

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**PALUSTRİN-SALİN GÖL ORTAMLARININ ORGANİK MADDE  
BİRİKTİRME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ, SİVRİHİSAR  
(ESKİŞEHİR) MİYO-PLİYOSAN HAVZASI, TÜRKİYE**

**ANIL ALTUNAY**

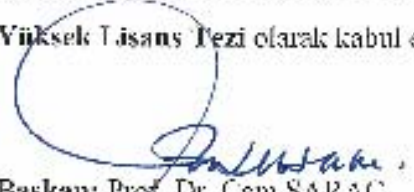
**ANKARA**

**2010**


**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI


Anıl ALTUNAY tarafından hazırlanan: "Palusrin-Salin Göl Ortamlarının Organik Madde Biriktirme Özelliklerinin İncelenmesi, Sivrihisar (Tskışehir) Miyo-Pliyosen Havzası, Türkiye" adlı tez çalışması aşağıdaki Jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

  
Başkan: Prof. Dr. Cem SARAÇ

(Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)

  
Üye : Doç. Dr. Turhan AYYILDIZ

(Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)

  
Üye : Yrd. Doç. Dr. Zehra S. KARAKAŞ

(Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı)

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

**Prof. Dr. Orhan ATAKOI.**

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PALUSTRİN-SALİN GÖL ORTAMLARININ ORGANİK MADDE BİRİKTİRME ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ, SİVRİHİSAR (ESKİŞEHİR) MİYO-PLİYOSEN HAVZASI, TÜRKİYE.

Anıl ALTUNAY

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Turhan AYYILDIZ

Tez çalışmasının amacı, Sivrihisar (Eskişehir) havzasında Miyo-Pliyosen göl istifindeki tatlı ve tuzlu göl ortamını gösteren kırıntılı birimlerin organik madde içeriklerinin ortaya konulması ve elde edilen verilerin daha yaşlı evaporitik ortamlara örnek oluşturma özelliklerinin araştırılmasıdır.

Sivrihisar-Eskişehir Miyo Pliyosen Havzası palustrin-salin göl ortamlarının organik madde biriktirme özelliklerinin incelenmesi amacıyla araziden Ölçülü Stratigrafik Kesitlerden (ÖSK) alınan örneklerin organik madde içerikleri ve element içeriklerini ortaya koymaya yönelik analizler yapılmış, ayrıca arazi gözlemleri ile bölgenin paleojeolojisine ilişkin veriler derlenmiştir.

Ölçümü yapılan ve örnek alınan ÖSK'lerden Sazılar-Knauf Alçı Ocağı yolu, Gençali-Biçer yolu ÖSK'ları tuzlu (salin) su çökel ortamını temsil ederken Sazak, Mülkköy ve Ahırözü Köylerinin ÖSK'ları ağırlıklı olarak tatlı (palustrin) su çökel ortamını temsil etmektedirler.

Evaporitli ortamlarda aşırı tuzlu ortam şartlarına dayanıklı alg ve bakterilerin ortamın organik madde içeriğine katkı yapması beklenmektedir. Ancak, inceleme konusunu oluşturan Sivrihisar göl havzası düşük organik madde yüzdesi bulundurması nedeniyle, göl seviyesinin durağan olmadığını, oksik şartların genelde korunduğunu gösterebilir.

**Haziran 2010, 74 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Sivrihisar, evaporit, organik, jeokimya, Porsuk formasyonu

## ABSTRACT

Master Thesis

ORGANIC MATTER STORAGE PROPERTIES INVESTIGATION OF THE  
PALUSTRINE TO SALINE LAKE ENVIRONMENTS, SIVRIHISAR MIO-  
PLIOCENE BASIN, TURKEY.

Anıl ALTUNAY

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Turhan AYYILDIZ

The aim of this study is to illuminate the organic material content of clastic units, representing the saline and freshwater lake environment, within Mio-Pliocene lake sequences in Sivrihisar (Eskişehir-Turkey) basin and to investigate the sampling features of the data for older evaporitical environments.

To study of organic matter storage properties in the Sivrihisar-Eskişehir Mio-Pliocene basin (saline and palustrine units), several Measured Stratigraphic Sections (MSS) were taken and they were analyzed by Pyrolyses and X-Ray Fluoresance. In addition to these, regional paleo-environment analyses could be determined by field study.

Palustrine characteristics were observed in the Sazılar-Kanuf gypsum pit, Gençali-Biçer road MSS's, while saline properties were determined in Sazak, Mülkköy and Ahırözü MSS's.

It is expected that algae and bacteria contribute the organic material content in evaporite environments. However, Sivrihisar lake basin, the subject of this study, contains very low organic material. This case can mean that water level has changed and oxic conditions have been maintained.

**June 2010, 74 pages**

**Key Words:** Sivrihisar, evaporite, organic, geochemistry, Porsuk formation

## TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında değerli bilgileri, yol gsterici tavırları ve her zaman olumlu yndeki yaklaşımlarıyla beni teşvik eden danışmanım Doç. Dr. Turhan AYYILDIZ (Ankara Üniwersitesi Mühendislik Fakültesi)'a, çalışmanın oldukça önemli bir bölümünü teşkil eden element analizi çalışmalarında yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOğLU (Ankara Üniwersitesi Mühendislik Fakültesi)'na, tez çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan arkadaşlarım Çağatay Emrah ÖNGÜT ve Berrin OğUZ'a, sevgili eşim Derya ALTUNAY ile kızlarım İzgi Naz ve Zeren Olcay'a teşekkür ederim.

Anıl ALTUNAY

Ankara, Haziran 2010

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
SİMGELER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1 İnceleme Alanının Konumu ve Tanıtımı.....	2
1.2 İklim .....	3
1.3 Araştırmanın Konusu .....	3
1.4 Materyal ve Yöntem.....	4
1.5. Önceki Çalışmalar ve Kaynak Özetleri.....	5
2. GENEL JEOLojİ.....	9
2.1 Stratigrafi.....	11
2.1.1 Temel kayaçlar .....	13
2.1.2 Mamuca Formasyonu .....	13
2.2 Neojen Birimleri.....	13
2.2.1 Sakarya Formasyonu .....	13
2.2.2 Porsuk Formasyonu .....	16
2.3 Kuvaterner birimleri.....	30
3. JEOKİMYA.....	31
3.1 Çamurtaşı Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları .....	31
3.2 Kimyasal Analiz Sonuçlarının Grafikselsunumu ve Korelasyon Katsayıları.....	40
3.3 TOC-Ana Oksit ve Element Analiz Verilerinin Jeostatistiksel Korelasyonu... 48	
4. ORGANİK MADDE BİRİKİMİNE İLİŞKİN DEĞERLENDİRMELER.....	57
4.1 Piroлиз Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	58
4.2 Organik Fasiyes İncelemeleri.....	62
4.3 Tatlı ve Tuzlu Su Ortamı Çökellerinin Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması .....	64

<b>5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....</b>	<b>65</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>68</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>72</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>73</b>

## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrad Derece
%	Yüzde
B	Batı
D	Doğu
HI	Hydrogen Index (Hidrojen İndeksi)
g	Gram
G	Güney
GB	Güney Batı
GD	Güney Doğu
K	Kuzey
KB	Kuzey Batı
KD	Kuzey Doğu
kg	Kilogram
kg/m <sup>2</sup>	Kilogram/metrekaare
km	Kilometre
km <sup>2</sup>	Kilometrekare
m	Metre
m <sup>2</sup>	Metrekare
mg	Miligram
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
No	Numara
OI	Oxygen Index (Oksijen İndeksi)
Ö	Ölçek
ÖSK	Ölçülü Stratigrafik Kesit
PI	Production Index (Üretim İndeksi)
ppm	Part(s) Per million (Milyonda 1 Birimlik Madde Miktarı)
r	Korelasyon Katsayısı
s.	Sayfa
T <sub>max</sub>	Hidrokarbon Üretiminin Maksimum Olduğu Evredeki Sıcaklık
TOC	Toplam Organik Karbon
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
YEBİM	Yerbilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi
XRF	X-Ray Flouresans (X-Işını Flouresans)
vd.	ve diğerleri



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Yer bulduru haritası .....	2
Şekil 2.1. Çalışma Alanının 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritası (Gözler vd. 1996).....	10
Şekil 2.2. İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Gözler vd. 1996' dan değişiklikle) .....	12
Şekil 2.3. Karabayırlar Tepe volkanik ve kırıntılı birimlerin geçiş dokanağının panoramik görünüşü .....	15
Şekil 2.4. Volkanik Birimlerin genel görünümü (Karabayırlar Sırtı, Bakış Yönü: D' dan B' ya) .....	15
Şekil 2.5. Volkanik-Kırıntılı ve evaporitik fasiyeslerin genel görünümü (Karabayırlar Sırtı, Bakış Yönü: GD' dan KB' ya) .....	15
Şekil 2.6. Porsuk Formasyonu'nun bordo renkli-gri renkli geçişli birimlerin genel görünümü (Üçbaş-Ahırözü Arası, Bakış Yönü: B'dan D'ya) .....	18
Şekil 2.7. Kırmızı renkli konglomera-kumtaşı fasiyesi ve karbonat fasiyeslerinin arazi görünüşü (Ahırözü-Üçbaş köyleri arası).....	18
Şekil 2.8. Sazak Köyü yakını Porsuk formasyonu'na ait birimlerin (Jipsli çamurtaşı ve Karbonat fasiyesleri) genel arazi görünümü .....	19
Şekil 2.9. Sazak Köyü ÖSK III (Ö: 1/500) .....	20
Şekil 2.10. Ahırözü Köyü güneyi karbonatlı kiltası birimlerinin genel arazi görünümü (ÖSK IV).....	21
Şekil 2.11. Ahırözü ÖSK IV (Ö: 1/500) .....	22
Şekil 2.12. Mülkköy ÖSK V (Ö: 1/500) .....	23
Şekil 2.13 Mülkköy ÖSK lokasyonu karbonatlı çamurtaşı birimlerinin genel arazi görünümü .....	24
Şekil 2.14. Knauf alçı ocağı yolu jips-çamurtaşı ardalanmalı istifin arazi görünümüleri.	26
Şekil 2.15. Sazılar-Knauf alçı ocağı yolu ÖSK I (Ö: 1/500) .....	27
Şekil 2.16. Gençali-Biçer Yolu ÖSK II (Ö: 1/500).....	28
Şekil 2.17. Gençali-Biçer yolu ÖSK lokasyonu, jips-çamurtaşı ardalanmalı birimlerin arazi görünümüleri.....	29
Şekil 3.1. TOC ve As içerik oranlarının Örnek bazında gösterimi .....	33
Şekil 3.2. TOC, U ve Th İlişkisi .....	36
Şekil 3.3. Eser elementlerin TOC değerleriyle korelasyon grafikleri.....	44
Şekil 3.4. TOC değerlerinin ana oksitlerle korelasyon grafikleri .....	45
Şekil 3.5. TOC ve bazı eser element içerik verilerinin örnek bazında karşılaştırmalı grafikleri .....	46
Şekil 3.6. Bazı elementlerin birbirleriyle ve organik madde ile ilişkisini gösteren grafikler .....	47
Şekil 4.1. Porsuk Formasyonu'na ait örneklerin HI-T <sub>max</sub> (Organik Madde Tipi ve Olgunluğu) grafiği .....	60
Şekil 4.2. Organik Fasiyeslerin Şematik Görünümü (Altunsoy ve Özçelik 1983).....	63

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Eskişehir Bölgesi Aylık Ortalama Sıcaklık ve Yağış Değerleri .....	3
Çizelge 3.1. Toryum – uranyum oranlarına göre ortam şartları.....	35
Çizelge 3.2. İnceleme alanından derlenen TOC ve element içeriklerinin ince taneli sediman ve şeyl içeren bazı havzalarla karşılaştırılması (Pratt vd. 1992’den değişiklikle) .....	37
Çizelge 3.3. Örneklerin Ana Oksit Verileri (%) .....	38
Çizelge 3.4. Örneklerin Eser-İz, Nadir Toprak Element Verileri (ppm) .....	39
Çizelge 3.5. Tüm Elementler İçin Minimum, Maksimum, Ortalama Değerler ve Standart Sapmalar .....	41
Çizelge 3.6. TOC Değerlerinin Korelasyonu Sıralaması .....	42
Çizelge 3.7. Korelasyon Katsayı Grupları .....	49
Çizelge 3.8. Kuvvetli Negatif Korelasyon Çiftleri.....	50
Çizelge 3.9. Kuvvetli Pozitif Korelasyon Çiftleri.....	51
Çizelge 3.10. Orta Negatif Korelasyon Çiftleri .....	52
Çizelge 3.11. Zayıf Negatif Korelasyon Çiftleri.....	53
Çizelge 3.12. Zayıf Pozitif Korelasyon Çiftleri .....	54
Çizelge 3.12. Zayıf Pozitif Korelasyon Çiftleri (Devamı).....	55
Çizelge 3.13. Orta Pozitif Korelasyon Çiftleri.....	56
Çizelge 4.1. Piroliz Analizi Referans Bilgileri .....	58
Çizelge 4.2. Rock-Eval Analiz Sonuçları .....	58
Çizelge 4.3. Örneklerin % TOC Değerleri.....	59
Çizelge 4.4. TOC-HI ilişkisi .....	61
Çizelge 4.5. Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskobik ve kimyasal karakteristikleri (Jones 1987).....	62
Çizelge 4.6. Tatlı ve Tuzlu Su Ortam Çökellerinin Karşılaştırmalı Piroliz Analiz Verileri.....	64

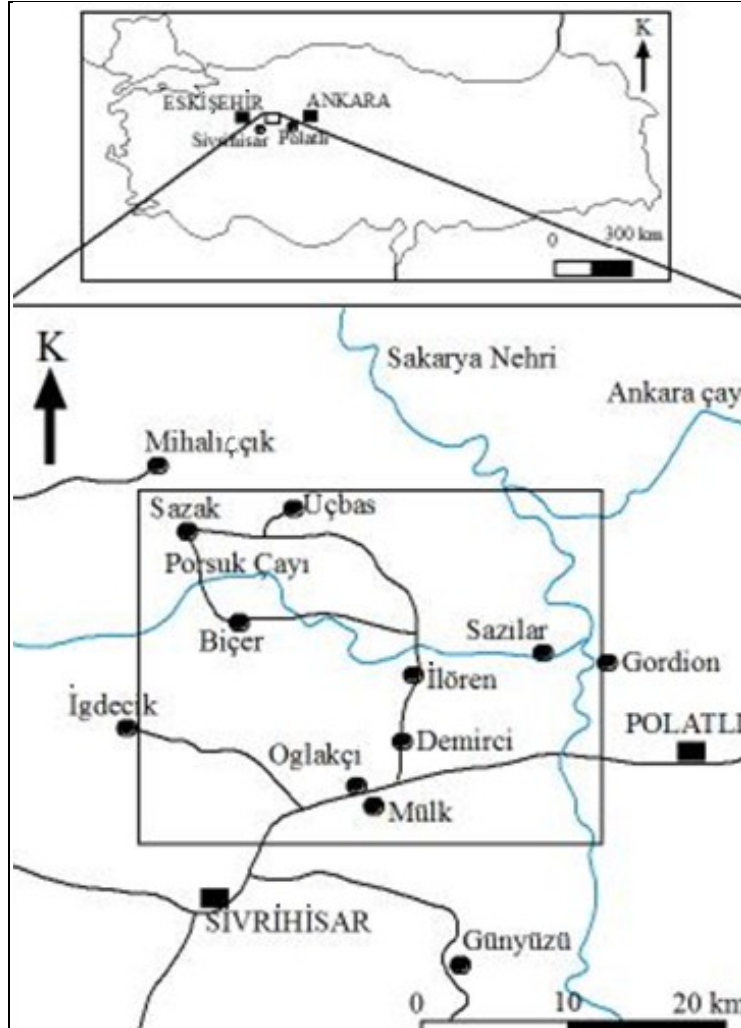
## 1. GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin stratejik ve ekonomik gelişimlerinde büyük öneme sahip olan hidrokarbonlar (petrol/bitüm), ülkemiz açısından da önemini korumaktadır. Türkiye gibi fosil enerji kaynakları bakımından fakir denecek kadar az potansiyele sahip ülkeler bu kaynakları sağlayabilmek için yeni arama sahaları ve arama yöntemleri denemek zorundadır. Özellikle hidrokarbon aramacılığına ilişkin yerüstü ve yeraltı gelişmiş arama yöntemleri ile büyük petrol alanları belirlenmiş, ancak artan enerji talebi yeni ve daha küçük rezervlerin de bulunmasını gerekli kılmaktadır. Bu nedenle hidrokarbonların aranmasında yıllardan beri fazla ilgi çekmeyen evaporitik ortamların petrol jeolojisi amaçlı değerlendirilmesi gerçekleştirilmemiştir. Evaporit ortamların organik yaşam açısından önceden bilindiğinin aksine yaşam için elverişsiz olmadığı, bu ortama uyum sağlayan su yosunu ve bakterilerin yaşam alanını oluşturduğu ortaya konulmuştur. Bu ortamlara ait detaylı çalışmalar ortaya konulmasına karşın bu güne kadar ülkemizde yapılmış detaylı çalışmalar bulunmamaktadır (Kirkland ve Evans 1981, Schreiber 1988, Schreiber vd. 2001). Bu ortamların organik maddenin yaşam alanı olması ve korunmasına ait güncel örnek veriler teşkil eden bir çalışma Tekin ve Sarı (2001) tarafından Tuz Gölü'nde nicel sonuçlar olmadan kısmen gerçekleştirilmiş olup, yaşlı örnekler üzerine araştırmalar oldukça sınırlıdır (Ayyıldız vd. 2009). Göl ortamları genel olarak ekonomik potansiyelleri nedeniyle (kömür, bitümlü şeyl, diatom, jips, tuz ve trona vb.), bu güne kadar birçok araştırmaya konu olmuşlardır. Bu ortamlara örnek oluşturacak bir havza olan Sivrihisar Miyo-Pliyosen Havzası bu açıdan ilk defa araştırılacaktır.

Havza hem tatlı hem de tuzlu göl ortamlarına ait birimler bulundurması açısından önemli bir örnek teşkil etmektedir. Elde edilecek sonuçların yaşlı ortamlardaki evaporitik ortamların organik madde özelliklerine ışık tutması açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

## 1.1 İnceleme Alanının Konumu ve Tanıtımı

Ankara-Eskişehir karayolu üzerinde, Polatlı-Sivrihisar arasında, yolun Kuzey ve Güneyinde, Mihaliççık ilçesinin Güneydoğusunda, Gordion antik kentinin Batısında Yukarı Sakarya olarak adlandırılan bölgede yer alan çalışma alanı Eskişehir ili, Sivrihisar ilçesi sınırları içerisinde bulunmakta olup, Ankara I27 a3, b4, c1, c4, d2 ve d3 paftaları içinde yer alan yaklaşık 500 km<sup>2</sup> alanı kapsamaktadır. İnceleme alanındaki başlıca yerleşim merkezleri Ahırköy, Sazak, Üçbaş, İlören, Ömerler, Biçer, Oğlakçı ve Mülkköy köyleridir (Şekil 1.1.). Bölgeden Sakarya Nehri ile Porsuk Çayı geçmektedir. Sakarya Nehri'nin bir kolu olan Porsuk Çayı çalışma alanında doğu-batı doğrultusunda akmakta ve Eskişehir il sınırını geçtikten sonra Polatlı'nın batısında Sakarya Nehrine karışmaktadır.



Şekil 1.1 Yer bulduru haritası

## 1.2 İklim

Bölgenin iklimi Orta Anadolu'nun tipik karasal iklim şartlarını taşımaktadır. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar oldukça soğuk ve kar yağışlıdır. Yaz ve kış mevsimi arasında hava sıcaklığı bakımından büyük farklılıklar görülür. İlkbahar ve Sonbahar ılık ve yağmurludur. Yıllık ortalama sıcaklık 15,4 °C'dir. En yüksek sıcaklık 30°C ile Ağustos ayında, en düşük sıcaklık ise -4,2 °C ile Ocak ayında görülür. Yıllık ortalama yağış miktarı 315 kg/m<sup>2</sup> olup Nisan, Ekim ve Kasım aylarında yağmur, Aralık, Ocak, Şubat ve Mart aylarında ise kar yağışı şeklindedir.

Çizelge 1.1 Eskişehir Bölgesi aylık ortalama sıcaklık ve yağış değerleri

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
Sıcaklık (°C)	1,3	1	6	9	14	18,5	21	25	17,5	11,5	6	1,5
Yağış (kg/m <sup>2</sup> )	96,4	78,4	66,2	38,5	29,7	24	10,1	7,8	23,6	52,6	84,4	114,5

Kaynak: Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, <http://meteor.gov.tr>.

## 1.3 Araştırmanın Konusu

Evaporitler, tüm dünyada ve ülkemizde oldukça yaygın olarak rastlanılan sedimanter kayalar olup, buldukları bölgede paleoklimatoloji yönünden önemli bir veri kaynağıdır. Ülkemizde özellikle Orta Anadolu Neojen havzalarında (Sivas, Çankırı-Çorum, Ereğli-Ulukışla, Tuz Gölü, Bala-Keskin ve Beypazarı gibi) denizel ve gölsel kökenli yaygın evaporit mostraları bulunmaktadır. Bu havzalar içerisinde geniş bir yayılıma sahip olan Polatlı-Sivrihisar havzası, Miyosen öncesi temel kayalar üzerine gelişen Miyo-Pliyosen yaşlı gölsel ağırlıklı sedimanter birimlerle temsil edilmektedir. Bu zaman süreci boyunca iklimsel değişimler ile birlikte belirli süreçlerde tektonizmanın da etkisi ile değişen havza drenajı, boyutları ve derinliği, klastik, karbonat ve evaporit ağırlıklı birimlerin tekrarlı ve zaman zaman da birbirleriyle dikey

ve yanal yönde geçişli olarak depolanmasına neden olmuştur. Bu koşullar altında gelişen Neojen birimlerinin depolanma ve istif özellikleri oldukça karmaşık bir şekilde gerçekleşmiştir.

Yapılan bu tez çalışmasında, Mihalıççık ilçesinin Güney Doğusundaki Sazak, Ahırözü, Sazılar-Knauf Alçı Ocağı yolu, Gençali-Biçer yolu ve Oğlakçı-Mülkköy köyleri civarında bulunan Neojen yaşlı Porsuk Formasyonu içerisindeki tatlı ve tuzlu su ortamı sedimanter oluşumlarının organik madde biriktirme özellikleri araştırılmış, bunun yanında jeokimyasal karakterleri aydınlatılmıştır.

Ölçümü yapılan ve örnek alınan ÖSK'lerden Sazılar-Knauf Alçı Ocağı yolu, Gençali-Biçer yolu ÖSK'ları tuzlu (salin) su çökel ortamını temsil ederken Sazak, Ahırözü, ve Mülkköy köylerinin ÖSK'ları ağırlıklı olarak tatlı (palustrin) su çökel ortamını temsil etmektedirler.

#### **1.4 Materyal ve Yöntem**

Bu araştırmada amaca uygun olarak Pliyosen yaşlı Porsuk Formasyonu'ndan havzanın farklı bölümlerinden alınan 5 adet ÖSK'dan elde edilen çamurtaşı-kiltaşı kayaç örnekleri araştırmanın materyalini oluşturmaktadır.

Araştırmanın hedeflenen amaca ulaşması için organik ve inorganik jeokimyasal analizler yapılmıştır. Organik jeokimyasal analizler olarak, Toplam Organik Karbon (TOC) ve piroliz analizleri TPAO Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda yapılmıştır. İnorganik jeokimyasal analizler ise XRF yöntemiyle (Majör, minör ve REE) Ankara Üniversitesi YEBİM Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar çalışmaları kapsamında, arazi çalışması sırasında ölçülü stratigrafik kesitlerden alınan yaklaşık 100 adet örnekten, 23 örneğin Rock-Eval Piroliz Analizi yaptırılmıştır. Buna ilave olarak, jeokimyasal özelliklerinin araştırılması ve mineralojik tayin için 19 adet örneğin XRF yöntemiyle majör-minör element analizi yaptırılmıştır.

## 1.5. Önceki Çalışmalar ve Kaynak Özetleri

Çalışma alanının jeolojik evrimine, genel jeolojisine, stratigrafisine ve endüstriyel hammadde olanaklarına yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Buna karşın bölgedeki tatlı ve tuzlu su ortamı çökellerinin organik jeokimyasına yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bölgede yapılan çalışmalar 1954 yılından günümüze kadar devam etmektedir. Bu çalışmalara ilişkin özet bilgiler aşağıda sunulmaktadır:

Bölgeyle ilgili ilk çalışmayı Weingart (1954) yapmış olup, Sivrihisar-Polatlı-Mihalıççık ve bunların çevresine ait jeoloji haritalarını hazırlamıştır.

Neojen istifinin ilk stratigrafi çalışmasını Umut vd. (1991) gerçekleştirmişler ve yörenin 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamışlardır. Ayrıca, bu çalışma kapsamında bölgenin güneyindeki endüstriyel hammaddeler ve ekonomik minerallere ilişkin detay jeoloji çalışması yapılmıştır.

Gençoğlu ve İrkeç (1994) Orta Anadolu Neojen Havzasının Yukarı Sakarya kesimi olarak adlandırılan bölümündeki Neojen istiflerinin ayrıntılı stratigrafik, sedimantolojik, paleontolojik, mineralojik, kimyasal ve tektonik verileri ortaya koyan geniş kapsamlı bir çalışma yürütmüşlerdir.

Karakaş ve Varol (1994) Sivrihisar Neojen havzasındaki göl sel dolomit, dolomitli kil taşları ve jipslerini mineralojik-petrografik ve jeokimyasal açıdan incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, petrografik ve mineralojik çalışmalarla belirlenen örneklerde <sup>18</sup>O ve <sup>13</sup>C duraylı izotop analizleri uygulanmıştır. Analiz değerleri ile Neojen göl havzasındaki iklimsel ve hidrodinamik koşulların etkisinde bulunan sıcaklık, tuzluluk ve biyojenik aktivitelerin değişimini inceleyerek havzadaki oluşum koşullarına ilişkin sonuçlar elde etmeye çalışmışlardır.

Karakaş (1992) Ballıhisar-İlyaspaşa (Sivrihisar) yöresinin jeolojik, petrografik ve mineralojik incelenmesi, bu bölgedeki sepiyolit oluşumunun jeolojisi ve mineralojisi, ayrıca dolomit ve evaporitlerin sedimantolojisi ve izotop jeokimyasını araştırmıştır.

Gençoğlu (1996) Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı Köyü sepiyolit sahasına ilişkin jeolojik çalışma yapmıştır.

Eskişehir doğusunun jeolojisini ele alan geniş kapsamlı bir çalışmayı Gözler vd. (1996) yapmışlar ve Polatlı'ya kadar olan bölgenin 1/100.000 ile 1/25.000 ölçekli jeoloji haritalarını hazırlamışlardır. Çalışma kapsamında, bölgenin stratigrafisi, tektonik özellikleri, ekonomik potansiyeli incelenmiş ve bu bölgede yer alan formasyonlar stratigrafik olarak yaşlandırılmıştır.

Kuzeybatı Sivrihisar-Oğlakçı köyündeki çarpışma sonrası Miyosen alkalın volkanizmasının petrografisi ve jeokimyasını Temel (2001) incelemiştir. Çalışma ile volkanik kayaçların bazaltik ve trakitik karakterde oldukları belirlenmiş ve bu kayaçların jeokimyasal karakterleri araştırılarak petrografik tanımlamaları yapılmıştır. Çalışma kapsamında volkanik kayaçların ana oksit-iz element ve  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  izotop jeokimyası incelenerek oluşum şekli, yaş ve kökenlerine ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır.

1990 yılında MTA tarafından başlatılan "Sepiyolit Aramaları Projesi" kapsamındaki çalışmalar bölgedeki Neojen birimlerine ilişkin en kapsamlı çalışmalardır (Gençoğlu ve İrkeç 1994, Gençoğlu 1996, İrkeç ve Gençoğlu 1994). Çalışmalar kapsamında İç Anadolu Neojen havzası Yukarı Sakarya bölümündeki Neojen çökellerinin stratigrafisi, sedimentolojisi, tektoniği ve sepiyolit oluşumlarının fasiyes gelişimleri ile mineralojik ve tektonik özelliklerine yönelik incelemeler yapılmıştır. Çalışmalar ile ortaya konulan stratigrafi, Umut vd. (1991) tarafından çıkarılan stratigrafiden farklı olup burada birimler sadeleştirilmiştir. Ayrıca sepiyolit mercceklerinin stratigrafik istifteki konumları ve ayrıntılı fasiyes gelişimleri ilk kez bu çalışmalarla ortaya konulmuştur. Çalışmalar sonucunda Miyosen yaşlı olabileceği düşünülen ve tüm Sakarya bölgesi boyunca kesintisiz olarak izlenebilen evaporitik karakterli istifler "Sakarya Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Sakarya Formasyonu'nun gösel serileri; jipsli kil, dolomit ve kireçtaşı üyeleri olarak, akarsu çökelleri ise kırmızı renkli çamurtaşı-konglomera üyesi şeklinde ayırt edilmiştir. Proje kapsamında yer alan çalışmalarda yer alan stratigrafik tanımlamaların yörede daha sonra çalışma yapan diğer araştırmacılar tarafından da benimsenip küçük değişikliklerle kullanıldığı görülmektedir.

Aydoğdu (2004) Oğlakçı ve Demirci köyleri civarındaki Sakarya Formasyonu içerisinde yer alan evaporit istifinin sedimentolojik özelliklerini ayrıntılı olarak ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma kapsamında bölgenin genel stratigrafik yapısı ve bölgede



bulunan gölssel birimlerin komşu havzalardaki birimlerle ilişkisi açığa çıkarılmaya çalışılmıştır.

Boyraz (2004) Mülk ve Demirci köyleri civarındaki Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) yaşlı volkanik ve volkaniklastik birimlerin alterasyonu ile oluşan kil mineralleşmesini araştırmıştır.

Sivrihisar'ın kuzeydoğusunda bulunan Demirci Köyü civarındaki Sakarya Formasyonu içinde yer alan evaporit oluşumlarına ait arazi gözlemleri ile petrografik ve mineralojik bulgular çerçevesinde seçilen evaporitlerin (jips-anhidrit) ana oksit, iz ve nadir toprak element analizi ile izotop jeokimyası çalışmalarını Güngör (2005) yapmıştır.

Karakaş vd. (2005) çalışmalarında Sivrihisar Kuzey Doğusundaki (Sazak-Sazılar) Neojen yaşlı Göl Çökellerindeki Kil Parajenezlerini incelemişlerdir.

Karakaş vd. (2005) çalışmalarında Babadat-Mülk yöresi (eskişehir-sivrihisar) civarı neojen birimlerindeki kil mineralleşmesi ve bunların mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi yapmışlardır.

Tekin vd. (2005) çalışmalarında Demirciköyü civarı Pliyosen yaşlı evaporitli serilerin jeokimyası ve kökenini araştırmışlardır.

Varol vd. (2005) Polatlı-Sivrihisar Neojen Basenindeki Pliyosen birimlerini inceledikleri çalışma kapsamında birimleri farklı gölssel depolanma ortamlarının karakteristiği ile temsil edilen yedi fasiyes topluluğuna ayırmışlardır.

Karakaş (2006)'ın çalışmasında, Sivrihisar-Biçer civarı Neojen gölssel basenindeki kil mineralleri araştırılmış, ayrıca belirlenen mineral parajenezleri ve dokusal özellikler dikkate alınarak kil minerallerinin kökeni, oluşum koşulları ve paleoklimatolojik özelliklerine ilişkin sonuçlara ulaşılmıştır.

Zeybek (2007) çalışmasında, bölgede yer alan Sazak, Biçer, Üçbaş, Ahırözü, Gençali, Ömerler, Köseler, Kıranharmanı, Beylikköprü, Sazılar, Yassıhöyük (Gordion) ve İlören köyleri arasında kalan alan içerisinde Pliyosen yaşlı Porsuk Formasyonu'na ait yaygın ve oldukça kalın evaporit oluşumlarını incelemiştir.

Kırtıl (2008) alışmasında Sazak ve Biçer köyleri civarındaki Neojen yaşlı evaporitik birimlerin sedimantolojisini incelemiştir.

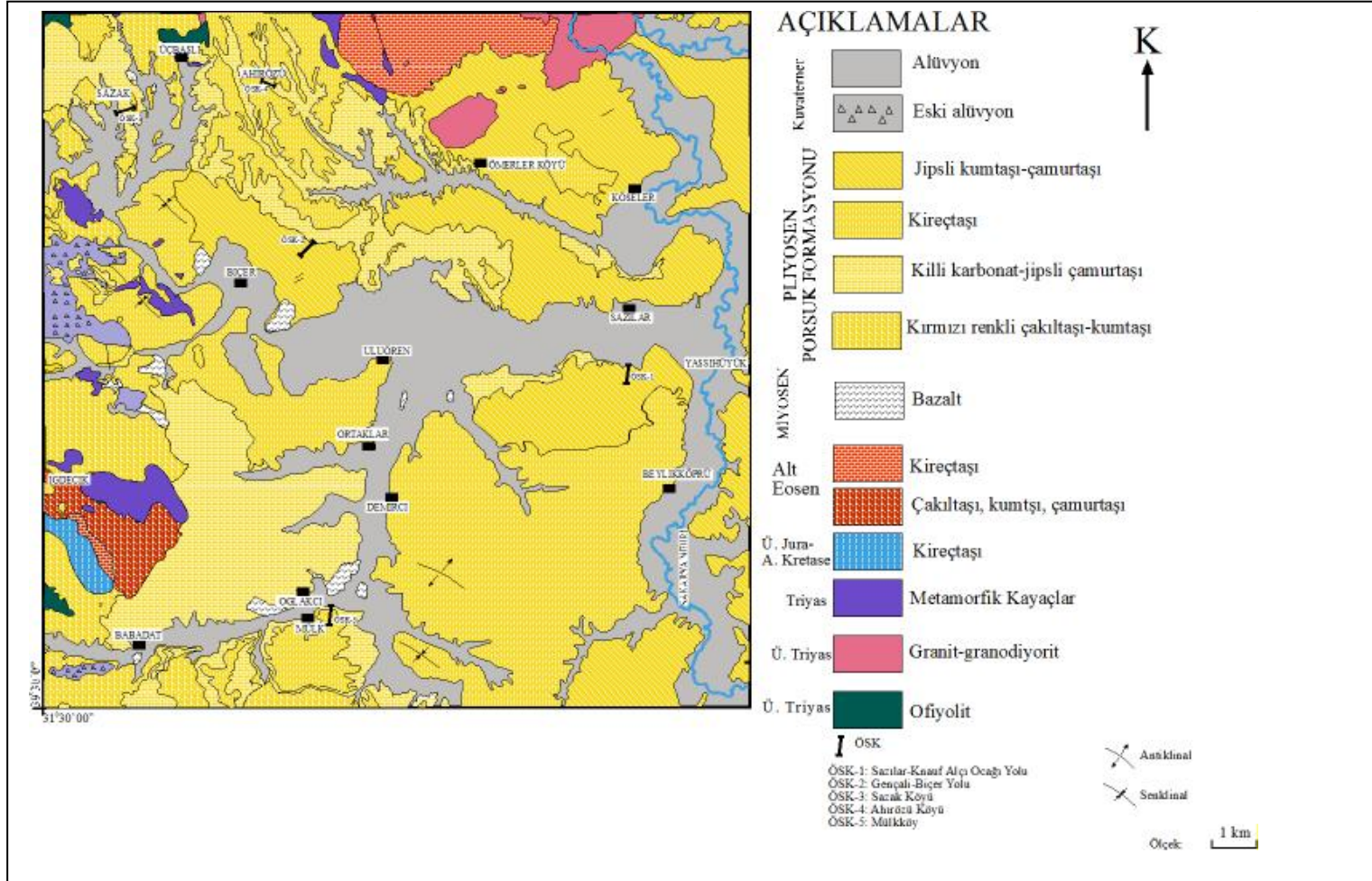
## 2. GENEL JEOLojİ

Orta Anadolu Neojen havzalarından Polatlı-Sivrihisar Havzasının Yukarı Sakarya kesimi ekonomik minerallerce zengin olması nedeniyle pek çok araştırmaya konu olmuştur. Polatlı-Sivrihisar Havzasında yer alan inceleme bölgesi ve yakın çevresinde ise başta jips, sepiyolit, magnezit olmak üzere ekonomik önemde zuhurların bulunması bu bölgenin birçok araştırmacının ilgisini çekmesine sebep olmuştur.

Orta Anadolu, kuzeyde Pontidler ile güneyde Toridler arasında Orta Paratetis bölgesi içerisinde bir i kuşak şeklindedir. Eskişehir ve yakın çevresinde kuzeyden güneye doğru birbiri üzerine küçük dilimler halinde bindirmiş birçok kaya birimi izlenmektedir. Bu küçük dilimler halindeki bindirmelerin büyük çoğunluğu bölgedeki kalın Neojen katmanları ile örtülmüştür. Bunlar çeşitli araştırmacılar tarafından bazen tektonik zonlar (Okay 1984), bazen de ayrı kıta parçacıkları (şengr ve Yılmaz 1981) olarak yorumlanmıştır.

Orta Anadolu kuşağı içindeki Neojen yatakları temeldeki eski kayalara göre daha yayvan bir morfoloji sergilerler (Kadir vd. 2002). İnceleme alanının temelinde Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçlar yer alır. Bu birimlerin zerine Mezozoyik yaşlı birimler açısal uyumsuzlukla gelmekte ve bu birimlerde inceleme alanında gözlemlenememektedir. Bu temeli oluşturan kayalar genelde topografyanın yüksek olduğu, sert, rölyefli alanlar ile bölgedeki önemli dağları oluştururlar. Ayrıca Neojen birimlerinin aşındığı kısımlarda mostra veriler (Karakaş 1992).

İncelenen alan dhilinde Miyosen sedimantasyonuna ait geç safha ürünleri ile yaygın Pliyosen istifleri bulunmaktadır (şekil 2.1.). Genel anlamda Miyosen kellerinin büyük bir bölümü Pliyosen gölsel çökelleri ile örtülü olup, son derece sınırlı alanda (güneyde) mostra vermektedir. Neojen evaporit istifi, Miyosen yaşlı Sakarya Formasyonu ile üzerine yer yer uyumlu yer yer de lokal düşük açılı uyumsuz ilişkili olarak gelen Pliyosen yaşlı Porsuk Formasyonuna ait birimlerden oluşmaktadır. Bölgede tabanda yer yer mağmatik ve metamorfik kökenli temel kayaçların bulunduğu bir temel gözlenmektedir. Neojen yaşlı birimlerin temelinde Mesozoyik yaşlı granit ve granodiyoritlerden oluşan mağmatik kayaçlar ile gnays, mavi-yeşil şist ve mermerlerden oluşan metamorfik kayaçlar bulunur (Kibar vd. 1992, Kadioğlu 1996, Gözler vd. 1996).



Şekil 2.1. Çalışma Alanının 1/100.000 Ölçekli Jeoloji Haritası (Gözler vd. 1996)

## 2.1 Stratigrafi

Bu çalışmada, Gözler vd. (1996) tarafından yapılan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası temel veri kaynağı kabul edilmiştir. Bölgede Neojen birimlerinin stratigrafisine yönelik olarak ilk çalışma Umut vd. (1991) tarafından yapılmıştır. Takip eden çalışmalar Karakaş (1992), Gençoğlu ve İrkeç (1994), Gözler vd. (1996), Boyraz (2004), Aydoğdu (2004) , Güngör (2005), Karakaş (2006), Zeybek (2007) ve Kırtıl (2008) tarafından yapılan çalışmalardır. Önceki çalışmalara dayalı olarak yapılan bu çalışmalarda inceleme alanındaki Neojen yaşlı gölsel birimler, iki farklı çökel sisteminde depolanan Miyosen yaşlı Sakarya Formasyonu ve Pliyosen yaşlı Porsuk Formasyonu adı altında tanımlanmıştır (Karakaş vd. 2005) (Şekil 2.2.). Bu tanımlama yapılırken araştırmacılarca birimlerin litoloji, renk, fosil içeriği, yanal ve düşey devamlılıkları dikkate alınmıştır. Geçmiş çalışmalarda inceleme alanında bu formasyonları oluşturan Sakarya ve Porsuk litostratigrafi birimleri yedi fasiyese ayrılarak haritalanmıştır (Aydoğdu 2004, Varol vd. 2005).

UST SİSTEM				LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	DEPOLANMA ORTAMI		
SİSTEM	SERİ	FORMASYON						
MESOZOYİK	KUVATERNER	PLEİSTOGEN İNÇİÇİZEN			Genç Alüvyon	Serbest çakıl-kum-kil depolan		
					Eski Alüvyon	Taraçalar		
	TERTİYER	NEOJEN	PLİYOSEN	PORSUK		Açısal uyumsuzluk		
						Çamurtaşı-silttaşı ardalanması	Masif jips	GÖL KİYİ DÜZLÜĞÜ
						Yer yer silisifiye olmuş plaket-killi kireçtaşı		
						Yeşil -alacalı renkli mam, selenitik jipsli mam	GÖL KİYİSİ DÜZLÜĞÜ	
		MİYOSEN	SAKARYA			Bordo renkli çakıltası-kumtaşı-çamurtaşı	AKARSU	
						Yersel açısal uyumsuzluk		
						Tabakalı silisifiye olmuş dolomit	SİĞ GÖL	
						Çakıltası-çapraz tabakalı kumtaşı		
PALEOJEN	EÖSEN	MAMUCA		Düşük açısal uyumsuzluk				
				Bazalt-trakiande zit karakterli volk.	VOLKANİTLER			
				Açısal uyumsuzluk				
				Kumtaşı-çamurtaşı-kömür ara bantları	DENİZEL			
					Açısal uyumsuzluk			
					Ofiyolitik melanj	50 m 0		
					Metamorfikler			

Şekil 2.2 İnceleme alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Gözler vd. 1996' dan değişiklikle)

### **2.1.1 Temel kayaçlar**

Mesozoyik dönemine ait Triyas metamorfik kayaçlar temeli oluşturmaktadır (Gautier 1984, Kibar vd. 1992, Kadioğlu 1996). Bu metamorfik kayaçlar mavişist ve metadetritiklerden oluşmaktadır.

Neojen yaşlı birimlerin tabanını Paleozoyik yaşlı temel kayaçlar oluşturmaktadır. Temel kayaçlar gri, mavi ve yeşil renkli şist, gnays, kuvarsit, kristalize kireçtaşı ve mermerler ile temsil edilen metamorfik kayaçlar ile Kretase yaşlı ofiyolitik kompleks ve granodiyoritlerden oluşmaktadır (Gözler vd 1996; Boyraz 2004).

Bu kayaçlardan mavişistlere Biçer Köyü batısında ve Üçbaş Köyünün güneyinde, metadetritiklere Sazak Köyü güneydoğusunda rastlanmaktadır.

### **2.1.2 Mamuca Formasyonu**

Mamuca Formasyonu temel kayaçların üzerine açısız uyumsuzlukla gelmekte ve çalışma alanının kuzeyinde ve Gençali Köyünün kuzeybatısında mostra vermektedir. Birim kiltası-marn aralanması şeklindeki filiş fasiyesiyle temsil olunur ve ara bölümlerde kömür seviyeleri izlenmekte olup nummulites fosillerine göre birimin yaşı Eosen'dir (Gözler vd. 1996).

## **2.2 Neojen Birimleri**

### **2.2.1 Sakarya Formasyonu**

**Sakarya** Nehri'nin iki yakasında geniş bir alanı kaplayan formasyon ismini bu nehirden almıştır. Sakarya formasyonu olarak tanınan birimler, inceleme alanında ilk kez Umut vd (1991) tarafından Geç Miyosen yaşlı Ballıhisar formasyonu, Karakaş (1992), Gençoğlu ve İrkeç (1994), Gözler vd. (1996) ile Gençoğlu (1996) tarafından ise Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı Sakarya formasyonu olarak ayırtlanmıştır.

Formasyon Sakarya Vadisi boyunca kesiksiz olarak Sakarya Barajına kadar devam eder, Yukarı Sakarya Bölgesini büyük ölçüde kaplar ve Beypazarı-Çayırhan bölgesinde de benzer olarak görülür.

İnceleme alanında birincil çökel sistemini oluşturan Sakarya Formasyonu temel kayalar üzerine aşıl uyumsuzlukla gelmektedir. Havzanın merkezi kısımlarında volkanik malzemenin ağırlıklı olduğu tuf, altere tuf, aglomera, tüfitik kumtaşı, bazalt ve andezitler ile başlayıp, üste doğru kıltaşı, dolomit, kireçtaşı, marn ve masif jips birimi ile devam eden bir litoloji topluluğundan oluşmaktadır.

Boyras (2004) 'de Üst Miyosen-Pliyosen olarak tanımlanmış ve beş fasiyese ayrılmıştır. Çalışmada Sakarya Formasyonu alttan üste doğru volkaniklastik ara katkılı kıltaşı, volkanitler, dolomit fasiyesi, jips fasiyesi, jips arenit fasiyesi şeklinde sıralanmıştır.

Aydoğdu (2004)'nun çalışmasında ise Sakarya Formasyonu tabandan itibaren volkaniklastik malzeme ara katkılı kıltaşı, volkanit, dolomit/kireçtaşı-kırıntılı ve jips litofasiyeslerine ayrılmıştır.

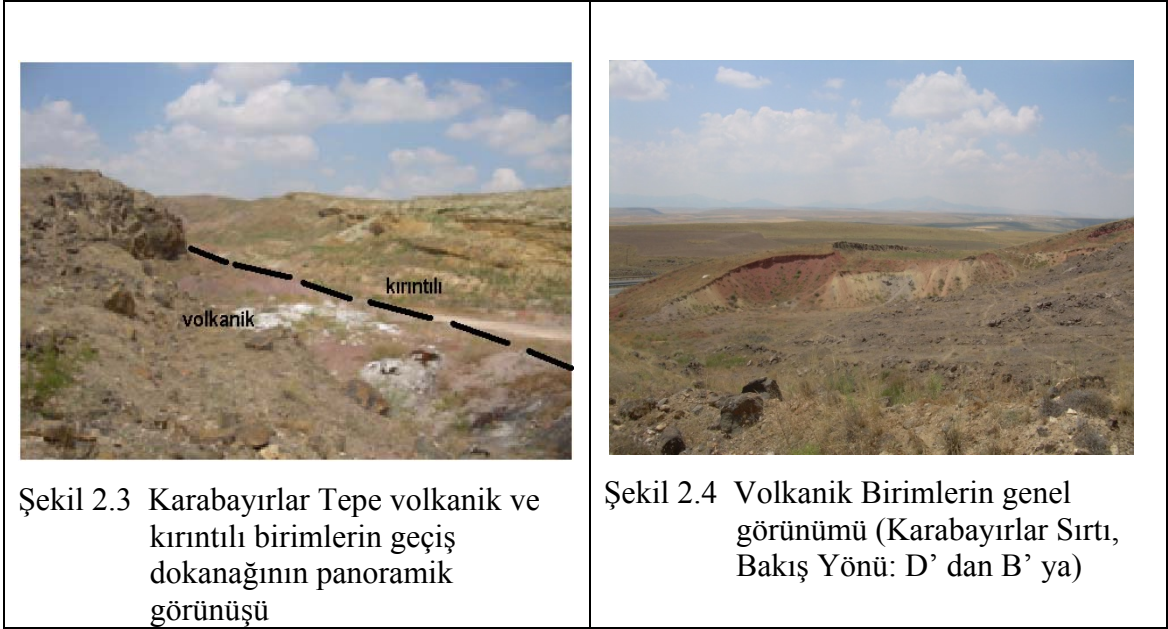
Temel (2001), çalışma alanının sınırları dışında bulunan Karabayırlarsırtı tepedeki ve Oğlakçı köyü civarındaki bazalt ve trakit-andezitlerde yaptığı radyometrik yaş tayin çalışmalarında 14-18 milyon yıl gibi değerleri elde ettiğini bildirmiştir. Bu değerlere bağlı olarak daha önceki çalışmalarda Sakarya Formasyonu'nun tabanındaki volkanitlerin Alt-Orta Miyosen yaşlı oldukları ve Miyo-Pliyosen gölünü oluşturan havzanın da büyük olasılıkla Alt Miyosen'den itibaren gerçekleşen graben tektoniğiyle ilişkili açılmaya bağlı olarak geliştiği düşünülmüştür.

### **2.2.1.1 Volkanitler**

İnceleme alanında Volkanit fasiyesi, altta tuf ve aglomera türü volkaniklastik çökellerle başlayıp üstte karasal lav akmalarıyla oluşan bazalt ve trakit-andezitlerden oluşmaktadır (Temel 2001). Fasiyes arazide kıltaşı-marn aralanmasından oluşan Mamuca Formasyonu filiş fasiyesi üzerine aşıl bir uyumsuzluk ile gelir ve üstteki kısmen silisifiye olmuş dolomit/kireçtaşı-kırıntılı fasiyesine düşük açılı (5-10°) uyumsuz ilişkili olarak geçiş gösterir (Boyras 2004). Volkanitler, Gözler vd. (1996)'daki çalışmada Biçer ve Babadat bazaltları olarak isimlendirilmiştir. Bu fasiyes bölgede ve Biçer



Köyünün güneydoğusu ile kuzeybatısında demir yolu çevresinde ve Demirci köyünün güneyindeki Karabayırlarsırtı tepede tipik olarak yaygın bir şekilde gözlenir (Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5).



Şekil 2.5 Volkanik-Kırıntılı ve evaporitik fasiyeslerin genel görünümü (Karabayırlar Sırtı, Bakış Yönü: GD' dan KB' ya)

### **2.2.1.2 Dolomit /kireçtaşı-kırıntılı fasiyesi**

Konglomera ve çapraz tabakalı kumtaşları ile temsil edilen fasiyes havza kenarında kırmızı-bordo renkleri ile tipiktir. Fasiyesin mostraları Kızılmezarlığı düzlüğünde izlenmektedir. Sahada antiklinalin çekirdeğinde izlenen kırıntılı fasiyes üzerinde silisifiye olmuş kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan karbonat fasiyesi uyumlu olarak yer alır (Karakaş 2006).

### **2.2.1.3 Dolomit /kireçtaşı-kırıntılı fasiyesi**

Biçer Köyünün kuzeybatısında, Üçbaş Köyünün güneyinde bulunan ve volkanit fasiyesi birimlerinin üzerine düşük açılı uyumsuz olarak gelen dolomit/kireçtaşı-kırıntılı fasiyesi, lokal düşük açılı bir uyumsuzluk ile Porsuk Formasyonuna ait kırmızı renkli konglomera-kumtaşı fasiyesine geçer (Kırtıl 2008). Fasiyes, yer yer tabakalı silisifiye olmuş diskoidal jips kristalleri içeren turuncu renkli killi-kumlu kireçtaşı ile krem renkli dolomit ara bantları ve selenitik jips güllerinin çatlaklarını doldurduğu kilttaşlarından oluşur. Bu oluşumlarla birlikte bazı alanlarda yer yer silis ara bant ve nodülleri görülmektedir. Dolomitler genel olarak krem-bej renkli killi dolomit ve dolomitik kireçtaşları şeklinde bir litolojiye sahiptir. Kireçtaşı birimi ise killi kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve yer yer silisifiye olmuş kireçtaşı litolojisindedir (Güngör 2005).

### **2.2.2 Porsuk Formasyonu**

Formasyonu oluşturan yatay tabakalı istif, inceleme alanında geniş bir yayılım göstermektedir. Pliyosen dönemini temsil eden Porsuk formasyonu bölgedeki Paleo gölün havza fasiyesleri olup, Sakarya Formasyonu'nu yer yer uyumlu bir geçişle örterken, yer yer de açısız uyumsuzlukla (4-8°) üzerlemektedir (Aydoğdu 2004, Kırtıl 2008). Havzadaki evaporit fasiyesleri genellikle su altı koşullarında oluşan birincil jipslerin önce gömülmeye bağlı olarak erken diyajenetik safhada anhidritlere, daha sonra da yükselmeye bağlı olarak meteorik suyla temas edip tekrar re-hidrotasyona uğrayarak ornaticı karakterli ikincil jipslere dönüşmeleri sonucu meydana gelmişlerdir. Porsuk Formasyonu içindeki kilttaş-marn birimlerinde Gastropod türlerine göre birimin yaşı Üst Pliyosen (Romaniyen) olarak yorumlanmıştır (G. Taner sözlü görüşme - Aydoğdu 2004). Bununla birlikte, spor-polen değerlendirmelerine göre de birim Üst

Pliyosen yaşlıdır (Batı 2004; Karakaş 2006). Ayrıca, bu yaşlandırma verileri mikro/makro memeli topluluklarınca da test edilip doğrulanmıştır (Saraç 2004; Karakaş 2006).

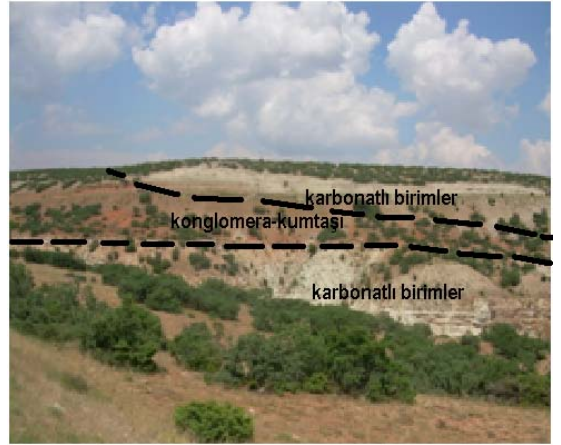
Porsuk Formasyonu; bölgedeki görsel ikinci çökel sistemi içerisinde depolanan ve ardalımalı bir dizilim sunan kırmızı renkli konglomera-kumtaşı-çamurtaşı, yeşil renkli kilitaşı- çamurtaşı-marn, gri-bej renkli jipsli çamurtaşı, dolomit, dolomitik kilitaşı ve killi kireçtaşı litolojilerinden oluşmaktadır (Karakaş 2006).

### **2.2.2.1 Kırmızı renkli çakilitaşı-kilitaşı-kumtaşı fasiyesi**

Tipik akarsu ortamını karakterize eden fasiyes, zayıf çapraz tabakalı ve kısmen derecelenmeli çakıl taşı - kumtaşı seviyeleri içerir. Fasiyes Sakarya Formasyonuna ait dolomit-kireçtaşı fasiyesini lokal düşük açılı bir uyumsuzlukla örter (Karakaş 2006). Sazak Köyü güneybatısında ve Üçbaş Köyünün güneyi, Üçbaş - Ahırözü köyleri arasında gözlenen bu akarsu fasiyesi Pliyosen'in tabanını oluşturmaktadır (Şekil 2.6., Şekil 2.7.). Kırmızı-bordo renkli konglomera fasiyesi ofiyolitik melanj çakılları, volkanik çakıllar ve kireçtaşı çakıllarından oluşmaktadır. Özellikle Gençali-Biçer Köyleri arasında kumtaşlarında biyotürbasyon (oygu - delgi) izlerine rastlanmıştır. Birim yer yer kalın kumtaşı ara bantları içerir ve bu bantların yanal yönde GD'ya doğru kalınlaşıp karbonat fasiyeslerine kamalanmalı şekilde geçtiği görülmüştür. İnceleme alanında doğu-batı doğrultusunda uzanan bu fasiyes yanal yönde doğuya doğru incelerken yeşil renkli çamurtaşı, kilitaşı ve gri-bej renkli jipsli çamurtaşı-kilitaşı birimleri içerisinde mercek şeklinde kapanır. Özellikle Sazak kesit bölgesinde yeşil renkli çamurtaşı ve kilitaşı birimleri arasında mercekler şeklinde izlenen fasiyes, bölgede istifin taban düzeylerinde yer almaktadır.



Şekil 2.6 Porsuk Formasyonu'nun bordo renkli-gri renkli geçişli birimlerin genel görünümü (Üçbaş-Ahırözü Arası, Bakış Yönü: B'dan D'ya)



Şekil 2.7 Kırmızı renkli konglomera-kumtaşı fasiyesi ve karbonat fasiyeslerinin arazi görünüşü (Ahırözü-Üçbaş köyleri arası)

#### 2.2.2.2 Jipsli çamurtaşı fasiyesi

Porsuk formasyonu içerisinde en yaygın olan fasiyeslerdendir. Birkaç santimetreden birkaç metreye kadar ulaşan depolanma paketleri halinde, çok sayıda tekrarlı bir istiflenme gösterir. Değişken bollukta ve boyutta gelişen bireysel jips kristalleri bu fasiyesin karakteristik özelliğidir ve bunlar göl seviyesinin göreceli sığlaşmasına, tamamen çekilmesine bağlı olarak gelişen yaygın kuruma çatlakları içeren göl düzlüğüne dönüşmesi ve zaman zaman da yalnızca zemin suyu etkisinde kaldığı sürece bağlı olarak dolomit matriks içerisinde oluşmuşlardır (Karakaş 2006). Bu fasiyes inceleme alanında yeşil-alacalı renkli marn ve kısmen bireysel selenitik jips kristalleri ile jips güllerini içeren çamurtaşından oluşmaktadır (Aydoğdu 2004). Ayrıca birim içinde yer yer jipsli kumtaşı ve jipsli kilttaşlarına rastlanmaktadır. Marnlar genelde yeşil renkte, aralarına kısmen ince bantlar halinde dolomitik kireçtaşları girmiş şekilde havzanın derin kısımlarında bulunmaktadır. Fasiyes, Ahırköy ve Sazak civarında geniş bir alanda yüzeylenir. Arazide görünümü Şekil 2.8' de görüldüğü gibi koyu ve açık yeşilimsi- gri renklidir. Bordo-Kırmızı renkli konglomera-kumtaşı fasiyesi üzerinde uyumlu havza kenarlarında ise yanal geçişli olarak bulunan birim üzerine derin karbonat fasiyesi uyumlu olarak gelir (Şekil 2.9).



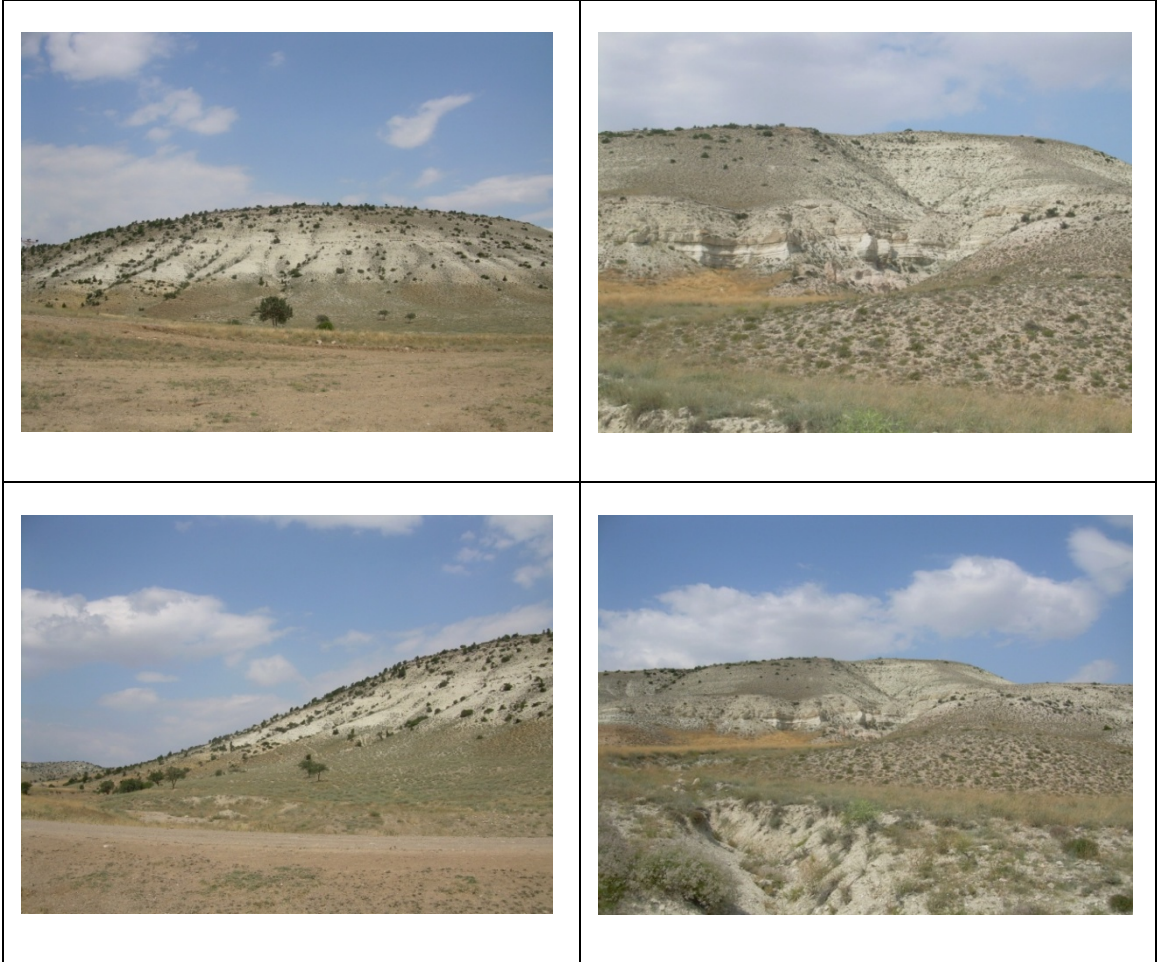
Şekil 2.8 Sazak Köyü yakını Porsuk formasyonu'na ait birimlerin (Jipsli çamurtaşı ve Karbonat fasiyesleri) genel arazi görünümü

ÖZEL SİSTEM	SİSTEM	SİRE	FORMASYON	YÜKSEKLİK	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA	
SEMOLOTİK	TEKSTİLİK	MÜHÜR	PİTİLEK	POSSUK FORMASYONU	252,45m			GPS 36386116E 4401783N 988M Çamurtaşı (kireçtaşı çakılı, moloz halinde dokunulmuş) Kireçtaşı (tabakalı-laminalı masif)
					243,45m	AA.47 (208,45m)		Gri-boz-krem ardalanmalı çamurtaşı
					183,45m			Kilitaşı (masif tabakalı, siltli, karbonatlı)
					158,45m 30m	AA.41(143m)	     	Gri-boz çamurtaşı (masif, tabakasız) Boz-krem çamurtaşı Yeşil çamurtaşı Gri-boz çamurtaşı Kilitaşı (yüksek karbonatlı, tabakalı, sert) Kahverengi çamurtaşı
					73,45m	AA.38(73,3m) AA.34(63m)	   	GPS 36385230E 4401767N 819M Kireçtaşı karbonatlı silttaşı Yeşil çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Yeşil çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Yeşil çamurtaşı (beyaz-yeşil ardalanmalı)
					42,95m	AA.33 (42m) AA.28(18m)	       	Silttaşı Yeşil çamurtaşı Silttaşı Yeşil çamurtaşı (çakıl içerikli) Silttaşı Yeşil çamurtaşı Kumtaşı (aralıklarla az çakıl içerikli) Yeşil çamurtaşı Çamurtaşı (mercekçi yapıda, karbonatlı karsol kaba çakıl içerikli) Yeşil çamurtaşı Yeşil çamurtaşı (kaba çakıl içerikli)
								GPS 36384851E 4400212N 773M



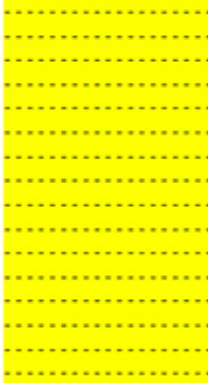
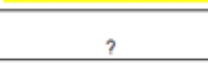
Şekil 2.9 Sazak Köyü ÖSK III (Ö: 1/500)

### 2.2.2.3 Karbonat fasiyesi

Çamurtaşı seviyelerindeki kil oranlarında belirgin bir yükselme vardır. Bu fasiyeste masif-kalın kireçtaşları ile plaket kireçtaşları karbonat birimlerini oluşturmakta olup yoğun silisleşme gösterebilmektedirler. İnceleme alanında bu birimin en iyi gözlemlendiği yerler Biçer köyünün batısı, Üçbaş Köyünün doğusu ve Ahırözü Köyü civarındır. Bu fasiyes yaklaşık 20 m kalınlığında, yer yer silisifiye olmuş plaket-killi kireçtaşlarından oluşur (Şekil 2.10., Şekil 2.11., Şekil 2.12. ve Şekil 2.13.). Geçmiş çalışmalarda fasiyese ait killi kireçtaşları içinden derlenen ince kabuklu ostracoda ve gastropoda fosilleri de birimin üst Pliyosen yaş konağında çökeldiğini işaretlemektedir. Ayrıca koyu renkli kilttaşları içinde Kaplumbağa kemik parçaları da (*Charapya sp.*) tespit edilmiştir (Saraç 2004; Karakaş 2006). Birim havza kenarında karasal birimlerle geçişli iken, havza merkezine doğru çamurtaşı ve jipsli çamurtaşı araldanmasıyla yanal geçişlidir. Beyaz-krem renkleriyle tipiktir.

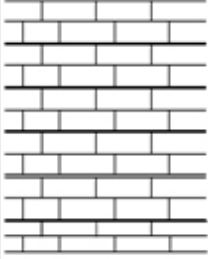
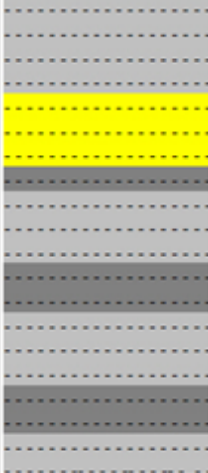
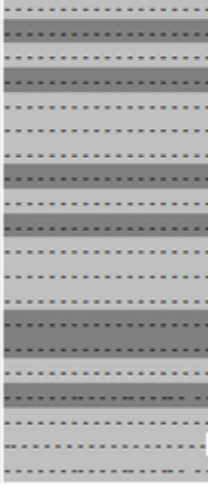


Şekil 2.10 Ahırözü Köyü güneyi karbonatlı kiltaş birimlerinin genel arazi görünümü (ÖSK IV)

ÖST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
SENOZOYİK	KUVATERNER		ALUVYON	80m		---0---0---0---0--- ---0---0---0---0--- ---0---0---0---0--- ---0---0---0---0---	GPS 36389387E 4405096N 1050M Döküntü toprak moloz güncel
				73m			Kireçtaşı, karbonatlı kilitaşı (tabakalı)
	TERSİYER NEOJEN PLİYÖSEN	PORSUK FORMASYONU	70m	AA.61(60m)		Gri-beyaz çamurtaşı laminalı, tabakalı	
			30m	AA.62 (45m)		Sarı silttaşı (karbonatlı)	
				AA.64(10m)			
					?		
							GPS 36391668E 4402441N 949M

Şekil 2.11 Ahırözü ÖSK IV (Ö: 1/500)



ÖST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA	
SENOZOYİK	TERSİYER	NEOJEN	PLİYOSEN	PORSUK FORMASYONU	93,65m			GPS 36392397E 4378008N 877M Kireçtaşı (yüksek karbonatlı kilitaşı)
					73,65m	AA.72-1(65m) AA.75(53,35m) AA.78(39,65m)		Gri-beyaz çamurtaşı Sarı çamurtaşı Kahverengi-krem çamurtaşı Krem-beyaz çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Gri-boz çamurtaşı Kahverengi-bej çamurtaşı Beyaz çamurtaşı (laminalı)
					37,5m	AA.83(15,5) AA.84(9m)		Gri çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Gri çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Gri-boz çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Gri çamurtaşı Kahverengi çamurtaşı Gri-krem çamurtaşı (laminalı, tabakalı) Kahverengi çamurtaşı Gri çamurtaşı Krem-kahverengi çamurtaşı gri Çamurtaşı (laminalı, tabakalı)
							?	
							GPS 36392499E 4378223N 801M	

Şekil 2.12 Mülkköy ÖSK V (Ö: 1/500)



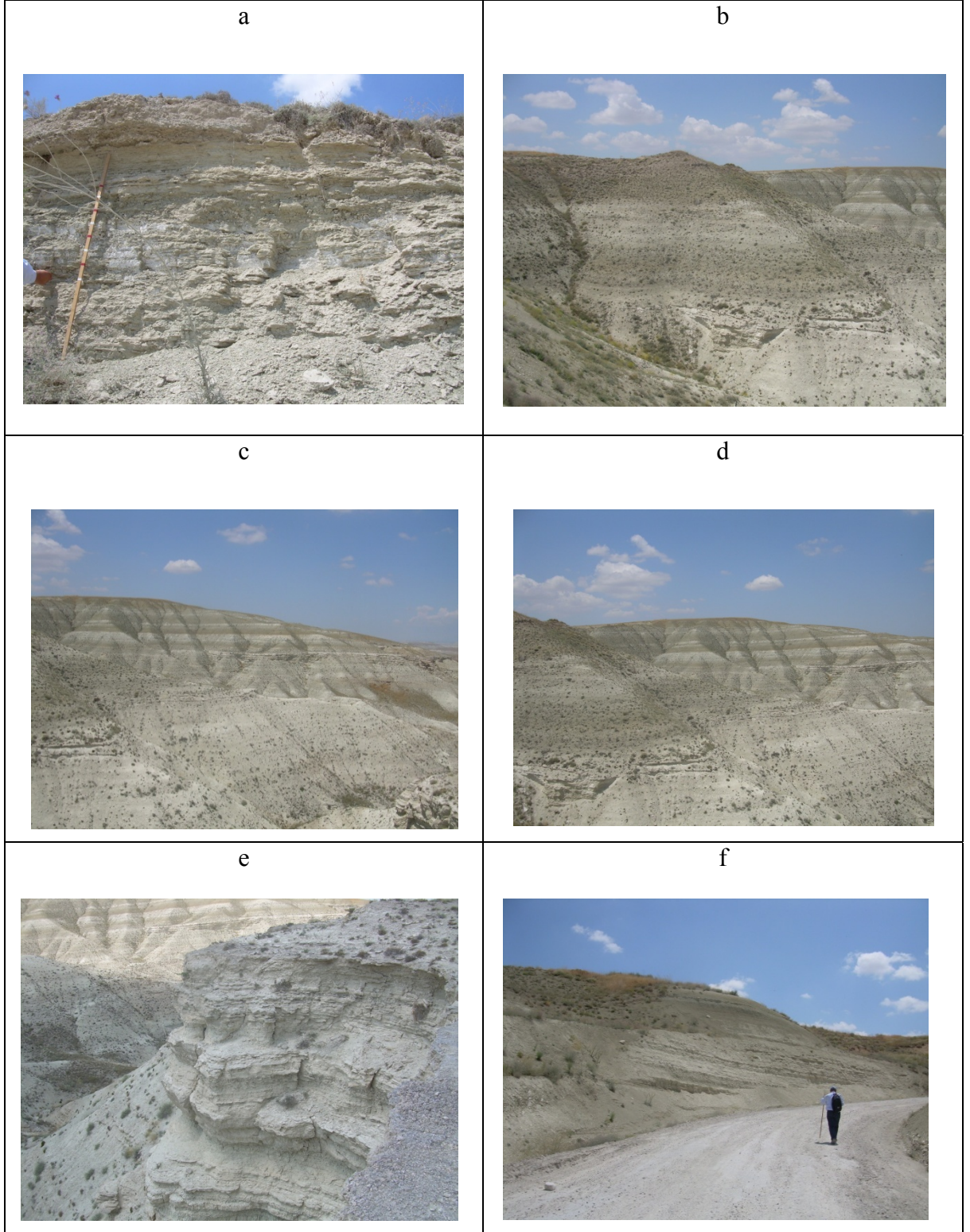
Şekil 2.13 Mülkköy ÖSK lokasyonu karbonatlı çamurtaşı birimlerinin genel arazi görünümü

#### 2.2.2.4 Kırıntılı "Jips Arenit" fasiyesi

Pliyosen istifinde izlenen en yaygın fasiyeslerdendir. Bu fasiyes bazı kesit bölgelerinde, onlarca metre kalınlık oluştururlar. Fasiyeste çapraz tabakalanma, derecelenme, kanallanma gibi yapılar görülmektedir. İstifin alt bölümlerinde iri kristalli, sert ve kısmen kırıntılı dokulu jipsler bulunur. Arada kiltası-marn ara bantları görülür. Bazı yerlerde jipsli kiltası ve jipsli çamurtaşlarına da rastlanır. Üst kısımlarda ise 1 m kalınlığında kısmen yer yer anhidritleşmiş zonlara rastlanır ve bazı kısımlarda ortamın hümik asitçe zenginleştiğini gösteren koyu kahverengi renk hakim olur. Bunun üstünde sarımsı renk 1.5 m kalınlığa varan jipsarenitli seviyelerin karakteristik olduğu gözlenmiştir (Kırtıl 2008). Bu fasiyese

ait jipsli kıltaşı çökelleri, gölün bölgede maksimum alanı kapladığı, geniş ve derin olduğu dönemde oluşmuşlardır (Gözler vd. 1996).

Sarı ve yeşil renk tonları arazide alacalı bir renk tonu gösterdiğinden benzer renkteki diğer fasiyeslerden kolayca ayrılır. Fasiyes Biçer köyünün kuzeydoğusunda İğdecik kırmaları mevki ile Güreler mevkiinde yaygın olarak mostra vermektedir. Birim büyük çoğunlukla kırıntılı jips kristalleri içermekte, yer yer bazı alanlarda iri şevron tipi selenitik jips kristallenmeleri şeklinde görülen mineralleşmeler ile jips gülü oluşumlarına da rastlanmaktadır (Karakaş 2006). Fasiyes jips içermeyen birimlerle (çamurtaşı, kıltaşı) inceleme alanının değişik lokasyonlarında sekansiyel düşey ve yatay geçişler gösterebilmektedir (Aydoğdu 2004). Tabakalanma gösteren kırıntılı jipsler, beyaz-gri renkte görülmekte olup, serbest büyümelili selenitik jips kristalleri ise sarımsıtrak veya bal sarısı rengindedir (Şekil 2.14., Şekil 2.15. ve Şekil 2.16.).



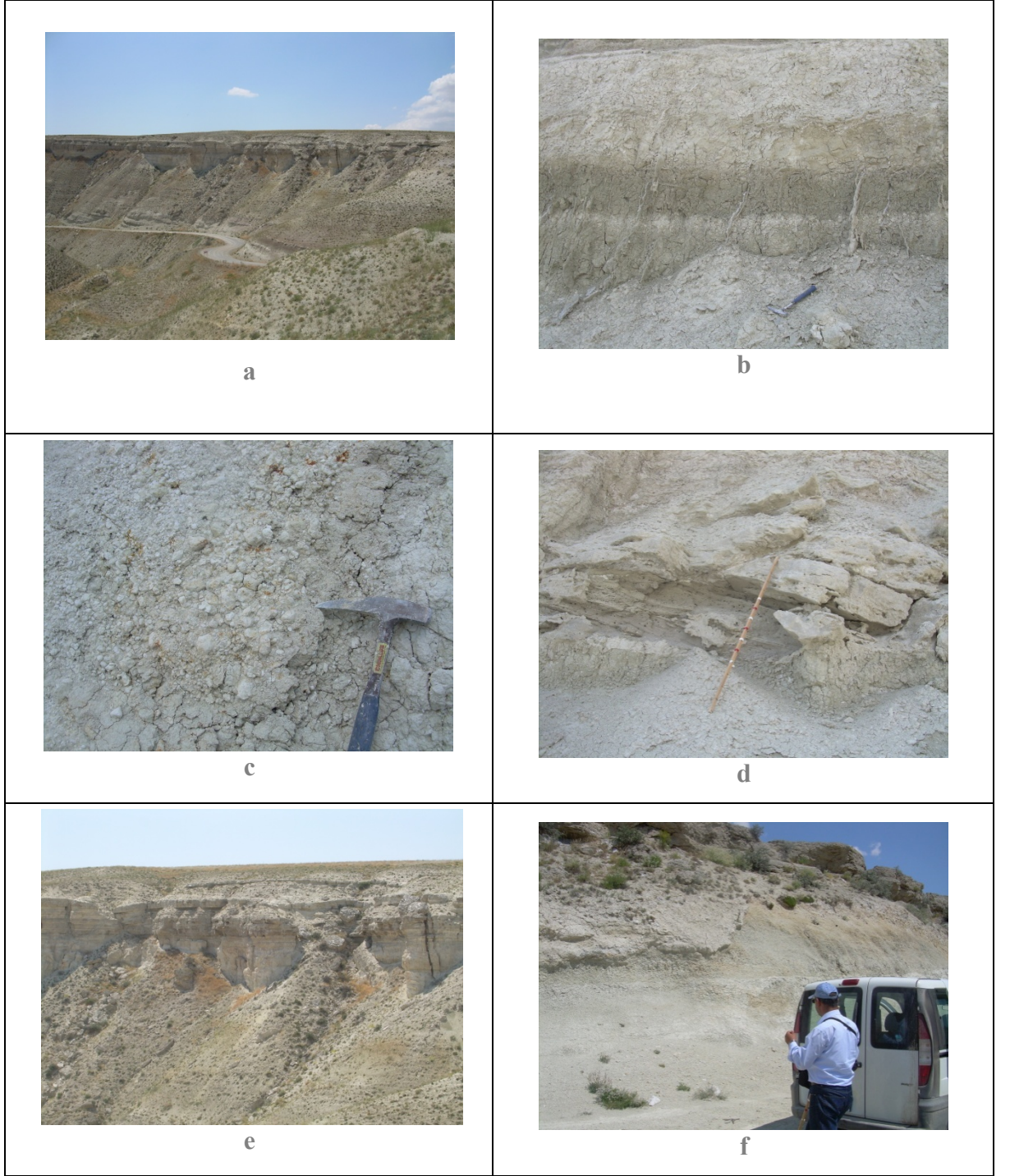
Şekil 2.14 Knauf alçı ocağı yolu jips-çamurtaşı ardalanmalı istifin arazi görünüşleri (ÖSK I) a, b) İstifin alt bölümlerine ait jips – çamurtaşı ardalanmasının yakından ve genel görünümü, c, d) İstifin orta-üst seviyelerinin genel görünümü, e) İstifin üst seviyelerindeki kalın jipslerin yakından görünümü, f) İstifin üst seviyelerine genel bakış

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA	
SENZOMİK	TERSİYER	NEOJEN	PLİYÖSEN	PORSUK FORMASYONU	87m	AA.09(82m)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	Jips (karbonatlaşmış) Silttaşı, çamurtaşı, jips ardalanması
						AA.06(65,5m)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	Diskoidal selenitik jipsler içeren laminalı çamurtaşı
						AA.05(56,5m)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	Jips-çamurtaşı ardalanması
							AA.04(46m)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----
						33,5m		----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----
20m	AA.01(15m)	----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----	Jips Çamurtaşı Jips İnce çamurtaşı jips içerikli laminalı					
							Jips içerikli masif çamurtaşı	
							GPS 36405786E 4380871N 762M	
							GPS 36405679E 4381246N 687M	

Şekil 2.15 Sazılar-Knauf alçı ocağı yolu ÖSK I (Ö: 1/500)

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK	ÖRNEK NO	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA		
SENOZOYİK	TERSİYER	NEOJEN	PLİYOSEN	PORSUK FORMASYONU			GPS 36395229E 4398280N 877M		
							80,45 m	AA.10(69,7m)	<p>çamurtaşı</p> <p>gips</p> <p>çamurtaşı (diskoidal gips içerikli)</p> <p>gips (ocak olarak işletilmiş)</p> <p>Kenarlara doğru merceklenen kireçtaşı dokusunda birim mor renkli. (Bej-beyaz çamurtaşı içinde)</p> <p>Bej-kahverengi çamurtaşı (çatlakları demiroksit sıvımalı tabanında ve içerisinde yuvarlak çakıllar var. İkincil gips içerikli)</p> <p>Gri-beyaz çamurtaşı</p> <p>Gri çamurtaşı (diskoidal gips içerikli)</p> <p>Gri çamurtaşı (15m) (yuvarlak ört benzeri oluşumlar ve ince kireçtaşı bantları içeriyor)</p> <p>koyu gri çamurtaşı</p> <p>yeşil çamurtaşı</p> <p>koyu gri -kahve çamurtaşı</p>
							43,65 m	AA.15(42,5m)	<p>Koyu gri-kahve çamurtaşı ara ara yumurlu jipsler kumtaşı tabakası ve çakıltaşı tabakası (0,1m), jips çimentolu çakıl içeren kumtaşı</p> <p>İkincil jips içerikli çamurtaşı, gri yüksek karbonatlı boşluklu çamurtaşı</p> <p>Çapraz tabakalı kumtaşı</p> <p>Jips bantları, merceksi yapıda jipsler, silttaşı ve kumtaşı ardalanması</p> <p>çamurtaşı</p> <p>kumtaşı (alt kısmı çakıllı kanal dolgulu)</p>
							19,6m		<p>yeşil çamurtaşı (bireysel diskoidal jips içerikli)</p> <p>Yer yer krem renkli merceksi kireçtaşı (jips içerikli),ince jips tabakaları ve yüksek karbonatlı kil-kireçtaşı tabakaları içeren yeşil renk ağırlıklı gri ara katmanlı çamurtaşı</p>
						?	GPS 36394784E 4396927N 800M		

Şekil 2.16. Gençali-Biçer yolu ÖSK II (Ö: 1/500)



Şekil 2.17 Gençali-Biçer yolu ÖSK lokasyonu, jips-çamurtaşı ardalanmalı birimlerin arazi görünüşleri; a) Kesit alanına genel bir bakış, b, c) Çamurtaşı seviyeleri ve içerisinde gözlenen dolomit yumruları, d) Çapraz tabakalı kumtaşı seviyeleri, e, f) İstifin üst seviyelerinde gözlenen kalın çamurtaşı – kireçtaşı seviyelerinin genel görünümü

### 2.3 Kuvaterner birimleri

Neojen yaşlı gölsel birimler üzerinde uyumsuz olarak bulunan Kuvaterner yaşlı birimler kırmızı-kahverenkli çakıl taşı, çamurtaşı, kumtaşı ve alüvyon ile temsil edilir. Alüvyon çökelleri, genelde pekişmemiş veya çok az pekişmiş kum, kil ve çakıltaşından oluşmuştur (Boyras 2004). Yapılan çalışmalara göre, bölgedeki ana drenaj sisteminin gelişimi ve Sakarya Nehri'nin doğuş zamanı Pleistosen'in başı olarak ifade edilmektedir. Sahadaki bu derece etkili erozyonel faaliyetlerin gelişimi iki şekilde olmuştur. İlki yüzeysel akışlar ve bunların oluşturduğu paleo taraçalardır. Bunlar genelde, zayıf tutunmuş kum ve çakıl, nadiren de blok boyutuna ulaşan malzemelerden oluşmaktadırlar. Bileşenleri olarak genellikle yaşlı temel ve genç çevre kayalar sayılabilir. İkincisi ise, havza içi etkili su çıkışlarıdır. Bunlar engebeli çevre kayalardan kilometrelerce içerde, düz plato şeklindeki Neojen havzasının orta kesimlerinde etkili olan çok yüksek debili su çıkışları şeklinde gelişmişlerdir. Bu nedenle bunlar Sakarya Nehri'ni oluşturan en önemli su kaynaklarıdır. Gerek güncel, gerekse paleo su çıkış noktalarındaki en önemli olay, bunların içinde buldukları dolomit ve kireçtaşlarına boşluklu, travertenimsi bir görünüm kazandırmaları ve bu karbonatlı kayaları silisleştirmeleleridir (Aydoğdu 2004) (Şekil 2.18.).



Şekil 2.18 Kuvaterner birimlerinden travertenimsi görüntü (Mülk Köyü). Bakış yönü: Kuzeyden Güneye



### 3. JEOKİMYA

Çalışma kapsamında Pliyosen yaşlı Porsuk formasyonu, çamurtaşı fasiyeslerinin tatlı ve tuzlu su ortam çökellerini temsil eden ÖSK örneklerinden seçilen ve 24' ü üzerinde organik madde analizi yapılan örneklerden 19 tanesi üzerinde ana oksit, eser element ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucu elde edilen verilerin kapsamı 15 ana oksit, 23 eser element ve 11 nadir toprak elementinden oluşmaktadır.

#### 3.1 Çamurtaşı Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Amaca yönelik olarak seçilen 19 adet çamurtaşı örneğinin analizleri sonucunda ana oksitler; SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, MnO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub> ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, eser elementler; Cl, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Cs, Ba, Hf, Ta, W, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U, nadir toprak elementleri; La, Ce olarak belirlenmiştir. Ana elementlerin değerleri “%” de olarak, eser elementler ve nadir toprak element değerleri ise “ppm” olarak verilmiştir (Çizelge 3.1., 3.2. ve 3.3.). Ayrıca ana oksit, eser ve nadir toprak elementlerine ait minimum-maksimum değerler, ortalama değerler ve standart sapmalar Çizelge 3.5.'te gösterilmiştir.

Çamurtaşı örneklerinde SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değerlerinin Çizelge 3.1.'deki miktarlarda ve birbirleriyle uyum halinde olması ortamda diyajenetik kil minerallerinden simektitin olabileceğini göstermektedir. Aydoğdu (2004) ve Boyraz (2004) çalışmalarında çamurtaşı seviyelerinin ve jipslerdeki killeşmelerin hakim olarak simektit mineralinden oluştuğunu belirtmektedirler. Ayrıca, çalışma alanının güney yarısını kapsayan Karakaş vd. (2005) çalışmasında da volkanik birimlerin etkisiyle simektit mineralleşmesi oluştuğu belirtilmektedir.

MgO içeriğinin çamurtaşı örneklerinde yüksek miktarlarda değiştiği gözlenmiş olup, bu durum istif içerisinde yer yer karbonatlaşma-dolomitleşmelerin olduğuna işaret etmektedir.

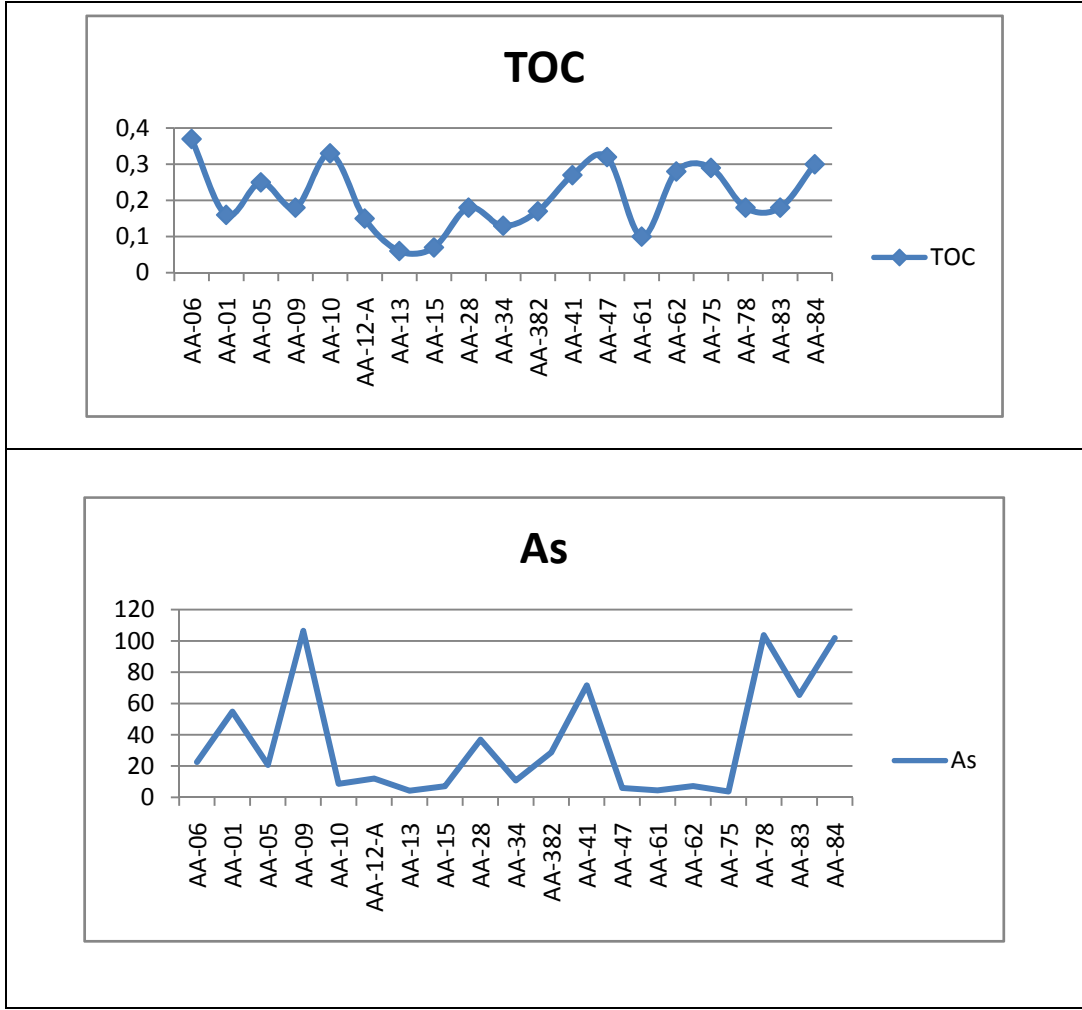
MgO ve K<sub>2</sub>O toplamı ile SiO<sub>2</sub>' in yüksek değerlerinin karşılaştırılmasını esas alan Le Maitre vd. (1989) diyagramına göre havzaya aktarılan çözeltilerin kaynak kayacının

ağırlıklı olarak ultrabazik ve kısmen bazik karakterli bir volkanik kayaç olduğuna işaret etmektedir.

Eser elementlerden olan Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Ba, La, Ce, Pb, Th ve U element değerleri birçok çamurtaşı örneklerinde oldukça yüksek değerlerde çıkmıştır (Çizelge 3.3.). Bu yüksek anomaliler; evaporitleşme sırasında göl suyunun mineralojik-jeokimyasal karakterinin farklı bölgelerde (göl kıyısı, göl düzlüğü ve derin göl alanı gibi) değişik faktörlerin (hidrotermal eriyiklerin, zemin-yüzey suyunun ve sınırlandırılmış-kapalı indirgeyici ortam koşullarının vb. gibi) kontrolü altında olduğunu işaretlemektedir.

Ayrıca As' nin bu kadar geniş aralıklarda yayılması ( 3,8 ppm-106,5 ppm ) ve bazı örneklerde yüksek değerlerde olması izole olmuş indirgeyici bataklık ortamı koşullarını temsil etmektedir (Emelyanov and Shimhus, 1986, Tekin ve Varol 1993 ;Güngör 2005). Buna göre arazi çalışmalarında izlenen ince çamurtaşı ve jips/anhidrit laminaları-bantları ile yüksek değerdeki As arasında ortamsal açıdan doğrudan bir ilişki vardır.

TOC ve As oranları ile örnek numaraları, Şekil 3.1.'de verilmektedir. İçerik verileri incelendiğinde TOC verilerinin en yüksek olduğu, AA-06, AA-10, AA-47, AA-62, AA-75 örneklerinde As içeriklerinin diğer örneklere göre düşük olduğu görülmektedir. Sadece AA-84 örneğinde TOC ve As'nin birlikte hareket ettiği görülmektedir.



Şekil 3.1 TOC ve As içerik oranlarının örnek bazında gösterimi

Ayrıca çamurtaşı örneklerinin Sr içeriklerinin 156,30 ppm ile 1595 ppm arasında yüksek oranlarda değişmesi, gölsel evaporitik ortamlardaki Sr içeriklerine göre oldukça dikkat çekicidir. Normalde karasal evaporit ortamlarında Sr değerleri en fazla 50-500 ppm'i geçmemekte (Krauskopf ve Bird 1995); denizel ortamlarda ise genelde yaklaşık 1000 ile 5000 ppm arasında değişmektedir (Emelyanov ve Shimhus 1986, Hasselöv vd. 1999;Güngör 2005). Bu değerler bize denizel ortamı işaretlese de, arazi çalışmalarındaki stratigrafik fasiyes ilişkileri ile çamurtaşlarının özellikleri inceleme alanının flüvyal-gölsel sistemde depolanan istifleri içeren bir evaporit ortamı olduğunu göstermektedir. Havzanın evaporitlerindeki yüksek Sr değerleri için Tekin vd. (1998) tarafından getirilen açıklamaya göre; volkanik faaliyetten dolayı aktif olan hidrotermal eriyiklerin çevredeki temel ve karbonat-evaporitik kayaları yıkaması ile anhidrit-jips

(dehidratasyon-rehidratasyon) dönüşümleri sonucu açığa çıkan Sr' ca zengin eriyiklerin, evaporitlerin kristal kafesleri içerisinde muhtemelen sölestin mineral kapanımlanımalarının veya stronsiyanit mineralleşmelerini oluşturduğu düşünülmektedir. Bu çerçevede, analizi gerçekleştirilen çamurtaşı örneklerindeki yüksek Sr değerlerinin (156.3' den 1595 ppm'e kadar) yüksek olmasının nedeni havzaya temel oluşturan yaşlı denizel kireçtaşlarının yıkanması sonucu gerçekleşmiş olabilir.

Diğer yandan jeokimyasal analizlerde La ve Ce nadir toprak elementlerinin örneklerin tamamında oldukça yüksek konsantrasyonda olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, inceleme alanının batısında bulunan Yunus Emre ilçesi civarındaki ofiyolitik kayalarda çok fazla bulunan nadir toprak elementlerinin yüzey sularıyla havzaya taşınması olabilir. Benzer ve destekleyici bir yorum Güngör (2005) çalışmasında verilmiştir.

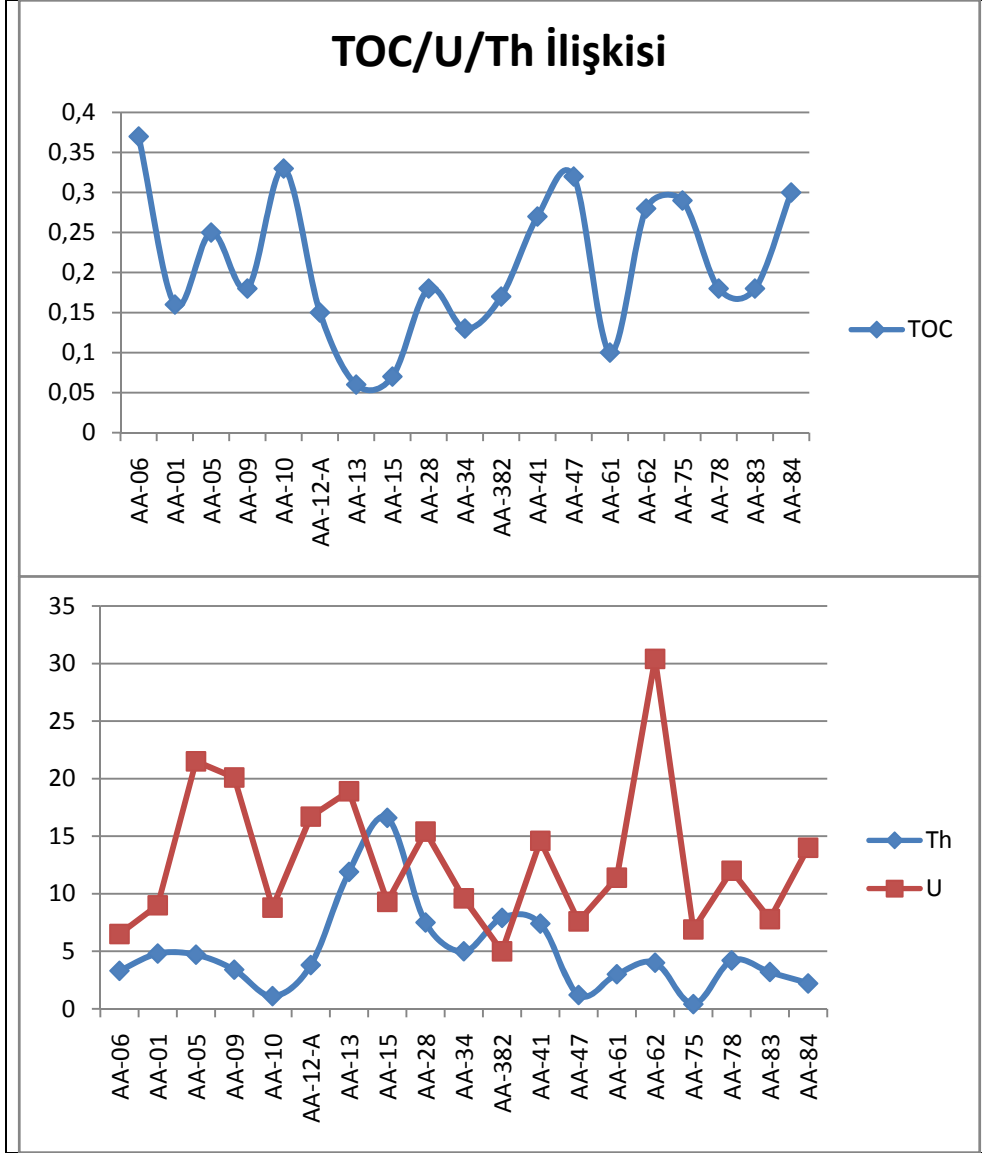
Çökellerin bileşiminde bulunan Toryum (Th) ve Uranyum (U) elementlerinin miktarları ve Th/U oranı da çökeltme ortamının oksijen seviyesini ve redoks koşullarını yansıtmaktadır (Adams ve Weaver, 1958; Rogers ve Adams, 1969; Jones ve Manning, 1994). İndirgen koşullarda suda çözülme halinde bulunan  $U^{+6}$  indirgenerek  $U^{+4}$ 'e dönüşür ve çökellerde depolanmaya başlar. Söz konusu şartlar sürdükçe  $U^{+4}$  çökellerde zenginleşmeye devam eder (Klinkhammer ve Palmer, 1991). Th ise sudaki redoks koşullarından etkilenmeksizin (düşük sıcaklık koşullarında) duraylılığını korumaktadır. Sonuç olarak indirgen koşullardaki Th/U oranı, oksik koşullardakinden daha düşük olur. Buna göre Th/U oranı, 0.1- 0.8 arasında anoksik, 0.8-1.33 arasında disoksik, 1.33-10 arasında ise oksik ortamın belirteçidir (Tyson ve Pearson 1991; Yeşiladalı vd. 2005).

Bu bilgiler çerçevesinde Th ve U oranına göre 2 örneğin oksik ortam koşullarını işaret ettiği diğer örneklerin tamamının anoksik ortamı gösterdiği gözlenmektedir. Oksik ortamı işaret eden örneklerden AA-15 örneğinin alındığı 0,8 metrelik gri-kahverengi çamurtaşı biriminin üzerinde birim jips çimentolu çakıl ve kum içerikli birim bulunmaktadır. Oksik ortam yüksek enerji ortamına yol açan bir değişimden kaynaklanabilir. Diğer taraftan, AA-38-2 örneğinin alındığı lokasyon 30 metrelik kahverengi çamurtaşı biriminin üst seviyesi olup, üzerine yüksek karbonat içerikli tabakalı sert kilit taşı gelmektedir. Örnek bazında Th ve U oranları ile ortam bilgileri aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 3.1. Toryum – uranyum oranlarına göre ortam şartları

Örnek No	Th/U	Ortam	Numune No	Th/U	Ortam
AA-06	0,507692	Anoksik <0,8	<b>AA-38-2</b>	<b>1,58</b>	<b>Oksik &gt;1,33</b>
AA-01	0,533333	Anoksik <0,8	AA-41	0,506849	Anoksik <0,8
AA-05	0,218605	Anoksik <0,8	AA-47	0,157895	Anoksik <0,8
AA-09	0,169154	Anoksik <0,8	AA-61	0,263158	Anoksik <0,8
AA-10	0,125	Anoksik <0,8	AA-62	0,131579	Anoksik <0,8
AA-12-A	0,227545	Anoksik <0,8	AA-75	0,057971	Anoksik <0,8
AA-13	0,62963	Anoksik <0,8	AA-78	0,35	Anoksik <0,8
<b>AA-15</b>	<b>1,784946</b>	<b>Oksik &gt;1,33</b>	AA-83	0,410256	Anoksik <0,8
AA-28	0,487013	Anoksik <0,8	AA-84	0,157143	Anoksik <0,8
AA-34	0,520833	Anoksik <0,8			

TOC ile U ve Th elementlerinin ilişkisi Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Th-U küçük anomaliler dışında birlikte hareket etmektedir. Buna karşılık, % TOC miktarı Th-U ile 6 örnekte (AA-05, AA-28, AA-34, AA-62, AA-83, AA-84) pozitif, diğer 13 örnekte ise negatif ilişki göstermektedir. Fakat tüm TOC değerlerinin değişim aralıkları ve korelasyon ilişkisi dikkate alındığında Th - U elementlerinin TOC miktarı ile ters yönlü ilişkisi tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. TOC, U ve Th İlişkisi

Aşağıdaki çizelgede inceleme alanından derlenen TOC ve element içeriklerinin ince taneli sediman ve şeyl içeren bazı havzalarla karşılaştırılması verilmiştir. Veriler incelendiğinde Çizelgede yer alan karşılaştırılabilir içerik verileri açısından, inceleme alanında MgO, CaO, As, Co, Ni ve Sr ortalama içerik değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.2. İnceleme alanından derlenen TOC ve element içeriklerinin ince taneli sediman ve şeyl içeren bazı havzalarla karşılaştırılması (Pratt vd. 1992'den değişiklikle)

	Şeyl <sup>1</sup>	Bitümlü Şeyl <sup>2</sup>	Miyosen Şeyl <sup>3</sup>	İnceleme Alanı Çamurtaşı <sup>5</sup>
TOC (%)	0.42 <sup>4</sup>	3.20	5.02	0,2
SiO <sub>2</sub> (%)	58.90	v.y. <sup>6</sup>	v.y.	30,75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	16.70	13.23	8.47	6,63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	6.90	2.86	3.12	4,22
MgO (%)	2.60	1.16	2.51	9,01
CaO (%)	2.20	2.10	7.34	23,77
Na <sub>2</sub> O (%)	1.60	0.94	1.60	0,16
K <sub>2</sub> O (%)	3.60	2.41	1.43	1,57
TiO <sub>2</sub> (%)	0.78	0.30	0.35	0,38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.16	v.y.	0.93	0,07
MnO (%)	0.09	0.02	0.04	0,08
As (ppm)	10	v.y.	v.y.	35,68
Ba (ppm)	580	300	363	185,09
Cd (ppm)	1	v.y.	8	1,07
Co (ppm)	19	10	6	32,95
Cu (ppm)	45	70	45	23,32
Ga (ppm)	19	20	8	10,36
La (ppm)	40	30	17	20,38
Mo (ppm)	3	10	20	4,55
Ni (ppm)	68	50	104	171,88
Pb (ppm)	20	20	6	11,45
Sr (ppm)	300	200	279	556,08
Zn (ppm)	95	300	145	46,88

- 1) Wedepohl (1971), 277 örneğin ortalaması.
- 2) Vine and Tourtelot (1970), 779 örneğin ortalaması.
- 3) Leventhal (1989), Miyosen şeyl birimleri, 22 örneğin ortalaması.
- 4) Ronov (1958), Toplam 7381 örnekten 307 kompozit örneğin ortalaması, Rusya platformu petrolsüz, ince taneli birimler.
- 5) Tez çalışması kapsamında TOC verisi için 23 örneğe, diğer veriler için ise 19 örneğe analiz yapılmıştır.
- 6) v.y. = veri yok

Çizelge 3.3. Çamurtaşı Örneklerinin Ana Oksit verileri (%)

Element	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AK
AA-01	0,095	10,1	12,05	30,34	0,0211	0,6464	0,03291	1,079	19,84	0,233	0,0095	0,011	0,0373	2,575	22,89
AA-05	0,068	7,199	8,445	40,16	0,0907	0,3242	0,00868	1,576	18,99	0,4138	0,0164	0,0251	0,047	4,223	19,22
AA-06	0,067	12,37	5,772	38,31	0,09	0,6405	0,01335	1,375	15,77	0,3807	0,0166	0,0225	0,065	4,149	21,22
AA-09	0,071	10,012	13,341	42,51	0,1005	0,3479	0,01279	1,907	9,6	0,5692	0,0247	0,0365	0,0549	6,171	15,38
AA-10	0,068	18,23	0,872	13,617	0,0041	0,4531	0,01184	0,1375	30,21	0,0691	0,0146	0,01026	0,0306	0,669	35,95
AA-12-A	0,079	2,354	1,796	8,267	0,0318	0,2776	0,01096	0,3677	52,5	0,1235	0,0032	0,00618	0,0215	0,708	34,23
AA-13	0,072	10,845	12,886	44,39	0,1472	0,1371	0,00097	2,777	10,01	0,4955	0,0168	0,0323	0,0884	4,877	12,43
AA-15	0,1	4,188	8,143	42,36	0,00796	1,604	0,03733	2,786	21,724	0,5932	0,0215	0,0389	0,058	6,613	12,43
AA-28	1,69	6,704	6,795	41,34	0,0828	3,222	0,04057	2,485	17,229	0,4848	0,0179	0,0373	0,0952	5,099	14,34
AA-34	0,076	8,176	8,448	41,99	0,1241	0,2251	0,0318	2,507	19,67	0,6142	0,0237	0,0705	0,1108	6,333	11,32
AA-38-2	0,075	8,603	9,958	47,42	0,1648	0,1239	0,00576	3,147	12,902	0,6359	0,0143	0,0445	0,0883	6,524	10,3
AA-41	0,064	11,67	5,677	27,69	0,035	0,0588	0,00908	1,371	26,04	0,3492	0,0126	0,041	0,0713	4,497	22,33
AA-47	0,066	15,95	2,703	15,03	0,0569	0,2721	0,02294	0,544	31,27	0,1707	0,0113	0,00938	0,0682	1,782	32,34
AA-61	0,074	0,941	2,142	8,99	0,0253	0,0791	0,00851	0,3815	52,49	0,1437	0,0031	0,00871	0,1929	1,388	33,54
AA-62	0,07	10,76	5,124	23,97	0,0666	0,2902	0,02017	0,9585	24,52	0,3327	0,0162	0,0191	0,108	3,018	30,43
AA-75	0,07	15,44	3,699	17,68	0,0872	0,3013	0,01958	0,9823	22,27	0,2756	0,0143	0,0224	0,1586	3,552	35,53
AA-78	0,11	4,791	4,681	33,66	0,0469	0,1967	0,0401	1,859	30,616	0,4649	0,0201	0,0376	0,0559	7,283	16,33
AA-83	0,075	5,58	8,041	36,72	0,083	0,3899	0,01125	2,201	16,83	0,5783	0,0194	0,0343	0,0719	6,101	22,43
AA-84	0,074	7,244	5,473	29,79	0,0757	0,8982	0,0198	1,43	19,07	0,3847	0,0169	0,0241	0,0623	4,551	30,44



Çizelge 3.4. Örneklerin Eser-İz, Nadir Toprak element verileri (ppm)

Eser Element verileri																																
Element	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Cs	Ba	Hf	Ta	W	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
AA-06	23	142,4	29	47,7	9,2	0,5	22,6	0,4	0,9	58	808,6	8	63	6,5	2,8	0,8	0,7	0,9	0,9	1,1	1,4	8,2	180	5,3	6,6	5	1,3	1,4	6	1,1	3,3	6,5
AA-01	19	78,2	18,5	33,8	7,6	0,9	54,8	0,5	2	43,6	302,1	4,3	42,6	4,7	5	0,8	1,8	2,2	2,2	3,1	9	10,5	81	4,4	6	5,3	1,4	1,7	6,5	1,4	4,8	9
AA-05	25,4	151,1	26,9	49	10,8	1,3	20,8	0,4	1,1	58,1	409,5	9,1	73,4	11,1	3,7	0,9	0,9	1,5	1,4	1,3	2,2	3,8	114,1	4,7	6,3	4,9	1,4	1,4	7,8	1	4,7	21,5
AA-09	44,3	240,6	45,5	70,6	12,6	1	106,5	0,5	2,1	78	487,3	11,3	96,5	13,4	3,9	2	1	2,9	1,3	1,5	4,8	9,2	198,6	5,9	7,7	6,2	1,3	1,9	9,9	1,3	3,4	20,1
AA-10	14,4	39,2	2,3	10,8	3,3	0,6	8,7	0,5	2,7	9,9	1595	0,8	18,8	3,1	2,9	0,9	0,9	0,9	1	1,2	23,3	3,3	30,3	3,8	3,8	3,8	1,2	1,2	2,7	1	1,1	8,8
AA-12-A	13,6	16,2	4,5	13,3	5,1	0,8	12,1	0,5	2	15,6	878,8	0,9	13,9	3,4	4,4	1	1	1,1	1,1	1,4	2,7	6,3	223	4,9	4,5	3,7	1,4	1,5	3,8	1,1	3,8	16,7
AA-13	38,9	211,5	14,1	55	12,1	2,1	4,3	0,4	0,9	133,8	227,3	16,4	128,2	17,1	3,5	0,9	1,5	2,9	1	1,3	2,3	23,6	225,7	4,6	5,5	5,5	1,3	0,6	22,8	0,9	11,9	18,9
AA-15	37,1	240,9	14,6	71,4	18,2	0,9	7,2	0,6	1,5	162,2	256,8	17,5	160,3	21,8	5	1,3	1,4	2,6	3,3	2,5	4,6	28,4	441,9	4,2	6,8	7,5	1,6	1,4	25,9	1,3	16,6	9,3
AA-28	34,9	230,7	31,6	50,4	12,6	0,8	36,9	2,2	1,4	82,1	1206	11,1	106,9	12,4	10,6	0,8	0,8	2,3	1,1	1,2	3,6	14,7	275	5,2	7	6,1	1,3	1,5	21,1	1,1	7,5	15,4
AA-34	56,4	387	27,8	56,6	11,8	1,5	10,9	0,4	3,8	82,7	432,6	15,8	112,3	15,9	6,2	1	0,9	1,9	1	1,3	6,7	21,8	289,3	5,5	7,7	7	1,4	1,4	17,1	1	5	9,6
AA-38-2	56,1	338,5	28,7	72,2	15,4	1,6	28,8	0,4	4,4	128	215,6	20,6	95,6	17,5	3,2	0,9	1	3,7	1,2	1,6	3,1	31,5	280,5	5	7,1	6,7	1,2	0,8	18,6	0,5	7,9	5
AA-41	18,1	164,9	14,4	39,4	11,9	0,6	71,6	0,4	1,5	79,7	261,2	17,9	107	11,9	2,8	0,8	0,8	1	1	1,3	6,7	17,1	281,3	4,5	5,3	4,9	1,2	1,3	21,9	1,2	7,4	14,6
AA-47	15	68,5	6,7	20,1	4,4	0,6	6,1	0,4	4,7	23,6	451,4	3,4	28,7	3,2	2,9	0,9	0,9	0,9	1	1	2,4	4,9	85,2	7	4,4	3,5	1,1	1,2	3,8	0,6	1,2	7,6
AA-61	22,4	18,5	5,5	12,8	5	0,7	4,5	0,5	1,1	17	303,8	3,2	21,6	4,4	4,2	0,9	1	1	1	1,3	3,7	3,7	58	4,8	4,6	3,7	1,4	1,6	3,6	1	3	11,4
AA-62	39,6	114,8	21,1	37,6	7,4	1,1	7,3	0,7	1,5	48,9	518,4	6,2	61	11,5	3,9	1,2	2,2	1,1	1,6	1,4	7,4	13	131	4,7	5,7	4,6	1,3	1	11,5	0,9	4	30,4
AA-75	21	131,1	20,3	35,4	7,4	0,6	3,8	0,4	0,9	44	320,9	6,6	52	4,3	2,9	0,9	0,8	1	1	1,3	2,2	6,6	166,2	4,5	5,8	4,9	1,2	1,3	8	1	0,4	6,9
AA-78	37,3	270,8	52,3	98,3	17,5	1,2	103,7	0,8	2	101,4	156,3	10,8	97,2	6,5	7,1	2,6	2,3	3,8	3,2	4,5	7,9	20,1	130	6,9	9,4	8,8	1,7	1,8	9,1	1,8	4,2	12
AA-83	66	229,2	43,9	66,1	13,5	1,1	65,5	0,5	2,9	79,3	1340	10,4	97	10,6	8,5	0,9	0,9	1	1	1,3	5	7,3	179,3	6,3	8,3	6,6	1,6	1,9	12,1	0,7	3,2	7,8
AA-84	43,5	191,7	35,4	50,2	11	1,1	101,9	2,4	1,4	58,1	393,9	8,7	54,7	3,2	3	0,9	0,8	1,4	1	1,3	3,1	6,4	146,4	5,4	6,9	5,6	1,4	1,8	5,4	0,9	2,2	14

Nadir toprak element verileri																			
Element	AA-06	AA-01	AA-05	AA-09	AA-10	AA-12-A	AA-13	AA-15	AA-28	AA-34	AA-38-2	AA-41	AA-47	AA-61	AA-62	AA-75	AA-78	AA-83	AA-84
La (ppm)	12,7	21	19,2	23,2	10,3	12,3	22,1	54	23,4	19,4	32,3	18,3	7,6	7,6	21,7	15,8	32	18,6	15,8
Ce (ppm)	26,9	30	39,5	38,8	16,3	21,4	55,3	107	41	37,7	65,5	47,6	17,9	14,5	29,5	25,7	46	39,2	34

### **3.2 Kimyasal Analiz Sonuçlarının Grafiksel Sunumu ve Korelasyon Katsayıları**

amurtaşı rneklerinin XRF analizleri sonucu elde edilen Ana oksit ve element içerik değerlerine ilişkin veriler değişim diyagramlarına dökülerek element ve ana oksit çiftleri arasındaki dağılım ve gidişler incelenmiştir. Bunun için öncelikle izelge 3.4.'teki minimum, maksimum değerler, standart sapma ve ortalama değerler elde edilmiştir. Sonrasında, dağılım ve gidişlerin daha anlamlı hale gelmesi için TOC, ana oksit ve element veri çiftlerinin korelasyon katsayılarının bulunması yoluyla aralarındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasına çalışılmıştır. Bu alışmalar neticesinde verilerin birbirleriyle olan ilişkileri netleştirilmiş ve çalışma alanına hangi koşulların etki ettiği ve çamurtaşlarının kökeni ile organik madde biriktirme özelliklerinin yorumlanabilmesi açısından katkı sağlayacağı düşünülen sonuçlar ortaya konulmuştur.

Çizelge 3.5 Tüm elementler için temel istatistiki bilgiler

Element	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Cd	In
Min. Değer	13,60	16,20	2,30	10,80	3,30	0,50	3,80	0,40	0,90	9,90	156,30	0,80	13,90	3,10	2,80	0,80	0,70
Maks.Değer	66,00	387,00	52,30	98,30	18,20	2,10	106,50	2,40	4,70	162,20	1595,00	20,60	160,30	21,80	10,60	2,60	2,30
Stand. Sapma	15,64	103,58	14,40	23,29	4,31	0,41	36,80	0,58	1,16	41,64	415,54	5,91	40,57	5,79	2,15	0,46	0,48
Ort.Değer	32,95	171,88	23,32	46,88	10,36	1,00	35,68	0,68	2,04	68,63	556,08	9,63	75,30	9,61	4,55	1,07	1,14
Element	Sn	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce	Hf	Ta	W	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U
Min. Değer	0,90	0,90	1,00	1,40	3,30	30,30	7,60	14,50	3,80	3,80	3,50	1,10	0,60	2,70	0,50	0,40	5,00
Maks.Değer	3,80	3,30	4,50	23,30	31,50	441,90	54,00	107,00	7,00	9,40	8,80	1,70	1,90	25,90	1,80	16,60	30,40
Stand. Sapma	0,98	0,72	0,86	4,87	8,74	100,10	10,63	21,22	0,87	1,45	1,42	0,15	0,35	7,46	0,29	3,92	6,43
Ort.Değer	1,79	1,38	1,63	5,37	12,65	185,09	20,38	38,62	5,14	6,28	5,49	1,35	1,41	11,45	1,04	5,03	12,92

41

Ana oksit (%)	Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	AK
Minimum Değer	0,06	0,94	0,87	8,27	0,00	0,06	0,00	0,14	9,60	0,07	0,00	0,01	0,02	0,67	10,30
Maksimum Değer	1,69	18,23	13,34	47,42	0,16	3,22	0,04	3,15	52,50	0,64	0,02	0,07	0,19	7,28	35,95
Standart Sapma	0,37	4,57	3,69	12,72	0,04	0,74	0,01	0,91	11,90	0,18	0,01	0,02	0,04	2,07	9,05
Ortalama Değer	0,16	9,01	6,63	30,75	0,07	0,55	0,02	1,57	23,77	0,38	0,02	0,03	0,08	4,22	22,79

Örneklerin TOC değerleriyle korelasyonu zayıftan güçlüye doğru aşağıdaki çizelgede verilmektedir.

Çizelge 3.6 TOC Değerlerinin korelasyonu sıralaması

Th	-0,64	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,31
K <sub>2</sub> O	-0,57	Zn	-0,31
Sn	-0,56	In	-0,29
Nb	-0,55	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,28
Ge	-0,55	Ta	-0,23
Cs	-0,54	MnO	-0,22
Rb	-0,53	Bi	-0,19
TiO <sub>2</sub>	-0,52	Cd	-0,19
Ce	-0,51	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0,19
Pb	-0,51	Na <sub>2</sub> O	-0,08
La	-0,50	SO <sub>3</sub>	-0,07
Hg	-0,49	U	-0,06
Zr	-0,48	CaO	-0,03
Ba	-0,46	Cu	-0,01
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,44	Tl	0,01
Ga	-0,43	Br	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-0,43	As	0,07
W	-0,42	Hf	0,08
Mo	-0,41	Se	0,10
SiO <sub>2</sub>	-0,40	Cl	0,11
Y	-0,39	I	0,19
Co	-0,36	Sr	0,30
Sb	-0,36	AK	0,55
Ni	-0,33	MgO	0,66
Te	-0,31		

Örneklerin TOC değerlerinin eser elementlerle korelasyonu Şekil 3.2. 'de grafik şeklinde verilmektedir.

Organik maddelerin gerek deniz suyunda ki metalleri soğurması ve gerekse organo-metal bileşikleri oluşturma özellikleri uzun zamandır bilinmektedir. Ayrıca, organizmaların yaşamları süresince elementleri bünyelerinde önemli ölçüde biriktirebileceği bazı araştırmacılar tarafından öne sürülmüştür. Genel olarak sedimanlardaki iz element bolluklarındaki değişim, bolluk oranları açısından iç ve dış kökenli olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Havza içerisinde oluşan minerallere ve

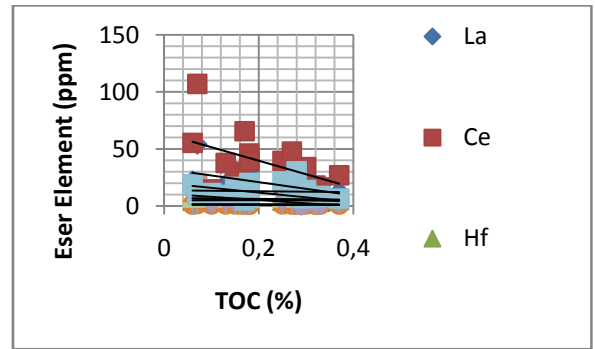
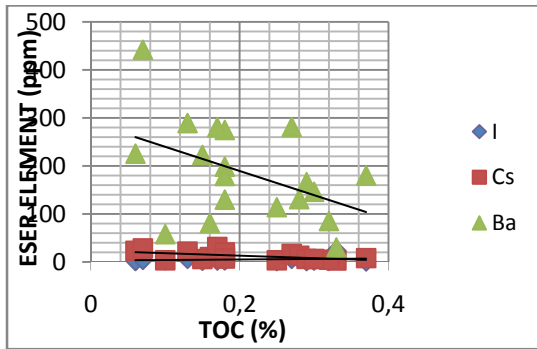
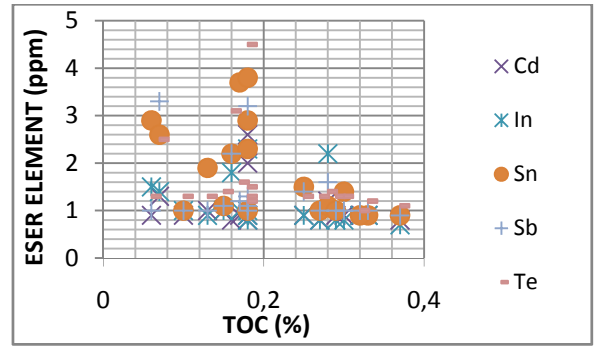
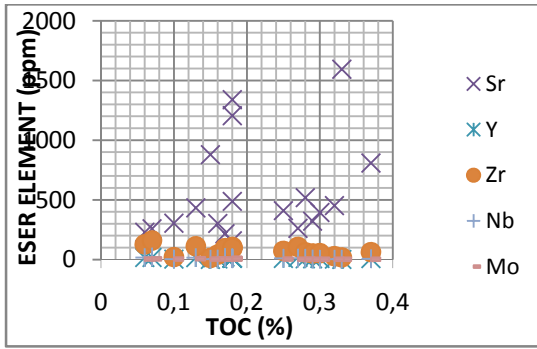
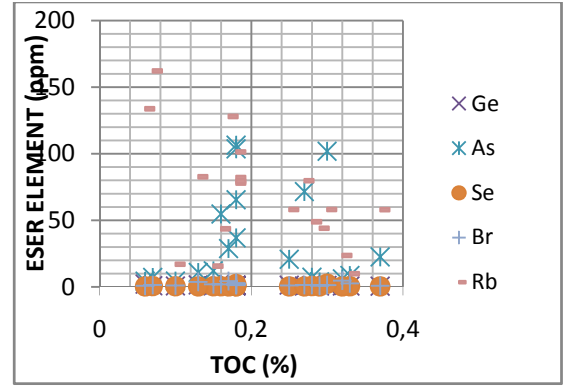
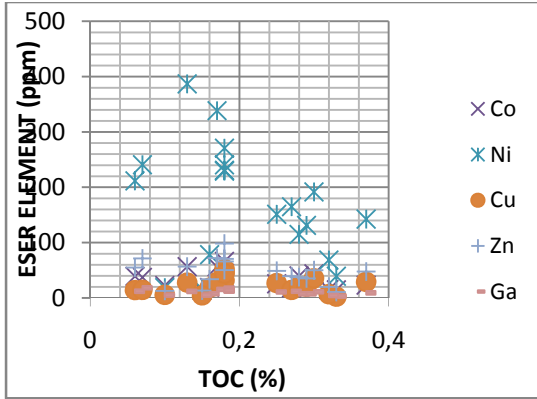
organik maddeye bağılı olarak oluşan elementler Mo, Co, U, B, Ni, Cu, V ve Ba' dur. Bu elementler çökme hızı düşük birimlerde zenginleşme gösterir (Çağatay vd. 1987). İncelenen örneklerde Mo, Co, Ni, U ve Cu elementlerinin ortalama değerleri organik maddeden bağımsız olarak değerlendirildiğinde yüksek değerler sunmaktadır. Buna karşılık, bu elementlerin organik madde miktarı ile gösterdikleri korelasyonlara bakıldığında ağırlıklı negatif değerler sunduğu görülür. Bu durum, incelenen havzada yukarıda belirtilen elementlerin organik madde ile ilişkilerinin olmadığını gösterebilir.

Diğer taraftan, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Ba, La, Ce, Pb, Th ve U gibi eser elementlerin değerlerinin birçok çamurtaşı örneğinde oldukça yüksek değerlerde çıkması da yer kabuğu yada gölsel ortam şeyllerinin genel içeriklerine göre bir anomaliyi işaret etmektedir. Bu yüksek anomaliler ve organik madde ile ilişki elde edilememesi havzaya dış kökenli bir kaynaktan element aktarımı olduğuna işaret etmektedir.

Havzadaki gölsel birimlerin çökelişi sırasında göl suyunun mineralojik-jeokimyasal karakterinin farklı ortamlarda (göl kıyısı, göl düzlüğü ve derin göl alanı gibi) değişik/değişken faktörlerin (tektonizmanın, volkanizmanın, hidrotermal eriyiklerin, zemin-yüzey suyunun ve sınırlandırılmış-kapalı indirgeyici ortam koşullarının vb. gibi) kontrolü altında olduğunu işaretlemektedir.

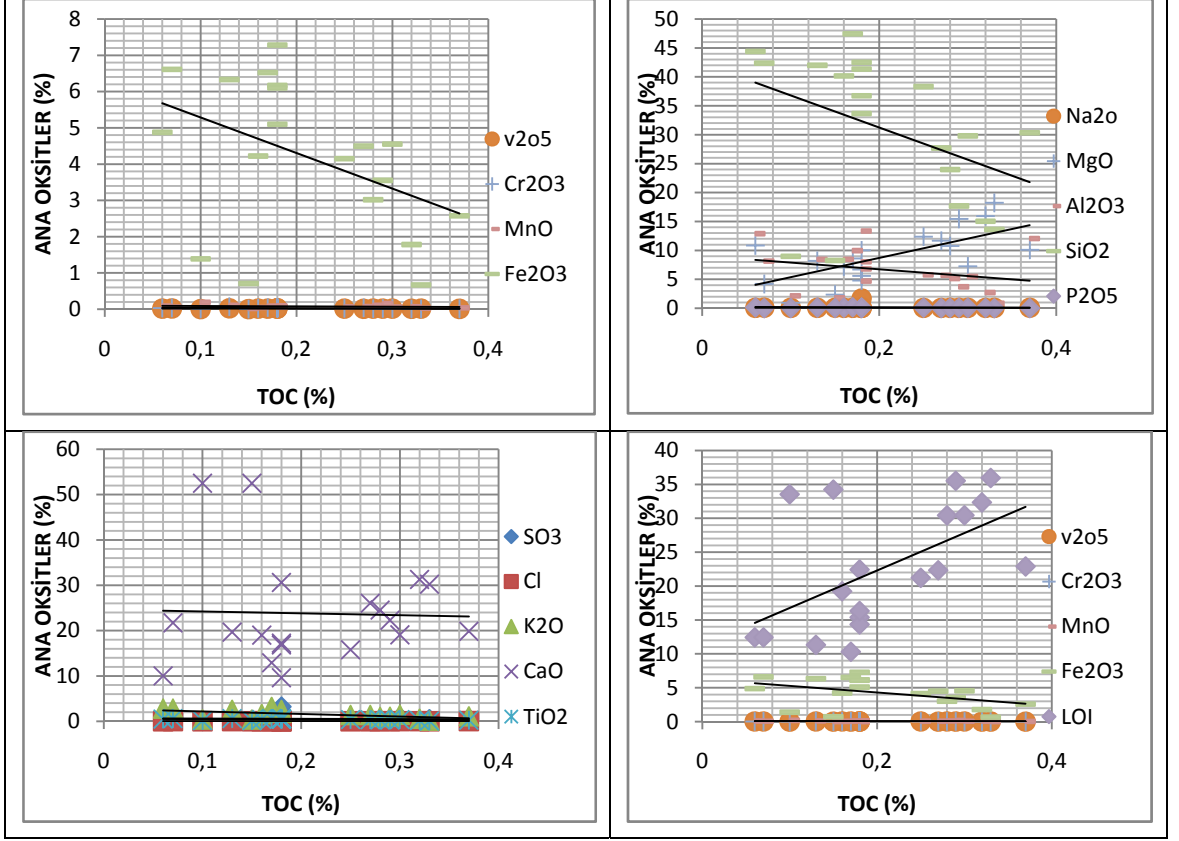
Bu faktörler, kıyı ve göl geçişlerinde yanal kamalanmalı ve tekrarlı istif yapıları, kıyı kesimlerinde görülen mercekle yapıları, göle yüksek enerjili malzeme gelişini gösteren çapraz tabakalı çakıl içeren kumtaşı seviyeleri gibi yapılara neden olan yüksek enerji ortamı koşulları ile daha önceki çalışmalarda tespit edilmiş olan tektonizma (Gözler vd. 1996) ve göl tabanındaki hidrotermal su çıkışları (Tekin 1998) kontrolünde gelişen faktörler olarak sıralanabilir.

Ana oksit ve elementlerin karşılaştırmalı içerik değerleri ve korelasyon grafikleri Şekil 3.3, Şekil 3.4., Şekil 3.5. ve Şekil 3.6.'da verilmektedir.



Şekil 3.3. Eser elementlerin TOC değerleriyle korelasyon grafikleri

Örneklerin TOC değerlerinin Ana Oksitlerle korelasyonu Şekil 3.4. 'de grafik şeklinde verilmektedir.

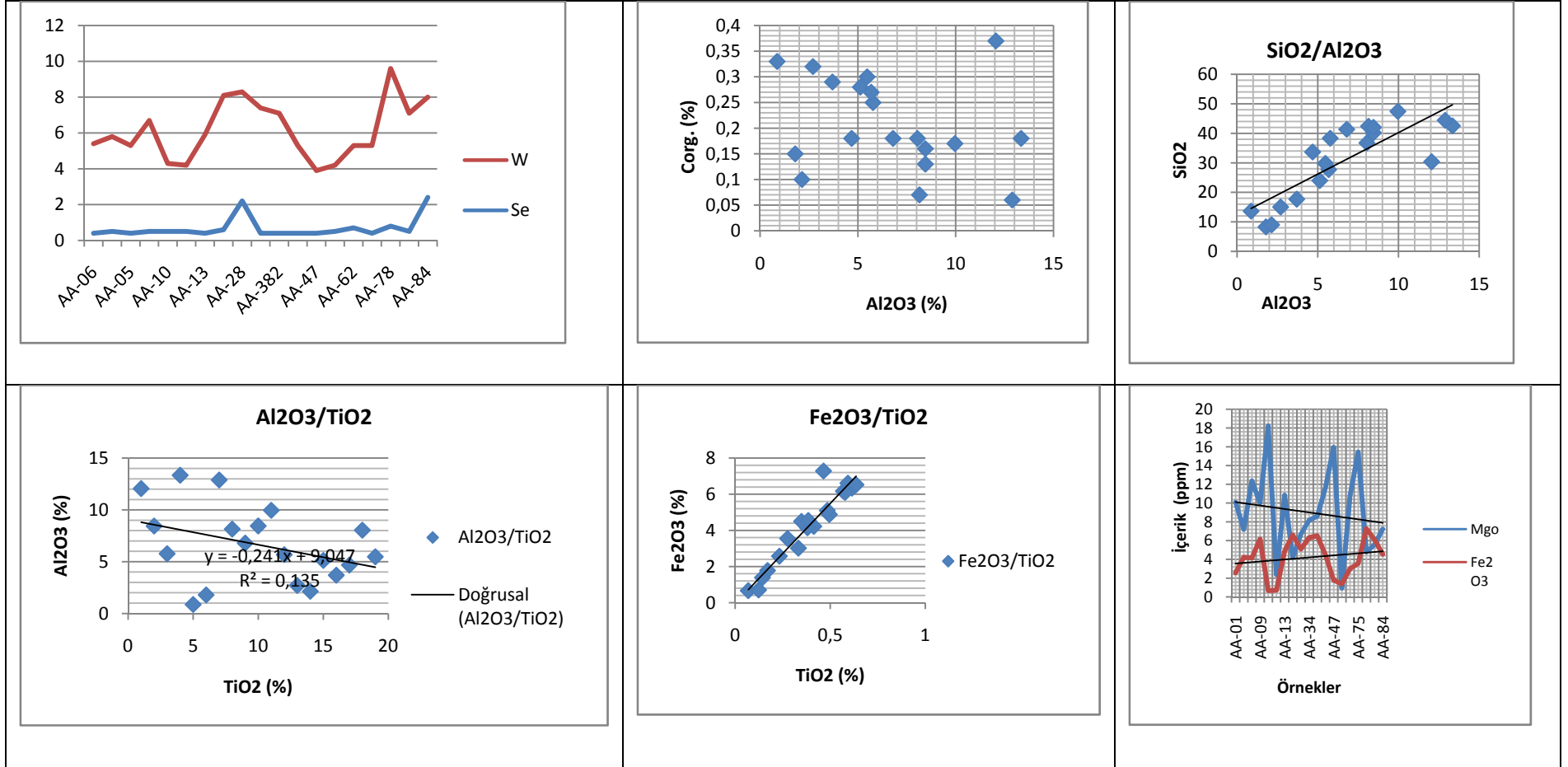


Şekil 3.4 TOC değerlerinin ana oksitlerle korelasyon grafikleri



Şekil 3.5 TOC ve bazı eser element içerik verilerinin örnek bazında karşılaştırmalı grafikleri





Şekil 3.6 Bazı elementlerin birbirleriyle ve organik madde ile ilişkisini gösteren grafikler

### 3.3 TOC-Ana Oksit ve Element Analiz Verilerinin Jeostatistiksel Korelasyonu

İstatistiksel çalışmalarda değişkenlerin değer alımlarında gözlenebilen bağıntıya ilişki denir. Her ilişki çözümlemesinde dikkate alınması gereken dört nokta vardır. Bunlar; ilişkinin olup olmadığı ve varsa anlamı, ilişkinin yönü ve ilişkinin miktarıdır. İlişkinin olup olmadığı anlamlılık sınamaları ile belirlenir. Değişkenler birlikte artan ve eksilen değerler alıyorsa, ilişki pozitif yönde; değişkenlerden biri artarken diğeri eksiliyorsa, ilişki negatif yöndedir. İlişki miktarı korelasyon katsayısının bulunmasıyla belirlenir (Karasar 2005).

Korelasyon analizi, serbest ve bağımlı değişkenler arasındaki ilişki düzeyini veya derecesini ölçen analizdir. Şayet analizde tek bir bağımsız değişken varsa, bu tür analize basit korelasyon analizi, birden çok bağımsız değişken söz konusu ise buna da, çoklu korelasyon adı verilir. Bilimsel araştırmalarda en çok kullanılan basit korelasyon analizidir. Ortalamadan sapmaların esas alınarak ilişki düzeyinin saptanması için uygulanan testlere korelasyon analizi denir (Türkbal 1981).

Korelasyon katsayısı, değişkenlerin yönü, etkileşimlerin nasıl olduğu hakkında bilgi verir. Değişkenlerin birbiri arasında etkileşim var mı, varsa etkileşimin çok fazla mı yani kuvvetli mi olduğu ve gözlem gruplarından birinin gözlem değerleri artarken diğeri azalıyor mu yoksa aynı yönde mi değişiyor olduğu gözlenebilir.

Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değişen bir değer alır. Katsayı, etkileşimin olmadığı durumda 0, tam ve kuvvetli bir etkileşim varsa 1, ters yönlü ve tam bir etkileşim varsa -1 değerini alır. Korelasyon katsayısı genellikle r harfiyle ifade edilir. Buna göre; korelasyon katsayısının  $-1 \leq r \leq +1$  eşitsizliğiyle gösterimi uygundur.

Korelasyon katsayısının yorumunu, tam değerler dışında ara değerler için yapmak oldukça güçtür. Ara değerler için katsayıyı değerlendirirken, örnek gözlem sayısı (n) oldukça önemlidir. Çok fazla gözleme dayanan değerlendirmelerde 0.25'e kadar düşmüş bir korelasyon katsayısı bile anlamlı olarak yorumlanabilmektedir. Fakat az sayıdaki, 10-15 gözleme dayanan değerlendirmelerde korelasyon katsayısının 0.71 üstünde olması beklenir (Yılmaz 2006). Bu çalışma kapsamında korelasyon katsayıları arasındaki ilişkiler zayıf negatif, orta negatif, kuvvetli negatif, zayıf pozitif, orta pozitif

ve kuvvetli pozitif olmak üzere 6 gruba ayrılmış olup bu grupların kapsadığı aralıklar aşağıdaki çizelgede verilmektedir. Çalışma kapsamında 0,8 ve üzeri korelasyon değerleri kuvvetli korelasyon olarak kabul edilmiştir. Ancak, çalışmanın temel amacı doğrultusunda TOC değerlerinin diğer element ve ana oksitler ile korelasyonları orta korelasyon aralığında da anlamlılık bakımından değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Çizelge 3.7 Çalışmada kabul edilen korelasyon katsayı grupları

Kuvvetli Negatif Korelasyon	Orta Negatif Korelasyon	Zayıf Negatif Korelasyon	Zayıf Pozitif Korelasyon	Orta Pozitif Korelasyon	Kuvvetli Pozitif Korelasyon
$-1 < r \leq 0,8$	$-0,8 < r \leq 0,5$	$0,5 < r < 0$	$0 \leq r < 0,5$	$0,5 \leq r < 0,8$	$0,8 \leq r < 1$

Çalışma kapsamındaki jeostatistiksel çalışmaların esası jeokimyasal analizlerle belirlenen TOC-Ana oksit ve elementlere özgü değerler yardımıyla hazırlanan değişim diyagramlarında element çiftleri arasındaki dağılım ve gidişlerin izlenmesidir. Bunun için değişim grafiklerinin nicel açıdan değerlendirilmesinde ortaya çıkan ve çoğunlukla da nokta dağılımlarında izlenmiş olan uyumlu ilişki, jeostatistiksel parametreler açısından oldukça önemlidir. Buradan hareketle öncelikle Çizelge 3.5.'de minimum, maksimum değerler, standart sapma ve ortalama değerler elde edilmiş, sonra dağılım ve gidişlerin anlaşılır hale gelebilmesi için elementlerin, değişim diyagramlarının ardından korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Ek 1). Ayrıca element çiftlerine özgü korelasyon katsayılarının grafiksel olarak karşılaştırılması sonucu element çiftlerinin birbirleriyle olan ilişkileri yani birbirlerine göre nasıl hareket ettikleri belirlenmiştir.

Bu çerçevede elde edilen korelasyon ilişkileri 3.8., 3.9., 3.10., 3.11., 3.12. nolu Çizelgelerde verilmektedir.

Elementlerin birbirleriyle korelasyon dereceleri incelendiğinde Ni, Ga, Rb, Y, Zr, Nb, TiO<sub>2</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> element ve ana oksitlerinin örneklerdeki içerik değerlerinin artması ile örneklerin ateşte kayıp oranları arasında kuvvetli bir negatif ilişki olduğu görülmektedir.

Örneklerin TOC içerikleri ile elementlerin korelasyonuna bakıldığında Th ile -0,64'lük orta negatif korelasyon düzeyinin anlamlı olabileceği düşünülmektedir. Bunu -0,57 ile Sn, -0,55 ile Nb, -0,54 ile Ge ve -0,53 ile Rb takip etmektedir.

TOC'un orta pozitif korelasyon düzeylerine bakıldığında ise en yüksek değerin 0,66 ile MgO ile olan korelasyon düzeyi olduğu, onu 0,30 ile Sr'nin izlediği görülmektedir.

Element ve ana oksitlerin kuvvetli pozitif korelasyon gösteren çiftleri ise aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır;

Ni'nin Ta, Zr, SiO<sub>2</sub>, Ga, Y, Zn, W, K<sub>2</sub>O, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> ile; Ga'nın SiO<sub>2</sub>, Ta, Ce, Y, K<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, Zr, Rb, W, La, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile; Rb'nin SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Th, La, Pb, Nb, Cs, Y, K<sub>2</sub>O, Ce, Zr ile; Y'nin Ce, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Cs, Nb, K<sub>2</sub>O, Pb, Zr ile; Zr'nin Ba, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, , TiO<sub>2</sub> ,Ce, K<sub>2</sub>O, Nb, Pb ile; Zn'nin Cu, Ta, Rb, TiO<sub>2</sub>, Ta, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ga, W ile; SiO<sub>2</sub>'nin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O ile; K<sub>2</sub>O'nun Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> ile kuvvetli pozitif korelasyon gösterdiği görülmektedir. Bunlara ilave olarak, Co'nun Ni ve TiO<sub>2</sub> ile; Nb'nin Cs, Th, Ce, K<sub>2</sub>O, Pb ile; La'nın Th ve Ce ile; Ce'nin Pb ve Th ile; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>'nin V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ile; Ta'nın Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve W ile; Pb'nin K<sub>2</sub>O ve Th ile; W'nin TiO<sub>2</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile; SO<sub>3</sub>'ün Na<sub>2</sub>O ile; Sb'nin Te ile; TiO<sub>2</sub>'nin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ile; Ba'nın Ce ve Pb ile; Cs'nin Ce, Pb ve K<sub>2</sub>O ile kuvvetli pozitif korelasyonu tespit edilmiştir.

Çizelge 3.8 Kuvvetli negatif korelasyon çiftleri (-1 < r < -0,8)

Ni/AK	Ga/AK	Rb/AK	Y/AK	Zr/AK	Nb/AK	TiO <sub>2</sub> /AK	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /AK	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /AK
-------	-------	-------	------	-------	-------	----------------------	------------------------------------	------------------------------------

AK: Ateşte Kayıp Oranı

Çizelge 3.9 Kuvvetli Pozitif Korelasyon Çiftleri ( $0,8 \leq r < 1$ )

Ni/Co TiO <sub>2</sub> /Co	Ta/Ni Zr/Ni SiO <sub>2</sub> /Ni Ga/Ni Y/Ni Zn/Ni W/Ni K <sub>2</sub> O/Ni TiO <sub>2</sub> /Ni Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ni Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ni	Zn/Cu Ta/Cu	Rb/Zn TiO <sub>2</sub> /Zn Ta/Zn Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Zn Ga/Zn W/Zn	SiO <sub>2</sub> /Ga Ta/Ga La/Ga Ce/Ga Y/Ga K <sub>2</sub> O/Ga TiO <sub>2</sub> /Ga Zr/Ga Rb/Ga W/Ga Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ga	SiO <sub>2</sub> /Rb Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Rb TiO <sub>2</sub> /Rb Th/Rb La/Rb Pb/Rb Nb/Rb Cs/Rb Y/Rb K <sub>2</sub> O/Rb Ce/Rb Zr/Rb	Ce/Y Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Y Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Y TiO <sub>2</sub> /Y Cs/Y Nb/Y K <sub>2</sub> O/Y Pb/Y Zr/Y	Ba/Zr SiO <sub>2</sub> /Zr Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Zr TiO <sub>2</sub> /Zr Ce/Zr K <sub>2</sub> O/Zr Nb/Zr Pb/Zr
Th/La Ce/La	Pb/Ce Th/Ce	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ta W/Ta	TiO <sub>2</sub> /W Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /W	K <sub>2</sub> O/Pb Th/Pb	SO <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Te/Sb
Cs/Nb Th/Nb Ce/Nb K <sub>2</sub> O/Nb Pb/Nb	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> TiO <sub>2</sub> /SiO <sub>2</sub> K <sub>2</sub> O/SiO <sub>2</sub>	Ce/Cs K <sub>2</sub> O/Cs Pb/Cs	Ce/Ba Pb/Ba	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /K <sub>2</sub> O Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /K <sub>2</sub> O TiO <sub>2</sub> /K <sub>2</sub> O	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	

Çizelge 3.10 Orta negatif korelasyon çiftleri

Orta Negatif Korelasyon ( $-0,8 \leq r < -0,5$ )												
Th/TOC	AK/La	AK/Ce	AK/Ta	AK/W	MgO/Hg	AK/Pb	AK/Th	AK/SiO <sub>2</sub>	CaO/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	AK/K <sub>2</sub> O	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /CaO	AK/V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K <sub>2</sub> O/TOC			CaO/Ta					CaO/SiO <sub>2</sub>	AK/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO/K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub> /CaO	
Sn/TOC											Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CaO	
Nb/TOC											Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /CaO	
Ge/TOC												
Cs/TOC												
Rb/TOC												
TiO <sub>2</sub> /TOC												
Ce/TOC												
Pb/TOC												
AK/Co	CaO/Ni	CaO/Cu	AK/Zn	CaO/Ga	AK/Ge	CaO/Rb	CaO/Y	CaO/Zr	CaO/Nb	AK/Sn	AK/Cs	AK/Ba
CaO/Co			CaO/Zn									

Çizelge 3.11 Zayıf negatif korelasyon çiftleri

Zayıf Negatif Korelasyon (-0,5 ≤ r < 0)															
La/TOC Hg/TOC Zr/TOC Ba/TOC Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TOC Ga/TOC Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TOC W/TOC Mo/TOC SiO <sub>2</sub> /TOC Y/TOC Co/TOC Sb/TOC Ni/TOC Cu/TOC	Te/TOC P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /TOC Zn/TOC In/TOC Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /TOC Ta/TOC MnO/TOC Bi/TOC Cd/TOC V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /TOC Na <sub>2</sub> O/TOC SO <sub>3</sub> /TOC U/TOC CaO/TOC	MgO/Co Bi/Co I/Co Sr/Co	Sr/Ni I/Ni MgO/Ni U/Ni Ti/Ni	AK/Cu MgO/Cu I/Cu MnO/Cu Th/Cu Sr/Cu	Sr/Zn MgO/Zn I/Zn MnO/Zn U/Zn	MgO/Ga Sr/Ga I/Ga MnO/Ga U/Ga Br/Ga	CaO/Ge Ti/Ge Sr/Ge Cl/Ge I/Ge Bi/Ge SO <sub>3</sub> /Ge MgO/Ge Na <sub>2</sub> O/Ge Se/Ge	MnO/As CaO/As AK/As Nb/Se MgO/As CaO/Se In/Se I/Se Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Se Cs/Se Pb/As Ba/As Cs/As	MgO/Se Br/Se Nb/Se CaO/Se In/Se I/Se Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Se Cs/Se Cd/Se MnO/Se Sb/Se Te/Se Th/Se Y/Se	Bi/Br U/Br SO <sub>3</sub> /Br Hg/Br Th/Br MnO/Br U/Rb Na <sub>2</sub> O/Br AK/Br Ti/Br In/Br Sb/Br Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Br Zr/Br Te/Br Cl/Br Pb/Br La/Br CaO/Br Ce/Br Rb/Br	Sr/Rb I/Rb MgO/Rb Ti/Rb MnO/Rb U/Rb	Cs/Sr Sn/Sr Y/Sr Te/Sr Sb/Sr Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sr In/Sr Ce/Sr La/Sr MnO/Sr Th/Sr P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Sr TiO <sub>2</sub> /Sr Zr/Sr Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sr	Cd/Sr Nb/Sr W/Sr SiO <sub>2</sub> /Sr Pb/Sr Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sr Bi/Sr Ba/Sr Ta/Sr U/Sr V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Sr Hg/Sr Hf/Sr K <sub>2</sub> O/Sr	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Y La/Y W/Y Th/Y Ba/Y	MgO/Cd AK/Cd CaO/Cd I/Cd U/Cd P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cd Pb/Cd CaO/Cd
MgO/La MgO/La MnO/La Hf/La Ti/La	CaO/Ce MgO/Ce Ti/Ce Hf/Ce MnO/Ce U/Ce	CaO/Hf MgO/Hf U/Hf AK/Hf MnO/Hf SO <sub>3</sub> /Hf CaO/Hf	Th/Ta Pb/Ta MgO/Ta MnO/Ta U/Ta	CaO/W MgO/W U/W MnO/W	AK/Hg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Hg MnO/Hg Na <sub>2</sub> O/Hg	MgO/Tl Pb/Tl Th/Tl P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Tl MnO/Tl K <sub>2</sub> O/Tl U/Tl Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Tl SiO <sub>2</sub> /Tl	CaO/Pb MgO/Pb	AK/In MgO/In MnO/In Na <sub>2</sub> O/In SO <sub>3</sub> /In Ti/In MnO/In	MgO/Sn AK/Sn SO <sub>3</sub> /Sn Na <sub>2</sub> O/Sn Ba/Sn MgO/Sn MnO/Sn I/Sn Ti/Sn U/Sn	CaO/Sb P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Sb MnO/Sb Na <sub>2</sub> O/Sb CaO/Sb	AK/Te MgO/Te MnO/Te U/Te Na <sub>2</sub> O/Te P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Te SO <sub>3</sub> /Te	MgO/I AK/I P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /I Hf/I K <sub>2</sub> O/I MnO/I TiO <sub>2</sub> /I Ta/I Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /I SiO <sub>2</sub> /I Hg/I	Pb/I Th/I Ce/I Cs/I SO <sub>3</sub> /I Na <sub>2</sub> O/I W/I La/I Cl/I U/I Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /I	CaO/Mgo TiO <sub>2</sub> /Mgo Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Mgo K <sub>2</sub> O/Mgo SO <sub>3</sub> /Mgo Cl/Mgo Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Mgo SiO <sub>2</sub> /Mgo MnO/Mgo Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Mgo	/Zr I/Zr MgO/Zr Ti/Zr MnO/Zr
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Bi MgO/Bi MnO/Bi AK/Bi K <sub>2</sub> O/Bi	MgO/Th CaO/Th MnO/Th	Cl/U K <sub>2</sub> O/U Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /U Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /U CaO/U MgO/U	AK/Na <sub>2</sub> O MgO/Na <sub>2</sub> O CaO/Na <sub>2</sub> O	MnO/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cl/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO/SiO <sub>2</sub>	Cl/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> SO <sub>3</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO/SO <sub>3</sub> AK/SO <sub>3</sub> CaO/SO <sub>3</sub>	CaO/Cl AK/Cl MnO/Cl	MnO/TiO <sub>2</sub>	MnO/V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO/Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	/MnO Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ti/Ba CaO/Ba Ti/Ba Hf/Ba MnO/Ba U/Ba	Ba/Cs Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cs CaO/Cs MgO/Cs U/Cs Hf/Cs	/Nb Ti/Nb I/Nb Hf/Nb MgO/Nb Bi/Nb

Çizelge 3.12 Zayıf pozitif korelasyon çiftleri

Zayıf Pozitif Korelasyon ( $0 < r < 0,5$ )														
Tl/TOC	U/Co	Bi/Ni	Br/Cu	Br/Zn	Tl/Ga	As/Ge	SO <sub>3</sub> /As	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Se	Cd/Br	Hf/Rb	Cl/Sr	In/Y	Hf/Zr	Te/Nb
Br/TOC	Na <sub>2</sub> O/Co	MnO/Ni	U/Cu	Na <sub>2</sub> O/Zn	Na <sub>2</sub> O/Ga	Hf/Ge	Na <sub>2</sub> O/As	AK/Se	Ba/Br	Na <sub>2</sub> O/Rb	CaO/Sr	Hf/Y	U/Zr	MnO/Nb
As/TOC	Te/Co	In/Ni	Ba/Cu	Se/Zn	Se/Ga	MnO/Ge	I/As	Ce/Se	Mo/Br	Bi/Rb	MgO/Sr	MnO/Y	In/Zr	Cd/Nb
Hf/TOC	Sb/Co	Se/Ni	Pb/Cu	SO <sub>3</sub> /Zn	Hf/Ga	Sb/Ge	U/As	Rb/Se	Ta/Br	Cl/Rb	Tl/Sr	Na <sub>2</sub> O/Y	Bi/Zr	Cl/Nb
Se/TOC	SO <sub>3</sub> /Co	Na <sub>2</sub> O/Ni	SO <sub>3</sub> /Cu	Tl/Zn	In/Ga	Mo/Ge	Ce/As	La/Se	Nb/Br	SO <sub>3</sub> /Rb	AK/Sr	Cl/Y	Na <sub>2</sub> O/Zr	In/Nb
Cl/TOC	In/Co	SO <sub>3</sub> /Ni	Na <sub>2</sub> O/Cu	Bi/Zn	SO <sub>3</sub> /Ga	Te/Ge	Cl/As	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Se	SiO <sub>2</sub> /Br	In/Rb	SO <sub>3</sub> /Sr	Te/Y	Te/Zr	Na <sub>2</sub> O/Nb
I/TOC	Cl/Co	Sb/Ni	In/Cu	In/Zn	Bi/Ga	Br/Ge	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /As	Zr/Se	W/Br	Mo/Rb	Mo/Sr	SO <sub>3</sub> /Y	Cd/Zr	U/Nb
Sr/TOC	Tl/Co	Te/Ni	Cs/Cu	Cl/Zn	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ga	Cd/Ge	In/As	Bi/Se	Sr/Br	Cd/Rb	Na <sub>2</sub> O/Sr	Cd/Y	Cl/Zr	Hg/Nb
	MnO/Co	Hg/Ni	Ce/Cu	Mo/Zn	Cl/Ga	Hg/Ge	La/As	Pb/Se	Y/Br	Te/Rb	I/Sr	Hg/Y	SO <sub>3</sub> /Zr	Mo/Nb
	Se/Co	Br/Ni	Nb/Cu	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Zn	Mo/Ga	Ba/Ge	Rb/As	Ba/Se	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Br	Hg/Rb		Mo/Y	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Zr	SO <sub>3</sub> /Nb
	Cd/Co	Hf/Ni	Sb/Cu	Hf/Zn	As/Ga	U/Ge	Zr/As	Sn/Se	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Br	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Rb		Sb/Y	Hg/Zr	Sb/Nb
	Th/Co	Cd/Ni	Bi/Cu	Th/Zn	Cd/Ga	In/Ge	Y/As	Hf/Se	K <sub>2</sub> O/Br	Sb/Rb		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Y	Mo/Zr	Ta/Nb
	Br/Co	As/Ni	Ge/Cu	Ba/Zn	Te/Ga	La/Ge	K <sub>2</sub> O/As	TiO <sub>2</sub> /Se	Sn/Br				Sb/Zr	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Nb
	As/Co	Cl/Ni	Se/Cu		Ge/Ga	Ta/Ge	Mo/As	SiO <sub>2</sub> /Se	MgO/Br					
	Hf/Co	Mo/Ni	La/Cu			Ce/Ge	Sb/As	Hg/Se	I/Br					
	Hg/Co	Th/Ni	Cl/Cu			V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ge	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /As	K <sub>2</sub> O/Se	TiO <sub>2</sub> /Br					
	Ba/Co		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cu			Th/Ge	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /As	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Se	Cs/Br					
	La/Co		Y/Cu			Pb/Ge	SiO <sub>2</sub> /As	U/Se	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Br					
	Mo/Co		Te/Cu			W/Ge	Sn/As	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Se	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Br					
	Ce/Co		Rb/Cu			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ge	Hg/As	W/Se	Hf/Br					
	Pb/Co		Zr/Cu				TiO <sub>2</sub> /As	Sr/Se						
	Sn/Co		Mo/Cu				Se/As	Ta/Se						
	Cs/Co		Hg/Cu				V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /As	Tl/Se						
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cu				Te/As	Cl/Se						
			Sn/Cu				Bi/As	Mo/Se						
			Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cu				Hf/As							
			Tl/Cu				W/As							
			K <sub>2</sub> O/Cu											
Na <sub>2</sub> O/Ta	Na <sub>2</sub> O/W	U/Hg	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Tl	Bi/Pb	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Bi	U/Th	TiO <sub>2</sub> /U	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Mgo	SO <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cl/SiO <sub>2</sub>	MnO/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO/CaO	MnO/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Th/Ta	SO <sub>3</sub> /W	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Hg	TiO <sub>2</sub> /Tl	U/Pb	TiO <sub>2</sub> /Bi	Cl/Th	MnO/U	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Na <sub>2</sub> O	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Mgo	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
SO <sub>3</sub> /Ta	Tl/W	CaO/Hg	Na <sub>2</sub> O/Tl	MnO/Pb	Na <sub>2</sub> O/Bi	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Th	SiO <sub>2</sub> /U	MnO/Na <sub>2</sub> O	AK/Mgo					
Pb/Ta	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /W	Pb/Hg	AK/Tl	Cl/Pb	SiO <sub>2</sub> /Bi	Na <sub>2</sub> O/Th	Na <sub>2</sub> O/Th	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Na <sub>2</sub> O						
Bi/Ta	Bi/W	SO <sub>3</sub> /Hg	CaO/Tl	Na <sub>2</sub> O/Pb	SO <sub>3</sub> /Bi	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Th	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /U	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> O						MnO/K <sub>2</sub> O
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ta	Th/W	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Hg	SO <sub>3</sub> /Tl	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Pb	CaO/Bi	SO <sub>3</sub> /Th	SO <sub>3</sub> /U	TiO <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> O						
Tl/Ta	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /W	SiO <sub>2</sub> /Hg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Tl	SO <sub>3</sub> /Pb	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Bi	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Th	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /U	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> O						
Cl/Ta	Cl/W	Th/Hg	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Tl	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Pb	U/Bi	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Th	Na <sub>2</sub> O/U	SiO <sub>2</sub> /Na <sub>2</sub> O						
		K <sub>2</sub> O/Hg	Cl/Tl	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Pb	Th/Bi	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Th	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /U	K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O						
		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Hg	Bi/Tl		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Bi			Cl/Na <sub>2</sub> O						
		Cl/Hg			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Bi									
		TiO <sub>2</sub> /Hg			Cl/Bi									
		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Hg												



Çizelge 3.12 Zayıf pozitif korelasyon çiftleri (Devamı)

Zayıf Pozitif Korelasyon ( $0 < r_f \leq 0,5$ ) (Devamı)														
Te/Nb	MnO/Mo	Ba/Cd	CaO/In	SO <sub>3</sub> /Sn	U/Sb	Ba/Te	Tl/I	MnO/Cs	Bi/Ba	U/La	Na <sub>2</sub> O/Ce	Bi/Hf	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub> /Cl
MnO/Nb	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Mo	Th/Cd	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /In	Na <sub>2</sub> O/Sn	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sb	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Te	CaO/I	Na <sub>2</sub> O/Cs	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ba	Na <sub>2</sub> O/La	Bi/Ce	Na <sub>2</sub> O/Hf	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O/Cl
Cd/Nb	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Mo	I/Cd	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /In	Cl/Sn	Hf/Sb	CaO/Te	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /I	Bi/Cs	Hg/Ba	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /La	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ce	SiO <sub>2</sub> /Hf	TiO <sub>2</sub> /SO <sub>3</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cl
Cl/Nb	In/Mo	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cd	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /In	Hf/Sn	I/Sb	Pb/Te	Bi/I	SO <sub>3</sub> /Cs	Na <sub>2</sub> O/Ba	SO <sub>3</sub> /La	Cl/Ce	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Hf	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cl
In/Nb	Ce/Mo	K <sub>2</sub> O/Cd	Hf/In	Hg/Sn	SO <sub>3</sub> /Sb	I/Te	AK/I	Hg/Cs	Cl/Ba	Bi/La	SO <sub>3</sub> /Ce	K <sub>2</sub> O/Hf	K <sub>2</sub> O/SO <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cl
Na <sub>2</sub> O/Nb	Cs/Mo	SiO <sub>2</sub> /Cd	Pb/In	Bi/Sn	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sb	Hf/Te	MgO/I	Cl/Cs	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ba	Cl/La	Hg/Ce	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Hf		
U/Nb	Th/Mo	U/Cd	Cl/In	Ba/Sn	Tl/Sb	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Te		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cs	Ta/Ba	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /La	Ta/Ce	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Hf		
Hg/Nb	Cd/Mo	Ce/Cd	K <sub>2</sub> O/In	Pb/Sn	Pb/Sb	Th/Te		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cs	SO <sub>3</sub> /Ba	Hg/La	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ce	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Hf		
Mo/Nb	Bi/Mo	Cs/Cd	SiO <sub>2</sub> /In	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Sn	Ba/Sb	K <sub>2</sub> O/Te		Ta/Cs	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ba		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ce	TiO <sub>2</sub> /Hf		
SO <sub>3</sub> /Nb	Ba/Mo	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cd	TiO <sub>2</sub> /In		K <sub>2</sub> O/Sb	SiO <sub>2</sub> /Te		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cs				Hg/Hf		
Sb/Nb	Sb/Mo	TiO <sub>2</sub> /Cd	I/In		SiO <sub>2</sub> /Sb	TiO <sub>2</sub> /Te						Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Hf		
Ta/Nb	La/Mo	Cl/Cd	Ce/In		TiO <sub>2</sub> /Sb	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Te						W/Hf		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Nb	Sn/Mo	Tl/Cd	Th/In		V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Sb	Cl/Te						Cl/Hf		
	Te/Mo	La/Cd	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /In		Ta/Sb	Tl/Te						Tl/Hf		
	Pb/Mo	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cd	Ta/In		Cs/Sb	Ce/Te								
	Hf/Mo	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cd	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /In		Cl/Sb	Cs/Te								
	SiO <sub>2</sub> /Mo	Hf/Cd	Cs/In		Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sb	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Te								
	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Mo	Hg/Cd	W/In		Th/Sb	Ta/Te								
	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Mo		U/In											
	Tl/Mo		La/In											
	K <sub>2</sub> O/Mo		Hg/In											
	TiO <sub>2</sub> /Mo		Sn/In											
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Mo		Bi/In											
	Cl/Mo													

Çizelge 3.13 Orta pozitif korelasyon çiftleri

Orta Pozitif Korelasyon $0 \leq r < 0,5$																	
AK/TOC MgO/TOC	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Co P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Co Nb/Co Rb/Co Zr/Co Y/Co V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Co Ge/Co Ga/Co SiO <sub>2</sub> /Co Cu/Co W/Co Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Co Zn/Co Ta/Co K <sub>2</sub> O/Co Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Co	La/Ni P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ni Ge/Ni Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ni Ce/Ni Ba/Ni Pb/Ni Sn/Ni Cu/Ni Nb/Ni Cs/Ni V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ni Rb/Ni	Cd/Cu Hf/Cu SiO <sub>2</sub> /Cu V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Cu TiO <sub>2</sub> /Cu Ga/Cu As/Cu Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cu W/Cu	Ge/Zn Pb/Zn Sb/Zn Te/Zn As/Zn Hg/Zn Nb/Zn Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Zn Cd/Zn Cs/Zn Ce/Zn Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Zn Y/Zn V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Zn La/Zn Sn/Zn Zr/Zn SiO <sub>2</sub> /Zn K <sub>2</sub> O/Zn	Sb/Ga Hg/Ga Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ga Th/Ga V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ga Ba/Ga Pb/Ga Nb/Ga Sn/Ga Cs/Ga	Zr/Ge Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ge Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ge Y/Ge Cs/Ge Nb/Ge Rb/Ge Sn/Ge SiO <sub>2</sub> /Ge TiO <sub>2</sub> /Ge K <sub>2</sub> O/Ge P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ge	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /As Cd/As Ta/As Tl/As	Na <sub>2</sub> O/Se SO <sub>3</sub> /Se	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Rb Ta/Rb Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Rb Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Rb Sn/Rb Ba/Rb W/Rb	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Y Ta/Y Sn/Y Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Y La/Y W/Y Th/Y Ba/Y SiO <sub>2</sub> /Y	Sn/Zr Ta/Zr Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Zr V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Zr W/Zr La/Zr Cs/Zr Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Zr Th/Zr	Sn/Nb V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Nb W/Nb Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Nb Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Nb Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Nb La/Nb SiO <sub>2</sub> /Nb Ba/Nb TiO <sub>2</sub> /Nb	W/Mo Hg/Mo Ta/Mo SO <sub>3</sub> /Mo Na <sub>2</sub> O/Mo	In/Cd Ta/Cd Sn/Cd W/Cd Sb/Cd Bi/Cd Te/Cd	Sb/In Te/In	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sn V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Sn Th/Sn W/Sn Sb/Sn Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sn Ta/Sn Ce/Sn Te/Sn La/Sn TiO <sub>2</sub> /Sn SiO <sub>2</sub> /Sn Cs/Sn Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Sn K <sub>2</sub> O/Sn W/Sn Sn/Sn	Ce/Sb W/Sb Hg/Sb Bi/Sb La/Sb
SiO <sub>2</sub> /Cs W/Cs Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cs TiO <sub>2</sub> /Cs Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Cs Ba/Cs La/Cs Th/Cs	W/Ba SiO <sub>2</sub> /Ba Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ba TiO <sub>2</sub> /Ba Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ba K <sub>2</sub> O/Ba La/Ba Th/Ba	Ta/La Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /La V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /La SiO <sub>2</sub> /La Pb/La TiO <sub>2</sub> /La K <sub>2</sub> O/La Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /La W/La	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ce SiO <sub>2</sub> /Ce W/Ce Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ce TiO <sub>2</sub> /Ce K <sub>2</sub> O/Ce	Ta/Hf	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ta Hg/Ta Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Ta K <sub>2</sub> O/Ta V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Ta SiO <sub>2</sub> /Ta TiO <sub>2</sub> /Ta	Pb/W Hg/W V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /W SiO <sub>2</sub> /W Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /W K <sub>2</sub> O/W	Bi/Hg Tl/Hg	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Pb SiO <sub>2</sub> /Pb TiO <sub>2</sub> /Pb Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Pb	TiO <sub>2</sub> /Th SiO <sub>2</sub> /Th K <sub>2</sub> O/Th	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> TiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> K <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /SiO <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiO <sub>2</sub> V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> TiO <sub>2</sub> /P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cl/SO <sub>3</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /K <sub>2</sub> O	AK/CaO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /TiO <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	La/Te W/Te Hg/Te Bi/Te

#### 4. ORGANİK MADDE BİRİKİMİNE İLİŞKİN DEĞERLENDİRMELER

İnceleme alanında yüzeyleyen Porsuk Formasyonu'ndan derlenen ince taneli çamurtaşı seviyelerinden derlenen örneklerin organik madde içeriklerinin belirlenmesi amacıyla Piroliz analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda kayacın sahip olduğu Toplam Organik Karbon (% TOC) miktarı belirlendiği gibi, kayacın içerdiği organik maddeye ait olgunlaşma ve organik maddenin tipine yönelik bilgilerde elde edilmektedir. Bu veriler Çizelge 4.1-4.2'de verilmiştir.

Kaynak kaya potansiyelini belirlemede yardımcı olan bu analizler ayrıca kayadaki organik maddenin geçirdiği evreleri de ortaya koymaktadır (Espitalié vd. 1977).

Piroliz analizleri özel bir ısı programı altında ve oksijensiz ortamda yapılır. Bu analizde ısıtılan organik maddeden çıkan hidrokarbonlar saptanır ve  $S_1$ ,  $S_2$ , ve  $S_3$  pikleri olarak kayıt edilir.  $S_1$  piki kayaç içerisindeki serbest hidrokarbonları,  $S_2$  piki kerojenin parçalanmasından ortaya çıkan hidrokarbonları,  $S_3$  piki ise işlem sırasında açığa çıkan  $CO_2$  miktarını temsil eder. Bu işlem sırasında ayrıca  $S_2$  pikinin maksimum sıcaklığı olan  $T_{max}$  değeri de ölçülür.

Piroliz analizleri sonucunda; TOC, Üretim İndeksi (PI), Hidrojen İndeksi (HI), Oksijen İndeksi (OI),  $T_{max}$  bilgileri, HI- $T_{max}$  grafiği ile ise kerojen tipi ve olgunlaşma derecesi ile ilgili bilgiler elde edilir.

HI değeri kaya içerisindeki kerojenin hidrojen, OI ise oksijen zenginliğini temsil etmektedir. Genel olarak 200 değerinden büyük HI değerleri petrol türümüne uygun organik maddeyi ifade eder. Piroliz analizlerinden Tip I, Tip II ve Tip III olmak üzere üç tip kerojen elde edilir. Bunlardan Tip I kerojen petrol, Tip II kerojen petrol ve gaz, Tip III kerojen ise yalnızca gaz üretir. Mikroskobik kerojen tayininde ise; amorf ve alglar (zengin petrol üretir), otsu grup (petrol-gaz üretir), odunsu grup (yalnızca gaz üretir), kömürsü grup (kısıtlı miktarda gaz üretir) olarak dört grup kerojen ayrılmaktadır.

#### 4.1 Piroliz Analiz Sonuçları ve Değerlendirilmesi

Çizelge 4.1. Piroliz analizi referans bilgileri

Aşağıdaki analizler Rock Eval-6 (RE-6) cihazında IFP 160000 (Institut Francais du Petrole) standardı kullanılarak yapılmıştır.	
TOC (Toplam Organik Karbon); % ağırlıkça	OI (Oksijen İndeksi); $(100 \times S_3) / TOC$
S <sub>1</sub> ; mg hidrokarbon / g kayaç	PI (Üretim İndeksi); $S_1 / S_1 + S_2$
S <sub>2</sub> ; mg hidrokarbon / g kayaç	T <sub>max</sub> ; °C
S <sub>3</sub> ; mg CO <sub>2</sub> / g kayaç	HI (Hidrojen İndeksi); $(100 \times S_2) / TOC$

Çizelge 4.2 Rock-Eval analiz sonuçları

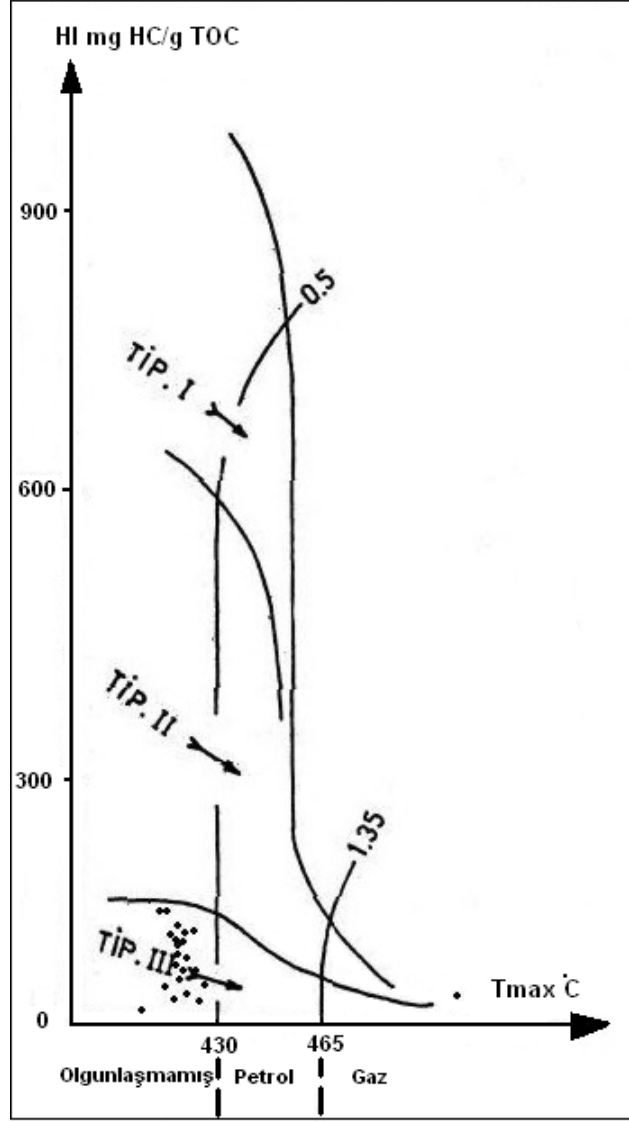
Yaş	Fm		Numune No	TOC (%)	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	T <sub>max</sub> (°C)	HI	OI	PI
Pliyosen	Porsuk Formasyonu	TUZLU SU ORTAMI	AA-01	0,37	0,08	0,08	0,76	347,00	22	205	0,5
			AA-04	0,15	0,01	0,03	0,51	502,00	20	340	0,27
			AA-05	0,16	0,02	0,04	0,42	344,00	25	262	0,36
			AA-06	0,25	0,01	0,03	0,64	509,00	12	256	0,32
			AA-09	0,18	0,01	0,04	0,58	397,00	22	322	0,22
			AA-10	0,33	0,02	0,14	0,76	384,00	42	230	0,14
			AA-12-A	0,15	0,02	0,08	0,68	352,00	53	453	0,17
			AA-13	0,06	0,01	0,03	0,29	335,00	50	483	0,34
			AA-15	0,07	0,01	0,02	0,29	337,00	29	414	0,41
		TATLI SU ORTAMI	AA-28	0,18	0,02	0,05	0,53	420,00	28	294	0,31
			AA-33	0,13	0,05	0,05	0,5	323,00	38	385	0,49
			AA-34	0,13	0,12	0,17	0,5	349,00	131	385	0,4
			AA-38-2	0,17	0,16	0,24	0,57	367,00	141	335	0,4
			AA-41	0,27	0,15	0,27	0,77	363,00	100	285	0,36
			AA-47	0,32	0,15	0,23	0,67	332,00	72	209	0,4
			AA-61	0,1	0,08	0,13	0,48	332,00	130	480	0,39
			AA-62	0,28	0,14	0,22	0,8	347,00	79	286	0,38
			AA-64	0,18	0,03	0,12	0,85	353,00	67	472	0,21
			AA-72-1	0,08	0,01	0,01	0,48	301,00	12	600	0,52
			AA-75	0,29	0,03	0,12	0,73	366,00	41	252	0,22
			AA-78	0,18	0,07	0,19	0,67	363,00	106	372	0,28
			AA-83	0,18	0,04	0,2	0,88	379,00	111	489	0,17
			AA-84	0,3	0,1	0,28	0,55	364,00	93	183	0,27

Araziden derlenen örnekler, tatlı ve tuzlu göl ortamlarının organik madde biriktirme özelliklerinin incelenmesi amacıyla organik jeokimyasal analizlere tabi tutulmuşlardır. Bu analizler; Toplam Organik Karbon (TOC) analizi ve Rock-Eval (Pirrolizi)' dir. Toplam Organik Karbon (TOC) analizi kayaç içerisindeki kerojene ilişkin karbon miktarı ile kerojenden türemiş, fakat kaya dışına atılmamış hidrokarbonlara ait karbon miktarının toplamıdır (Durand vd. 1972, Jonathan vd. 1976, Hunt 1983). Petrol kaynak kayası olarak düşünülen kırıntılı örnekler için alt değer % 0.5 olarak kabul edilmektedir (Welte 1965, Meiver 1967, Durand vd. 1972, Jonathan vd. 1976, Tissot ve Welte 1978, Hunt 1983).

Porsuk formasyonu'na ait 5 ayrı ÖSK'dan derlenen 23 adet örneğin TOC ve Rock-Eval (Pirroliz) Analizi yapılmıştır. Analizi yapılan örneklerin TOC değerleri % 0,06 - 0,37 arasında değişmektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Örneklerin % TOC değerleri

Yaş	Formasyon	Örnek No	TOC (%)	Örnek No	TOC (%)
Pliyosen	Porsuk Formasyonu	AA-01	0,37	AA-38-2	0,17
		AA-04	0,15	AA-41	0,27
		AA-05	0,16	AA-47	0,32
		AA-06	0,25	AA-61	0,1
		AA-09	0,18	AA-62	0,28
		AA-10	0,33	AA-64	0,18
		AA-12-A	0,15	AA-72-1	0,08
		AA-13	0,06	AA-75	0,29
		AA-15	0,07	AA-78	0,18
		AA-28	0,18	AA-83	0,18
		AA-33	0,13	AA-84	0,3
		AA-34	0,13		



Şekil 4.1 Porsuk Formasyonu'na ait örneklerin HI-T<sub>max</sub> (Organik Madde Tipi ve Olgunluğu) grafiği

Örneklerin organik jeokimyasal karakterizasyonu, kayalardaki organik maddenin miktarı ya da zenginleşmesi ile türü ya da kalitesi olarak adlandırılan iki temel parametreye göre yapılmıştır. Bunlardan organik madde zenginliği, toplam organik karbon (TOC) miktarları, organik madde türü ise Hidrojen indeksi (HI) değerleri yardımıyla değerlendirilmiştir. TOC miktarının % 0.5'in üzerinde olması organik maddece zengin kayaların göstergesidir. Bu değer %50'nin üzerine çıkması durumunda bu kayalar "kömür" olarak adlandırılmaktadır. HI değerleri ise, 0-200 mg HC/ g TOC arasında hümik (karasal), 200-600 mg HC/ g TOC arasında karışık, 600-1000 mg HC/ g TOC arasında sapropelik (alg türü) organik madde türünün göstergesidir (Yeşiladalı vd. 2005).

Analizi yapılan örneklerde, TOC (%0,08-0,37) ve HI miktarlarının (12-141 mg HC/gTOC) aldığı değerler, organik madde tür ve miktarının değişken olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.4). TOC ve HI parametrelerinin değerleri organik madde türünün hümik (karasal) olduğuna işaret etmektedir.

Çizelge 4.4 TOC-HI ilişkisi

	Numune No	TOC	HI
TUZLU SU ORTAMI	AA-01	0,37	22
	AA-04	0,15	20
	AA-05	0,16	25
	AA-06	0,25	12
	AA-09	0,18	22
	AA-10	0,33	42
	AA-12-A	0,15	53
	AA-13	0,06	50
	AA-15	0,07	29
TATLI SU ORTAMI	AA-28	0,18	28
	AA-33	0,13	38
	AA-34	0,13	131
	AA-38-2	0,17	141
	AA-41	0,27	100
	AA-47	0,32	72
	AA-61	0,1	130
	AA-62	0,28	79
	AA-64	0,18	67
	AA-72-1	0,08	12
	AA-75	0,29	41
	AA-78	0,18	106
	AA-83	0,18	111
	AA-84	0,3	93

## 4.2 Organik Fasiyes İncelemeleri

Organik fasiyes tanımlamaları; jeolojik ve jeofizik veriler, organik jeokimyasal analiz sonuçları ve mikroskobik bilgilerin birlikte değerlendirilmeleriyle yapılır. Bu çalışmalarda jeolojik ve jeofizik veriler zorunlu olmamasına karşın, organik jeokimyasal analizler ve mikroskobik veriler mutlaka gereklidir (Jones 1987). İnceleme alanında gerek saha incelemeleri, gerekse organik jeokimyasal analiz sonuçlarına göre çalışma alanında yüzeyleyen Porsuk formasyonu'ndan alınan örneklerin dikkate değer organik madde içermemesi nedeniyle organik fasiyes tanımlamaları detaylı olarak yapılmamıştır.

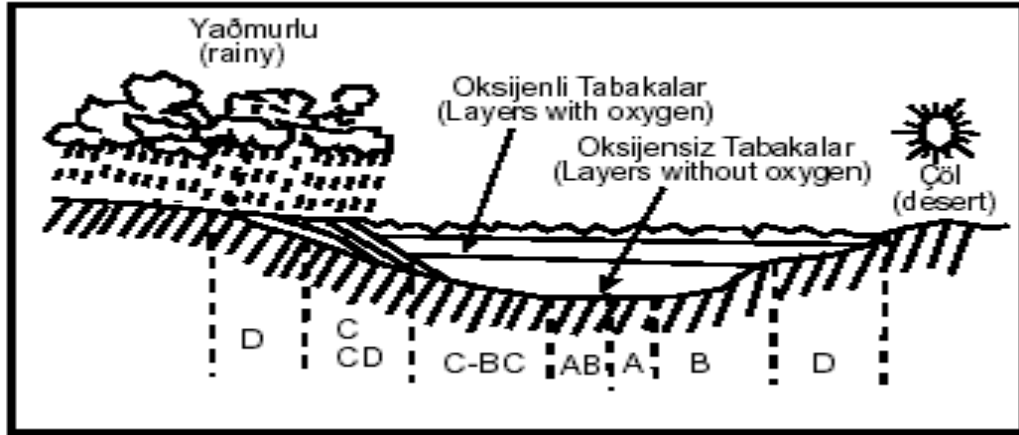
Çizelge 4.5 Organik fasiyeslerin genelleştirilmiş mikroskobik ve kimyasal karakteristikleri (Jones 1987)

Organik Fasiyes	Ro % 0,5'de %H/C	Piroliz Verileri		Egemen Organik Madde
		HI	OI	
A	1,45	> 850	10-30	Algal, amorf
AB	1,35-1,45	650-850	20-50	Amorf, çok az karasal
B	1,15-1,35	400-650	30-80	Amorf, yaygın karasal
BC	0,95-1,15	250-400	40-80	Karışık, bazen okside
C	0,75-0,95	125-250	50-150	Karasal, bazen okside
CD	0,60-0,75	50-125	40-150	Okside, taşınmış
D	0,60	50	20-200	Yüksek okside, taşınmış

H/C oranı, hidrojen indeksi (HI) ile oksijen indeksi (OI) içeren Rock-Eval piroliz verileri ve egemen organik madde türlerine göre 7 ayrı organik fasiyes ayırtlanmaktadır (Çizelge 4.5.). Jones (1987)'un geliştirdiği ve Altunsoy ve Özçelik 1983 tarafından



değiştirilerek Şekil 4.2. ile verilen bu fasiyeler A, AB, B, BC, C, CD ve D organik fasiyeleridir.



Şekil 4.2 Organik fasiyelerin şematik görünümü (Altunsoy ve Özçelik 1983)

Bu çalışmada Porsuk formasyonu'nun organik fasiyes tanımlamaları arazi gözlemleri ve organik jeokimyasal analiz sonuçlarına göre yapılmıştır. Porsuk formasyonu'nun TOC içeriği oldukça düşük olup, % 0,06-0,37 arasında değişmektedir. İncelenen örnekler ait ortalama TOC değeri % 0,2'dir. Rock-Eval pirolizi yapılan 23 adet örneğin hidrojen indeksi (HI) değerleri 12-141 mg HC/g TOC arasında değişmektedir. Aynı örnekler ait oksijen indeksi (OI) değerleri ise 183-600 mg CO<sub>2</sub>/g TOC arasında değişmektedir. Porsuk Formasyonu'na ait incelenen örneklerin TOC içerikleri, hidrojen indeks (HI) ve oksijen indeks (OI) değerlerine göre organik fasiyesleri C, CD ve D'dir.

Genelde C, CD ve D organik fasiyesleri çoğunlukla çok derin denizel ortamlar ya da kötü boylanmalı sedimanların çökeldiği karasal alanları karakterize eder.

### 4.3 Tatlı ve Tuzlu Su Ortamı Çökellerinin Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması

Çizelge 4.6. 'da örneklerden elde edilen analiz sonuçlarının tamamı ile ayrı ayrı olmak üzere tatlı ve tuzlu su ortamı çökellerinin analiz sonuçlarının karşılaştırılmasını yapmak üzere analiz sonuçlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri verilmektedir. Çizelgelerde yer alan RockEval analiz sonuçları incelendiğinde minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri açısından tatlı su ve tuzlu su ortam çökelleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmektedir.

Çizelge 4.6 Tatlı ve tuzlu su ortam çökellerinin karşılaştırmalı piroliz analiz verileri

		TOC	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	T <sub>max</sub>	HI	OI	PI
GENEL	Minimum Değer	0,06	0,01	0,01	0,29	301,00	12,00	183,00	0,14
	Maksimum Değer	0,37	0,16	0,28	0,88	509,00	141,00	600,00	0,52
	Standart Sapma	0,09	0,05	0,09	0,16	50,13	41,56	110,93	0,11
	Ortalama Değer	0,20	0,06	0,12	0,60	368,09	61,91	347,48	0,33
TUZLU SU ORTAMI	Minimum Değer	0,06	0,01	0,02	0,29	335,00	12,00	205,00	0,14
	Maksimum Değer	0,37	0,08	0,14	0,76	509,00	53,00	483,00	0,50
	Standart Sapma	0,11	0,02	0,04	0,18	68,95	14,35	100,92	0,12
	Ortalama Değer	0,19	0,02	0,05	0,55	389,67	30,56	329,44	0,30
TATLI SU ORTAMI	Minimum Değer	0,08	0,01	0,01	0,48	301,00	12,00	183,00	0,17
	Maksimum Değer	0,32	0,16	0,28	0,88	420,00	141,00	600,00	0,52
	Standart Sapma	0,08	0,05	0,09	0,14	28,24	40,96	119,11	0,10
	Ortalama Değer	0,20	0,08	0,16	0,64	354,21	82,07	359,07	0,34

Evaporitli ortamlarda aşırı tuzlu ortam şartlarına dayanıklı alg ve bakterilerin ortamın organik madde içeriğine katkı yapması beklenmektedir. Genelde kapalı göl sistemleri bu açıdan önemlidir ve siyah şeyllerin oluşumu için önemli çökelim alanlarıdır. Ancak, kapalı göller kendi içerisinde eutroph, perennial ve ephemeral olmak üzere üç bölümde incelenmektedir. Bu göllerden eutroph genelde organik maddece zengin ince sedimanların çökelişi ile sonuçlanmaktadır. Buna karşılık, perennial göller değişken göl suyu seviyesine sahip olduğundan göl derinliğine bağlı olarak ince sedimanlar veya siyah şeyllerin çökelişi ile sonuçlanmaktadır. İnceleme konusunu oluşturan Sivrihisar göl havzası düşük organik madde yüzdesi bulundurması nedeniyle, göl seviyesinin durağan olmadığı, oksik şartların genelde korunduğunu gösterebilir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Tez çalışmasıyla elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmektedir:

1- Geniş bir yayılıma sahip olan Polatlı-Sivrihisar evaporitik Havzası, Miyosen öncesi temel kayalar üzerine gelişen Miyo-Pliyosen yaşlı gösel ağırlıklı sedimanter birimlerle temsil edilmektedir. Bu zaman süreci boyunca iklimsel değişimler ile birlikte belirli süreçlerde tektonizmanın da etkisi ile değişen havza drenajı, boyutları ve derinliği, klastik, karbonat ve evaporit ağırlıklı birimlerin tekrarlı ve zaman zaman da birbirleriyle dikey ve yanal yönde geçişli olarak depolanmasına neden olmuştur. Bu koşullar altında gelişen Neojen birimlerinin depolanma ve istif özellikleri oldukça karmaşık bir şekilde gerçekleşmiştir. Havza kenarlarında bordo-kırmızı karasal kırıntılı çakıltaşı ve kumtaşı birimleri ile yanal geçişli gösel kumtaşı birimleri tipiktir. Havza ortasında ise tektonizma ve iklimsel koşullara bağlı olarak karbonatlı çamurtaşı ve kıltaşı birimleri ile jips-çamurtaşı aralanmalı istifleri hakimdir.

2- İnceleme alanında yüzeyleyen Porsuk formasyonu'ndan derlenen ince taneli kırıntılıların organik madde içeriklerinin belirlenmesi amacıyla yaptırılan Piroliz analizleri sonucunda kayacın sahip olduğu TOC miktarı belirlendiği gibi, kayacın içerdiği organik maddeye ait olgunlaşma ve organik maddenin tipine yönelik bilgilerde elde edilmiştir. Porsuk formasyonu'nun TOC içeriği oldukça düşük olup, % 0,06-0,37 arasında değişmektedir. İncelenen örneklere ait ortalama TOC değeri % 0,2'dir. Örneklerin HI-T<sub>max</sub> diyagramına göre organik madde tipi ve olgunluğu Tip III kerojen, olgunlaşmamış organik madde olarak tespit edilmiştir. TOC ve HI parametrelerinin değerleri organik madde türünün hümik (karasal) olduğuna işaret etmektedir.

3- Porsuk Formasyonu'na ait incelenen örneklerin TOC içerikleri, hidrojen indeksi (HI) ve oksijen indeksi (OI) değerlerine göre organik fasiyesleri C, CD ve D'dir. Genelde C, CD ve D organik fasiyesleri çoğunlukla çok derin denizel ortamlar ya da kötü boylanmalı sedimanların çökeldiği karasal alanları karakterize eder.

4- Yapılan bu tez çalışmasında, Mihaliççik ilçesinin Güney Doğusundaki Sazak, Ahırözü, Sazılar-Knauf Alçı Ocağı yolu, Gençali-Biçer Yolu ve Mülkköy-Oğlakçı köyleri civarında bulunan Neojen yaşlı Porsuk Formasyonu içerisindeki tatlı ve tuzlu su ortamı sedimanter oluşumlarının organik madde biriktirme özellikleri araştırılmış,

birimlerden alınan örneklerin organik karbon içerikleri ve element içerikleri arasındaki korelasyonlar ortaya konmuş, bunun yanında jeokimyasal karakterleri aydınlatılmıştır.

5- İnceleme konusunu oluşturan Sivrihisar göl havzası düşük organik madde yüzdesi bulundurması nedeniyle, göl seviyesinin durağan olmadığını, oksik şartların genelde korunduğunu gösterebilir. Ayrıca, Rock-Eval analiz sonuçları incelendiğinde minimum, maksimum, ortalama, standart sapma değerleri açısından tatlı su ve tuzlu su ortam çökelleri arasında anlamlı bir farklılık olmadığı gözlenmektedir.

6- Örneklerin TOC ve element içerik korelasyonlarına bakıldığında en güçlü negatif korelasyonun Th ile -0,64'lük korelasyon olduğu görülmektedir. Bunu -0,57 ile Sn, -0,55 ile Nb, -0,54 ile Ge ve -0,53 ile Rb takip etmektedir. TOC'un orta pozitif korelasyon düzeylerine bakıldığında ise en yüksek değer 0,66 ile MgO ile olan korelasyon düzeyi olduğu, onu 0,30 ile Sr'nin izlediği görülmektedir.

7- İnceleme alanından derlenen TOC ve element içeriklerinin ince taneli sediman ve şeyl içeren bazı havzalarla karşılaştırılması sonucu inceleme alanında MgO, CaO, As, Co, Ni ve Sr ortalama içerik değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

8- Analizi gerçekleştirilen çamurtaşı örneklerindeki yüksek Sr değerlerinin (156.3' den 1595 ppm'e kadar) yüksek olmasının nedeni havzaya temel oluşturan yaşlı denizel kireçtaşlarının yıkanması sonucu gerçekleşmiş olabilir. Analizlerde La ve Ce nadir toprak elementlerinin örneklerin tamamında oldukça yüksek konsantrasyonda olmasının nedeni, inceleme alanının batısında bulunan ofiyolitik kayalarda çok fazla bulunan nadir toprak elementlerinin yüzey sularıyla havzaya taşınması olabilir.

9- Eser elementlerden olan Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Zr, Ba, La, Ce, Pb, Th ve U element değerleri birçok çamurtaşı örneklerinde oldukça yüksek değerlerde çıkmıştır. Bu yüksek anomaliler; evaporiteleşme sırasında göl suyunun mineralojik-jeokimyasal karakterinin farklı bölgelerde (göl kıyısı, göl düzlüğü ve derin göl alanı gibi) değişik faktörlerin (hidrotermal eriyiklerin, zemin-yüzey suyunun ve sınırlandırılmış-kapalı indirgeyici ortam koşullarının vb. gibi) kontrolü altında olduğunu işaretlemektedir.

10- Bu araştırmaya konu olan evaporitik ortamlar haricinde ülkemizde yer alan diğer daha yaşlı evaporitik birimler bulunduran havzalarda (örn: Tuz Gölü, Çankırı-Çorum ve

Güney Doğu Anadolu vb.) organik madde biriktirme potansiyeline yönelik çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

11- Bölgede tespit edilen yüksek element içerikleri nedeniyle, bu elementlerin cevherleşme sağlayıp sağlamadığının ortaya konulmasına ilişkin detaylı etütler yapılması, bölgenin maden potansiyelinin belirlenmesi açısından gerekli görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adams, J.A. and Weaver, C.E. 1958, Thorium-uranium ratios as indicators of sedimentary processes: example of concept of geochemical facies. Bulletin American Association of Petroleum Geologists v. 42 (2), p.387-430.
- Altunsoy, M., ve Özçelik, O., 1983, "Organik Fasiyesler", Jeoloji Mühendisliği, 43,34-39.
- Aydoğdu, M.N., 2004. Oğlakçı ve Demirci Köyleri (KD Sivrihisar) civan Üst Miyosen yaşlı evaporitik birimlerin sedimantolojisi. A.Ü. Fen Bilm. Ens.Yüksek Lisans Tezi, 75 s. (yayınlanmamış) Ankara.
- Ayyıldız, T., Varol, B., Önal, M., Tekin, E., and Gündoğan, İ., 2009, An Example from Malatya Basin (Cretaceous/Paleocene Boundary) for Transitional Facies Environment (Evaporites-Carbonates-Siliciclastics) in terms of Petroleum Exploration. 17<sup>th</sup> International Petroleum and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey (IPETGAS 2009), 13-15 Mayıs 2009, Ankara, s. 25.
- Batı, Z., 2004, Sözlü Görüşme, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı.
- Boyras, S., 2004, Mülk-Demirci yöresi (Eskişehir-Sivrihisar) Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) birimlerinin kil mineralojisi. A.Ü. Fen Bilm. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 85 s. (yayınlanmamış) Ankara.
- Durand, B. (Ed.), 1980, Kerogen: Insoluble Organic Matter from Sedimentary Rocks. Paris: Editions, Technip.
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 2009. Web sitesi. <http://meteor.gov.tr>. Erişim tarihi: 14.11.2009.
- Espitalie, J., Madec, M., and Tissot, B., 1977, Source rock characterization: 9th offshore technology conference, Pp: 439-444.
- Emelyanov, E. M. and Shimnus, K. M., 1986, Geochemistry and sedimentology of the Mediterranean Sea. Paris. 176 p.
- Gautier, Y., 1984 Deformations et Metamorphismes Associes a la Suture Tethysienne en Anatolie Centrale (Regipn de Sivrihisar, Turquie), Pp: 167, PhD thesis, Paris Universitie (unpublished).
- Gençoğlu, H., ve İrkeç, T. 1994, Ankara-Polatlı-Türktaciri sahasının maden jeolojisi. M.T.A Rapor No. 9487, 253 s. (yayınlanmamış) Ankara.
- Gençoğlu, H., 1996, Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı Köyü sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi. M.T.A Rapor No. 9858 33 s. (yayınlanmamış). Ankara.
- Güngör, P., 2005, Demirci Köyü (KD Sivrihisar) Civan Evaporitlerinin Jeokimyası ve Kökeni. A.Ü. Fen. Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi. 70s. (yayınlanmamış), Ankara.
- Gözler, M. Z., Cevher, F., Ergül, E., ve Asutay, H. J. 1996, Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi. MTA Rapor No. 9973, Ankara.
- Hasselöv, M., Lyven, D., Haraldsson, C., and Simawin., W., 1999, Determination of continuous size and tarece element distribution of field-flow fractination with ICP-MS. Anal. Chem., 71, 3497-3502.

- Hunt, M., 1983, Geochemistry of petroleum: Woods Hole Oceanographic Institution Woods Hole, Massachusetts (Kurs notları).
- İrkeç, T., ve Gençoğlu, H. 1994, Eskişehir - Sivrihisar - Sığırcık/Kurtşeyh Köyleri ÖIR 5342 Nolu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu: MTA Gn. Md. Derleme
- Jonathan, D., Le Tran, K., Oudin, S. L., and Van der Weide, I. M., 1976, Les methodes d'etude physico chimique de la matiere organique. Bull. Centre Rech.Pau SNPA, 10,1, 39-108.
- Jones, R. W., 1987, "Organic facies" Advanced in Petroleum Geochemistry, 2, 1-9.
- Jones, B., and Manning, D.A.C., 1994, A comparison and correlation of different geochemical indices used for the interpretation of depositional environments in ancient mudstones. Chemical Geology, v. 111, p.111-129.
- Kadioğlu, Y. K., 1996, Anklavların mineral kimyası ve petrografik özelliklerinden yararlanılarak kökeninin incelenmesi: Karakaya (Eskişehir) graniti. SDU Müh. Sempozyumu, 161-170.
- Kadir, S., Baş, H., and Karakaş, Z., 2002, Origin of sepiolite and loughinite in a Neogene Volcano – Sedimentary lacustrine environment, Mihaliççık- Eskişehir, Turkey. The Canadian Mineralogist vol. 40, pp. 1091 – 1102
- Karakaş, Ö., 2006, Sivrihisar - Biçer Civarı Neojen (Üst Miyosen-Pliyosen) Basenindeki Kil Parajenezlerinin Ortamsal Yorumu. A.Ü. Fen Bilm. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 98s. (yayınlanmamış), Ankara.
- Karakaş, Z., 1992, Ballıhisar – İlyaspaşa (Sivrihisar – Eskişehir Güneyi) Yöresinin Jeolojik, Petrografik ve Mineralojik incelenmesi, Doktora tezi. 184 sayfa. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karakaş, Z., ve Varol, B., 1993, Sivrihisar-İlyaspaşa civarı sepiyolitlerinin elektron mikroskop incelemesi, A.Suat Erk Jeoloji Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, 303-310.
- Karakaş, Z., ve Varol, B., 1994, Sivrihisar Neojen Basenindeki Görsel Dolomitlerin Petrografisi ve Oluşum Koşullarının Duraylı izotoplar ( $^{18}\text{O}$ ;  $^{13}\text{C}$ ) Yardımıyla Yorumlanması. MTA Dergisi, 116: 81-95.
- Karakaş, Z., Varol, B., Ayyıldız, T., ve Tekin, E. 2005, "Sivrihisar Kuzey Doğusundaki (Sazak-Sazılar) Neojen yaşlı Göl Çökellerindeki Kil Parajenezleri"12. Ulusal Kil Sempozyumu, Van, 2005, 136-138.
- Karakaş, Z., ve Varol, B., 2005, "Babadat-Mülk Yöresi (Eskişehir-Sivrihisar) Civarı Neojen Birimlerindeki Kil Mineralleşmesi ve Bunların Mineralojik ve Jeokimyasal İncelenmesi", Ankara Üniversitesi 2003-07-45-014 nolu Bilimsel Araştırma Projesi, Ankara, 2005.
- Karasar, N., 2005, Bilimsel Araştırma Yöntemi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kırtıl, M., 2008, Sazak ve Biçer Köyleri (GD Mihaliççık) Civarı Neojen Yaşlı Evaporitik Birimlerin Sedimentolojisi Fen Bilm. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 91s. (yayınlanmamış), Ankara.
- Kibar, M. Gökten, E., Lünel, T., ve Kadioğlu, Y.K. 1992, Sivrihisar intruzif kompleksi ve civarının jeoloji ve petrografisi. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 7, 78-86.

- Kirkland, D. W., ve Evans, R., 1981, Source-rock potential of evaporite environment. AAPG Bulletin, 65, 181-190.
- Klinkhammer, G.P., and Palmer, M.R., 1991, Uranium in the oceans: Where it goes and why: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 55, p. 1799–1806.
- Le Maitre, R.W., Bateman P., Dudek A., Keller, J., Lameyre Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid R., Sorensen H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., and Zanettin B., 1989, A classification of igneous rocks and glossary of terms, Blackwell, Oxford.
- Mc Iver, R. D. 1967, Composition of kerogen elute its role in the origin of petroleum: Proceedings of the 7th world petr. cong., Mexico, 2, 25-36.
- Leventhal, J.S., 1989, Geochemistry of minor and trace elements of 22 core samples from the Monterey Formation and related rocks in the Santa Maria Basin, California: U.S. Geological Survey Bulletin, 1581, Chapter B., p. 1-11.
- Okay, A. İ., 1984, Distribution and characteristics of the northwest Turkish blueschist: Robertson, A.H.F. ve Dixon, J.E. ed., *The geological evolution of the eastern Mediterranean* : Geol. Soc. London, 297 – 308.
- Pratt, L. M., and Davis, C.L., 1992, Intertwined Fates of Metals, Sulfur, and Organic Carbon in Black Shales, Society for Sedimentary Geology, Text for short course No. 27, *Geochemistry of Organic Matter in Sediments and Sedimentary Rocks*, p.3.
- Rogers, J.J.W., and Adams, J.A.S. 1969, Uranium. In K.H. Wedpohl (ed.) *Handbook of geochemistry*. Springer-Verlag, New York.
- Ronov, A. B., 1958, Organic carbon in sedimentary rocks (in relation to the presence of petroleum): *Geochemistry*, no.5, p. 510-536.
- Saraç, G., 2004, Sözlü Görüşme, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.
- Schreiber, B. C., 1998, “Sedimentary and diagenetic transitions between carbonates and Evaporites”, 15th International Sedimentological Congress, Alicante, pp. 704– 705.
- Schreiber, B. C., Philp, R. P., Benali, S., Helman, M. L., de la Pena, J. A., Marfil, R., Landia, P., Cohen, A. D., and Kendall, C. G. S. C., 2001, Characterisation of organic matter formed in hypersaline carbonate/evaporite environments: Hydrocarbon potential and biomarkers obtained through artificial maturation studies. *Journal of Petroleum Geology*, 24, 309-338.
- Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, 75: 181 -241.
- Tekin, E., ve Varol, B., 1993, Sivas (İç Anadolu) havzasındaki sölestin yataklarının petrografik incelemesi, A. Suat Erk Jeo. Semp. Bildiri., Ankara, 319-327.
- Tekin, E., Çiftçi, D., ve Özgönül, R., 1998, Körtuzla sölestin yatağı (Ulaş kuzeyi-Sivas) sölestin oluşumlarının kökeni ve jeostatiksel açıdan bir ön yaklaşım, Fırat Üniv. Jeo. Müh. Eğitiminin 20. Yılı Semp., Bildiri, Elazığ, 509-520.
- Tekin, E., ve Sarı, A., 2001, Tuzgölündeki Bandlı (zebra) yapılı güncel Halit (NaCl) oluşumları, *S.Ü. Mühendislik Fak. Dergisi*, 16/1, 41/47.
- Tekin, E., Ayyıldız, T., Güngör, P. ve Aydoğdu N., 2005, Demirciköyü civarı Pliyosen yaşlı evaporitli serilerin jeokimyası ve kökeni. TÜBİTAK YDABÇAĞ Projesi, No: YDABAG-102Y125,



- Temel, A., 2001, Post-collisional Miocene alkaline volcanism in the Oğlakci region, Turkey. *Petrology and geochemistry, International Geology Review*, 43, 640-660.
- Tissot, B. and Welte, D. H., 1978, *Petroleum formation and occurrence*: Springer Verlag, Berlin, p, 538.
- Türkbal, A., 1981, *Bilimsel Araştırma Metodları ve Uygulamalı İstatistik*, Erzurum.
- Tyson, R.V., and Pearson, T.H., 1991, Modern and ancient continental shelf anoxia. *Geol. Soc. Spec. Publ.*, v. 58, 470p.
- Umut, M., Acarlar, M., Gedik, İ., Güner, E., Saçlı, L., ve Şan, A. M., 1991, Çifteler – Holanta (Eskişehir) Çeltik (Konya) ve dolayının jeolojisi. MTA raporu No. 9204 (yayınlanmamış) Ankara.
- Varol, B., Tekin, E., Ayyıldız, T., ve Karakaş, Z., 2005, Polatlı-Sivrihisar Neojen Baseni Golsel Evaporitlerinin Sedimantolojisi. 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 113-117.
- Vine, J. D., and Tourtelot, E. B., 1970, Geochemistry of black shale deposits – A summary report: *Economic Geology*, v. 65, p. 253-272.
- Wedepohl, K. H., 1971, Environmental influences on the chemical Composition of shales and clays, in Ahrens, L. H., Press, F. Runcom, S.K., and Urey, H. C. Eds., *Physics and Chemistry of the Earth*, v.8: Oxford, Pergamon Press, p.305-335.
- Weingart, W., 1954, 56/2, 56/4 (Sivrihisar) ve 57/1, 57/3 (Ankara) paftalarının jeolojik haritası hakkında rapor. MTA Rapor No: 2248 (yayınlanmamış). Ankara.
- Welte, D. H., 1965, Relation between petroleum and source rock: *A.A.P.G. Bull*, 49, 12, 2246-2268.
- Yeşiladalı, Ö. B., Yalçın, N., M., ve Mann, U., 2005, Himmetoğlu Havzası'ndaki (Göynük-Bolu) kömür-bitümlü şeyl birlikteliğinin paleo-ortam koşulları, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, C. 18, S. 1, SS. 81-97.
- Yılmaz, İ., 2006, Verilerin Çözümlemesi-İlişki-Korelasyon, A.Ü. Eğitim Bilm. Enst. Eğitim Yönetimi, Teftişi, Ekonomisi ve Planlaması Yüksek Lisans Programı, Araştırma Yöntemleri (Aksoy H.H.), Mayıs 2006, Ankara.
- Zeybek, B., 2007, Porsuk Formasyonu (Pliyosen) Evaporitlerinin Jeokimyasal İncelemesi, Orta Sakarya Bölgesi, İç Anadolu. A.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, 91s. (yayınlanmamış). Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :	Anıl ALTUNAY
Doğum Yeri:	Safranbolu
Doğum Tarihi:	14.03.1977
Medeni Hali:	Evli
Yabancı Dili:	İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)	
Lise :	Anadolu Tapu Kadastro Meslek Lisesi
Lisans :	Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Mühendisliği
Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:	T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, 2001-Halen
Yayımları (SCI ve diğer):	-SPO, Sector Profiles of Turkish Industry, A General Outlook, 2004, (Mining Part/Madencilik Bölümü).  -9. Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2005) Koordinatörü  -T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Bor Madeninın Ekonomiye Katkısının Artırılmasına Yönelik Politika Önerileri, Planlama Uzmanlığı Tezi, 2006, (Yayınlanmamış)  -9. Kalkınma Planı Enerji Hammaddeleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2009) Koordinatörü  -Muhtelif çalıştay, seminer çalışmaları.

## **EKLER**

