noktasal yüzde değerleri belirlenmiştir.

#### **4.3.1 X-Işını kırınım mikroskobu ile mineralojik karakterizasyon**

Her numune XRD analizi için yatay ve dikey olarak kesilmiştir. Kil fraksiyonu (<2µm parçacık) çökeltme ve santrifüjleme ile bu numunelerden ayrılmıştır. Tüm numunelerin XRD modelleri gösterilmiştir. Analizler sonucunda çoğunlukla fillosilikatlar, kuvars, feldispat, plajiyoklaz ve kalsit mineralleri olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Haymana kumtaşı-şeyl örneklerinin tüm kayaç analizindeki (asetik asit işleminden sonra) kil türüleri ve kil fraksiyon sonuçları çizelge 4.2'de verilmektedir. L2'nin karbonat örnekleri biraz daha azdır ve kil fraksiyonunun görece olarak arttığını gösterir. Bu tabloda simektit mineralinin baskın olmadığı ancak illit, klorit ve bir dereceye kadar pirofillit minerallerinin baskın oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). L3

numunelerinde karbonat oranı yüksek olup, kil fraksiyon sonucunda illit oranının yüksek olduğu pirofilitin ise yokluğu dikkat çekmektedir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1 Haymana kumtaşı örneklerinin XRD analizi

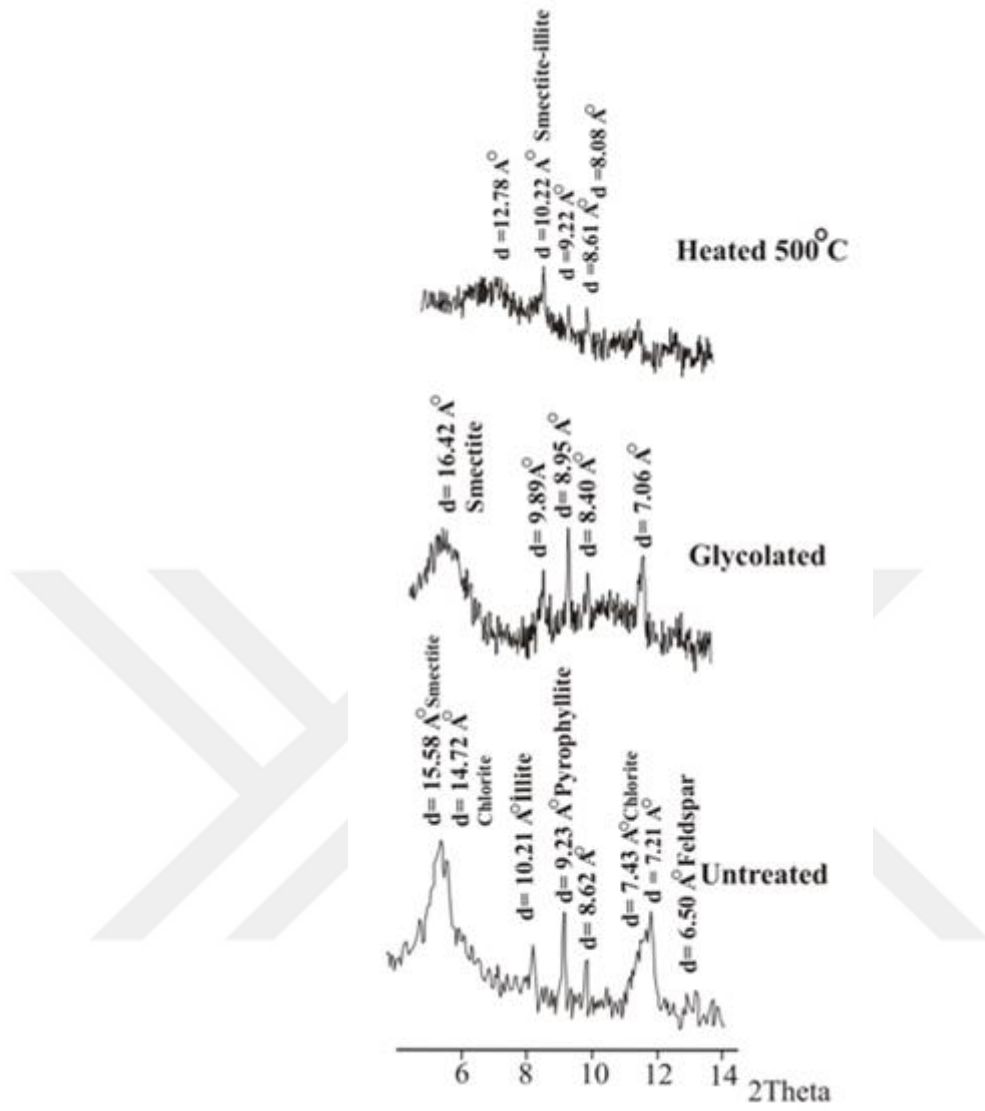
Outcrop sample number	Sample	Phylo silicates w, %	Opal w, %	Anatase w, %	Quartz w, %	K - Feldspar w, %	Plagio clase w, %	Hematite w, %	Magn.-Maghem. w, %	Alunites w, %	Anhydrite w, %	Aragonite w, %	Calcite w, %	Dolomite w, %	Siderite w, %	Pyrite w, %
S1	L1-1	5	3	1	34	5	15	0	2	3	2	0	30	0	0	0
	L1-1A	7	3	1	60	0	21	0	2	3	2	0	1	0	0	0
S2	L1-2	4	3	1	35	5	12	0	5	2	1	0	30	2	0	0
	L1-2A	7	6	0	42	0	30	0	3	6	3	0	1	2	0	0
S3	L1-3	5	3	0	45	0	21	0	2	2	2	0	20	0	0	0
	L1-3A	5	3	0	63	0	22	0	1	2	2	0	1	1	0	0
S4	L1-4	5	2	0	27	6	30	0	3	4	2	0	21	0	0	0
	L1-4A	8	5	0	40	13	22	0	5	3	3	0	0	0	0	1
S5	L1-5	3	5	1	15	8	30	0	5	2	1	0	30	0	0	0
	L1-5A	3	5	0	35	15	26	0	4	3	2	0	4	0	0	3
S6	L1-6	4	3	1	30	0	15	0	1	1	1	0	44	0	0	0
	L1-6A	5	1	1	50	11	26	0	2	3	0	0	1	0	0	0
S7	L1-7	5	1	1	35	11	13	0	1	3	2	0	28	0	0	0
	L1-7A	5	3	1	51	17	17	0	2	2	0	0	1	0	0	1
S8	L1-8	7	2	1	14	8	24	0	1	2	2	0	39	0	0	0
	L1-8A	9	5	1	47	11	15	0	3	1	1	0	1	0	3	3
S9	L1-9	6	4	1	30	5	15	0	2	2	0	0	35	0	0	0
	L1-9A	6	3	1	44	0	40	0	2	2	0	0	2	0	0	0
S11	L1-11	6	5	1	20	5	29	0	1	1	2	0	30	0	0	0
	L1-11A	7	4	2	48	8	23	0	2	3	1	0	2	0	0	0
S12	L1-12	7	2	2	33	0	12	0	2	1	1	0	40	0	0	0
	L1-12A	9	3	2	50	8	30	0	3	2	1	0	0	1	0	0
S1	L2-1	12	5	6	25	7	10	0	2	2	0	0	30	0	1	0
	L2-1A	17	3	4	48	0	15	3	2	2	2	0	1	3	0	0
S2	L2-2	10	4	3	22	12	18	0	2	1	0	0	28	0	0	0
	L2-2A	15	6	2	45	0	25	1	2	2	1	0	1	0	0	0
S3	L2-3	8	2	0	25	0	15	1	2	1	1	0	44	0	1	0
	L2-3A	13	3	2	45	3	17	1	2	8	0	0	4	2	0	0
S1	L3-1	2	0	0	23	0	5	0	0	0	0	0	70	0	0	0
	L3-1A	5	5	0	37	6	12	0	3	1	1	0	29	1	0	0
S3	L3-3	3	0	0	24	0	12	0	0	1	0	0	60	0	0	0
	L3-3A	7	3	2	39	2	22	0	3	4	0	0	18	0	0	0
S4	L3-4	5	4	0	16	3	22	0	6	3	0	7	33	0	1	0
	L3-4A	12	10	2	41	8	20	2	4	1	0	0	0	0	0	0

Çizelge 4.2 Haymana Kumtaşlarının kil yüzdesi

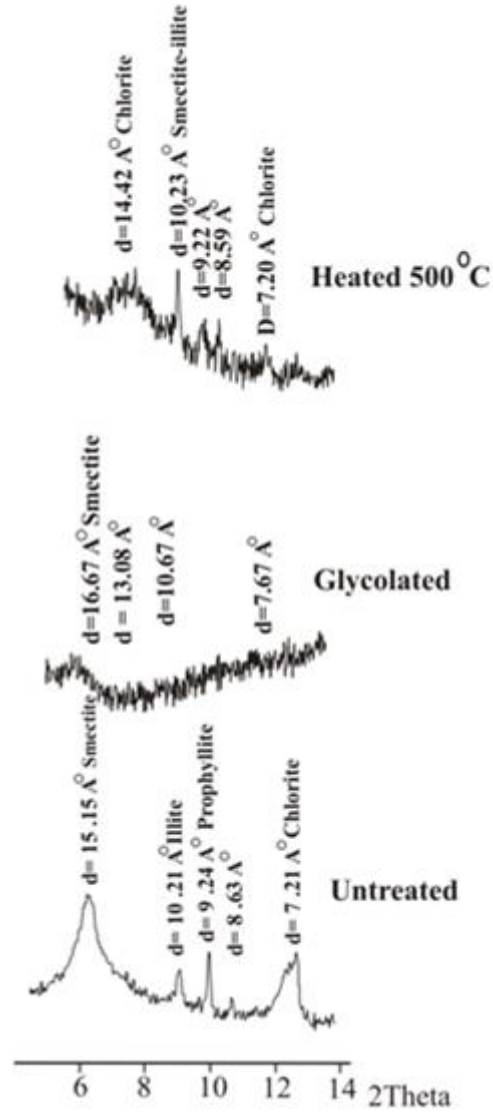
Sample	Kaolinite	İllite	İllite-smectite	Smectite	Chlorite	Pyrophyllite
L1-1A	20.0	25.0	6.0	25.0	15.0	9.0
L1-2A	25.0	15.0	5.0	35.0	8.0	12.0
L1-3A	15.0	20.0	7.0	28.0	15.0	15.0
L1-4A	30.0	14.0	5.0	45.0	3.0	3.0
L1-5A	25.0	15.0	10.0	40.0	5.0	5.0
L1-6A	15.0	20.0	10.0	30.0	15.0	10.0
L1-7A	12.0	20.0	3.0	25.0	25.0	15.0
L1-8A	12.0	18.0	5.0	25.0	20.0	20.0
L1-9A	20.0	25.0	2.0	25.0	13.0	15.0
L1-11A	23.0	25.0	10.0	25.0	10.0	7.0
L1-12A	10.0	25.0	5.0	20.0	30.0	10.0
L2-1A	18.0	30.0	2.0	10.0	30.0	10.0
L2-2A	13.0	25.0	2.0	25.0	25.0	10.0
L2-3A	10.0	30.0	2.0	13.0	20.0	25.0
L3-1A	27.0	20.0	3.0	40.0	10.0	0.0
L3-3A	27.0	20.0	5.0	38.0	10.0	0.0
L3-4A	25.0	25.0	10.0	30.0	10.0	0.0

Şekil 4.24 – 4.40 arasında yer alan kil fraksiyonlarının modellerinde yansıma değerlerine bağlı olarak illit, smektit, illit-smektit karışımı pirofillit ve klorit türü kil mineralleri tespit edilmiştir. Smektit türü kil mineralinin karakteristik pik noktası, etilen glikole doymuş numunelerde yaklaşık olarak 18.04, 17.22, 18.42 A ° 'a kadar genişler ve 500 °C sıcaklıkta (fırınlanmış çekimde) sırasıyla piklerin 10.12, 10.22, 10.24, 10.26 A° çöktükleri görülmüştür (Şekil 4.28, 4.30, 4.31, 4.39).

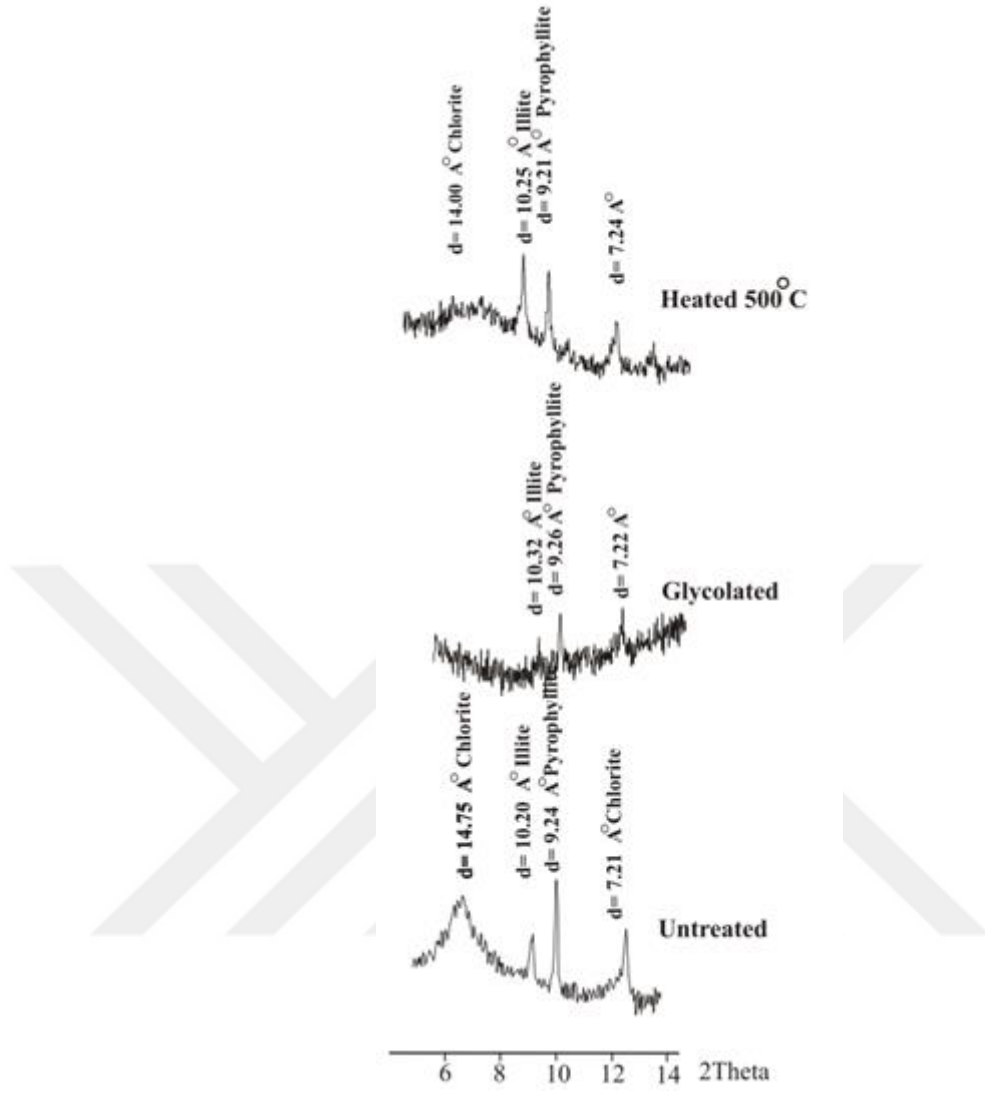
Klorit mineralinin karakteristik pikleri sırasıyla 14.61, 14.56, 14.78 ve 14.18 A°'dur (Şekil 4.32, 4.35, 4.36, 4.37). 500 °C' de ısıtıldıktan sonra klorit pikinin değişmediği görülmektedir. Fırınlanmış çekimde sonra örneklerde illit mineralinin karakteristik pikleri sırasıyla 10.25, 10.24, 10.23, 10.11, 10.28 ve 10.26 A° dir (Şekil 4.26, 4.31, 4.32, 4.35, 4.36, 4.39). Ayrıca, 9.25-8.98 A° arasındaki pikler, normal kil çekimlerinde pirofillit varlığını işaret etmektedir (Şekil 4.24, 4.25, 4.26, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.34, 4.36, 4.37).



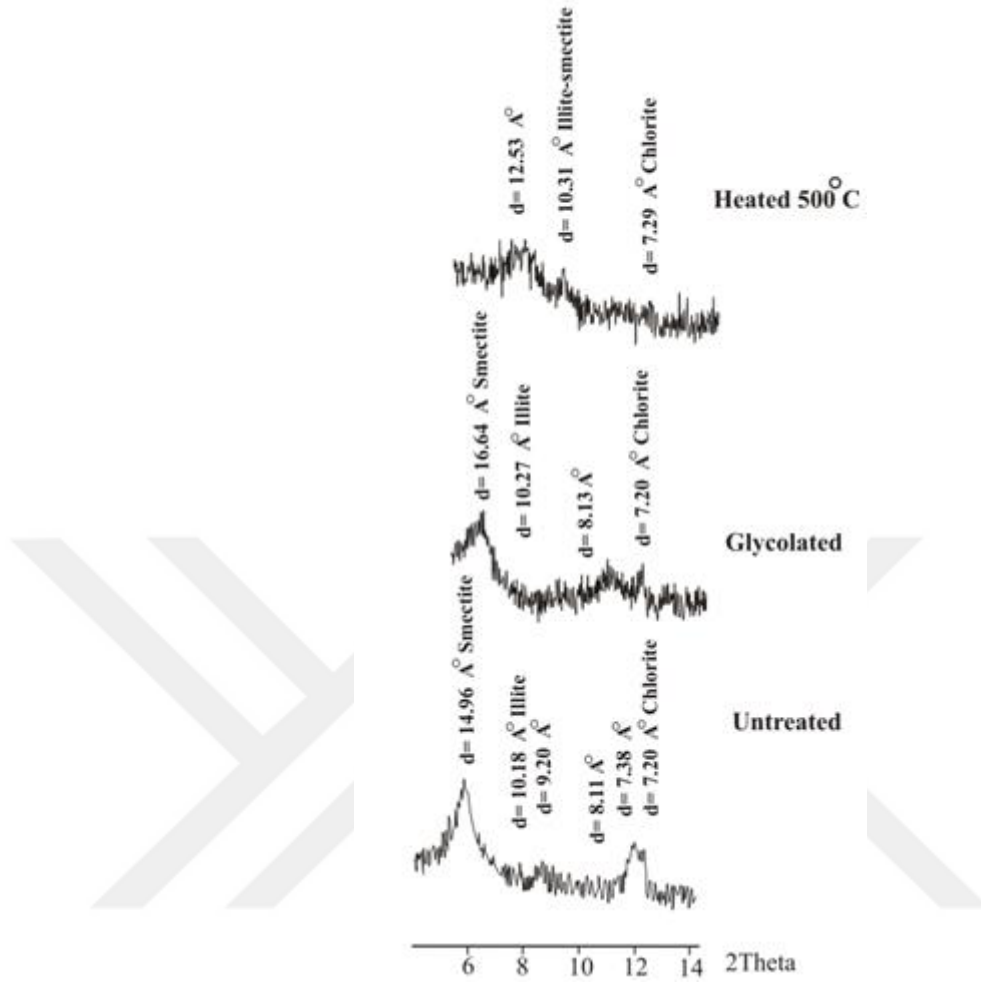
Şekil 4.24 L1 2A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



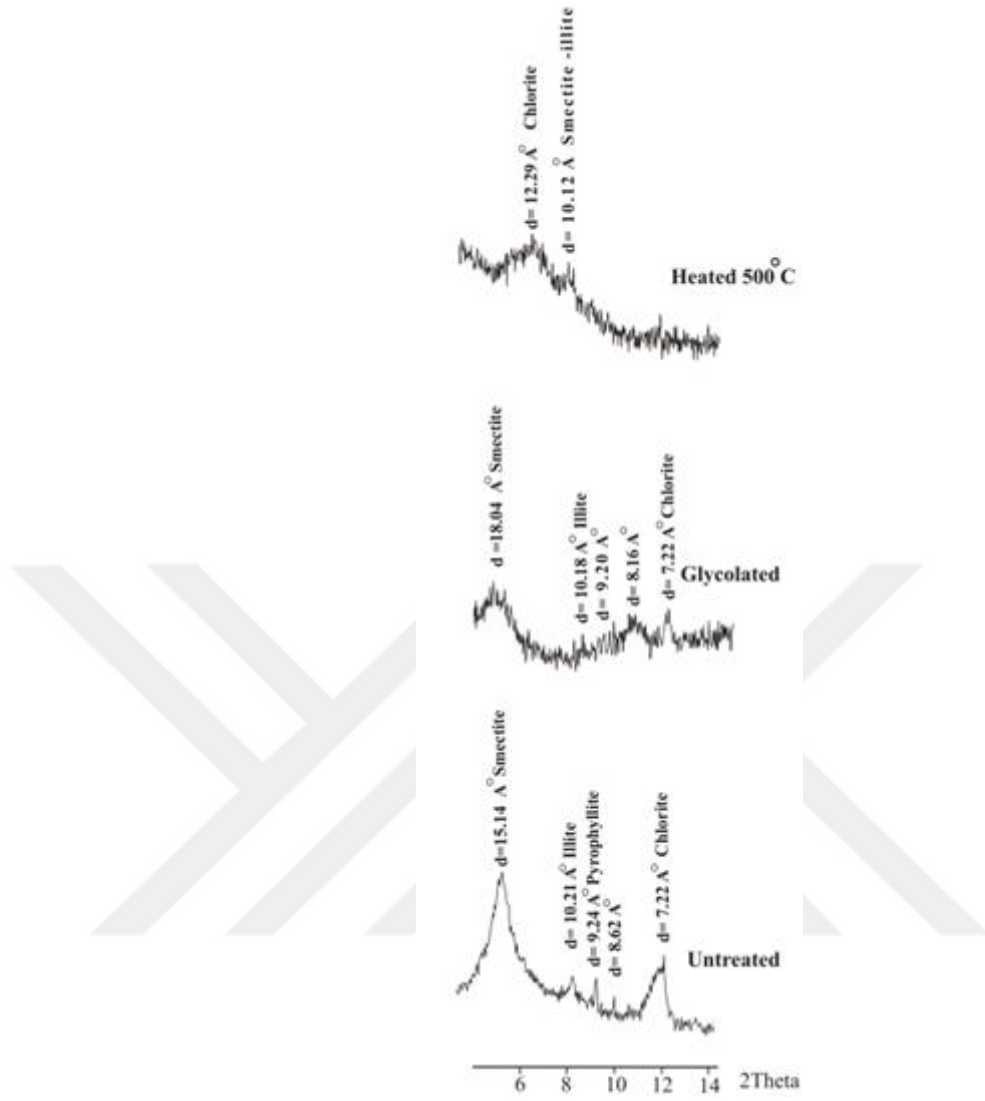
Şekil 4.25 L1 2A2 numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X – ışını kırınım grafikleri



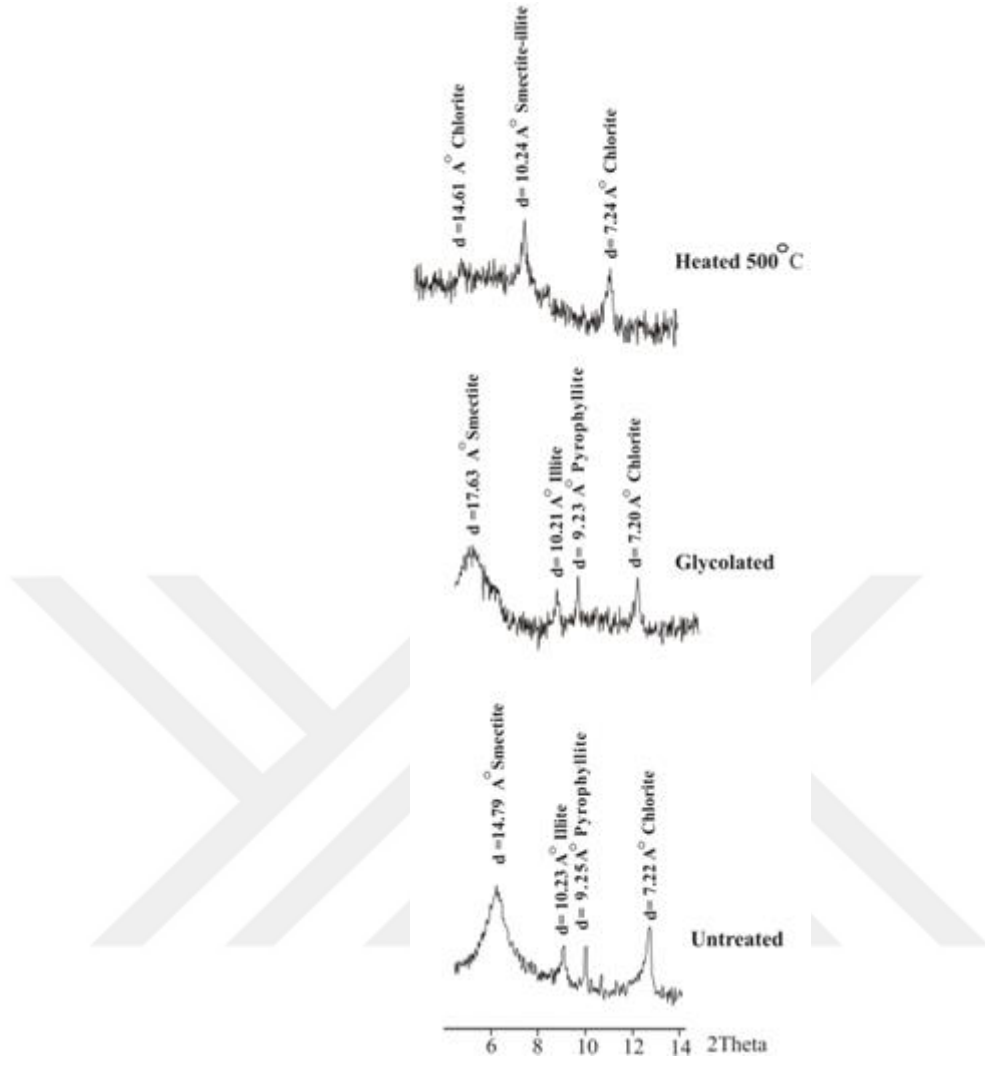
Şekil 4.26 L1 3A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



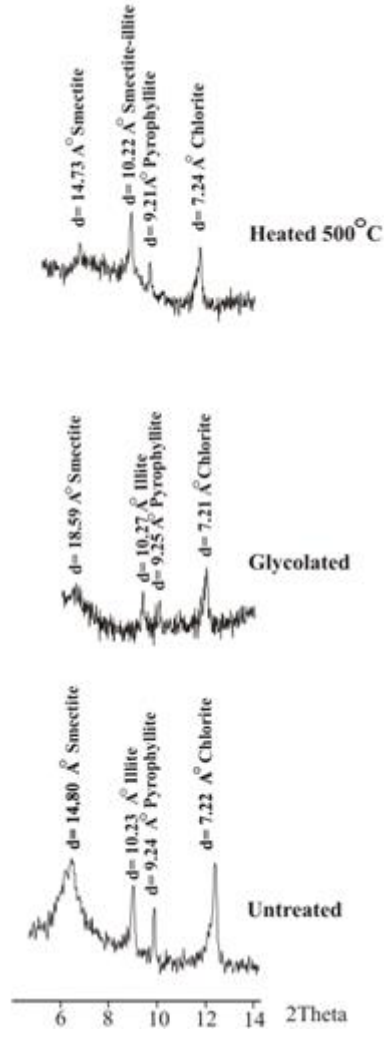
Şekil 4.27 L1 4A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



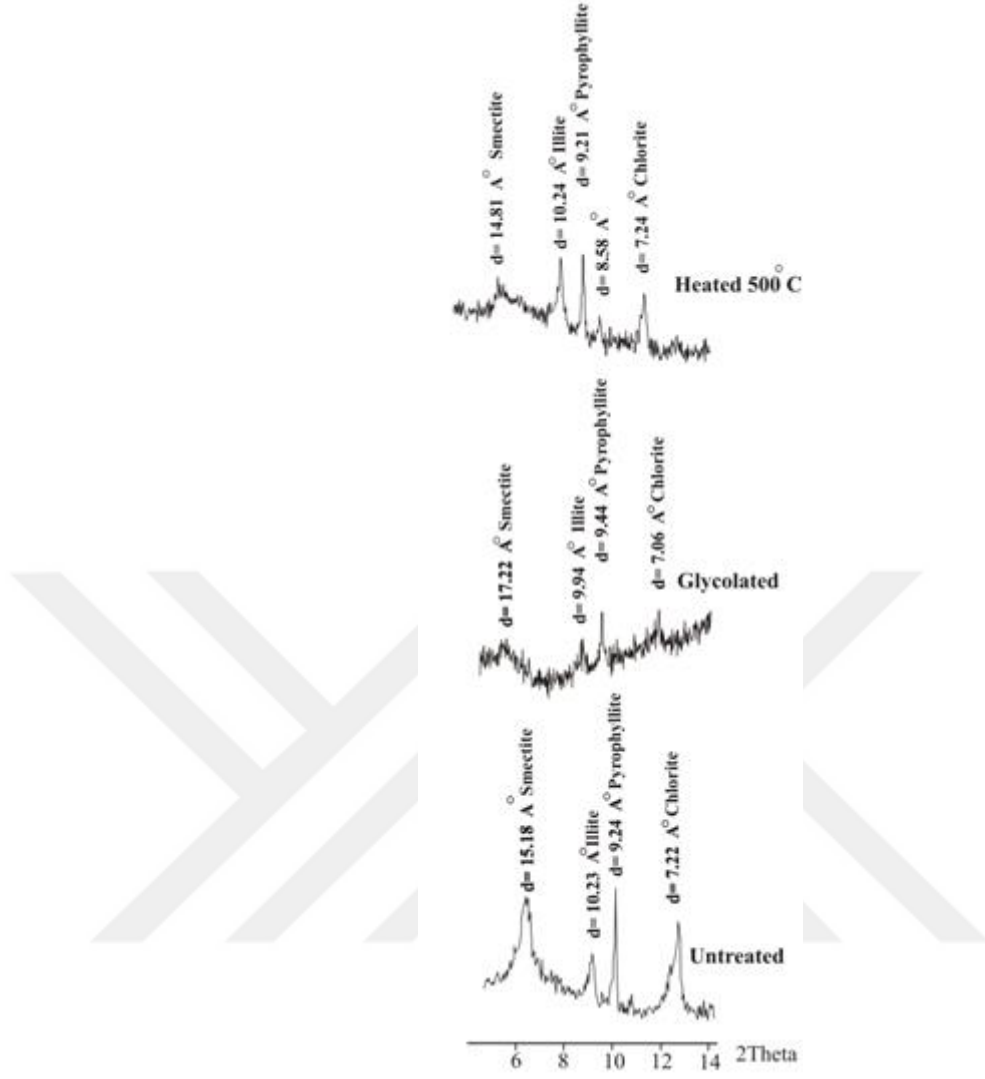
Şekil 4.28 L1 5A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



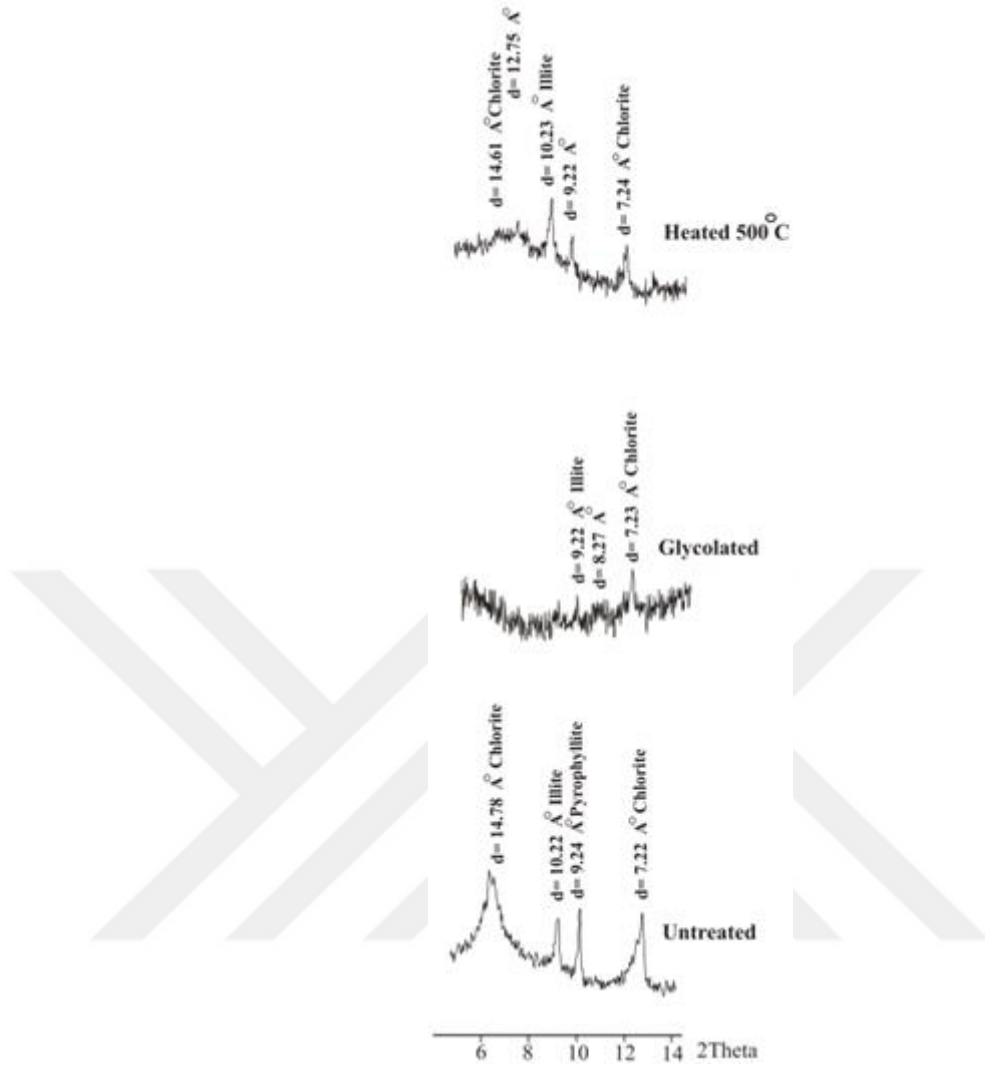
Şekil 4.29 L1 6A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



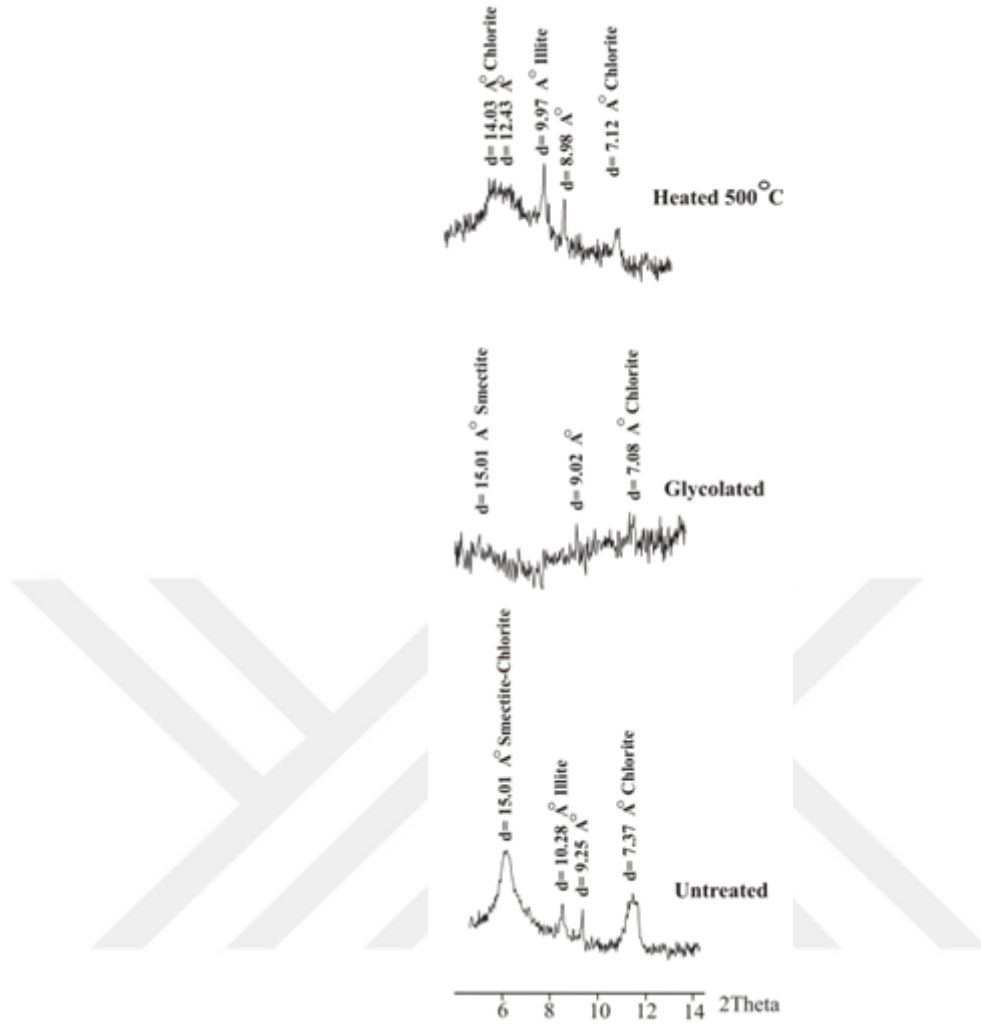
Şekil 4.30 L1 7A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



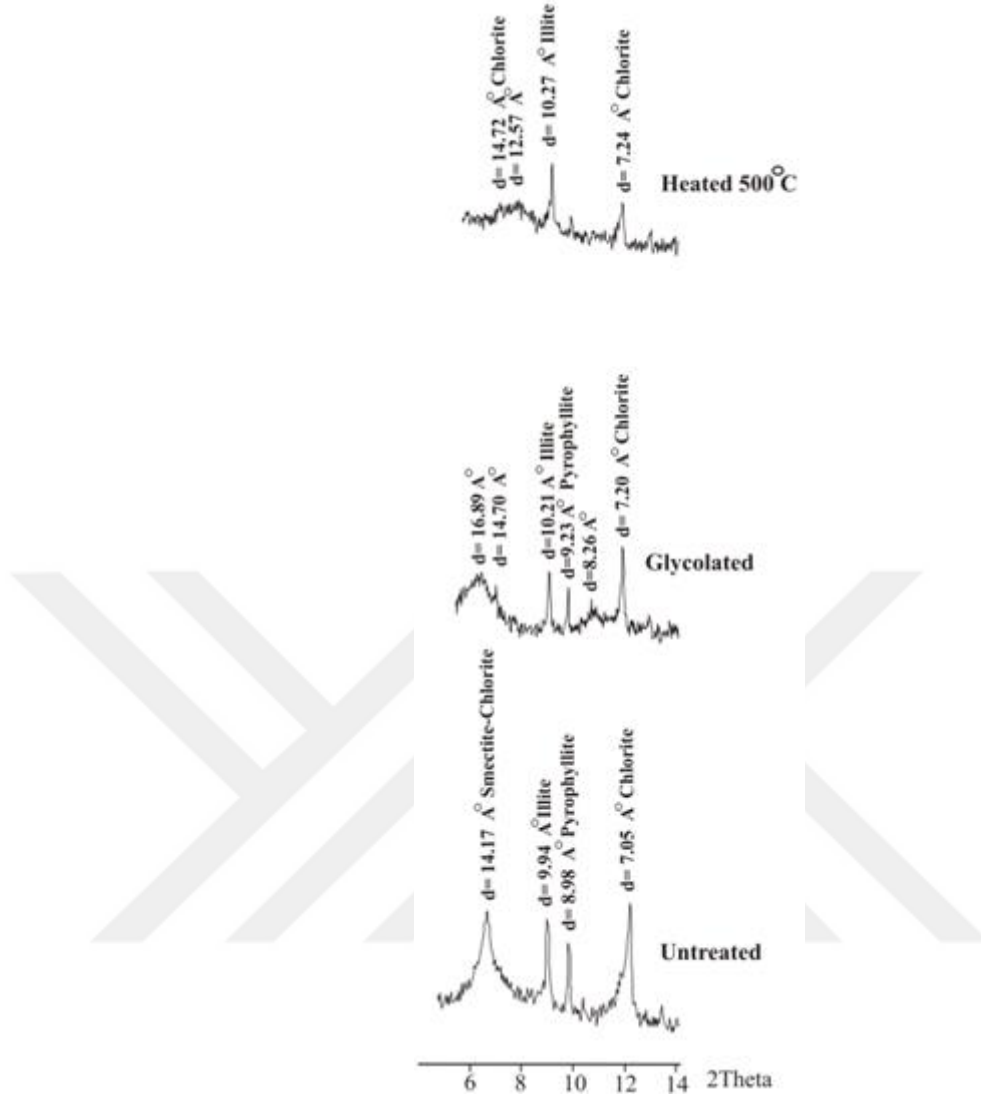
Şekil 4.31 L1 8A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



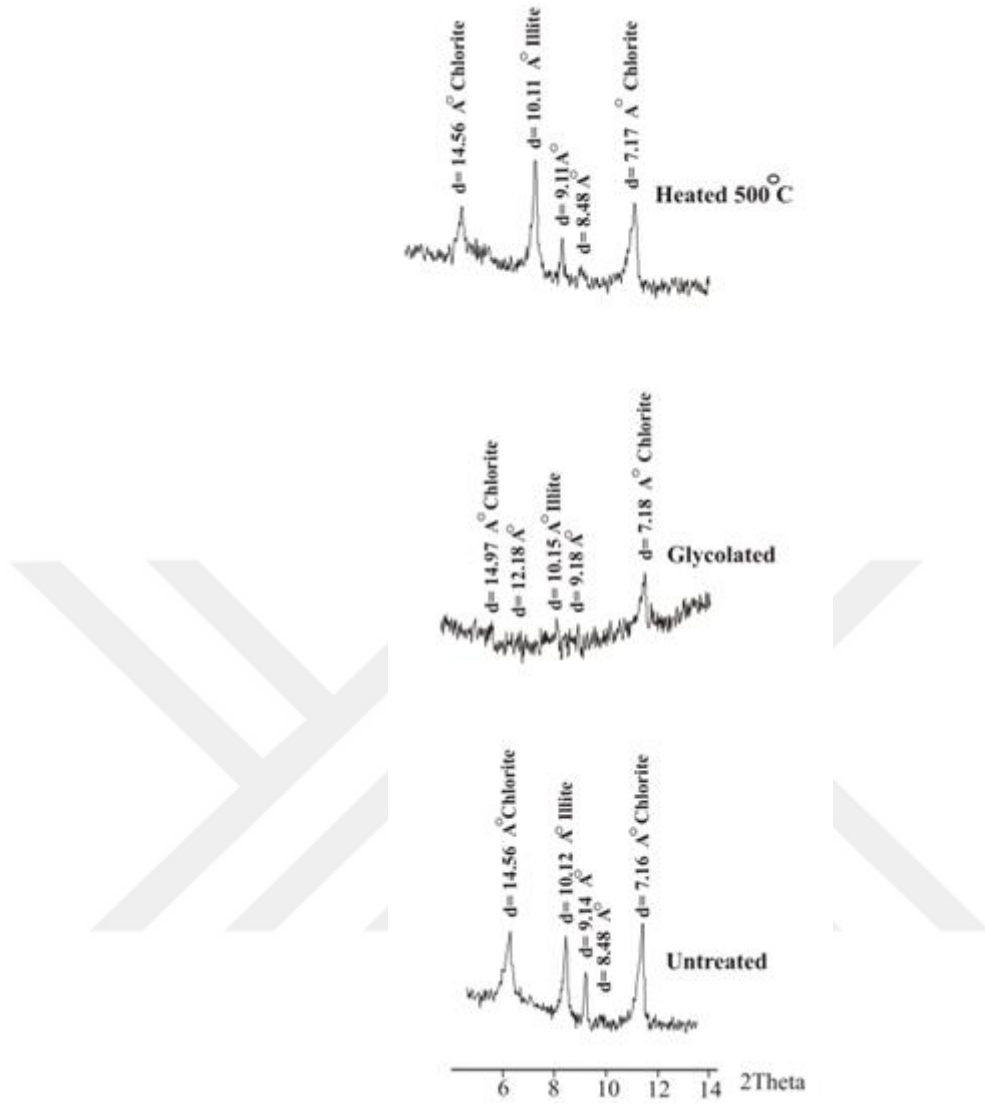
Şekil 4.32 L1 9A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



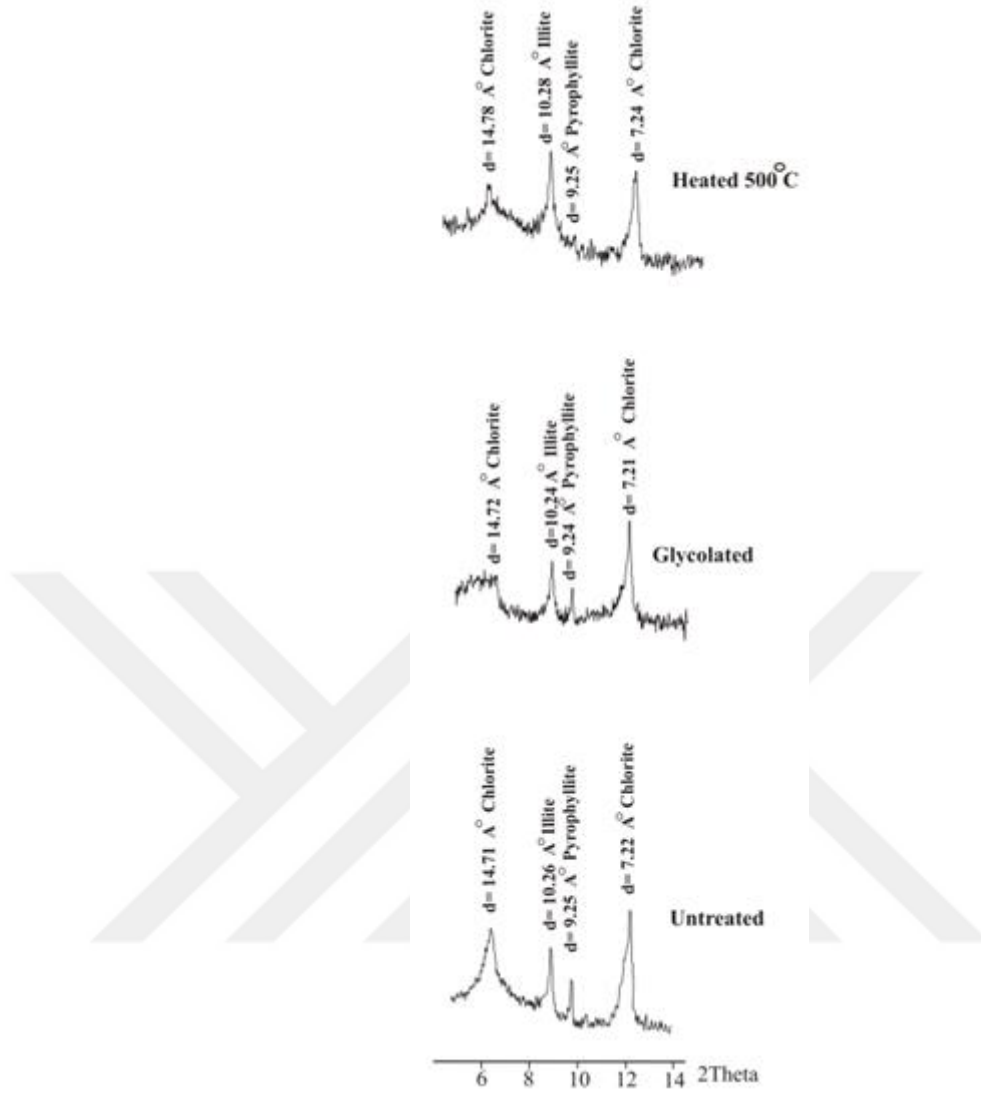
Şekil 4.33 L1 11A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



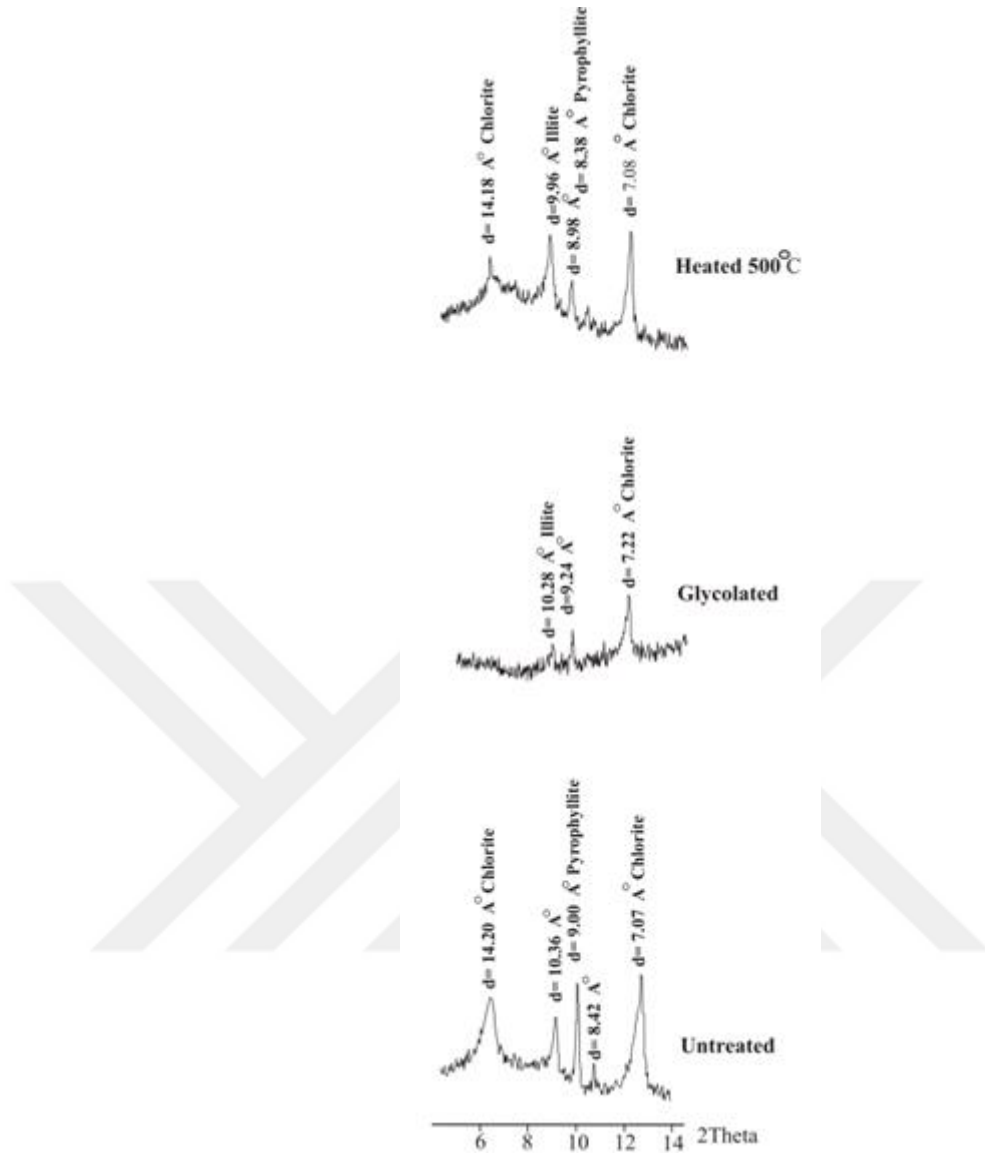
Şekil 4.34 L1 12A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



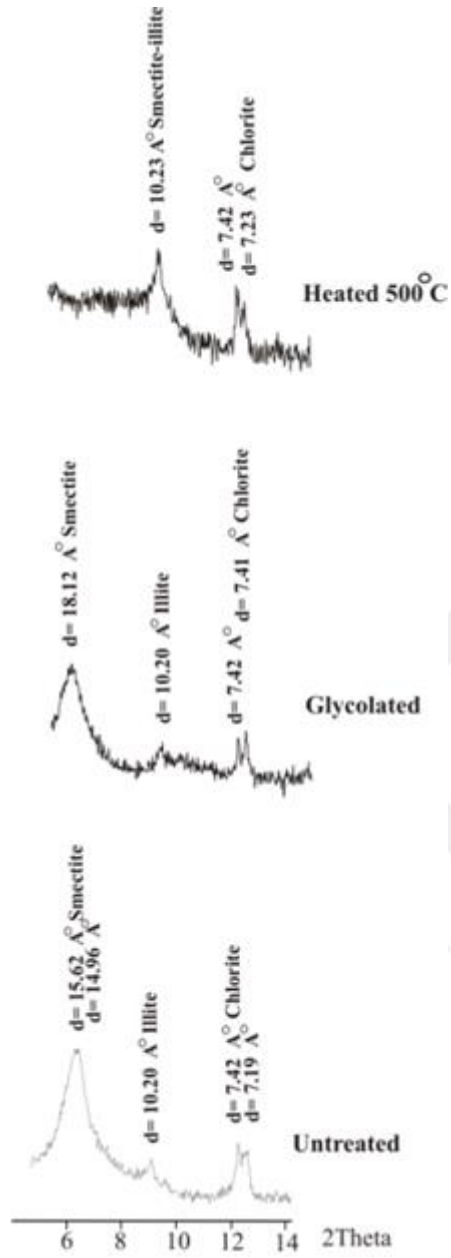
Şekil 4.35 L2 1A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



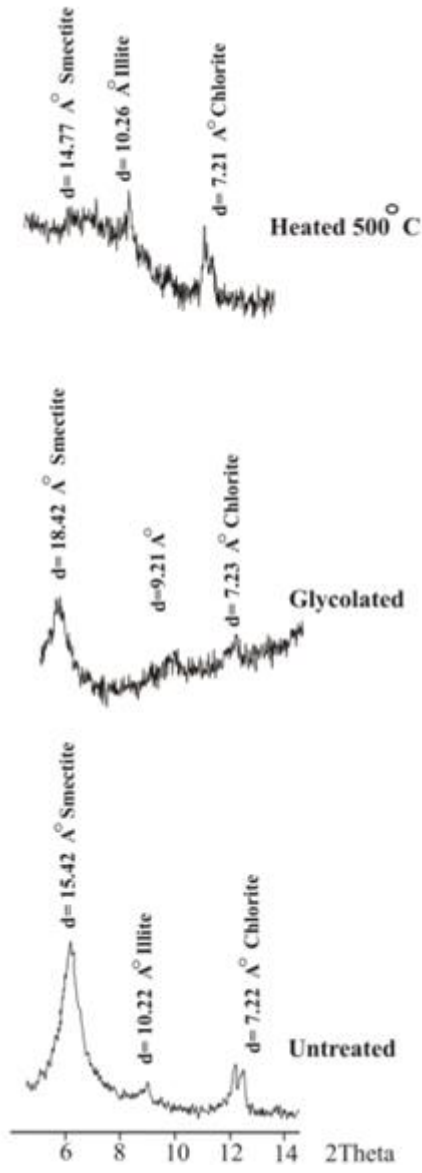
Şekil 4.36 L2 2A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



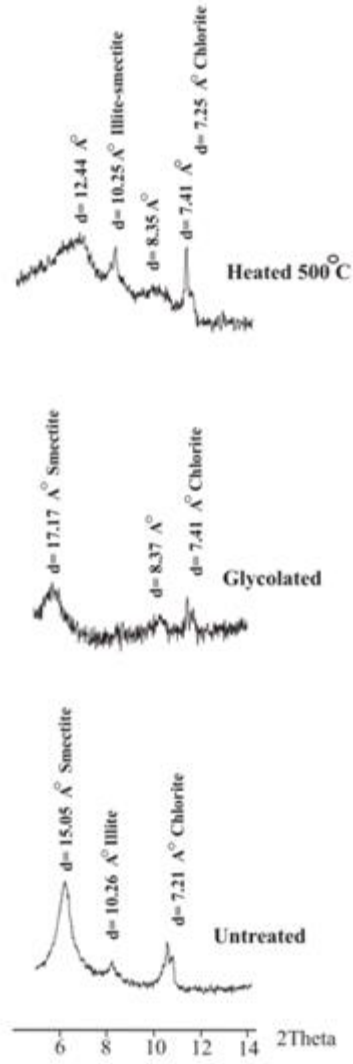
Şekil 4.37 L2 3A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



Şekil 4.38 L3 1A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



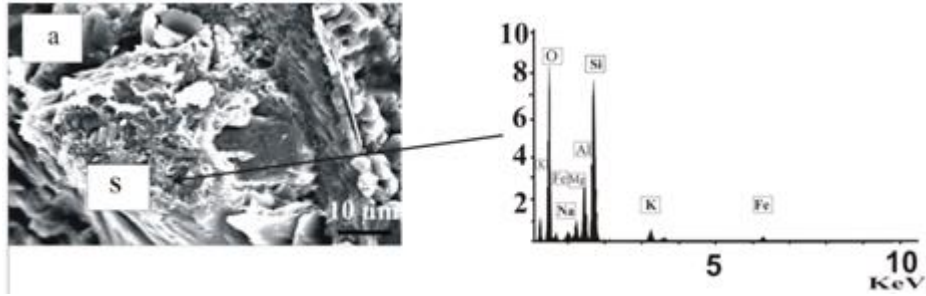
Şekil 4.39 L3 3A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri



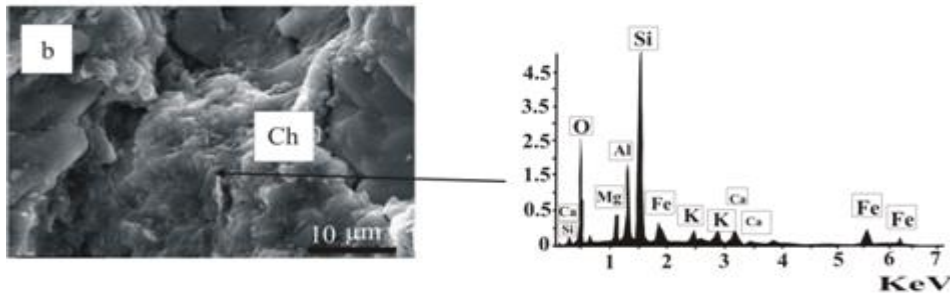
Şekil 4.40 L3 4A numunesinin üç yönlü kil fraksiyonunun X-ışını kırınım grafikleri

### 4.3.2 Taramalı elektron mikroskobu ve enerji dağılımlı spektrometre analizi

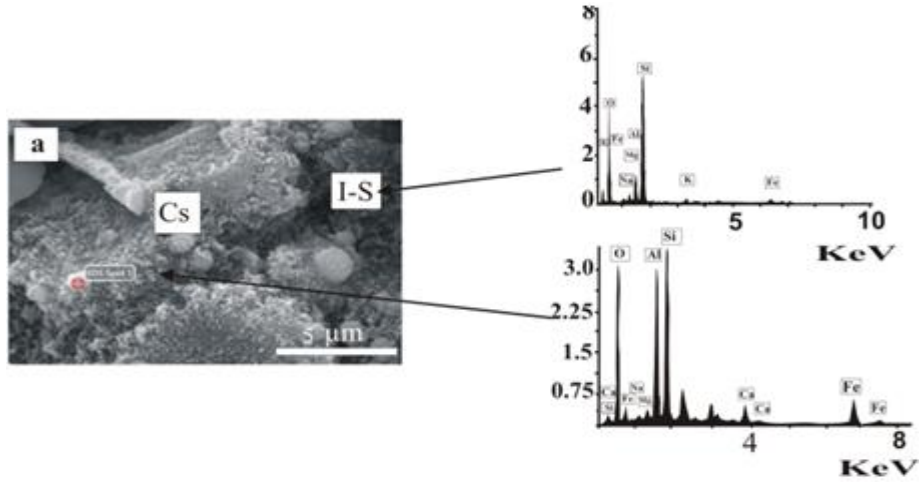
Haymana kumtaşlarının 2 yüzey örneği üzerinde kil minerallerinin morfolojisi ve nokta kimyasal element analizlerini belirlemek amacıyla taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve enerji dağılımlı spektrometre (EDS) cihazları kullanılmıştır (Şekil 4.41). Haymana Formasyonunun kumtaşı-şeyllerinde alınan L2-2A örneğinde kaolinitin % 13, illitin % 25, illit-simektitin % 2, simektitin % 25 ve kloritin % 25 oranında oldukları belirlenmiştir. Kumtaşları içerisinde kil mineralleri bol miktarda bulunur ve kumtaşları gözenek dolguları olarak ortaya çıkar (Şekil 4.41). L2-2A kumtaşı-şeyllerinin EDS spektrumunda Na, Mg, Al, Si ve O pikleri smektit mineralini göstermektedir (Şekil 4.41). Çalışmalarda simektit minerallerinin Haymana Formasyonu kumtaşlarının porozitesini ve geçirgenliğini azalttığı izlenmiştir. Haymana Formasyonu kumtaşı-şeyllerinin L3-4A örneğinde kaolinit % 25, illit % 25, illit-simektit % 10 simektit % 30 ve klorit % 10 olarak belirlenmiştir. Klorit mineralleri SEM fotoğrafında izlenmektedir. L3-4A kumtaşı-şeyllerin EDS spektrumunda Mg, Ca örnekleri, Fe pikleri baskın piklerdir (Şekil 4.42).



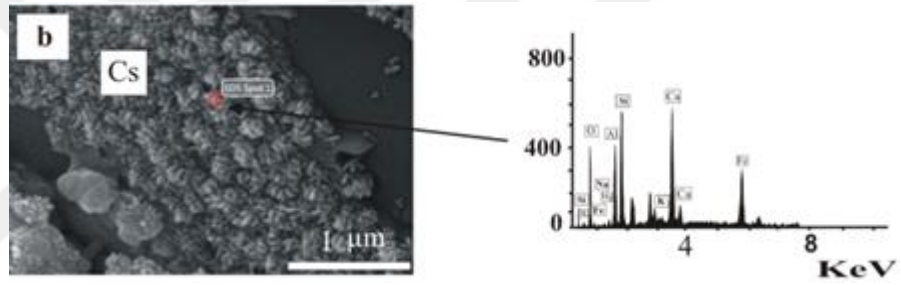
Şekil 4.41 Haymana kumtaşları L2 2A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri Ölçek 10 µm



Şekil 4.42 Haymana kumtaşları L3 4A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri Ölçek 10 µm



Şekil 4.43 Haymana kumtaşları L1 2A numunesine ait SEM mikrografları ve EDS grafikleri Ölçek 5 µm



Şekil 4.44 SEM fotoğrafında Şamozit minerali (Cs) gösterilmektedir. Ölçek 1 µm

Haymana Formasyonu'nun L1 2A kumtaşı şeyl numunesinde SEM analizinde şamozit (Klorit grubu minerali) ve karışık tabakalı illit-simektit mineralleri saptanmıştır. (Şekil 4.43, 4.44). Belirgin şamozit pikleri, L1 2A örneğinin EDS spektrumunda Fe, Al, Si ve O elementleri içermektedir. EDS analizi demir bakımından zengin olup, klorit için tipik bir spektrum verir. Ayrıca Na ve K, L1 2A örneğinin EDS spektrumundaki illit-smektit (IS) için baskın pikleri oluşturmaktadır (Şekil 4.43-4.44). İllit-smektit mineralleri bol miktarda olup L1 2A örneğinde gözenek dolguları şeklinde bulunur.

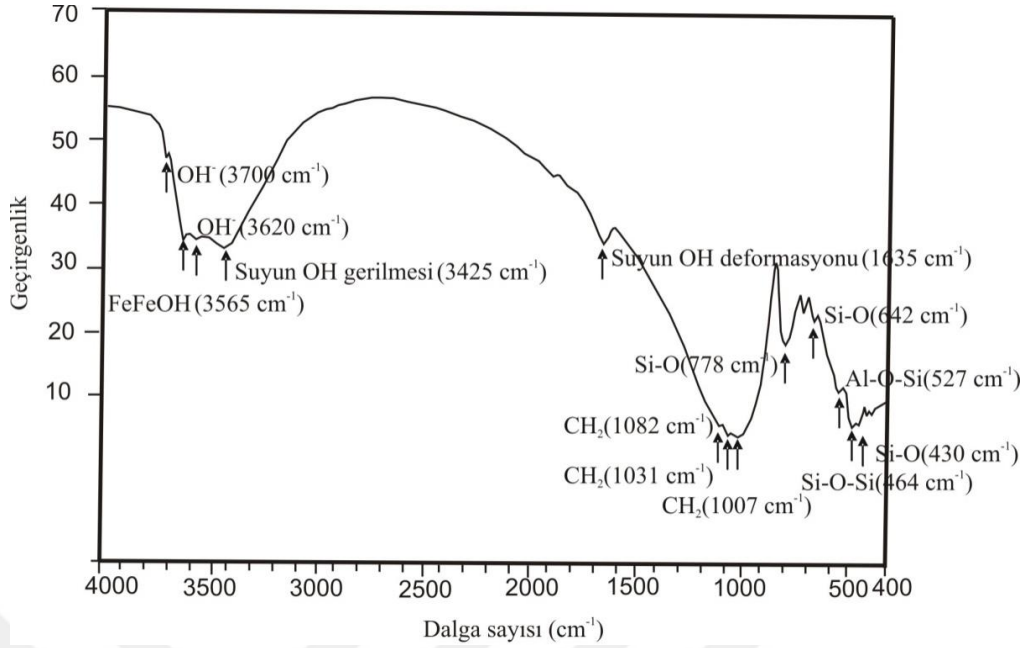
#### 4.3.3 FTIR - ATR analizi

FTIR analizleri Haymana Formasyonunda bol miktarda organik madde içeren kumtaşı-şeyl örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kil örneklerinin yapısı, kimyası ve

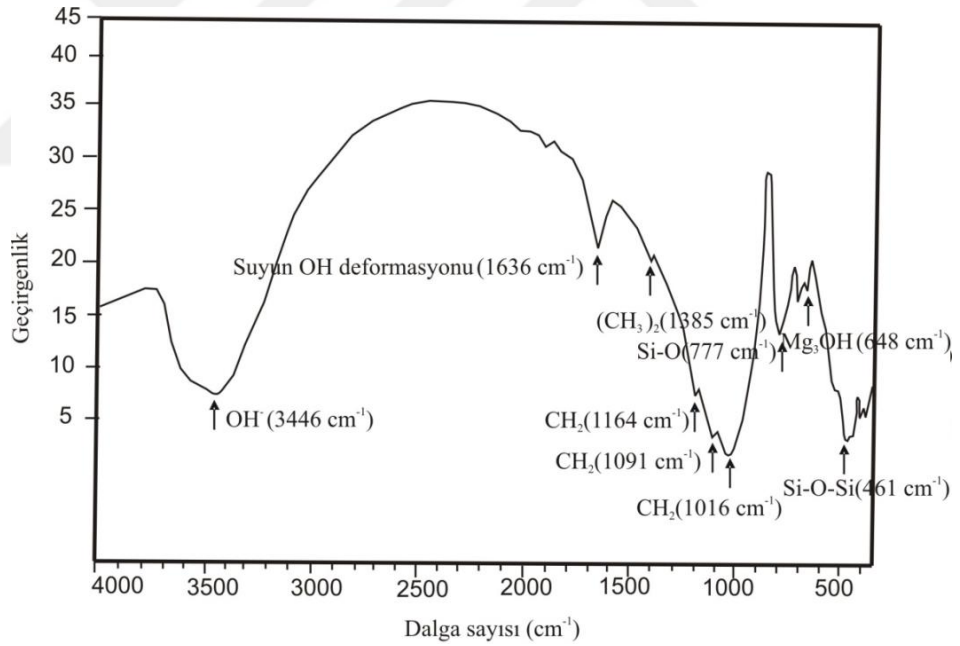
hidrokarbon varlığı ATR tekniğini kullanarak FTIR ile belirlenmiştir. Haymana Formasyonu kumtaşı örneklerinin FTIR spektrumları şekil 4.45 (L2-2A) ve şekil 4.46 (L3-4A)'da görülmektedir.

Şekil 4.45'de 3700 ve 3620  $\text{cm}^{-1}$ 'de yapısal hidroksil pikleri gözlenmiştir. 3565  $\text{cm}^{-1}$ 'de OH piki oktahedral tabakalarda FeOH gruplarının baskın olduğu nontronitler için karakteristiktir. Kuvars ve feldspatın Si-O gerilme pikleri sırasıyla 778 ve 642  $\text{cm}^{-1}$ 'de gözlenmiştir. 3425  $\text{cm}^{-1}$ 'deki pik suyun OH gerilmesine karşılık gelmektedir. Suyun OH deformasyonu 1635  $\text{cm}^{-1}$ 'de gözlenmiştir. Şekil 4.45'de  $\text{CH}_2$  (1082, 1031, 1007  $\text{cm}^{-1}$ ) pikleri saptanmıştır.  $\text{CH}_2$  pikleri L2-2A kumtaşı örneklerinde doymuş hidrokarbon varlığını göstermektedir. Bu bulguya ek olarak 3300-3050  $\text{cm}^{-1}$  arasında hiç bir soğurma gözlenmemesi doymuş hidrokarbon varlığını desteklemektedir.  $\text{C}\equiv\text{C}$  veya  $\text{C}=\text{C}$  bağlı hidrojen olmaması molekülün doymuş olduğu anlamına gelir. 527, 464 ve 430  $\text{cm}^{-1}$ 'deki pikler sırasıyla Al-O-Si deformasyon, Si-O-Si deformasyon ve Si-O bağına karşılık gelmektedir.

Bu çalışmada kumtaşı şeyl örneklerini ATR tekniğini kullanarak FTIR analizi ile incelenmiştir. Haymana Formasyonu kumtaşı örneklerinin FTIR spektrumları şekil 4.45 (L2-2A) ve şekil 4.46 (L3-4A)'da görülmektedir.



Şekil 4.45 L2 - 2A kumtaşı örneğinin FTIR spektrumu



Şekil 4.46 L3 - 4A kumtaşı örneğinin FTIR spektrumu

Şekil 4.46'da L3-4A kumtaşı örneğinin IR spektrumu OH gerilme bölgesinde  $3446 \text{ cm}^{-1}$ 'de tek bir pik göstermektedir. Suyun OH deformasyonu  $1636 \text{ cm}^{-1}$ 'de gözlenmiştir. Kuvarsın Si-O gerilmesi  $777 \text{ cm}^{-1}$ 'de saptanmıştır. Bu sonuç Şekil 4.45 ile benzerdir.  $461 \text{ cm}^{-1}$ 'deki pik Si-O-Si deformasyonuna karşılık gelmektedir. Şekil 4.46'da  $\text{C}(\text{CH}_3)_2$

(1385 cm<sup>-1</sup>) ve CH<sub>2</sub> (1164, 1091 ve 1016 cm<sup>-1</sup>) pikleri saptanmıştır. Bu C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve CH<sub>2</sub> pikleri L3-4A kumtaşı örneklerinde doymuş hidrokarbon varlığını göstermektedir. Bu bulgu Şekil 4.45 ile benzerdir. Bu bulguya ek olarak 3300-3050 cm<sup>-1</sup> arasında hiç bir soğurma gözlenmemesi doymuş hidrokarbon varlığını desteklemektedir. C≡C veya C=C bağlı hidrojen olmaması molekülün doymuş olduğu anlamına gelir. 648 cm<sup>-1</sup>'deki pik Mg<sub>3</sub>OH'a karşılık gelmekte ve L3-4A kumtaşı örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir.

FTIR sonuçlarına göre;

CH<sub>2</sub>pikleri L2-2A kumtaşı örneklerinde doymuş hidrokarbon varlığını göstermektedir.

C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve CH<sub>2</sub> pikleri L3-4A kumtaşı örneklerinde doymuş hidrokarbon varlığını göstermektedir. Mg<sub>3</sub>OH piki L3-4A kumtaşı örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir.

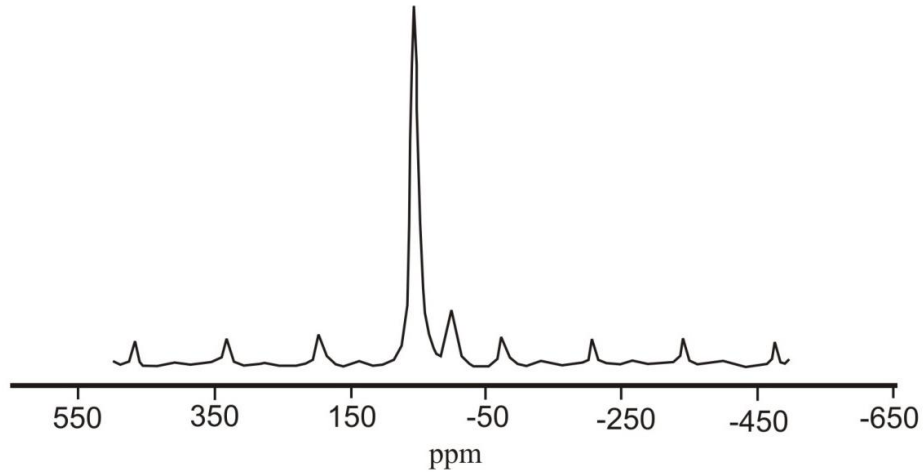
Dünyanın farklı alanlarında yapılmış olan bazı çalışmalarda şeyllerde organik maddenin var olduğundan ve FTIR'ın hidrokarbon varlığını ve şeyl örneğinde mineral tiplerini belirlemek için kullanılabileceğinden bahsedilmiştir (Shoval ve Nathan 2011, Alstadt vd. 2012). FTIR analizleri Haymana Formasyonunda bol miktarda organik madde içeren kumtaşı-şeyl örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kil örneklerinin yapısı, kimyası ve hidrokarbon varlığı ATR tekniğini kullanarak FTIR ile belirlenmiştir.

#### 4.3.4 NMR analizi

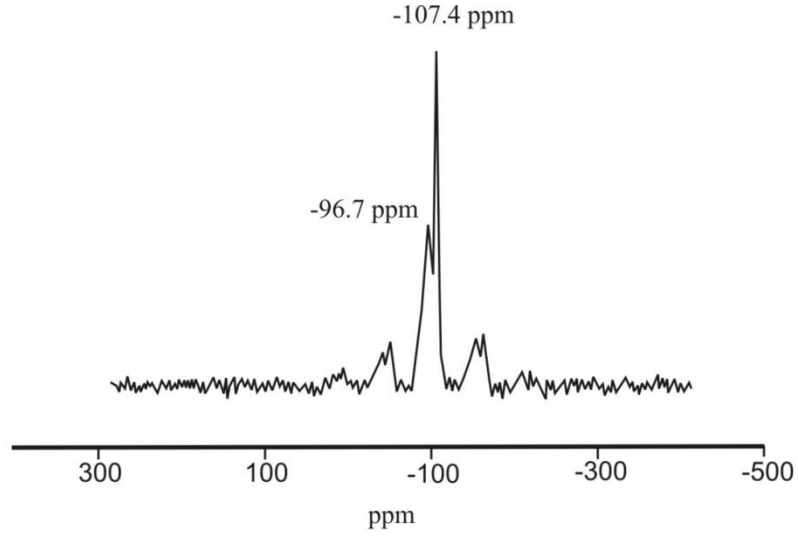
59.4 ppm'deki keskin<sup>27</sup>Al NMR sinyali alüminyumca zengin tetrahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A örneklerinde illit varlığına işaret etmektedir. 7.5 ppm'deki <sup>27</sup>Al NMR sinyali alüminyumca fakir oktahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğuna işaret etmektedir. <sup>29</sup>Si MAS NMR spektrumunda -107.4 ppm ve -96.7 ppm'deki pikler L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinde illit varlığını göstermektedir. -96.7 ppm'de <sup>29</sup>Si sinyali L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir.

$^{27}\text{Al}$  MAS NMR spektrumunda 59.4 ppm' deki keskin pik tetrahedral koordinasyondaki alüminyum atomlarına karşılık gelmektedir. 7.5 ppm' deki küçük pik ise oktahedral koordinasyondaki alüminyum atomlarına karşılık gelmektedir. Bu kimyasal kayma değerleri önceki bir çalışmada yayımlanan değerler ile uyumludur (Sanz vd. 1983). 59.4 ppm' deki keskin  $^{27}\text{Al}$  NMR sinyali alüminyumca zengin tetrahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar illit varlığına işaret etmektedir. Bu sinyal aynı zamanda feldspatda  $\text{Q}^4$  Al çevrelerine özgü 55-68 ppm frekans aralığındadır (Kirkpatrick vd. 1985). Bu nedenle L3-4A kumtaşı-şeyl örnekleri feldspat içermektedir. 7.5 ppm' deki  $^{27}\text{Al}$  NMR sinyali alüminyumca fakir oktahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğuna işaret etmektedir.

$^{29}\text{Si}$  MAS NMR spektrumunda -107.4 ppm' de  $\text{Q}^4(0\text{Al})$  piki ve -96.7 ppm' de  $\text{Q}^4(1\text{Al})$  piki gözlenmiştir. Bu pikler illitin önceki bir çalışmada gösterdiği değer aralığındadır (Thompson, J. G. 1984) ve illit varlığını göstermektedir. -96.7 ppm' de  $^{29}\text{Si}$  sinyali L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu ve feldspat içerdiğini göstermektedir. -107.4 ppm'deki  $^{29}\text{Si}$  sinyali L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinde kuartz varlığına da işaret etmektedir.



Şekil 4.47 Kumtaşı örneğinin (L3 - 4A)  $^{27}\text{Al}$  MAS NMR spektrumu



Şekil 4.48 Kumtaşı örneğinin (L3 - 4A)  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR spektrumu

NMR sonuçlarına göre;

59.4 ppm' deki keskin  $^{27}\text{Al}$  NMR sinyali alüminyumca zengin tetrahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinde illit varlığına işaret etmektedir. 7.5 ppm' deki  $^{27}\text{Al}$  NMR sinyali alüminyumca fakir oktahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğuna işaret etmektedir.  $^{29}\text{Si}$  MAS NMR spektrumunda -107.4 ppm ve -96.7 ppm' deki pikler L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinde illit varlığını göstermektedir. -96.7 ppm' de  $^{29}\text{Si}$  sinyali L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir.

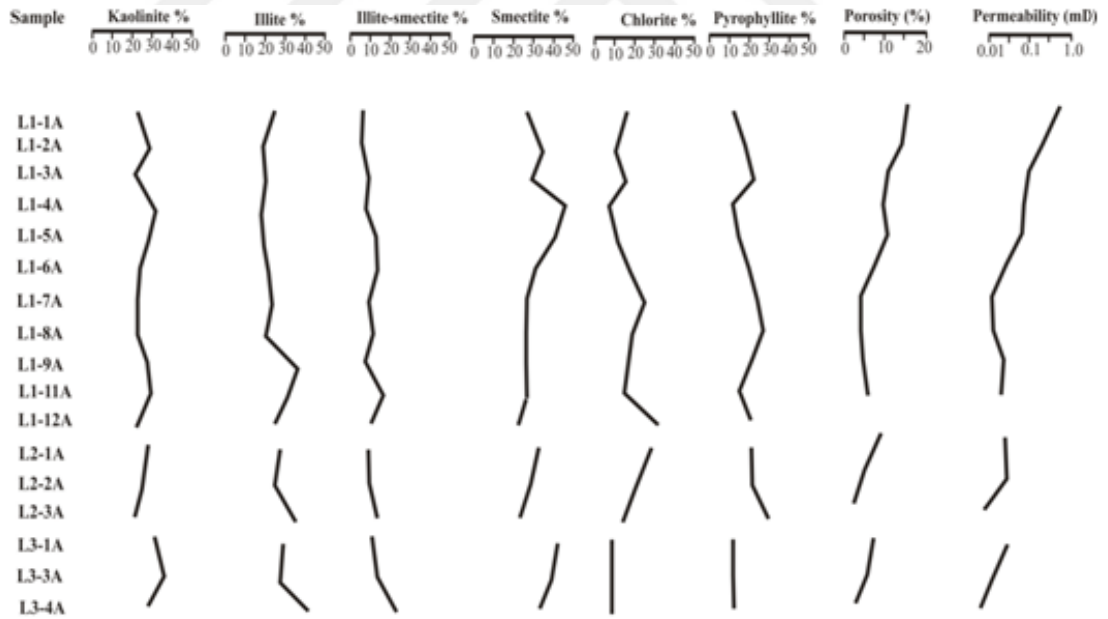
#### 4.3.5 Rezervuar özellikleri

Bir petrol kapanında kumtaşları içermiş oldukları porozite ve permeabilite özelliklerinden dolayı rezervuar (hazne) kaya özelliği sunarken, organik madde içeren şeyller ana kaya (hidrokarbon türeten) özelliği sunarlar. Genel olarak şeyller geçirimsiz özelliklerinden dolayı da örtü kaya özelliği gösterirler. Bir petrol kapanında kumtaşı-şeyller arasındaki mineral transformasyonu sonucu oluşan madde alışverişinden dolayı rezervuar bir kaya içinde kil mineralleri (otijenik mineraller) oluşur.

Kil mineralleri hidrokarbon alımını zorlaştırır ve bir rezervuardaki hidrokarbon üretimini (akışı) azaltır. Bu havza için bulunan smektit, klorit, illit türü kil mineralleri Rezervuar için istenmeyen minerallerdir.

Haymana Formasyonunun kumtaşlarından elde edilen 6 mostra örneğinin gözeneklilik ve geçirgenlik ölçümleri çizelge 4.3'te gösterilmektedir. Haymana kumtaşlarının genel olarak gözeneklilik değerleri 2 ila 10 arasında değişmekte olup, ortalama rezervuar porozitesi %4.5 değerine karşılık gelmektedir. Bu numunelerin 0,1 mD'ye kadar geçirgenliği vardır ve ortalama permeabilite değeri 0,05 mD' dir. Bu kumtaşlarının ortalama kil matris içeriği % 2,0 ve % 17,0 aralığındadır. Kayaç yapısındaki göreceli olarak yüksek kil içeriği, düşük gözeneklilik ve geçirgenlik değerlerinin başlıca nedenleri olarak kabul edilmektedir.

Çizelge 4.3 Haymana Formasyonu kumtaşlarının gözeneklilik ve geçirgenlik ölçümleri



Sample number	Porosity (%)	Permeability (mD)
L2-1A	10	0.05
L2-2A	5	0.07
L2-3A	3	0.01
L3-1A	4	0.1
L3-3A	3	0.07
L3-4A	2	0.01

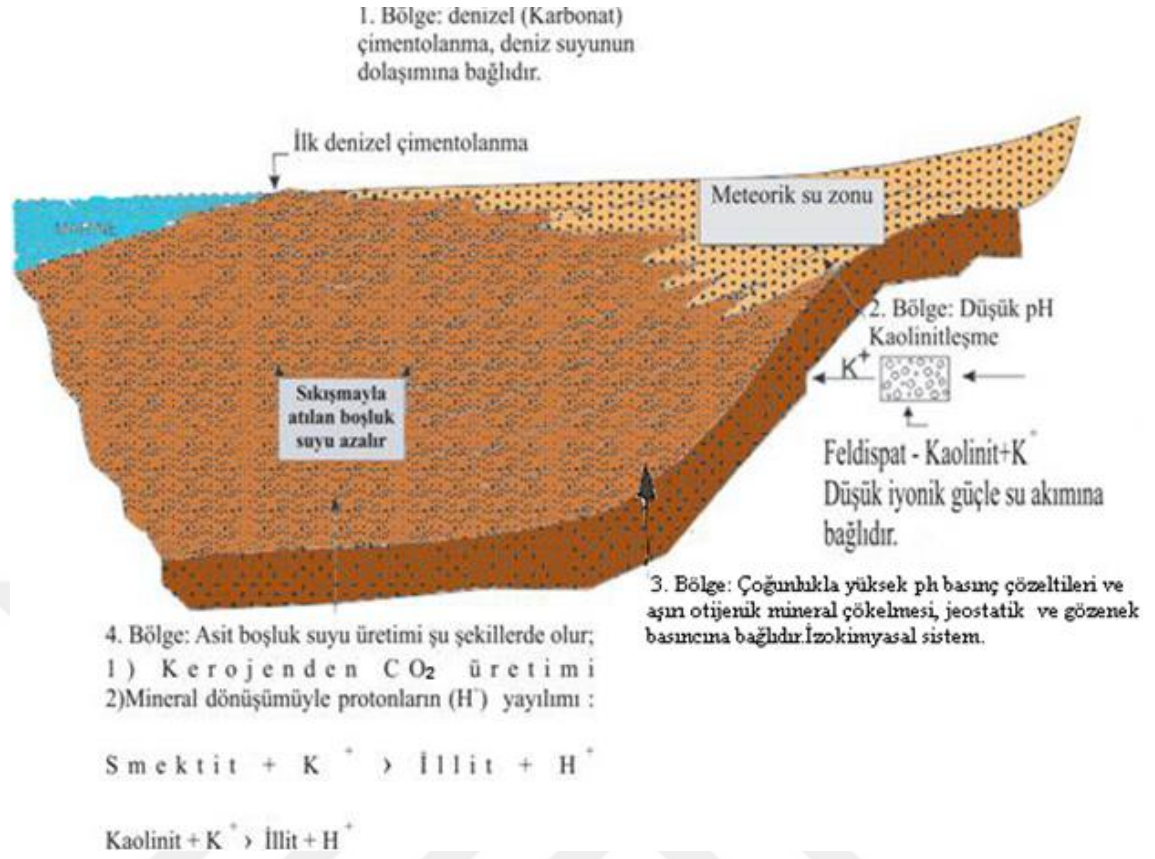
## 5. DİYAJENEZ

Bir sedimanter havzada Petrol arama çalışmalarında kil dönüşümleri ile hidrokarbon oluşum ve göçleri arasındaki ilişki mutlaka kurulmalıdır. Sedimanter havzalarda kayaç oluşturan mineralleri etkileyen kimyasal reaksiyonlar ile birlikte meydana gelen sıkışma, kayaçlarda gözeneklilik ve geçirgenlik değişikliklerinin başlıca nedenidir. Derinlikle beraber sıcaklık ve basınç artışı ve gözenek sıvısı kayaç içerisinde kimyasal bir dengesizliğe yol açar. Mineral ve gözenek suyu arasında çözünme ve çökelme reaksiyonları kimyasal dengeye ulaşmaya kadar devam eder.

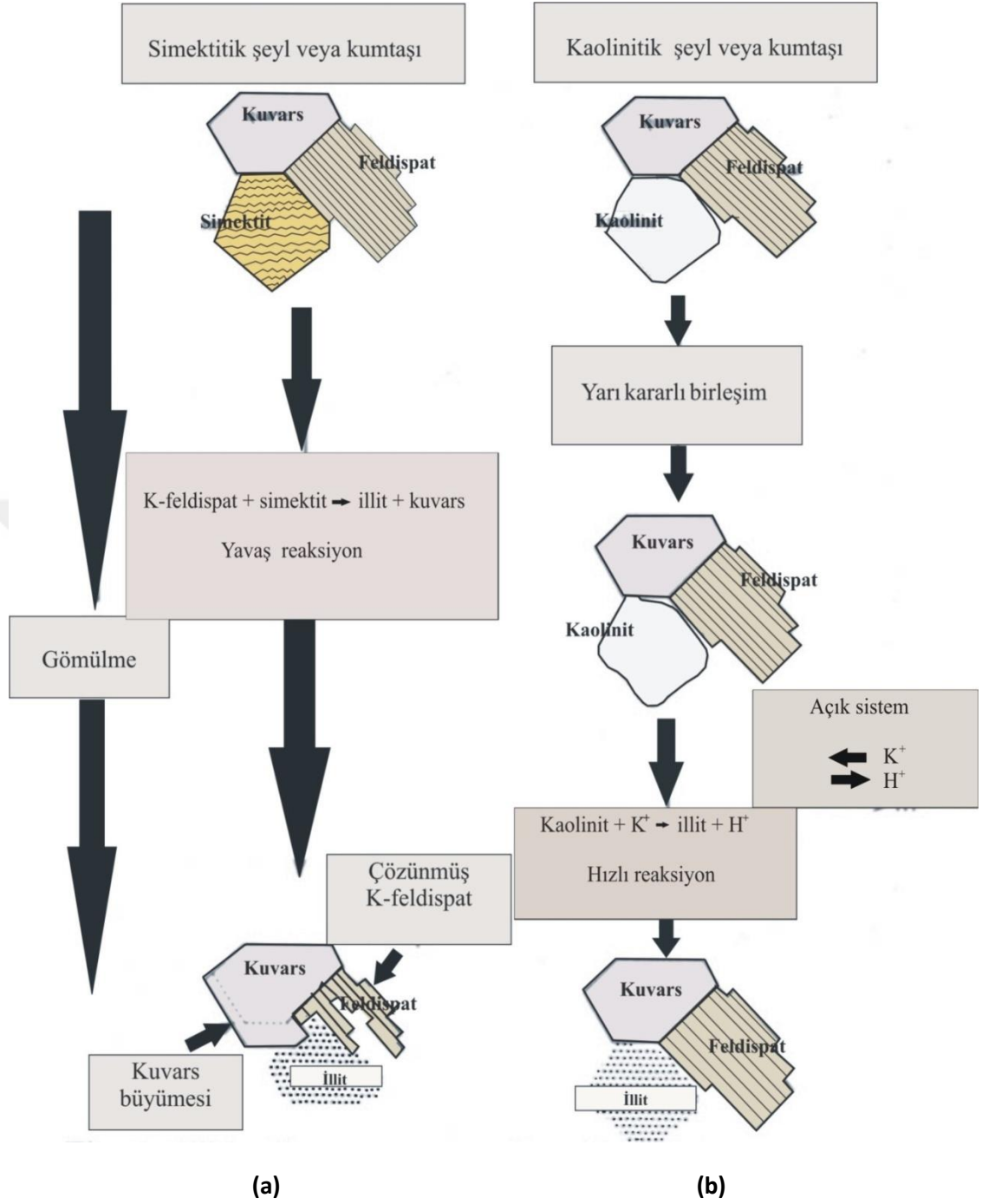
Kil mineralleri silisyum ile oksijenin Mg, Ca, K, Al, Fe, Na ve OH (Hidroksil) iyonlarıyla oluşturdukları tabakalı yapıya sahip silikatlardır. Tetrahedral veya silika ile oktahedral veya alümina kristal levhalarının farklı bağlarla ve metalik iyonlarla birbirine bağlanmasıyla değişik kil mineralleri oluşur.

Yapılan çalışmada kil mineralleri ile jeotermal olgunlaşma arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması da amaçlanmıştır. Kil minerallerinde simektitin illite dönüşmesine bağlı olarak illitleşme artışı yapılan analizlerle belirlenmiştir.

Kaolinitin illitleşmesi kısıtlı bir zaman aralığında (hızlı reaksiyon) oluşurken (Platt 1993, Matthews vd. 1994, Lanson vd. 1996), şeyllerde gözlenen simektitin illite dönüşümü yavaş ama sistematik bir reaksiyon olarak tanımlanmaktadır (Velde vd. 1992). Bu tez çalışmasında illitleşme, simektitin illite dönüşmesi kuramı ile açıklanmıştır.

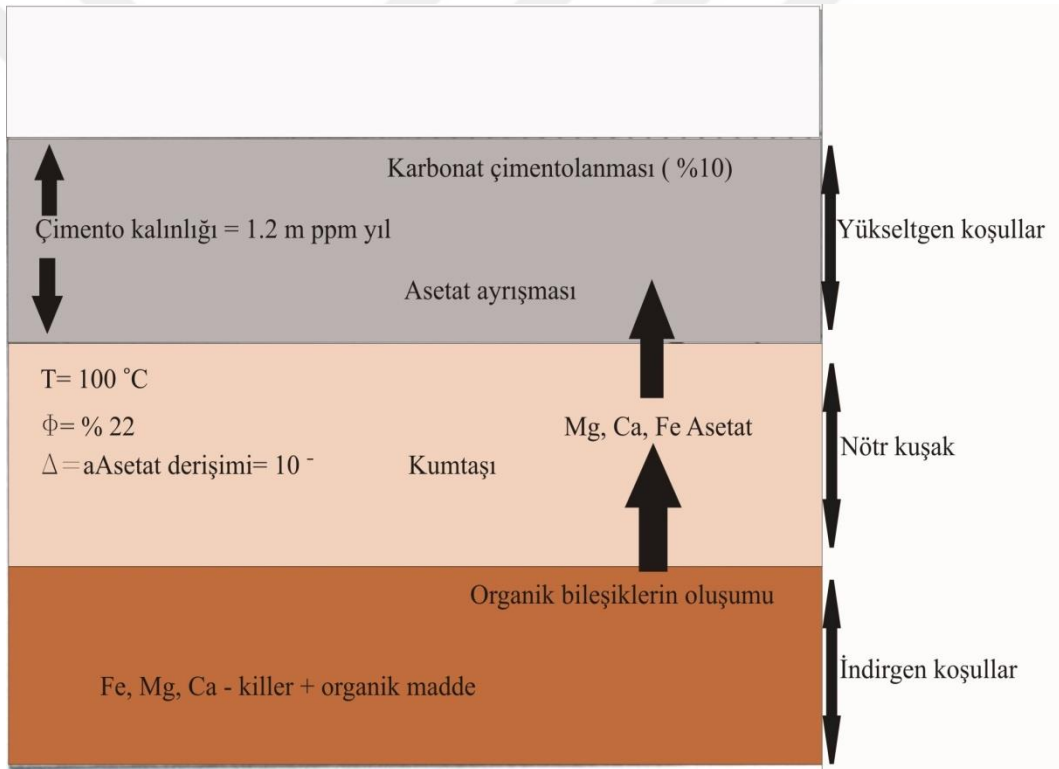


Şekil 5.1 Bir sedimanter havzadaki gözenek suyu dolaşımının, çözünme ve çimentolanmanın basitleştirilmiş modeli (Chinlingarian vd. 1988'den değiştirilerek alınmıştır)



Şekil 5.2 İllitleşme süreci. Haymana kumtaşları için a modeli kabul edilmiştir. (Berger vd. 1996'dan değiştirilerek alınmıştır)

Şekil 5.3’de şeyllerden kumtaşlarına organik bileşiklerin difüzyonu ve bu organik bileşiklerin kumtaşlarında ayrışma reaksiyonları (Berger vd. 1996) izlenmektedir. Bu şekilden de görüleceği üzere indirgen ortamlardaki killerde (Smektit-illit türü), organik maddenin olgunlaşmasına da paralel olarak simektit-illit dönüşümleri ile açığa çıkan bol miktardaki gözenek suyu etkisiyle organik maddenin hazne kayaya göçü düşünülmektedir. Simektit illit dönüşümlerinden oluşacak aşırı basınçlı zonlarda simektit minerallerinden açığa çıkan su hidrokarbon göçüne ve Hidrokarbon zonlarının oluşumuna neden olacaktır. Bu da yeni hidrokarbon alanlarının araştırılmasına imkan tanıyacaktır.



Şekil 5.3 Şeyllerden kumtaşlarına organik bileşiklerin difüzyonu ve bu organik bileşiklerin kumtaşlarında ayrışması reaksiyonları (Berger vd. 1996)

Sonuç olarak bu tez çalışmasında simektit-illit dönüşüm reaksiyonları ile illit oluşumları yaygın olarak izlenmiştir. Şekil 5.2 simektit-illit dönüşüm zonları ile hidrokarbon oluşum zonlarının çakıştığı düşünülmektedir.

## 6. SONUÇLAR

1) Haymana Formasyonundan derlenen yüzey örneklerinde yapılan XRD çekimlerinde izlenen mineral türleri genel olarak kuvars, feldispat, plajiyoklaz ve kalsit mineralleridir. Ayrıntılı XRD analizlerinde karışık tabakalı simektit-illit, illit ve klorit türü kil mineralleri izlenmiştir. Taramalı Elektron mikroskop ve EDS analizlerinde simektit, klorit ve demir mineralleri belirlenmiştir. Haymana kumtaşlarında kil mineralleri bol miktarda ve gözenek dolguları olarak bulunmuştur. Kil mineralleri Haymana kumtaşı rezervuarını olumsuz etkilemiştir.

2) FTIR sonuçlarına göre;

CH<sub>2</sub> pikleri L2-2A kumtaşı örneklerinde doymuş hidrokarbon varlığını göstermektedir. C(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ve CH<sub>2</sub> pikleri L3-4A kumtaşı örneklerinde doymuş hidrokarbon varlığını göstermektedir. Mg<sub>3</sub>OH piki L3-4A kumtaşı örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir.

3) NMR sonuçlarına göre;

59.4 ppm' deki keskin <sup>27</sup>Al NMR sinyali alüminyumca zengin tetrahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinde illit varlığına işaret etmektedir. 7.5 ppm' deki <sup>27</sup>Al NMR sinyali alüminyumca fakir oktahedral tabakaları göstermektedir. Bu tabakalar L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğuna işaret etmektedir. <sup>29</sup>Si MAS NMR spektrumunda -107.4 ppm ve -96.7 ppm' deki pikler L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinde illit varlığını göstermektedir. -96.7 ppm'de <sup>29</sup>Si sinyali L3-4A kumtaşı-şeyl örneklerinin trioktahedral karakterde olduğunu göstermektedir.

4) Haymana kumtaşlarının genel olarak gözeneklilik değerleri 2 ila 10 arasında değişmekte olup, ortalama rezervuar porozitesi % 4.5 değerine karşılık gelmektedir. Bu numunelerin 0,1 mD' ye kadar geçirgenliği vardır ve ortalama permeabilite değeri 0,05 mD' dir. Bu kumtaşlarının ortalama kil matris içeriği % 2,0 ve % 17,0 aralığındadır.

Kayaç yapısındaki göreceli olarak yüksek kil içeriği, düşük gözeneklilik ve geçirgenlik değerlerinin başlıca nedenleri olarak kabul edilmektedir.

5) XRD çekimlerine göre elde edilen simektit illit dönüşüm zonları ile hidrokarbon oluşum zonlarının çakıştığı düşünölmektedir.



## KAYNAKLAR

- Acar, A. ve Sonel, N. 1998. Haymana Formasyonu'nun (Tuz Gölü Havzası Kuzeyi, Orta Anadolu) Organik Fasiyes ve Jeokimyası. Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiri Özleri Kitabı, s. 127-129, Ankara. Akarsu, İ. 1971. Polatlı-Haymana civarının detay petrol jeolojisi: T.P.A.O. raporu, 2502 (yayımlanmamış).
- Arıkan, Y. 1975. Tuzgölü havzasının jeolojisi ve petrol imkanları. MTA Dergisi, 85, 17-38.
- Ates, A., Bilim, F. and Büyüksaraç, A. 2005. Curie point depth investigation of Central Anatolia. Turkey. Pure and Applied Geophysics, 162, 357-371.
- Ayyıldız, T. and Sonel, N. 1998a Organic Facies Characteristics and Source Rock Potential in the Paleocene Shale of the Tuz Gölü Basin, Central Anatolia, Turkey, Third International Turkish Geology Symposium, Ankara
- Ayyıldız, T. 2000, Tuzgölü Havzası Geç Paleosen Yaşlı Birimlerin Jeokimyası ve Diyajenetik Özellikleri, Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü s. 13-52, 131.
- Bailey, E. B. and McCallien, W. C. 1953. The Ankara Melange and the Anatolian Thrust. Philadelphia Trans. Roy. Soc. London, 62.403-442.
- Batman, B. 1978. Haymana kuzeyinin jeolojik evrimi ve yöredeki melanjın incelenmesi, a. Stratigrafi Birimleri. Yerbilimleri, 4, 1-2, 95-124.
- Berki, K.B. 1962. Dünya ve Türkiye Petrol Durumu. [http://www.maden.org.tr / resimler/ekler/143.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/143.pdf) (erişme tarihi : 14.09.2007).
- Berger, G., Lachapagne, J.C., Velde, B., Beaufort, D. and Lanson, B. 1997 Kinetic constraints on illitization reactions and the effect of organic diagenesis in sandstone/shale sequences. Appl. Geochem. 12, 23-35.
- Bjorlykke, K. 2003. Fluid flow in sedimentary basins, Sedimentary Geology, v.86, issues 1-2, p.137-158.
- Boles, J. R. 1979. Active ankerite cementation in the subsurface Eocene of southwest Texas: Contribution to Mineralogy and Petrology, v.68, p.13-22.
- Boles, J. R. and Franks, S.G. 1979. Clay diagenesis in the Wilcox Formation sandstones of southwest Texas: implications smectite diagenesis on sandstone cementation. Jour. Sed. Petrology, vol.49. pp.55-70.

- Büyükutku, G.A. 2003. "The Diagenesis of Middle Eocene Sandstones from the Western Thrace Basin, Turkey", Geological Society of India, vol.62, pp.83-90.
- Büyükutku, G.A. 1998. Trakya Havzası Kuzeybatısı (Lüleburgaz) civarı Orta-Üst Eosen Birimlerinin Petrol Jeolojisi Açısından İncelenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 175 p.
- Büyükutku, A. and Sarı, A. 2011 The Diagenesis of Haymana Sandstones (Upper Cretaceous), Yakacık Vicinity, Northwest of Ankara (Salt Lake Basin), Turkey, Energy Sources, Part A, 33;795-804.
- Capraru, C. 1991. Hydrocarbon Trap Types in the Structural Units of the Tuzgölü Basin. Ozan Sungurlu Sempozyumu, Proceedings, s. 156-173.
- Chilingarian, G.V. and Wolf, K.H. 1988. Diagenesis 1, V.41, P.560, USA.
- Coşkun, B. 2004. Aksaray and Ecemis Faults-diapiritic salt relationships, Relevance to the hydrocarbon exploration in the Tuzgölü (Salt Lake) basin, Central Anatolia, Turkey, Energy Sources, 26.1005-10022.
- Coşkun, B. Özdemir, A. ve Işık, V. 1990. Haymana-Mandıra-Dereköy arasındaki sahanın petrol imkanları. TPJD Bülteni, 2, 135-143.
- Curtis, C.D. 1978. Possible links between sandstone diagenesis and depth-related geochemical reactions in enclosing mudstones: Geological Society of London., Journal, v.135, p.107-117.
- Çemen, İ. Göncüoğlu, M. C. and Dirik, K. 1999. Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey Journal of Geology, 107, 693-706.
- Çetin, H. Demirel, İ. H. ve Gökçen, S. L. 1986. Haymana'nın (SW Ankara) doğusu ve batısındaki Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin sedimentolojik ve sediment petrolojik incelemesi. TJK Bülteni, 29, 21-3.
- Dellaloğlu, A. ve Aksu, R. 1984. Kulu-Şereflikoçhisar-Aksaray dolayının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rapor No:2020 (yayımlanmamış).
- Dellaloğlu, A. ve Aksu, R. 1991. Ankara-Temelli-Haymana-Kulu-Kırıkkale arasındaki alanın jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rapor No:3006 (yayımlanmamış).
- Derman, A. S. 2003. İç Anadolu Baseni, Haymana-Polatlı alanında Eosen yaşlı ilerleyen bir delta modeli. Türkiye Ondördüncü Uluslararası Petrol ve Doğalgaz Kongresi ve Sergisi, Bildiriler, 1-3.

- Deveciler, A. 2008. Haymana Çevresindeki Eosen Yaşlı Çayraz Formasyonu Pelecypoda ve Gastropoda Faunalarının Paleontolojisi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
- Dirik, K. ve Erol, O. 2000. Tuzgölü ve civarının tektonomorfolojik evrimi Orta Anadolu-Türkiye. Haymana-Tuzgölü Ulukısla basenleri uygulamalı çalışma (workshop), 28-42.
- Doğan, Ö.M. and Kayacan İ. 2008 Pyrolysis of Low and High Density Polyethylene. Part II: Analysis of Liquid Products Using FTIR and NMR Spectroscopy, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 30:5, 392-400.
- Foscolos, A.E. and Powell, T.G. 1980. Mineralogical and geochemical transformation of clays during catagenesis and their relation to oil generation, in Miall, A.D., ed., Facts and Principles of World Petroleum Occurrences: Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 6, p.153-171.
- Gökçen, S. L. 1978. Haymana (GB Ankara) güneyindeki tortul istifinin sedimanter petrolojik incelenmesi. MTA Dergisi, 89, 99-115.
- Görür, N. ve Derman A. S. 1978. Tuzgölü-Haymana Havzası'nın stratigrafik ve tektonik analizi. TPAO Rapor No:1514 (yayımlanmamış).
- Görür, N. 1981. Tuzgölü-Haymana havzasının stratigrafik analizi. TJK, İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu, Ankara, 60-66.
- Görür, N. Oktay, F. Y. Seymen, İ. and Sengör A. M. C. 1984. Paleotectonic evolution of the Tuzgölü Basin complex, central Turkey. Sedimentary record of a Neo-Tethyan closure, Dixon.
- Görür, N. Tüysüz, O. and Sengör, A.M.C. 1998. Tectonic evolution of the central Anatolian basins. International Geology Review, v. 40, p. 831-850.
- İleöz, H.İ., Dellaloğlu A.A, Tekin T., İvak M. ve Alaygut, D. 1996. Tuzgölü Baseni ve Civarının Kaynak Kaya Potansiyeli. Türkiye 11. Petrol Kongresi Bildirileri Kitabı s. 170-178, Ankara.
- İleöz, H. İ., Uğur F.A., Harput, A. ve İztan H. 1993 Haymana Baseni Hidrokarbon Potansiyeli: TPAO., Araştırma Rapor No: 1882 s. 39.
- Lanson, B., Beaufort D., Berger G., Baradat J. and Lacharpagne J.-C. (1996) Late-stage diagenesis of clay minerals in porous rocks: Lower Permian Rot li ege ndes r ese rvoi r of shore of The Netherlands. Journal of Sedimentary Research, 66, 501-518.

- Matthews, J., Velde B. and Johansen H. (1994 ) Significance of K-Ar ages of authigenic illitic clay minerals in sandstones and shales from the North Sea. *Clay Minerals*, 29, 379-389.
- Powell, T.G., Foscolos, A. E., Gunther, P. R. and Snowdon, L. R., 1978. Diagenesis of organic matter and fine clay minerals: a comparative study: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.42, p.1181-1197.
- Pye, K. and Krinsley D.H. 1986 Diagenetic carbonate and evaporite minerals in Rotliegend aeolian sandstones of the southern North Sea: Their nature and relationship to secondary porosity development *Clay Minerals*, 21, 443-457.
- Reckamp, I.U. and Özbey, S. 1960. Petroleum Geology of Temelli and Kustepe structures, Polatlı area . *Pet. \*s. Gen. Md. Ankara* (Yayımlanmamış).
- Rigo de Righi, M. and Cortesini, A. 1959. Regional studies central Anatolian Basin, progress report 1. Turkish Gulf Oil Com. *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Ankara* (Yayımlanmamış).
- Rossel, N.C. (1982) Clay mineral diagenesis in Rotliegend aeolian sandstones of the southern North sea. *Clay Minerals*, 17, 69-77.
- Şenalp, M. ve Gökçen, S. L. 1978. Haymana (GB Ankara) Yöresindeki Petrollü Kumtaşlarının Sedimantolojik incelemesi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, o. 21, 87-94.
- Seo, T.Y., Lee, H.2003. <sup>13</sup>C NMR Analysis and Gas Uptake Measurements of Pure and Mixed Gas Hydrates: Development of Natural Gas Transport and Storage Method using Gas Hydrate, Department of Chemical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 373-1 Guseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-701, Korea.
- Sonel, N. Sarı, A. ve Altınok-Orhan A. 2003. Mezgit Formasyonu'nun (tuz gölü havzası) diyajenez ve rezervuar jeolojisinin incelenmesi. *G.Ü, Fen Bilimleri Dergisi*, 115-126.
- Small, J.S., Hamilton D.L. & Habesch S. (1992) Experimental simulation of clay precipitation within reservoir sandstones 2: Mechanism of illite formation and controls on morphology. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62, 520-529.
- Subramanian, S. Ballard, A. L. Kini, R. A. Dec, S. F. Sloan Jr. E. D. 2000. Structural Transition in Methane + Ethane Gas Hydrates- Part 1: Upper Transition Point and Applications. *Chemical Engineering Science* 55 (2000) 5763-5771.
- Turgut, S. 1978. Tuzgölü Havzasının stratigrafik ve çökelse gelişmesi. *Türkiye 4. Petrol Kongresi Bildirileri*, 115-126.

- Uygun, A. 1981. Tuz Gölü Havzasının Jeolojisi, Evaporit Oluşumları ve Hidrokarbon Olanakları. İç Anadolu'nun Jeolojisi Sempozyumu. 66-71.
- Ünalın, G., Yüksel, V., Tekeli, T., Gönenç, O., Seyirt, Z. ve Hüseyin, S. 1976. Haymana-Polatlı yöresinin (GB Ankara) Üst Kretase-Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi. Türkiye Jeoloji Kur. Bül. 19.2, 159-176.
- Velde, B. and Vasseur, G. 1992. Estimation of the diagenetic smectite-to-illite transformation in time-temperature space. Am Mineral 77:967-976.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mithat Emre KIBRIS  
Doğum Yeri : Ankara  
Doğum Tarihi : 05/03/1985  
Medeni Hali : Evli  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Nermin-Mehmet Çekiç Anadolu Lisesi (2003)  
Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi  
Jeoloji Mühendisliği (2010)  
Lisans : Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü (2016)  
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği  
Anabilim Dalı (Haziran 2017)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Yenimahalle Belediyesi 2011-....

### Ulusal Kongre Sunum

Ftır Tekniği ile Hidrokarbon Rezervuarlarının Değerlendirilmesine Bir Örnek; Ankara, Tuz Gölü Havzası'nda Yer Alan Haymana Formasyonu 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı 10-14 Nisan 2017