



İSKENDERUN TEKNİK

ÜNİVERSİTESİ

MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**ARSUZ (HATAY) YÖRESİ KIZILDERE
FORMASYONUNUN HİDROKARBON
POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI**

Esef KILINÇ

**PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

EYLÜL 2018



**ARSUZ (HATAY) YÖRESİ KIZILDERE FORMASYONUNUN
HİDROKARBON POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI**

Esef KILINÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL 2018

Esef KILINÇ tarafından hazırlanan "ARSUZ (HATAY) YÖRESİ KIZILDERE FORMASYONUNUN HİDROKARBON POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Meryem YEŞİLOT KAPLAN

Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

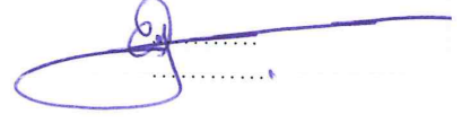
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Başkan: Prof. Dr. Ergül YAŞAR

Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalı, İskenderun Teknik Üniversitesi

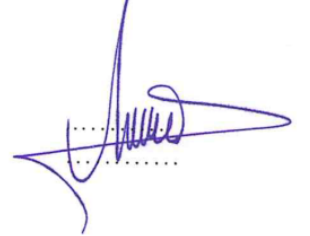
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Üye: Doç. Dr. Yener TEKELİ

Eczacılık Fakültesi, Adıyaman Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 12/09/2018

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Folga DEPCI
Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü V.



ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Yükseköğretim Kuruluna gönderilen kopya ile tarafından Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü'ne verilen basılı ve/veya elektronik kopyaların birebir aynı olduğunu,
- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


İmza
Eşef KILINÇ
12/09/2018

ARSUZ (HATAY) YÖRESİ KIZILDERE FORMASYONUNUN HİDROKARBON
POTANSİYELİNİN ARAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

Esef KILINÇ

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2018

ÖZET

İnceleme alanı Arsuz – HATAY yöresini kapsamaktadır. Yörede bulunan Kızıldere Formasyonunun (Orta – Üst Miyosen) kiltaşlarının ana kaya olma niteliklerini ve formasyon çökme ortamı incelenmiştir.

Petrol ümitli bölgeler Miyosen döneminde oluşmuştur ve formasyonlar; çakiltaşlarından oluşan Kalecik Formasyonu (Orta Miyosen), resifal kireçtaşlarından oluşan Horu Formasyonu (Orta Miyosen) ve Kızıldere Formasyonudur. Bu birimler arasında rezervuar kaya olma özelliği ile Horu Formasyonu ve petrol rezervuar kaya kaynak kaya ve örtü kaya niteliklerini sağlayan Kızıldere Formasyonu önem taşımaktadır. Orta-Geç Miyosen yaşlı formasyon genellikle Konacık (Arsuz) yöresinde tipik olarak gözlemlenmektedir. Kum ve kil ardışımının yaygın olduğu formasyonda gri-sarı renkli kumtaşlarının kalınlıkları 10-50 cm arasında orta-kalın tabakalı, gri renkli kiltaşları ise 2-30 cm arasında ince-orta tabakalıdır. Kumtaşı ve kiltaş ardışımının üstünde yer yer tabakalı jibs seviyeleri gözlemlenmektedir ve katman kalınlıkları 5-15 cm arasındadır. Derinlere inildikçe kiltaş tabakaları 102 cm'ye kadar kalınlaşmaktadır. Orta Miyosen sonrası tektonizmanın etkin olmasından dolayı formasyonda tektonik çatlaklar yaygın olarak gözlemlenmektedir. Jibsler ile birlikte ardışımli marmlar içerisinde bitki kalıntıları gözle görülebilmektedir.

Kiltaşlarında ortalama Toplam Organik Karbon (TOC) değerlerinin 0,56 olması birimin petrol üretim potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Ana elementlerden İz elementlerin konsantrasyonlarının ortalaması sırasıyla V-1180,65 ppm, Ni-219,83 ppm, Cr-149,26 ppm, Co-19,45 ppm, Cu-22,63 ppm, Rb-42,96 ppm, As-8,40 ppm, Zn-54,47 ppm, Sb- 0,61 ppm, Mo-1,28 ppm, Cd(-0,71) ppm, Pb- 5,68 ppm, U-1,35 ppm, Ba-171,15 ppm, Li-24,64 ppm, Cs-3,06 ppm, S-325,48 ppm'dir. İz elementlerden Vanadyum konsantrasyonlarında artışlar ve V/Ni, Ni/Co, V(V+Ni), V/Cr oranları organik maddenin korunumu için uygun olan denizel ve anoksik ortamda kiltaşlarının çökeldiğini göstermektedir. Bölgede iz elementler ve TOC değerlerine göre yapılan sınıflamada ve organik madde korunumunun arttığı ortam geçişleri belirlenmiştir

Anahtar Kelimeler : Arsuz, organik madde, iz element, redoks, anoksik, TOC

Sayfa Adedi : 77

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Meryem YEŞİLOT KAPLAN

INVESTIGATION OF THE HYDROCARBON POTENTIAL OF THE ARSUZ (HATAY)
REGIONAL KIZILDERE FORMASYON
(M. Sc. Thesis)

Esef KILINC

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY
ENGINEERING AND SCIENCE INSTITUTE
September 2018

ABSTRACT

The study area comprises Arsuz - HATAY region and the formation characteristics of the clay rocks of Kızıldere Formation (Middle - Upper Miocene) and sedimentation environment of formation were investigated.

The petroleum-rich regions formed during the Miocene, these formations; Kalecik Formation (Middle Miocene) with conglomerates, Horu Formation (Middle Miocene) with reefal limestones and Kızıldere Formation. From these formations, Horu Formation with reservoir rock feature and Kızıldere Formation providing reservoir rock source rock and cap rock properties is important for petroleum potential. The Middle-Late Miocene aged Kızıldere Formation is typically observed in the Konacık (Arsuz) region. Sand and clay layers are common in the formation, bedding thickness of the gray-yellow colored sandstones are 10-50 cm (medium-thick), and gray claystones are 2-30 cm (thin-medium). Nodular and stratified gypsum layers are observed at the top of the succession of sandstone and claystone and gypsum layers thickness are 5-15 cm. Tectonic cracks in the formation are widely observed by virtue of tectonism that is effective after Middle Miocene in the region. Plant residues in marl that is layered with gypsum layers are macro-scale.

The average total organic carbon (TOC) values in the claystones are 0.56 which indicates that there is a potential for oil production in claystones. The averages of the concentrations of trace elements are as follows: V-1180,65 ppm, Ni-219,83 ppm, Cr-149,26 ppm, Co-19,45 ppm, Cu-22,63 ppm, Rb-42,96 ppm, As-8,40 ppm, Zn-54,47 ppm, Sb-0,61 ppm, Mo-1,28 ppm, Cd - (-0,71) ppm, Pb-5,68 ppm, U-1,35 ppm, Ba-171,15 ppm, Li-24,64 ppm, Cs-3,06 ppm is S-325.48 ppm. Increases in vanadium concentrations and V / Ni, Ni / Co, V (V + Ni), V / Cr ratios indicate that claystones are deposited in the marine and anoxic environment suitable for protection of organic matter. According to trace elements and TOC values, classification was made in cluster diagram and it was determined that the transition of environment conditions. The classification of trace elements and TOC values in the region and the environment transitions in which organic matter preservation increases were determined.

Key Words : Arsuz, organik matter, trace elements, redox, anoxic, TOC
Page Number : 77
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Meryem YEŞİLOT KAPLAN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimi hazırlamamda bana yardımcı olan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Meryem YEŞİLOT KAPLAN 'a, Doç. Dr. Yener TEKELİ 'ye, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Ergül YAŞAR 'a ve diğer hocalarıma teşekkür ederim. Bana emek verip büyüten merhum annem Fidan KILINÇ ve merhum babam Abuzer KILINÇ' a devamı gelmek üzere bu yüksek lisans tezini armağan ediyor ve sonsuz teşekkür ederek bu tezi onlara atfediyorum. Hayatım boyunca yanımda olan ve desteklerini bir an olsun eksik etmeyen kardeşlerim Havva KILINÇ, Ayőe DENEÇ, Osman KILINÇ ve Aynı Zeliha KILINÇ' a sonsuz teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	viii
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
HARİTALARIN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	12
3.1. Bölge Jeolojisi.....	12
3.1.1. Kızıldere Formasyonu	15
3.1.2. Haymaseki Formasyonu	15
3.1.3. Aktepe Formasyonu.....	15
3.1.4. Kalecik Formasyonu	16
3.1.5. Erzin Formasyonu.....	16
3.2. Jeokimyasal Analizler	16
3.3. Anakaya Çökelme Ortamları	18
3.4. Ana ve İz Element Zenginleşmeleri.....	20
3.4.1. Vanadyum (V).....	20
3.4.2. Molibden (Mo)	21
3.4.3. Kobalt (Co).....	21
3.4.4. Krom (Cr)	22

	Sayfa
3.4.5. Baryum (Ba)	22
3.4.6. Kadmiyum (Cd).....	23
3.4.7. Ortamsal Koşullara Göre İz Element Değişimleri.....	23
4. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
4.1. Materyal ve Yöntem.....	25
4.2. Büro Çalışması.....	25
4.3. Saha Çalışması	25
4.4. Laboratuvar Çalışması	26
4.4.1. Örneklerin Hazırlanması.....	26
4.4.2. TOC (Toplam Organik Karbon) Analizi	26
4.4.3. Mikrodalga Yakma İşlemi	27
4.4.4. ICP - MS Cihazı	28
4.4.5. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS).....	29
4.5. Verilerin Bölgesel Yoğunlukları ve Jeostatistiksel Sınıflama	29
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	30
5.1. Arazi Gözlemleri.....	30
5.2. Jeokimyasal Veriler.....	33
5.2.1. TOC Verileri.....	33
5.2.2. İz Element Analiz Verileri.....	35
İz Element Zenginleşmeleri.....	35
Kiltaşlarının İz Element Kontur Haritaları	57
5.3. Verilerin Ward Yöntemiyle Kümelenmesi	61
6. SONUÇLAR.....	62
KAYNAKÇA.....	65

	Sayfa
DİZİN.....	76
ÖZGEÇMİŞ	77



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. TOC değerlerine göre kaynak kaya potansiyeli.....	5
Çizelge 3.1. Arsuz yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	14
Çizelge 3.2. Çökeltme ortamlarının redoks sınıflandırması	18
Çizelge 4.1. ICP-MS enstrümantal analiz koşulları.....	28
Çizelge 5.1. Kızıldere kilitaşlarının örnek lokasyonu ve toplam, inorganik, organik karbon oranı	33
Çizelge 5.2. Kilitaşı örneklerinin ana ve iz element içeriklerinin miktarları.....	36
Çizelge 5.3. Kilitaşlarının Co konsantrasyonları	41
Çizelge 5.4. Kilitaşlarının Cd konsantrasyonları	42
Çizelge 5.5. Paleoredoks ortam belirleyicileri.....	43
Çizelge 5.6. Ortam belirteci olarak kullanılan iz elementlerin oranları.....	43

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Oksik, anoksik ve öksinik koşulların şematik diyagramı ve depolanma ortamlarının sınıflandırılması	19
Şekil 5.1. TOC verilerinin bölgesel dağılımı, (A) Örnek yerlerinin koordinatları, (B) Örnek yerlerinin 3D blok diyagramda gösterimi, (C) Kilitaşlarında bulunan TOC değerlerinin bölgesel kontur haritası, (D) Kilitaşlarında bulunan TOC değerleri ile çizilmiş olan 3D blok diyagram, (E) TOC kontur haritasının topografik haritada gösterimi	34
Şekil 5.2. Kilitaşlarında iz element konsantrasyonlarının grafiksel gösterimi	38
Şekil 5.3. Kilitaşı örneklerinde V yoğunlukları ve V eşik değeri	39
Şekil 5.4. Kilitaşı örneklerinde Mo yoğunlukları ve Mo eşik değeri.....	40
Şekil 5.5. Örneklerdeki Mo-TOC değerlerinin grafiksel gösterimi	40
Şekil 5.6. V/Cr ve Ni/Co değerlerinin grafiksel gösterimi	41
Şekil 5.7. Kilitaşı örneklerinde Ba yoğunlukları ve Ba eşik değeri	42
Şekil 5.8. Örneklerdeki Ni/Co oranının grafiksel gösterimi	44
Şekil 5.9. Örneklerdeki V/(V+Ni) oranının grafiksel gösterimi	44
Şekil 5.10. V/Ni oranı ile TOC değerlerinin grafiksel gösterimi.....	45
Şekil 5.11. Örneklerdeki V ve Ni miktarlarının grafiksel gösterimde karşılaştırılması	45
Şekil 5.12. Örneklerdeki V/Ni ve Ni/Co miktarlarının grafiksel gösterimde karşılaştırılması	46
Şekil 5.13. Örneklerdeki V/Cr oranının grafiksel gösterimi.....	46
Şekil 5.14. Örneklerin Ni/Co - V/Cr grafiğinde yerleşimi.....	47
Şekil 5.15. Örneklerdeki Co-Ni miktarlarının grafiksel gösterimde karşılaştırılması.	47
Şekil 5.16. V ve Ni konsantrasyonlarının ortamsal değerlendirilmesi	48
Şekil 5.17. V ve Ni değerlerinin karşılaştırılmasının grafiksel gösterimi.....	48

- Şekil 5.18. İz element konsantrasyonlarının TOC yüzdeleri ile karşılaştırılması ve benzerliklerinin gösterimi, (A) U ve TOC karşılaştırılması, (B) Co ve TOC karşılaştırılması, (C) Cs ve TOC karşılaştırılması, (D) Cd ve TOC karşılaştırılması, (E) Mo ve TOC karşılaştırılması 50
- Şekil 5.19. İz element konsantrasyonlarının TOC yüzdeleri ile karşılaştırılması ve benzerliklerinin gösterimi, (A) As ve TOC karşılaştırılması, (B) Ba ve TOC karşılaştırılması, (C) V ve TOC karşılaştırılması, (D) Cr ve TOC karşılaştırılması, (E) Pb ve TOC karşılaştırılması, (F) Ni ve TOC karşılaştırılması 51
- Şekil 5.20. İz element konsantrasyonlarının TOC yüzdeleri ile karşılaştırılması ve benzerliklerinin gösterimi, (A) S ve TOC karşılaştırılması, (B) Sb ve TOC karşılaştırılması, (C) Rb ve TOC karşılaştırılması, (D) Cu ve TOC karşılaştırılması, (E) Li ve TOC karşılaştırılması, (F) Zn ve TOC karşılaştırılması 52
- Şekil 5.21. Li konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 53
- Şekil 5.22. Rb konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 53
- Şekil 5.23. Cu konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 53
- Şekil 5.24. Ni konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 54
- Şekil 5.25. Pb konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 54
- Şekil 5.26. S konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 54
- Şekil 5.27. Sb konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması..... 55

Şekil 5.28. As konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması.....	55
Şekil 5.29. V konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması.....	55
Şekil 5.30. Cs konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması.....	56
Şekil 5.31. Co konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması.....	56
Şekil 5.32. U konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması.....	56
Şekil 5.33. Ba konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması.....	57
Şekil 5.34. Ward bağlantısı kullanarak oluşturulmuş dendrogram.....	61

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Kızıldere Formasyonunun arazi gözlemleri, (A) Orta katmanlı, bol kırıklı kumtaşı tabakası, (B) Kumtaşı ile ardalanmalı gri renkli kıltaşı, (C) İnce kumtaşı katmanlarıyla ardalanmalı orta katmanlı kıltaşı, (D) Tektonizmanın etkisiyle oluşmuş kıltaşı-kumtaşı ardalanmasında görülen çataklar.....	31
Resim 5.2. Temel kayanın arazi görüntüleri, (A) İnce pulsü serpantin görüntüsü, (B) Temel kayada ayrışma yüzeyleri, (C) Temel kayanın genel görünümü.	32



HARİTALARIN LİSTESİ

Harita	Sayfa
Harita 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası	2
Harita 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Tekin ve diğ., 2006).....	12
Harita 5.1. Çalışma alanı ve örnek lokasyonlarının Google Earth görüntüsü	30
Harita 5.2. Elementlerin kontur haritaları, (A) TOC kontur haritası yer buldurusu, (B) Mo kontur haritası, (C) Cd kontur haritası, (D) Cs kontur haritası, (E) U kontur haritası, (F) Co kontur haritası.....	58
Harita 5.3. Elementlerin kontur haritaları, (A) As kontur haritası, (B) Ba kontur haritası, (C) V kontur haritası, (D) Cr kontur haritası, (E) Pb kontur haritası, (F) Ni kontur haritası.....	59
Harita 5.4. Elementlerin kontur haritaları, (A) S kontur haritası, (B) Sb kontur haritası, (C) Rb kontur haritası, (D) Cu kontur haritası, (E)Li kontur haritası, (F) Zn kontur haritası	60

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

°C

Santigrat derece

C_{org}

Organik Karbon

O₂

Oksijen

ppm

Parts per million

Kısaltmalar

Açıklamalar

AAS

Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi

DAP

Mikrodalga örneklerinin tartılıp içerisine konulan kap

GC

Gaz Kromatografisi

HI

Hidrojen İndeksi

ICP-MS

İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma - Kütle Spektrometresi

TOC

Toplam Organik Karbon

OM

Organik Madde

1. GİRİŞ

Bu yüksek lisans tez çalışmasında Arsuz (HATAY) yöresinde yüzeyleme gösteren muhtemel ana kaya potansiyeli olan Neojen yaşlı Kızıldere Formasyonu incelenmiştir. Arazi çalışmaları sonucu Kızıldere Formasyonundan alınan kilitaşı örnekleri üzerinde yapılan jeokimyasal analizlerle TOC değeri belirlenmiş ve iz element zenginleşmeleri araştırılmıştır.

Organik jeokimyasal verilerden yararlanarak, sedimanter bir havzanın hidrokarbon oluşturma potansiyeli yaklaşık olarak belirlenebilmektedir. Ana kaya terimi petrol ve/veya doğalgaz üreten kayalar için kullanılmaktadır. Bir kayacın ana kaya olabilmesi için termal olgunluğu ve organik madde miktarının diğer kayalardan yüksek olması gerekmektedir. Anakaya tespitlerinde öncelik organik maddece zengin kilitaşlarının tayini ile mümkün olabilmektedir. Ancak bir kayanın organik karbonca zengin olması ana kaya olması için yeterli olmayabilir. Organik maddenin olgunluk derecesi hidrokarbon üretiminde önem taşımaktadır (Guillomot, 1964).

Bir bölgenin kaynak kaya potansiyelini ve ortam koşullarını belirlemek için petrografi ve jeokimyasal analizler yapılmaktadır (Schneider, Hornung, Hinderer ve Garzanti, 2016). Bu analizlerden bazıları organik maddenin miktarını belirlemek için yapılır ve ortamdaki iz element zenginleşmelerinin nelerden kaynaklandığı ve hangi ortam koşullarında gerçekleştiği araştırılır. Çalışma alanından alınan örneklerin organik madde miktarı Toplam Organik Karbon (TOC) analizinin yapılması ile belirlenir ve TOC miktarları o alandaki hidrokarbon üretim potansiyelini belirler. Üretim yapılabilmesi için hidrokarbonun mevcut rezervuarda hangi şartlarda depolandığının da bilinmesi gerekir. Bu bilgilere ulaşmada birçok yöntem kullanılmaktadır, iz elementler ile ortamın koşullarının belirlenmesi de bu yöntemler arasındadır. İz elementlerin belirlenmesinde XRF (X-Işını Floresans Spektrometresi), ICP-MS (İndüktif Eşleştirilmiş Plazma Kütle Spektrometresi) ve AAS (Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi) analiz yöntemleri kullanılır (Rollison, 2014: 13, 14). İz element analizleri ile araştırma yapılan bölgelerden alınan örnekler içerisindeki hidrokarbon ile etkileşimde olan, ortamın oksik-anoksik-öksinik durumunun belirlenmesinde ipuçları veren elementlerin ortamdaki miktarı belirlenir ve bu bilgiler yorumlanarak hidrokarbonun bulunduğu ortamın üretim için elverişli/elverişsiz olduğu sonucuna varılır.

Çalışma Alanı

Çalışma alanı, Türkiye coğrafyasının güney kısmı olarak bilinen, P35-B4 paftasında bulunan Hatay ilinin Arsuз ilçesi sınırları içerisinde, Amanos dağlarının kuzeyi ve İskenderun körfezi güney kısımlarında Konacık beldesi olarak belirlenmiştir (Harita 1.1).



Harita 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası

Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Teknolojinin ilerlemesi, artan nüfus ve beraberinde getirdiği tüketim enerji ihtiyacını artırmaktadır. Bu sebeple bütün dünyada yeni enerji kaynakları arama-bulma çalışmaları daha da önem kazanmıştır.

Halihazırda en çok tüketilen enerji kaynaklarının başında fosil yakıt olarak bildiğimiz petrol, doğalgaz ve türevleri gelmektedir. Dünya'daki petrol ve doğal gaz rezervlerinin üretilebilir olan bölümünün hemen hemen %72'lik kısmı Türkiye coğrafyasının çevresinde bulunmaktadır. Türkiye, jeopolitik konumundan dolayı dünya üzerindeki mevcut petrol ve doğal gaz birikimlerinin 3/4 lük kısmına sahip ülkelerle komşu durumundadır. Ayrıca Orta Asya, Hazar, Orta Doğu ülkeleri gibi enerji bakımından zengin ülkeler ile tüketicilerin yoğunlukta olduğu Avrupa ülkeleri arasında 'Enerji Koridoru' durumundadır ve birçok projede yer almakta ve bu tür çalışmalara destek sağlamaktadır. Enerji tüketiminde 2030'lara kadar % 40'lık bir artış beklenmekte ve küresel birincil enerji ihtiyacının önemli bir bölümü, içerisinde yer aldığımız bölgenin kaynaklarından sağlanması beklenmektedir (Kısacık ve Kaya, 2017).

Petrol ve doğalgaz ne kadar yenilenemeyen enerji kaynakları olsa da mevcut durum göz önüne alındığında kullanılan enerjinin çoğunluğu yine bu kaynaklardan sağlanmaktadır ve önümüzdeki dönemlerde de kullanılmaya devam edileceği tahmin edilmektedir. Bu durumda ülkemizin artan enerji talebini karşılamak, petrol ve doğalgazın % 90'ları geçen ithalatını azaltmak ve 2023-2051 hedeflerine ulaşmak adına yerli enerji kaynakları bulunmalı ve kullanılmalıdır. Bu sebepler doğrultusunda yeni enerji kaynaklarının araştırılması, ortaya çıkarılması ve değerlendirilmesi doğrultusunda yapılacak çalışmalara referans olması amacı ile bu tez çalışmasında Hatay ilinin Arsuz ilçesi sınırlarında bulunan Konacık yöresinde organik madde potansiyelinin belirlenmesine yönelik araştırmalar yapılmıştır.

Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanı olarak belirlenen Arsuz ilçesinin 10 km güneyinde bulunan Konacık köyü Geç Kretase döneminde Miyosen ve Pliyosen birimlerinin çökmesiyle oluşmuştur. Bu birimlerin sınırında Kızıldere ve Aktepe Formasyonları yer almaktadır. Ayrıca Arsuz bölgesinin coğrafyasını Amanos Dağları ve Arsuz ovası oluşturmaktadır ve bölgenin jeolojik yapısı ofiyolitik kayalardan (tektonikler ve kümülatlar) meydana gelmektedir. Bu çalışmada, daha önce Arsuz bölgesinde çalışan Schmith (1661) Kozlu (1997), Tekin, Varol, Ayyıldız ve Kozlu, (2006)'nın kullandıkları formasyon isimlendirilmesinden faydalanılmıştır.

Anakayalarda Yapılan Jeokimyasal Analizler

Kimyasal, fiziksel ve petrografik gibi pek çok önemli araştırma tekniği, potansiyel kaynak kayaların özelliklerini belirlemek için kullanılmaktadır. Bu jeokimyasal analizler ile belirlenen organik madde miktarı ve iz element zenginleşmeleri potansiyel kaynak kayacı karakterize eden etmenlerdendir.

Organik madde miktarı

Organik madde miktarı tayini etrol ve doğalgaz aramacılığında zaman ve maddiyat kaybının en aza indirilmesinde etkili bir yöntemdir. İlk biyolojik üretkenlik, fiziko-kimyasal şartlar, çökelen sedimanın tane hacmi ve çökme hızı özellikleri bir formasyonun ana kaya olma özelliklerini ortaya çıkarmaktadır. Bu faktörlerin belirlenmesi için jeokimyasal analizler yapılır ve Toplam Organik Karbon analizi de herhangi bir bölgede petrol, doğalgaz ve türevlerinin potansiyelinin belirlemek için yapılan jeokimyasal analizlerdendir (Kılınç ve Kaplan, 2018).

Bir kayadaki organik madde miktarı ve türü, o kayacın kaynak kaya potansiyelini belirler. Bölgeden alınan örneklerdeki Toplam Organik Karbon miktarı, kaya içindeki kerojen ile ilgilidir ve organik karbon kerojenden üretilmiş fakat kaya dışına atılamamıştır. TOC analizi yapılarak elde edilen TOC değerleri organik karbon miktarının yüzde cinsinden değeridir (Durand, Espitalie ve Nicaise 1972). Elde edilen karbon miktarı ağırlık yüzdesi türünden % 0,50 den fazla ise Toplam Organik Karbon (TOC) değerine sahip kayaların

ana kaya olabileceği önceki çalışmalardan bilinmektedir (Ruble, Heck ve William, 2015). TOC değeri % 0,50'nin altındaki kayaçlar kaynak (ana) kaya niteliği taşımamaktadır. Bu kayaçların ana kaya olamamasının sebebi bünyelerinde belli miktarda petrol bulunsa da, bu petrol kayaç dışına çıkamamaktadır. Ruble ve diğ., (2015) yaptıkları çalışmalarında, TOC değerinin % 0,5 den az olması durumunda rezervin fakir-elverişsiz, % 0,5-1,0 aralığında olması durumunda elverişli ve % 1,0 - % 2,0 aralığında iyi, % 2,0 – % 4,0 aralığında çok iyi, % 4,0'dan büyük ise kayaç mükemmel derecede kaynak kaya olabileceğini belirtmişlerdir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. TOC değerlerine göre kaynak kaya potansiyeli (Ruble ve diğ., 2015)

Toplam Organik Karbon (% TOC)	Ana Kaya Zenginliği
0.1 – 0.5	Fakir (ana kaya olamaz)
0.5 – 1.0	Elverişli
1.0 – 2.0	İyi
2.0 – 4.0	Çok İyi
>4	Mükemmel

İz Element Analizleri

Yerkabuğu içerisinde bulunan elementler jeokimyasal açıdan üç önemli gruba ayrılarak sınıflandırılabilir (Caner, 1970; Burger ve diğ., 2015; Zocher, Kraemer, Merschel and Bau, 2018). Bu sınıflandırma:

1. Majör (Birincil) Elementler
2. Minör (İkincil) Elementler
3. İz (Eser) Elementlerdir.

Bir ortamdaki elementlerin zenginleşme gösterip göstermediğini belirlemek amacıyla söz konusu elementin temel ve eşik değerleri belirlenir. Temel ve eşik değer terimleri şu şekilde açıklanabilir:

Temel değer (Back Ground): Bir bölgedeki element zenginleşmelerini belirleyebilmek için kullanılmaktadır ve bölgeyi oluşturan (steril-cevhersiz) formasyonların element bakımından normal yoğunlukta olanların değerleri temel değer olarak tanımlanmaktadır (Köprübaşı, 1996).

Eşik değeri (Threshold): Temel değeri ile anomali değeri ayıran değeri eşik değeri olarak tanımlanmaktadır. Bu değeri, normal temel değeri üzerindeki sınır olarak da tanımlanabilir. Jeokimyasal aramalarda, özellikle sonuçların belirlenmesinde yardımcı olmaktadır (Köprübaşı, 1996).

İz elementler kayalar içerisinde çoğunlukla miktarca % 0,01'den az bulunan elementler olarak tanımlanmaktadır (Caner, 1970). Normalin dışında element zenginleşmesi olarak bilinmektedirler. Ana ve iz elementlerin kayalar içerisindeki oranlarının belirlenmesinde İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma - Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ve Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) cihazlarında yapılan mikroanaliz yöntemleri kullanılmaktadır. İz elementlerin örnek kayadaki ortalama miktarları ppm cinsinden verilmektedir. Daha önce jeolojik gözlemler sonucunda belirlenen bir alandan alınan örnekler üzerinde XRF, ICP-MS ve AAS analizlerinin yapılması ile çalışma alanındaki ana ve iz elementler hakkında bilgi sahibi olunabilir (Rollinson, 2014:1, 2; Bhattacharya and Carr, 2016). Jeolojik gözlemler sonucunda belirlenen çalışma alanından alınan örnekler üzerinde iz element analizleri yapıldıktan sonra bu elementlerin miktarı ve ortam koşullarının yorumlanması ile çalışma bölgesi hakkında bilgi edinilebilir. Bu yöntem, yeni jeotermal enerji kaynakların, petrol ve doğalgazı içerisinde barındıran kaynak kayaların ve yeni maden yataklarının tespit edilmesinde katkıda bulunulabilir. Yapılan birçok kaynak kaya potansiyeli çalışmasında bölgede organik madde üretiminin fazla olmasıyla doğrudan ilişkili olarak iz element zenginleşmelerinin de olduğu görülmektedir. İz element analizleri ile ortam özellikleri de belirlenebilir (Rollinson, 2014:1). Bölgenin hazne kaya özelliklerini ortaya çıkaran birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar jeolojik, tektonik ve sedimentolojik alanlarla ilgili olmakla beraber elementlerin jeokimyasal incelenmesine ve ana kaya tayinine yönelik çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Çizelge 1.2' de yer kabuğunda bulunan 80 birincil elementin gruplandırılması verilmiştir (Caner, 1970). Bu gruplandırmada kısa ömürlü radyoaktif elementler ve neon, kripton, ksenon gibi 0,001 ppm'nin altında olan elementlere yer verilmemiştir.

Çizelge 1.2. Kimyasal elementlerin genelleştirilmiş eşik değerlerinin gruplandırılması (Caner, 1970)

ppm>1000	1000>ppm>1	ppm<1
O – 466000 Si – 277200 Al – 81300 Fe – 50000 Ca – 36300 Na – 28000 K – 25000 Mg – 20000 Ti – 4400 H – 1400 P – 1180 Mn – 1000 Toplam= % 99,38	F – 700 S – 520 Sr – 450 Ba – 400 C – 320 Cl – 200 Cr – 200 Zr – 160 Rb – 120 V – 100 Ni – 80 Zn – 65 N – 46 Ce – 46 Cu – 45 Y – 40 Li – 30 Nd – 24 Co – 23 La – 18 Pb – 15 Ga – 15 Th – 10 Sm – 7 Gd – 6 Pr – 6 Sc – 6 Hf – 5 Dy – 5 Sn – 3 Yb – 3 Er – 3 Br – 3 Ge – 2 Be – 2 As – 2 U – 2 Ta – 2 W – 1 Mo – 1 Cs – 1 Ho – 1 Eu – 1 Tl – 1 = % 0,048	Tb – 0,9 Lu – 0,8 Hg – 0,5 I – 0,3 Sb – 0,2 Bi – 0,2 Tm – 0,2 Cd – 0,2 Ag – 0,1 In – 0,1 Se – 0,09 Ar – 0,04 Pd – 0,01 Pt – 0,005 Au – 0,005 He – 0,003 Te – 0,002 Rh – 0,001 Re – 0,001 Ir – 0,001 Os – 0,001 Ru – 0,001 = % 0,0004 = % 0,0065
	= % 0,318	
		= % 0,0004
		= % 0,0065

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Arsuz (HATAY) yöresinde daha önce yapılmış jeolojik araştırmalar, kaynak kaya potansiyelinin belirlenmesine yönelik incelemeler, organik maddece zengin ortamlardaki iz element zenginleşme araştırmaları, iz elementlerce zengin ortamların redoks ve paleoredoks koşullarının incelendiği çalışmaların geneli bu bölümde verilmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen Konacık (Arsuz - HATAY) yöresinde bölgenin jeolojisi Şafak (1993), Yıldız ve Toker (1993), Kozlu (1997), Yıldız ve Taptık (2003), Öztürk (2005), Tekin ve diğ. (2006), Donat (2009) gibi birçok araştırmacı bölgede tarafından çalışılmış ve bölgenin stratigrafik ve litolojik özellikleri belirlenmiştir.

Şafak (1993) çalışmasında Antakya ve çevresinde Alt Miyosen - Pliyosen istifinin ostrakod biyostratigrafisi araştırmıştır. Alt Miyosen - Pliyosen serisinde 120 ostrakod cinsi belirlemiştir. Türkiye ve diğer bölgelerde Tetis - Paratetis havzaları üzerinde çalışılmış, aynı kronostratigrafik aralıklarla yapılan çalışmalarla ilişkilendirmiştir. Bölgede tanımlanan ostrokoronların dağılımı dikkate alınmış sığ deniz faunasına ek olarak lagün çevre ostrakodlarının başlangıç düzeyinden üst kısmına kadar kısmi olarak etkilendiğini belirlemiştir.

Yıldız ve Toker (1993) bu çalışmalarında Hatay'ın güney bölümünde yer alan Şenköy mevkiinde dağılan konglomera, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı, kumtaşı ve denizel litolojisi ile ifade edilen Erken Eosen - Orta Miyosen istifinin yaşlı oluşumlarının planktik foraminiferaları baz alınarak bölgenin biyostratigrafisini araştırmıştır.

Demirel ve Kozlu (1997) Doğu Toroslar Bölgesi'nde, tortul istifinin bölgesel gömülme özellikleri, termal olgunluk ve kaynak kayaç değerlendirmesi için bölgenin tamamını temsil eden altı farklı bölümden toplanan yüzey örnekleri üzerinde çalışılmışlardır. Bölgedeki kiltaşlarının kaynak kaya olabilme potansiyelinin bölgesel gömülme ile ilişkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Kozlu (1997) İskenderun ve Misis Andırın bölge istiflerinin stratigrafi haritalarını detaylı bir şekilde oluşturmuş ve bu bölgeler arasındaki geçiş zonu çökellerini belirlemiştir. İskenderun ve Misis Andırın bölgesinin tektonik gelişimini incelemiştir.

Yıldız ve Taptık (2003) Antakya bölgesinin jeolojisini araştırmışlar ve bunun üzerine tektonik, jeomorfolojik ve stratigrafik bilgiler sunmuşlardır.

Öztürk (2005) İskenderun Körfezi ve körfezin iç kısımlarında yer alan sondaj kuyularından almış olduğu kuyu logu verilerini değerlendirerek Miyosen yaşlı formasyonların yeraltı jeolojisini ortaya koymuştur.

Tekin ve diğerleri (2006) İskenderun Havzasındaki Messiniyen (Üst Miyosen) evaporitlerinin sedimantolojisini araştırmışlar ve İskenderun havzasını alt havzalara (Hatay-Arsuz alt havzası ve Hatay-Samandağ alt havzası) sınıflandırarak evaporit çökellerinin birikme alanları hakkında yorumlarda bulunmuşlardır.

Boulton, Robertson, Ellam, Şafak ve Ünlügenç (2007) Hatay bölgesinin sedimantolojisini incelediği çalışmalarında Neotektonik Hatay grabeninin Senozoik stratigrafisini yeniden yapılandırmak için, Sr izotopu ve mikropaleontolojik veriler ile yaşlandırma işlemlerini yapmışlar ve çalışma alanının stratigrafik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Donat (2009) Arsuz (İskenderun) yöresi ve Samandağ – Sinanlı yöresinde diskordan olarak bulunan Orta - Üst Miyosen ve Pliyosen birimlerindeki Kızıldere, Haymaseki Üyesi (Üst Miyosen), Aktepe, Nurzeytin, Vakıflı ve Samandağ Formasyonlarından alınan örnekleri değerlendirmiş ve paleontolojik araştırmalar yapmıştır. Bu birimlerin litolojisi, ostrakodların ortam belirleyici özellikleri ile planktonik foraminifer içeriği belirlenerek formasyonların fosillere göre ortamsal değişimlerini yorumlamıştır.

Ülkemizde yapılan kaynak kaya araştırmalarından en önemlileri Sarı ve Aliyev (2003), Hoşgömez ve Yalçın (2005), Erik, Özçelik, Altunsoy ve İllez (2010), İnal (2013), Korkmaz, Kara-Gülbay ve İztan (2013), Koca, Altunsoy, Sarı ve Güllüdağ (2015), Öztürk, Demirel ve Günay (2016), Mayer ve diğ. (2018) tarafından yapılmıştır.

Sarı ve Aliyev (2003) Paleosen yaşlı Kabalar Formasyonunda (Göynük, Bolu/Türkiye), organik jeokimyasal yöntemler (LECO / Rock-Eval, gaz kromatografisi), ışık mikroskobu ve elemental analizler yaparak hidrokarbon kaynak potansiyelini değerlendirmişlerdir. Analizler sonucunda formasyona ait şeyllerin petrol üretebileceği kanısına varmışlardır.

Hoşgörmez ve Yalçın (2005) en verimli gaz havzası olan Trakya Havzası'nda Alt Eosen yaşlı Hamitabat Formasyonu, Üst Eosen-Alt Oligosen yaşlı Ceylan Formasyonu ve Oligosen yaşlı Mezardere Formasyonunun hidrokarbon üretebilir olduğunu belirtmişler ve havzada bir modelleme geliştirmişlerdir.

Erik ve diğerleri (2010) Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Cudi Formasyonunun kaynak kaya araştırmasını yapmışlardır. TOC ve piroliz analizleri sonucu Cudi Formasyonunun gaz üretme potansiyeline sahip olduğunu ancak sıvı hidrokarbon üretemeyeceğini belirtmişlerdir.

İnal (2013) Türkiye'nin Batı Karadeniz Küre-İnebolu arasında kalan bölgede yüzeylenen Akgöl Formasyonu şeyllerinin hidrokarbon potansiyelini incelemiştir. TOC ve Rock-Eval piroliz, C, H, N, S, O ve kül analizleri ile XRD tüm kayaç ve kil fraksiyonu analizlerine dayandırdığı çalışmada tüm kayaç analiz verilerine dayanarak şeyllerin içerdiği bileşenlerin kuvars, feldispat, mika ve kil mineralleri ve eser miktarda kalsit olduğunu saptamıştır. Bu verilere dayanarak Akgöl şeyllerinin gerekli organik karbon miktarına sahip olduğunu, "kuru gaz oluşum (metajenez) zonu"nda (>%1,8 VRo) olduğu sonucuna varmış ve kil bileşenleri oranının % 40-50'nin üzerinde bulunması, silika bileşenlerinin ise yaklaşık % 20-23'lerde olması, Akgöl şeylleri için gaz üretiminde dezavantaj olduğu sonucuna varmıştır.

Korkmaz ve diğerleri (2013) Liyas-Kuvaterner yaşlı ve uzun bir sürede oluşmuş Sinop havzasındaki Çağlayan Formasyonunun ana kaya olma potansiyelini çalışmışlardır. TOC, piroliz ve GC/MS analizleri sonucunda elde ettikleri veriler ile formasyonun petrol üretebilir olduğunu kanıtlamışlardır.

Koca ve diğerleri (2015) Pamucakyayla-Antalya mevken 19 örnek alarak bu örnekler üzerinde XRD ve ICP-ES (emiyon spektrometri) analizlerini yapıp bu bölgenin mineral içeriğini, ana ve iz elementlerin zenginleşme miktarlarını belirlemişlerdir. Pamucakyayla kömür örneklerinin U, Mo, V, Zr, Th, Rb ve iz elementlerce zenginleştiğini belirlemişler ve ABD, Çin ve Dünya kömür yataklarındaki zenginleşmeler ile karşılaştırmışlardır.

Öztürk ve diğerleri (2016) Silür Dadaş Formasyonunun killi taşları, organik jeokimyasal metodlar ile Güneydoğu Anadolu'da incelemiştir. Formasyonun TOC analizi sonuçlarına göre kaynak kaya olma niteliği taşıdığını belirtmişlerdir.

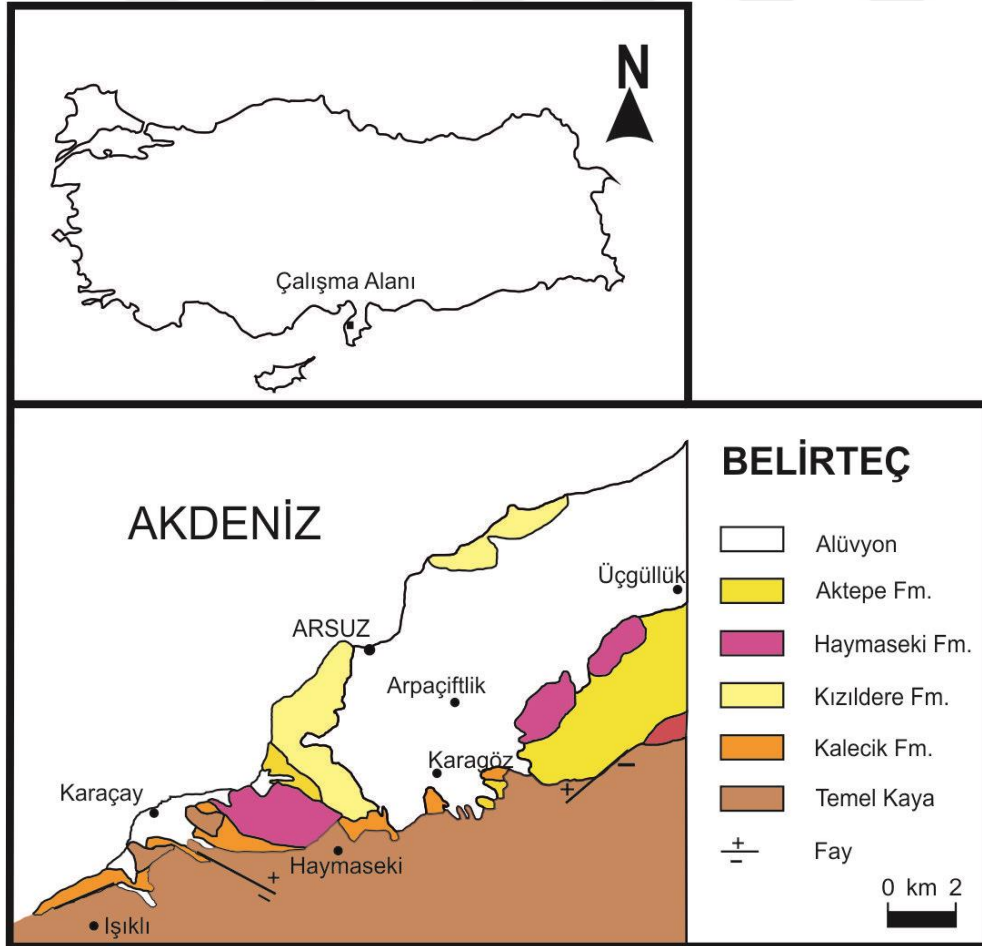
Mayer ve diğerleri (2018) Karadeniz ve çevresindeki gaz/petrol göç mekanizmalarını incelemişler, tüm Karadeniz çevresinde elde ettikleri biyomarker ve izotop verilerini karşılaştırmışlardır. Orta Eosen yaşlı Kuma Formasyonu, Avren Formasyonu, Ruslar Formasyonu ve Euxinograd Formasyonlarını hidrokarbon üretebilir olduğunu belirlemişlerdir.

Yurtdışında yapılmış ve literatüre katkı sağlayan önemli çalışmalar Jones ve diğerleri (1994), Sachse ve diğerleri (2011), Tribovillard, Algeo, Lyons ve Riboulleau (2006), P. Ma, C. Wang, L. Wang, Li ve Hu (2015), Bou Daher, Nader, Müller ve Littke (2015), Kuznetsova ve diğerleri (2016), Brekhuntsov, Nesterov ve Nechiporuk (2017) tarafından yapılmıştır. Çalışma bölgelerinin sedimantolojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirleyerek kaynak kaya potansiyelini araştırmışlardır. Ayrıca çalışmalarında Toplam Organik Karbon (TOC), Rock-Eval Piroiliz, organik ve inorganik petrografi, X-Işını Flüoresan Spektrometresi (XRF), gaz kromatografisi spektrometresi (GC-MS), Curie-Point-Piroiliz-Gaz kromatografisi spektroskopisi (CP-Py-GC-MS), TOC, Rock-Eval ve vitrinal yansıma (VRr) analizleri yapmışlardır. Bu analizler ile U, V, Cr, Ni, Mo, Cd gibi iz elementlerin oksik, anoksik, suboksik ve öksinik ortam şartlarında zengileşmeleri/birikmeleri üzerine incelemelerde bulunmuşlardır.

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

3.1. Bölge Jeolojisi

Araştırma bölgesi Hatay ilinin kuzey batısındaki Arsuz ilçesidir (Harita 3.1). Araştırma bölgesi olan Arsuz yöresinde Kozlu (1997), Tekin ve diğ. (2006), Arsuz yöre jeolojisinin devamı olan Samandağ - Sinanlı yöresinde Selçuk (1985), Yıldız ve Taptık (2003), Şafak (1993) ve Boulton ve diğ. (2007) çalışmalarda bulunmuş ve formasyon tanımlamalarından bu çalışmalardan yararlanılmıştır. Bölgede Geç Kretase döneminde yerleşmiş Kızıldağ ofiyolitinin üzerine Miyosen ve Pliyosen birimleri çökelmiştir. Bu birimler, Kalecik, Kızıldere, Haymaseki ve Aktepe Formasyonlarından oluşmaktadır.



Harita 3.1. Çalışma alanının jeoloji haritası (Tekin ve diğ., 2006)

İskenderun havzasının kuzeyinde Toros dağları, batısında Misis Yükselimi ile ilişkili Yumurtalık Fayı ve doğusunda Amanos dağları bulunmaktadır. Paleozoyik ve Mesozoyik döneminde Kızıldağ ofiyoliti oluşmuş ve bu birimin üstüne Kalecik Formasyonu, Horu Formasyonu, Kızıldere Formasyonu, Menzelet Formasyonu, Haymaseki Formasyonu, Aktepe Formasyonundan oluşan Neojen istif gelmektedir. Neojen istifi, Orta Miyosen transgresyonu ile başlamaktadır (Kozlu, 1982, 1997).

Ofiyolitler üzerine uyumsuz olarak yerleşmiş olan Miyosen istifi Kalecik Formasyonuna ait kaba kırıntılılar ile başlamıştır. Horu Formasyonuna ait olan resifal kireçtaşları merceksel olarak Kalecik Formasyonu üzerine yerleşmiş, üzerine kumtaşı-şeyl ardışımının görüldüğü Kızıldere Formasyonu gelmiştir (Schmidt, 1961; Kozlu, 1982, 1987). Kızıldere Formasyonu üzerine Messiniyen döneminde deniz çekilmesine bağlı olarak gelişen evaporitli seviyeler (Haymaseki Üyesi) gelişmiş ve sonrasında transgresyon bölgede Aktepe Formasyonuna ait denizel birimler başlamıştır. Alt Pliyosen döneminde deniz transgressif olarak ilerlemiş, Üst Pliyosen-Kuvaterner zaman aralığında ise akarsu fasiyeslerinin hakim olduğu çökeller ile havza kapanmıştır.

Ana kaya özelliklerini gösteren Kızıldere Formasyonu, ilk defa Schmidt (1961) tarafından isimlendirilmiştir. Gri renkli kalın-orta katmanlı kumtaşı-kiltaşı araldanmasından oluşan formasyonun ölçülen kalınlığı 800-2500 m arasındadır. Kızıldere Formasyonu ile Haymaseki Formasyonu arasında bulunan ara geçiş litolojisine sahip açık gri kumlu marnlardan oluşan Menzelet Formasyonu ile uyumludur, üstte Aktepe Formasyonu uyumsuz olarak yerleşmiştir. Birim içerisinde tanımlanan *Globigerinoides bulloideus*, *G.bolli*, *G.trilobus*, *G.quadrilobatus*, *G. ruber*, *G. sacculifer*, *G. subquadratus*, *Orbulina universa*, *O. suturalis*, *O. bilobata*, *Praeorbulina glomerata glomerata*, *P. glomerata curva*, *Globoquadrina venezuelana*, *Globigerinella obesa*, *Paragloborotalia mayeri* gibi planktonik foraminiferlerin varlığı birimin Orta-Geç Miyosen yaşta olduğunu belirtmektedir (Donat, 2009). Laminallı kumlu şeyllerden oluşan ve değişik boyutta merceksel konumlu evaporit ve kumtaşı ara katkıları içeren Haymaseki Formasyonu bazı araştırmacılar tarafından Kızıldere Formasyonuna dahil edilmiştir (Kozlu, 1997; Donat, 2009). Birim kireçtaşı ve jips araldanması ile ara seviyelerde çok ince bantlar halinde kiltaşı ve kumtaşı araldanmasından oluşmuştur. Arsuz ilçesine ait genelleştirilmiş stratigrafik kesit Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Arsuz yöresinin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Kozlu, 1982)

Sistem	Seri	Kat	Formasyon	Litoloji	
Kuveterner			ERZİN FORMASYONU	Çakıltası, kumtaşı ve kilttaşlarından oluşur.	
NEOJEN	PLIYOSEN	ÜST			
		ALT	AKTEPE FORMASYONU	Kiltası, kumtaşı, silttaşı, milttaşlarından oluşur.	
	MIYOSEN	ÜST	MESSİNYEN	HAYMANSEKİ FORMASYONU	Nodüllü ve çubuksu jipsler, yumrulu masif anhidrit, laminalı kumlu şeyller, kumtaşlarından oluşur.
			TORTONİYEN	KIZILDERE FORMASYONU	Kalın orta kireçtaşları, marnlı kumtaşı, şeyl-çamurtaşı aralanmaları görülür.
		ORTA ÜST			
		ORTA		KALECİK FORMASYONU	Karasal çakıl taşlarından oluşmaktadır. Çakıl taşları çoğunlukla ofiyolitik kayaçlar, kireçtaşları, kuvarstır.
Oligosen Alt Miyosen			HORU FORMASYONU	Bol fosilli, çoğu yerde fosilli kayalardan ve ara katmanlı silttaşlarından oluşur.	
	Eosen Üst Kretase		ÇONA	Ofiyolit	

3.1.1. Kızıldere Formasyonu

Bu formasyon ismini ilk olarak Schmidt (1961) kullanmıştır. Kozlu (1982) Kızıldere adlanmasını güneyinde bulunan Miyosen istifini de ekleyerek bu bilgiden yararlanmıştır. Kızıldere Formasyonu, gri renkli orta-kalın katmanlı kumtaşı ve şeyl seviyelerinin ardalanmasından meydana gelmektedir. Kömürleşmiş bitkisel kökenli kırıntılılara hemen hemen her seviyede rastlanılmaktadır (Kozlu, 1997).

İztan ve Harput (1988) yaptıkları çalışmalarında Kızıldere Formasyonunun tabanında bulunan ve Kızıldere Formasyonun çökeline neden olan transgresif deniz ürünü pelajik şeyl ve marnların organik maddece zengin kaynak kaya olabileceğini savunmuşlardır. Bu bilgilere dayanarak organik maddece zengin alanların iz element zenginleşmeleri bakımından da kaynak olabileceği ve bu iz elementler üzerinden yapılan jeokimyasal analizler ile ortam hakkında bilgi edinileceği sonucuna varılabilir.

3.1.2. Haymaseki Formasyonu

Kozlu (1982) tarafından ilk defa Arsuz civarında adlandırılmıştır. Bu formasyon kirli sarı renkli, laminalı kumlu şeylerden meydana gelmekte ve farklı boyutta merceksel konumlu evaporit ve kumtaşı ara katkıları bulunmaktadır. Evaporitler; laminalı-tabakalı-nodüllü-çubuksu jipsler ve yumrulu masif anhidritlerden meydana gelmektedir. Messiniyen yaşlı evaporitik seride paralel laminasyon dereceli katmanlanma ripple marklar, kumtaşı seviyelerinde taban yapıları izlenmektedir. Ayrıca seyrek de olsa çapraz tabakalanma da izlenmiştir. Özellikle Hacıahmetli ve Bekköy arasındaki yüzleklerinde görülen iyi boylanmalı, seyrek kireç çimentolu, çapraz tabakalı temiz kumtaşları, evaporitli seviyelerle ardalanmaktadır (Tekin ve diğ., 2006).

3.1.3. Aktepe Formasyonu

Bu formasyon Kozlu (1982) tarafından adlandırılmıştır. Messiniyen'de deniz çekilmesinden dolayı gelişen evaporitli istif (Haymaseki Formasyonu) üzerine transgresif olarak gelmektedir. Formasyon Alt Pliyosen yaşındadır ve başlangıçta kumtaşı-marn bantlı miltaşı ardalanması sonra killi miltaşı ara katkılı ince kumtaşlarının baskın olduğu kalın bir katman ve kireçli kumtaşı bantlı şeyllerden sonra çok ince taneli kil mineralleriyle kalsitin

değişik oranlarda karışımından oluşmuş, çok yumuşak tortul kayaç bantlı kireçli ve kireç çimentolu kumtaşlarıyla sonlanmaktadır.

3.1.4. Kalecik Formasyonu

İskenderun havzasında, Oligosen-Alt Miyosen zaman aralığındaki birimlerin aşınmayla oluşan Kalecik Formasyonu Osmaniye-Bahçe-Haruniye (özellikle Kalecik barajı) bölgesinde tipik yüzeylemeleri ile bilinmektedir.

Kalecik Formasyonu ofiyolitik topografya üzerinde genel olarak uyumsuz bir şekilde yer almıştır. Kalecik Formasyonu Miyosen istifinin tabanında kırmızı renkli karasal çakıltaşı özelliği göstermektedir ve Schmidt (1961) tarafından “Kalecik Konglomerası” olarak adlandırılmıştır. Bu birimdeki çakılların çoğu ofiyolitik kayaçlar, kireçtaşları, kuvars ve arenitlerden meydana gelmektedir.

3.1.5. Erzin Formasyonu

Bu formasyon genel olarak boşluklu yapılar, kalın tabakalar, kaba taneler ile temsil edilir. Erzin bölgesinde bulunan kireçtaşı, çimento bağlı iri çakıl taşları biçiminde görülmektedir. Formasyon kaba çakılların ve blokların baskın olduğu, yüksek oranda kum dolgusunda, farklı türlerde çapraz katmanlı, kanal çevresi, alüvyal yelpaze ve birçok çeşitli nehir fasiyeslerinden meydana gelmektedir (Öztürk, 2005).

3.2. Jeokimyasal Analizler

Genellikle kilttaşları veya bitümlü şeyller olarak bilinen anakayanın petrol ve doğalgaz üretilebilirliğini ve verimliliğini araştırmak, çökelme ortamını belirlemek ve organik madde olgunluğunu, kökenini ve türünü belirlemek üzere belli jeokimyasal ve mineralojik analizler yapılır. Bir ana kayanın mineralojik ve jeokimyasal analizlerinin yapılarak verimlilik derecesinin bulunması, bölgede petrol varlığının belirlenmesi için en etkili yöntemlerdendir.

Toplam organik karbon, kerojen miktarından kaynaklanan karbon ve kerojenden türemiş fakat kayaç dışına atılamamış hidrokarbonların toplamını verir (Durand ve diğ., 1972).

TOC analizleri genellikle pirolitik yöntemler ile yapılır ancak son zamanlarda lazer tabanlı spektrometrik yöntemler ile de organik malzeme ölçümleri yapılabilmektedir (Washburn, 2015). Kuyu açılırken log alma esnasında TOC doğrudan ve hızlı bir şekilde ölçülebilmektedir (Charsky and Herron, 2013).

TOC oranı ile çökeltme ortamı arasında ilişki kurulabilir. Bu tip çalışma Baumgardner ve Hamlin (2014) tarafından yüksek organik madde konsantrasyonuna sahip çamurtaşlarında yapılmış fasiyes-TOC ilişkisi ortaya konmuştur. Ana kaya tespitlerinde öncelik organik maddece zengin kilitaşlarının tayini ile olabilmektedir. Ancak bir kayanın organik karbonca zengin olması ana kaya olması için yeterli olmayabilir. Organik maddenin olgunluk derecesi hidrokarbon üretiminde önem taşımaktadır.

Siyah renkli şeyller, killi kireçtaşları ve marnların ana kaya olma potansiyeli vardır (Loverson (1967). Her zaman geçerli olmasa da, ana kaya olma niteliğindeki birimlerin içerdikleri organik maddenin oksidasyonundan dolayı renklerinin diğer birimlere göre koyu olması beklenir. Şeyllerdeki toplam organik karbon miktarının artışı ile kaya renginin kırmızıdan yeşile, griye ve siyaha dönüşümü gerçekleşir (Hunt, 1995). Şeyllerden oluşan ana kayalarda, organik madde için % 1 ve toplam organik karbon için ise % 0,50 değeri en düşük limittir (Ronov, 1958; Ruble ve diğ., 2015).

Yapılan birçok kaynak kaya potansiyeli çalışmasında bölgede organik madde üretiminin fazla olmasıyla doğrudan ilişkili olarak iz element zenginleşmelerinin de olduğu görülmektedir. İz element analizleri ile ortam özellikleri de belirlenebilir ve kaynak kayanın olduğu ortam petrol üretebilirliği ve organik madde korunumu için önem taşımaktadır. Bazı karbon türevleri ortam belirteci olarak kullanılır (Cheng, Z. Chen, T. Chen, C. Yang ve T.G. Wang, 2018; Z. Chen, T.G. Wang, Li, M. Yang, Cheng, 2018). Kaynak kayanın ortamını belirlemede biyomarker çalışmalarına alternatif olarak iz element çalışmaları da yapılır (Akinlua, Sigidle, Buthelezi ve Fadipe, 2015; Ding ve diğ., 2016). Ham petrolde bulunan iz element miktarları kaynak kayada bulunan iz element miktarları ile benzerlik göstermektedir (Ventura ve diğ., 2015; Gao, Casey, Bernardo, Yang ve Bissada, 2017; DiMarzio, Georgiev, Stein and Hannah, 2018;). Ham petrolde de iz element çalışmaları petrolün alındığı formasyonun ortamsal koşullarını belirlemek için yapılır (Walkner, Gratzner, Meisel ve Bokhari, 2017). Kaynak kayada kerojen tipini

belirlemek, termal olgunluğu ölçmek bilinen eski yöntemlerdendir ve kaynak kayaların birçoğu bu yöntem ile analiz edilmektedir (Ola, Aidi ve Bankole 2018; Bakshi ve diğ., 2017; Jian ve diğ., 2017; Gross ve diğ., 2015; Mani, Patil, Dayal ve Prasad, 2015). Kuyu logları alımı esnasında kaynak kaya özelliklerini belirleme işlemi ilgi çeken ve araştırılan bir konudur ve bu konuda yeni metodlar denenmekte ve geliştirilmektedir (El-Khadragy, Shazly, Mousa, Ramadan ve El-Sawy, 2018; Zhao, Mao, Huang ve Zhang, 2016).

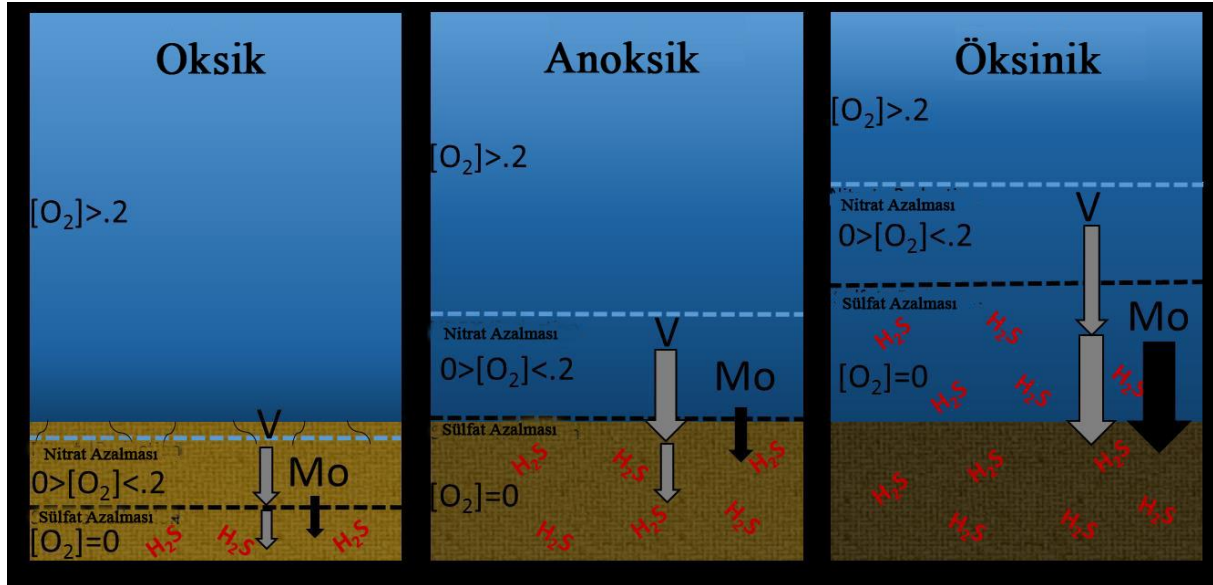
3.3. Anakaya Çökelme Ortamları

Organik üretkenlik, çökelme oranı ve organik madde korunumu ana kayalarda araştırılan özelliklerdir. Ortamsal tanımlamalarda O_2 miktarına bağlı olarak oksik, anoksik/suboksik veya öksinik terimleri kullanılmaktadır. Organik madde zenginleşmesinde en etkin olan anoksik ortamdır ve bu ortamda su kolonunda H_2S bulunmamaktadır. Pedersen ve Calvert (1990) ve Kätz (2005) gibi araştırmacılar ise depolanma ortamındaki artan üretkenliği, organik maddece zengin sedimanların oluşumunu kontrol eden en önemli mekanizma olarak değerlendirmişlerdir. Çizelge 3.2’de redoks karakterilerinin sınıflandırılma koşulları verilmiştir. Oksijen miktarı ve H_2S varlığına göre sınıflama yapılmıştır.

Çizelge 3.2. Çökelme ortamlarının redoks sınıflandırması (Kelly, 2016)

Redoks Sınıfı	H_2S Varlığı	Derin Sularda O_2 Miktarı (ml O_2/H_2O)
Oksik	Su kolonunda serbest H_2S mevcut olmaması	$O_2 > 2$
Anoksik	Su kolonunda serbest H_2S mevcut olmaması	$0 < O_2 < 2$
Öksinik	Su kolonunda serbest H_2S varlığı	$0 = O_2$

Organik madde miktarınca bol ortamda oksijenin organometallerle tepkimeye girerek indirgenmesi ve ortamdaki H_2S varlığı ile ortamın redoks koşulları belirler. Buna dayanarak ilgili redoks ortam koşullarını gösteren diyagram Şekil 5.2’ de verilmiştir. Şekilde anoksik ortam belirteçleri olarak bilinen V (vanadyum) ve Mo (molibden) iz elementlerinin su kolonu ve sedimentteki hareketleri de belirtilmiştir.



Şekil 3.1. Oksik, anoksik ve öksinik koşulların şematik diyagramı ve depolanma ortamlarının sınıflandırılması (Kelly, 2016)

Organik maddenin korunumunun indirgen şartlarda arttığı düşüncesiyle yola çıkan araştırmacılar oksijenin azaldığı anoksik şartlarda organik maddenin korunumunun arttığını ispatlamışlardır (Gélinas, Baldock ve Hedges, 2001; Xie ve diğ., 2015). Günümüze kadar yapılan araştırmalar organik maddenin kil minerallerinin üzerine adsorbsiyonu ile de organik maddenin korunabileceğini göstermiştir (Salman, Derenne, Lallier-Verge's, Largeau ve Beaudoin, 2000).

Organik maddenin korunumunu inceleyen çalışmalarda farklı araştırmacılar tarafından sedimantasyon hızı ya da gömülme oranıyla organik maddenin korunumunun ilişkisine iki yaklaşım vardır. Bu iki yaklaşımdan ilki sedimantasyon oranının yükselmesine dayanan organik maddenin korunumunda oluşan artıştır. Diğeri ise yavaş sedimantasyon oranı ile beraber oluşan stratigrafik sekansda artan organik madde yoğunlaşmasıdır (Kätz 2005). Organik maddenin korunumunu ve birikimini etkileyen bu faktörlere ilave olarak yüksek birincil üretkenlik ve kırıntı girdilerdeki değişimlerin önemli rol oynadığı bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Pedersen ve Calvert 1990).

İz elementlerin çoğu, organik karbonun varlığında, sediment-su ara yüzeyinde veya O_2 miktarınca yetersiz koşullar altında su kolonu içerisindeki H_2S 'in varlığında düşük O_2 koşulları altında daha güçlü süreçler tarafından etkilenir (Calvert ve Pedersen 1993). Bu şekildeki alanlarda oksijen miktarındaki küçük değişiklikler bile element zenginleşmesini etkileyebilmektedir. Sediment – su arayüzeyinin hemen altında yer alan boşluk suyundaki

çok az miktardaki oksijen bile organik maddenin korunumu etkileyebilmektedir (Tyson, 1995; Schoepfer ve diğ., 2015; K. Ma ve diğ., 2017).

Depolanma ortamının jeokimyasal şartlarının O_2 'siz anoksik/öksinik olduğu iz metallerin zenginleşmelerinden ve birbirleriyle yaptıkları ortak korelasyonlardan belirlenebilir. U ve V zenginleşmesinin olduğu ortamda Mo zenginleşmesi yoksa ortamın serbest H_2S 'siz anoksik/suboksik depolanma şartlarında olduğu yorumlanır. Bu durumun tersi olduğunda U, V ve Mo'ce zenginleşmeler sunan sedimanlar sediment-su arayüzeyinde veya su kolonundaki öksinik koşulları işaret eder. Mo ve Zn zenginleşmelerinin fazla oluşu TOC ile ilişkilidir ve sedimantasyonun ortamsal koşullarıyla çok kuvvetli olarak kontrol edilebilir (Koca, Sarı, Koç, Yavuz ve Koralay, 2010).

3.4. Ana ve İz Element Zenginleşmeleri

Organik malzemelerce zengin çökellerde iz element konsantrasyonları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. V, Mo, Ni, Ba gibi bazı elementlerin tüketim ve zenginleşmeleri ortamsal koşullara bağlı olarak gelişmektedir.

İz element zenginleşmelerinin bir kısmı sediment üzerinde su kolonunda, bir kısmı ise sedimentte su kolonunun altında meydana gelmektedir. Bunlar sırası ile erken ve geç prosesler olarak isimlendirilmektedir. Erken diyajenetik prosesler sedimentin birkaç metre üstünde gelişir, geç diyajenetik prosesler ise petrol üretiminin gerçekleştiği çökelde ve gömülü derinliklerde meydana gelir. Çökelde derinlere gidildikçe su sirkülasyonu azalır ve iz element zenginleşmeleri artar (Ramirez-Caro, 2013).

3.4.1. Vanadyum (V)

Vanadyum denizel alanlarda sedimanların yüzeyinde tutunarak zenginleşebileceği gibi organometalik kompleksler oluşturup birikerek de zenginleşebilir (Emerson ve Husted 1991; Pattan ve Pearce 2009; Pourret ve Dia, 2016). Vanadyum deniz suyunda kısmen daha az reaktif olur, V elementi aynı zamanda anoksik şartlarda depolanmış sedimanlarda daha fazla zenginleşme eğilimindedir (Pattan ve Pearce 2009).

3.4.2. Molibden (Mo)

Molibden (Mo) çökeltme koşulları için bir belirteç olarak kullanılabilir. Mo'nun organik maddede hümitik asitlerle ilişkilidir. Mo konsantrasyonlarının artan anoksik koşullarla arttığını öne sürülür (Togunwa ve Abdullah, 2017). Ayrıca Mo'nun zenginleşebilmesi ortamın OM miktarına ve sülfidik koşullarına bağlıdır. Mo ortamda organik maddeler ile organometalik bileşikler meydana getirerek veya metal sülfid bileşikleri (MoS₂ gibi) oluşturarak zenginleşme gösterir.

Organik maddenin diyajenezi boyunca Mo davranışı Scott ve Lyons (2012) tarafından 4 farklı durumda özetlenmiştir. Bu durumların ilki; taban suyu oksijen bakımından zengin ve organik madde miktarınca az ise; Mn-oksik indirgenmesinden ve adsorlanmış Mo serbest bırakılmasıyla boşluk suyunda Mo zenginleşmesi meydana gelir. Durumların ikincisinde; taban suyunda orta derecede oksijen ve organik madde mevcut ise; Mn-oksik indirgenmesi ve adsorlanmış Mo serbest kalması neticesinde sediman yüzeyine yakın kesimlerde yüksek miktarda Mo zenginleşmeleri meydana gelir. Üçüncü durumda; taban suyunda oksijen miktarı az ve H₂S mevcut ise; Mo zenginleşmesi sadece H₂S ile ilişkili ve çoğunlukla 25 ppm den az zenginliktedir (Scott ve Lyons 2012). Dördüncü durumda; taban suyunda ve sediman içerisinde yüksek miktarda H₂S mevcutsa; Mo zenginleşmesi 25 ppm den fazladır (Scott ve Lyons 2012) ve öksinik su kolonunda yer almaktadır.

Günümüz okyanus alanlarında eğer ortam öksinik ise 100 ppm den fazla, anoksik ise 25-100 ppm, suboksik-oksik ise 25 ppm den düşük Mo zenginleşmeleri izlenmiştir (Scott ve Lyons 2012).

Togunwa ve Abdullah (2017) çalışmalarında 5 ila 40 ppm arasındaki Mo konsantrasyonlarının anoksik koşulların bir göstergesi olarak kullanılabileceğini ve 5 ppm'den az değerlerde oksik koşulları belirttiğini vurgulamışlardır.

3.4.3. Kobalt (Co)

Kobalt (Co) çökeltme koşulları için bir gösterge olarak kullanılabilir. Kobalt (Co), genellikle oksik koşullarda nikel (Ni) ile birlikte zenginleşir. Ni/Co oranı oksijen seviyelerinin belirteci olarak kullanılmıştır. 5 değerinin altındaki Ni/Co oranının, oksik

ortam olduğunu, bu değerin üzerindeki değerlerin ise suboksik / dioksik ortamı gösterdiği vurgulanmaktadır (Togunwa and Abdullah, 2017; Jones and Manning, 1994).

3.4.4. Krom (Cr)

Krom (Cr) elementi direkt olarak redoks koşullarında etkilenmediği bilinmektedir ve Cr elementinin detrital kökenden geldiği ve V/Cr oranının ortam belirteci olduğu düşünülmektedir. V/Cr değerleri 2'den büyük ise anoksik koşulları, küçük ise oksik koşulları göstermektedir (Jones ve Manning, 1994; Togunwa ve Abdullah, 2017; Vail, 2017).

3.4.5. Baryum (Ba)

Baryum (Ba), yeryüzü kabuğundaki potasyumlu mineraller ile ilişkili olarak tortul ve tortul kayalarda bulunan bir eser elementtir. Ba kayaların ve minerallerin kimyasal ayrışması yoluyla su ortamına ulaşır. Su kolonunda Ba, çözülmüş ve parçacıklı olarak asılı halde bulunabilir (Liguori, Almeida ve Rezende, 2016).

Denizel ortamda Ba esas olarak sülfür (SO_4) ile birlikte bulunur ve $BaSO_4$ mineralini oluştururlar. Bu kristallerin tortullardaki akışı ve korunmasının, su sütunundaki oluşan karbonun açığa çıkması ile ilişkili olması nedeniyle su kolonundaki üretkenliği yansıtması beklenmektedir. Deniz çökellerinde baryum elementi, karbonatlar, organik madde ve biyojenik silika veya inorganik jeokimyasal bileşiklerle (örn. Fe ve Mn oksit hidrositler, alüminosilikatlar) ilişkili biyojeokimyasal fazlarda da bol miktarda bulunur (Liguori ve diğ., 2016).

Ba yüksek organik madde akıntısı olan tortulara ulaştırılabilir, ancak erken diyajenez sırasında göç edebilir ve yüksek üretkenlik yokluğunda biriken tortularda çökebilir. Böyle sülfat indirgeyici koşullar genellikle OM bakımından zengin tortularda hızla gelişir ancak Ba bolluğu, tipik olarak yüksek üretkenlik platformunda bulunan, organik açıdan zengin tortularda bir paleoüretken olarak güvenle kullanılamaz (Tribovillard ve diğ., 2006). Aksine, bir paleoüretken belirleyicisi olarak Ba'nın etkili kullanımı, okyanusun farklı bölümlerinde düşük ila orta derecede üretkenlikle biriken deniz tortuları ile sınırlandırılabilir (Tribovillard ve diğ., 2006).

3.4.6. Kadmiyum (Cd)

Mo, U, V ve Re gibi redoksa duyarlı elementlerin aksine, kadmiyum elementi doğal olarak okside olmuş tek elementtir. Kadmiyum oksik ortam koşullarında dağılım gösterir ve sülfidik sedimanlarda zenginleşir (Pattan ve Pearce 2009).

3.4.7. Ortamsal Koşullara Göre İz Element Değişimleri

Organik madde birikiminin tek bir kontrol mekanizması ile gerçekleşmediği kesindir. Depolanma ortamının redoks şartları ortamın oksijen miktarına göre oksik, suboksik, anoksik veya öksinik durumunda olabilir. Ortamın oksijen miktarının azalmasıyla beraber organik madde birikimi ve korunumunun artışına göre iz element çökelimleri de artış gösterecektir. Mo, Ni, Co, Cu, V, U, Th ve Cr gibi iz elementler birçok araştırmada paleoredoks ortam şartlarının değerlendirilmesi için kullanılmıştır.

Vanadyum elementi, anoksik ve anoksik ortam koşullarına yakın koşullarda depolanmış sedimanlarda zenginleşen redoksa duyarlı bir elementtir (Emerson ve Husted, 1991). Ni ve V klorofilden türeyen ve oksijensiz şartlarda korunan yüksek kararlı tetrapireol yapıları (porfirin) oluşturur. Uzun süre anaerobik ortam şartlarına bulunmuş OM düşük tetrapireol içeriğini ve bununla ilişkili olarak da içerisinde düşük miktarda Ni ve V barındırır (Rimmer 2004). Çeşitli fizikokimyasal işlemlerden dolayı element konsantrasyonlarında değişimler gözlemlenirken, V ve Ni içeren organometalik bileşimlerin konsantrasyonlarında değişim gözlenmez (Galarraga ve diğ. 2008; Vieira ve diğ., 2016). Denizel kaynaklı kaynak kayalarda V/Ni oranı 1 değerinden fazla, karasal litolojilerde ise 1 den azdır.

Petrol sızıntılarının, ham petrolerin ve bitümlerin karakterizasyonunda yaygın olarak kullanılan jeokimyasal göstergeler, özellikle vanadyum ve nikel olmak üzere eser elementlerin konsantrasyonlarını içerir. Bu metallerin konsantrasyonlarının termal alterasyon, biyodegradasyon ve yıkama suyu veya migrasyon süreçlerinden etkilenbilmesine rağmen V/Ni oranı, vanadyum içeren organometalik bileşikler arasındaki yapısal benzerlikler nedeniyle sabit kalmaktadır. Bu oranın, farklı kimyasallarla ilgili diğer göstergelere ek olarak, öncül organik maddelerin ve petrol veya petrol kaynaklı kaya korelasyonlarının kökenini belirlemek için en yararlı parametrelerden biri olduğu anlamına

gelir (Galarraga ve diğ., 2008). V/Ni oranına göre 4 sınıflandırma bulunmaktadır. İlk olarak, 3'ten yüksek V/Ni oranları ve genellikle 90 ppm'den düşük olan Ni konsantrasyonları, anoksik koşullar altında biriken kaynak kayalardır ve bunlar denizel organik materyal ve karbonatlı şeyl veya kireçtaşıdır. İkincisi, 1,9 ile 3 arasındaki V/Ni oranları karma kökenli organik maddeden oluşan, ağırlıklı olarak denizel olan ve disoksik-oksik koşullar altında çökelen kaynak kayaları göstermektedir. Üçüncüsü, 1,9'dan daha düşük olan V/Ni oranları, organik maddeyle ilişkili kaynak kayaların çökelişi esnasında hakim olan oksik koşulları ve karasal organik malzemeyi gösterir. Son olarak, 3'ten yüksek V/Ni oranları ve 90 ppm'den yüksek Ni konsantrasyonları ile karakterize edilen dördüncü bir grup vardır, kaynak kayalar öksinik veya çok indirgeyici koşullar altında denizel karbonatik ortamlarda biriktirilmiştir (Togunwa ve Abdullah, 2017; Galarraga ve diğ., 2008).

Ortam belirteçlerinden olan $V/(V+Ni)$ iyi bir çökeltme ortamı indikatörüdür (Lewan 1984; Akinlua ve diğ. 2015; Vieira ve diğ., 2016). $V/(V+Ni)$ değerleri 0.5 değerinden yüksek ise anoksik ortamda çökelmiş organik malzemeleri işaret eder. 0.5 altında değerler ise oksik çökeltme ortamlarını belirtir (Akinlua ve diğ. 2015).

Bir diğer redoks ortam belirteci V/Cr 'dir. Vanadyum elementi kil mineralleri yüzeyine adsorblanırken Cr elementinin ise yalnızca detritik fraksiyon ile ilgili olduğuna işaret edilir (Dill, 1986). Bu sebeple yüksek V/Cr oranının (>2) anoksik şartlara işaret ettiği düşünülmektedir (Rimmer 2004). Cr elementinin killerdeki Al elementi ile yer değiştirmesi sadece detritik fraksiyonla ilişkilidir ve redoks şartlarından etkilenmez (Jones ve Manning, 1994). Jones ve Manning (1994) tarafından V/Cr oranı paleoortam hakkında yorum yapılabilmesi amacıyla kullanılmıştır. Başka bir çalışmada ise Cr'nin yalnızca kırıntılı fraksiyon ile ilişkili olduğu ve redoks koşullarından doğrudan etkilenmediği ve dolayısıyla yüksek V/Cr değerlerinin 2'den büyük olduğu durumlar anoksik koşullar, 2'den düşük V/Cr değerlerinin ise oksik koşulları gösterdiği vurgulanmaktadır (Togunwa ve Abdullah, 2017; Vail, 2017).

Ni/Co redoks ortam belirteçlerindedir. Ni ve Co piritte bulunabilir, ancak Ni/Co oranının yüksek olması anoksik koşullarla ilişkilidir. Ni/Co oranı 5'ten küçük ise ortam oksik, 5 – 7 arasında ise ortam disoksik, 7,5 değerinden yüksek ise ortam anoksik koşullarındadır (Jones ve Manning, 1994).

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Materyal ve Yöntem

Çalışmada materyal olarak Hatay ilinin kuzey batısında bulunan Arsuz yöresinden alınmış olan 20 adet kıltaşı ve kumtaşı örneği üzerinde gerçekleştirilmiştir. Sahadan toplanan örneklerin laboratuvarında, Toplam Organik Karbon analiz cihazı, İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma - Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ve Atomik Absorbsiyon Spektroskopisi (AAS) cihazlarında analiz yapılmıştır.

ICP – MS ve AAS analizleri ile bölgede zenginleşen iz elementlerin tespit edilmesi ve bu elementlerin zenginleşme ortamlarının belirlenmesi ve hidrokarbon potansiyelinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanından alınan örneklerde Rb, Cu, Cr, As, Zn, Sb, Co, Mo, Cd, Pb, U, Ba, Li, Cs, S, Ni, ve V elementleri ICP-MS cihazında analiz edilirken, Ca, K, Mg ve Na elementlerinin konsantrasyonları ise AAS cihazı ile belirlenmiştir.

Çalışma bölgesinin jeolojisini ve stratigrafik özelliklerini belirlemek üzere yapılan saha çalışması, alınan örneklerin analizinin yapıldığı laboratuvar çalışması ve elde edilen sonuçların yorumlanıp düzenlendiği büro çalışması olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

4.2. Büro Çalışması

İnceleme alanı ve kaynak kaya konularında literatür araştırmaları, jeolojik haritaların temini, saha ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen sonuçların yorumlanması, elde edilen verilerin sonuçlar ile ilişkilendirilmesi ve tez yazım aşaması büro çalışmalarını kapsamaktadır.

4.3. Saha Çalışması

Kızıldere Formasyonunun diğer formasyonlar ile ilişkileri, katman kalınlıkları ve tektonik ilişkilerini belirlemek amacıyla saha çalışmaları yapılmıştır. Kaynak kaya potansiyelinin

olabileceği tahmin edilen çalışma sahası, Türkiye coğrafyasının en güney kısmı olarak bilinen, P35-B4 paftasında bulunan Hatay ilinin Arsuz ilçesi sınırları içerisinde, Amanos dağlarının batısı ve İskenderun körfezi güney kısımlarında Konacık beldesinin kapsamaktadır. Çalışma için $36^{\circ} 20' 46.4''$ N / $35^{\circ} 50' 17.4''$ E - $36,346220$ N / $35,838172$ E koordinatlarında kumtaşı ve kiltası ardışıklarından karakteristik 20 adet kumtaşı-kiltası örneği alınmıştır.

4.4. Laboratuvar Çalışması

Kızıldere Formasyonu kiltaşlarından alınmış olan örneklerin karbon miktarını belirlemek amacıyla TOC, ana ve iz elementleri belirlemek için ise ICP-MS ve AAS analizleri Adıyaman Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında yapılmıştır.

4.4.1. Örneklerin Hazırlanması

Kızıldere Formasyonundan alınmış olan ve formasyonu karakterize eden gri renkli kiltaşları öncelikle 105°C de etüvde kurutulmuştur. Kurutulan 10 adet örnek porselen havanda dövülerek toz haline getirilmiştir. Toz haline gelen örnekler elekten geçirilerek 10 farklı petri kabında toplanmıştır ve analize hazır hale getirilmiştir.

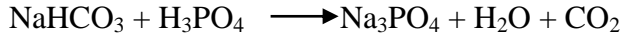
4.4.2. TOC (Toplam Organik Karbon) Analizi

TOC analizi temel olarak örnek içerisindeki toplam karbon (TC) ve inorganik karbon (IC) yüzdesinin belirlenip toplam karbon yüzdesinden inorganik karbon yüzdesinin çıkarılması ile toplam organik karbon (TOC) yüzdesinin bulunması prensibine dayanmaktadır.

$$TC - IC = TOC \text{ (% cinsinden)}$$

TOC cihazında ilk olarak yüksek sıcaklığa dayanıklı porselen kap içerisindeki örneğin TC kolu üzerinde 200°C derecede taşıyıcı gaz olarak kuru havanın kullanılması ile toplam karbon miktarının yüzdesi belirlenmiştir. Daha sonra aynı örnekten farklı örnekler alınarak cihazın IC kolu üzerinde porselen kap içerisinde 200°C derecede % 85'lik 5'e 1 oranında fosforik asit (H_3PO_4) kullanılarak inorganik karbon miktarı yüzde cinsinden belirlenmiştir.

İnorganik karbon belirlemek için TOC cihazı içerisindeki örnek bir tepkime aşağıda verilmiştir.



Analiz yapılmadan önce TOC cihazının sağlıklı sonuçlar verdiğiinden emin olmak için 5, 10, 25, 50 mg örneklerinin cihazda denenerek TC ve IC için kalibrasyon eğrisi oluşturulmuştur. TC ve IC için kalibrasyon eğrisi değerleri sırasıyla % 99,97 ve % 99,99 olarak ölçülmüştür. TOC cihazının güvenilirliği onaylandıktan sonra örnekler yüksek sıcaklığa dayanıklı porselen kap içerisinde TC için ortalama 150 mg, IC için ortalama 100 mg örnekler alınıp analiz edilmiştir.

4.4.3. Mikrodalga Yakma İşlemi

Çalışma alanında alınan örnekler üzerinden belirlenen elementlerin tayinini yaparak kökenlerinin ve çökeltme ortamlarının belirlenebilmesi için ICP-MS ve AAS analizleri yapılmıştır. Bölgeden alınan kıltaşı ve kumtaşı örnekleri üzerinden bu analizlerin yapılabilmesi için Berghof MSW-4 marka ve modelli mikrodalga yakma cihazında örnekler analiz edilmek üzere yakılmıştır. Bu işlemin gerçekleştirilmesi için yakma koşulları şöyledir:

Yaklaşık 200-300 mg (KD-1 ve KD-6 =250 mg diğer örnekler 200 mg alınmıştır) analizi yapılacak olan kıltaşı ve kumtaşı örneklerinden alınıp üzerine 6 ml % 65'lik HNO₃ (nitrik asit) ve 2 ml %40 lık (HF) hidroflorik asit eklenmiştir. Mikrodalga örneklerinin tartılıp içerisine konulan DAP'larda çalkalanmış ve 2-3 dakika bekletilip kapatılmıştır. Daha sonrasında aşağıdaki yakma prosedürü uygulanmıştır.

1.ADIM

- 1) 140 °C ye 10 dk. da çıkartılmış ve 140 °C de 2 dakika bekletilmiştir.
- 2) 160 °C ye 5 dk. da çıkartılmış ve 160 °C de 5 dakika bekletilmiştir.
- 3) 180 °C ye 5 dk. da çıkartılmış ve 180 °C de 25 dakika bekletilmiştir.
- 4) 50 °C ye soğutmaya alınmıştır.

2. ADIM

DAP'lar soğuduktan sonra çıkartılıp üzerine doymuş Borik Asit çözeltisinden 20 ml eklendikten sonra DAP'lar tekrar kapatılıp mikrodalgaya alınmış ve aşağıdaki prosedür uygulanmıştır.

- 1) 170 °C ye 5 dk. da çıkartılmış ve 170 °C de 5 dakika bekletilmiştir.
- 2) 190 °C ye 10 dk. da çıkartılmış ve 190 °C de 10 dakika bekletilmiştir.
- 3) 50 °C ye soğutmaya alınmıştır.

4.4.4. ICP - MS Cihazı

Mikrodalga yakma cihazında hazırlanan örnekler Perkin Elmer NexION 350X marka ve modeli ICP-MS cihazında analiz edilmeden önce cihazın çalışma şartları aşağıdaki Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. ICP-MS enstrümantal analiz koşulları

Bileşen / Parametre	Tip / Değer / Mod
Nebulizatör	Mainhard (konsantre)
Sprey odası	Cam Siklonik
Üçlü Koni Arabirim Malzemesi	Nikel
Plazma Gaz Akışı	18.0 L/min
Yardımcı Gaz Akışı	1.2 L/min
Nebulizatör Gaz Akışı	0.92 L/min
Örnek alım oranı	1 mL/min
RF Gücü	1500 W
Her Örneğin Kopya Adedi	3
Kullanma usulü, çalışma şekli	STD/KED Mod Çarpışması (He gazı kullanarak)

Örnek seyreltme faktörleri

- Kıltaşı ve kumtaşı örneklerinde yukarıdaki yakma prosedürü uygulandıktan sonra (KD-1 ve KD-6 da 250 mg diğer örneklerde 200 mg alınmıştır) son hacmi 40 ml olacak şekilde ultra saf su eklenmiştir.
- Kıltaşı ve kumtaşı örneklerinde son hacmi 40 ml olan örneklerden 0,1 ml alınıp tekrar ultra saf su ile 10 ml ye seyreltilip cihazda ppb düzeyinde okuma yapılmıştır.

4.4.5. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS)

Mikrodalga yakma cihazında hazırlanan örnekler Perkin Elmer Pinaacle 900T marka ve modelli AAS cihazında analiz edilmiştir. Atomik Absorbsiyon Spektrometresi (AAS) cihazında örnek seyreltme faktörleri şu şekildedir:

- K (potasyum) element analizinde KD-1 için son hacmi 40 ml olan örnek seyreltilmeden cihaza okutulmuştur. Diğer örnekler için 0.1 ml alınıp 10 ml ye tekrar seyreltilip cihaza okutulmuştur.
- Mg (magnezyum) element analizinde KD-1 için son hacmi 40 ml olan örnekten 0.01 ml alınıp 15 ml ye diğer örnekler için 0.01 ml alınıp 10 ml ye tekrar seyreltilip cihaza okutulmuştur.
- Na (sodyum) element analizinde KD-1 için son hacmi 40 ml olan örnekten 1 ml alınıp 10 ml ye diğer örnekler için 0.1 ml alınıp 10 ml ye tekrar seyreltilip cihaza okutulmuştur.
- Ca (kalsiyum) element analizinde son hacmi 40 ml olan örnekten 0,1 ml alınıp 10 ml ye seyreltilip cihaza okutulmuştur. Yüksek konsantrasyondan dolayı seyreltme faktörü iki defa uygulanmıştır.

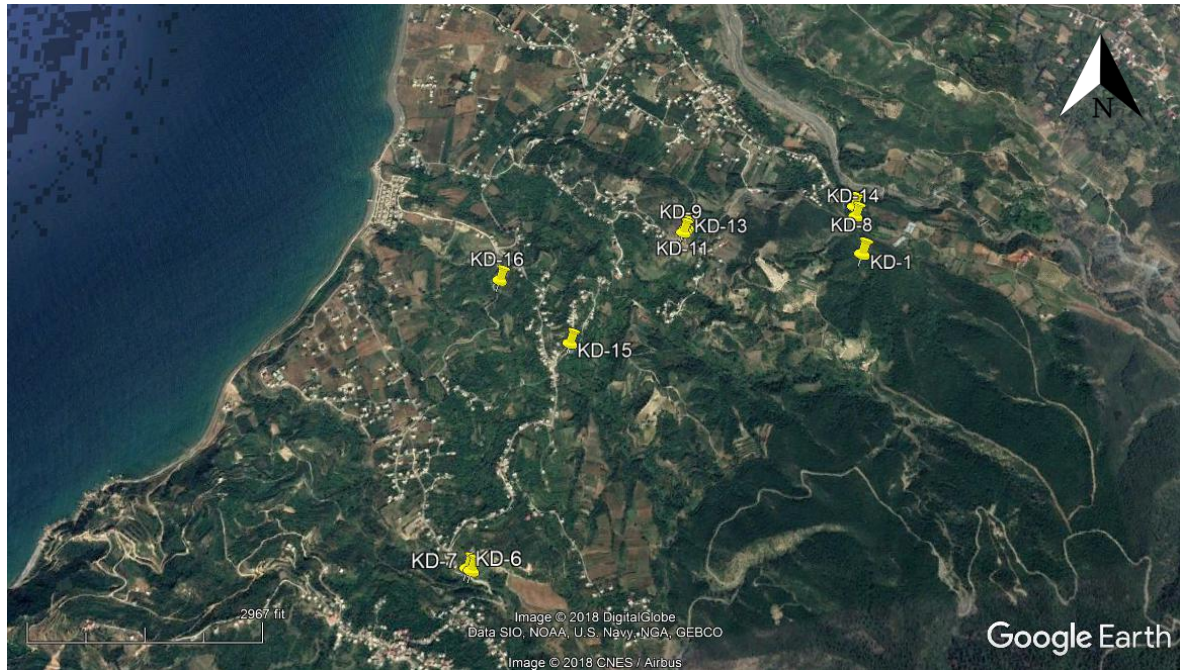
4.5. Verilerin Bölgesel Yoğunlukları ve Jeostatistiksel Sınıflama

Arazi gözlemleri ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen verilerin (ana- iz elementler ve TOC değerleri) bölgesel olarak yoğunluklarını belirlemek üzere Surfer programı kullanılmış ve element yoğunluklarının bölgesel dağılımlarında değişim ve benzerlikler gözlemlenmiştir. Ayrıca iz elementlerin aralarında benzerlik ilişkilerini araştırma amacıyla SPSS programında cluster analizinde hiyerarşik sınıflama tercih edilmiştir. Bu aşamada 10 farklı bölgeden alınan örnekler üzerinde yapılan iz element analizleri verilerine göre elementlerin miktarlarındaki değişimin benzer ve ilişkili bir şekilde artıp – azaldığı gözlemlenmiş ve SPSS programında diyagramları oluşturulmuştur.

5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1. Arazi Gözlemleri

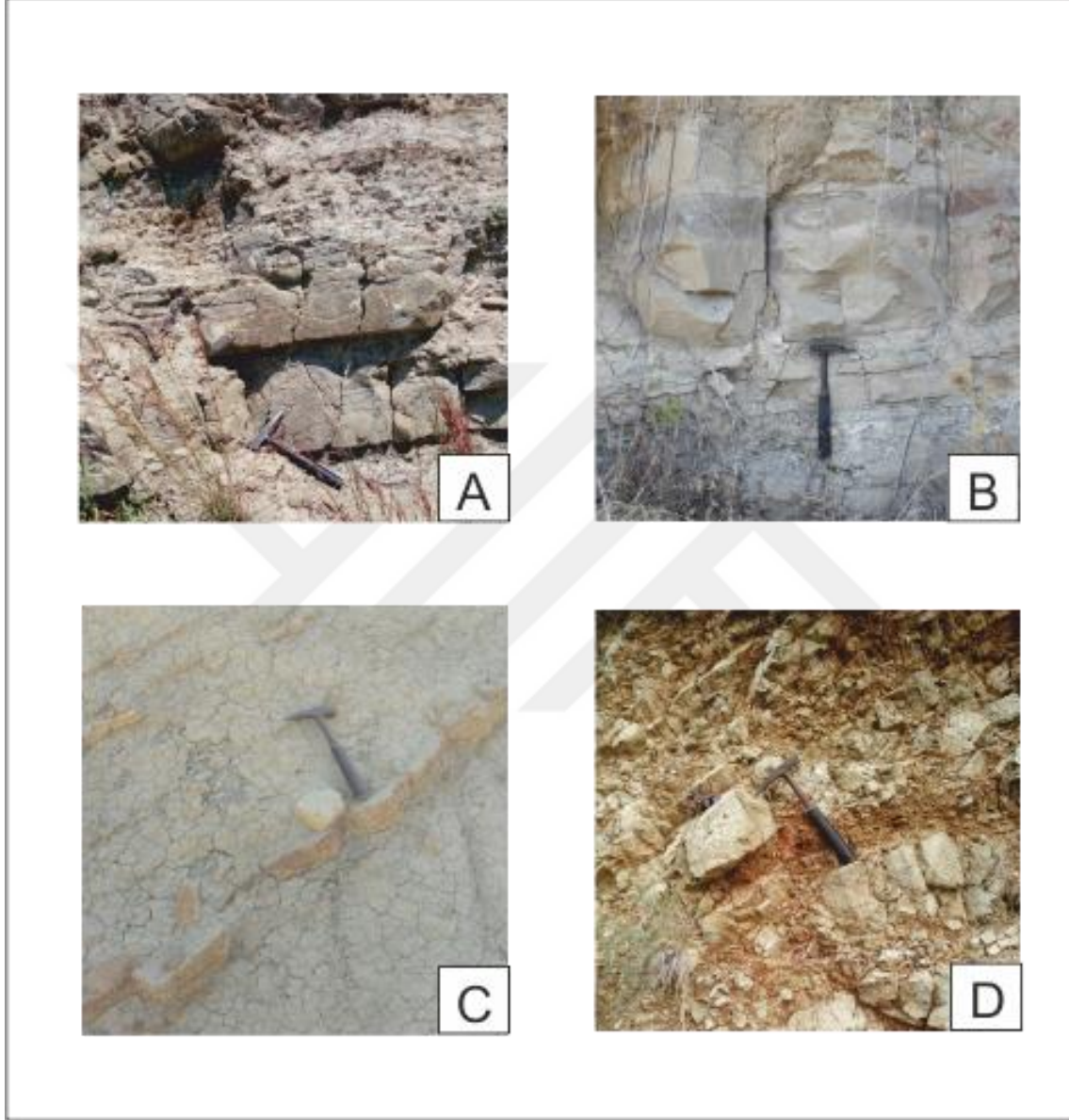
Çalışma alanı Neojen döneminde çökelmiş ve İskenderun havzası olarak bilinen bölgenin Arsuz köyleri Konacık, Tülek, Işıklı beldelerini kapsamaktadır (Harita 5.1). İskenderun havzası ismi ilk olarak, Aksu ve Demirkol (2001) tarafından “İskenderun Neojen As havzası” olarak isimlendirilmiştir.



Harita 5.1. Çalışma alanı ve örnek lokasyonlarının Google Earth görüntüsü

Petrol ümitli bölgeler Miyosen döneminde oluşmuştur ve formasyonlar; çakıltaşlarından oluşan Kalecik Formasyonu (Orta Miyosen), resifal kireçtaşlarından oluşan Horu Formasyonu (Orta Miyosen) ve Kızıldere Formasyonudur. Bu birimler arasında rezervuar kaya olma özelliği ile Horu Formasyonu ve petrol rezervuar kaya kaynak kaya ve örtü kaya niteliğinde olan Kızıldere Formasyonu önem taşımaktadır. Orta-Geç Miyosen formasyon genellikle Konacık (Arsuz-HATAY) yöresinde tipik olarak gözlemlenmektedir. Kum ve yaşlı kil ardışımının yaygın olduğu formasyonda gri-sarı renkli kumtaşlarının kalınlıkları 10-50 cm arasında orta-kalın tabakalı (Resim 5.1-A-B), gri renkli kilitaşları ise 2-30 cm arasında ince-orta tabakalıdır (Resim 5.1-C). Kumtaşı ve kilitaşı ardışımının üstünde yer yer tabakalı jibs seviyeleri gözlemlenmektedir ve katman kalınlıkları 5-15 cm arasındadır. Derinlere inildikçe kilitaşı tabakaları 102 cm'ye kadar kalınlaşmaktadır. Orta

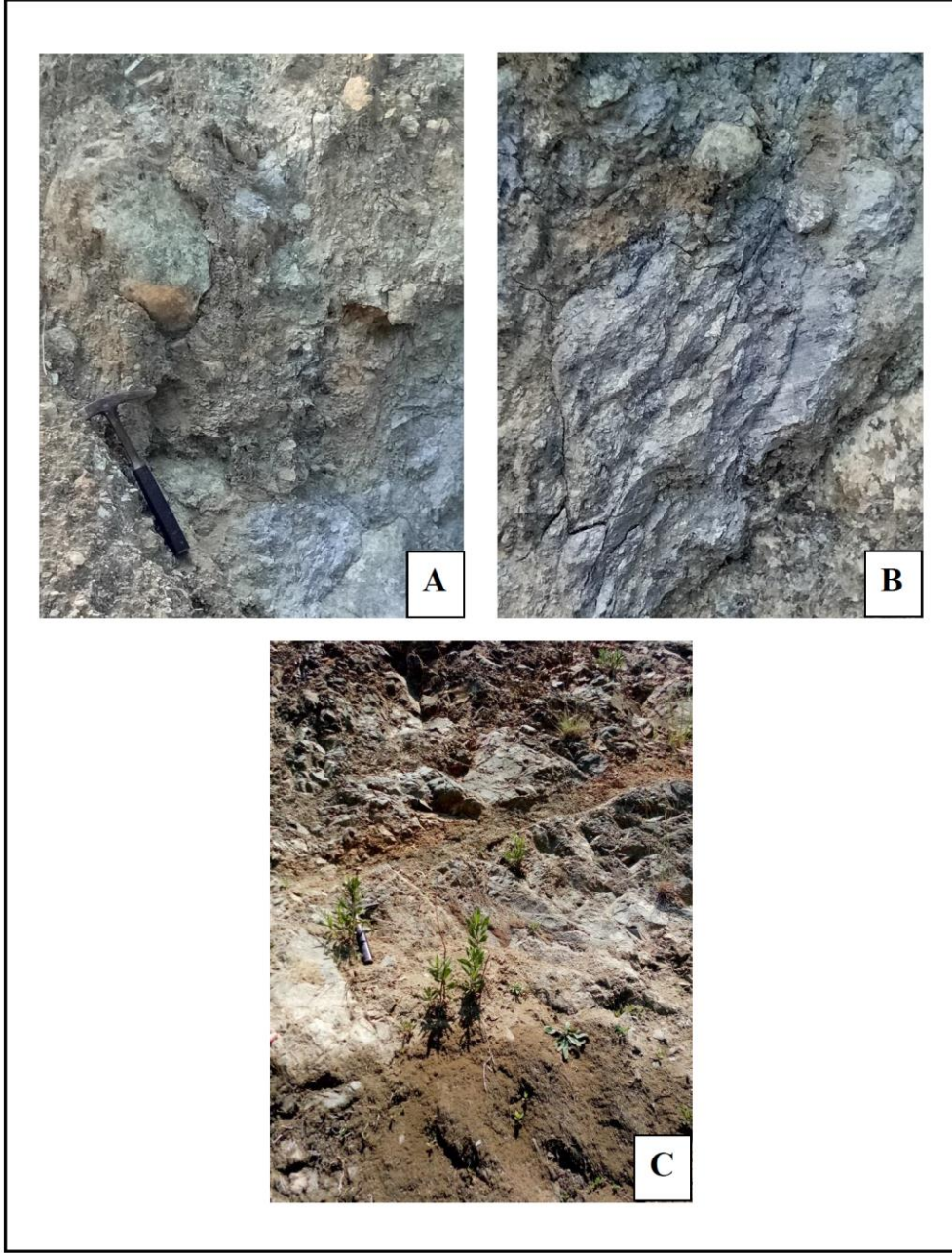
Miyosen sonrası tektonizmanın etkin olmasından dolayı formasyonda tektonik çatlaklar yaygın olarak gözlemlenmektedir (Resim 5.1-D). Jibler ile birlikte ardışıklı marnlar içerisinde bitki kalıntıları gözle görülebilmektedir.



Resim 5.1. Kızıldere Formasyonunun arazi gözlemleri, (A) Orta katmanlı, bol kırıklı kumtaşı tabakası, (B) Kumtaşı ile ardalanmalı gri renkli kiltası, (C) İnce kumtaşı katmanlarıyla ardalanmalı orta katmanlı kiltası, (D) Tektonizmanın etkisiyle oluşmuş kiltası-kumtaşı ardalanmasında görülen çatlaklar

Yapılan gözlemlerde temel kaya olarak serpatine rastlanılmıştır (Resim 5.2.A) ve serpantinler genellikle bölgede vadilerde hakimiyet göstermektedir. Kızıldere Formasyonuna ait kumtaşı-kiltası ardışımını üzerlemektedir. Temel kaya üzerinde ayrışma

yüzeyleri belirgin şekilde gözlemlenmektedir (Resim 5.2.B) ve bölgede temel kaya gri-yeşil renklerde hakim olarak görülmektedir (Resim 5.2.C).



Resim 5.2. Temel kayanın arazi görüntüleri, (A) İnce pulsu serpantin görüntüsü, (B) Temel kayada ayrışma yüzeyleri, (C) Temel kayanın genel görünümü

Arazi çalışmalarından elde edilen bulgular arazinin okyanus tabanlı gelişen temel kayanın varlığı ve çevresinde petrol, doğalgaz ve türevlerinin oluşabileceği, göç edebileceği, kapanlanacağı kıltaşı ve kumtaşlarının bulunması nedeniyle hidrokarbon potansiyelinin araştırılması için doğru bölge olarak düşünülmüştür.

5.2. Jeokimyasal Veriler

5.2.1. TOC Verileri

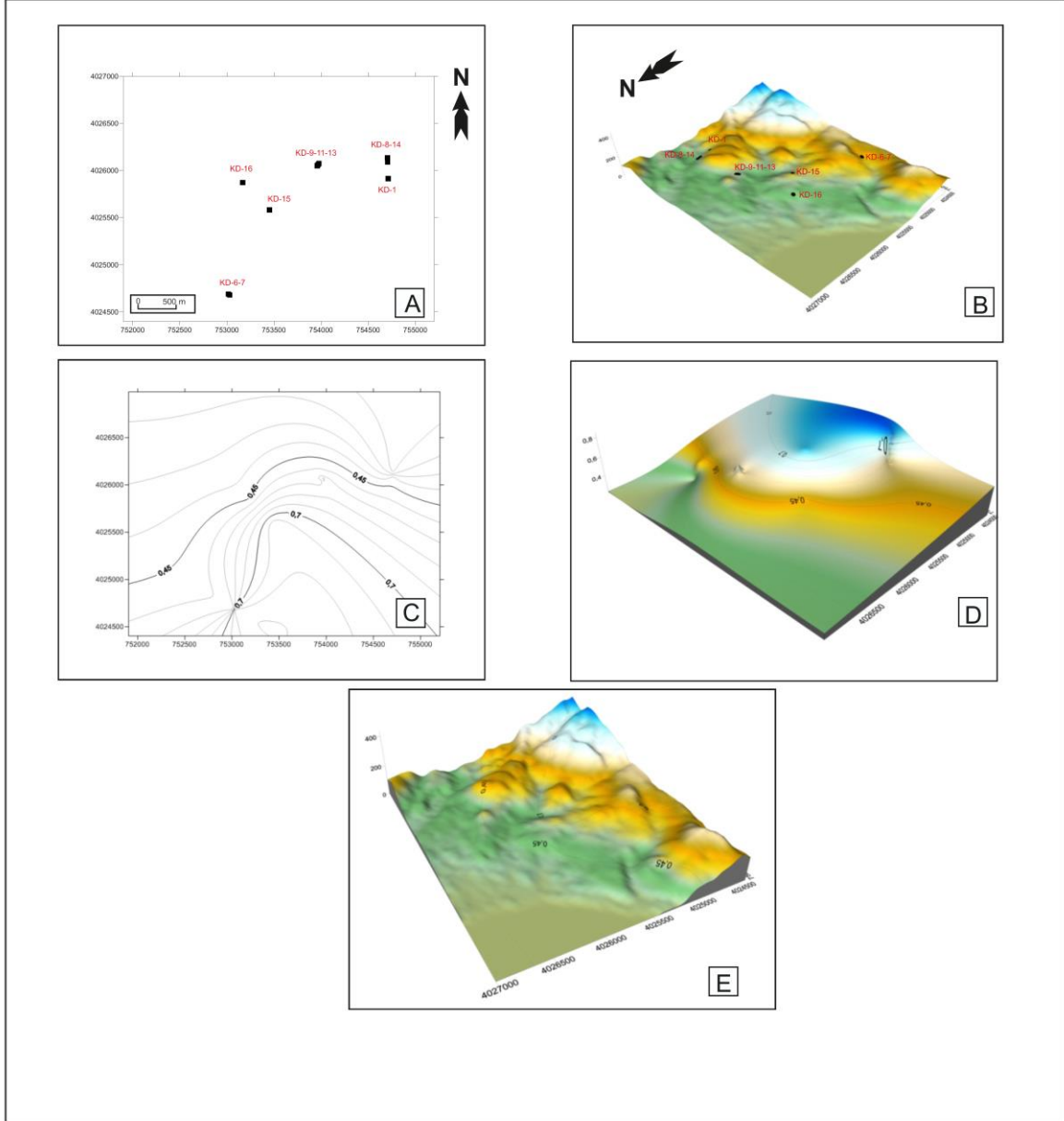
Çalışma alanının çeşitli yerlerinden alınan toplam 20 örnek alınmış ve kilitaşlarında bölgenin hidrokarbon kaynak kaya potansiyelinin incelenmesi amacıyla Toplam Organik Karbon (TOC) analizi yapılmıştır. Çalışma bölgesinde organik karbon yüzdeleri belirlenmiş ve bu verileri yorumlamak için çizelgeler derlenmiştir (Çizelge 5.1).

Çalışma alanından alınan örnekler üzerinden yapılan TOC analizi sonuçları Çizelge 5.1’de belirtilmiştir. Bölgeden alınmış olan kumtaşları ve marnlar ile ardışıklı olarak bulunan kilitaşlarının Toplam Organik Karbon ortalamaları 0.56 değerindedir. Bölgenin kaynak kaya olabilmesi için organik madde miktarı en az % 0,5 olmalıdır (Tissot ve Welte, 1984). Çizelge 5’te görüldüğü gibi çalışma alanından alınan KD-6, KD-7, KD-9, KD-11, KD-13 ve KD-15 örnekleri organik karbon miktarı Tissot ve Welte (1984) çalışmalarındaki % 0,5 değerlerinin üzerindedir ve orta derecede kaynak kaya olma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Bu değer Ruble ve diğ. (2015)’e göre kilitaşlarının petrol üretimine uygun olduğunu göstermektedir.

Çizelge 5.1. Kızıldere kilitaşlarının örnek lokasyonu ve toplam, inorganik, organik karbon oranı

Örnekler	GPS Koordinatları		Toplam Karbon (%)	İnorganik Karbon (%)	Toplam Organik Karbon TOC (%)
	Enlem	Boylam			
KD-1	754711.40	4025913.47	0.1184	0,01303	0,1054
KD-6	753015.84	4024689.96	3,2725	2,7615	0,5110
KD-7	753030.08	4024679.75	4,5155	3,681	0,8345
KD-8	754704.88	4026135.61	3,7525	3,514	0,2385
KD-9	753958.00	4026051.00	5,2425	4,7165	0,5260
KD-11	753967.00	4026062.00	5,250	4,4885	0,7615
KD-13	753976.00	4026075.00	5,380	4,8385	0,5415
KD-14	754706.19	4026091.01	3,045	2,6345	0,4105
KD-15	753451.88	4025581.70	3,4045	2,620	0,7845
KD-16	753166.41	4025871.88	3,490	3,0565	0,4335
	Ortalama		3,74709	3,232403	0,51469

Şekil 5.1’de TOC verilerinin bölgesel dağılımını göstermek amacıyla örnek lokasyonları (Şekil 5.1.A), 3D blokta örneklerin gösterimi (Şekil 5.1.B-D), TOC yoğunluk haritası ve topografik harita (Şekil 5.1.C-E) verilmiştir.



Şekil 5.1. TOC verilerinin bölgesel dağılımı, (A) Örnek yerlerinin koordinatları, (B) Örnek yerlerinin 3D blok diyagramında gösterimi, (C) Kiltaslarında bulunan TOC değerlerinin bölgesel kontur haritası, (D) Kiltaslarında bulunan TOC değerleri ile çizilmiş olan 3D blok diyagram, (E) TOC kontur haritasının topografik haritada gösterimi

5.2.2. İz Element Analiz Verileri

Ana kayanın litolojik özelliklerinin belirlenmesinin yanısıra ana ve iz elementlerinin içeriğinin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Kilitaşlarının mineralojik özellikleri detrital ve otijenik taneler ile belirlenmektedir. Ancak iz elementler genellikle ortamda bulunan organik maddeler ve organik maddelerin ürettikleri hümitik asitlerden kaynaklanabilmekte ve organik aktivitenin olduğu yerlerde zenginleşme veya tükenme gösterebilmektedirler. İz element zenginleşmeleri organik madde üretkenliği ve organik maddenin üretimini devam ettirmesi - korunumu için gerekli anoksik ortamlar ile bir sunmaktadır. Kızıldere killilerinin ana ve iz element konsantrasyonları Çizelge 5.2– 5.3'te yer almaktadır.

İz Element Zenginleşmeleri

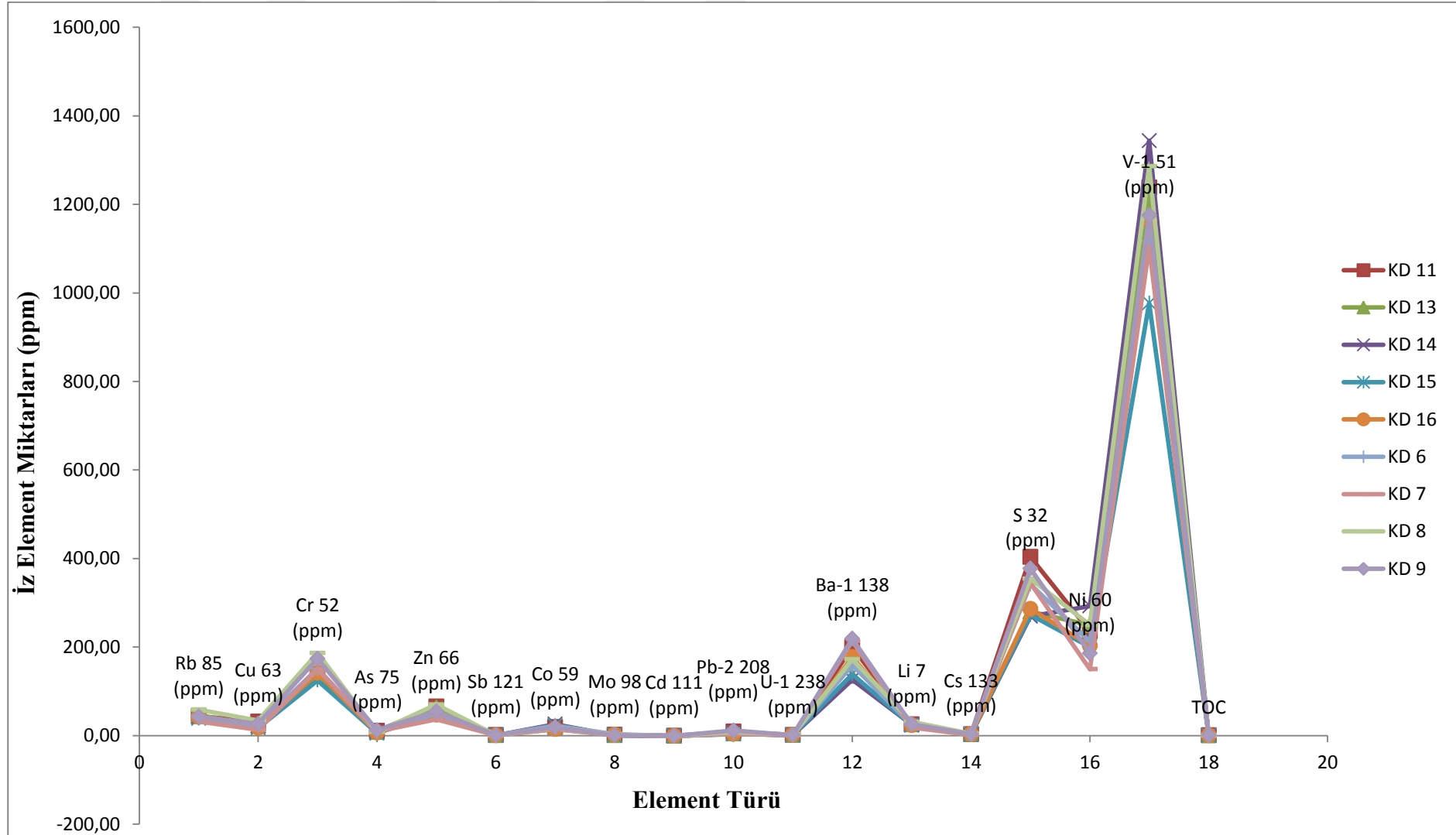
Arsuz Kızıldere Formasyonundan alınan örneklerde yapılan iz element analiz sonuçları grafiksel olarak Şekil 5.2'de verilmiştir. Buna göre tüm örneklerdeki iz element konsantrasyonlarının yaklaşık değerler sundukları görülmektedir. Bu değerler, bölgedeki jeokimyasal değişimin hemen hemen aynı olduğunu belirtmektedir. Ayrıca analizi yapılmış iz elementlerden V, Ba, S, Cr ve Co miktarlarının diğer iz elementlerden yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.2. Kilitaşı örneklerinin ana ve iz element içeriklerinin miktarları

Örnek No	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)	Rb (ppm)	Cu (ppm)	Cr (ppm)	As (ppm)	Zn (ppm)	Sb (ppm)
KD 1	18830	48.23	71630	407.2	0,52	134,49	140,78	1,68	61,24	0,21
KD 6	62870	8987	29110	12960	40,89	20,91	151,17	7,43	49,51	0,62
KD 7	69480	8658	61290	8186	31,53	13,09	149,68	9,19	36,57	0,57
KD 8	72410	7541	36500	7680	58,65	34,00	186,63	8,25	70,16	0,67
KD 9	93540	6832	32670	5221	42,81	26,43	173,52	12,02	54,47	0,78
KD 11	95290	7617	33990	7873	43,76	31,31	135,47	10,46	65,32	0,90
KD 13	102900	7492	34350	6959	46,13	21,66	138,60	7,91	63,01	0,50
KD 14	59510	7220	23040	17890	42,58	21,65	142,16	8,61	53,35	0,49
KD 15	54130	11070	49580	6500	38,49	17,01	124,53	5,13	50,68	0,41
KD 16	63110	7992	42690	11480	41,77	17,56	141,61	6,56	47,22	0,52
Ortalama	74804,44	8156,56	38135,56	9416,56	42,96	22,63	149,26	8,40	54,47	0,61

Çizelge 5.2'nin devamı

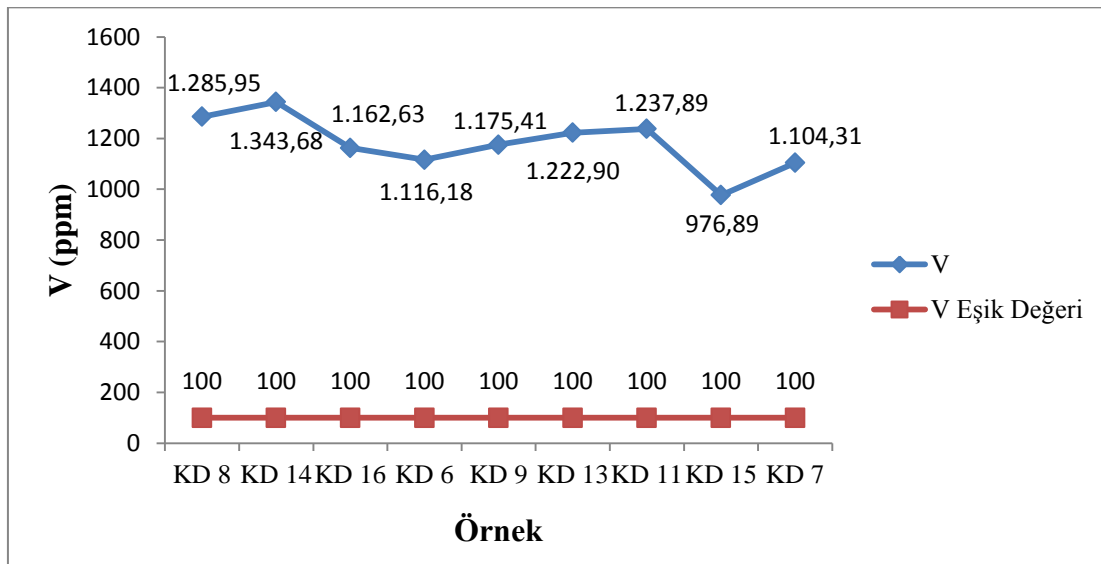
Örnek No	Co(ppm)	Mo(ppm)	Cd(ppm)	Pb(ppm)	U(ppm)	Ba(ppm)	Li(ppm)	Cs(ppm)	S(ppm)	Ni(ppm)	V(ppm)
KD 1	189,24	0,80	-0,66	-2,34	0,12	8,17	6,25	0,08	-67,19	1809,05	2482,95
KD 6	22,18	3,33	-0,68	3,43	1,61	158,96	24,63	3,26	341,38	212,41	1116,18
KD 7	15,02	0,36	-0,80	4,08	0,94	213,78	18,35	1,63	344,60	149,79	1104,31
KD 8	17,63	2,00	-0,61	7,91	2,13	172,30	31,00	4,47	354,48	249,63	1285,95
KD 9	18,23	0,61	-0,75	11,25	1,11	218,72	25,52	2,95	377,16	185,84	1175,41
KD 11	19,27	1,53	-0,55	8,75	1,24	199,73	25,00	2,76	403,41	235,56	1237,89
KD 13	19,56	0,29	-0,73	4,22	1,20	134,54	25,98	3,34	280,05	249,36	1222,90
KD 14	25,67	0,37	-0,78	4,47	1,07	126,45	24,80	2,57	269,35	292,49	1343,68
KD 15	23,02	0,96	-0,76	3,15	1,33	138,56	23,14	3,18	272,77	200,15	976,89
KD 16	14,46	2,07	-0,70	3,82	1,49	177,30	23,37	3,34	286,10	203,21	1162,63
Ortalama	19,45	1,28	-0,71	5,68	1,35	171,15	24,64	3,06	325,48	219,83	1180,65



Şekil 5.2. Kıltaşlarında iz element konsantrasyonlarının grafiksel gösterimi

Vanadyum

Çalışma alanından alınan örneklerin V miktarlarının ortalaması 1180 ppm olarak belirlenmiştir. Bu değer Caner (1970) tarafından belirlenen 100 ppm eşik değeri ile karşılaştırılmıştır ve V elementinin 10 kattan daha fazla zenginleştiği analiz sonuçlarından görülmektedir. Vanadyum anoksik eğiliminde olan bir elementtir ve çalışma alanında V zenginleşmesi ortamın anoksik olduğu fikirlerini güçlendirmektedir. Örneklerde V konsantrasyonları Şekil 5.3'te grafiksel olarak gösterilmiştir ve eşik değer ile karşılaştırılmıştır.



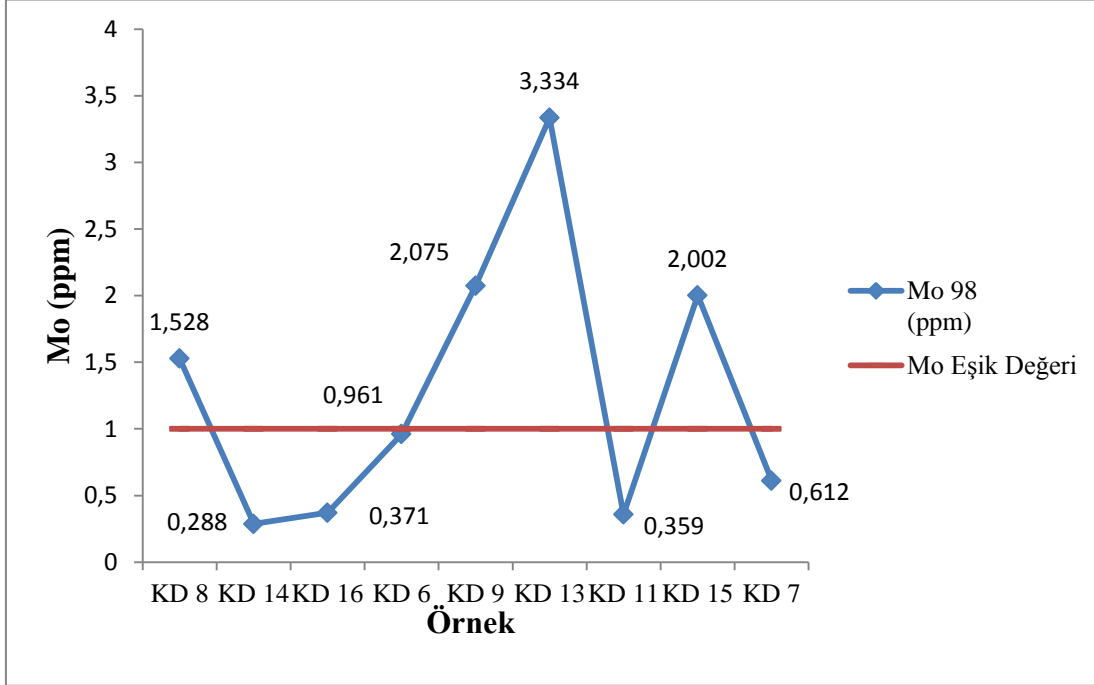
Şekil 5.3.Kiltaşı örneklerinde V yoğunlukları ve V eşik değeri

Molibden

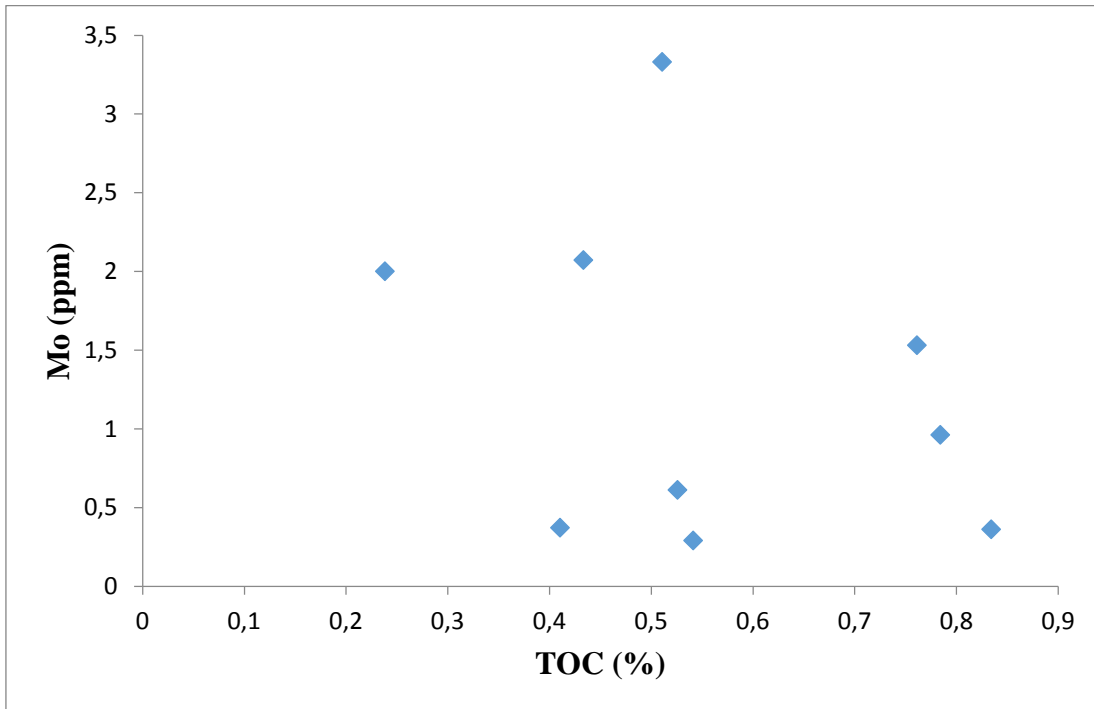
Mo miktarı alınan örneklerde 0,29 – 3,33 ppm arasındadır ve ortalama değeri 1,29 ppm'dir. Scott ve Lyons (2012) 'ye göre ortamda H₂S olabileceği ancak oksijen bakımından fakir olduğu sonucu çıkmaktadır. Şekil 5.4'te çalışma alanından alınan örnekler içerisindeki Mo miktarları ve eşik değeri gösterilmiştir. Mo bazı örneklerde zenginleşme gösterirken, bazı örneklerde ise eşik değerinin altında kalmıştır. Şekil 5.5'te Mo ve TOC arasındaki ilişki grafiği verilmiş ve Molibdenin organik karbona bağlı değişim göstermediği belirlenmiştir.

Veriler göz önüne alındığında Mo zenginleşmesinin olmadığı ve çalışma alanından alınan örneklerde S elementinin mevcut olması Scott ve Lyons (2012) araştırmalarında belirlediği

üçüncü durumu işaret eder dolayısıyla ortamın oksijen bakımından fakir olduğu düşünülmektedir.



Şekil 5.4. Kıltaşı örneklerinde Mo yoğunlukları ve Mo eşik değeri



Şekil 5.5. Örneklerdeki Mo-TOC değerlerinin grafiksel gösterimi

Kobalt

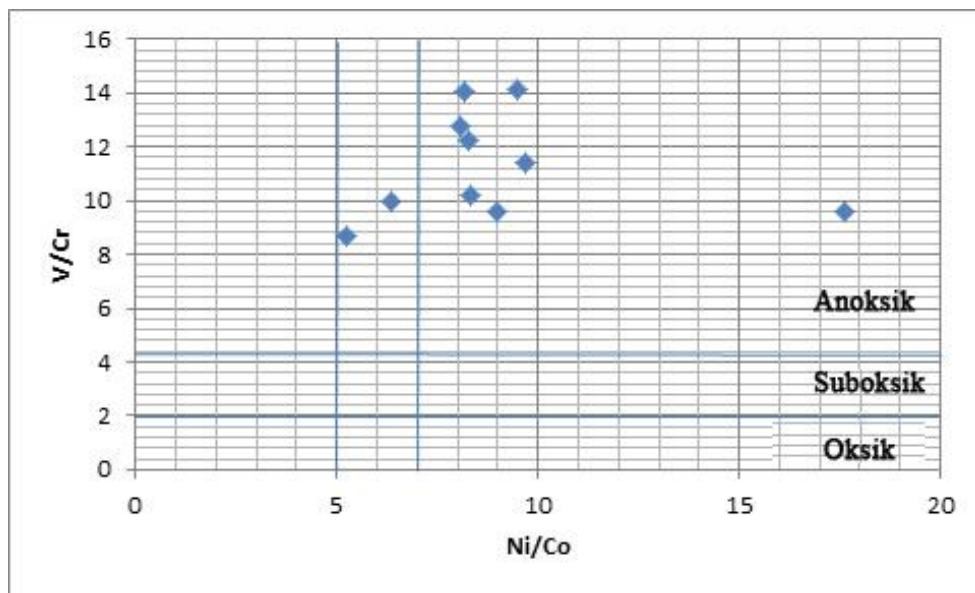
Arsuz Kızıldere formasyonundan alınan örneklerin Co konsantrasyonları ve Ni/Co değerleri Çizelge 5.3'te verilmiştir ve Co ortalaması 19,44 ppm dir. Togunwa ve Abdullah (2017), Jones ve Manning (1994) çalışmalarına göre tüm örneklerdeki Ni/Co değerleri 5'in üzerinde olduğu için ortamın anoksik redoks koşullarında olduğu belirlenmektedir.

Çizelge 5.3. Kilitaşlarının Co konsantrasyonları

Örnek No	Co (ppm)	Ni (ppm)	Ni/Co
KD 6	22,17887	212,41	9,577132
KD 7	15,02335	149,7852	9,97016
KD 8	17,62605	249,6307	14,1626
KD 9	18,22889	185,8366	10,19462
KD 11	19,26926	235,5643	12,22488
KD 13	19,56101	249,3641	12,74802
KD 14	25,66679	292,4896	11,39564
KD 15	23,02269	200,1467	8,693458
KD 16	14,46163	203,2086	14,05157
Ortalama	19,45	219,83	11,44645

Krom

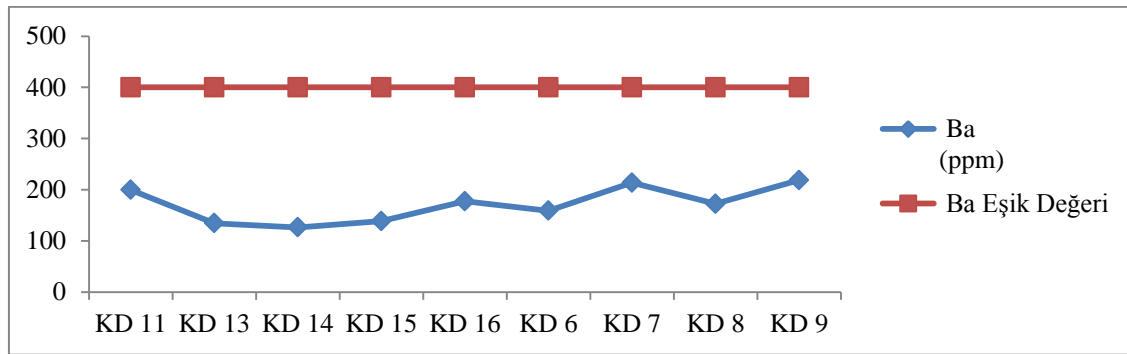
Kızıldere Formasyonuna ait kilitaşlarının V/Cr oranları 6,8 ila 9,4 arasında değişmektedir. Jones ve Manning (1994) Ni/Co ve V/Cr değerlerinden ortamsal belirteç tablosuna göre Arsuz Kızıldere Formasyonundan alınan tüm örnekler anoksik ortamı göstermektedir (Şekil 5.6).



Şekil 5.6. V/Cr ve Ni/Co değerlerinin grafiksel gösterimi

Baryum (Ba)

Çalışma alanından alınan örnekler içerisindeki Ba miktarının ortalaması 171,15 ppm'dir. Ba kayalarda ortalama 400 ppm eşik değerinde bulunur (Caner, 1970). Buna göre örneklerde Ba miktarında zenginleşmenin olmadığı görülmüştür (Şekil 5.7). Ayrıca Ba'nın etkili olarak kullanılması okyanus tabanından alınan örnekler ile mümkün olmaktadır. Bundan dolayı Ba bu çalışmada etkili bir ortam belirteci olarak kullanılmaz.



Şekil 5.7. Kıltaşı örneklerinde Ba yoğunlukları ve Ba eşik değeri

Kadmiyum (Cd)

Örneklerdeki Cd ortalama değeri -0,70 ppm'dir. Bu miktar Cd eşik değerinin altındadır. Pattan ve Pearce (2009) daki araştırmasına göre çalışma alanından alınan örneklerde Cd miktarlarının ölçümlerde eksi sonuç vermesi ortamın oksik olmadığı sonucu hakkında fikir verir. Çizelge 5.4'te çalışma alanındaki örneklerin Cd miktarları gösterilmiştir ve tüm örneklerde negatif sonuçlar ölçülmüştür.

Çizelge 5.4. Kıltaşlarının Cd konsantrasyonları

Örnek No	Cd (ppm)
KD 1	-0,6648108
KD 6	-0,6777095
KD 7	-0,7954344
KD 8	-0,6081851
KD 9	-0,7516451
KD 11	-0,5522597
KD 13	-0,7257535
KD 14	-0,7835099
KD 15	-0,7609826
KD 16	-0,7040434
Ortalama	-0,70243

İz Element Oranları ile Ortam Belirlenmesi

Çeşitli araştırmacıların çalışmalarından yararlanarak hazırlanan paleoredoks ortam belirteci iz element oranları Çizelge 5.5'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Paleoredoks ortam belirleyicileri

	Oksik	Disoksik	Anoksik	Öksinik
Ni/Co ¹	< 5	5 – 7	> 7	
V/Cr ²	< 2	2 – 4.5	>4.5	
V/(V+Ni) ³	< 0.46	0.46 – 0.60	0.54 – 0.82	> 0.84
V/Ni ⁴	<1,9	1,9 – 3	3< (Ni<90ppm)	3<(Ni<90ppm)
TOC/TS ⁵	>5	1,5 – 5	<1,5	---

^{1,2} Jones ve Manning (1994)

³ Hatch ve Leventhal (1992)

⁴ Galarraga ve diğ. (2008)

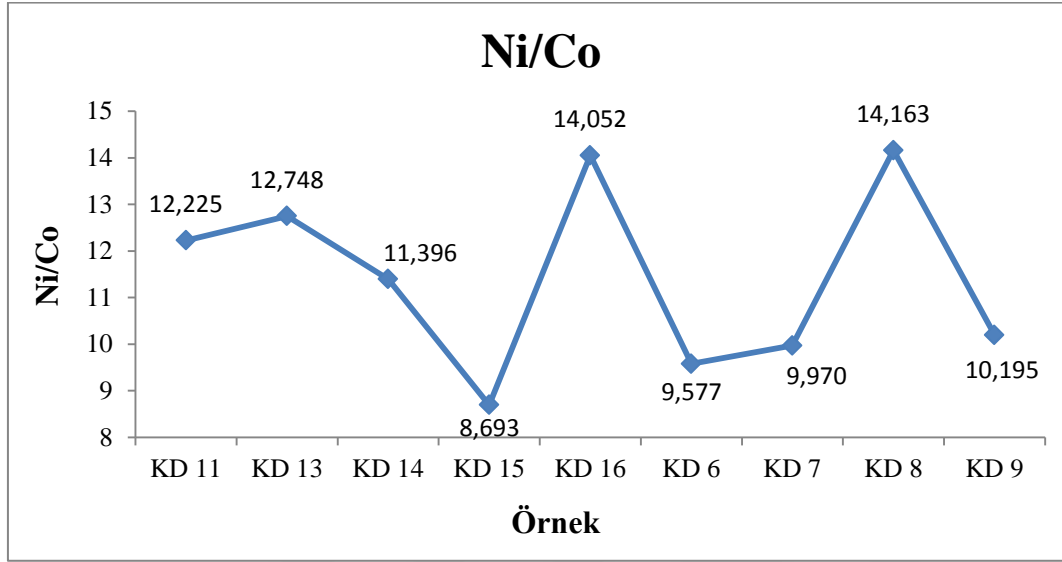
⁵ Togunwa ve Abdullah (2017)

Çizelge 5.6'da ortamın redoks koşullarının belirlenmesi için elde edilen bilgilerin değerleri verilmiştir. Bu değerler içerisinde değişim gösteren değerler KD-1 örneğidir, TOC değeri düşük olan KD-1 örneği organik maddenin korunduğu anoksik ortamdan farklı bir ortamı desteklemektedir.

Çizelge 5.6. Ortam belirteci olarak kullanılan iz elementlerin oranları

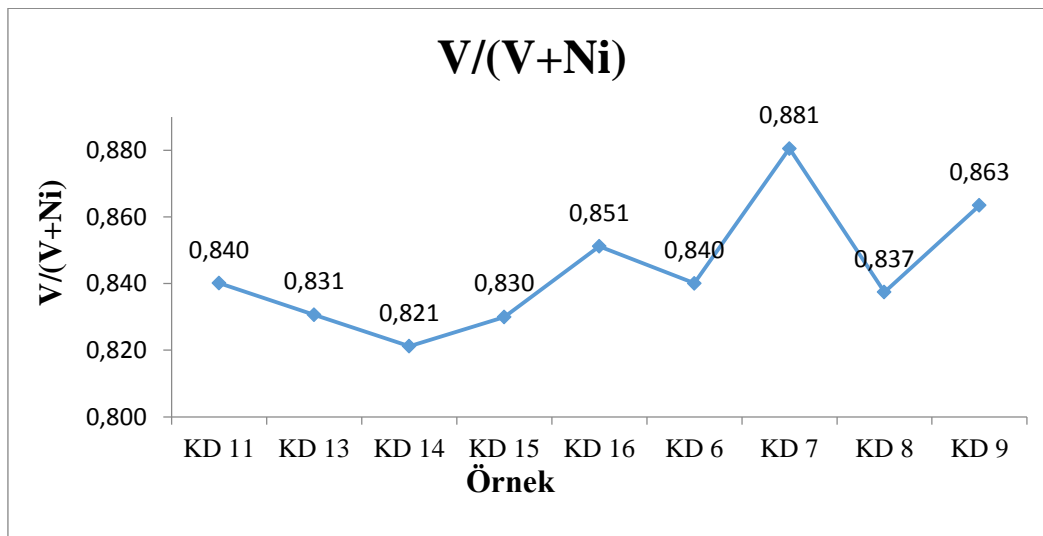
Örnek No	Ni/Co	V/Cr	V/(V+Ni)	V/Ni
KD 6	9,577132	7,8447	0,840123	5,254825
KD 7	9,97016	6,7740	0,880563	7,372602
KD 8	14,1626	9,1380	0,837436	5,15142
KD 9	10,19462	8,2102	0,86348	6,32495
KD 11	12,22488	7,3778	0,840127	5,25498
KD 13	12,74802	7,3836	0,830625	4,904057
KD 14	11,39564	8,8231	0,821235	4,59393
KD 15	8,693458	6,8904	0,829957	4,880863
KD 16	14,05157	9,4516	0,851221	5,721362
Ortalama	11,44645	7,9099	0,84386	5,49544

Çalışma alanından alınan örneklerin Ni/Co oranları Şekil 5.8’de verilmiştir ve ortalama 11,45 ppm’dir. Bu oranların farklı araştırmacılar tarafından belirlenen değerlere göre yorumlanmasında 7’den büyük olduğu görülmektedir ve anoksik ortamı işaret etmektedir.



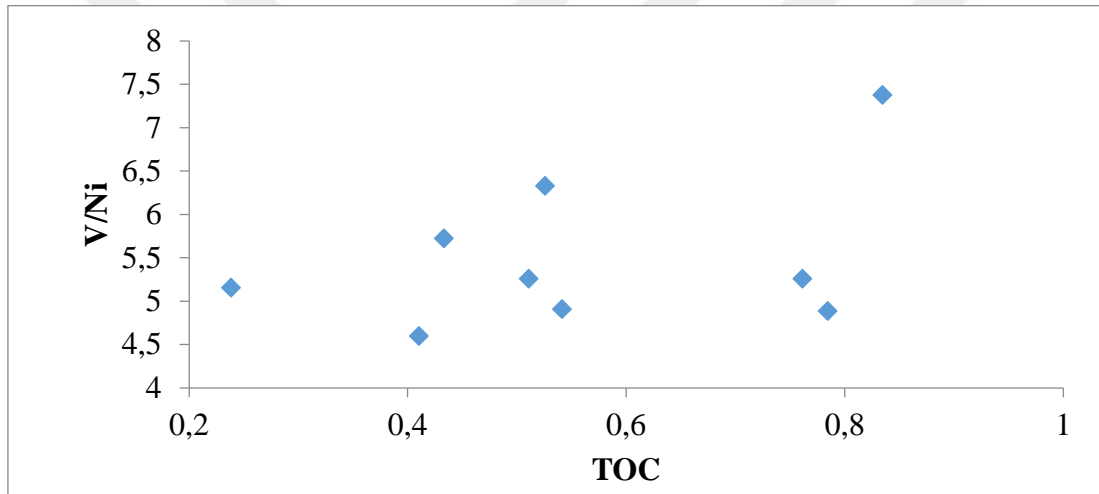
Şekil 5.8. Örneklerdeki Ni/Co oranının grafiksel gösterimi

Örneklerin iz element analizleri sonucunda elde edilen $V/(V+Ni)$ oranları 0,82 ila 0,88 arasında değişmektedir ve ortalama 0,84’dür (Şekil 5.9).

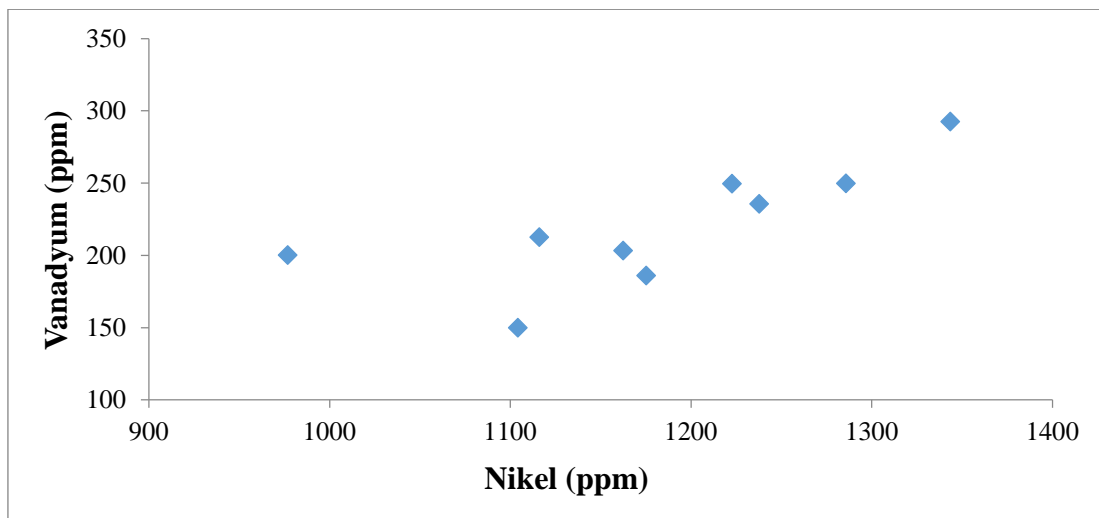


Şekil 5.9. Örneklerdeki $V/(V+Ni)$ oranının grafiksel gösterimi

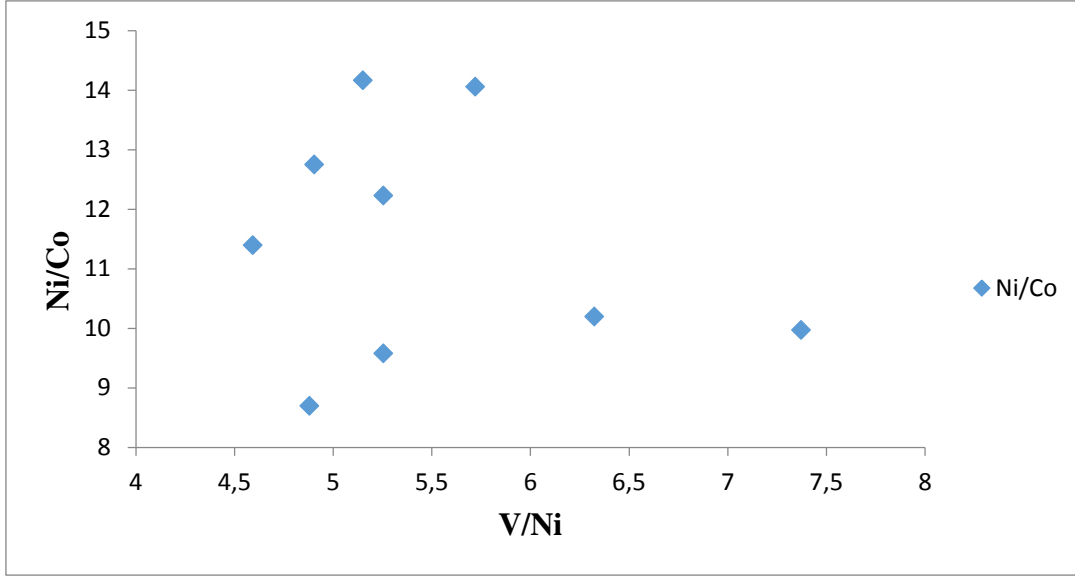
Örneklerdeki V/Ni oranı ortalama 5,5 ppm'dir. Şekil 5.10'da paleoredoks belirleyicilerinden olan V/Ni oranları ile TOC değerleri karşılaştırılmış ve V/Ni değerlerinin artışına bağlı olarak TOC değerlerinde de belirli oranda artış olduğu, aralarında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. Redoks ortam belirleyici olan V/Ni ve Ni/Co değerlerinin Şekil 5.12'de karşılaştırılmasında genel olarak pozitif bir birlikteliğin olduğu söylenebilir. Bu sonuca göre çalışma alanı olan Arsuz – Konacık mevkii oksijen bakımından fakir, organik madde üretimi için elverişli ortam koşullarına sahip olduğu düşünülmektedir. Örneklerdeki V ve Ni elementleri Şekil 5.12'de karşılaştırılmış ve sonuç olarak belirli bir düzeyde bir birileri ile ilişkili oldukları görülmüştür.



Şekil 5.10. V/Ni oranı ile TOC değerlerinin grafiksel gösterimi

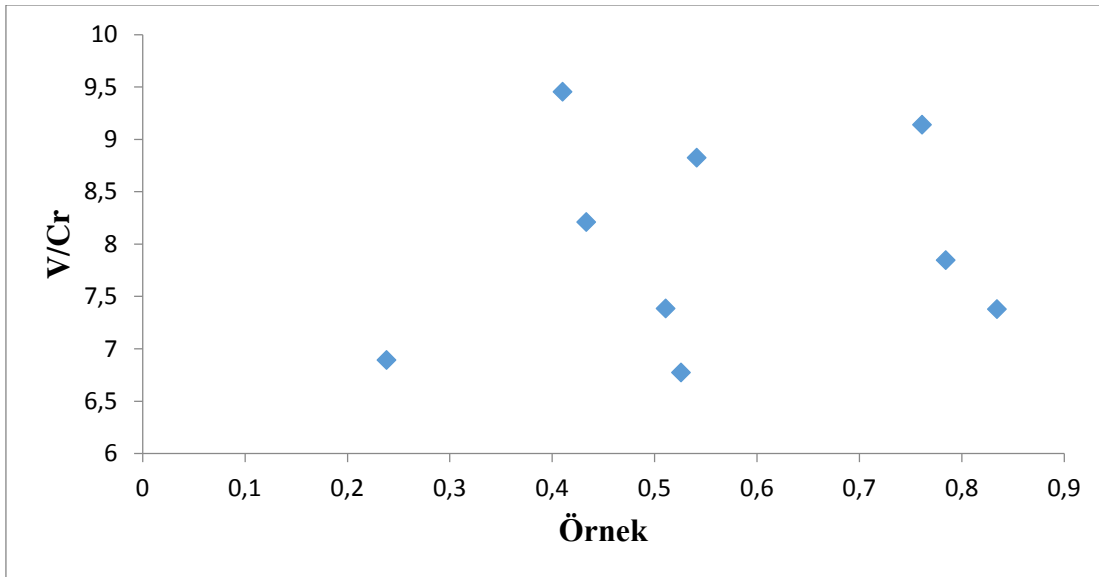


Şekil 5.11. Örneklerdeki V ve Ni miktarlarının grafiksel gösterimde karşılaştırılması

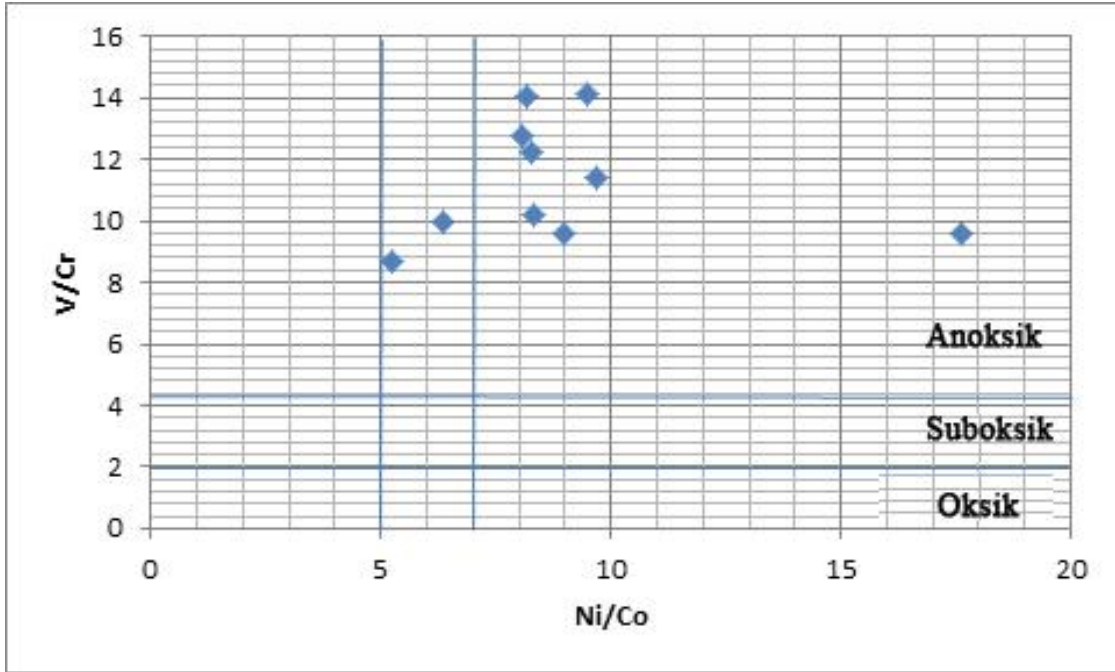


Şekil 5.12. Örneklerdeki V/Ni ve Ni/Co miktarlarının grafiksel gösterimde karşılaştırılması

Bölgede V ortalama değeri 1180,65 ppm, Cr ortalama değeri 149,26 ppm ve V/Cr oranının ortalaması 7,44 ppm'dir. Jones ve Manning (1994) tarafından belirlenen ve paleoredoks ortam belirteci olmasında kullanılan V/Cr değer aralıklarının çalışma alanındaki örnekleri değerlendirmede oranların tümünün >4.5 olduğu görülmektedir (Şekil 5.13). V/Cr oranları aynı zamanda Ni/Co oranları ile karşılaştırılarak ortam belirlenmesi yapılmaktadır (Şekil 5.14).

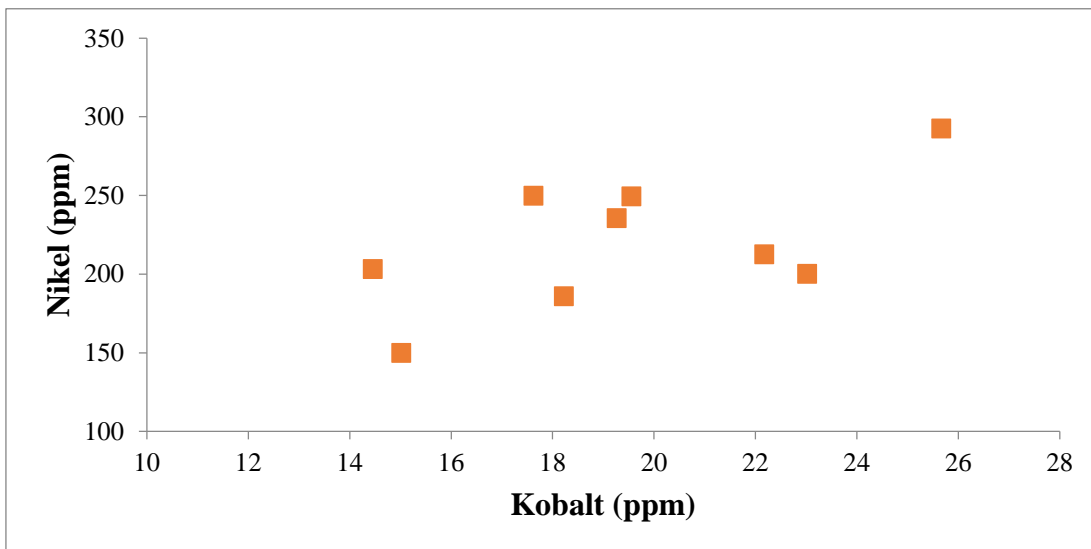


Şekil 5.13. Örneklerdeki V/Cr oranının grafiksel gösterimi

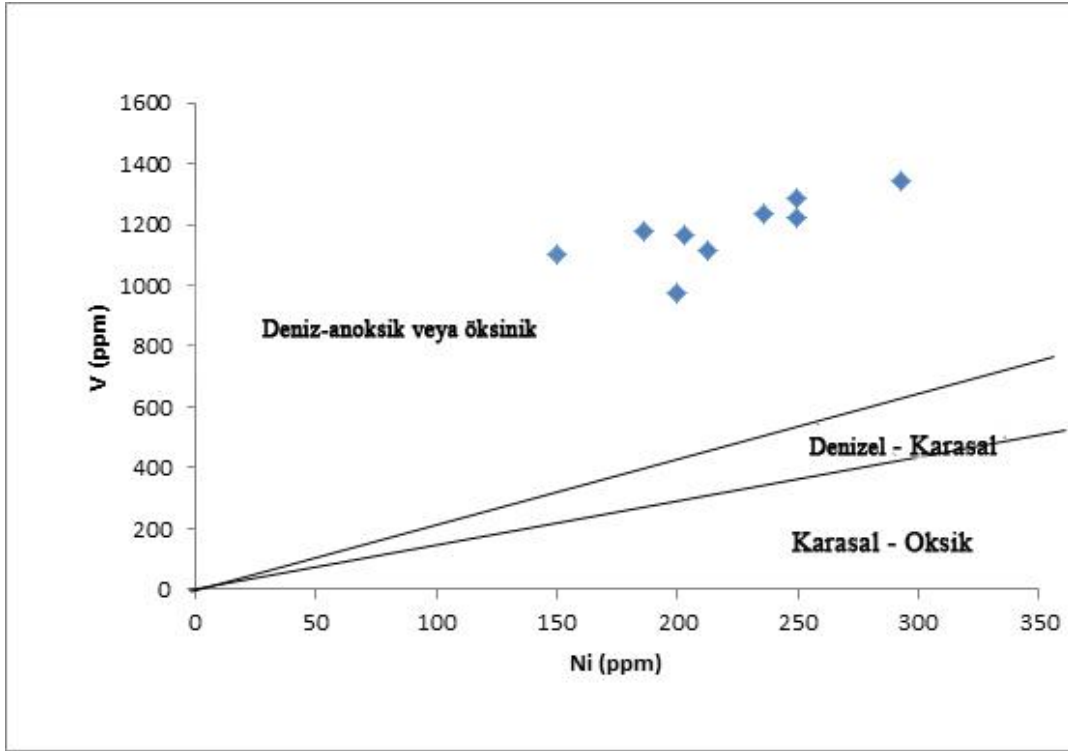


Şekil 5.14. Örneklerin Ni/Co - V/Cr grafiğinde yerleşimi

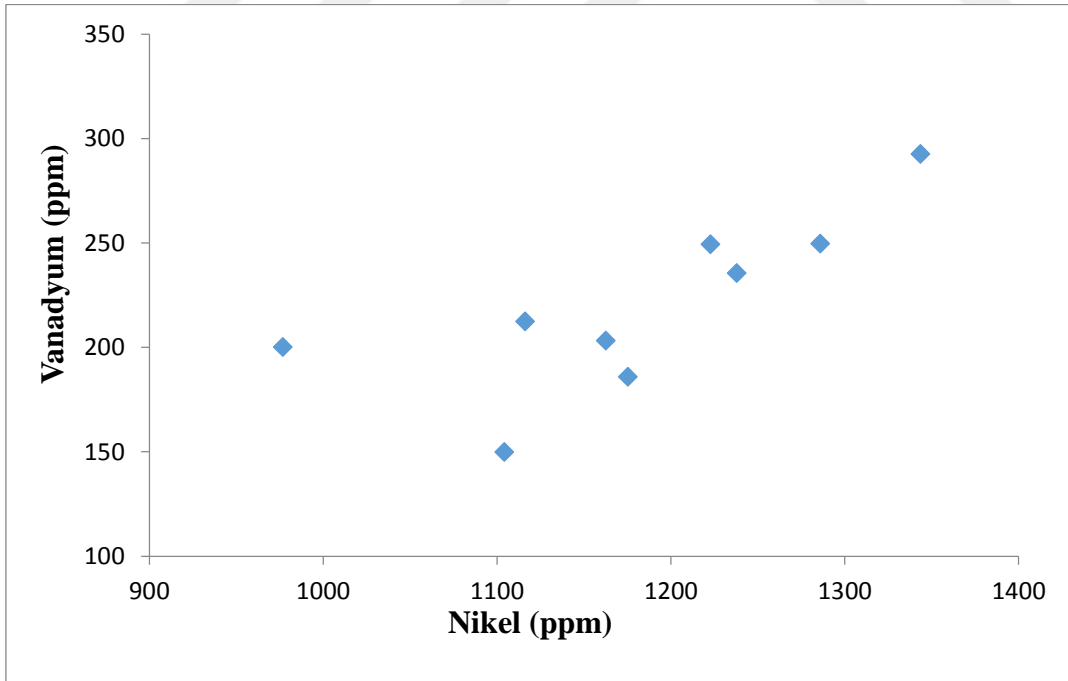
Şekil 5.15 ve 5.17’de tortul kayaç kökenini temsil eden Ni’in Co ve V arasında bir ilişkinin olduğu görülmekte ve Ni’in Co ve V ile olan pozitif korelasyonu görülmektedir. Elementler arasındaki bu ilişki Ni, Co ve V elementlerinin ortam belirteci olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Ayrıca Şekil 5.16’da verilen paleokimyasal veriler neticesinde V/Ni oranının ortam olarak denizel anoksik veya öksinik olduğu gösterilmektedir.



Şekil 5.15. Örneklerdeki Co ve Ni miktarlarının grafiksel gösterimde karşılaştırılması



Şekil 5.16. V ve Ni konsantrasyonlarının ortamsal değerlendirilmesi (Galarraga ve diğ., 2008)

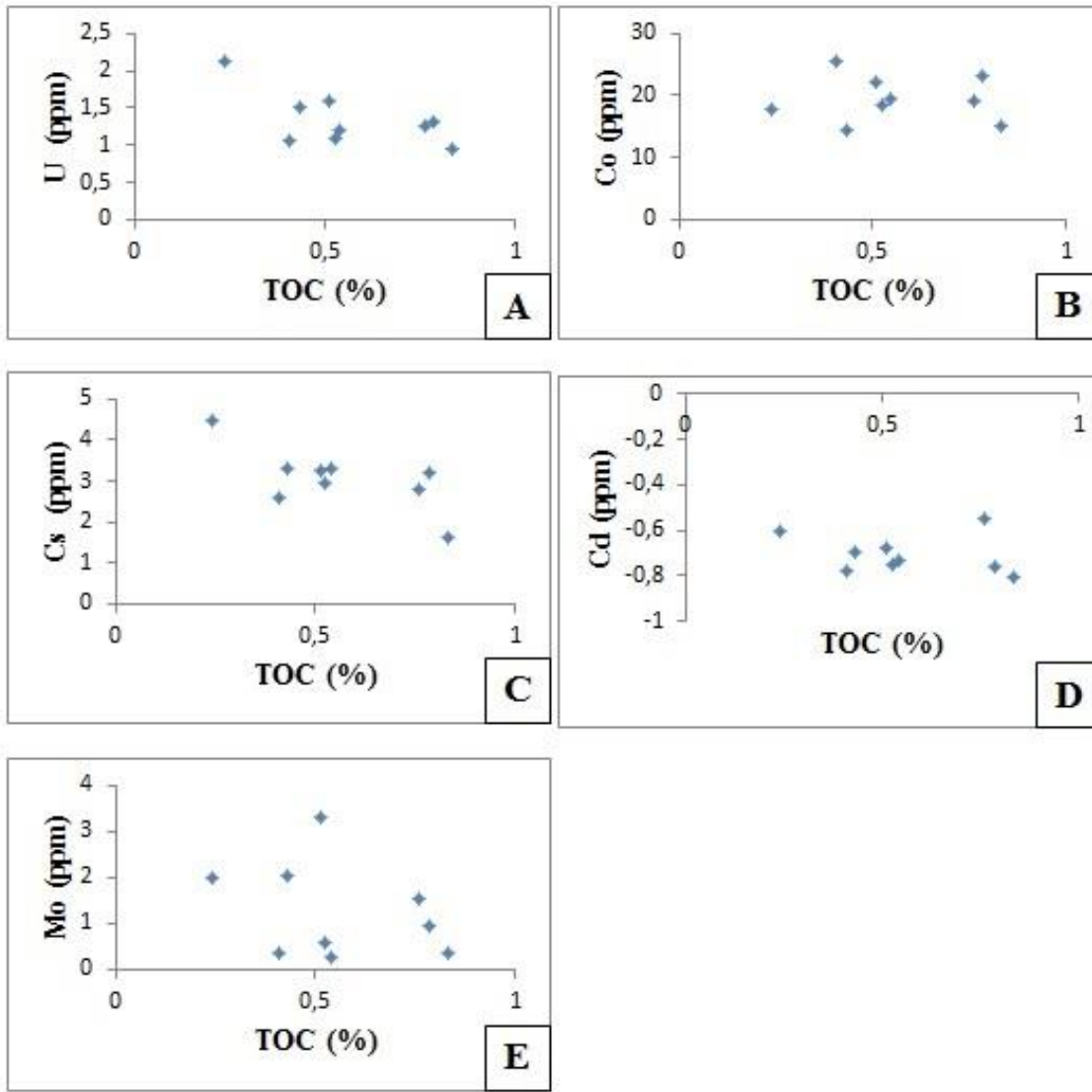


Şekil 5.17. V ve Ni değerlerinin karşılaştırılmasının grafiksel gösterimi

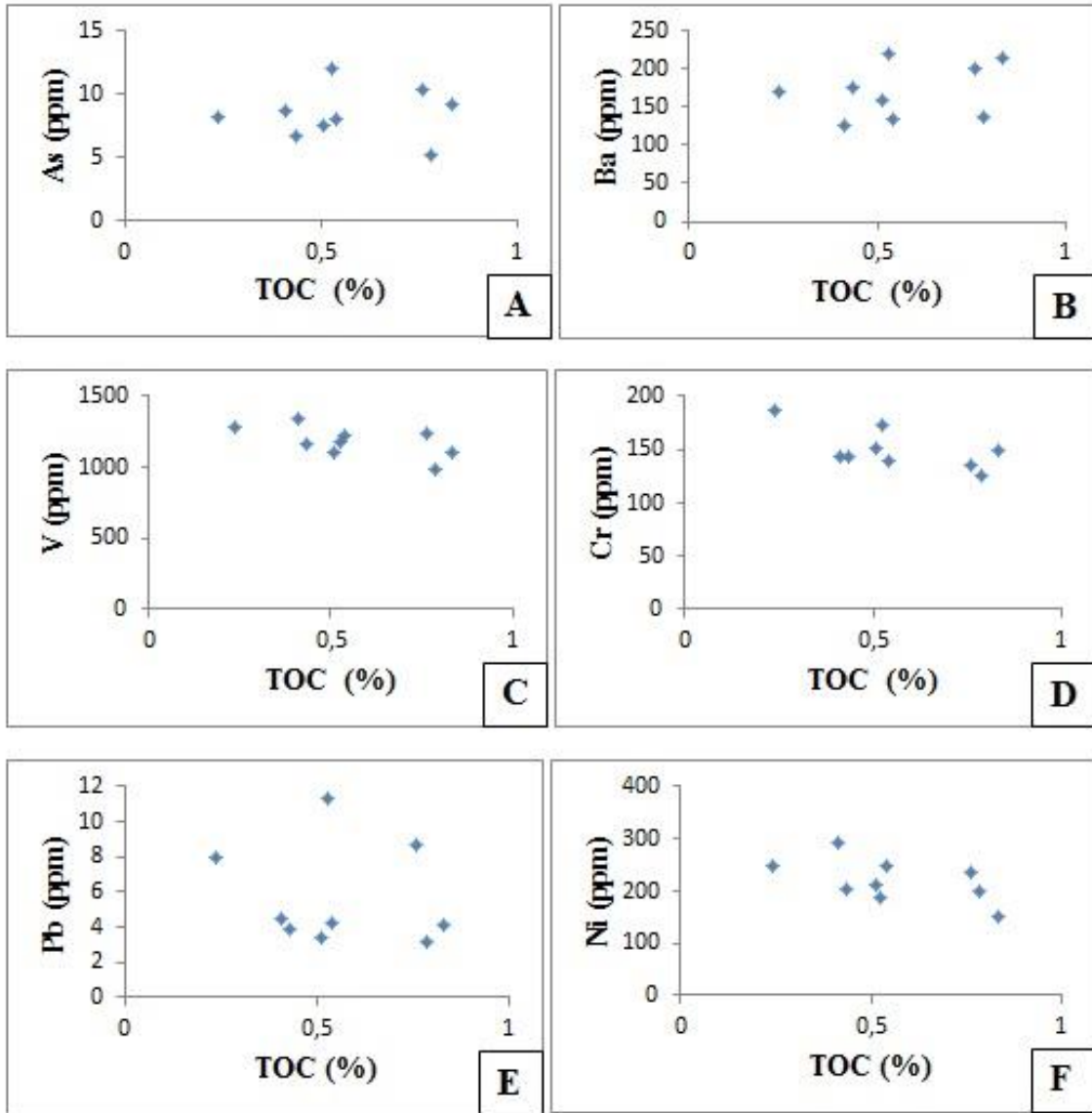
TOC ve İz Element İlişkisi

İz element konsantrasyonları ile TOC değerleri karşılaştırılmış ve benzerlik gösteren grafikler incelenmiş ve TOC değerinin oldukça düşük olduğu KD-1 örneğinin de dâhil edildiği grafikler oluşturulmuştur. İz elementlerin TOC değerleri ile karşılaştırılması yapılarak elementlerin organik malzemeler ile etkileşimde olup/olmadığını izlenmiştir. Organik madde artışı ile direkt artış gösteren iz element bulunmamaktadır ancak birbiriyle benzerlik gösteren grafikler de bulunmaktadır. Bunun yanında iz elementler zenginleşme göstermişlerdir. Ortamsal koşullarda belirleyici olarak kullanılan Li, Rb, Pb, S, Sb, As, Cs, U ve Ba elementlerinin TOC değeri düşük örnekte konsantrasyonları diğer örnekler içerisindeki konsantrasyonlarından düşük (Şekil 5.21, Şekil 5.22, Şekil 5.25, Şekil 5.26, Şekil 5.27, Şekil 5.28, Şekil 5.30, Şekil 5.32, Şekil 5.33), Co, V, Ni ve Cu elementlerinin konsantrasyon değerleri ise yüksektir (Şekil 5.23, Şekil 5.24, Şekil 5.29, Şekil 5.31).

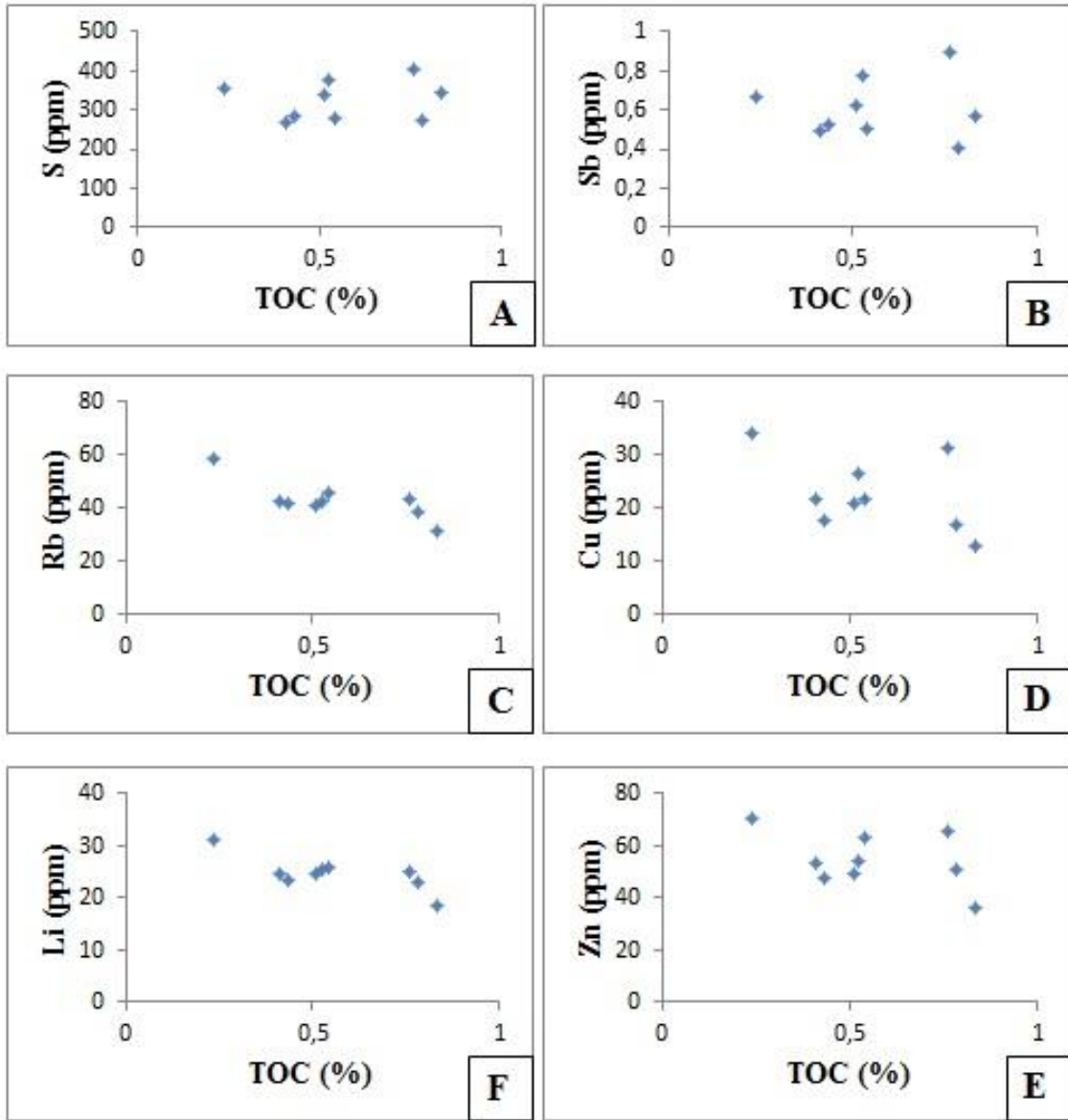
Şekil 5.18, 5.19 ve 5.20’de verilen grafilerde iz element konsantrasyonları ile TOC değerleri karşılaştırılmış ve benzerlik gösteren grafikler verilmiştir. Bu çalışmada iz elementler ile organik malzemelerin değişimini izlemek mümkün olabilmektedir. Bu elementlerin TOC değerleri ile karşılaştırılması ise bu elementlerin organik malzemeler ile etkileşimde olduğunu göstermektedir. Organik madde artışı ile direkt artış gösteren iz element bulunmamaktadır ancak benzerlik gösteren grafikler de bulunmaktadır.



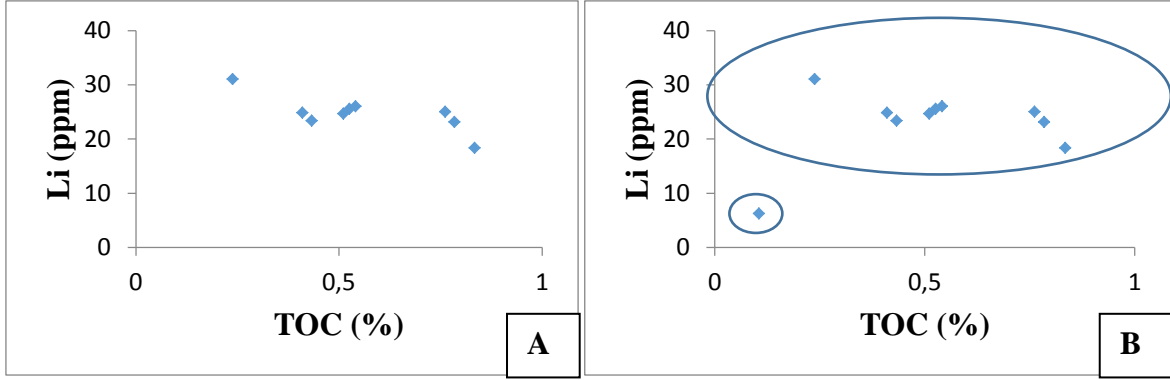
Şekil 5.18. İz element konsantrasyonlarının TOC yüzdeleri ile karşılaştırılması ve benzerliklerinin gösterimi, (A) U ve TOC karşılaştırılması, (B) Co ve TOC karşılaştırılması, (C) Cs ve TOC karşılaştırılması, (D) Cd ve TOC karşılaştırılması, (E) Mo ve TOC karşılaştırılması



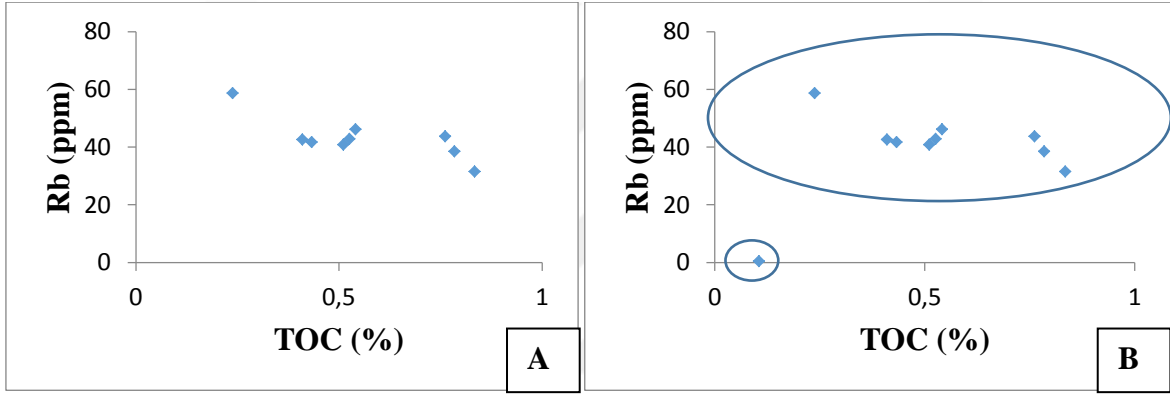
Şekil 5.19. İz element konsantrasyonlarının TOC yüzdeleri ile karşılaştırılması ve benzerliklerinin gösterimi, (A) As ve TOC karşılaştırılması, (B) Ba ve TOC karşılaştırılması, (C) V ve TOC karşılaştırılması, (D) Cr ve TOC karşılaştırılması, (E) Pb ve TOC karşılaştırılması, (F) Ni ve TOC karşılaştırılması



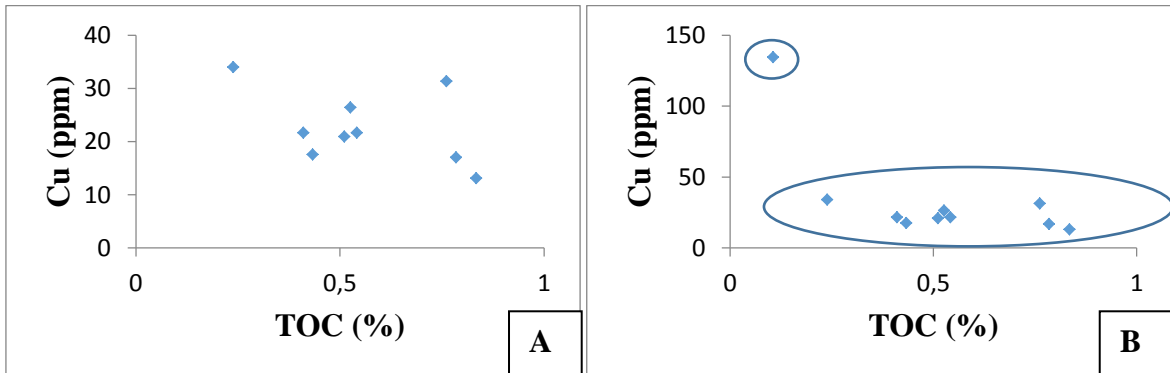
Şekil 5.20. İz element konsantrasyonlarının TOC yüzdeleri ile karşılaştırılması ve benzerliklerinin gösterimi, (A) S ve TOC karşılaştırılması, (B) Sb ve TOC karşılaştırılması, (C) Rb ve TOC karşılaştırılması, (D) Cu ve TOC karşılaştırılması, (E) Li ve TOC karşılaştırılması, (F) Zn ve TOC karşılaştırılması



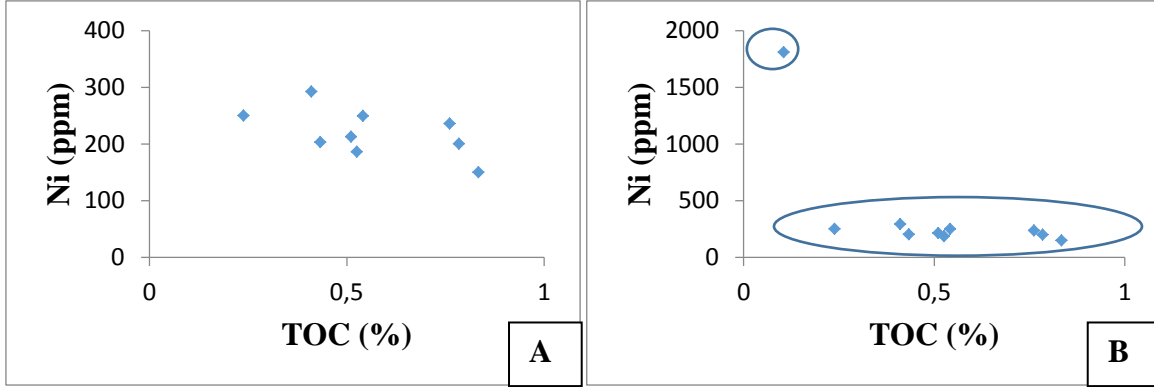
Şekil 5.21. Li konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



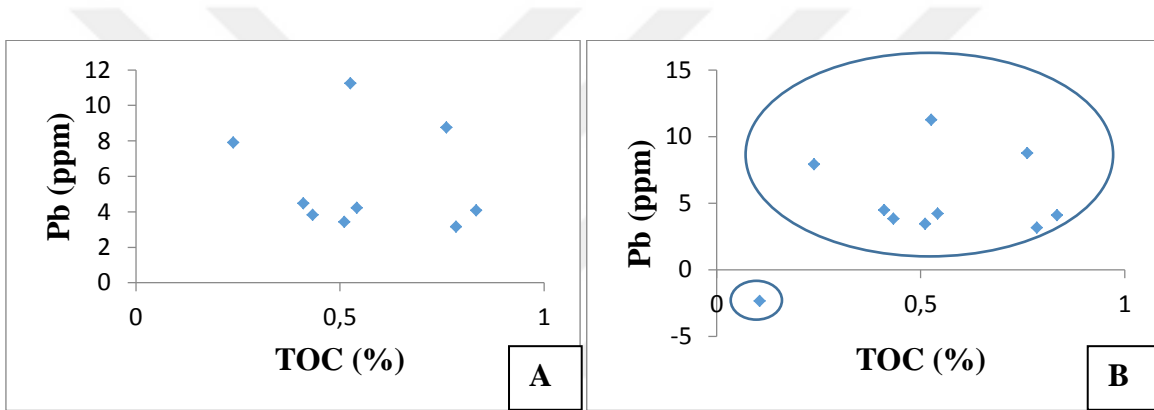
Şekil 5.22. Rb konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



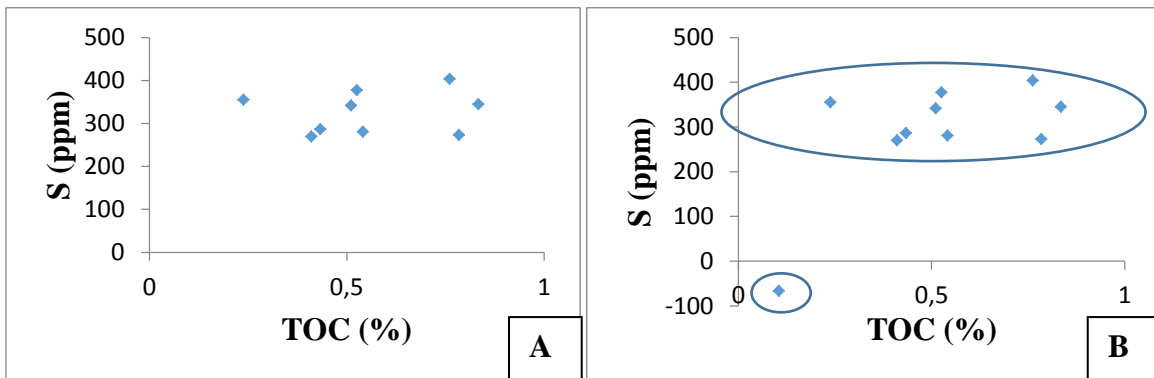
Şekil 5.23. Cu konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



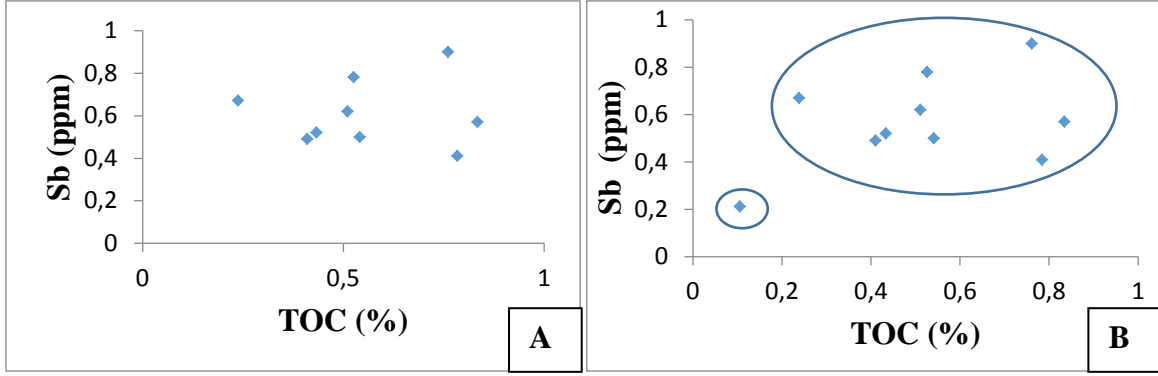
Şekil 5.24. Ni konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



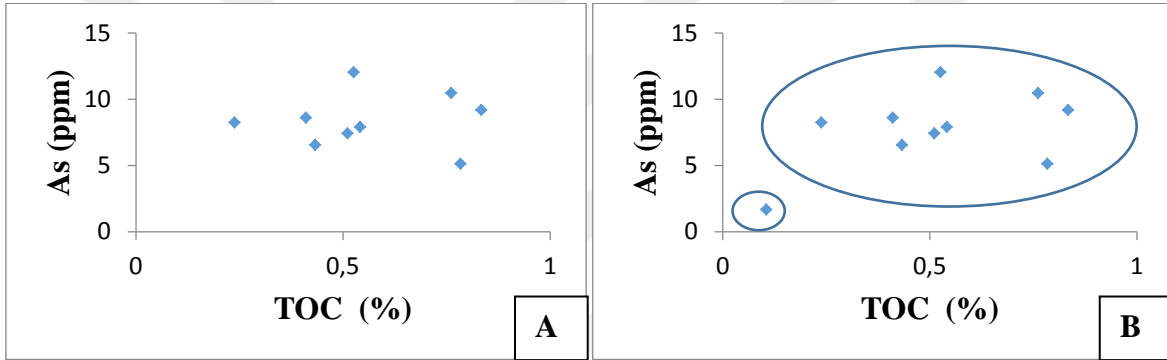
Şekil 5.25. Pb konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



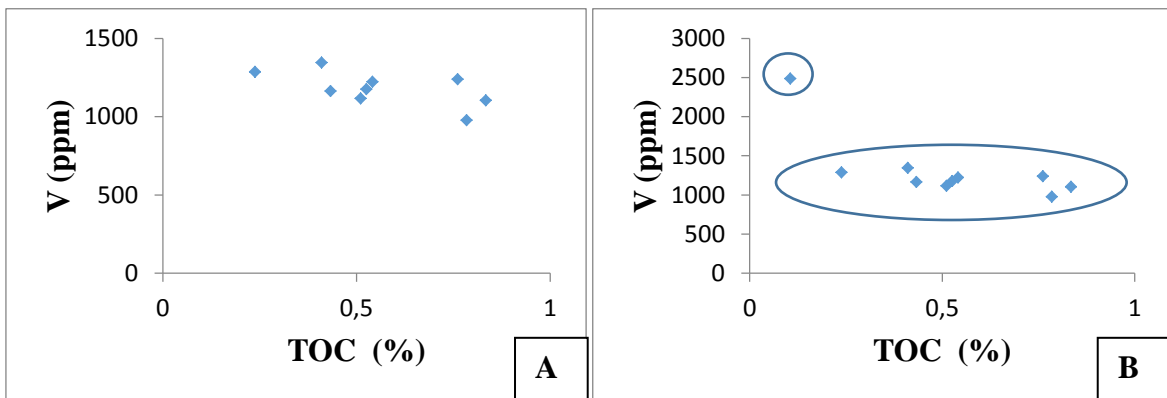
Şekil 5.26. S konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



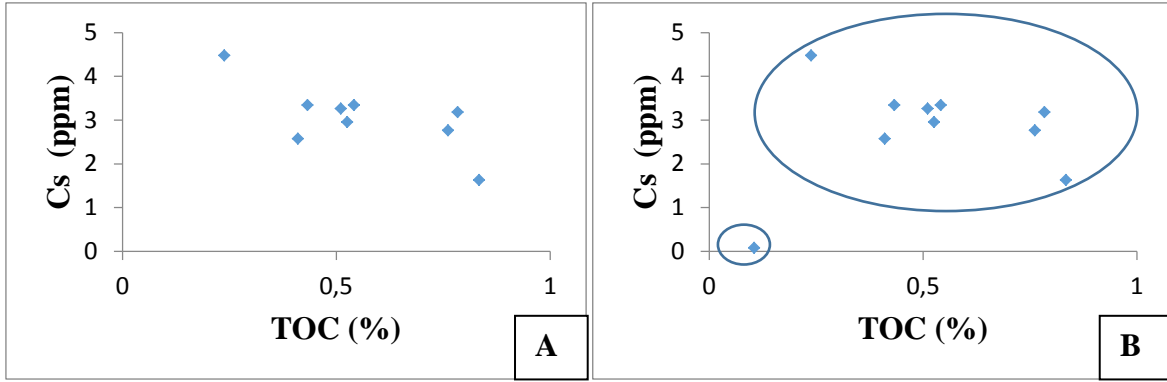
Şekil 5.27. Sb konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



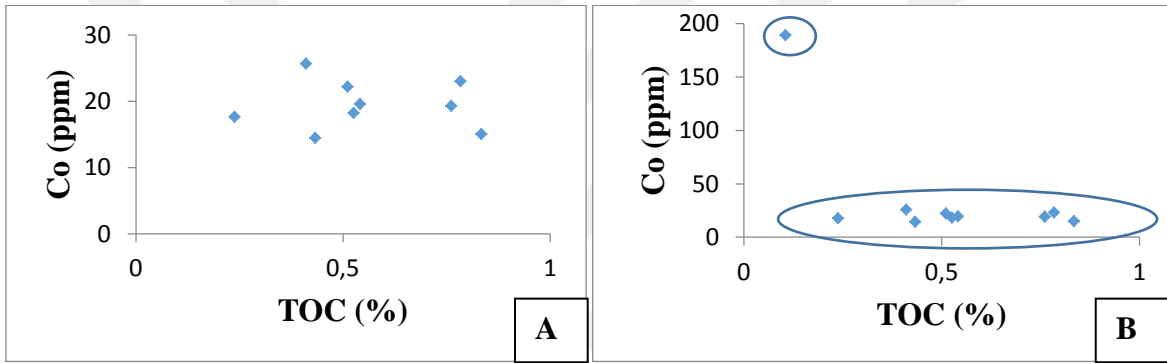
Şekil 5.28. As konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



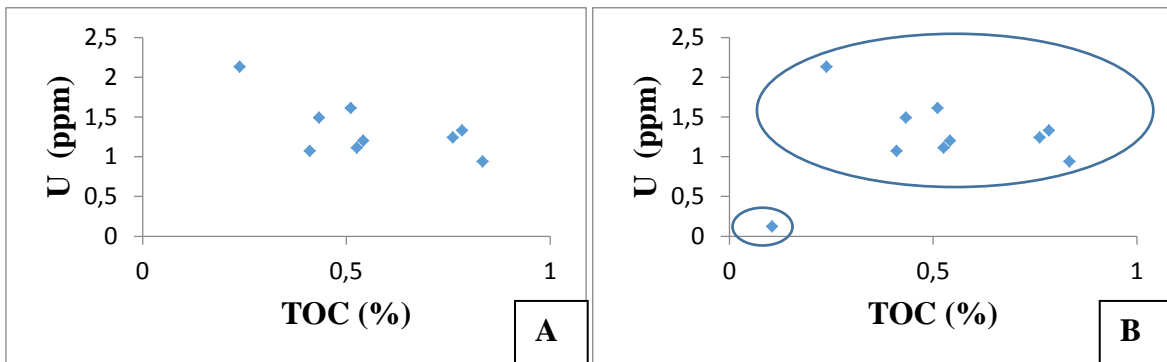
Şekil 5.29. V konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



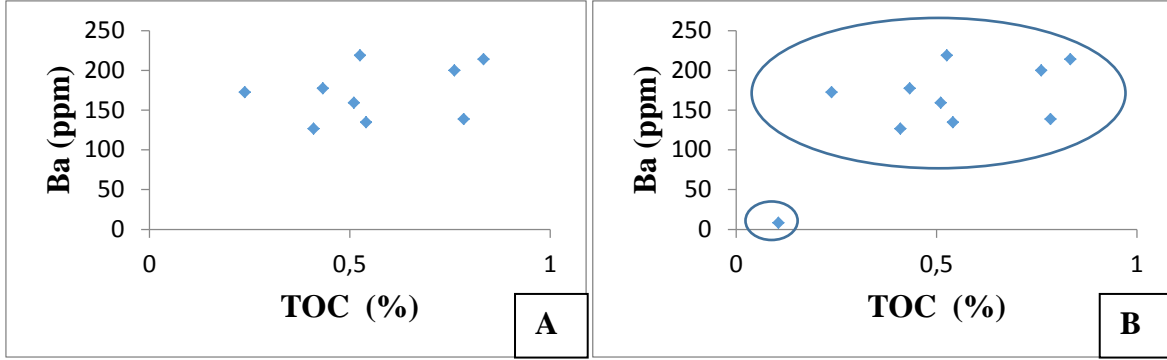
Şekil 5.30. Cs konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



Şekil 5.31. Co konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



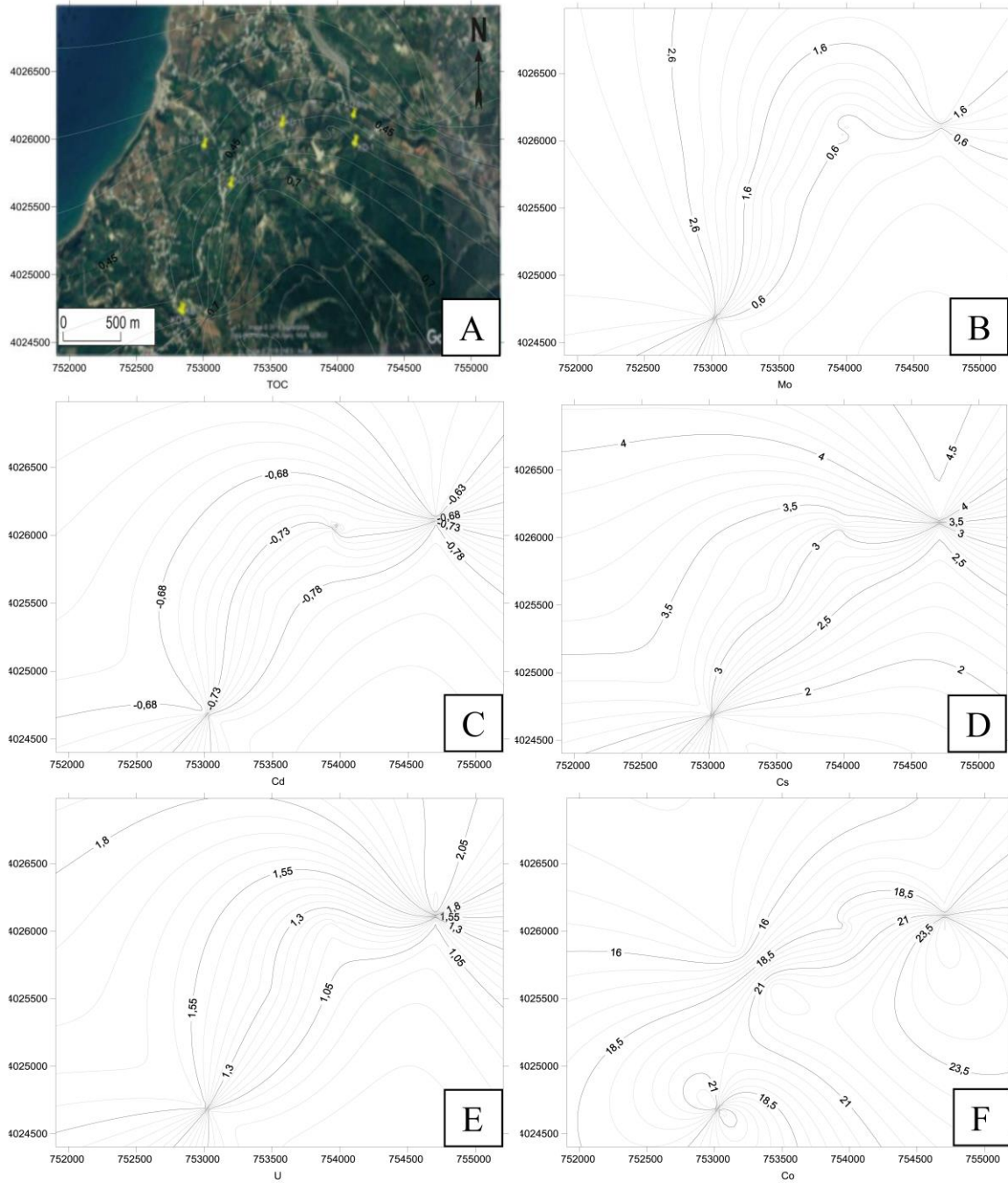
Şekil 5.32. U konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması



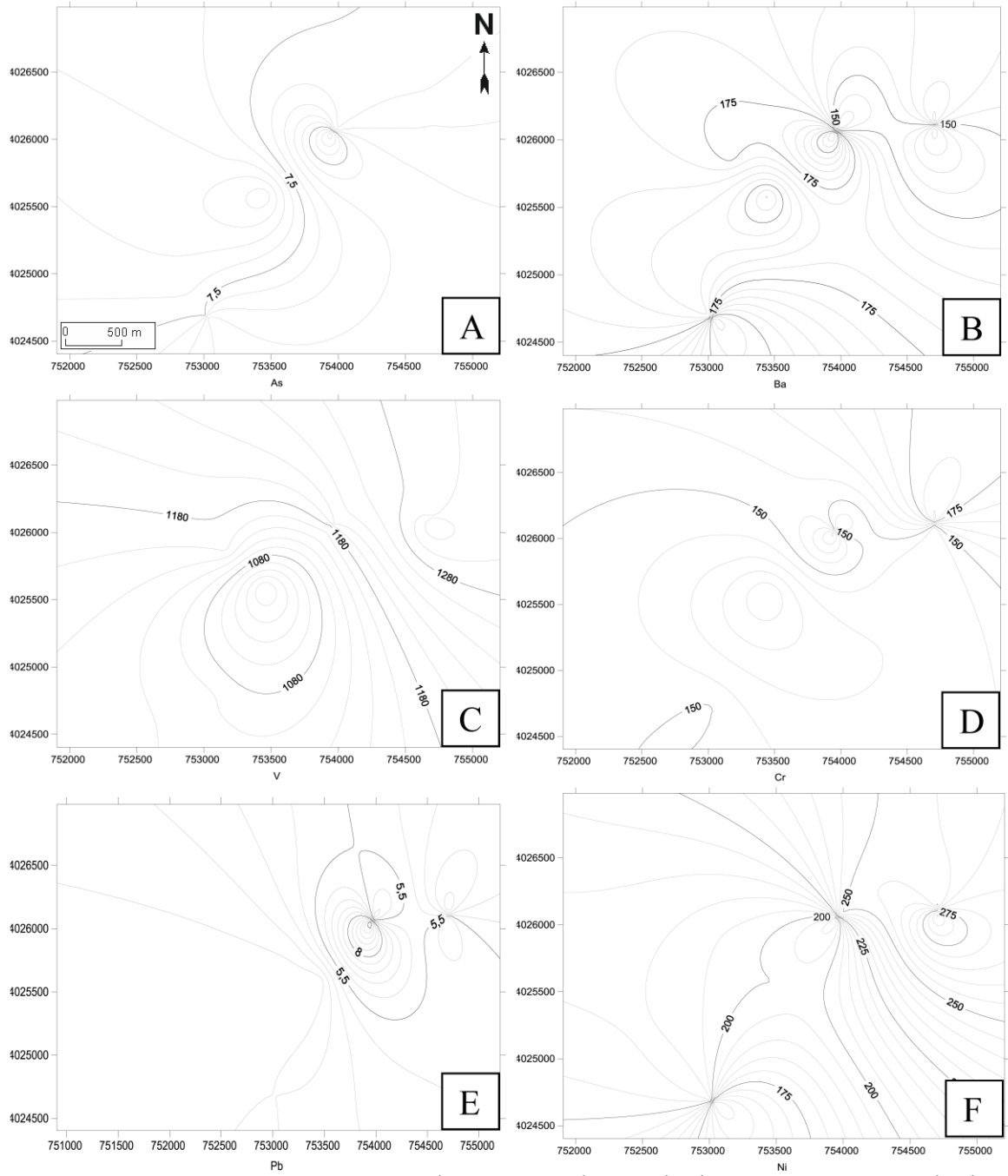
Şekil 5.33. Ba konsantrasyonu ile TOC değerlerinin karşılaştırılması, (A) TOC değeri yüksek örnekler ile karşılaştırılması, (B) TOC değerleri düşük ve yüksek örneklerin karşılaştırılması

Kıtaşlarının İz Element Kontur Haritaları

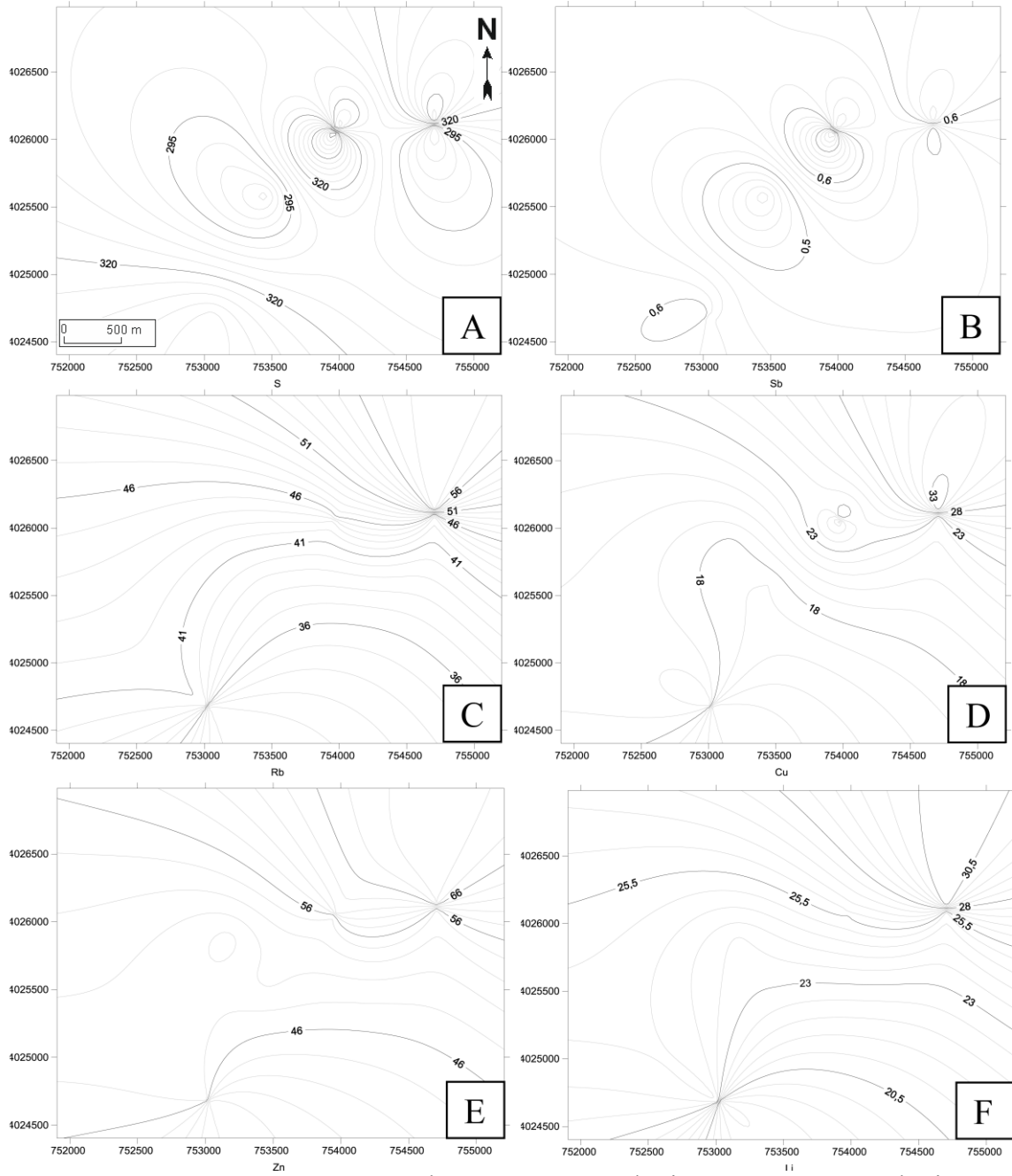
Çalışma alanından toplanan örneklerdeki element analizi sonuçlarına göre elementlerin iz düşüm haritaları çizilmiştir. Bu haritalar iz elementlerin ve TOC değerlerinin bölgesel olarak yoğunluklarını göstermektedir. Kontur haritaları verilen iz elementler birbirine benzer olma durumuna göre sınıflandırılmıştır. Co ve TOC güneydoğu yönünde artış gösterirken Mo, Cs ve U elementleri kuzeybatı yönünde artış göstermektedir. TOC arttıkça V, Ni, As, Ba, Cr, Cd, S ve Sb yönlere bağlı değişim göstermemektedir. Rb, Cu, Zn ve Li iz elementleri de güneydoğu yönünde azalmaktadır. Elementler bölgesel olarak birlikte zenginleşme ve tüketim göstermişlerdir (Harita 5.2; Harita 5.3; Harita 5.4).



Harita 5.2. Elementlerin kontur haritaları, (A) TOC kontur haritası yer buldurusu, (B) Mo kontur haritası, (C) Cd kontur haritası, (D) Cs kontur haritası, (E) U kontur haritası, (F) Co kontur haritası



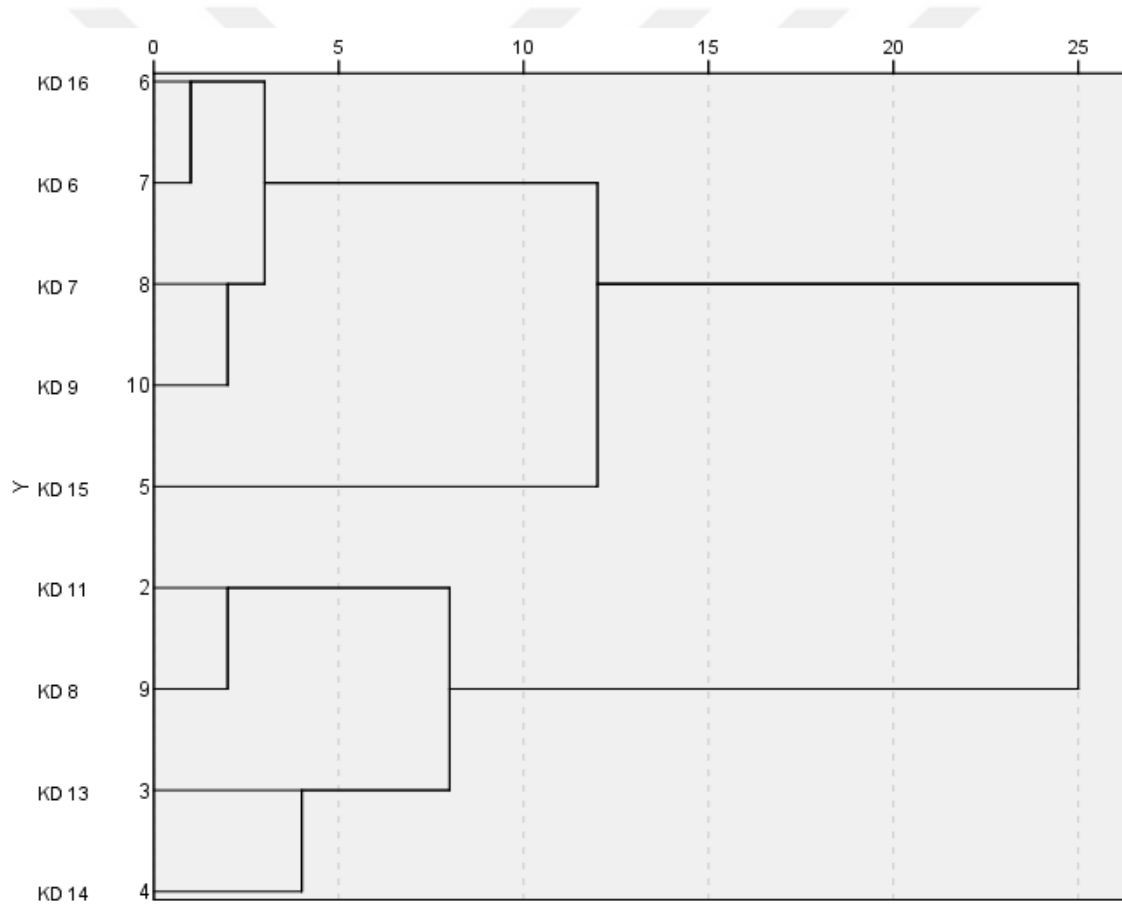
Harita 5.3. Elementlerin kontur haritaları, (A) As kontur haritası, (B) Ba kontur haritası, (C) V kontur haritası, (D) Cr kontur haritası, (E) Pb kontur haritası, (F) Ni kontur haritası



Harita 5.4. Elementlerin kontur haritaları, (A) S kontur haritası, (B) Sb kontur haritası, (C) Rb kontur haritası, (D) Cu kontur haritası, (E) Li kontur haritası, (F) Zn kontur haritası

5.3. Verilerin Ward Yöntemiyle Kümelenmesi

Kızıldere Formasyonu kiltaşlarının istatistiksel değerlendirilmesinde benzerlikleri belirlemek amacı ile cluster analizi yapılmıştır (Şekil 5.34). Dendrogram TOC ve tüm iz elementlerin yoğunluk verileri kullanılarak yapılmış ve iki grup belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Bu iki grup örneklerinin harita konumlarına bakıldığında KD 16, KD 6, KD7, KD 9, KD 15 örneklerini kapsayan sınıf-1 bölgenin güneybatısında yer almaktadır. Diğerleri ile belirgin bir çizgi ile ayrıldığı görülmektedir. Örneklerin konumları anoksik ortamının güneydoğu yönünde geliştiğini destekler durumdadır. Bu dendrograma göre ortamsal verilerin desteklenmesinde iz elementlerin rahatlıkla kullanılacağı görülmektedir.



Şekil 5.34. Ward bağlantısı kullanarak oluşturulmuş dendrogram

6. SONUÇLAR

Çalışma Arsuz yöresinde Kızıldere Formasyonundaki birimlerin incelenmesini kapsamaktadır. Kumtaşı-kiltaşı ardışımının yaygın olarak görülmesi ve bu ardışımın evaporitik örtü kaya ile kaplanmış olması bölgede hidrokarbon potansiyelinin olduğunu jeolojik olarak desteklemektedir.

Petrol ümitli bölgeler Miyosen döneminde oluşmuştur ve formasyonlar; çakıltaşlarından oluşan Kalecik Formasyonu (Orta Miyosen), resifal kireçtaşlarından oluşan Horu Formasyonu (Orta Miyosen) ve Kızıldere Formasyonudur. Bu birimler arasında rezervuar kaya olma özelliği ile Horu formasyonu ve petrol rezervuar kaya kaynak kaya ve örtü kaya niteliklerini sağlayan Kızıldere formasyonu önem taşımaktadır. Orta-Geç Miyosen yaşlı formasyon genellikle Konacık (Arsuz) yöresinde tipik olarak gözlemlenmektedir. Kum ve kil ardışımının yaygın olduğu formasyonda gri-sarı renkli kumtaşlarının kalınlıkları 10-50 cm arasında orta-kalın tabakalı, gri renkli kilttaşları ise 2-30 cm arasında ince-orta tabakalıdır. Kumtaşı ve kilttaş ardışımının üstünde yer yer tabakalı jibs seviyeleri gözlemlenmektedir ve katman kalınlıkları 5-15 cm arasındadır. Derinlere inildikçe kilttaş tabakaları 102 cm'ye kadar kalınlaşmaktadır. Orta Miyosen sonrası tektonizmanın etkin olmasından dolayı formasyonda tektonik çatlaklar yaygın olarak gözlemlenmektedir. Jibsler ile birlikte ardışımlı marnlar içerisinde bitki kalıntıları gözle görülebilmektedir.

Lagünel ortamda oluşan ve kilttaş ve tabakalı evaporitli serilerle ardışımlı bulunan Kızıldere kumtaşlarının ve kilttaşlarının toplam organik karbon (TOC) içeriği ve bitki kalıntılarının tespiti de petrol potansiyelini gösteren önemli bulgulardır. Aynı zamanda bölgede toplanan örneklerdeki kilttaşlarının TOC değerleri petrol üretebilir olduklarını göstermektedir.

Kilttaş örneklerinde Toplam Organik Karbon ortalamaları 0.56 değerindedir. Bu değer Ruble et al. (2015) e göre kilttaşlarının petrol üretimine uygun olduğunu göstermektedir ki çalışma alanından alınan KD-6, KD-7, KD-9, KD-11, KD-13 ve KD-15 örnekleri organik karbon miktarı % 0,5 değerinin üzerindedir. Orta derecede organik karbon üreten kaynak kaya olma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir.

Ortamsal koşulların belirlenmesinde kullanılan Ni/Co, V/Cr, V/(V+Ni) ve V/Ni oranlarının ortalaması sırasıyla 11,45; 7,9; 0,84; 5,5'dir (Bkz. Çizelge 5.6).

V elementinin 10 kattan daha fazla zenginleştiği belirlenmiştir. Vanadyum anoksik eğiliminde olan bir elementtir ve çalışma alanında V zenginleşmesi ortamın anoksik olduğunu göstermektedir (Bkz. Şekil 5.3).

Mo çalışma alanında belirli noktalarda eşik değerin üzerinde izlenmesine rağmen Mo-TOC arasında bir ilişki görülmediğinden zenginleşmenin organik madde miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklerden elde etmiş olduğumuz Mo miktarı 25 ppm'den az çıkmıştır. Bu durumda Scott ve Lyons (2012) 'a göre ortamda H₂S mevcut olduğunu ama oksijen bakımından fakir olduğu söylenebilir (Bkz. Şekil 5.5).

Örneklerdeki Ni/Co oranının ortalama 11,45 ppm olması çalışma alanın anoksik ortam koşullarında olduğunu göstermektedir (Bkz. Çizelge 5.5).

Jones ve Manning (1994) tarafından belirlenen ve paleoredoks ortam belirteci olmasında kullanılan V/Cr değer aralıklarının çalışma alanındaki örnekleri değerlendirmede oranların tümünün >4.5 olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında çalışma alanının anoksik ortam koşullarında olduğu belirlenir (Bkz. Şekil 5.13).

Çalışma alanlarından alınan örneklerin V/(V+Ni) oranlarının ortalaması 0,84 ppm olması ortamın oksijen bakımından fakir öksinik şartlar sınırında ve anoksik şartlarda olduğunu, hidrokarbon üretimi ve korunması için ideal şartlara işaret etmektedir (Bkz. Şekil 5.9).

V/Ni değerleri ile TOC değerleri karşılaştırılmış ve V/Ni değerlerinin artışına bağlı olarak TOC değerlerinde de belirli oranlarda artış olduğu görülmektedir. Ayrıca Galarraga ve diğerlerinin 2008'deki V/Ni çalışmasına göre çalışma alanında Ni konsantrasyonu tüm örneklerde 90 ppm'in üzerinde olduğundan formasyonun oksijenin çok az olduğu öksinik ortam koşullarında olabileceğine işaret etmektedir (Bkz. Şekil 5,10; Şekil 5.11).

Tortul kayaç kökenini temsil eden Ni'in Co ve V arasında bir ilişkinin olduğu görülmekte ve pozitif korelasyonu dikkat çekmektedir. Bu elementler arasındaki ilişki Ni, Co ve V ortamsal değişimlere bağlı olarak zenginleştiğini/tükendiğini göstermektedir.

TOC değeri oldukça düşük olan organik maddenin korunamadığı örnekte element konsantrasyonları diğer örneklerdeki element konsantrasyonlarından büyük oranda farklılık göstermiştir. Buna göre TOC değeri düşük örnekte V, Ni, Co ve Cu elementlerinin konsantrasyonları daha fazla, Li, Rb, Pb, S, Sb, As, Cs, U ve Ba elementlerinin konsantrasyonları ise daha az zenginleşmiştir. KD-1'in alındığı alana göre anoksik olarak belirlediğimiz çalışma alanında V, Ni, Co ve Cu elementleri tükenme göstermiş, Li, Rb, Pb, S, Sb, As, Cs, U ve Ba elementleri ise zenginleşmiştir.

Co ve TOC güneydoğu yönünde artış gösterirken Mo, Cs ve U elementleri kuzeybatı yönünde artış göstermektedir. TOC arttıkça V, Ni, As, Ba, Cr, Cd, S ve Sb yönlerine bağlı değişim göstermemektedir. Rb, Cu, Zn ve Li iz elementleri de güneydoğu yönünde azalmaktadır. Elementler bölgesel olarak birlikte zenginleşme ve tüketim göstermişlerdir (Bkz. Harita 5.2; Harita 5.3; Harita 5.4).

TOC ve tüm iz elementlerin yoğunluk verileri kullanılarak yapılan dendrogramda iki grup belirgin olarak ortaya çıkmıştır. Bu iki grup örneklerinin harita konumlarına bakıldığında KD 16, KD 6, KD7, KD 9, KD 15 örneklerini kapsayan sınıf-1 bölgenin güneybatısında yer almaktadır. Diğerleri ile belirgin bir çizgi ile ayrıldığı görülmektedir. Örneklerin konumları anoksik ortamının güneydoğu yönünde geliştiğini destekler durumda olduğu görülmüştür (Bkz. Şekil 5.34).

Arsuz Kızıldere Formasyonunu konu alan çalışma ile bölgenin orta derecede hidrokarbon potansiyeline sahip olduğu, bu organik malzemelerin korunabileceği ortamın anoksik koşullarda yer almasından dolayı organik madde üretiminin devam edebileceği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKÇA

- Akinlua, A., Sigidle, A., Buthelezi, T. and Fadipe, O. A. (2015). Trace element geochemistry of crude oils and condensates from South African Basins. *Marine and Petroleum Geology*, 59, 286-293.
- Aksu, R.ve Demirkol, S.C. (2001). İskenderun Baseninin Kantitatif Baseninin Kantitatif Basen Modellemesi ve Hidrokarbon Potansiyeli. *TPJD Bülteni*, 13(1), 65-117.
- Bakshi, T., Prusty, B. K., Pathak, K., Nayak, B. R., Mani, D. and Pal, S. K. (2017). Source rock characteristics and pore characterization of Indian shale. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 45, 761-770.
- Baumgardner, R. W. and Hamlin, H.S. (2014). Core-based Geochemical study of Mudrocks in Basinal Lithofacies in the Wolfberry Play, Midland Basin, Texas, Part II. *Search and Discovery Article* 10572.
- Bhattacharya, S. and Carr, T. R. (2016). Integrated Petrofacies Characterization and Interpretation of Depositional Environment of the Bakken Shale in the Williston Basin, North America. *Petrophysics*, 57(02), 95-110.
- Bou Daher, S., Nader, F.H., Müller, C. and Littke, R. (2015). Geochemical and petrographic characterization of Campanian–Lower Maastrichtian calcareous petroleum source rocks of Hasbayya, South Lebanon. *Marine and Petroleum Geology* 64, 304-323.
- Boulton, S. J., Robertson, A. H., Ellam, R. M., Şafak, Ü. and Ünlügenç, U. C. (2007). Strontium isotopic and micropalaeontological dating used to help redefine the stratigraphy of the neotectonic Hatay Graben, southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 16(2), 141-179.
- Brekhuntsov, A.M., Nesterov, I. I. and Nechiporuk, L. A. (2017). Oil and gas resources of the Jurassic horizons of West Siberia: The current state and prospects for

exploration in the context of the predictions by Academician I.M. Gubkin. *Russian Geology and Geophysics* 58, 362–370.

- Burger, M., Gundlach-Graham, A., Allner, S., Schwarz, G., Wang, H. A., Gyr, L., Burgener, S., Hattendorf, B., Grolimund, D. and Günther, D. (2015). High-speed, high-resolution, multielemental LA-ICP-TOFMS imaging: Part II. Critical evaluation of quantitative three-dimensional imaging of major, minor, and trace elements in geological samples. *Analytical chemistry*, 87(16), 8259-8267.
- Calvert, S. E., and Pedersen, T. F. (1992). Organic carbon accumulation and preservation in marine sediments: How important is anoxic in Whelan, J., and Farrington, J. W., editors, *Organic Matter*. *New York University Press*, 231–263.
- Caner, G. (1970). Tras Elemanlarının (İz Elementler) Mineral ve Kayaçlar İçerisindeki Dağılımı. Ankara: *Mad. Y. Müh. M.T.A. Enstitüsü, Cilt IX*, (4), 41 – 49.
- Charsky, A. and Herron, S. (2013). Accurate, direct total organic carbon (TOC) log from a new advanced geochemical spectroscopy tool: comparisons with conventional approaches for TOC estimation. Pennsylvania: *AAPG Paper 1547013, presented at the AAPG Annual Conference and Exhibition, Pittsburgh*.
- Cheng, B., Chen, Z., Chen, T., Yang, C. and Wang, T. G. (2018). Biomarker signatures of the Ediacaran–Early Cambrian origin petroleum from the central Sichuan Basin, South China: Implications for source rock characteristics. *Marine and Petroleum Geology Vol.*, 96, 577-590.
- Chen, Z., Wang, T. G., Li, M., Yang, F. and Cheng, B. (2018). Biomarker geochemistry of crude oils and Lower Paleozoic source rocks in the Tarim Basin, western China: An oil-source rock correlation study. *Marine and Petroleum Geology Vol.*, 96, 94-112.

- Demirel, I. H. and Kozlu, H. (1997). Evaluation of burial history, thermal maturity and source-rock assessment of the Upper Paleozoic succession of the eastern Taurus region, southern Turkey. *Marine and Petroleum Geology*, 14(7-8), 867-877.
- Dill, H. (1986). Metallogenesis of Early Paleozoic Graptolite Shales from the Graefenthal Horst (Northern Bavaria-Federal Republic of Germany). *Economic Geology* Vol. 81, 889–903.
- DiMarzio, J. M., Georgiev, S. V., Stein, H. J. and Hannah, J. L. (2018). Residency of rhenium and osmium in a heavy crude oil. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 220, 180-200.
- Ding, X., Liu, G., Zha, M., Gao, C., Huang, Z., Qu, J. and Chen, Z. (2016). Geochemical characterization and depositional environment of source rocks of small fault basin in Erlian Basin, northern China. *Marine and Petroleum Geology*, 69, 231-240.
- Donat, D. (2009). Sinanlı-Samandağ ve Arsuz-İskenderun (Hatay) Yöresi Miyo-Pliyosen Geçişinde Yer Alan Çökellerin Mikropaleontolojik İncelemesi ve Ortamsal Yorumu. Adana: Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı*, 133.
- Durand, B., Espitalie, J. and Nicaise, G. (1972). Etude de la matière organique insoluble des argiles de Toarciyen du Bassin de Paris. *Rev. Ins. Fr. Petr.*, 27(6), 865-884.
- El-Khadragy, A. A., Shazly, T. F., Mousa, D. A., Ramadan, M. and El-Sawy, M. Z. (2018). Integration of well log analysis data with geochemical data to evaluate possible source rock. Case study from GM-ALEF-1 well, Ras Ghara oil Field, Gulf of Suez-Egypt. *Egyptian Journal of Petroleum*.
- Emerson, S.R. and Huested, S.S. (1991). Ocean anoxia and the concentrations of molybdenum and vanadium in seawater. *Mar. Chem. Vol.*, 34, 177–196.

- Erik, N. Y., Özçelik, O., Altunsoy, M. and Illeez, H. I. (2005). Source-rock hydrocarbon potential of the Middle Triassic—Lower Jurassic Cudi Group Units, eastern southeast Turkey. *International Geology Review*, 47(4), 398-419.
- Galarraga, F., Reategui, K., Martinez, A., Martínez, M., Llamas, J.F. and Márquez, G. (2008). V/Ni ratio as a parameter in palaeoenvironmental characterisation of nonmature medium-crude oils from several Latin American basins. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 61, 9–14.
- Gao, Y., Casey, J. F., Bernardo, L. M., Yang, W. and Bissada, K. A. (2017). Vanadium isotope composition of crude oil: effects of source, maturation and biodegradation. *Geological Society, London, Special Publications*, 468, SP468-2.
- Gélinas, Y., Baldock, J.A. and Hedges, J.I. (2001). Organic carbon composition of marine sediments: effects of oxygen exposure on oil generation potential. *Science*, Vol. 294, 145–148.
- Gross, D., Sachsenhofer, R. F., Bechtel, A., Pytlak, L., Rupprecht, B. and Wegerer, E. (2015). Organic geochemistry of Mississippian shales (Bowland Shale Formation) in central Britain: Implications for depositional environment, source rock and gas shale potential. *Marine and Petroleum Geology*, 59, 1-21.
- Guillomot, J. (1964). Paris: Cours de Geologie du Petrole Editions Technip.
- Hatch, J.R. and Leventhal, J.S. (1992). Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dennis Limestone. Wabaunsee County, Kansas, U.S.A: *Chemical Geology*, Vol. 99, 65–82.
- Hoşgörmez, H. and Yalçın, M. N. (2005). Gas-source rock correlation in Thrace basin, Turkey. *Marine and Petroleum Geology*, 22(8), 901-916.

Hunt, J.M. (1979). *Petroleum Geochemistry and Geology*, Freeman, 617.

Hunt J. M. (1995). *Petroleum Geochemistry and Geology*, W.H. Freeman and Company, New York, 743.

Inal, Y. (2013). "Shale Gas Resource Characteristics of The Triassic-Jurassic Akgöl Formation Shales (Küre, Inebolu)." *EGU General Assembly Conference Abstracts*. Vol. 15.

Jian, L. I., Wei, M. A., Yifeng, W. A. N. G., Dongliang, W. A. N. G., Zengye, X. I. E., Zhisheng, L. I. and Chenghua, M. A. (2018). Modeling of the whole hydrocarbon-generating process of sapropelic source rock. *Petroleum Exploration and Development*, 45(3), 461-471.

Jones, B. and Manning, D.A.C. (1994). Comparison of geological indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones. *Chemical Geology Vol. 111*, 111-129.

Kılınç, E. and Kaplan, M. Y. (2018). Source Rock Characteristic of The Kızıldere Clays. *Cumhuriyet Science Journal, Vol., 39(2)*, 524-530.

Kısacık, S. and Kaya, F. (2017). Turkey's Unique Energy Corridor Role at the Center of Eurasia in the 21st Century.

Koca, D., Sarı, A., Koç, Ş., Yavuz, B. ve Koralay, D.B. (2010). Denizel Kaynak Kayalarda Ana ve İz Element Zenginleşmelerine Türkiye'den Bir Örnek: Akkuyu Formasyonu (Orta Toroslar). Ankara: *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 25*, (2), 243-256.

Koca, D., Altunsoy, M., Sarı, A. ve Güllüdağ, C. B. (2015). Pamucakyayla (Antalya) Civarı Organik Kayaçlarındaki Majör ve İz Elementlerin Jeokimyasal Davranışları. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(4), 13-26.

- Korkmaz, S., Kara-Gülbay, R. and Iztan, Y. H. (2013). Organic geochemistry of the Lower Cretaceous black shales and oil seep in the Sinop Basin, Northern Turkey: An oil–source rock correlation study. *Marine and Petroleum Geology*, 43, 272-283.
- Kozlu, H. (1982). İskenderun Basen Jeolojisi ve Petrol Olanakları. *TPAO Rapor no:1921*.
- Kozlu, H. (1987). Misis Andırın Dolaylarının Stratigrafisi ve Yapısal Evrimi. Ankara: *Türkiye 7. Petrol Kongresi*, 104-113.
- Kozlu, H. (1997). Doğu Akdeniz Bölgesinde Yer Alan Neojen Basenlerinin (İskenderun, Misis-Andırın) Tektono-stratigrafi Birimleri ve Bunların Tektonik Gelişimi. Adana: Yayınlanmamış Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 189.
- Köprübaşı, N. (1996). Pontid tipi masif sülfütlede hedef saptaması için jeokimyasal yöntemler: Harşit - Köprübaşı (Tirebolu-Giresun) cevherleşmesinden bir örnek. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 39, (2),111-118.
- Kuznetsova, E.N., Gubin, I.A., Gordeeva, A.O., Kostantinova, L.N., Moiseev, S.A. ve Kontorovich, A.E. (2016). Güney Tunguska Petrollü bölgesinin jeolojik yapısı ve petrol potansiyeli. *Russian Geology and Geophysics*, 58 493–502.
- Kätz, B.J. (2005). Controlling factors on source rock development-a review of productivity, preservation, and sedimentation rate. In: Harris, N.B. (eds), The deposition of organic-carbon-rich sediments: models, mechanisms, and consequences. *SEPM*, 282.
- Lewan, M. D. (1984). Factors controlling the proportionality of vanadium to nickel in crude oils. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 2231–2238.

- Liguori, B.T.P., Almeida, M.G.D. and Rezende, C.E.D. (2016). Barium and its Importance as an Indicator of (Paleo)Productivity. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 88, (4), 2093-2103.
- Loverson, A. İ. (1967). Geologie of Petroleum. SanFransisco: *W. H. Free, Comp.*.
- Ma, K., Hu, S., Wang, T., Zhang, B., Qin, S., Shi, S., Wang, K. and Qingyu, H. (2017). Sedimentary environments and mechanisms of organic matter enrichment in the Mesoproterozoic Hongshuizhuang Formation of northern China. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 475, 176-187.
- Ma, P., Wang, C., Wang, L., Li, Y. and Hu, J. (2015). Sedimentology and organic properties of lower Tertiary lacustrine source rocks, Lunpola Basin, central Tibetan Plateau: Implications for hydrocarbon potential. *Marine and Petroleum Geology*, 66, 1029-1041.
- Mani, D., Patil, D. J., Dayal, A. M. and Prasad, B. N. (2015). Thermal maturity, source rock potential and kinetics of hydrocarbon generation in Permian shales from the Damodar Valley basin, Eastern India. *Marine and Petroleum Geology*, 66, 1056-1072.
- Mayer, J., Sachsenhofer, R. F., Ungureanu, C., Bechtel, A., Gratzer, R., Sweda, M. and Tari, G. (2018). Petroleum charge and migration in the Black Sea: Insights from oil and source rock geochemistry. *Journal of Petroleum Geology*, 41(3), 337-350.
- Ola, P. S., Aidi, A. K. and Bankole, O. M. (2018). Clay mineral diagenesis and source rock assessment in the Bornu Basin, Nigeria: Implications for thermal maturity and source rock potential. *Marine and Petroleum Geology*, 89, 653-664.
- Öztürk S.S., Demirel, İ.H. ve Günay, Y. (2016). Türkiye güneydoğu Anadolu Korudağ ve Hazro bölgesinde silür dadaş killi taşlarının petrol kaynak kaya potansiyeli. *Marine and Petroleum Geology* 75, 53-67.

- Öztürk, E. (2005). İskenderun Körfezi Miyosen Yaşlı İstiflerinin Yer altı Jeolojisi ve Hazne Kaya Özelliklerinin İncelenmesi. Ankara: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Pattan, J.N. and Pearce, N.J.C. (2009). Bottom water oxygenation history in southeastern Arabian Sea during the past 140 ka: Results from redox-sensitive elements. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 280*, 396-405.
- Pedersen, T.F. and Calvert, S.E. (1990). Anoxia vs. productivity: what controls the formation of organic-carbon-rich sediments and sedimentary rocks. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin Vol. 74*, 454–466.
- Pourret, O. and Dia, A. (2016). Vanadium. *Encyclopedia of Geochemistry: A Comprehensive Reference Source on the Chemistry of the Earth*, 1-3.
- Ramirez-Caro, D. (2013). Rare earth elements (REE) as geochemical clues to reconstruct hydrocarbon generation history. *Doctoral dissertation, Kansas State University*.
- Rimmer, S.M. (2004). Geochemical paleoredox indicators in the Devonian Mississippian black shales, Central Appalachian Basin (USA). *Chemical Geology, Vol. 206*, 373–391.
- Ruble, T., Heck, R.J. and William, A.D. (2015). Practical Geochemical Methods to Assess Unconventional Reservoirs. *Weatherford International Ltd*.
- Ronov, A.B. (1958). Organic carbon in sedimentary rocks. *Geochemistry* 5, 496-509.
- Rollinson, H. R. (2014). Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. *Routledge*.

- Sachse V.F., Littke, R., Heim, S., Kluth, O., Schober, J., Boutib, L., Jabour, H., Perssen, F. and Sindern, S. (2011). Petroleum source rocks of the Tarfaya Basin and adjacent areas. Morocco: *Organic Geochemistry* 42, 209–227.
- Salman, V., Derenne, S., Lallier-Verge's, E., Largeau, C. and Beaudoin, B. (2000). Protection of organic matter by mineral matrix in a Cenomanian black shale. *Organic Geochemistry, Vol. 31*, 463– 474.
- Sarı, A., and Aliyev, S. A. (2005). Source rock evaluation of the lacustrine oil shale bearing deposits: Göynük/Bolu, Turkey. *Energy Sources*, 27(3), 279-298.
- Scott C. and Lyons T.W. (2012). Contrasting molybdenum cycling and isotopic properties in euxinic versus non-euxinic sediments and sedimentary rocks: Refining the paleoproxies. *Chem Geol*, 324, 19–27.
- Schmidt, G.C. (1961). Stratigraphic Nomenclature for the Adana Region Petroleum District VII. Ankara: *Petroleum Administration Bull.* 6, 47-63.
- Schneider, S., Hornung, J., Hinderer, M. And Garzanti, E. (2016). Petrography and geochemistry of modern river sediments in an equatorial environment (Rwenzori Mountains and Albertine rift, Uganda) Implications for weathering and provenance. *Sedimentary geology*, 336, 106-119.
- Schoepfer, S. D., Shen, J., Wei, H., Tyson, R. V., Ingall, E. and Algeo, T. J. (2015). Total organic carbon, organic phosphorus, and biogenic barium fluxes as proxies for paleomarine productivity. *Earth-Science Reviews*, 149, 23-52.
- Tekin E., Varol, B., Ayyıldız, T. ve Kozlu, H. (2006). İskenderun Havzası Messiniyen (Üst Miyosen) Evaporitlerinin Sedimantolojisi. Ankara: *MTA 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, 191-192.

- Tribovillard, N., Algeo, T.J., Lyons, T. and Riboulleau, A. (2006). Trace metals as paleoredox and paleoproductivity proxies: An update. *Chemical Geology* 232, 12–32.
- Tissot, B. ve Weite, D.H. (1978). Petroleum Formation and Occurrence. Berlin: *Springer Verlag*, 538.
- Togunwa, O.S. and Abdullah, W.H. (2017). Geochemical characterization of Neogene sediments from onshore West Baram Delta Province, Sarawak: paleoenvironment, source input and thermal maturity. *Open Geosci*, 9, 302–313.
- Tyson, R.V. and Pearson, TH. (1991). Modern and ancient continental shelf anoxia: an overview. In: Tyson, R.V., Pearson, T.H. (Eds.), Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia, *Geol. Soc. Spec. Pub.*, Vol. 58, 1 – 24.
- Vail, J. J. (2017). Naturally-occurring chromium and vanadium in Charlotte Terrane rocks: A source of trace elements to groundwater? *Doctoral dissertation, The University of North Carolina at Charlotte*.
- Ventura, G. T., Gall, L., Siebert, C., Prytulak, J., Szatmari, P., Hürlimann, M. and Halliday, A. N. (2015). The stable isotope composition of vanadium, nickel, and molybdenum in crude oils. *Applied Geochemistry*, 59, 104-117.
- Vieira, L. V., Rainha, K. P., de Castro, E. V. R., Filgueiras, P. R., Carneiro, M. T. W. and Brandão, G. P. (2016). Exploratory data analysis using API gravity and V and Ni contents to determine the origins of crude oil samples from petroleum fields in the Espírito Santo Basin (Brazil). *Microchemical Journal*, 124, 26-30.
- Walkner, C., Gratzner, R., Meisel, T. and Bokhari, S. N. H. (2017). Multi-element analysis of crude oils using ICP-QQQ-MS. *Organic Geochemistry*, 103, 22-30.

- Washburn, K.E. (2015). Rapid geochemical and mineralogical characterization of shale by laser-induced breakdown spectroscopy. *Org. Geochem.*, 83–84, 114 – 117.
- Xie, X., Borjigin, T., Zhang, Q., Zhang, Z., Qin, J., Bian, L. and Volkman, J. K. (2015). Intact microbial fossils in the Permian Lucaogou Formation oil shale, Junggar basin, NW China. *International Journal of Coal Geology*, 146, 166-178.
- Yıldız, H. ve Taptık M.A. (2003). Hatay İlinin Jeolojisi, Adana: *Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü*.
- Yıldız, A. ve Toker, V. (1993). Şenköy İlçesi (Hatay Güneyi) planktik foraminifera biyostratigrafisi. Ankara: *Suat Erk Jeoloji Sempozyumu Bildirileri*, 237-249.
- Zhao, P., Mao, Z., Huang, Z. and Zhang, C. (2016). A new method for estimating total organic carbon content from well logs. *AAPG Bulletin*, 100(8), 1311-1327.
- Zocher, A. L., Kraemer, D., Merschel, G. and Bau, M. (2018). Distribution of major and trace elements in the bolete mushroom *Suillus luteus* and the bioavailability of rare earth elements. *Chemical Geology*, 483, 491-500.

DİZİN

A

AAS · ii, xiii, 1, 3, 6, 26, 27, 28, 30
 Aktepe Formasyonu · 15
 Amanos · 2, 4, 13, 27, 65
 Ana kaya · 1
 Anakaya · 18
 Arsuz · i, ii, 1, 2, 3, 4, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 26, 27, 31, 39, 43, 48, 65, 66, 67, 70

B

Baryum · 22, 44

D

doğalgaz · 3, 4, 33, 65

E

enerji · 3, 6
 Erzincan Formasyonu · 16

H

Hatay · 2, 3, 8, 12, 26, 27
 Haymaseki Formasyonu · 15

I

ICP-MS · ii, xiii, 1, 3, 6, 26, 27, 28, 29

İ

İskenderun · 2, 9, 16, 27
 İz element · 1, 6, 17, 20, 36, 52, 53, 54, 55

J

jeokimyasal · 1, 4, 5, 6, 10, 11, 15, 16, 20, 22, 24, 39, 73
 Jeolojik gözlemler · 6

K

Kadmium · 23, 44
 Kalecik Formasyonu · 16, 31
 Karbon · xiii, 4, 23, 34, 45
 Kızıldere · i, ii, 1, 4, 9, 12, 13, 15, 27, 31, 32, 34, 36, 39, 43, 64, 65, 66, 67, 72, 80
 Kızıldere Formasyonu · 15
 Kobalt · 21, 43
 Konacık · 2, 3, 4, 8, 27, 31, 66
 Krom · 22, 43

M

Miyosen · i, 4, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 31, 75, 76
 Molibden · 21, 41

N

Neojen · 1, 13, 31, 73
 Ni/Co · i, 21, 25, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 66

O

Ofiyolit · 13, 14

P

petrol · 3, 4, 5, 6, 33, 65
 Pliyosen · 4, 8, 9, 12, 13, 15, 70

S

sondaj · 9
 SPSS · ii, 27

T

TOC · i, ii, 1, 3, 4, 5, 10, 11, 17, 20, 25, 26, 27, 28, 34, 35, 42, 45, 46, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 69
 Toplam Organik Karbon · i, xiii, 1, 3, 4, 5, 11, 26, 27, 34, 65
 tükenme · 36, 67

V

V/(V+Ni) · 25, 46, 47, 66
 V/Cr · i, 22, 25, 43, 46, 49, 50, 66
 V/Ni · i, 24, 46, 47, 48, 49, 51, 67, 71
 Vanadyum · 20, 24, 25, 41, 66

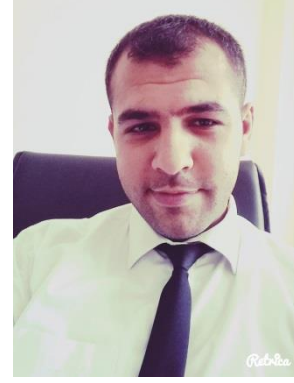
Z

zenginleşme · 5, 8, 11, 20, 21, 26, 36, 44, 52, 60, 67

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KILINÇ, Esef
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.07.1991, Adıyaman
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0542 553 85 25
 e-mail : klncesef@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	İskenderun Teknik Üniversitesi / Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği	Devam Ediyor.
Lisans	Mustafa Kemal Üniversitesi / Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği	2014
Lise	Adıyaman Erdemir Lisesi	2009

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016 - 2018	Target Teknoloji Transfer Ofisi	Teknoloji Transfer Uzmanı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Kılınç, E. and Kaplan, M. Y. (2018). Source Rock Characteristic of The Kızıldere Clays, *Cumhuriyet Sci. J.*, Vol., 39(2), 524-530

Hobiler

Yüzme, Futbol, Basketbol, Yerli ve yabancı diziler, Sinema



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

