



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**Bağbaşı-Hadim (Konya) Çevresindeki Üst
Kretase Saytepe Formasyonu Kireçtaşlarının
Jeokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi**

Görkem KIRKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalını

Ocak-2023
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Görkem KIRKAN tarafından hazırlanan “**Bağbaşı-Hadim (Konya) çevresindeki Üst Kretase Saytepe formasyonu kireçtaşlarının jeokimyasal özelliklerinin incelenmesi**” adlı tez çalışması 10/01/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Danışman

Doç. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN

Üye

Prof. Dr. Şuayip KÜPELİ

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
LEE Müdürü

Bu tez çalışması KTUN BAP Koordinatörlüğü tarafından 211007023 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Görkem KIRKAN

Tarih: 17.01.2023

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAĞBAŞI-HADİM (KONYA) ÇEVRESİNDEKİ ÜST KRETASE SAYTEPE FORMASYONU KİREÇTAŞLARININ JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Görkem KIRKAN

Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN

2022, 76 Sayfa

Jüri

Doç. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN

Başkan: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Üye: Prof. Dr. Şuayip KÜPELİ

Bu çalışmada Konya ili Hadim ilçesi çevresinde yer alan Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonu karbonatlarının tarihçesinin jeokimyasal özellikleri ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Saytepe formasyonu karbonatları, büyük ölçüde kireçtaştan oluşurken, bazı seviyelerde az oranda dolomitik kireçtaşı ve kalsitik dolotaştan oluşmaktadır. Saytepe formasyonu karbonatları ana oksit ve iz element özelliklerine göre, önemsiz derecede diyajenetik alterasyon ve önemsiz miktarda karasal girdi sunmaktadır. Saytepe karbonatlarındaki K/Rb oranları çok düşük olduğundan karbonatların metamorfizmaya uğramadığını işaret etmektedir. Saytepe karbonat örneklerinin Mn/Sr değerleri $<<3$ olduğundan birincil depolanma karakteristiklerini koruduklarını söyleyebiliriz. Saytepe karbonatlarındaki Al_2O_3 değerleri, MnO ve P_2O_5 ile ilişki göstermezken, SiO_2 ($r=0.98$), Fe_2O_3 ($r=0.86$), Na_2O ($r=0.78$), K_2O ($r=0.99$), TiO_2 ($r=0.97$) ile güçlü pozitif korelasyon göstermesi Si, Fe, Na, K, Ti'un büyük oranda kil minerallerince sağlandığını işaret etmektedir. Saytepe karbonatlarının Rb/Sr değerleri 0.0003-0.030 şeklinde olup, diyajenetik alterasyon sonucu bir miktar Sr kaybının gerçekleştiğini belirtmektedir. Saytepe karbonat örneklerinde gözlenen Th/U değerleri 0.08-0.67 arasında değiştiğinden fosfat kirlenmesinin gerçekleşmediğini ve Zr'ye karşı Th/U diyagramında gözlemlenen çok zayıf ($r=0.44$) pozitif korelasyon kirlenmenin çok düşük miktarda olduğunu göstermektedir. Saytepe örnekleri, Rb-Sr-Ba üçgen diyagramında açık deniz (şelf) ortamını göstermiştir. İlaveten, Saytepe örnekleri Sr/Ba'ya karşı Sr/Rb grafiğinde de sığ denizel ortamdaki depolanmayı işaret etmişlerdir. Çalışılan örneklerin toplam nadir toprak elementleri ile SiO_2 ($r=0.92$), Al_2O_3 ($r=0.94$), TiO_2 ($r=0.81$), Fe_2O_3 ($r=0.81$) arasındaki güçlü pozitif korelasyon, nadir toprak elementlerinin silisiklastik girdi tarafından sağlandığını işaret etmektedir. Saytepe karbonatlarındaki Ce anomali değerleri 0.37-1.54 arasında değişmekte olup deniz suyu (0.1-0.4) değerlerinden daha yüksek oranlar sergilemesi, Ce anomalisindeki yükselmenin kireçtaşları bünyesindeki kil mineral varlığından ve/veya deniz tabanı sedimentlerindeki Ce kapsayan organik maddenin bozunmasından kaynaklandığını göstermektedir. Saytepe kireçtaşı örneklerinde gözlenen karasal girdinin kaynağı, karışık kaynaktan beslenmeyi göstermektedir. Saytepe kireçtaşı örneklerinin elementsel özelliği kurak iklim bölgesini belirtmekte ve havzaya gelen karasal malzemenin akarsudan ziyade eoliyen şeklinde gerçekleştiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Geç Kretase, Jeokimya, Kireçtaşı, Saytepe

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF THE GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE UPPER CRETACEOUS SAYTEPE FORMATION LIMESTONES AROUND BAĞBAŞI-HADIM (KONYA)

Görkem KIRKAN

GRADUATE EDUCATION INSTITUTE OF KONYA TECHNICAL
UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN GEOLOGICAL ENGINEERING

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN

2022, 76 Pages

Jury

Assoc. Prof. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN

Chairman: Prof. Dr. Erdoğan TEKİN

Member: Prof. Dr. Şuayip KÜPELİ

This study, it is aimed to determine the history of Late Cretaceous aged Saytepe Formation carbonates located around the Hadim district of Konya province, by geochemical properties. While the carbonates of the Saytepe Formation are mostly composed of limestone, at some levels they are composed of small amounts of dolomitic limestone and calcitic dolostone. The Saytepe Formation carbonates present insignificant diagenetic alteration and insignificant terrigenous input according to major oxide and trace element properties. Since the K/Rb ratios in Saytepe carbonates are very low, it indicates that the carbonates have not undergone metamorphism. Since the Mn/Sr values of Saytepe carbonate samples are $\ll 3$, we can say that they preserve their primary storage characteristics. While Al_2O_3 values in Saytepe carbonates did not show any correlation with MnO and P_2O_5 , there was a strong positive correlation with SiO_2 ($r=0.98$), Fe_2O_3 ($r=0.86$), Na_2O ($r=0.78$), K_2O ($r=0.99$), TiO_2 ($r=0.97$) indicates that Si, Fe, Na, K, and Ti are mostly provided by clay minerals. The Rb/Sr values of Saytepe carbonates are in the form of 0.0003-0.030, indicating that some Sr loss has occurred as a result of diagenetic alteration. While the Th/U values observed in Saytepe carbonate samples vary between 0.08 and 0.67, it indicates that phosphate contamination does not occur, while the very weak ($r=0.44$) positive correlation observed in the Zr versus Th/U diagram indicates that the contamination is very low. The Saytepe samples showed an open sea (shelf) environment in the Rb-Sr-Ba triangular diagram. In addition, Saytepe samples also indicated the deposition in the shallow marine environment in the graph of Sr/Ba versus Sr/Rb. There is a strong positive correlation between the total rare earth elements of the studied samples and SiO_2 ($r=0.92$), Al_2O_3 ($r=0.94$), TiO_2 ($r=0.81$), and Fe_2O_3 ($r=0.81$). This indicates that the rare earth elements are supplied by the siliciclastic input.

Keywords: Late Cretaceous, Geochemistry, Limestone, Saytepe

ÖNSÖZ

Bu çalışmada Konya ili Hadim ilçesi ve kuzeyinde yer alan Bağbaşı-Hadim çevresinde yüzlek veren Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonu karbonatlarının ana, iz ve nadir toprak element analizleri yapılarak, birimlerin jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmamda bana arazi, laboratuvar ve büro çalışmalarında destek veren danışmanım Doç. Dr. Ali Müjdat ÖZKAN'a çok teşekkür ederim. Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Onur GÜNDÜZ'e de çok teşekkür ederim. Bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünce 211007023 no'lu projeye desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı KTUN BAP Koordinatörlüğüne teşekkür ederim. Ayrıca bana her zaman moral veren, maddi – manevi desteğini esirgemeyen değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Görkem KIRKAN

KONYA-2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	36
6.1. JEOKİMYA	36
6.2. TARTIŞMA.....	48
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
7.1. Sonuçlar	68
7.2. Öneriler	66
KAYNAKLAR	70

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

Al : Alüminyum
Al₂O₃ : Alüminyum oksit
As : Arsenik
Ba : Baryum
Be : Berilyum
Bi : Bizmut
Ca: Kalsiyum
CaO : Kalsiyum oksit
 $\delta^{13}\text{C}$: Karbon izotop
Cd : Kadmiyum
Ce : Seryum
Ce/Ce* : Seryum anomalisi
Co : Kobalt
Cr : Krom
Cr₂O₃ : Krom oksit
Cs : Sezyum
Cu : Bakır
Dy : Disprosyum
Er : Erbiyum
Eu : Evropiyum
Eu/Eu* : Yuropiyum anomalisi
Fe : Demir
Fe₂O₃ : Demir oksit
Ga : Galyum
Gd : Gadolinyum
Hf : Hafniyum
Hg : Civa
Ho :Holmiyum
K : Potasyum
K₂O : Potasyum oksit
La : Lantanyum
La/La* : Lantanyum anomalisi
Lu : Lutesyum
Mg : Magnezyum
MgO : Magnezyum oksit
Mn : Mangan
MnO : Mangan oksit
Mo : Molibden
Na : Sodyum
Na₂O : Sodyum oksit
Nb : Niyobyum
Nd : Neodimyum
Ni : Nikel
P : Fosfor
P₂O₅ : Fosfor oksit
Pb : Kurşun
Pr : Praseodimyum

Pr/Pr* : Praseodimyum anomalisi
 $\delta^{18}\text{O}$: Oksijen izotop
Rb : Rubidyum
Sb : Antimon
Sc : Skandiyum
Se : Selenyum
Si : Silisyum
SiO₂ : Silisyum dioksit
Sm : Samaryum
Sn : Kalay
Sr : Stronsiyum
Ta : Tantal
Tb : Terbiyum
Th : Toryum
Ti : Titanyum
TiO₂ : Titanyum oksit
Tl : Talyum
Tm : Tulyum
U : Uranyum
V : Vanadyum
Y : İtiryum
Yb : İterbiyum
Zn : Çinko
Zr : Zirkon
> : Büyük
< : Küçük
Σ : Toplam
C : İklim göstergesi

Kısaltmalar

BAP : Bilimsel Araştırma Projeleri
GT : granülit trendi
KTUN : Konya Teknik Üniversitesi
N : Normalize
NTE : Nadir toprak element
OT : Okyanus sırt granit trendi
ÖSK : Ölçülü stratigrafi kesiti
PAAS : Arkeen sonrası Avustralyan Şeyl
Ppb : Milyarda bir
Ppm : Milyonda bir
T.C. : Türkiye Cumhuriyeti
TNTE : Toplam nadir toprak element

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER LİSTESİ

Şekiller

Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 4.1. İnceleme alanının jeoloji haritası	11
Şekil 4.2. İnceleme alanının stratigrafik dikme kesiti	12
Şekil 4.3. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının ölçülü stratigrafi kesit hatlarındaki arazi görünüşleri	16
Şekil 5.1. Büyükkaratepe (ÖSK-A) ölçülü stratigrafi kesiti	24
Şekil 5.2. Saytepe formasyonu Büyükkaratepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri.....	25
Şekil 5.3. Saytepe formasyonu Büyükkaratepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri.....	26
Şekil 5.4. Dedetepe (ÖSK-B) ölçülü stratigrafi kesiti	29
Şekil 5.5. Saytepe formasyonu Dedetepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri ...	30
Şekil 5.6. Saytepe formasyonu Dedetepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri ...	31
Şekil 6.1. Saytepe formasyonu karbonat örneklerinin Post-Arkeen Avustralyan Şeyl'ine (PAAS) göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı.....	34
Şekil 6.2. Saytepe kireçtaşlarındaki Zr içeriği.....	35
Şekil 6.3. % SiO ₂ 'ye karşı Al ₂ O ₃ +K ₂ O+Na ₂ O diyagramı	35
Şekil 6.4. Saytepe formasyonu örneklerinin C-değeri	36
Şekil 6.5. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Mg/Ca-Mn/Sr arasındaki ilişki	40
Şekil 6.6. Saytepe V/Cr-Ni/Co, V/(V+Ni)-Ni/Co ve Mo-Ni/Co diyagramları	41
Şekil 6.7. Saytepe kireçtaşı örneklerinin şöyle normalize (PAAS) NTE+Y diyagramı	42
Şekil 6.8. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Y/Ho'ya karşı Eu/Sm diyagramı	46
Şekil 6.9. Saytepe kireçtaşı örneklerinin K ₂ O-Rb diyagramları üzerindeki	46
Şekil 6.10. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Sr/Ca'ya karşı Na diyagramı	47
Şekil 6.11. Saytepe örneklerinin Al-Si-Ca üçgen diyagramındaki konumları	48
Şekil 6.12. Saytepe örneklerinin SiO ₂ 'ye karşı Zr diyagramı	48
Şekil 6.13. Saytepe kireçtaşlarının Zr'ye karşı Th/U diyagramı	49
Şekil 6.14. Saytepe kireçtaşlarının Zr'ye karşı Eu/Eu* diyagramı	50
Şekil 6.15. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Rb-Sr-Ba üçgen diyagramı	51
Şekil 6.16. Saytepe kireçtaşlarının Sr/Ba'ya karşı Sr/Rb diyagramı	51
Şekil 6.17. Saytepe kireçtaşlarının Sr'a karşı Ba diyagramı	52
Şekil 6.18. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ga/Rb'a karşı Sr/Cu diyagramı	53
Şekil 6.19. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ce/Ce*'ye karşı Al ₂ O ₃ ve Fe ₂ O ₃ diyagramı	54
Şekil 6.20. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ce/Ce*'ye karşı TNTE ve Eu/Eu* diyagramı	55
Şekil 6.21. Saytepe kireçtaşlarının Ce/Ce* karşı Pr/Pr* diyagramı	55
Şekil 6.22. Saytepe kireçtaşlarının Ce/Ce* karşı Nd diyagramı	56
Şekil 6.23. Saytepe kireçtaşlarının Ce/Ce* karşı (La/Sm)N diyagramı	57
Şekil 6.24. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Pr/Pr*'ye karşı Y/Ho diyagramı	57
Şekil 6.25. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ce/Ce*'a karşı Eu/Eu* diyagramı	58
Şekil 6.26. Saytepe örneklerinin Y/Ho - TNTE diyagramı	59
Şekil 6.27. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Y/Ho ile %Fe, %Al, Zr (ppm) ve %K diyagramı	60
Şekil 6.28. Saytepe kireçtaşı örnekleri için Th'ye karşı La ve TiO ₂ 'ya karşı Zr diyagramı	62
Şekil 6.29. Saytepe kireçtaşı örnekleri için La/Sc'ye karşı Th/Co ve Na ₂ O'ya karşı K ₂ O diyagramı	63

Çizelgeler

Çizelge 6.1. Saytepe formasyonu karbonatlarının ana element konsantrasyonları.....	32
Çizelge 6.2. Saytepe formasyonu karbonatlarının iz element konsantrasyonları.....	32-33
Çizelge 6.3. Saytepe formasyonu karbonatlarının nadir toprak element konsantrasyonları	33
Çizelge 6.4. Saytepe formasyonu kireçtaşı örneklerinin redoks duyarlılık iz element konsantrasyonları ve jeokimyasal oranları.....	34
Çizelge 6.5. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının majör element korelasyonu	37
Çizelge 6.6. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının majör ve iz element korelasyonu	38
Çizelge 6.7. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının majör ve nadir toprak element korelasyonu	39
Çizelge 6.8. Paleoredoks şartlarını değerlendirmede kullanılan bazı element konsantrasyonları	40
Çizelge 6.9. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının iz ve nadir toprak element korelasyonu	43-44

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Konya ili Hadim ilçesi çevresinde yer alan Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonu karbonatlarının tarihçesi sadece stratigrafik olarak çalışılmış olduğundan, bu çalışmada jeokimyasal özelliklerinin de belirlenmesi için bu çalışma yapılmıştır. Ancak proje bütçesinin yetersizliğinden dolayı δO^{18} ve δC^{13} ile jeokronolojik yaşlandırma için $\delta Sr^{87/86}$ izotop çalışmaları gerçekleştirilememiştir. Orta Toroslar Geyikdağı Birliğinde yer alan Bağbaşı-Hadim (Konya) çevresinde dar bir alanı kapsayan inceleme alanında (Şekil 1.1) yapılan bu çalışmanın amacı, Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonu kireçtaşlarının elementsel jeokimyasal yaklaşımla paleo-ortam koşulları ile bunlarla ilişkili jeolojik olayların yorumlanması ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesidir.

Bağbaşı-Hadim (Konya) çevresinde seçilen iki adet ölçülü stratigrafi kesiti (Büyükkaratepe ÖSK ve Dedetepe ÖSK) hattı boyunca amaca uygun aralıklarla alınan örnekler, ana oksit, iz element ve nadir toprak element analizleri yaptırılarak, Saytepe formasyonu kireçtaşlarının jeokimyasal özellikleri ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede, Saytepe formasyonu kireçtaşlarının çökeldiği ortam koşullarının (oksik-anoksik) belirlenmesi, çökelim esnasında havzaya karasal kırıntı (akarsu ve/veya rüzgâr esintisi) geliminin olup olmadığı, havzaya hidrotermal getirilmeler olup olmadığı, karbonat fazına ait orijinal özelliklerin korunup korunmadığı, şayet karasal girdi varsa bunların kaynak kaya (felsik, mafik ya da karışık) türlerinin belirlenmesi, kireçtaşlarının diyajenetik süreçte ne derecede etkilendiğini, metamorfizmaya uğrayıp uğramadığının ve eski iklim koşullarının belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası
 (<https://www.google.com/maps/@37.831846,32.3083753,12.3z/data=!5m1!1e4>)

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürde Saytepe formasyonu ile ilgili olarak inceleme alanı ve yakın çevresinde daha önce yapılmış jeokimyasal çalışmalar bulunmamakta, daha ziyade stratigrafik çalışmalar bulunmaktadır.

Hadim–Bozkır çevresinde yer alan değişik havzalarda çökelmiş kaya birimlerini Özgül (1971), birlikler adı altında toplamıştır. Birliklerin faylı dokanaklarla bir arada bulunduğunu belirten araştırmacı, yörede otokton olarak Hadim ve Geyikdağı birliklerini, allokton olarak Güney İç Anadolu ve Orta Toros birliklerini tanımlamıştır. Bölgenin yapısal gelişiminde düşey blok hareketlerinin önemli bir yer tuttuğunu belirten araştırmacı, bölgedeki allokton birliklerin, Lütésiyen sonu–Miyosen öncesi bir zaman aralığında, yatay hareketlerle yerleşmiş olduğunu ileri sürmüştür. Araştırmacı Orta Toros’larda yer alan birlikleri Bozkır birliği, Geyikdağı birliği, Bolcardağı birliği, Aladağ birliği, Antalya birliği ve Alanya birliği şeklinde tanımlamıştır. Araştırmacıya göre bu birliklerden Geyikdağı birliği diğer birliklere göre otokton olup, kuzeyden Bozkır, Bolcardağı ve Aladağ birlikleri, güneyden Antalya ve Alanya birlikleri Geyikdağı birliğine bindirmiş durumdadır.

Orta Toroslar’da konodont biyostratigrafisi üzerinde çalışan Gedik (1977), inceleme alanında yüzeyleyen Devoniyen–Karbonifer yaşlı formasyonlara bulunduğu konodontlarla yaş vermiştir. Araştırmacı Geç Karbonifer ve Permian yaşlı formasyonlarda konodont faunasına rastlanılmadığını belirtmiştir.

İnceleme alanını kapsayan “Toroslar’da Hadim (Konya) ve güneybatısının jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik gelişimi” isimli doktora tezi çalışmasında Turan (1990), Devoniyen–Eosen zaman aralığında çökelmiş değişik kaya birimlerinin yüzeylediğini, birimlerin biri otokton diğerlerinin ise allokton olarak iki ana bölüme ayrıldığını söylemiştir. Araştırmacı otokton birliğin inceleme alanının kuzeyinde sığ şelf karbonatlarından oluşan ve birbirleriyle uyumsuz olan Ovacık kireçtaşı (Üst Jura) ile Saytepe formasyonu (Senomaniyen–Maastrichtiyen), inceleme alanının güneyinde ise Saytepe formasyonunun (Senomaniyen–Monsiyen) çökelişi esnasında Geç Kampaniyen’den sonra derinleşme sürecine girildiğini ve bu derinleşmenin Monsiyen’e kadar sürdüğünü, böylece otokton birliğin güney kesiminde kalın bir fliş istifisi şeklindeki Karaköy formasyonunun (Maastrichtiyen) Saytepe formasyonu ile yanal ilişkili olarak şekillendiğini ifade etmiştir. Araştırmacı allokton birliklerin, otokton birlik ile birbirlerinin üzerinde örtüler şeklinde dört naptan oluştuğunu belirtmiştir. Araştırmacı

bunların tektonostratigrafik konumlarına göre Taşkent napı (otoktonun üzerinde genel olarak değişik boyut ve özellikli bloklar içeren bir tektonik melanj karakterinde), Hocalar napı (Zindancık karmaşığı ve Kayraklıtepe kuvarsiti), Sinatdağı napı (lagüner Kahtepe formasyonu, Kartallıca kireçtaşı, Sinatdağı formasyonu, Türbetepe kireçtaşı ve Söğütyaylası formasyonu) ve Gevne napı (Gevne grubu ve İshaklı grubu) şeklinde sıralandıklarını ifade etmiştir. Araştırmacı yörede saptanan uyumsuzlukların stratigrafik yerlerine göre, Hadim bölgesinin Erken Alpin ve özellikle Orta Alpin orojenik hareketlerinden büyük ölçüde etkilendiğini, bu hareketler sonucu bölgede çoğunlukla KB-GD gidişli kıvrımlı, kırıklı ve bindirmeli yapıların geliştiğini, Yöredeki allokonların Geç Lütesiyen–Erken Oligosen dönemindeki yoğun yatay sıkışma hareketlerine bağlı olarak ayrı ayrı naplar şeklinde bölgeye taşındığını, Pireniyen dağoluşumu evresindeki kompresyonel tektonik rejimde naplar yerleştikten sonra, bölgenin tansiyonel tektonik rejimde eğim atımlı faylarla kırılarak esas yapısını kazandığını vurgulamıştır.

Karaköy–Hadim arasında Toroslar’ın stratigrafisi konulu çalışmasında Turan (2000), Geç Devoniyen–Lütesiyen aralığında oluşan otokton ve allokon birliklerin yüzelediğini; otokton birliğin Hacıalabaz kireçtaşı (Üst Jurasik) ile başladığını, üzerine uyumsuzlukla karbonat yapıllı Saytepe formasyonunun (Üst kretase-Monsiyen) geldiğini; güneybatıda Saytepe formasyonu ile yanall ilişkili ve fliş nitelikli Karaköy formasyonundan (Maastrichtiyen) sonra açılı uyumsuzlukla flişoid içerikli Beden formasyonunun (Lütesiyen) izlendiğini; kuzeyde Beden formasyonunun altında ve onunla yaşıt resifal Çobanağacık kireçtaşının yer aldığını belirtmiştir.

Beyşehir–Hoyran–Hadim napları konulu çalışmalarında Andrew ve Robertson (2002), napların kuzeybatıdan güneydoğuya doğru 700 km üzerinde bir örtü şeklinde geliştiklerini, bölgesel olarak otokton Torid platform karbonatlarının üzerini bindirmeye örttüklerini ifade etmişlerdir.

“Hadim (Konya) Dolayındaki Karbonat Kayaçların (Üst Jurasik) Sedimentolojisi” konulu çalışmalarında Özkan ve Dinç (2010), dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan birimin altta mikritik ara düzeyler içeren gri, koyu gri renkli, orta–kalın tabakalanmalı, şeker dokulu dolomitik kireçtaşları ile başladığını, üste doğru gri renkli, orta tabakalanmalı kireçtaşlarına geçtiğini, daha üstlerde ise koyu gri renkli, orta–kalın tabakalı, bazı düzeylerde breşik görümlü kireçtaşı ve dolomitleşmiş ara düzeylerle istifin devam ettiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Hacıalabaz kireçtaşı dolomitlerinin petrografik incelemesi sonucu dolomikrit, dolosparit, mimetik veya non-

mimetik olarak gelişmiş özşekilli, yarı özşekilli ve özşekilsiz dolomit kristallerinin gözlemlendiğini, replasif özellikteki dolomit romboederlerinde zonlu (merkezi kirli, kenarı berrak) yapının bulunduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, dolomitlerin gelgit içi-gelgit altı ortamda erken diyajenetik ve sığ-orta gömülme derinliklerinde geç diyajenetik olarak oluştuğunu vurgulamışlardır.

“Devoniyen'deki (Toroslar, Türkiye) Kuzey Gondvana Marjininin Sedimanter İşaretleri: Depozisyonel Ortamlar ve Hinterland Süreçlerinin Rekonstruksiyonu” konulu çalışmalarında Wehrmann ve ark. (2010) Doğu ve Orta Torosların Devoniyen periyodunda 900 ila 1200 m kalınlığındaki tortul istiflerin şelf ve kıyı ortamlarında çöktüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar, incelenen bölümlerde, kuzeyden Aladağ, Bolkardağ ve Bozkır birliklerinin, güneyden Antalya ve Alanya birlikleri tarafından üzerlenen paraotokton Geyikdağı Birliği'nin tipik istiflerini temsil ettiklerini (Özgül 1976, Yalçın ve Yılmaz 2010) ifade etmişlerdir. Onlar, yaptıkları çalışmanın (i) sedimanların oluşum ve fasiyes özelliklerine, (ii) eşzamanlı çökeltme dizilerinin korelasyonuna ve (iii) karasal vekiller olarak palinofasiyeslerin ve sedimantolojik işaretlerin potansiyeline odaklandığını vurgulamışlardır. Araştırmacılar, bütün fasiyeslerdeki matriksin biopelmikritce egemen olduğunu, diyajenetik alterasyonun düşük ve erken diyajenetik dolomitleşmenin yaygın olduğunu ifade etmişlerdir.

“Güney Türkiye Orta Torosların Geç Devoniyen-Geç Triyas Sedimanter Gelişimi: Gondvana'nın Kuzey Marjinine İlişkin Etkileri” konulu çalışmalarında Mackintosh ve Robertson (2012) Geyik Dağ, Hadim napı ve Bolkar napı, Devoniyen-Geç Triyas döneminde Gondvana'nın kuzeye bakan kıtasal marjininin bitişik kısımları olarak kurulabileceğini, iki bindirme levhasındaki ardılıkların benzer olduğunu, ancak fasiyes ve yapısal ilişkilerin, Hadim napının, Bolkar napına kıyasla Gondvana şelfinin daha yakın bir kısmında ortaya çıktığını gösterdiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, Orta Devoniyen-Üst Kretase istiflerinin, Orta Torid Hadim ve Bolkar naplarında yüzlek verdiğini, buna karşılık, daha güneyde kurulan nispeten otokton birimlerde (ör. Sultan Dağ) geç Erken Karbonifer'den Geç Permiyen'e kadar hiçbir çökel korunmadığını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, Erken Triyas çökellerinin, Hadim ve Bolkar naplarının altında yer alan Geyik Dağ otoktonunda Ordovisiyen şelf çökellerinin üzerinde uyumsuz olarak yer aldığını, Erken Karbonifer (Turnaziyen) çökellerinin, östatik deniz seviyesi transgresyonundan büyük ölçüde etkilendiğini, ardından regresyona (Visiyen) uğradıklarını, ancak, volkanizmanın yerel varlığının (Sultan Dağ'da), bu süre zarfında bölgesel kabuksal dengesizliği düşündürdüğünü belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Erken-

Orta Permiyen çökellerinin, güney yarımküre buzullaşmasının sonraki aşamalarında östatik deniz seviyesi değişikliklerinden etkilendiğini, Geç Permiyen-Triyas sedimantasyon oranlarının, güney Neotetislerin (Pamphylia havzası) yırtılmasından dolayı önemli ölçüde arttığını, ancak, Geç Triyas dönemine kadar deniz tabanının yayıldığına dair bölgesel olarak hiçbir kanıt olmadığını vurgulamışlardır.

“Orta ve Doğu Torosların (Türkiye) Deoniyen’inde Stratigrafik Olarak Sınırlanmış Sekansların Oluşum Fasiyes Gelişimi, Küresel Olaylar ve Litolojisi” konulu çalışmalarında Schindler ve ark. (2012) Orta ve Doğu Toroslarda (Eceli, Halevikkere ve Kocadere) her biri 900-1200 m kalınlığındaki üç Devoniyen istifini, sedimantoloji, fasiyes, biyostratigrafi ve küresel olaylar açısından ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar, Devoniyen döneminde, Orta ve Doğu Torosların, Gondvana Süper Kıtasının kuzey sınırında yer aldığını, tanımladıkları sedimentlerin kıyı-şelf ortamında bu marjinde depolandığını, benzer büyük ölçekli eğilimlere rağmen silisiklastik ağırlıklı alt kısımlar, karbonat egemenli orta kısımlar, karışık silisiklastik/karbonat üst kısımlar, sedimanter istiflerdeki bölgesel farklılıkların özellikle Devoniyenin alt kısmı için ayırt edilebilirliğini belirtmişlerdir. Onlar, potansiyel rezervuar kayaçları ve hidrokarbon kaynak kayaları ile onların küresel olay süreçleriyle olası ilişkilerini tartışarak, muhtemel kaynak kayaçların, çeşitli stratigrafik seviyelerden, örneğin bölgede yaygın olan Silüriyen'den Alt Devoniyene kadarki koyu ila siyah şeyllerin olabileceğini, ilaveten Jivesiyen/Frasniyen sınırına yakın siyah pelitik kayaçlar (Frasne Olayı), Frasnien safhasının üst kısmındaki koyu şeyller (Alt Kellwasser Olayının eşdeğerleri) veya Kocadere Kesiti'ndeki Alt Karboniferin (Hangenberg ve Alt Alumn Şeyl olayları) alt kısımlarındaki koyu şeyllerin potansiyel kaynak kayaçları temsil edilebilirliğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, potansiyel rezervuar kayaçlarını özellikle Kocadere kesiti'ndeki Ayitepesi formasyonunun Alt Devoniyen kumtaşı istifindeki kumul kumtaşı çökellerinin temsil ettiğini; bu istifler içindeki çeşitli organizmaların paleobiyocoğrafik dağılımının, Devoniyen sırasında Lavrasya ve Gondvana/Peri-Gondvana arasında nispeten dar bir deniz olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir.

“Jura-Kretase Yaşlı Akkuyu Formasyonunun (Orta Toroslar/Türkiye) Provenans, Tektonik ve Redoks Koşullarına Bir Yaklaşım” konulu çalışmalarında Sarı ve Koca (2012) Geç Jura–Erken Kretase yaşlı Akkuyu formasyonunun Orta Toroslar bölgesinde denizel karbonat platformunda çökeldiğini, birimin organik madde içeriğinin daha çok karasal odunsu materyallerden oluşan Tip-III kerojenden meydana geldiğini, Geç Jura–Erken Kretase döneminin küresel ölçekte yüzey sularındaki birincil organik üretkenliğe bağlı olarak deniz tabanlarında büyük anoksik olayların meydana geldiği önemli süreçlerden biri olduğunu ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, Ni, V, U, Cr, Co, Th gibi çeşitli iz elementler

kullanılarak Geç Jura–Erken Kretase döneminde Akkuyu formasyonunun paleoredoks koşullarının oksik, disoksik ve anoksik şartlarda ve bu dönemde birincil üretkenliğin oldukça yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Sarı ve Koca (2012) Jura-Kretase dönemindeki kimyasal günlenme incelemelerinin sonucunda Orta Toroslar bölgesinde orta ve yüksek bir günlenme olduğunu, K_2O/Na_2O ile SiO_2 ; SiO_2/Al_2O_3 ile K_2O/Na_2O ; Al_2O_3/SiO_2 ile Fe_2O_3+MgO ve TiO_2 ile Fe_2O_3+MgO diyagramlarına göre, Akkuyu formasyonu kayalık örneklerinin çoğunlukla aktif ve pasif kıtasal kenar boyunca yer aldıklarını ve bazalt, bazalt+granit bileşimli kayalardan türedikleri belirtmişlerdir.

“Petrographic and geochemical features of the dolostones at the Gölboğazı Formation (Upper Devonian), Southwest Konya, Turkey” konulu çalışmalarında Özkan ve Biçer (2017), Hadim güneyinde yer alan Gölboğazı formasyonu karbonatlarının egemen olarak ostrakodlu çamurtaşı ve vaketaşından oluştuğunu, gelgit içi-gelgit altı ortamda gelişen bu çökellerin, sığ-derin gömülme ortamında dolomitleştiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar, dolotaşlarının (1) ince-çok ince kristalin planar-s dolotaşı, (2) orta-iri kristalin planar-s ile planar-e dolotaşı, (3) iri-çok iri kristalin non-planar-a dolotaşı ve (4) iri-çok iri kristalin planar çimento dolotaşı şeklinde olduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, replasif dolotaşlarının düzensiz-orta düzenli ve kalsiyumca zengin, non-stokiyometrik olduklarını söylemişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, Gölboğazı formasyonu dolotaşlarının telodiyajenez esnasında kısmen didolomitleşmeye uğradıklarını da vurgulamışlardır.

Hadim Doğusundaki (Konya) Üst Permiyen Kahtepe Formasyonu Bitümlü Litolojilerinin Organik Jeokimyasal İncelemesi konulu çalışmasında Özkan (2021) inceleme alanında kireçtaşları şeklinde gözlenen Kahtepe formasyonunun koyu gri, gri renkli, ince-kalın tabakalı, ara seviyeler şeklinde sarı-pembe renkli, ince-orta tabakalı şeyl-kuvarsit ardalanması kapsadığını, Kahtepe kireçtaşlarının ince kesit incelemelerine göre, çamurtaşı, vaketaşı, istiftaşı ve tanetaşı olarak adlandırıldığını ifade etmiştir. Araştırmacı, Kahtepe formasyonunda yapılan Kaya-Eval piroliz sonuçlarına göre, örneklerin toplam organik karbon içeriğinin çok düşük (<0.13) olmasından dolayı hidrokarbon açısından zayıf kaynak kaya özelliğinde olduğunu, Kahtepe kireçtaşlarının karışık Tip II/III (çoğunlukla Tip III) kerojene sahip olduğunu belirtmiştir. İlaveten araştırmacı, Kahtepe formasyonu örneklerinin Tmax değerlerinin $456-482^{\circ}C$ arasında değişmekte olup, post olgun evreye düştüğünü ve Kahtepe kireçtaşı örneklerinin çok azının petrol penceresinde, çoğunun ise gaz üretkenliğinde olduğunu vurgulamıştır. Özkan (2021), Kahtepe kireçtaşlarının ana ve iz element özelliklerinin, önemsiz

diyajenetik alterasyonu ($Mn/Sr < 0.46$) ve bazı seviyelerde önemli miktarda ($> \%5$) karasal girdiyi gösterdiğini, Kahtepe kireçtaşı örneklerinin C_{iklim} katsayısı değerlerinin (iklim göstergesi), CIA, WIP, PIA, CIW, V'ye göre taze örneği işaret ettiğini, Kahtepe kireçtaşı örneklerinin K/Rb oranlarının (0,031-0,061) oldukça düşük olup herhangi bir metamorfizma etkisi göstermediğini, Kahtepe kireçtaşı örneklerinde gözlenen karasal girdinin kaynağının ağırlıklı olarak felsik olmakla birlikte karışık kökenli olduğunu ve karasal girdinin kaynağının yarı yağışlı iklim bölgesini işaret ettiğini belirtmiştir.

Bu çalışma, Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonunun jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik olup, ülkemizde bu konuda araştırma yapacaklara katkıda bulunabilmeyi amaçlamıştır. Yapılan elemental jeokimyasal analizler sonucunda Saytepe formasyonu kireçtaşlarının karbonat şelf ortamında çökeldiği, düşük diyajenetik alterasyon geçirdiği, kurak-yarı kurak bir iklimde geliştiği ve düşük oranda karasal girdi içerdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu proje çalışması yörede, Saytepe formasyonunda jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan ilk çalışmadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmanın materyalini Saytepe formasyonu kireçtaşları oluşturmaktadır. Çalışma sırasında kullanılan 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası Turan (1990)'dan değiştirilerek alınmıştır. Bu çalışmada Bağbaşı-Hadim (Konya) çevresinde yüzlek veren Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonuna ait kireçtaşlarının jeokimyasal açıdan incelenmesi için seçilen iki adet ölçülü stratigrafi kesit hattı boyunca litofasiyes özellikleri de dikkate alınarak sistematik 31 adet örnek alınmış ve kesitler boyunca bazı seviyelerden fotoğraf çekimi yapılmıştır. Ankara Maden Tetkik Arama Enstitüsünde yaptırılan 31 adet örneğin ince kesit incelemesi, Prof. Dr. Kürşad ASAN tarafından sağlanan polarizan mikroskobunda yapılmıştır. Saytepe karbonatlarının mikrofasiyes adlamaları Dunham'a (1962) göre yapılmıştır. İnce kesit incelemeleri sırasında kalsit ile dolomit minerallerinin ayırd edilmesinde alizarin kırmızısı boyama tekniği kullanılmıştır. Toplanan örneklerden 11 adeti (ÖSK-B) ana oksit, iz element ve nadir toprak element analizlerinin yaptırılması için Acme analitik laboratuvarına (Kanada) gönderilerek, ICP-ES/ICP-MS cihazlarında okumaları yaptırılmıştır.

Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen tüm veriler, literatür bilgileriyle birlikte değerlendirilerek bir rapor halinde sunulmuştur.

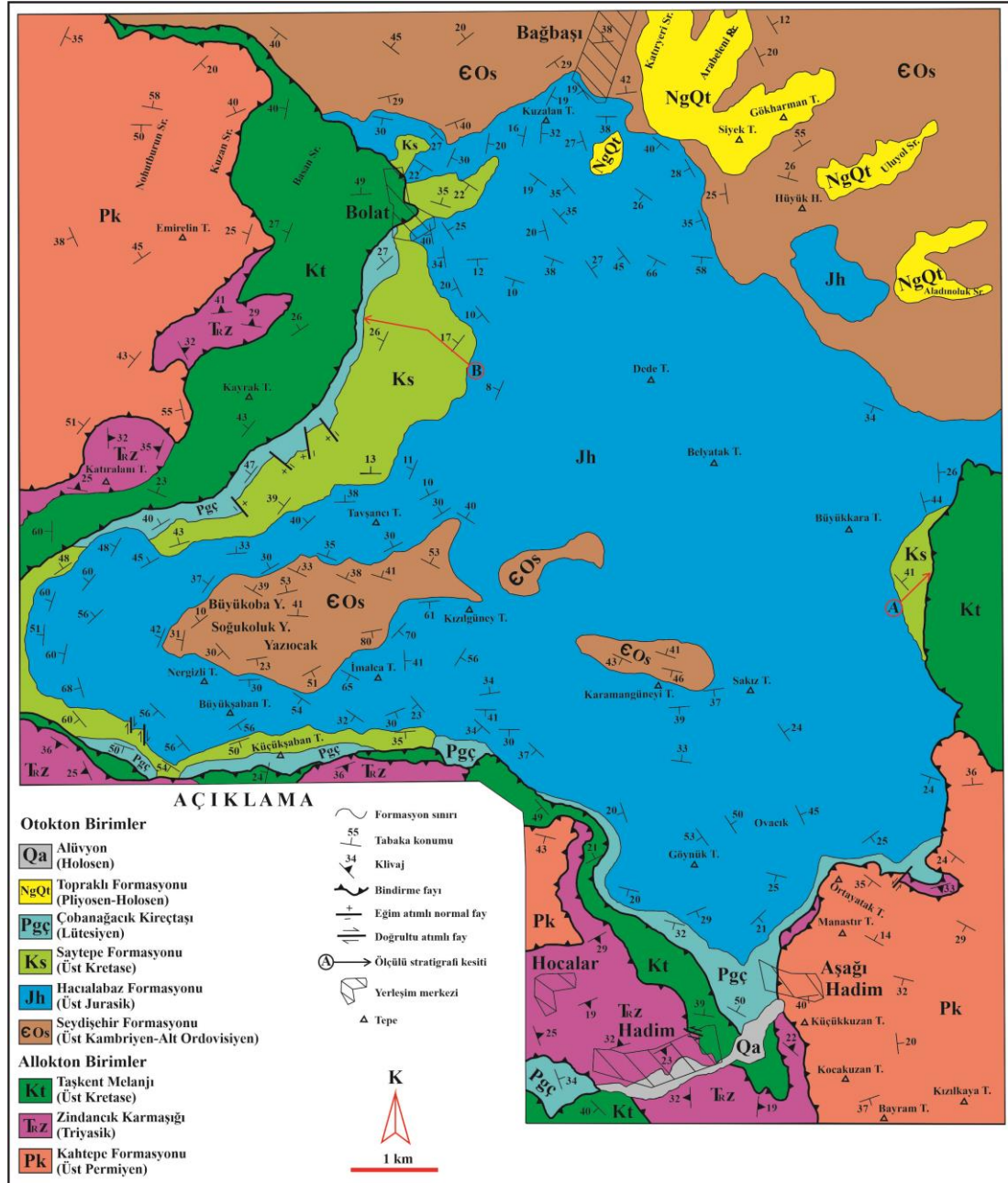
4. STRATİGRAFI

İnceleme alanı ve yakın çevresinin stratigrafisi, Turan (1990) tarafından ayrıntılı olarak çalışılmıştır (Şekil 4.1 ve 4.2). Turan (1990) inceleme alanında, Geç Kambriyen-Erken Ordovisiyen yaşlı killi kireçtaşı mercekli kumtaşı, kuvarsit, silttaşı ve şeyl ar dalanmasından oluşan Seydişehir formasyonunun temeli oluşturduğunu, Seydişehir formasyonu üzerine uyumsuz olarak Geç Jura yaşlı gri, koyu gri renkli dolotaşı, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan Hacılabaz formasyonunun geldiğini, Hacılabaz formasyonu üzerine uyumsuz olarak Geç Kretase yaşlı bol rudist içeren gri renkli kireçtaşından oluşan Saytepe formasyonunun geldiğini, Saytepe formasyonu üzerine uyumsuz olarak Orta Eosen yaşlı bol nummulit içeren kireçtaşından oluşan Çobanağacık kireçtaşının geldiğini, Çobanağacık kireçtaşı üzerine tektonik dokanakla Geç Kretase yaşlı kireçtaşı, radyolarit, çört, gabro, diyabaz ve serpantin parçaları içeren ofiyolitik melanjdan oluşan Taşkent melanjının geldiğini, Taşkent melanjı üzerine tektonik dokanakla Geç Triyas yaşlı kireçtaşı ve mermer blokları içeren sleyt, metakuvarsit ve fillitten oluşan Zindancık karmaşığının geldiğini, Zindancık karmaşığı üzerine tektonik dokanakla Geç Permian yaşlı koyu gri renkli şeyl ve kuvarsit arakatkılı koyu gri renkli kireçtaşından oluşan Kahtepe formasyonunun geldiğini, Kahtepe formasyonu üzerine uyumsuz olarak Pliyosen-Holosen yaşlı kahverengi-kırmızı renkli konglomera, kumtaşı ve çamurtaşından oluşan Topraklı formasyonunun geldiğini, Topraklı formasyonu üzerine uyumsuz olarak Holosen yaşlı blok-kil boyutlu tutturulmamış materyalden oluşan alüvyonların geldiğini ifade etmiştir (Şekil 4.2).

4.1. Seydişehir Formasyonu (COs)

Kumtaşı, silttaşı, şeyl ar dalanmasından oluşan kırıntılılar ilk kez Monod (1967), tarafından “Seydişehir formasyonu” olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bu çalışmada da Seydişehir formasyonu olarak değerlendirilmiştir. Formasyon inceleme alanında, Bağbaşı, Siyek Tepe, Hüyük Tepe, Büyükoba ve Soğukoluk Yaylaları, İmalca Tepe kuzeyi, Karamangüneyi Tepe çevresinde geniş yayımlı olarak yüzlek verir (Şekil 4.1).

Formasyon alacalı renkli şeyl, kumtaşı ve killi kireçtaşı ardalanması ile başlar, üste doğru yer yer killi kireçtaşı budinleri içeren sıkışık kıvrımlı, iyi yapraklanmış şeyl–metasiltaşı ve kumtaşı ardalanmasıyla devam eden istif, bej renkli siltaşı, paralel ve dalgalı lamine kumtaşı ve mor renkli ince killi kireçtaşı ardışımı ile devam eder. Seydişehir formasyonunda ayrıca, çökmeyle eşyaşlı kıvrım ve mikro faylar ile çökme yapıları ve iz fosiller de sık olarak gözlenmektedir (Turan 1997).



Şekil 4.1. İnceleme alanının jeoloji haritası (Turan, 1990'dan değiştirilerek)

Seydişehir formasyonunun alt dokanağı inceleme alanında gözlenmemektedir, üstten ise Üst Jura Hacılabaz formasyonu tarafından açılı uyumsuz olarak örtülmektedir. Formasyonun belirlenen kalınlığı 540 m'dir (Turan 1997).

Birimler		Neotokton	ALLOKTON	OTOKTON	Litoloji	Açıklamalar				
Yaş	Tektonik Birlik						Formasyon	Singeler	Kalınlık (m)	
A. Ordovisiyen Ü. Cambriyen-	GEYİKDAĞI	-Holosen Pliyosen	HOCALAR	SİNATDAĞI	Seydişehir	Killi kireçtaşı mercekli kumtaşı, kuvarsit, siltaşı ve şeyl ardalanması				
Ü. Jura							Hacılabaz	Jh	500	Gri, koyu gri dolotaşı, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşı
Ü. Kre-							Saytepe	Ks	250	Bol rudist içeren gri kireçtaşı
O. Eosen							Çoban- ağacık Kireçtaşı	Pgç	200	Bol nummulit içeren kireçtaşı
Üst Kretase	BOZKIR	Zindancık karmaşığı	Taşkent melanjı	Kt	500	Kireçtaşı, radyolarit, çört, gabro, diyabaz, serpantin parçaları içeren ofiyolitik melanj				
Triyas	Kireçtaşı ve mermer blokları içeren sleyt, metakuvarsit ve fillit									
Üst Permiyen							Koyu gri şeyl ve kuvarsit arakatlı, koyu gri kireçtaşı			
Neotokton	Topraklı							NgQt	80	Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı
		Alıvyon	Qa	50	Blok, çakıl, kum, silt, kil					

Şekil 4.2. İnceleme alanının tektono-stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz; Turan, 1990'dan değiştirilerek)

Gedik (1977) killi kireçtaşlarında bulduğu *Hadimopanella* türlerine dayanarak formasyona Geç Kambriyen–Erken Ordovisiyen yaşını vermiştir. Bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.

Seydişehir formasyonunu oluşturan ardışıklı litolojiler ve kırıntılarda izlenen yük kalıpları, akıntı izleri, dalgalı ve paralel lamina yapıları, sedimantasyonun türbiditik bir havzada gerçekleştiğini gösterir (Turan 1997). Litolojik gelişimdeki renklilik, ritmik çökelim, alt ve üstteki formasyonların nitelikleri, Seydişehir formasyonunun çökeldiği alanın platformdan kurtulduğunu ve tektonik yönden hareketli bir filiş havzasına dönüştüğünü belgelemektedir (Turan 1997).

4.2. Hacılabaz Formasyonu (Jh)

Dolomit, dolomitik kireçtaşı ve kireçtaşından oluşan birim ilk kez Sultan Dağları yöresinde Demirkol (1981), tarafından “Hacılabaz kireçtaşı” adı altında tanımlanmıştır. Daha sonra inceleme alanında Turan (1990), tarafından “Ovacık kireçtaşı” adı altında tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Ancak Turan (1997), bu birimi daha sonra adlama ilkesine bağlı kalarak “Hacılabaz kireçtaşı” şeklinde adlandırmıştır. Bu çalışmada formasyon mertebesinde görüldüğünden Hacılabaz formasyonu şeklinde incelenmiştir. Hacılabaz formasyonu inceleme alanında, Karamangüneyi Tepe, Sakız Tepe ve Göynük Tepe, Kızılgüney Tepe, İmalca Tepe, Nergizli Tepe, Tavşancı Tepe, Belyatak Tepe, Büyükkara Tepe, Dede Tepe, Kuzalan Tepe çevresinde geniş yayılımlı olarak yüzlek verir (Şekil 4.1).

Altta mikritik ara düzeyler içeren gri, koyu gri renkli, orta–kalın tabakalanmalı, dolomitik kireçtaşları ile başlayan istif, üste doğru gri renkli, orta tabakalanmalı kireçtaşlarına geçer, daha üstlerde ise koyu gri renkli, orta–kalın tabakalı, bazı düzeylerde breşik görümlü kireçtaşı ve dolomitleşmiş ara düzeylerle devam eder (Özkan ve Dinç, 2010). Dolomitik düzeylerin öz şekilli ya da yarı öz şekilli dolomit kristallerinden yapıları dolosparitler, kireçtaşlarının da alttan üste doğru killi fosilli mikrit, fosilli dismikrit, biomikrit, dismikrit, biointrasparit, biointramikrit oldukları gözlenmiştir (Özkan ve Dinç, 2010).

Birim alttan Geç Kambriyen–Erken Ordovisiyen yaşlı Seydişehir formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelmekte, üstten ise Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonu ve Lütésiyeen yaşlı Çobanağacık kireçtaşı tarafından açılı uyumsuzlukla,

Geç Permiyen yaşlı Kahtepe formasyonu ve Geç Kretase yaşlı Taşkent karışığı tarafından tektonik dokanakla örtülmektedir. Birimin kalınlığı 500 m'dir.

Turan (1990, 1997), Hacılabaz formasyonundan derlediği *Clypeina jurassica*, *Cambelliella striata*, *Valvulina lugeoni*, *Kurnubia cf. palastiniensis*, *Valvulina sp.*, *Kurnubia sp.*, *Valvulina sp.*, *Ophthalmidium sp.*, *Siphovalvulina sp.*, *Ataxophragmidae* ve *Miliolidae* gibi bentik faunaya göre birime Geç Jura yaşını vermiştir. Bu çalışmada da bu yaş kabul edilmiştir.

Hacılabaz formasyonu, uzun bir karasallaşma döneminden sonra transgresyon yapan bir denizde, doğrudan karbonat sedimantasyonu şeklinde çökelmeye başlamış olup, formasyonun bentik fauna topluluğu, kuş gözü yapıları ve mikrofasiyes özellikleri; ortamın düşük enerjili, lagüner, sığ bir deniz olduğunu; dolomitleşmenin de bu ortamda erken diyajenetik ve sığ-orta gömülmeye bağlı olarak da geç diyajenetik olarak geliştiğini belirtmektedir.

4.3. Saytepe (Ks)

Çoğunlukla karbonatlardan, az olarak da konglomeralardan oluşan birim ilk kez Turan (1990), tarafından tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bu çalışmada da bu ad altında incelenmiştir. Birim inceleme alanında Büyükkara Tepe güneydoğusunda, Küçükşaban Tepe, Nergizli Tepe batısında, Tavşancı Tepe batısında, Kayrak Tepe doğusunda Bolat çevresinde dar yayımlı olarak yüzlek verir (Şekil 4.1).

Formasyonun taban bölümünü oluşturan konglomeralar kırmızı, mor renkli olup, kumtaşı ve çamurtaşı ara seviyeleri içerirler ve merceksi geometriler gösterirler. Orta-kalın tabakalanmalı olan bu konglomeralar yanal olarak aynı tane özelliklerini gösteren, fakat kırmızı gercin bulunmadığı gri renkli, karbonat çimentolu konglomeralara geçiş sunarlar (Turan 1990). Maksimum tane çapının 7 cm olduğu konglomeraların çakılları tamamen Hacılabaz formasyonu karbonatlarından türetilmişlerdir (Turan 1990).

Formasyon tip yerindeki konglomeralardan sonra yer yer rudist kavkıları içeren, gri renkli, orta kalınlıkta kireçtaşı tabakalarına geçer ve daha üstte bol miktarda rudist kalıntıları içeren orta kalınlıkta gri renkli, hafif kristalize kireçtaşları ile sonlanır (Turan, 1990). Formasyonun egemen litolojisini oluşturan açık gri renkli kireçtaşları (Şekil 4.3) bazı seviyelerde ince-orta tabakalanmalı, laminalanmalı (Şekil 4.3A41 ve 46), sık kıvrımlı, bordo renkli ve fazlaca ezikli laminalı düzeyler daha çok sinsedimanter

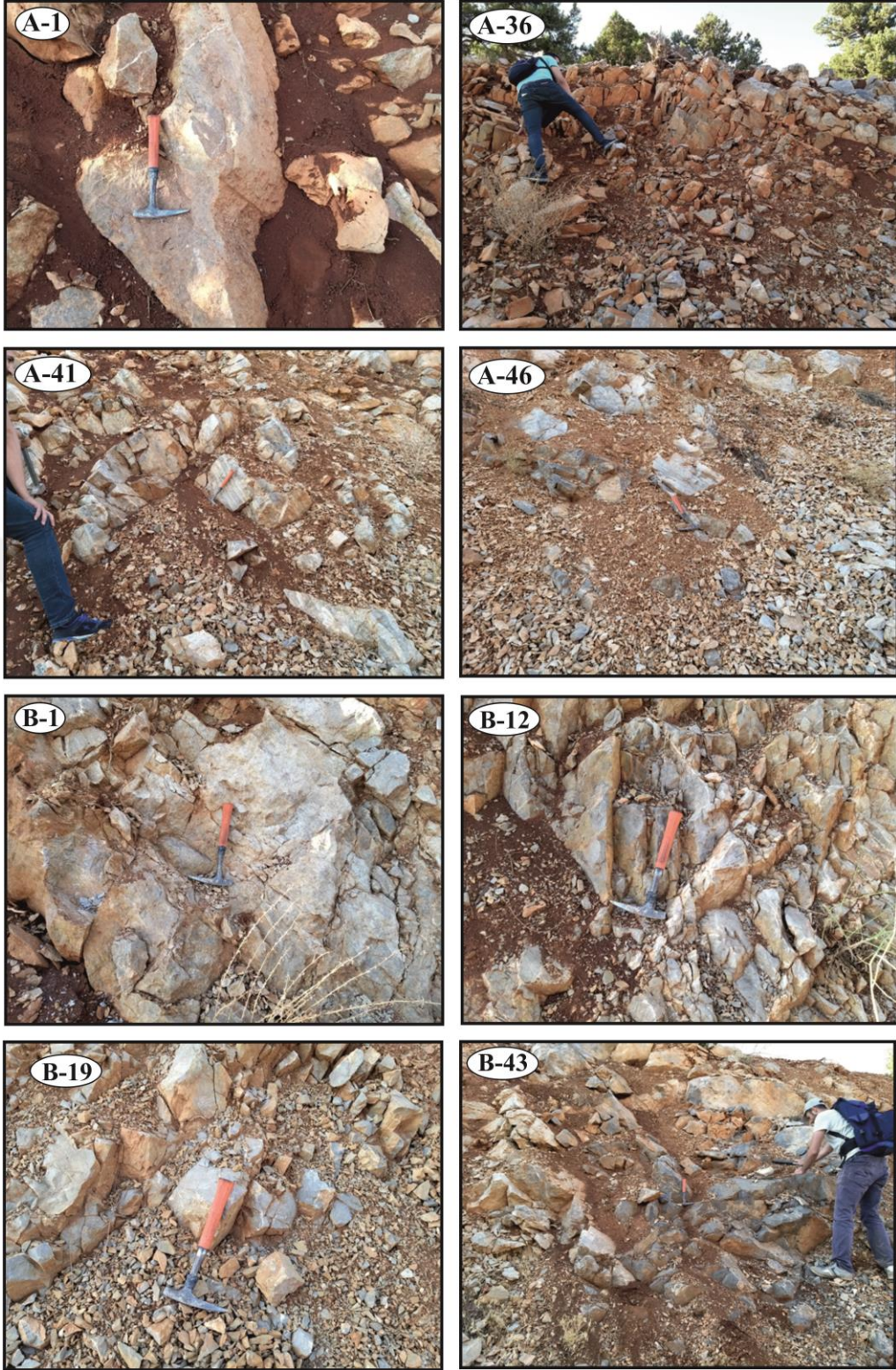
deformasyonun etkin olduğu kesimlerde gözlenmekte olup, formasyon içi mikro ölçekli ekaylanmaları da sıkça göstermektedir (Turan, 1990). Yine formasyonun bazı seviyelerinde çört yumrularına ve formasyon içi konglomeralara da rastlanılmaktadır (Turan, 1990).

Formasyonun taban bölümüne ilişkin litolojiler, yeşilimsi gri, oksidasyondan ötürü bazen sarı boz renkte (Şekil 4.3) olup, ince tabakalanmalı, laminalanmalı, killi ve çört yumrulu kireçtaşları ile başlayıp üste doğru yine ince tabakalı, bitüm kokulu, gri boz renkli kırıntılı kireçtaşları ile çört yumrulu kireçtaşı aratabakaları şeklinde devam etmektedirler (Turan, 1990). En üst düzeylerde ise çörtlü kireçtaşı ve şeyllerin de eşlik ettiği, bordo ve boz renkli, ince tabakalanmalı killi kireçtaşı tabakaları gözlenirler (Turan, 1990). Saytepe formasyonu kireçtaşlarının alttan üste doğru vaketaşı, istiftaşı, dolomitik çamurtaşı-vaketaşı, vaketaşı-çamurtaşı, vaketaşı ve çamurtaşı mikrofasiyesleri şeklinde gelişmiştir.

Saytepe formasyonu, alttan Geç Jura yaşlı Hacıalabaz formasyonu üzerine açılı uyumsuz olarak gelirken, üstten Geç Kretase yaşlı Taşkent karışığı tarafından tektonik dokanakla ve Orta Eosen yaşlı Çobanağacık kireçtaşı tarafından açılı uyumsuzlukla örtülmektedir. Saytepe formasyonunun kalınlığı 250 m'dir (Turan, 1997).

Turan (1997), formasyondan bulduğu *Pseudoraphydionina* cf. *laurensis*, *Pseudomia* cf. *mutistrata*, *Nezzata* sp., *Cuneolina* sp., *Minoxia* sp., *Scandonea* sp., *Murciella* sp., *Orbitoides medius*, *Sulcoperculina calcitropoides*, *Lepidorbitoides* cf. *socialis*, *Lepidorbitoides* sp., *Sulcoperculine* sp., *Omphalocyclus* sp. fosillerine göre birime Geç Kretase yaşını vermiştir. Bu çalışmada da bu yaş kabul edilmiştir.

Saytepenin tabanındaki konglomeralar, dalga etkinliğindeki kıyıda akarsu-alüvyal yelpaze-lagün geçişindeki sığ bir kıyı fasiyesini simgelemekte, bunlar üzerinde çökelmiş olan karbonatların mikrofasiyes özelliklerinin yanı sıra yaygın olarak izlenen alg, mercan, rudist ve bentik foraminifer içerikleri karbonat sedimantasyonunun resif kapsayan, duraylı sığ bir şelfte gerçekleştiğini vurgulamaktadır (Turan, 1997).



Şekil 4.3. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının ölçülü stratigrafi kesit (A ve B) hatlarındaki arazi görünümleri. Ölçek: çekiç boyu 28 cm

4.4. Çobanağacık Kireçtaşı (Pgç)

Bol miktarda nummulid ve diskosiklinli kireçtaşlarından oluşan birim ilk kez Turan (1990), tarafından Çobanağacık kireçtaşı şeklinde tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bu çalışmada da bu adlama kullanılmıştır. Birim inceleme alanında, Hadim, Aşağı Hadim Mahallesi, Küçükşaban Tepe, Ortayatak Tepe, Kayrak Tepe batısı ve Bolat güneyinde çok dar yayımlı olarak yüzlek sunar (Şekil 4.1).

Birim, koyu sarı renkli aşınım yüzeylerinde gri renkli, orta-kalın tabakalanmalı, bol mikrofosilli kireçtaşları şeklinde gözlenmekte, ince kesitlerde çoğunlukla %50'nin üzerinde bentik foraminifer, kırmızı alg ve mercanlardan oluşan fosiller ile rudist biyoklastları barındırmaktadır. Bazı örnekler %90-95 oranında düzensiz sınırlara sahip organik kalıntılardan oluşan biyolitit şeklindeyken, çoğu örnekler istiflenmiş biomikrit şeklindedir (Turan 1997).

Çobanağacık kireçtaşı, alttan Geç Jura yaşlı Hacıalabaz formasyonu ve Saytepe formasyonu üzerine düşük açılı bir uyumsuzlukla gelirken, üstten Geç Permian yaşlı Kahtepe formasyonu, Triyas yaşlı Zindancık karmaşığı ve Üst Kretase yaşlı Taşkent melanjı tarafından tektonik dokanaklı olarak örtülmektedir. Çobanağacık kireçtaşının kalınlığı 200 m'dir (Turan 1990).

Turan (1997), inceleme alanında yaptığı çalışmada bulduğu *Nummulites aturicus*, *Discocyclina* sp., *Asterocyclina* sp., *Actinocyclina* sp., *Gypsina* sp., *Operculina* sp., *Assilina* sp., *Rotalia* sp. gibi fosillere dayanarak birime Lütésiyan yaşı vermiştir. Bu çalışmada da bu yaş kullanılmıştır.

Çobanağacık kireçtaşının litofasiyes ve biyofasiyes özellikleri göz önüne alındığında, çökmenin sığ, ılık-sıcak bir denizde, resif ardı-resif-resif önü ortamında gerçekleştiği söylenebilmektedir (Turan 1997).

4.5. Kahtepe Formasyonu (Pk)

Sinatdağı napının tabanındaki kumtaşı-şeyl içerikli karbonatlar, Turan (1990) tarafından Kahtepe formasyonu olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Formasyon, inceleme alanında Aşağı Hadim, Hocalar kuzeyi, Kocakuzan Tepe, Küçükkuzan Tepe, Manastır Tepe, Ortayatak Tepe ve Emirelin Tepe civarında geniş yayımlı olarak yüzlek verir (Şekil 4.1).

Formasyon, koyu gri, bol fosilli, mikritik kireçtaşı ile başlar; üste doğru fusulinidli, pelletli, intraklastlı, kalsit damarlı ve sitilolitli, orta-kalın tabakalı kireçtaşlarıyla devam eder (Özkan, 2021). Formasyon, daha üstte oolitik istiftaş-tanetaşı özelliğinde, ince-orta tabakalı kireçtaşı ile devam eder. Birim, daha üstte sarı-pembe renkli, ince-orta tabakalı şeyl-kuvarsit aralanmasından oluşan ara seviye içerir (Özkan, 2021). Ara seviye üzerine, fusulinid, *Ammodiscus*, *Glomospira*'lı, mikrit-mikrosparlı, gri renkli, ince-orta tabakalı, mercanlı kireçtaşı gelir ve gastropodlu, *Mizzia*'lı, fusulinid, onkoyid, krinoid, kuvars parçaları, mitrit-mikrospar içeren, gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı ile devam eder (Özkan, 2021). Daha üstte, biyoklast ve kuvars parçalı, intraklast, pellet, *Ammodiscus*, ostrakod, mikrit-mikrospar ve sparit çimentolu, gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı şeklindedir. En üstte ise formasyon, *Mizzia* sp., *Ammodiscus*, *Glomospira*, ostrakod, kuvars, pellet, intraklast, mikrit içeren, gri renkli, ince-orta tabakalı kireçtaşı şeklindedir (Özkan, 2021). Kahtepe formasyonunun bazı seviyelerinde <%5 oranında dolomit mineraline de rastlanılmıştır. Sarı boz ve bordo şeyller ve laminalı kuvarsitler, kireçtaşları arasında 10-15 m'ye varan düzeyler oluşturur (Turan, 2000). Formasyon İbrim Dağı kesitinde az şeyl-kuvarsit içerikli, koyu gri, bol alg ve fusulinli kireçtaşı şeklinde, Çal Dağı kesitinde ise açık gri renkli, tabakalanma belirsizleşmekte, şeyl-kuvarsit katkıları izlenmemektedir (Turan, 2000).

Formasyon inceleme alanında, Zindancık karmaşığı, Hacıalabaz formasyonu, Taşkent karışığı, Çobanağacık kireçtaşı üzerine tektonik dokanakla gelmekte ve üstten alüvyon ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Formasyon, Manastır Tepe ölçülü kesitine göre 143 m kalınlık sunarken (Özkan, 2021), Kah Tepe'de 450 m, Çal Dağı'nda 500 m, İbrim Dağı'nda ise 800 m kalınlık sunmaktadır (Turan, 2000).

Turan (2000) Kahtepe formasyonundan derlediği *Staffella trensiens*, *Mizzia velebitana*, *Mizzia* sp., *Agathammina pusilla*, *Schwagerina* sp., *Nagatoella* sp., *Undarella* sp., *Tubiphytes* sp., *Ammodiscus* sp., *Globivalvulina* sp., *Climacammina* sp., *Pseudovermiporella* sp., *Epimastapora* sp., Hemigordiopsidae fosillerine göre birime Geç Permiyen yaşı vermiştir. Bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.

Kahtepe formasyonu litolojik (oid, intraklast, pellet, mikrit ve sparit) ve paleontolojik (alg, mercan, fusulinid, gastropod, bivalv) özelliklerine göre, düşük ve yüksek enerjili, karbonat çökeliminin egemen olduğu şelf ortamında çökelmiştir (Özkan, 2021).

4.6. Zindancık Karmaşığı (Rz)

Beyaz renkli mermer blokları, gri renkli kristalize kireçtaşı mercek ve parçaları, sleyt, fillit, metakuvarsit, metaşeyl ve metaçörtten oluşan kaotik birim ilk kez Turan (1990) tarafından tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bu çalışmada da bu adlama benimsenmiştir. Karmaşık inceleme alanında, Hocalar, Hadim, Aşağı Hadim, Manastır Tepe batısı, Katıralanı Tepe ve Emirelin Tepe güneydoğusunda geniş yayımlı olarak yüzlek verir (Şekil 4.1).

Birim değişik boyutlarda, beyaz renkli, bol çatlaklı mermer blokları ile beraber gri renkli kristalize kireçtaşı mercek ve parçaları içeren çok ince yapraklanmış pembemsi renkli sleyt ve yeşilimsi fillitlerden ibaret bir taban bölümü ile başlar ve üste doğru istif, süt rengi metakuvarsit, yeşilimsi ve sarımtırak renklerde metaşeyl, sleyt, limonitli–killi yumrular içeren koyu gri renkli metaşeyl ve koyu gri renkli metaçört arılanması ile bunlara eşlik eden yabancı kristalize kireçtaşı parçalarından oluşmaktadır (Turan 1997). Karışığın içindeki karbonat kayaç parçaları; mozayik dokulu mermer–kuvarslı mermer, rekristalize kireçtaşı, oobiosparit ve istiflenmiş biomikrit şeklindedir (Turan 1997).

Alt sınırı boyunca Taşkent ofiyolitli karışığı ve Çobanağacık kireçtaşı üzerine bindiren Zindancık karmaşığı, üstten Kahtepe formasyonu ile tektonik dokanakla örtülmüştür. Birimin mostra kalınlığı 320 m’dir (Turan 1997).

Turan (1990) Zindancık karmaşığı içindeki bloklarda Orta–Üst Devoniyen’i gösteren *Favosites* sp., *Alveolites* sp., *Disphyllium* sp. ve *Hexagonaria* sp. gibi mercanları, Karbonifer’i gösteren *Earlandia* sp., *Tubertina* sp., *Millerella* sp., *Archaeodocidae*, *Endothyridae* ve Üst Permiyen’i gösteren *Hemigordius renzi*, *Baisalina pulchra*, *Staphella* sp., *Eolasiodiscus* sp., *Ungdarella* sp., *Nagotella* sp., *Parafusulina* sp., *Gymnocodium* sp., *Epimastapora* sp., *Pseudovermiporella* sp. gibi fusulinid, miliolid ve algleri bulmuştur. Turan (1990) bloklardan derlediği bu fosil bulgularına göre, karmaşığın çökme yaşını Üst Permiyen’den daha genç, muhtemelen Triyas (?) olarak ifade etmiştir. Bu çalışmada da birimin yaşı Triyas olarak değerlendirilmiştir.

Zindancık karmaşığının litostratigrafik gelişimine bakıldığında; bulantı akıntılarının etkinlik kazandığı bir dönemde, çökme havzasına bol miktarda klastiklerin aktarılmasına paralel olarak oluşan türbiditler olduğu söylenebilmektedir

(Turan, 1997). Blok faylanma ve gravite kaymalarına bağılı olarak, değişik yaşı ve fasiyesteki kireçtaşı olistolitleri, bu türbiditik havzaya taşınıp kırıntılı çökellerle karışarak olistostromal bir nitelik kazanmışlar ve daha sonra düşük dereceli yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirerek başkalaşmışlardır (Turan, 1997).

4.7. Taşkent Melanjı (Kt)

İnceleme alanında Geyikdağı birliğine ait birimleri tektonik dokanakla örten karmaşık iç yapılı okyanusal topluluk, litodemik bir yaklaşımla ilk kez Turan (1990) tarafından Taşkent ofiyolitli karışığı olarak tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bu çalışmada da bu adlama kullanılmıştır. Karışık inceleme alanında, Hadim doğusu ve kuzeyinde, Sakız Tepe, Büyükkara Tepe doğusunda, Kayrak Tepe ve Bolat çevresinde geniş yayımlı olarak mostra vermektedir.

Karışık Karbonifer'den Maastrichtiyen'e kadar farklı yaş, litoloji, boyut, oluşum ortamı ve fasiyes özelliklerini taşıyan kaya türlerinin tektonik olarak karışmasından oluşmuş "renkli melanj" şeklinde (Turan'dan 1997) olup, bu melanjın içinde bordo-kırmızı renkli, mercek geometrili pelajik marınlar ile gri renkli kireçtaşı blokları haritalanabilen litodemler şeklinde gözlenirler (Turan 1997). İlâveten haritalanamayacak boyutta ezilmiş-breşleşmiş serpantinit, diyabaz, piroksenit, çört, radyolarit ve değişik kireçtaşı blokları, farklı litolojilerden yapılı çakıl-kum-çamur ve yeşil renkli tuf-tüfitlerin karışımından oluşan bir matriks ve vahşi filiş karakterli düzgün tabakalı kırıntılılar, karışığın diğer bileşenlerini oluştururlar. Melanjın bloklar haricindeki sedimanter litolojilerinin litikvake, kuvars içerikli siltaşı, killi biomitrit, kalkarenit-kalsirudit şeklinde oldukları saptanmıştır (Turan 1997).

Taşkent melanjı, alttan Geç Jura yaşlı Hacılabaz formasyonu, Geç Kretase yaşlı Saytepe formasyonunu ve Lütesiye yaşlı Çobanağacık kireçtaşı ile tektonik dokanaklı, üstten ise Triyas yaşlı Zindancık karmaşığı ve Geç Permiyen yaşlı Kahtepe formasyonu tarafından tektonik dokanakla örtülmektedir. Karışığın mostralardaki kalınlığı değişken olup yaklaşık 500 m'dir (Turan 1997).

Taşkent karışığının ekzotik kireçtaşı parçalarından daha önce Karbonifer, Permiyen, Jura ve Üst Kretase yaşları alınmışken, matriksi oluşturan karbonatlı çamurtaşlarında da *Globotruncana* türleri ile karışığın çökmesinin Geç Kretase içinde

Maastrichtiyen'e kadar sürdüğü belirlenmiştir (Turan 1990, 1997). Birim, bu çalışmada da Geç Kretase yaşlı olarak kabul edilmiştir.

Taşkent karışığı, hendekte dalma-batma işlevleri ile oluşmuş tektonik bir melanj olup, daha sonra kompresyonel tektonik rejimde yoğun bir şekilde makaslanmış ve dilimlenmiş, yamanma kuşaklarında pasif kıta üzerine bindirmiştir.

4.8. Topraklı Formasyonu (NgQt)

Konglomera, kumtaşı ve çamurtaşı araldanmasından oluşan birim Eren (1993) tarafından Topraklı Formasyonu adı altında incelenmiştir. Bu çalışmada Topraklı Formasyonu adı benimsenmiştir. Topraklı Formasyonu, çalışma alanının Bağbaşı doğusu ve güneyinde, Gökharmanı Tepe, Hüyük Tepe doğu ve güneydoğusunda dar bir şekilde yayılım gösterir (Şekil 4.1).

Formasyonun litolojilerini kırmızı, kahverengi, gri renkli konglomera ve çamurtaşı ve daha az olarak kumtaşı oluşturur. Formasyonun egemen litolojisini oluşturan matriks destekli konglomeralar, kırmızımsı gri renklidir ve çoğunlukla çamur ve daha az kum matrikslidir (Özkan, 1998). Konglomeralar, ters derecelenmeli, ince-iri taneli, kötü boylanmalı olup, maksimum tane çapı 80 cm'dir. Polijenik karakterli konglomeranın çakıllarını, temelden türeme kireçtaşı, metakumtaşı, çört, stromatolitik kireçtaşı, kireçtaşı, dasit, andezit ve Neojen yaşlı birimlerden türetilen çakıllar oluşturmaktadır (Özkan, 1998). Konglomeralar, orta-çok kalın tabakalı, orta sıkı karbonat ve zayıf kil çimentoludur. Formasyonun bazı seviyelerinde gözlenen tane destekli konglomeralar gri renkli ve normal derecelenmelidir. Bunlar binik yapı ve düzlemsel çapraz tabakalanma gibi yapılar sergilerler (Özkan, 1998).

Formasyonun başka bir egemen litolojisini oluşturan çamurtaşları kırmızı, kahverengi renkli ve orta-çok kalın tabakalanmalıdır. Çamurtaşları, tamamen volkanik kaya çakıllarından oluşan, erozyonal tabanlı, 8-10 m kalınlığında kanal dolgusu içerir. Onlarca metre kalınlığındaki çamurtaşları, bazı seviyelerde kalış yumruları içermektedir (Özkan, 1998). Yine bu çamurtaşları, bazı seviyelerde matriks destekli konglomeralarla araldanma sunarlar. Topraklı formasyonu kumtaşları gri, kırmızı renkli, ince-orta tabakalı ve yer yer çapraz tabakalanmalıdır (Özkan, 1998).

Topraklı formasyonu, Seydişehir ve Hacıalabaz formasyonlarını açılı uyumsuzlukla örtmektedir (Şekil 4.1). Formasyonun kalınlığı 80 m olarak belirtilmiştir (Turan, 1990).

Birimin yaşı Eren (1993) tarafından Geç Pliyosen-Kuvaterner olarak verilmiş ve bu çalışmada da bu yaş benimsenmiştir.

Topraklı formasyonu, litolojik ve sedimentolojik özelliklerine göre alüvyal yelpaze ve akarsu ortamında çökelmiştir (Özkan, 1998).

4.9. Alüvyon (Qa)

İnceleme alanının en genç çökellerini derelere bağlı olarak gelişmiş gevşek dokulu alüvyonlar oluşturur. Fazla yayılım sunmayan bu alüvyonlara inceleme alanında Hadim ve Aşağı Hadim arasında rastlanılır (Şekil 4.1).

Kendisinden yaşlı birimlerden türeme her türlü kırıntıyı bünyesinde bulunduran bu gevşek dokulu litolojiler, kötü boylanmalı blok, çakıl, kum, silt ve kil boyutlu materyalden oluşmuştur.

5. SAYTEPE FORMASYONUNUN PETROGRAFIK ÖZELLİKLERİ

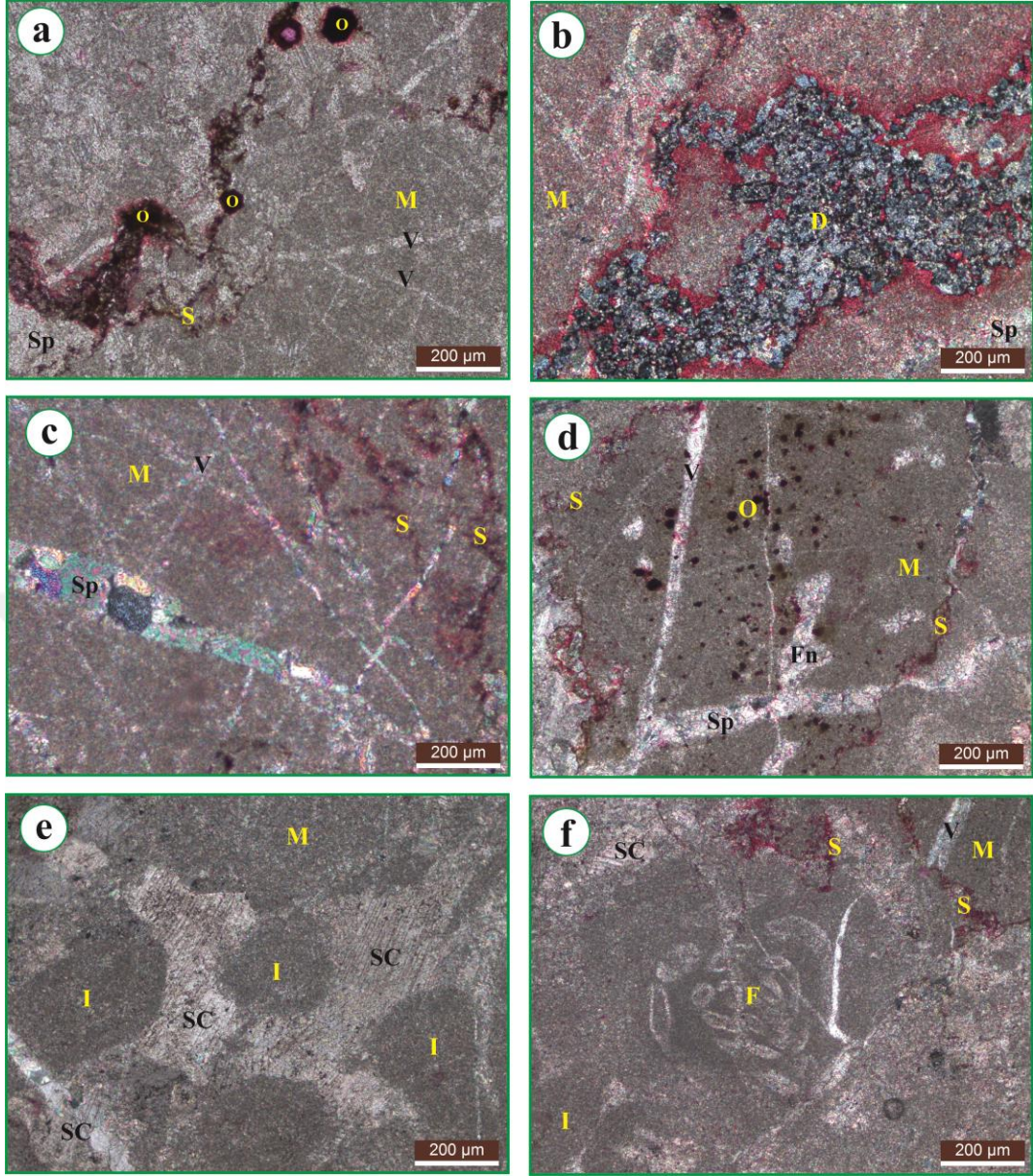
5.1. Büyükkaratepe (ÖSK-A) Ölçülü Stratigrafi Kesiti Örneklerinin Petrografisi

Saytepe formasyonu Büyükkaratepe ölçülü stratigrafi kesitinden (Şekil 5.1) alınan örneklerin mikroskopik incelemesine göre, Saytepe formasyonu tabanda (örnek: A-1) vaketaşı-çamurtaşı (Şekil 5.2a-c) şeklinde gözlenir. Bu seviyeden alınan örnekte, %15 fosil (tanımlanamayan), %2 opak mineral, %73 mikrit, %3 boşluk dolgusu sparikalsitik çimento, %4 sitilolitik dolomit ve %3 porozite gözlenmiştir (Şekil 5.2a-c). Ayrıca bu örnekte çok sayıda sparikalsitik damarlar ve opak mineral dolgulu sitilolitler de bulunmaktadır (Şekil 5.2a-c). Saytepe formasyonu A-4 örneği, istiftaşı-vaketaşı (Şekil 5.2d-f) özelliğinde olup, %30 fosil (alg, miliolid, bivalv, *Orbitoides* sp.), %5 intraklast, %62 mikrit, %1 opak mineral, %1 porozite ile %1 dolomit, sitilolit ve çok sayıda sparikalsitik damarlar içermektedir (Şekil 5.2d-f). Bu seviyede bazı *Orbitoides* (Şekil 5.3a) sp. örneklerinde mikritik zarf (rim), opak mineral ve sparikalsitik dolgulu sitilolitler de gözlenmiştir. Saytepe formasyonu A-8 örneği, istiftaşı (Şekil 5.3b) özelliğinde olup, %48 fosil (çoğunlukla biyoklast), %50 mikrit, %2 dolomit, sparikalsitik damarlar ve sitilolitler (Şekil 5.3b) kapsamaktadır. Saytepe formasyonu A-12 örneği, vaketaşı özelliğinde olup, %39 fosil (*Orbitoides* sp. ve biyoklast), %1 dolomit, %60 mikrit içermektedir. Bu örnekteki dolomitler çok ince kristalli ve özşekilsizdir. Saytepe formasyonu A-16 örneği, istiftaşı (Şekil 5.3c,d) özelliğinde olup, %40 fosil, %8 dolomit, %50 mikrit, %2 porozite kapsamaktadır. Fosiller biyoklastik özellikte ve dolomitler çok küçük özşekilli romboederler ve saçınımlı şekildedir (Şekil 5.3c,d). Saytepe formasyonu A-19 örneği, yine istiftaşı (Şekil 5.3e,f; 5.4a,b) özelliğinde olup, %40 fosil, %3 dolomit, %57 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede fosiller biyoklastik (Şekil 5.4a,b) olup, oygu (burrow) yapısı (Şekil 5.3e) da gözlenmiştir. Bu örnekteki dolomitler bazı biyoklastları ornatmıştır. Saytepe formasyonu A-22 örneği, istiftaşı özelliğinde olup, %46 fosil, %4 dolomit, %50 mikrit kapsamakta ve dolomitler

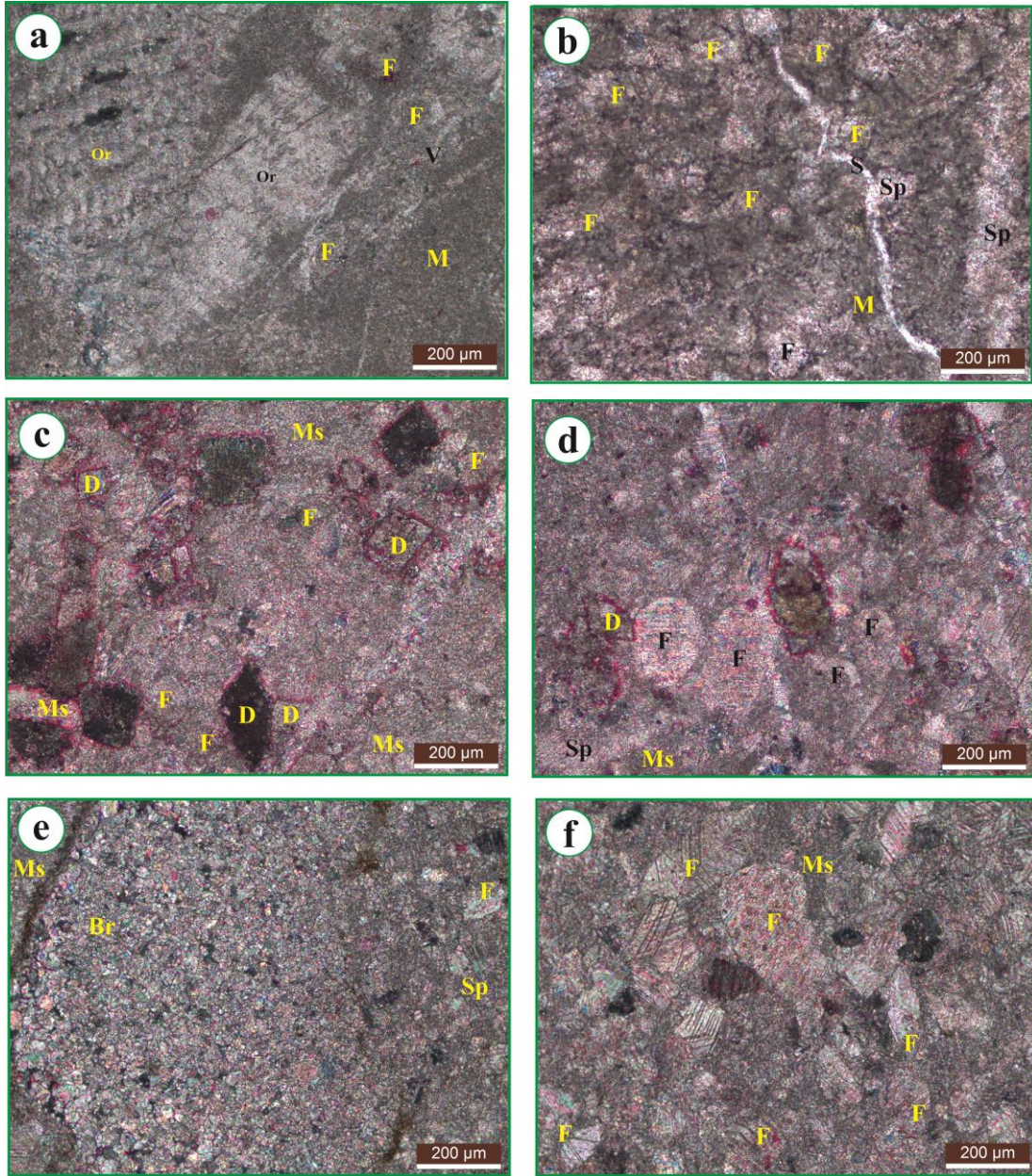
yine biyoklastları ornatmıştır. Saytepe formasyonu A-24 örneği yine istiftaşı (Şekil 5.4c) özelliğinde olup, %41 fosil, %8 dolomit, %51 mikrit içermektedir. Bu seviyede fosiller biyoklastlar şeklinde, yamalar şeklinde boşluk dolgusu sparikalsit çimento (Şekil 5.4c), dolomitlerin bir kısmı romboeder, bir kısmı da biyoklast ornatımı şeklindedir. Saytepe formasyonu A-26 örneği istiftaşı özelliğinde olup, %45 fosil, %2 dolomit, %53 mikrit gözlenmiştir. Bu seviyedeki fosiller *Orbitoides* sp. ve biyoklastlar şeklinde ve bazı *Orbitoides*'lerde mikritleşme de görülmüştür. Saytepe formasyonu A-29 örneği istiftaşı özelliğinde olup, %47 fosil, %2 dolomit, %50 mikrit ve %1 porozite kapsamaktadır. Bu örnekte dolomitler biyoklast ornatımlı, fosiller *Orbitoides* sp., krinoid diski ve biyoklastlar şeklindedir. Saytepe formasyonu A-36 örneği istiftaşı özelliğinde olup, %50 fosil, %2 dolomit, %48 mikrit kapsamakta ve fosiller biyoklastlar şeklindedir. Saytepe formasyonu A-41 örneği dolomitik çamurtaşı-vaketaşı özelliğinde olup, %10 fosil, %18 dolomit, %72 mikrit kapsamakta ve laminalanma sunmaktadır (Şekil 5.4d). Dolomitler küçük boyutlu, özşekilli ve yarı özşekilli kristaller (Şekil 5.4d) şeklindedir. Saytepe formasyonu A-46 örneği vaketaşı-çamurtaşı özelliğinde olup, %11 fosil, %5 dolomit, %82 mikrit ve %2 porozite kapsamaktadır. Laminalanma sunan bu örnekte tanımlanamayan fosiller ve dolomitleşmiş kesişen damarlar gözlenmiştir. Saytepe formasyonu A-54 örneği vaketaşı (Şekil 5.4e) özelliğinde olup, %22 fosil, %3 dolomit, %74 mikrit ve %1 porozite kapsamaktadır. Bu seviyede tanımlanamayan fosiller ve damarlar şeklinde dolomit ve sparikalsit dolgulu sitilolit (Şekil 5.4e) gelişimi gözlenmiştir. Saytepe formasyonu A-61 örneği vaketaşı (Şekil 5.4f; 5.5a,b) özelliğinde olup, %15 fosil, %9 dolomit ve %76 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede tanımlanamayan fosiller ve saçınımlı özşekilli-yarı özşekilli dolomit kristalleri (Şekil 5.4f; 5.5a,b) gözlenmiştir. Saytepe formasyonu A-68 örneği çamurtaşı (Şekil 5.5c-d) özelliğinde olup, %8 fosil, %10 dolomit ve %82 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede tanımlanamayan fosiller (Şekil 5.5c,e,f), saçınımlı ve damar ornatımlı dolomit kristalleri (Şekil 5.5e) ile mikro faylanma (Şekil 5.5d) gözlenmiştir.

YAŞ	FORMASYON	LİTOLOJİ	KALINLIK (m)	AÇIKLAMALAR	ÖRNEK
Geç Kretase	Taşkent melanjı		500	Ofiyolitik melanj	
Geç Kretase	Saytepe			Bindirme	A-66
				Çamurtaşı	
			104		A-61
			91	Vaketaşı	A-54
			78	Vaketaşı-çamurtaşı	A-46
			65	Dolomitik Çamurtaşı-Vaketaşı	A-41
					A-36
			52		A-29
			39	İstiftaşı	A-26 A-24 A-22
			26		A-19 A-16
		Vaketaşı	A-12		
	13	İstiftaşı	A-8		
			A-4		
		Vaketaşı	A-1		
Geç Jura	Hacılabaz		500	Dolotaşı, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı	

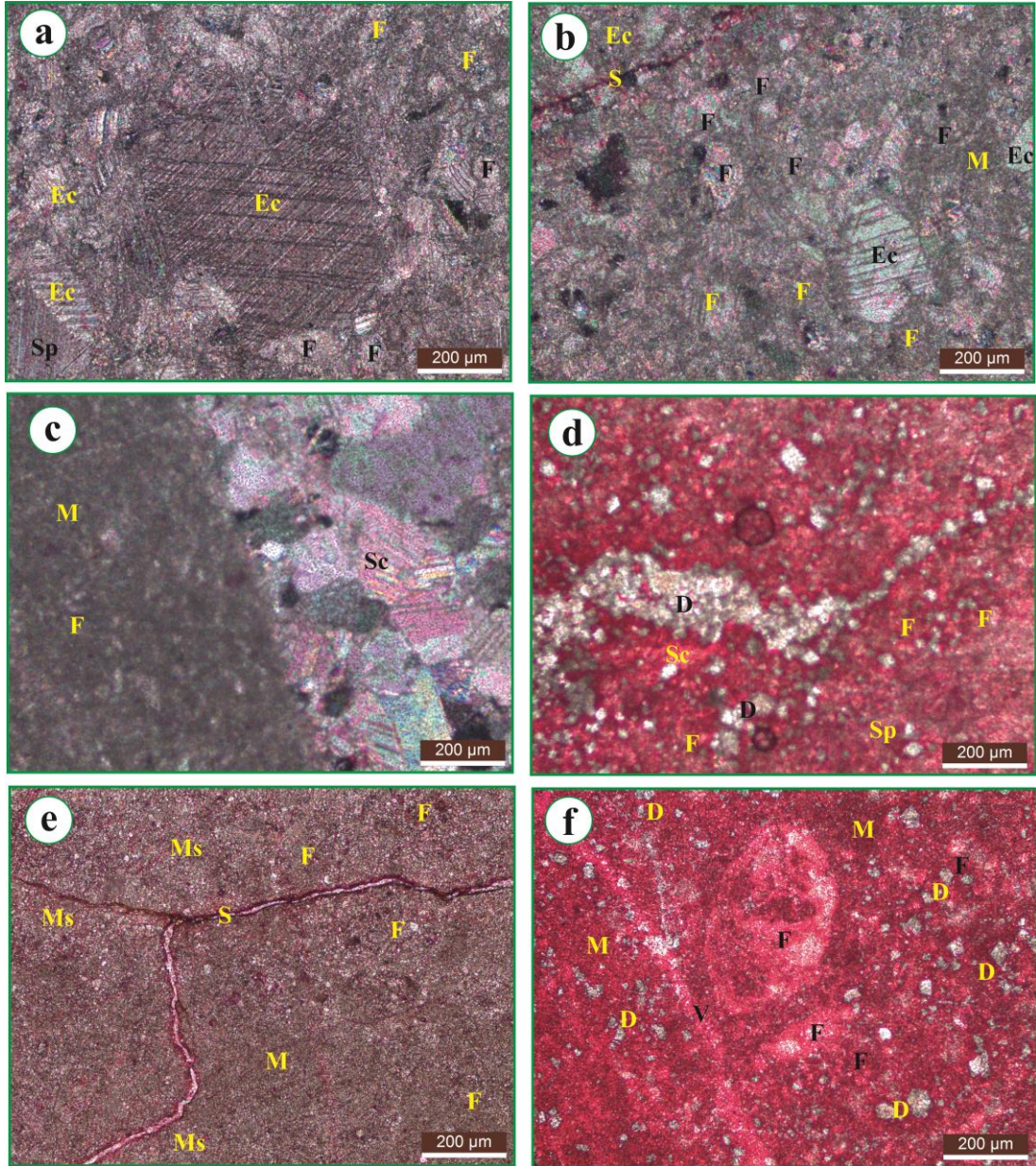
Şekil 5.1. Büyükkaratepe (ÖSK-A) ölçülü stratigrafi kesiti



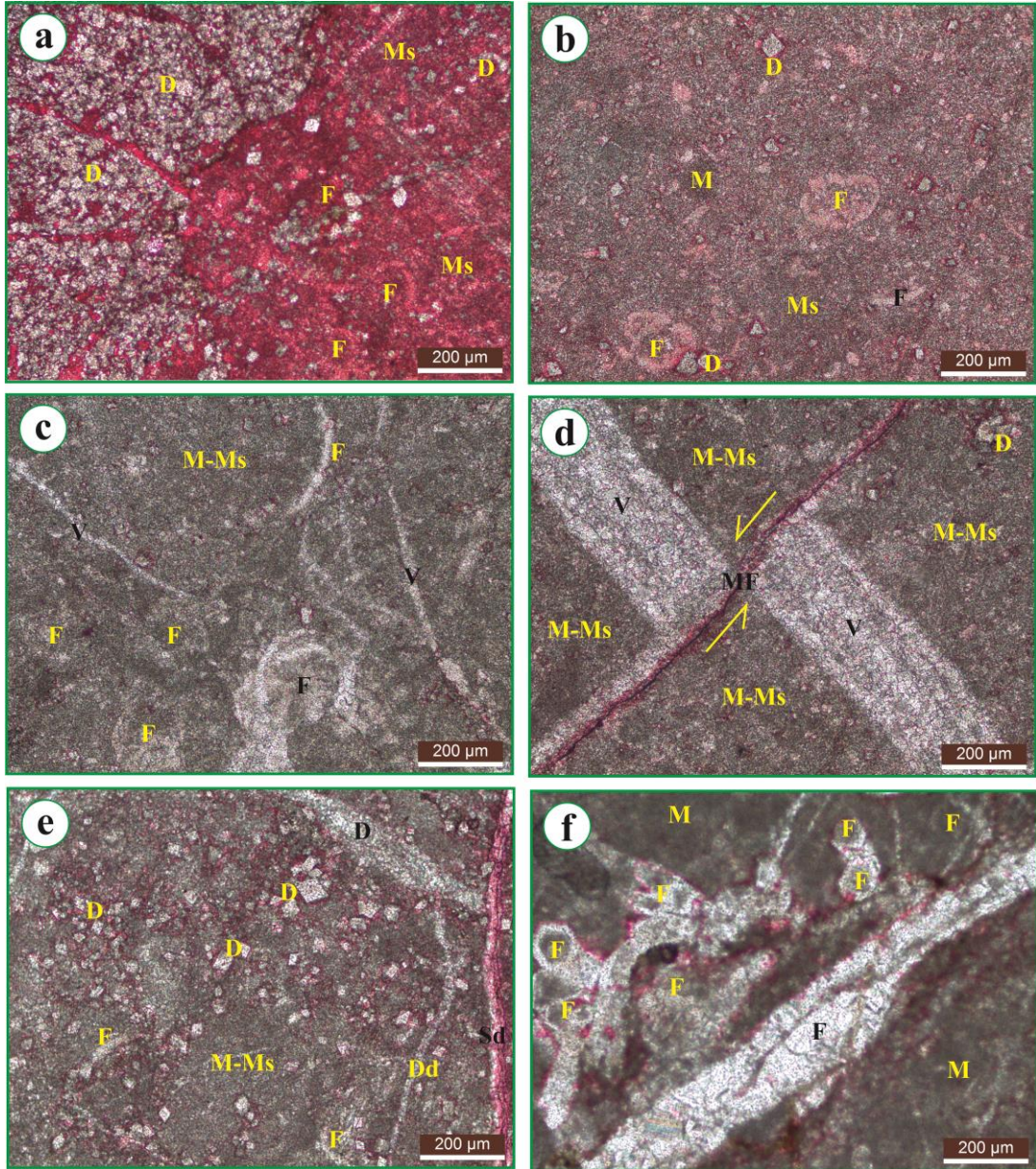
Şekil 5.2. Saytepe formasyonu Büyükkaratepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a)** mikrit (M), opak mineral (O), sitilolit (S) ve kesişen sparikalsitik (Sp) damarlar (V), Ç.N. (A-1). **b)** sitilolitik dolomit (D) kristalleri, mikrit (M) ve sparit (Sp), Ç.N. (A-1). **c)** sitilolit (S), Sparikalsitik (SP) damarlar (V) ve mikrit, Ç.N. (A-1). **d)** mikrit (M), sparikalsit dolgulu sitilolit (S), sparikalsit (Sp) dolgulu fenestra (Fn), opak mineraller (O) ve kalsitik damar (V), Ç.N. (A-4). **e)** intraklast, mikrit, sparikalsitik çimento (Sc), Ç.N. (A-4). **f)** fosil (F), intraklast (I), mikrit (M), sparikalsitik damar (V), Ç.N. (A-4).



Şekil 5.3. Saytepe formasyonu Büyükkaratepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a)** mikrit (M), orbitoides (Or) sp., fosil (F) ve sparikalsitik damarlar (V), Ç.N. (A-4). **b)** sitilolit (S), mikrit (M), fosil (F) ve sparit (Sp), Ç.N. (A-8). **c)** çoğunlukla özşekilli dolomit (D), fosil (F) ve mikrosparit (Ms), Ç.N. (A-16). **d)** mikrosparit (Ms), seyrek dolomit kristalleri (D), fosil (F) ve sparikalsit (Sp), Ç.N. (A-16). **e)** oygu (burrow; Br), mikrosparit (Ms), fosil (F) ve sparikalsit (Sp), Ç.N. (A-19). **f)** fosil (F) ve mikrosparit (Ms) Ç.N. (A-19)



Şekil 5.4. Saytepe formasyonu Büyükkaratepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a**) sparit (Sp), ekinoderm (Ec), fosil (F: biyoklast), Ç.N. (A-19). **b**) ekinoderm (Ec), fosil (F: biyoklast), mikrit (M) ve sitilolit (S), Ç.N. (A-19). **c**) Sparikalsitik çimento (Sc), fosil (F) ve mikrit (M), Ç.N. (A-24). **d**) sparikalsitik çimento (Sc), çoğu özşekilli dolomit kristalleri (D), fosil (F) ve sparikalsit (Sp), T.N. (A-41). **e**) fosil (F), mikrit (M), mikrospar (Ms), sparikalsit dolgulu sitilolit (S), T.N. (A-54). **f**) fosil (F), mikrit (M), sparikalsitik damar (V), özşekilli ve yarı özşekilli dolomit kristalleri (D), T.N. (A-61)



Şekil 5.5. Saytepe formasyonu Büyükkara ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a)** mikrosparit (Ms), fosil (F), özşekilli ve yarı özşekilli dolomit kristalleri (D), T.N. (A-61). **b)** mikrosparit (Ms), fosil (F), mikrit (M), özşekilli ve yarı özşekilli dolomit kristalleri (D), T.N. (A-61). **c)** mikrit-mikrosparit (M-Ms), fosil (F) ve Sparikalsitik damarlar (V), T.N. (A-68). **d)** mikrit-mikrosparit (M-Ms), özşekilli ve yarı özşekilli dolomit kristalleri (D), sparikalsitik damar (V) ve mikro faylanma (MF), T.N. (A-68). **e)** fosil (F), mikrit-mikrosparit (M-Ms), özşekilli ve yarı özşekilli dolomit kristalleri (D), dolomitik damar (Dd), sparikalsitik damar (Sd), T.N. (A-68). **f)** fosil (F), mikrit (M), T.N. (A-68)

5.2. Dedetepe (ÖSK-B) Ölçülü Stratigrafi Kesiti Örneklerinin Petrografisi

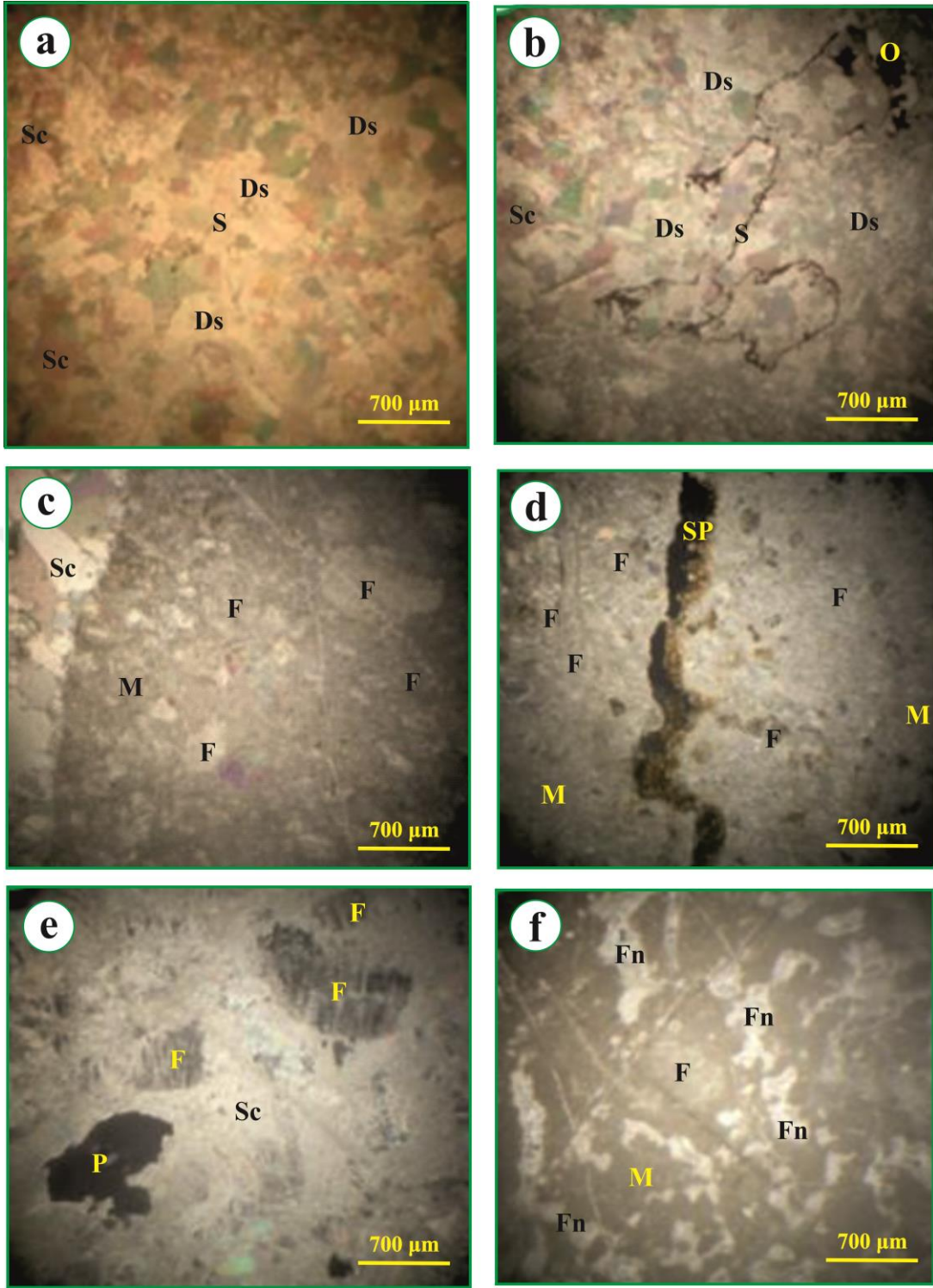
Saytepe formasyonu Dedetepe ölçülü stratigrafi kesitinden (Şekil 5.6) alınan örneklerin mikroskopik incelemesine göre, Saytepe formasyonu tabanda (örnek: B-1)

kristalin kalsitik dolotaşı (Şekil 5.7a,b) şeklinde gözlenir. Bu seviyeden alınan örnekte, %4 opak mineral, %2 porozite, %23 sparikalsit, %71 dolosparit, gözlenmiştir (Şekil 5.7a,b). Ayrıca bu örnekte çok sayıda sparikalsitik damarlar ve opak mineral dolgulu sitilolitler (Şekil 5.7b) de bulunmaktadır. Saytepe formasyonu B-6 örneği, istiftaşı (Şekil 5.7c,d) özelliğinde olup, %39 fosil (tanımlanamayan biyoklastlar), %4 intraklast, %50 mikrit, %5 sparikalsitik çimento, %1 porozite ve %1 dolomit içermektedir. Bu seviyede, sitilolitik porozite (Şekil 5.7d) ve boşluk dolgusu sparikalsit çimento (Şekil 5.7c) ile sparikalsitik damarlar gözlenmiştir. Saytepe formasyonu B-10 örneği, istiftaşı özelliğinde olup, %44 fosil (çoğunlukla biyoklast), %55 mikrit, %1 dolomit kapsamaktadır. Bu seviyede, opak mineral dolgulu sitilolit ve sparikalsitik damarlar da gözlenmiştir. Saytepe formasyonu B-15 örneği, istiftaşı özelliğinde olup, %42 fosil (biyoklast), %55 mikrit, %1 dolomit, %2 porozite içermektedir. Bu örnekte neomorfik mikrosparit ve çatlak porozitesi de gözlenmektedir. Saytepe formasyonu B-19 örneği, vaketaşı-istiftaşı özelliğinde olup, %37 fosil, %1 dolomit, %62 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede ayrıca, opak mineral dolgulu sitilolit, fosil olarak biyoklastlar egemen olup krinoid parçaları tanınabilmekte ve sparikalsitik damarlar da gözlenmektedir. Saytepe formasyonu B-30 örneği, yine istiftaşı özelliğinde olup, %40 fosil, %1 dolomit, %59 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede, fosiller biyoklastik olup krinoid parçaları tanınabilmekte ve az miktarda neomorfik mikrosparit gözlenmektedir. Saytepe formasyonu B-34 örneği, istiftaşı özelliğinde olup, %41 fosil, %1 dolomit, %58 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede, fosiller egemen olarak biyoklast olup krinoid ve *Orbitoides* parçaları tanınabilmekte, sparikalsitik damarlar gözlenmektedir. Saytepe formasyonu B-38 örneği yine istiftaşı (Şekil 5.7e,f; 5.8a,b) özelliğinde olup, %42 fosil, %1 dolomit, %55 mikrit, %2 porozite (Şekil 5.7e) içermektedir. Bu seviyede fosiller çoğunlukla biyoklastlar şeklinde olup, *Orbitoides* parçaları (Şekil 5.7e) tanınabilmektedir. Saytepe formasyonu B-43 örneği vaketaşı (Şekil 5.8c,d) özelliğinde olup, %12 fosil, %2 pellet, %8 intraklast, %1 dolomit, %27 sparikalsitik çimento, %50 mikrit gözlenmiştir. Bu seviyedeki fosiller gastropod (Şekil 5.8c), bivalv parçaları, foraminifer ve tanımlanamayan biyoklastlar şeklindedir. Ayrıca sitilolit (Şekil 5.8c,d) ve sparikalsitik damarlar (Şekil 5.8c) da gözlenmiştir. Saytepe formasyonu B-49 örneği çamurtaşı (Şekil 5.8e,f) özelliğinde olup, %8 fosil, %1 dolomit, %18 sparikalsitik çimento, %73 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyedeki dolomitler özşekilsiz ve saçınımlı şekilde, fosiller tanımlanamayan şekilde, sitilolitler sparikalsit dolgulu ve damarlar sparikalsit şeklindedir (Şekil 5.8e,f). Saytepe formasyonu B-55 örneği çamurtaşı

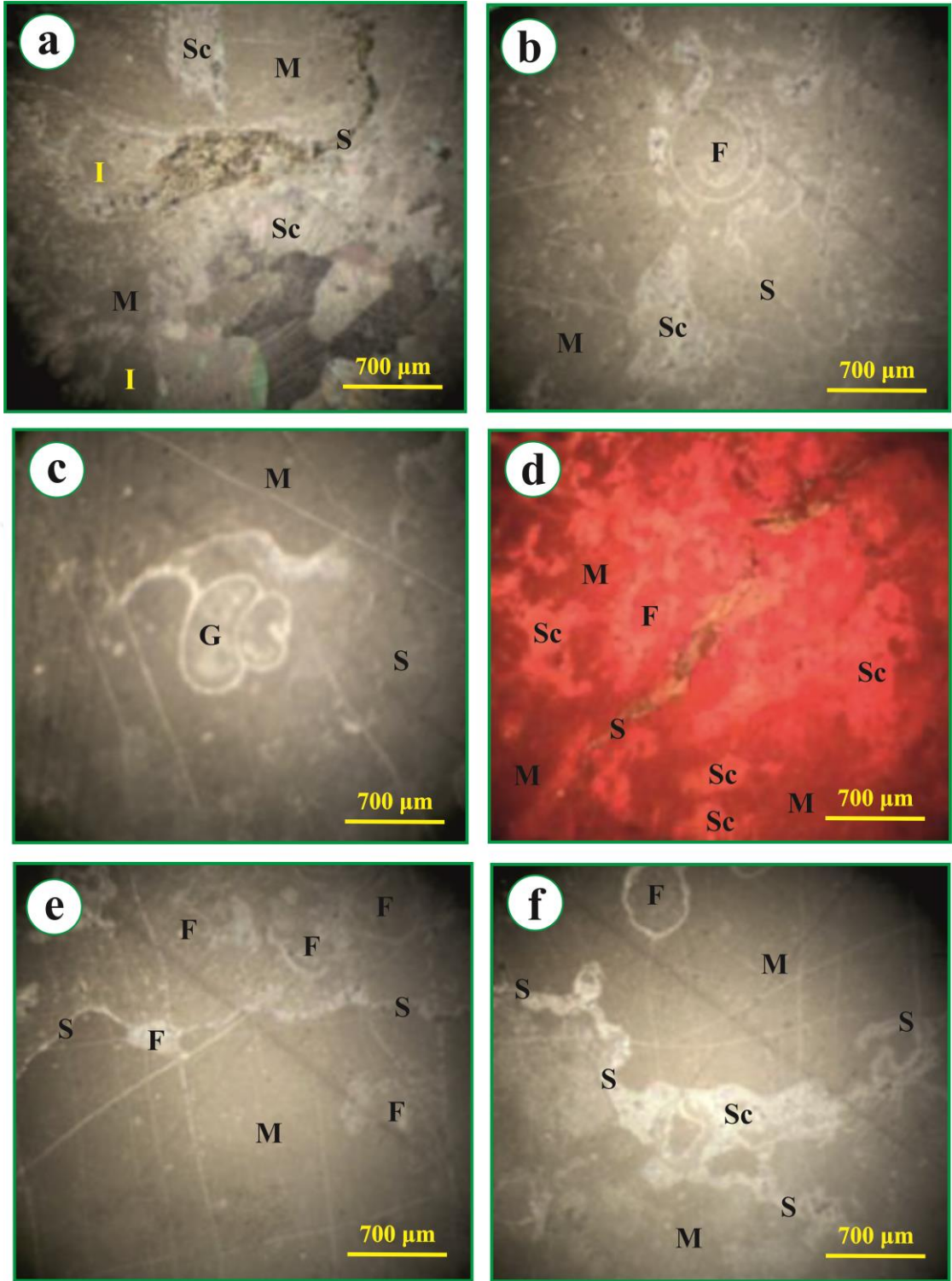
özelliğinde olup, %3 fosil, %5 intraklast, %92 mikrit kapsamakta, mikrit büyük oranda neomorfik mikrosparit ve fosiller biyoklastlar şeklindedir. Saytepe formasyonu B-60 örneği vaketaşı (Şekil 5.9a) özelliğinde olup, %16 fosil, %4 dolomit, %80 mikrit kapsamaktadır. Dolomitler özşekilsiz, sitilolitler sparikalsit ve opak mineral dolguludur (Şekil 5.9a). Saytepe formasyonu B-68 örneği vaketaşı özelliğinde olup, %14 fosil, %1 dolomit, %85 mikrit kapsamaktadır. Bu seviyede, sitilolitler ve sparikalsitik damarlar da gözlenmiştir. Saytepe formasyonu B-75 örneği çamurtaşı (Şekil 5.9b) özelliğinde olup, %4 fosil, %1 dolomit, %80 mikrit, %10 sparikalsitik çimento ve %5 porozite kapsamaktadır. Bu seviyede tanımlanamayan fosiller, ksenotopik ve saçınımlı dolomit kristalleri, sitilolitik ve boşluk porozitesi (Şekil 5.9b), opak mineral dolgulu sitilolitler gözlenmiştir. Saytepe formasyonu B-80 örneği vaketaşı (Şekil 5.9c-f) özelliğinde olup, %15 fosil, %1 dolomit, %76 mikrit, %5 sparikalsitik çimento ve %3 porozite kapsamaktadır. Bu seviyede foraminifer fosilleri (Şekil 5.9c-f), saçınımlı özşekilsiz kristaller şeklinde dolomitler, kesişen sparikalsitik damarlar ve mikro faylanma (Şekil 5.9c), sitilolitik porozite (Şekil 5.9e) gözlenmiştir.

YAŞ	FORMASYON	LİTOLOJİ	KALINLIK (m)	AÇIKLAMALAR	ÖRNEK
Orta Eosen	Çobanağacık kireçtaşı		200	Nummulitli kireçtaşı	
Geç Kretase	Saytepe		125	Uyumsuzluk Vaketaşı	● B-80
				Çamurtaşı	● B-75
				Vaketaşı	● B-68
				Vaketaşı	● B-60
				Çamurtaşı	● B-55
				Çamurtaşı	● B-49
				Vaketaşı	● B-43
				İstiftaşı	● B-38
				İstiftaşı	● B-34
				İstiftaşı	● B-30
Geç Jura	Hacıalabaz		75	Vaketaşı-istiftaşı	● B-19
			50	İstiftaşı	● B-15
			25	İstiftaşı	● B-10
			İstiftaşı	● B-6	
			Kristalin kalsitik dolotaşı	● B-1	
			500	Uyumsuzluk Dolotaşı, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı	

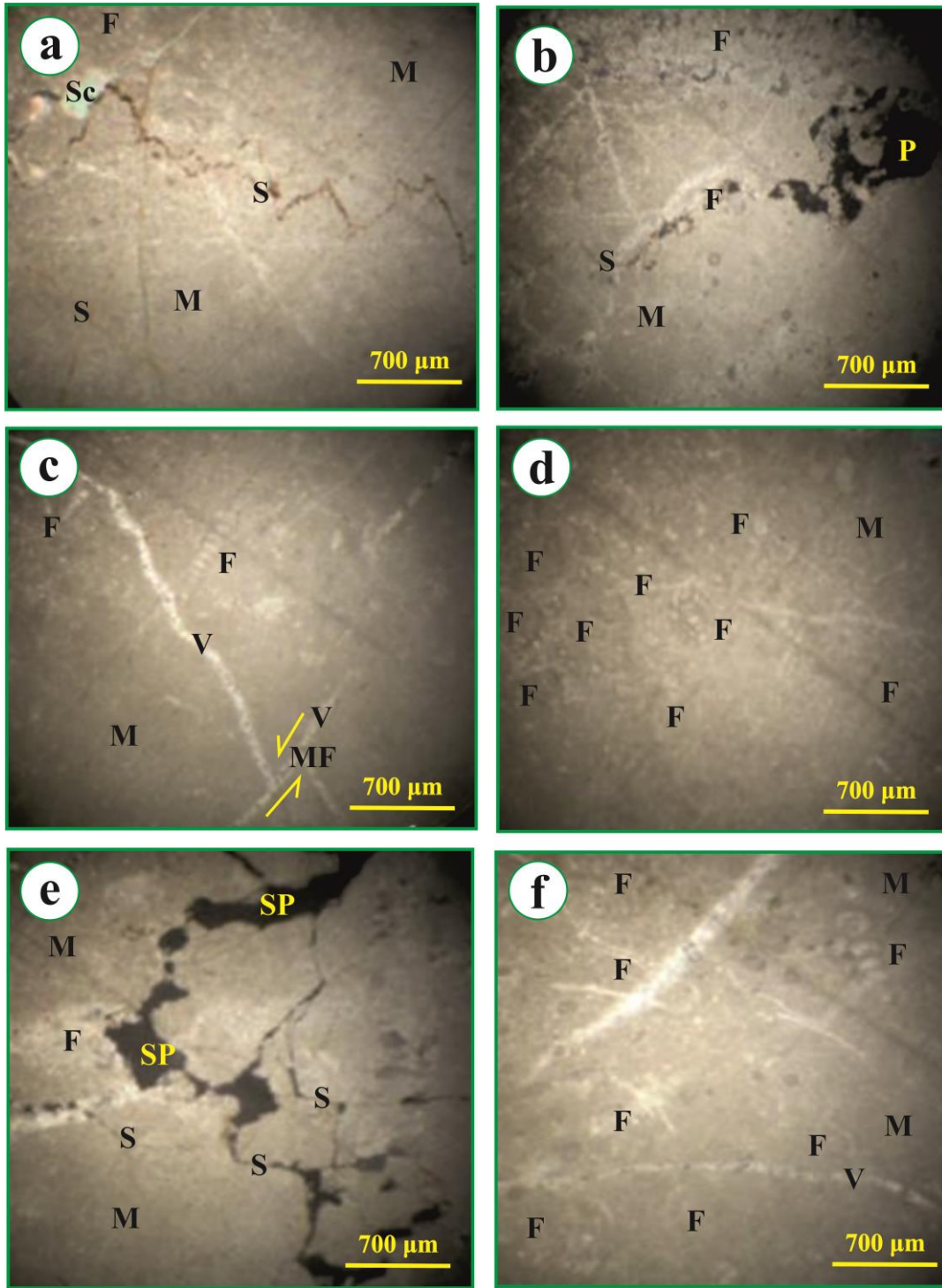
Şekil 5.6. Dedetepe (ÖSK-B) ölçülü stratigrafi kesiti



Şekil 5.7. Saytepe formasyonu Dedetepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a)** yarı özşekilli ve özşekilsiz dolomit (Ds) ve kalsit kristalleri, sparikalsit (Sp) ve sparikalsitik çimento (Sc), Ç.N. (B-1). **b)** yarı özşekilli ve özşekilsiz dolomit (Ds) ve kalsit kristalleri, opak mineral dolgulu sitilolit (S), opak mineral (O) ve sparikalsitik çimento (Sc), Ç.N. (B-1). **c)** sparikalsitik çimento (Sc), mikrit (M) ve fosil (F), Ç.N. (B-6). **d)** fosil (F), mikrit (M) ve sitilolitik porozite (SP), Ç.N. (B-6). **e)** fosil (F), porozite (P) ve sparikalsitik çimento (Sc), Ç.N. (B-38). **f)** fosil (F), sparikalsit dolgulu fenestra (Fn) ve mikrit (M), T.N. (B-38).



Şekil 5.8. Saytepe formasyonu Dedetepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a)** intraklast (I), sitiolit (S), mikrit (M) ve sparikalsitik çimento (Sc), Ç.N. (B-38). **b)** fosil (F), sitiolit (S), mikrit (M) ve sparikalsitik çimento (Sc), T.N. (B-38). **c)** gastropod (G), sitiolit (S) ve mikrit (M), T.N. (B-43). **d)** fosil (F), sitiolit (S), mikrit (M) ve sparikalsitik çimento (Sc), T.N. (B-43). **e)** fosil (F), sitiolit (S) ve mikrit (M) T.N. (B-49). **f)** fosil (F), sitiolit (S), mikrit (M) ve sparikalsitik çimento (Sc), T.N. (B-49)



Şekil 5.9. Saytepe formasyonu Dedetepe ölçülü stratigrafi kesiti örneklerinin mikroskopik resimleri. **a)** fosil (F), sitilolit (S), mikrit (M) ve sparikalsitik çimento (Sc), Ç.N. (B-60). **b)** fosil (F), sitilolit (S), mikrit (M) ve porozite (P), Ç.N. (B-75). **c)** fosil (F), sparikalsitik damar (V), mikrit (M) ve mikro faylanma (MF), T.N. (B-80). **d)** fosil (F) ve mikrit (M), T.N. (B-80). **e)** fosil (F), sitilolit (S), mikrit (M) ve sitilolitik porozite (SP), Ç.N. (B-80). **f)** fosil (F), sparikalsitik damar (V) ve mikrit (M), T.N. (B-80)

6. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

6.1. JEOKİMYA

Saytepe kireçtaşlarına ait jeokimyasal sonuçlar Çizelge 6.1, 6.2 ve 6.3'te verilmiştir. Kireçtaşı örneklerinin bazılarında çok düşük veya limit değerler altındaki ölçülebilen element değerleri, bu elementlerin kil minerallerine adsorbe olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca örneklerin bir kısmı Kuchenbecker ve ark. (2016)'nın belirttiği gibi, düşük Na/K oranına sahip olup kil mineralojisiyle ilişkili olmayı ifade etmektedir (Çizelge 6.3). Çizelge 6.1'de bütün örneklerde Mn değerleri, limit değerlerin altındadır ve çoğu örneklerde de Na, K, Ti, P ve Cr limit değerlerin altındadır. Çizelge 6.2'de bütün örneklerde Sc, Ga, Be, Ta, Sn, Tl, Se ve Bi değerleri, limit değerlerin altındadır. Çizelge 6.3'de bütün örneklerde Tm değerleri, limit değerlerin altında gözlenmektedir. Limit değer altındaki elementler, bu çalışmada limit değerleri alınarak kullanılmışlardır.

Çizelge 6.1. Saytepe formasyonu karbonatlarının ana oksit (%) konsantrasyonları (*kalsitik dolotaşı)

Örnek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Cr ₂ O ₃	Ateş Kaybı	Toplam
B-80	0.16	0.02	0.06	0.71	55.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	44.0	99.69
B-68	0.22	0.04	0.11	1.46	53.74	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.002	44.3	99.96
B-55	0.20	0.04	0.13	18.09	34.53	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	46.7	99.95
B-49	0.32	0.15	0.04	0.55	54.80	<0.01	0.05	0.01	0.02	<0.01	0.002	44.0	99.96
B-43	0.40	0.19	0.08	0.61	54.48	<0.01	0.06	0.01	0.02	<0.01	0.002	44.1	99.95
B-30	0.16	<0.01	0.05	0.39	55.25	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	44.1	99.94
B-19	0.10	<0.01	0.04	0.34	55.76	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	43.7	99.96
B-15	0.20	<0.01	0.04	0.37	55.50	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	43.8	99.94
B-10	0.16	<0.01	0.07	0.41	55.34	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	44.0	99.67
B-6	0.19	0.03	0.11	0.56	55.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.002	44.0	99.92
B-1*	1.03	0.45	0.48	16.39	34.92	0.03	0.12	0.02	<0.01	<0.01	<0.002	46.3	99.95

Çizelge 6.2. Saytepe formasyonu karbonatlarının iz element (ppm) konsantrasyonları (*kalsitik dolotaşı)

Örnek	Ba	Rb	Sr	Zr	U	V	Th	Mo	Cu	Ni	Pb	Zn	Sc	Co	Cs
B-80	11	<0.1	263.3	5.6	1.5	<8	<0.2	<0.1	1.5	3.9	2.5	3	<1	<0.2	<0.1
B-68	16	0.3	357.0	4.8	2.4	20	<0.2	0.1	1.7	4.7	2.5	3	<1	0.2	<0.1
B-55	7	<0.1	178.7	6.0	2.2	16	<0.2	0.2	2.4	4.4	2.3	12	<1	0.4	<0.1
B-49	10	1.4	311.2	8.4	0.3	<8	<0.2	<0.1	1.2	3.2	1.4	5	<1	<0.2	<0.1
B-43	5	1.9	240.2	6.2	0.6	<8	0.2	<0.1	1.5	4.1	1.6	4	<1	<0.2	<0.1
B-30	4	<0.1	307.5	5.2	1.1	8	<0.2	<0.1	1.4	3.6	2.0	4	<1	<0.2	<0.1
B-19	5	<0.1	320.7	3.9	0.5	<8	<0.2	<0.1	0.9	3.3	2.9	3	<1	<0.2	<0.1
B-15	6	<0.1	268.3	6.6	0.6	<8	<0.2	<0.1	1.3	3.1	2.0	3	<1	<0.2	<0.1
B-10	7	<0.1	367.8	3.5	0.6	<8	<0.2	<0.1	1.0	2.7	2.3	4	<1	<0.2	<0.1
B-6	9	0.2	211.6	4.2	0.9	<8	<0.2	0.2	1.5	2.7	10.6	11	<1	<0.2	<0.1
B-1*	7	4.2	142.7	5.4	3.4	24	0.4	9.2	3.9	9.1	12.5	21	<1	0.6	0.1

Çizelge 6.2. Devamı (*kalsitik dolotaşı)

Örnek	Ga	Be	Hf	Nb	Ta	Sn	Hg	As	Tl	Se	Bi	Sb	Cd
B-80	<0.5	<1	0.1	<0.1	<0.1	<1	0.10	2.1	<0.1	<0.5	<0.1	0.1	0.3
B-68	<0.5	<1	0.1	<0.1	<0.1	<1	0.05	1.9	<0.1	<0.5	<0.1	0.3	0.4
B-55	<0.5	<1	0.2	<0.1	<0.1	<1	0.06	2.6	<0.1	<0.5	<0.1	0.6	0.4
B-49	<0.5	<1	0.1	<0.1	<0.1	<1	0.05	1.9	<0.1	<0.5	<0.1	0.2	0.8
B-43	<0.5	<1	0.2	0.1	<0.1	<1	0.04	1.5	<0.1	<0.5	<0.1	0.1	0.4
B-30	<0.5	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	0.08	2.5	<0.1	<0.5	<0.1	0.2	0.3
B-19	<0.5	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	0.03	1.9	<0.1	<0.5	<0.1	0.5	0.3
B-15	<0.5	<1	0.2	<0.1	<0.1	<1	0.02	1.3	<0.1	<0.5	<0.1	0.4	0.3
B-10	<0.5	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	0.09	1.3	<0.1	<0.5	<0.1	0.4	0.2
B-6	<0.5	<1	<0.1	0.2	<0.1	<1	0.29	3.0	<0.1	<0.5	<0.1	1.2	0.7
B-1*	<0.5	<1	0.1	0.3	<0.1	<1	2.62	9.3	<0.1	<0.5	<0.1	3.3	0.2

Çizelge 6.3. Saytepe formasyonu karbonatlarının nadir toprak element (ppm) konsantrasyonları (*kalsitik dolotaşı)

Örnek	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	TRE E
B-80	<0.1	0.2	<0.02	<0.03	<0.05	<0.02	<0.05	<0.01	<0.05	0.2	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01	0.92
B-68	0.6	0.6	0.05	0.5	0.09	<0.02	0.10	0.01	0.10	1.7	0.02	0.08	<0.01	<0.05	<0.01	2.24
B-55	0.1	0.2	<0.02	<0.03	<0.05	<0.02	<0.05	<0.01	<0.05	0.3	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01	0.92
B-49	0.3	0.9	0.07	0.4	<0.05	<0.02	0.07	<0.01	0.06	0.4	<0.02	0.04	<0.01	<0.05	<0.01	2.01
B-43	0.6	1.1	0.10	0.6	0.10	<0.02	<0.05	<0.01	0.08	0.6	<0.02	0.05	<0.01	<0.05	<0.01	2.80
B-30	0.2	0.2	<0.02	<0.03	<0.05	<0.02	<0.05	<0.01	<0.05	0.7	<0.02	0.03	<0.01	<0.05	<0.01	1.02
B-19	0.2	0.2	<0.02	<0.03	<0.05	<0.02	<0.05	<0.01	0.06	0.5	<0.02	<0.03	<0.01	<0.05	<0.01	1.03
B-15	0.1	0.3	<0.02	<0.03	<0.05	<0.02	<0.05	<0.01	0.5	0.6	<0.02	0.04	<0.01	<0.05	<0.01	1.01
B-10	0.3	0.2	0.05	0.3	<0.05	<0.02	<0.05	<0.01	0.06	0.8	<0.02	0.03	<0.01	<0.05	<0.01	1.16
B-6	0.4	0.5	0.02	0.3	<0.05	0.04	0.08	<0.01	0.09	1.1	<0.02	0.08	<0.01	<0.05	0.02	1.67
B-1*	0.9	1.9	0.18	0.8	0.14	<0.02	0.14	0.01	0.08	0.9	<0.02	0.07	<0.01	0.06	0.1	4.34

Karbonat fraksiyonu ve karasal kırıntı içeriğinin nispi bolluğu Rb/Sr oranıyla yansıtılmaktadır. Rb/Sr oranları, Saytepe kireçtaşı örneklerinde çok düşük (0.0003-0.0294; ortalama 0.0042) değerlerde (Çizelge 6.4) olup, ortalama üst kabuk değerine (0.32) kıyasla çok düşük değerler göstermektedir.

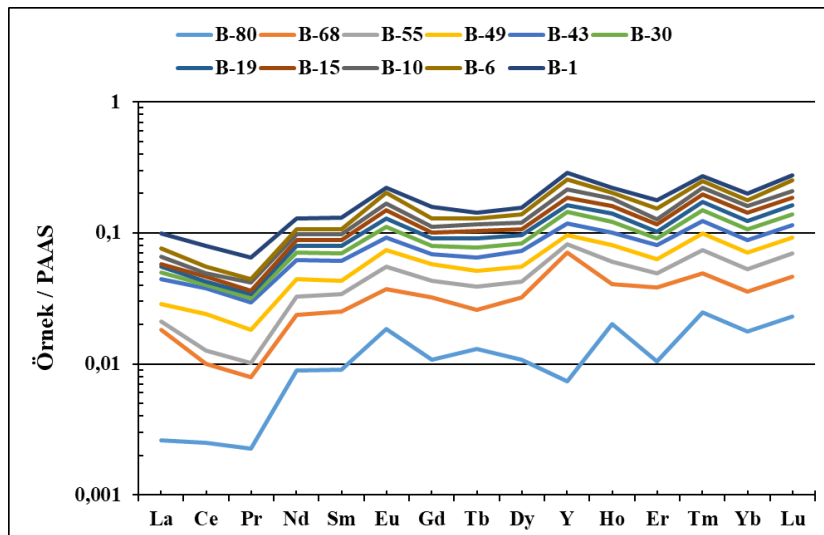
Saytepe kireçtaşı örneklerinin NTE+Y değerleri denizel ortam değerlerini belirtmektedir (Şekil 6.1). Saytepe kireçtaşı örneklerinin Zr değerleri, 8 örnekte zenginleşme göstermesi (Frimmel, 2009), depolanma sürecinde havzaya bazı evrelerde nispeten yüksek miktarda karasal girdiyi yansıtmaktadır (Şekil 6.2). Ayrıca, Saytepe örneklerinin TNTE miktarı 0.92-4.34 ppm arasında değişmekte (Çizelge 6.3) olup, standart Post-Arkeen Avustralyan Şeyl değerinden (184.8 ppm; McLennan, 1989) çok düşük düzeydedir.

Çizelge 6.4. Saytepe formasyonu kireçtaşı örneklerinin redoks duyarlılık iz element konsantrasyonları ve jeokimyasal oranları (*kalsitik dolotaşı)

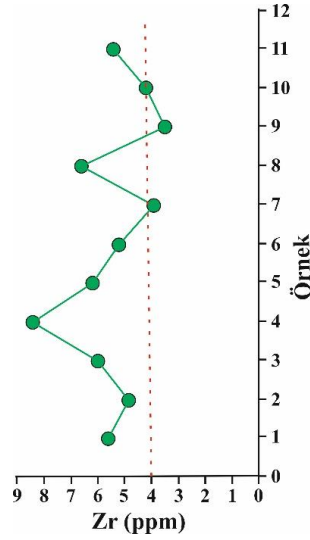
Örnek	Mo/U	V/Cr	Ni/Co	U/Th	V/(V+Ni)	Mn/Sr	K/Rb	Si/Al	Al/Ti	Ce/Ce*	Eu/Eu*	Pr/Pr*	La/La*	(La/Sm) _N	(Dy/Sm) _N
B-80	0,07	0,58	19,5	7,5	0,67	0,29	0,083	7,047	1,77	0,70	1,88	0,399	-0,24	0,29	1,18
B-68	0,04	1,46	23,5	12	0,81	0,22	0,028	4,849	3,53	0,705	0,98	0,508	-1,25	0,97	1,32
B-55	0,09	1,17	11	11	0,78	0,43	0,083	4,405	3,53	1,03	1,88	0,399	-0,24	0,29	1,19
B-49	0,33	0,58	16	1,5	0,71	0,25	0,029	1,883	13,23	0,96	1,54	0,686	42,74	0,87	1,42
B-43	0,16	0,58	20,5	3	0,66	0,32	0,026	1,859	16,75	1,02	1,29	0,678	-11,04	0,87	0,95
B-30	0,09	0,58	18	5,5	0,69	0,25	0,083	14,094	0,88	0,67	1,88	0,399	-0,48	0,58	1,19
B-19	0,2	0,58	16,5	2,5	0,71	0,24	0,083	8,811	0,88	0,67	1,88	0,398	-0,48	0,58	1,42
B-15	0,16	0,58	15,5	3	0,72	0,29	0,083	17,622	0,88	1,54	1,88	0,359	-0,24	0,29	1,19
B-10	0,16	0,58	13,5	3	0,75	0,21	0,083	14,094	0,88	0,37	1,88	0,997	-11,04	0,87	1,42
B-6	0,22	0,58	13,5	4,5	0,75	0,37	0,041	5,585	2,65	0,99	2,83	0,299	-0,96	1,16	2,13
B-1*	2,71	1,75	15,2	8,5	0,73	0,54	0,024	2,021	19,84	1,09	0,67	0,859	1,69	0,93	0,68

Çizelge 6.4. Devamı

Örnek	Al ₂ O ₃ /TiO ₂	Y/Ho	Er/Nd	(Nd/Yb) _N	Eu/Sm	Rb/Sr	Sr/Ba	Sr/Rb	Ga/Rb	Sr/Cu	Th/Co	La/Sc	Mg/Ca	Fe/Al	K/Na	Th/U
B-80	2	10	0,10	0,50	0,4	0,0004	23,9	2633	5	175	1	0,1	0,011	3,962	1,119	0,133
B-68	4	85	0,16	0,83	0,22	0,0008	22,3	1190	1,7	210	1	0,6	0,023	3,627	1,119	0,083
B-55	4	15	0,10	0,50	0,4	0,0006	25,5	1787	5	74	0,5	0,1	0,442	4,288	0,559	0,091
B-49	15	20	0,10	0,66	0,4	0,0045	31,1	222,3	0,4	259	1	0,3	0,008	0,353	5,594	0,667
B-43	19	30	0,08	0,99	0,2	0,0079	48,0	126,4	0,3	160	1	0,6	0,009	0,556	6,713	0,333
B-30	1	35	0,10	0,50	0,4	0,0003	76,9	3075	5	220	1	0,2	0,006	6,604	1,119	0,182
B-19	1	25	0,10	0,50	0,4	0,0003	64,1	3207	5	356	1	0,2	0,005	5,283	1,119	0,400
B-15	1	30	0,13	0,50	0,4	0,0004	44,7	2683	5	206	1	0,1	0,006	5,283	1,119	0,333
B-10	1	40	0,10	0,50	0,4	0,0003	52,5	3678	5	368	1	0,3	0,006	9,245	1,119	0,333
B-6	3	55	0,27	0,50	0,8	0,0009	23,5	1058	2,5	141	1	0,4	0,008	4,836	1,119	0,222
B-1*	22,5	45	0,08	1,11	0,14	0,0294	20,4	34,0	0,1	36	0,7	0,9	0,396	1,410	4,476	0,118

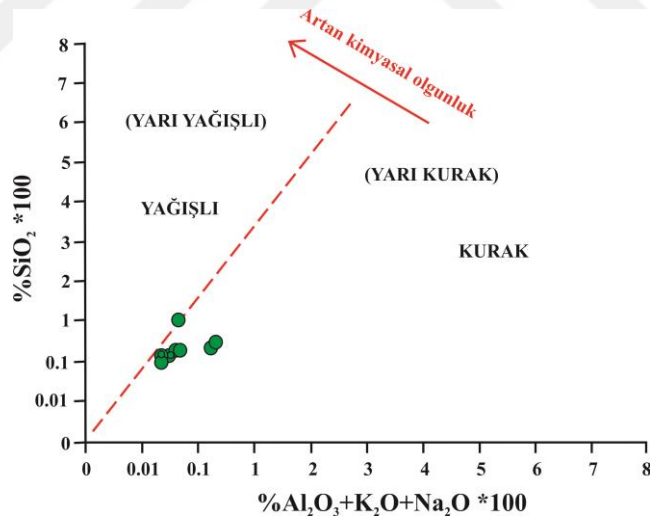


Şekil 6.1. Saytepe formasyonu karbonat örneklerinin Post-Arkeen Avustralyan Şeyl'ine (PAAS) göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı



Şekil 6.2. Saytepe kireçtaşlarındaki Zr içeriği. Zr, 8 örnekte zenginleşme göstermekte olup, 3 örnekte düşük oranda bulunmaktadır

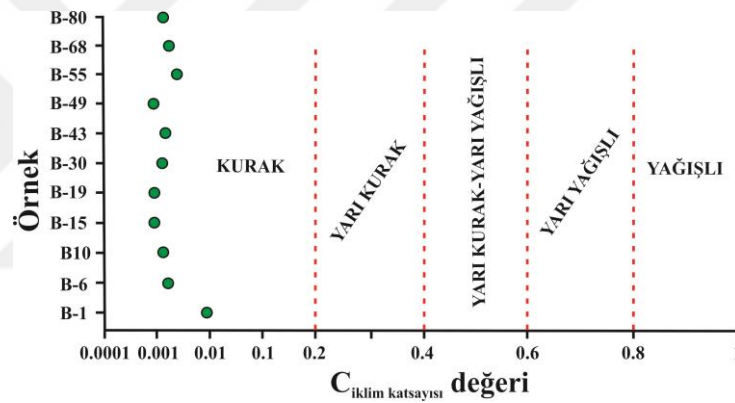
Saytepe örneklerindeki karasal girdi, tümüyle kurak ve yarı kurak iklim bölgesini ve kimyasal açıdan olgunlaşmamayı göstermektedir (Şekil 6.3).



Şekil 6.3. % SiO₂'ye karşı Al₂O₃+K₂O+Na₂O diyagramında Saytepe kireçtaşı örneklerinin çoğu kurak, bir örnek yağışlı-kurak sınırına yakın iklim bölgesine düşmektedir (diyagram Suttner ve Dutta, 1986'dan alınmıştır)

Daha önce yapılan çalışmalar, bazı ana ve iz elementlerin ince taneli kayalarındaki dağılımı ve miktarlarının paleoklimsel şartları tespit etmede kullanılabileceğini (Cao ve ark., 2012; Wang ve ark., 2017; Ding ve ark., 2018) göstermiştir. Fe, Mn, V, Cr, Co ve Ni gibi elementlerin nemli iklimsel koşullarda nispeten zenginleşme gösterdiği birçok araştırmacı tarafından (Cao ve ark., 2012; Wang

ve ark., 2017; Ding ve ark., 2018) ifade edilmiştir. Ding ve ark. (2018)'nın vurguladığı gibi, kurak iklim şartlarında gerçekleşen evaporasyon sebebiyle sudaki alkaliliğinin artması sonucu, tuzlu minerallerin depolanmasında artış gerçekleşmekte ve Ca, Mg, Na, K, Ba ve Sr gibi elementler yoğunlaşmaktadır. Bu iki farklı element grubunun jeokimyasal davranışları dikkate alınarak, $\Sigma(\text{Fe} + \text{Mn} + \text{Cr} + \text{Ni} + \text{V} + \text{Co}) / \Sigma(\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Sr} + \text{Ba} + \text{K} + \text{Na})$ değerleri ($C_{\text{iklim katsayısı}}$ değeri) iklim belirteci şeklinde eski iklim çalışmalarında uygulama alanı bulmuştur (Cao ve ark., 2012; Wang ve ark., 2017). Mei ve ark. (2005), Yang ve ark. (2015), Ding ve ark. (2018) gibi birçok araştırmacı tarafından 0–0.2, 0.2–0.4, 0.4–0.6, 0.6–0.8, 0.8–1.0 $C_{\text{iklim katsayısı}}$ değerlerinin sırasıyla kurak, yarı kurak, yarı kurak-yarı yağışlı, yarı yağışlı, yağışlı iklimi belirttiği ifade edilmiştir. Saytepe formasyonu numunelerinin hesaplanan $C_{\text{iklim katsayısı}}$ değerleri 0.000954-0.00286 (ortalama 0.00234) arasında değişmekte ve kurak iklimi işaret etmektedir (Şekil 6.4).



Şekil 6.4. $C_{\text{iklim katsayısı}}$ değeri $[\Sigma(\text{Fe}+\text{Mn}+\text{Cr}+\text{Ni}+\text{V}+\text{Co}) / \Sigma(\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Sr}+\text{Ba}+\text{K}+\text{Na})]$ 'ne göre Saytepe formasyonu örnekleri kurak iklim bölgesini göstermektedir

6.1.2. Ana Oksit Jeokimyası

Saytepe formasyonu örneklerinin ana oksit kompozisyonu Çizelge 6.1'de verilmiştir. Saytepe kireçtaşı örnekleri, %0.10-1.03 SiO_2 , %0.01-0.45 Al_2O_3 , %0.04-0.48 Fe_2O_3 , %0.01-0.12 K_2O , %0.01-0.02 TiO_2 , %0.01-0.02 P_2O_5 , %0.01 MnO , %0.01-0.03 Na_2O , %34.53-55.76 CaO ve %0.34-18.09 MgO değerlerini sunmaktadır (Çizelge 6.1).

Saytepe örneklerinde SiO_2 ile Al_2O_3 ($r=0.98$), Fe_2O_3 ($r=0.93$), Na_2O ($r=0.83$), K_2O ($r=0.96$), TiO_2 ($r=0.95$) arasında güçlü pozitif korelasyon, CaO ($r=-0.63$) ile orta

negatif korelasyon, MgO ($r=0.59$) ile orta pozitif korelasyon göstermekte, P_2O_5 ve MnO ile korelasyon göstermemektedir (Çizelge 6.5).

Çizelge 6.5. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının ana oksit korelasyonu

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	TNTE	Ateş K.
SiO ₂	1											
Al ₂ O ₃	0.98	1										
Fe ₂ O ₃	0.93	0.86	1									
MgO	0.59	0.54	0.73	1								
CaO	-0.63	-0.58	-0.76	-0.99	1							
Na ₂ O	0.83	0.78	0.93	0.92	-0.93	1						
K ₂ O	0.96	0.99	0.81	0.47	-0.517	0.72	1					
TiO ₂	0.95	0.89	0.97	0.63	-0.66	0.89	0.86	1				
P ₂ O ₅	0.14	0.30	-0.19	-0.22	0.20	-0.21	0.37	-0.15	1			
MnO	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c		
TNTE	0.92	0.94	0.81	0.38	-0.43	0.63	0.92	0.81	0.31	.c	1	
Ateş K.	0.57	0.53	0.71	0.99	-0.99	0.89	0.46	0.60	-0.19	.c	0.39	1

6.1.3. İz Element Jeokimyası

Çizelge 6.2'de sunulan Saytepe örneklerinin iz element analiz sonuçları: Sr 143-368 ppm, Rb 0.1-4.2 ppm, Ba 4-16 ppm, Zr 3.5-8.4 ppm, U 0.3-3.4 ppm, V 8-24 ppm, Mo 0.1-9.2 ppm, Ni 2.7-9.1 ppm, Co 0.2-0.6 ppm, Th 0.2-0.4 ppm, Zn 3-21 ppm, Pb 1.4-12.5 ppm, Cu 0.9-3.9 ppm, Hf 0.1-0.2 ppm, Nb 0.1-0.3 ppm, Cs 0.1 ppm ve Ga 0.5 ppm şeklindedir.

Saytepe kireçtaşı örneklerinde, Rb ile K₂O ($r=0.99$), SiO₂ ($r=0.97$), Al₂O₃ ($r=0.99$), Fe₂O₃ ($r=0.84$), TiO₂ ($r=0.88$) arasında güçlü pozitif korelasyon, Na₂O ile Rb ($r=0.74$) arasında orta pozitif korelasyon, Rb ile Th ($r=0.88$), Mo ($r=0.87$), Ni ($r=0.84$), Hg ($r=0.86$), As ($r=0.82$) arasında güçlü pozitif korelasyon, Rb ile Na₂O ($r=0.74$), Cu ($r=0.76$), Zn ($r=0.70$), Co ($r=0.74$), Nb ($r=0.75$) arasında orta pozitif korelasyon gözlenmiştir (Çizelge 6.6). Sr ile CaO arasında orta pozitif korelasyon ($r=0.74$), SiO₂ ($r=-0.61$), Fe₂O₃ ($r=-0.66$), MgO ($r=-0.73$), Na₂O ($r=-0.74$), Cu ($r=-0.77$), Pb ($r=-0.64$), Co ($r=-0.74$), Nb ($r=-0.67$), Hg ($r=-0.61$), As ($r=-0.67$) arasında orta negatif korelasyon, Sr ile Zn ($r=-0.82$) arasında güçlü negatif korelasyon görülmektedir. Ba ve Zr elementleri hiçbir ana oksit ve iz element ile güçlü ya da orta korelasyon sergilememektedir (Çizelge 6.6).

Çizelge 6.6. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının ana oksit ve iz element korelasyonu

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	N ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	Ba	Sr	Zr	U	V	Th	Mo	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Hf	Nb	Hg	As	Rb
SiO ₂	1																										
Al ₂ O ₃	0.988	1																									
Fe ₂ O ₃	0.983	0.86	1																								
MgO	0.59	0.54	0.73	1																							
CaO	0.633	-0.58	0.76	0.59	1																						
N ₂ O	0.983	0.78	0.92	0.92	0.66	1																					
K ₂ O	0.983	0.99	0.81	0.47	-0.52	0.72	1																				
TiO ₂	0.983	0.89	0.97	0.63	0.66	0.89	0.66	1																			
P ₂ O ₅	0.14	0.30	-0.19	-0.22	0.20	-0.21	0.37	-0.15	1																		
MnO	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	1																	
Ba	-0.06	-0.08	0.01	-0.09	0.08	-0.12	-0.13	-0.09	-0.06	.c	1																
Sr	0.6	-0.59	0.66	0.73	0.74	0.74	0.54	-0.59	0.04	.c	0.25	1															
Zr	0.19	0.27	0.07	0.10	-0.11	0.05	0.31	-0.01	0.67	.c	0.05	-0.21	1														
U	0.63	0.54	0.81	0.76	0.78	0.81	0.45	-0.42	0.71	.c	0.33	-0.52	-0.10	1													
V	0.68	0.61	0.81	0.74	0.76	0.79	0.53	-0.27	0.72	.c	0.37	-0.40	-0.05	0.91	1												
Th	0.983	0.89	0.97	0.63	0.66	0.89	0.66	0.15	0.11	.c	-0.09	-0.59	-0.01	0.71	0.72	1											
Mo	0.983	0.89	0.97	0.63	0.66	0.89	0.66	-0.15	0.11	.c	0.09	-0.59	-0.01	0.71	0.72	0.11	1										
Cu	0.983	0.81	0.95	0.86	0.76	0.86	0.76	-0.18	0.18	.c	0.03	0.79	0.09	0.81	0.81	0.81	0.81	1									
Ni	0.983	0.87	0.94	0.71	0.75	0.89	0.75	-0.12	0.12	.c	0.06	-0.59	0.06	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	1								
Pb	0.66	0.59	0.79	0.42	-0.44	0.63	0.54	-0.30	0.74	.c	0.02	0.67	-0.28	0.52	0.48	0.74	0.75	0.67	0.59	1							
Zn	0.79	0.74	0.94	0.82	0.76	0.82	0.68	-0.18	0.18	.c	-0.10	0.70	-0.01	0.70	0.68	0.81	0.81	0.81	0.77	0.81	1						
Co	0.983	0.78	0.92	0.82	0.76	0.82	0.76	-0.21	0.21	.c	-0.12	0.77	0.05	0.81	0.79	0.81	0.81	0.81	0.63	0.81	0.81	1					
Hf	-0.05	-0.03	-0.13	0.26	-0.24	-0.06	0.03	0.24	-0.33	.c	-0.03	0.33	0.38	-0.01	-0.07	-0.19	-0.19	0.05	-0.07	-0.32	-0.03	0.06	1				
Nb	0.983	0.76	0.90	0.51	-0.55	0.76	0.72	-0.21	0.21	.c	-0.03	0.67	-0.15	0.60	0.58	0.79	0.75	0.79	0.75	0.76	0.76	0.76	-0.27	1			
Hg	0.983	0.88	0.97	0.62	0.65	0.88	0.65	-0.17	0.17	.c	-0.07	0.66	-0.04	0.71	0.70	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	-0.23	0.81	1		
As	0.983	0.84	0.97	0.68	0.77	0.90	0.68	-0.21	0.21	.c	-0.06	0.67	-0.04	0.75	0.72	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	-0.24	0.81	0.81	1	
Rb	0.983	0.99	0.82	0.48	-0.53	0.74	0.68	0.33	0.33	.c	-0.02	0.55	0.27	0.57	0.57	0.81	0.81	0.76	0.81	0.70	0.70	0.70	-0.04	0.81	0.81	0.81	1

Saytepe kireçtaşı örneklerinde nadir toprak elementlerinden La ile SiO₂ (r=0.81), Al₂O₃ (r=0.81) arasında güçlü pozitif korelasyon, Fe₂O₃ (r=0.75), K₂O (r=0.78), TiO₂

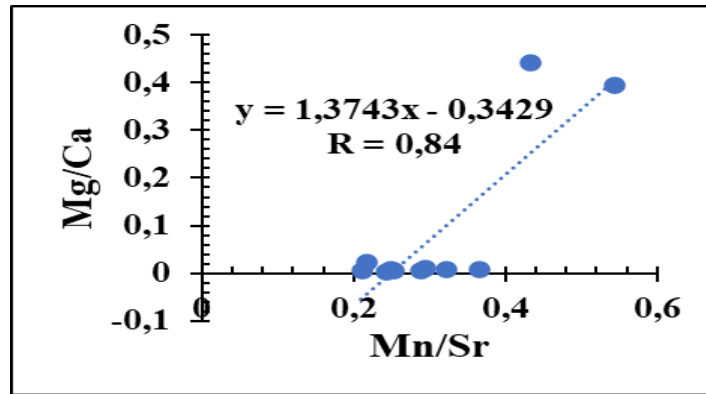
($r=0.71$) arasında orta pozitif korelasyon gözlenir. La ile Ce ($r=0.88$), Pr ($r=0.87$), Nd ($r=0.92$), Sm ($r=0.93$), Gd ($r=0.84$) arasında güçlü pozitif korelasyon, La ile Dy ($r=0.79$), Er ($r=0.75$), Yb ($r=0.71$) arasında orta pozitif korelasyon gözlenmiştir (Çizelge 6.7). Ce ile SiO_2 ($r=0.95$), Al_2O_3 ($r=0.97$), Fe_2O_3 ($r=0.80$), K_2O ($r=0.97$), TiO_2 ($r=0.81$), La ($r=0.88$) arasında güçlü pozitif korelasyon, Ce ile Na_2O ($r=0.65$), Gd ($r=0.79$) arasında orta pozitif korelasyon, Ce ile Pr ($r=0.96$), Nd ($r=0.95$), Sm ($r=0.89$), Yb ($r=0.81$) arasında güçlü pozitif korelasyon gözlenmiştir (Çizelge 6.7). Eu ile hiçbir ana ve iz element arasında güçlü ya da orta korelasyon gözlenmemiştir (Çizelge 6.7).

Çizelge 6.7. Saytepe formasyonu kireçtaşlarının ana oksit ve nadir toprak element korelasyonu

Örnek	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Y	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
SiO ₂	1																									
Al ₂ O ₃	0.98	1																								
Fe ₂ O ₃	0.95	0.98	1																							
MgO	0.59	0.54	0.73	1																						
CaO	0.68	0.58	0.72	0.99	1																					
Na ₂ O	0.65	0.78	0.99	0.99	0.65	1																				
K ₂ O	0.99	0.99	0.83	0.47	0.52	0.72	1																			
TiO ₂	0.99	0.83	0.99	0.63	0.66	0.83	0.98	1																		
P ₂ O ₅	0.14	0.30	0.19	0.22	0.20	0.21	0.37	0.15	1																	
MnO	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c																
La	0.88	0.88	0.75	0.27	0.32	0.52	0.78	0.71	0.20	.c	1															
Ce	0.99	0.99	0.88	0.40	0.45	0.65	0.99	0.83	0.39	.c	0.88	1														
Pr	0.99	0.99	0.88	0.44	0.48	0.69	0.99	0.83	0.33	.c	0.87	0.99	1													
Nd	0.99	0.99	0.88	0.42	0.47	0.65	0.99	0.79	0.29	.c	0.92	0.99	0.99	1												
Sm	0.88	0.88	0.83	0.44	0.49	0.66	0.83	0.83	0.14	.c	0.89	0.83	0.83	0.99	1											
Eu	0.12	0.14	0	0.15	0.14	0.17	0.17	0.15	0.18	.c	0.07	0.04	0.21	0.20	0.18	1										
Gd	0.88	0.78	0.83	0.45	0.48	0.67	0.69	0.83	0.12	.c	0.84	0.79	0.79	0.77	0.78	0.14	1									
Tb	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c							
Dy	0.34	0.35	0.37	0.03	0.01	0.09	0.30	0.25	0.10	.c	0.79	0.51	0.42	0.56	0.59	0.43	0.66	.c	1							
Y	0.14	0.07	0.25	0.12	0.09	0.01	0.02	0.25	0.25	.c	0.59	0.23	0.18	0.33	0.40	0.31	0.58	.c	0.83	1						
Ho	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c					
Er	0.44	0.49	0.49	0.09	0.12	0.23	0.38	0.38	0.03	.c	0.75	0.55	0.41	0.55	0.58	0.54	0.77	.c	0.93	0.81	1					
Tm	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c	.c				
Yb	0.99	0.83	0.99	0.63	0.66	0.83	0.83	1.0	0.15	.c	0.71	0.83	0.83	0.79	0.83	0.83	0.83	.c	0.25	0.15	.c	0.38	.c	1		
Lu	0.12	0.14	0	0.15	0.14	0.17	0.17	0.15	0.18	.c	0.07	0.04	0.21	0.20	0.18	1.0	0.14	.c	0.43	0.31	.c	0.54	.c	0.1	1	

Saytepe formasyonu örneklerinin Mg/Ca oranları ile Mn/Sr oranları arasında güçlü ($r=0.84$) pozitif ilişki gözlenmiştir (Şekil 6.5). İlaveten, Saytepe kireçtaşı

örneklerinin Mn/Sr oranları $\ll 3$ (0.21-0.54; ortalama 0.31) olduğundan maruz kaldıkları diyajenetik alterasyonun önemsiz olduğunu işaret etmektedir (Çizelge 6.4).

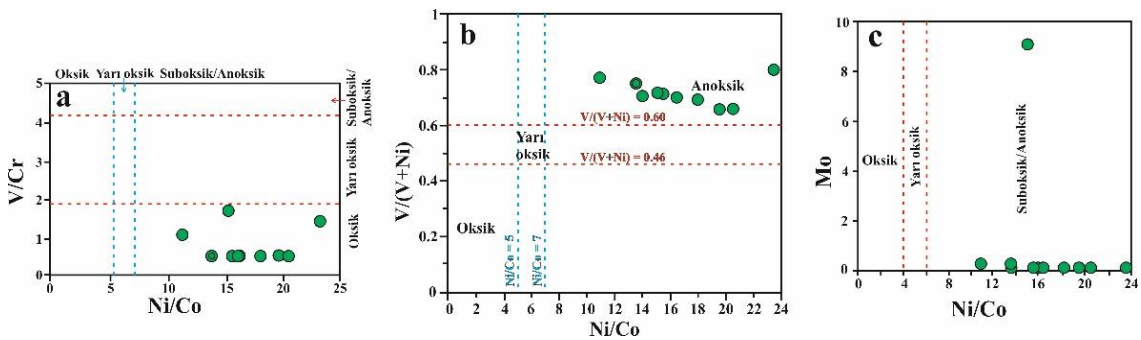


Şekil 6.5. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Mg/Ca–Mn/Sr arasındaki ilişki

Mo/U, V/Cr, Ni/Co, U/Th ve V/(V+Ni) gibi bazı elementsel oranlar redoks koşullarını ortaya çıkarmada (Hatch ve Leventhal, 1992; Jones ve Manning, 1994) kullanılmaktadır (Çizelge 6.8). Saytepe formasyonu örneklerinin Mo/U, V/Cr, Ni/Co, U/Th ve V/(V+Ni) oranları sırasıyla, 0.04-2.71 (ortalama 0.38), 0.58-1.75 (ortalama 0.82), 11-23.5 (ortalama 16.61), 1.5-12 (ortalama 5.64) ve 0.66-0.81 (ortalama 0.72) arasında değişmektedir (Çizelge 6.4; Şekil 6.6).

Çizelge 6.8. Paleoredoks şartlarını değerlendirmede kullanılan bazı element konsantrasyonları

Element oranı	Oksik	Dioksik	Anoksik	Öksinik	Yazarlar
Ni/Co	<5	5-7	>7		Jones ve Manning (1994)
V/Cr	<2	2-4.5	>4.5		
U/Th	<0.75	0.75-1.25	>1.25		
V/(V+Ni)	<0.46	0.46-0.60	0.54-0.82	>0.84	Hatch ve Leventhal (1992)



Şekil 6.6. Saytepe a) V/Cr – Ni/Co diyagramında Saytepe formasyonu örnekleri oksik-anoksik alana düşmekte, b) V/(V+Ni) – Ni/Co diyagramında Saytepe formasyonu örnekleri anoksik alana düşmekte, c) Mo – Ni/Co diyagramında Saytepe formasyonu örnekleri anoksik alana düşmektedir

6.1.4. Nadir Toprak Element Jeokimyası

Saytepe formasyonu kireçtaşı örneklerinin TNTE+Y değerleri, Çizelge 6.3'te verilmiştir. Saytepe örneklerinin TNTE değerleri 0.92-4.34 ppm (ortalama 1.74 ppm) olup, günümüz denizel sedimentler ve Arkeen Sonrası Ortalama Avustralyan Şeyl'ine (PAAS) göre çok düşüktür. Saytepe örneklerinin Arkeen Sonrası Avustralyan Şeyl'ine (McLennan, 1989) normalize edilen değerleri, tüm numunelerde fakirleşme ve orta pozitif Y anomalisi sergilemektedir (Şekil 6.1 ve Şekil 6.7). İlaveten, TNTE fakirleşmesi, Çizelge 6.4'de sunulan $(Nd/Yb)_N$ değerleriyle (0.50-1.11; ortalama 0.64) de uyumludur.

Ayrıca, Saytepe kireçtaşı örneklerinin Arkeen Sonrası Avustralyan Şeyline göre normalize NTE+Y değerleri, örneklerin az bir kısmının güncel deniz suyu özelliğini, çoğunun hafif nadir toprak elementlerince güncel deniz suyundan yüksek ve az sayıda numunenin de güncel deniz suyundan düşük değerler sergilediğini göstermektedir (Şekil 6.7). Yine, Şekil 6.7'de Saytepe kireçtaşı örneklerinin herhangi bir hidrotermal sıvı etkiye maruz kalmadıklarını ve orta derecede pozitif Eu anomalisi ile pozitif Y anomalisi sunduklarını söyleyebilmekteyiz.

Saytepe kireçtaşı örneklerinin La değerleri ile Rb ($r=0.82$) arasında güçlü pozitif korelasyon, V ($r=0.66$), Th ($r=0.71$), Mo ($r=0.71$), Cu ($r=0.62$), Ni ($r=0.73$), Pb ($r=0.61$), Nb ($r=0.70$), Hg ($r=0.72$), As ($r=0.67$) arasında orta pozitif korelasyon gözlenmektedir (Çizelge 6.9). Ce değerleri ile Rb ($r=0.98$), Th ($r=0.81$), Mo ($r=0.81$), Ni ($r=0.80$), Hg ($r=0.81$), La ($r=0.88$) arasında güçlü pozitif korelasyon, Ce ile Cu ($r=0.72$), Pb ($r=0.60$), Zn ($r=0.66$), Co ($r=0.65$), Nb ($r=0.74$), As ($r=0.76$) arasında orta pozitif korelasyon vardır (Çizelge 6.9). Eu ile Lu ($r=1.0$) arasında güçlü pozitif korelasyon bulunurken, diğer hiçbir iz element ve nadir toprak elementler arasında korelasyon bulunmamaktadır (Çizelge 6.9). Y ile Dy ($r=0.83$) arasında güçlü pozitif korelasyon, Y ile La ($r=0.60$) ve Gd ($r=0.60$) arasında orta korelasyon gözlenirken, diğer hiçbir iz element ve nadir toprak elementler arasında korelasyon bulunmamaktadır (Çizelge 6.9).

6.2. TARTIŞMA

6.2.1. Örnek Korunmanın Değerlendirmesi

Diyajenez sürecinde, bazı elementler zenginleşme gösterirken, bazı elementler de fakirleşme sergilemektedir, dolayısıyla örneklerimizin uğradıkları değişimin derecesinin belirlenmesi zorunlu hale gelmektedir. Bu değişimin derecesini belirleyebilmek için bazı testler kullanılmaktadır.

Karbonat kayaçlarda gerçekleşen dokusal değişim çoğunlukla duraysız minerallerin duraylı olan minerallere dönüşümü şeklinde (Brand ve Veizer, 1980; Wang ve ark., 2017) olmaktadır. Diyajenetik alterasyon sonucunda mikritik ve/veya sparitik kalsit minerali neomorfik iri sparikalsite dönüşebilmektedir. Saytepe kireçtaşı numuneleri mikritik çamurtaşı şeklinde çökelmelerine rağmen, diyajenetik değişim sürecinde mikrosparitik ve sparitik kireçtaşına neomorfize olmuş fakat çoğu örnekte ilksel dokunun korunduğu gözlemlenmiştir.

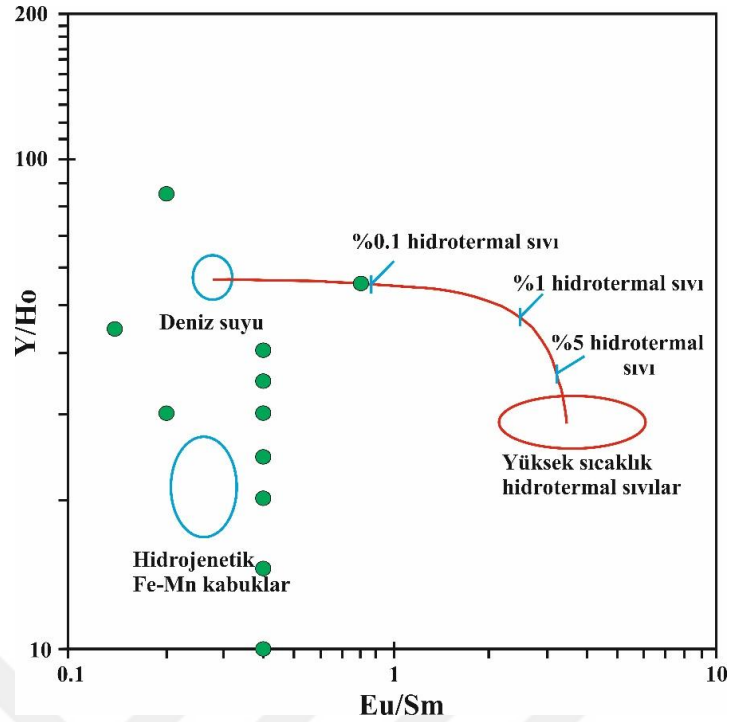
Bazı element iyonları (Sr, Mg, Fe ve Mn gibi), kalsit mineral kafeslerine katılabilmektedirler. Meteorik sular, bünyelerinde düşük Sr^{+2} , ama yüksek Fe^{+2} ve Mn^{+2} elementlerini kapsamaktadırlar (Brand ve Veizer, 1980; Wang ve ark., 2017). Dolayısıyla diyajenetik alterasyon sürecinde, Fe^{+2} ve Mn^{+2} kapsamında artış, Sr^{+2} kapsamında düşüş yaşanırken, Mg^{+2} kapsamında birincil karbonat mineralinin özelliğine bağlı olarak düşüş ya da artış gözlenebilecektir (Brand ve Veizer, 1980; Wang ve ark., 2017). Buradan, iz elementlerin değişimlerinin önemli belirteçler olduğunu ve depolanma sonrasında gerçekleşen diyajenetik alterasyonunun derecesini (Wang ve ark., 2017) yansıtabildiklerini ifade edebiliriz.

Yine, Wang ve ark. (2017)'nin belirttiği gibi Sr ve Mn, diyajenetik alterasyonun önemli ögeleridir. Meteorik diyajenez, Sr^{+2} 'u karbonat mineral bünyesinden uzaklaştırabilirken, Mn^{+2} 'nin karbonat minerali bünyesine katılımını (Brand ve Veizer, 1980; Gilleaudeau ve Kah, 2013; Wang ve ark., 2017) sağlayabilmektedir. Dolayısıyla, Sr ve Mn elementlerinin birbirine ters düşen özellikleri nedeniyle Mn/Sr değerlerinin karbonat kayaçların diyajenetik alterasyonunu belirlemede çok kullanışlı belirteçler olduğunu vurgulayabiliriz.

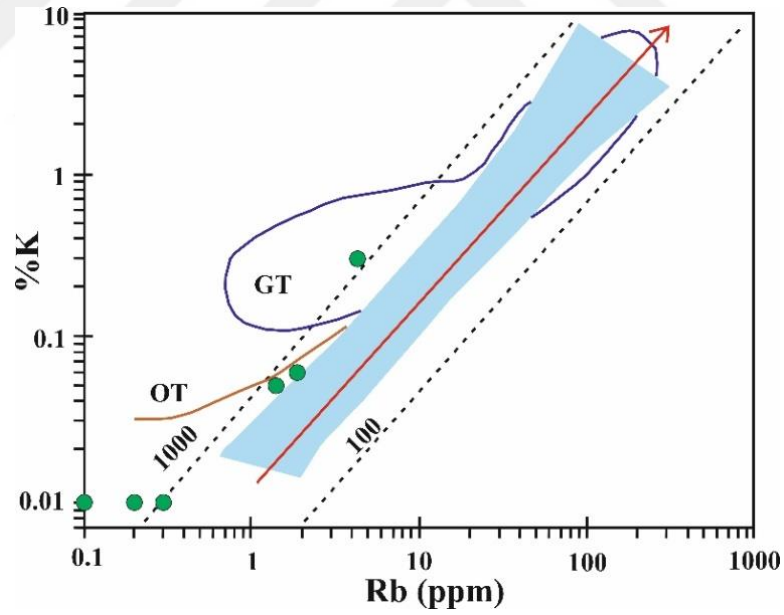
Mn/Sr değerleri, 3'ten küçük ise kayacın birincil depolanma özelliğinin korunduğunu, 3-10 arasında ise düşük diyajenetik alterasyona uğradığını ve >10 ise şiddetli alterasyonu işaret ettiği bazı araştırmacılar tarafından (Kaufman ve Knoll, 1995;

Wang ve ark., 2017) belirtilmiştir. Saytepe örneklerinin Mn/Sr değerleri, 0.21 ile 0.54 arasında olup birincil depolanma karakteristiklerini koruduklarını söyleyebiliriz. Hidrotermal etkilerin, pozitif Eu ve yüksek Ba değerleri gösterdiği bilinmekle birlikte, Saytepe kireçtaşı örneklerinde pozitif Eu (Şekil 6.7) ve düşük Ba değerleri (Çizelge 6.2) gözlenmekte olup, pozitif Eu değerlerinin hidrotermal etkiden ziyade karasal feldispatlardan kaynaklandığını ifade edebiliriz. Zira, Şekil 6.7 ve 6.8'de örneklerimizde herhangi bir hidrotermal etki görülmemektedir.

K/Rb değerleri, yüksek derecede metamorfizmaya uğramış kayalarda yüksek değerlerde (≥ 500), metamorfizmaya uğramamış magmatik kayalarda 230 (okyanusal toleyitler hariç) ve şeyllerde 200 olduğu Rudnick ve ark. (1985) ile Bauernhofer ve ark. (2009) tarafından ifade edilmiştir. Saytepe örneklerinin K/Rb değerleri 0.024-0.083 (Çizelge 6.4) arasında değiştiğinden, metamorfizmaya uğramadıklarını belirtebiliriz. Potasyum ve rubidyumun hem taşınma hem diyajenez hem de metamorfizma süreçlerinde mobil elementler olmalarına rağmen, bu elementlerin oranlarının provenans çalışmalarında kullanışlı olduğu Shaw (1968), Long ve ark. (2008) ve El-Bialy (2013) gibi araştırmacılarca ifade edilmiştir. İlaveten, K_2O -Rb grafiğinde (Şekil 6.9) Saytepe örneklerinin büyük ölçüde magmatik kayaç eğilim bölgesine düşmesi, birincil depolanma karakteristiklerinin korunup, bir miktar diyajenetik alterasyon maruziyetlerini işaret etmektedir. Buradan, Saytepe kireçtaşı örneklerinin paleoortamsal yorumlamada kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

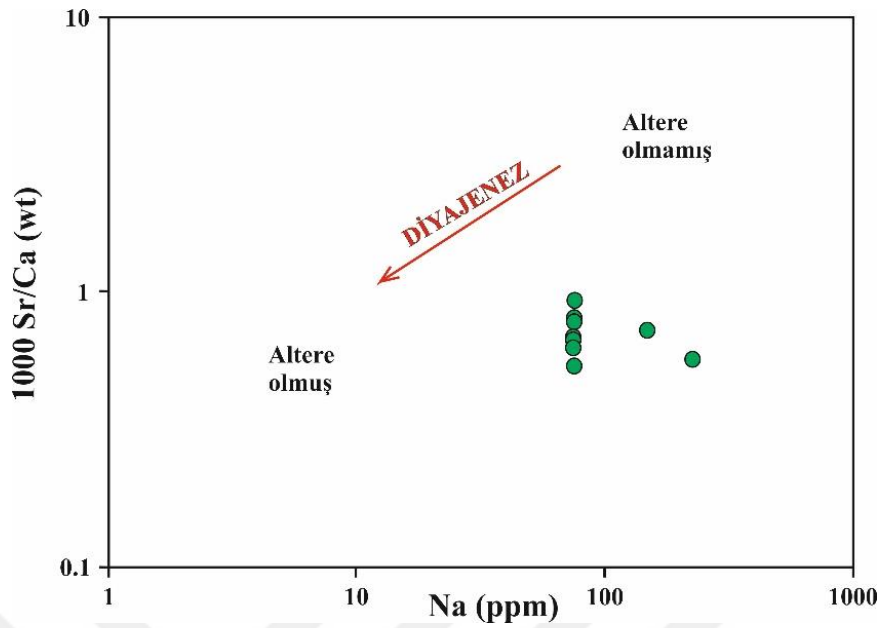


Şekil 6.8. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Y/Ho'ya karşı Eu/Sm diyagramı



Şekil 6.9. Saytepe kireçtaşı örneklerinin K₂O-Rb diyagramları üzerindeki konumları. OT: okyanus sırt granit trendi, GT: granülit trendi, açık mavi renkli alan magmatik kayaç trendi (diyagram Shaw, 1968; Rudnick ve ark., 1985; Maity ve Indares, 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

Saytepe kireçtaşı örneklerinin Sr/Ca'ya karşı Na diyagramı da Saytepe formasyonu örneklerinde bir miktar diyajenetik alterasyona uğramayı göstermektedir (Şekil 6.10).



Şekil 6.10. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Sr/Ca'ya karşı Na diyagramı

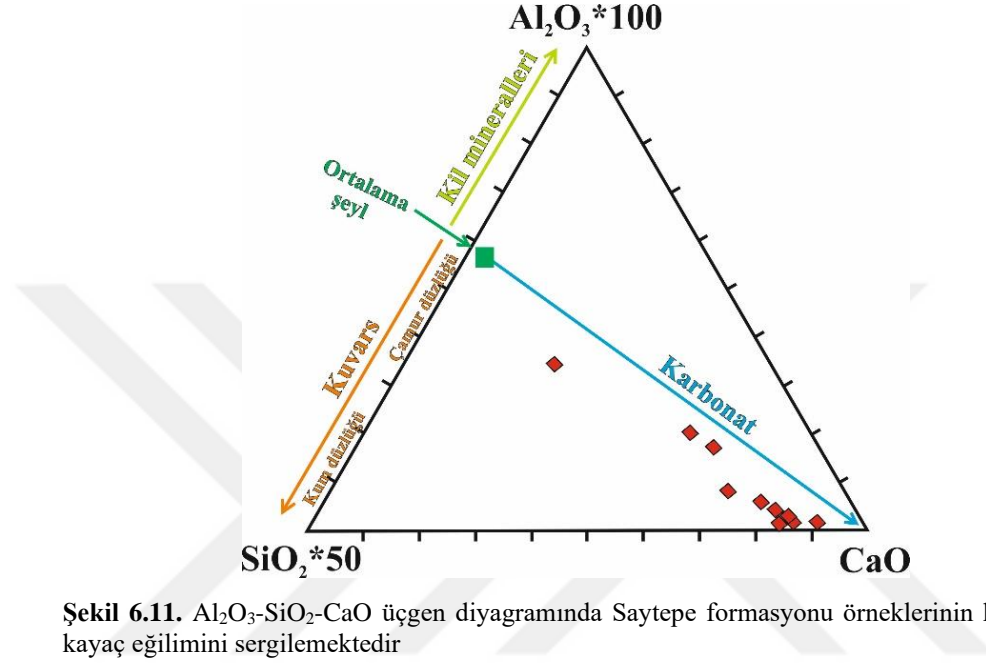
6.2.2. Saytepe Formasyonu Kireçtaşlarının Ana Oksit ve İz Element Değerlendirmesi

İz elementlerin davranışlarının, ayrışma, fiziksel boylanma, adsorpsiyon, provenans, diyajenez ve metamorfizma gibi süreçlere bağlı olarak karmaşık olduğu Garrels ve Mackenzie (1971), Nesbitt ve ark. (1980), Taylor ve McLennan (1985), Wronkiewicz ve Condie (1990) gibi birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır.

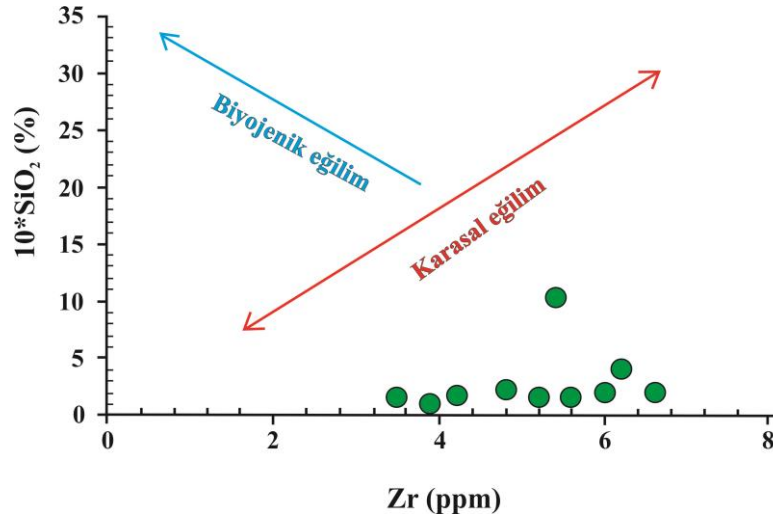
Kireçtaşlarında kapsanan ana oksit ve iz elementlerin, karasal katkıdan büyük ölçüde etkilendikleri bilinmektedir (Kuchenbecker ve ark., 2016). Saytepe örneklerindeki Si, K, Al, Ti, Rb, Sr, Ba, Nb, Ta, Th, U, NTE'lerinin karasal katkının gerçekleştiği bazı safhalarda da düşük miktarda gözlenmektedirler (Çizelge 6.1 - 6.3; Şekil 6.11). Yine, Si'ye karşı Zr diyagramındaki Saytepe kireçtaşı örneklerinin dağılımı, Si'nin biyojenikten ziyade bütünüyle karasal kökenli olduğunu göstermektedir (Şekil 6.12).

Kalsiyum, egemen olarak biyojenik oluşumludur ve hemen hemen diğer ana oksit ve iz elementlerle güçlü negatif korelasyonlu olup, Zhang ve ark. (2017)'nce da ifade edildiği gibi diğer bileşenlerin seyreltici olarak işlev görmektedir. Bu durum, Saytepe örneklerinin $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ diyagramında da karbonat eğilimi şeklinde açık

olarak gözlenmektedir (Çizelge 6.5; Şekil 6.11). Al_2O_3 değerleri, Saytepe kireçtaşı örneklerinde MnO ve P_2O_5 ile ilişki göstermezken, SiO_2 ($r=0.98$), Fe_2O_3 ($r=0.86$), Na_2O ($r=0.78$), K_2O ($r=0.99$), TiO_2 ($r=0.97$) ile güçlü pozitif korelasyon göstermesi (Çizelge 6.5), Si, Fe, Na, K, Ti'un büyük oranda kil minerallerince sağlandığını işaret eder.



Şekil 6.11. Al_2O_3 - SiO_2 - CaO üçgen diyagramında Saytepe formasyonu örneklerinin hepsi karbonat kayaç eğilimini sergilemektedir



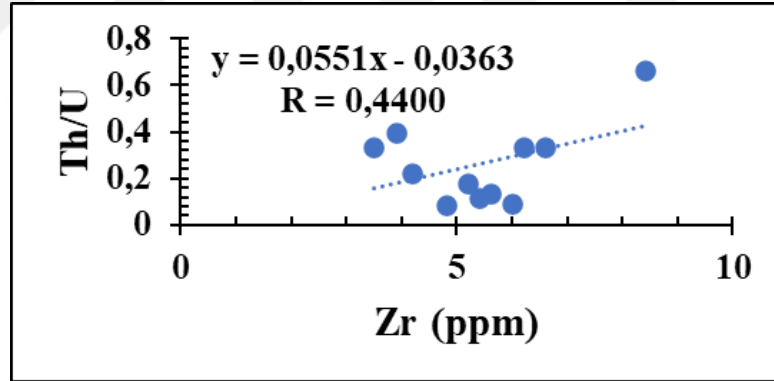
Şekil 6.12. SiO_2 'ye karşı Zr diyagramında Saytepe kireçtaşlarındaki silisin karasal eğilimli olduğu, biyojenik kökenli olmadığı görülmüştür

Rb/Sr oranlarının karasal içeriğinin ve karbonat fraksiyonunun nispi bolluğunu yansıttığı Kuchenbecker ve ark. (2016) tarafından ifade edilmiştir. Saytepe formasyonu

örneklerinin Rb/Sr değerleri 0.0003-0.030 (ortalama 0.0042) şeklinde olup (Çizelge 6.4), diyajenetik alterasyon sonucu bir miktar Sr kaybının gerçekleştiğini işaret etmektedir. Çünkü Kuchenbecker ve ark. (2016)'nın ifade ettiği karbonat kayaçlarda beklenen 0.0008 Rb/Sr değerinden bir miktar yüksek değerdedir.

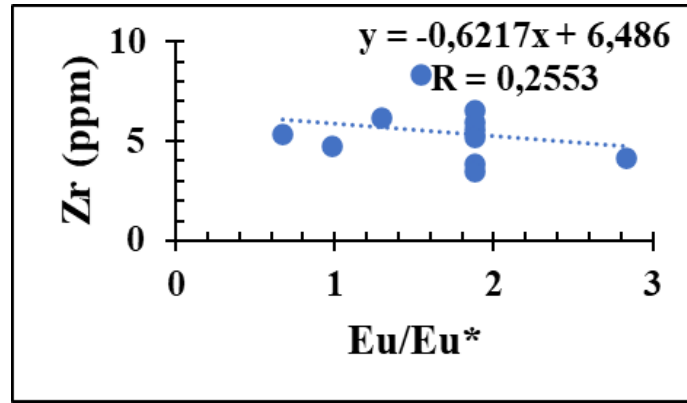
Kimyasal sedimanter kayaçlardaki kirlenmenin provenansının saptanmasında Th/U değerlerinin çok kullanışlı belirteç olduğu vurgulanmaktadır. Kimyasal olarak oluşan sedimanter kayaçlar, volkanik kül, detritik malzeme ve fosfat gibi kırıntıları bulundurabilmektedirler (Thurston ve ark., 2011).

Thurston ve ark. (2011) tarafından kimyasal kayaçlardaki fosfat kirliliği oranının $Th/U > 5$ değerine sahip olduğunda gerçekleştiğini, diğer kirlenmelerin 3-5 arasındaki Th/U değerleri ile temsil edildiği (Condie, 1993; Thurston ve ark., 2011) vurgulanmıştır. Saytepe örneklerinde gözlenen Th/U değerleri 0.08-0.67 arasında değiştiğinden fosfat kirlenmesinin olmadığını işaret etmektedir. Ayrıca, Saytepe örneklerinde Zr'ye karşı Th/U diyagramında gözlemlenen çok zayıf ($r=0.44$) pozitif korelasyon (Şekil 6.13) kirlenmenin çok düşük miktarda olduğunu göstermektedir.



Şekil 6.13. Saytepe kireçtaşlarının Zr'ye karşı Th/U diyagramı

Frimmel (2009) tarafından vurgulandığı gibi, toplam Fe_2O_3 içeriği yükseldikçe Eu anomalileri düşmekte, bu da demirin büyük oranda karasal kaynaklı olduğunu belirtmekte ve artan karasal malzeme girdisi nedeniyle negatif Eu anomalisinin azaldığı gözlenmektedir. Bu düşünce, karasal detritiklerin önemli göstergesi olan Zr kapsamı arttıkça, Eu anomalilerinin düşmesi ile de Saytepe kireçtaşı örnekleriyle doğrulanmıştır (Şekil 6.14).

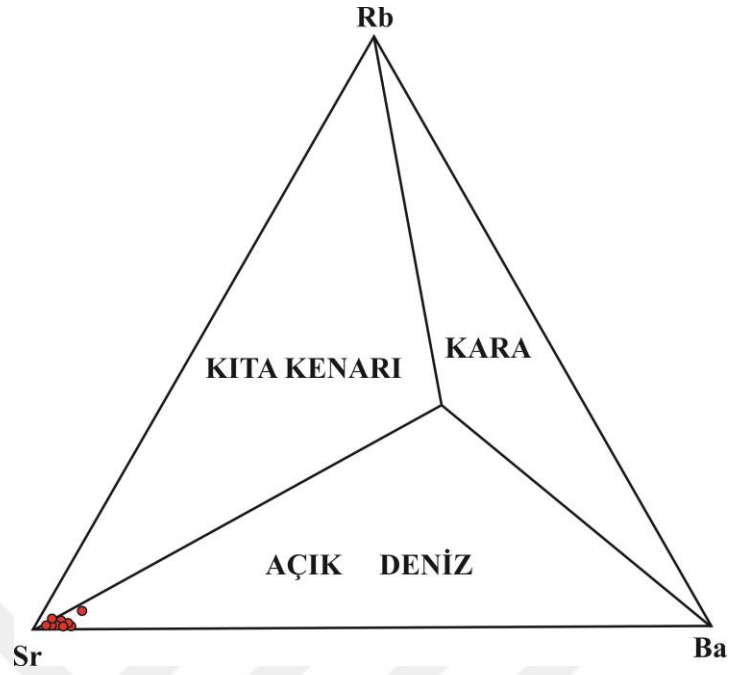


Şekil 6.14. Saytepe kireçtaşlarının Zr'ye karşı Eu/Eu* diyagramı

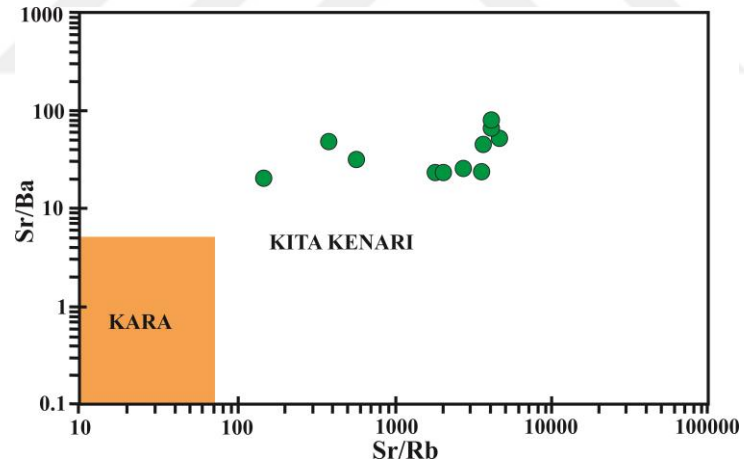
Zhang ve ark. (2017), Rb-Sr-Ba üçgen diyagramı kullanılarak, tatlı su kireçtaşları, sığ denizel kireçtaşları ve açık okyanus kireçtaşları arasında ayırım yapılabileceğini ifade etmişlerdir. Saytepe örnekleri için Rb-Sr-Ba üçgen diyagramı kullanıldığında örnekler açık deniz ortamını gösterirler (Şekil 6.15). Yine, Zhang ve ark. (2017) tarafından vurgulandığı gibi Sr/Ba'ya karşı Sr/Rb grafiği, tatlı suda depolanan kireçtaşları ile sığ denizel ortamda depolanan kireçtaşlarının ayırımında kullanılabilir. Saytepe örneklerini Sr/Ba'ya karşı Sr/Rb grafiğine düşürdüğümüzde örneklerin hepsi sığ denizel ortamdaki depolanmayı işaret etmişlerdir (Şekil 6.16).

Sr/Ba değerleri genellikle denizel ve karasal tortuları ayırt etmek için bir belirteç olarak kullanılmaktadır (Zuo ve ark., 2020). Denizel fasiyeslerin Sr/Ba oranları >0.5 ve karasal fasiyeslerin Sr/Ba oranları <1 değerlerindedir. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Sr/Ba oranları $\gg 1$ (Çizelge 6. 4) olduğundan denizel ortamdaki çökeliyi işaret ederler. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Sr'a karşı Ba diyagramında, numunelerin hepsi tuzlu su fasiyes (denizel ortam) alanına düşmüştür (Şekil 6.17). Bu durum Saytepe formasyonunun denizel kökenli olduğunu destekleyen bir diğer belirteçtir.

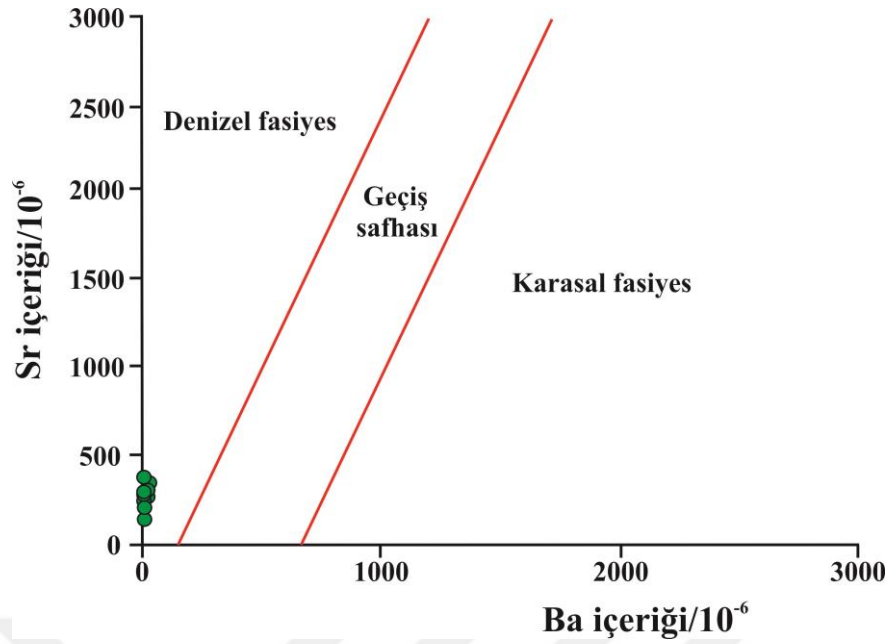
Zhang ve ark. (2017), tatlı su kireçtaşları ve sığ denizel kireçtaşlarındaki P_2O_5 içeriklerinin, TiO_2 ($r=0.36-0.80$), Fe_2O_3 ($r=0.53-0.66$) ve K_2O ($r=0.52-0.77$) ile iyi korelasyon gösterdiğini ve P_2O_5 içeriklerinin biyojenik kökenli olmaktan ziyade karasal kökenli olduğunu, çünkü TiO_2 ve K_2O 'nun aluminosilikat klastiklerinden alınmayı işaret ettiğini belirtmişlerdir. Saytepe kireçtaşı örneklerinde, P_2O_5 ile Fe_2O_3 ($r=-0.19$) ve TiO_2 ($r=-0.15$) arasında negatif korelasyon, K_2O ($r=0.37$) ve CaO ($r=0.20$) arasında pozitif korelasyon (Çizelge 6.5) gözlenmesi, fosfatın karasaldan ziyade havza içinden kaynaklandığını işaret etmektedir.



Şekil 6.15. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Rb-Sr-Ba üçgen diyagramı. Çeşitli kireçtaşı çökeltme ortamlarını gösteren diyagram (Zhang ve ark., 2017'dan alınmıştır)



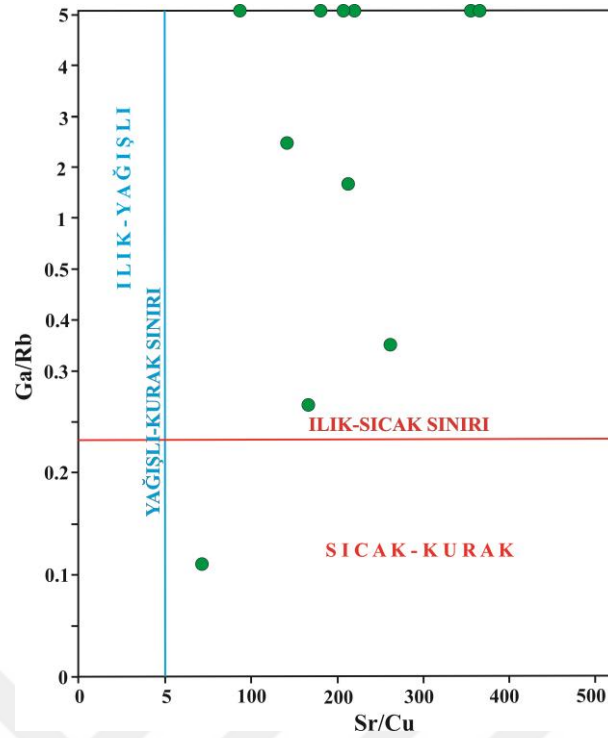
Şekil 6.16. Saytepe kireçtaşlarının Sr/Ba'ya karşı Sr/Rb diyagramı



Şekil 6.17. Saytepe kireçtaşlarının Sr'a karşı Ba diyagramı

Ayrıca, Roy ve Roser (2013), Yandoka ve ark. (2015), Xie ve ark. (2018), Ding ve ark. (2018), eski iklimi belirlemede Sr/Cu ile Ga/Rb değerlerinin de kullanılabileceğini söylemişlerdir. Ga daha çok kil minerallerinde (özellikle kaolinit) zenginleşme gösterir ve ılık-yağışlı iklimi işaret eder (Ding ve ark., 2018). Ding ve ark. (2018), Rb elementinin illit minerali ile yakın ilişkili olup, soğuk ve kurak iklimi yansıttığını vurgulamışlardır. Sedimentlerdeki Ga/Rb değerlerinin çok düşük olması iklimin soğuk ve kurak olduğunu belirtmektedir. Genellikle ılık ve nemli iklim şartlarında, ince taneli sedimanlar, düşük Sr/Cu değerleri ve yüksek Ga/Rb değerleri (Ding ve ark., 2018) sergilerler. Ding ve ark. (2018), 1.3-5 arasındaki Sr/Cu değerlerinin ılık nemli iklimi gösterdiğini, 5'in üzerindeki değerlerin ise sıcak-kurak iklim şartlarını işaret ettiğini vurgulamışlardır.

Şekil 6.18, Saytepe örneklerine ait Ga/Rb'a karşı Sr/Cu grafiğini göstermekte olup, Ga/Rb 0.11-5 (ortalama 3.17), Sr/Cu 36-368 (ortalama 200) değerlerine sahiptir. Dolayısıyla, Saytepe örneklerinin Sr/Cu değerleri ılık-kurak iklim şartlarını işaret etmektedir.



Şekil 6.18. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ga/Rb'a karşı Sr/Cu diyagramı. Diyagram eski iklimsel şartları göstermektedir (diyagram Ding ve ark., 2018'den alınmıştır)

6.2.3. Saytepe Formasyonu Kireçtaşlarının Nadir Toprak Element Değerlendirmesi

Karbonatlarda nadir toprak elementlerinin mevcudiyeti birçok faktörden etkilenebilmektedir. (1) Havzaya karasal detritiklerin girmesi (Piper, 1974; McLennan, 1989), (2) havzadaki su kolonundan biyojenik kaynaklı depolanma (Murphy ve Dymond, 1984) ve (3) havzadaki suyun derinliği, tuzluluğu ve oksijen içeriği ile ilgili etkileşim süreci (Elderfield, 1988; Piepgras ve Jacobsen, 1992; Bertram ve Elderfield, 1993; Greaves ve ark., 1999), (4) nadir toprak elementlerinin havzadaki su kolonundan ve erken diyajenezden dolayı ötijenik olarak uzaklaştırılması (Sholkovitz, 1988).

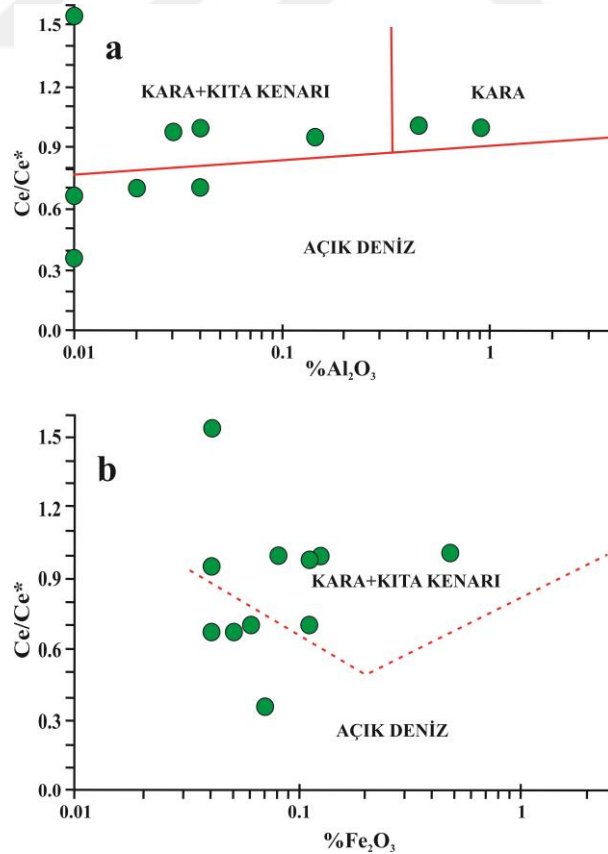
Deniz suyu, kimyasal sedimentlere çok az oranda NTE katkısı sağlar, ancak denizel su özelliği taşımayan sedimanlar, kimyasal filtreleme (leaching) sürecinde (Zhao ve ark., 2009) silikatlar, Fe-Mn oksitler, fosfatlar ve sülfidler gibi karbonat olmayan materyallerin kirlenmesi sebebiyle çok yüksek NTE konsantrasyonları gösterirler (Nothdurft ve ark., 2004).

Karasal ve sığ denizel kireçtaşlarındaki TNT elementlerinin SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 ve Fe_2O_3 (sırasıyla $r=0.62$, $r=0.48$, $r=0.67$, $r=0.45$) ile pozitif korelasyon sergilemesi

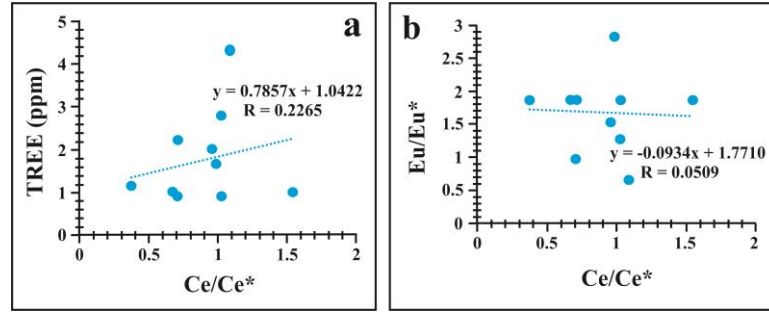
NTE'nin silisiklastik girdinin etkisinde kaldığını ifade eder (Zhang ve ark., 2017). Saytepe örneklerinin TNTE ile SiO_2 ($r=0.92$), Al_2O_3 ($r=0.94$), TiO_2 ($r=0.81$), Fe_2O_3 ($r=0.81$) arasındaki güçlü pozitif korelasyon (Çizelge 6.5) da NTE üzerinde silisiklastik girdinin etkisini vurgulamaktadır.

Zhang ve ark. (2017), kireçtaşlarının Ce anomalisinin büyüklüğünün yayılma sırtlarından kıtasal kıyı denizlerine doğru belirgin bir artış gösterdiğini ifade etmiştir. Ce/Ce* anomalisine karşı Al_2O_3 ve Fe_2O_3 grafiğinde (Şekil 6.19) Saytepe formasyonu örnekleri çoğunlukla kıta kenarı, kısmen de açık deniz ortamını işaret etmektedir. Ancak, Şekil 6.19a'da iki örnek kara ortamına düşmekte ve muhtemelen gelgit içi ya da gelgit üstü ortamını işaret etmektedir.

Liu ve ark. (2006) ile Song ve ark. (2014), diyajenetik sürecin Ce/Ce* ile TNTE ve Ce/Ce* ile Eu/Eu* arasındaki güçlü korelasyonlarla birlikte Ce ve Eu anomalilerinin değerlerinde değişim oluşturabileceğini söylemişlerdir. Ancak, Saytepe örneklerinde Ce/Ce* ile TNTE arasında ve Ce/Ce* ile Eu/Eu* arasındaki korelasyonun (sırasıyla $r=0.23$ ve $r=-0.05$) çok çok düşük olması (Şekil 6.20), NTE konsantrasyonları üzerindeki diyajenez etkisinin çok sınırlı olduğunu vurgulamaktadır.

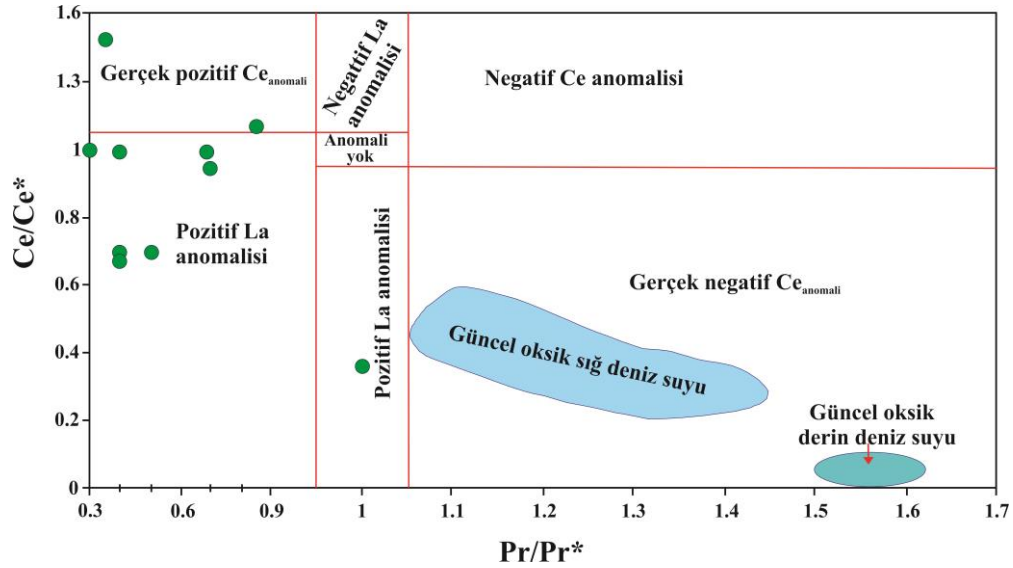


Şekil 6.19. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ce/Ce*’ye karşı Al_2O_3 ve Fe_2O_3 diyagramı. Çeşitli depolanma ortamlarında çökelen kireçtaşları (Taylor ve McLennan, 1985)



Şekil 6.20. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ce/Ce*’ye karşı TNTe (a) ve Eu/Eu* (b) diyagramı

Murray ve ark. (1990, 1991)’nin belirttiğine göre, Ce anomalisi depolanma ortamına bağlı olup, yüksek Ce değerleri oksik şartları belirtirken, düşük Ce değerleri anoksik şartları belirtmektedir. Transgresyon sürecinde dip suları, anoksik olur ve tüm kaya Ce anomalisi negatif olur (Wilde ve ark., 1996). Regresyon sürecinde, tabandaki herhangi bir sabit nokta sığlaşır; bu sebeple dip suları oksik olacak ve tüm kaya Ce anomalisi pozitif olacaktır. Dolayısıyla, Saytepe kireçtaşı örneklerinin bir kısmı negatif Ce anomalisi gösterirken, bir kısmı da gerçek pozitif Ce anomalisi (Şekil 6.21) sergilemektedir. Bu da Saytepe formasyonu kireçtaşlarının tarihçesinde transgresyon ve regresyon olaylarının geliştiğini işaret etmektedir.

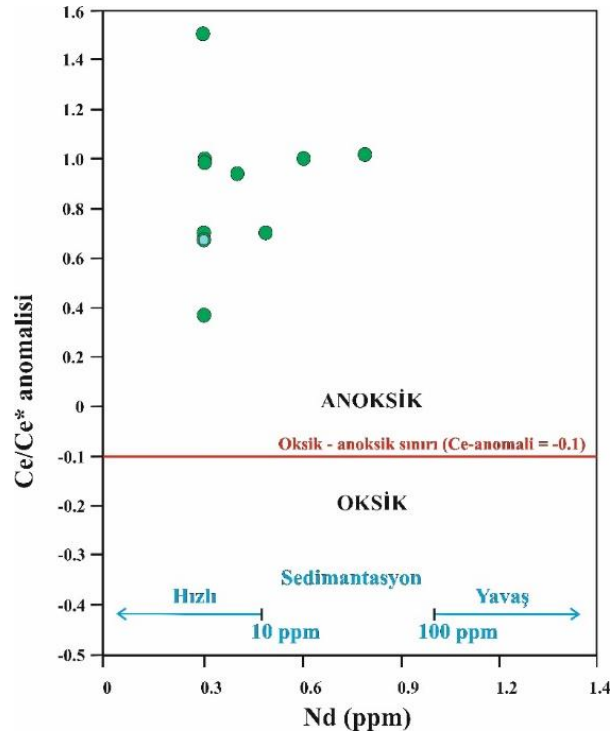


Şekil 6.21. Saytepe kireçtaşlarının Ce/Ce* karşı Pr/Pr* diyagramı

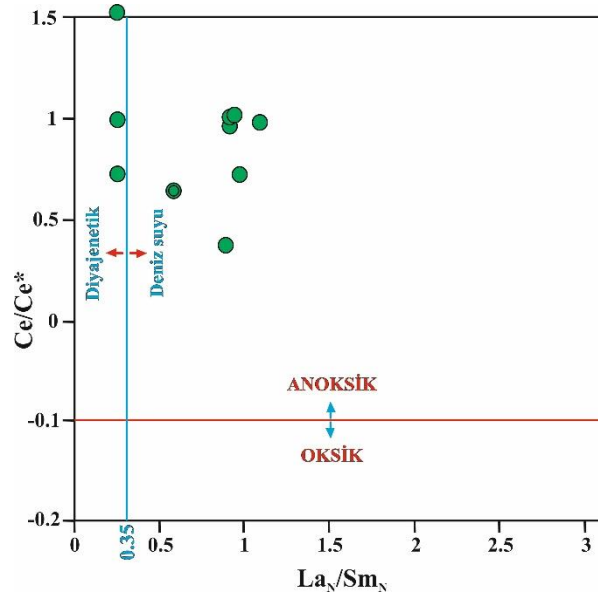
Ce anomalisi çoğunlukla deniz suyunda görülmekte (Elderfield ve Graves, 1982) ve denizel kireçtaşlarında gözlenen Ce anomali değerleri, depolanma sürecindeki ve alanındaki karasal girdi ile redoks şartlarını belirlememizde çok yararlı olmaktadır (Madhavaraju ve Lee, 2009; Madhavaraju ve ark., 2010). Zayıf negatif Ce anomalisi gösteren kireçtaşları, düşük karasal girdili, oksik ortamdaki depolanmayı ifade eder (Song et al., 2014).

Saytepe formasyonu kireçtaşlarının gelişimi, transgresif ve regresif nitelikli karbonat egemenli şelf ortamında gerçekleştiğinden, Wilde ve ark. (1996)'nın önerdiği modelin bu çalışmada uygulanabilirliğini düşündürmektedir. Dolayısıyla, Saytepe kireçtaşı örneklerinin kapsadığı Ce anomali değerleri, negatif ve pozitif değerler (Şekil 6.21) şeklinde olup transgresif ve regresif özellikli anoksik-oksik ortamda gelişen karbonat depolanmasını işaret ettiğini söyleyebiliriz.

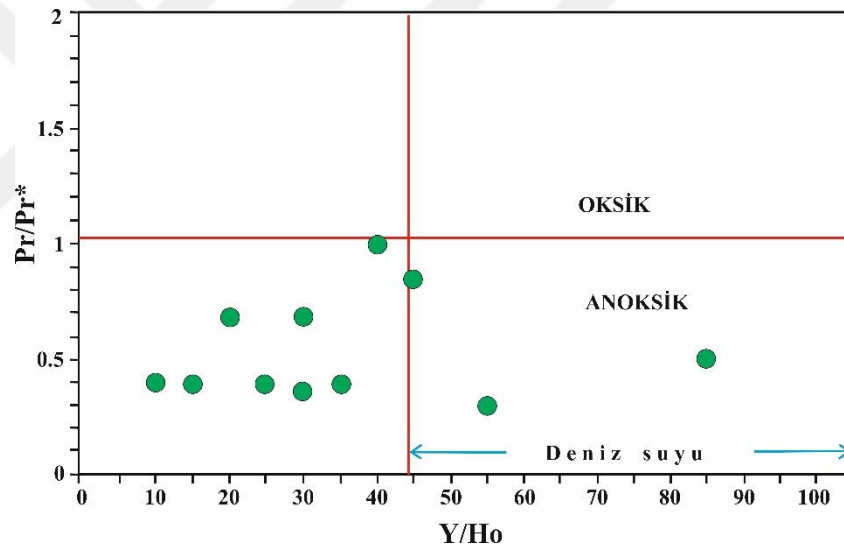
Şekil 6.22'de Ce/Ce*'a karşı Nd grafiğinde Saytepe örneklerinin hepsi anoksik alana düşmekte, yine Şekil 6.23'de Ce/Ce*'a karşı La_N/Sm_N diyagramında bütün örnekler anoksik alana düşmektedir. İlavenen, Şekil 6.24'de Pr/Pr*'ye karşı Y/Ho diyagramında Saytepe kireçtaşı örneklerinin yine anoksik alana düşmesi de çökelim sürecinde anoksik koşulların egemenliğini işaret etmektedir.



Şekil 6.22. Saytepe kireçtaşlarının Ce/Ce* karşı Nd diyagramı



Şekil 6.23. Saytepe kireçtaşlarının Ce/Ce* karşı (La/Sm)_N diyagramı



Şekil 6.24. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Pr/Pr*'ye karşı Y/Ho diyagramı

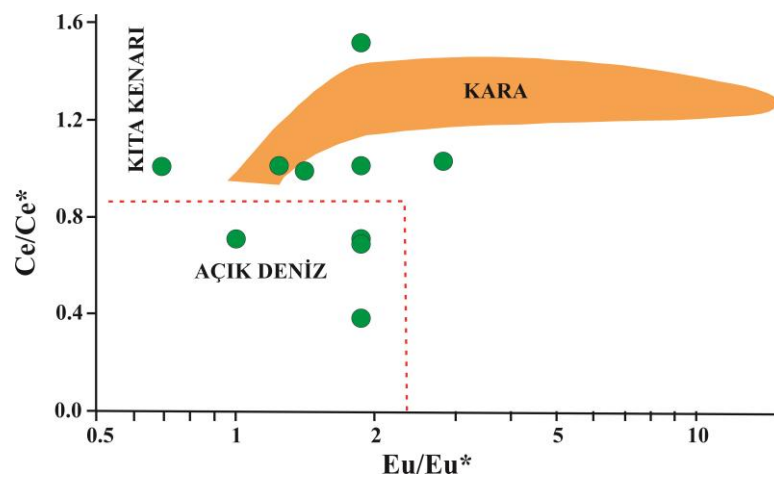
Ali ve Wagreich (2017), yaptıkları çalışmada kireçtaşı Ce anomalilerinin 1'e yakın değerde olduğunu ve deniz suyu değerlerinden (0.1-0.4) farklılık sunduğunu ifade etmişler ve bu durumu (1) saf ve saf olmayan numunelerde küçük miktarda kil (detritik girdiden) minerallerinin varlığı, (2) deniz tabanı aşağısındaki sediment sütununun birkaç cm derinliğindeki Ce içeren organik maddenin bozunması sebebiyle HNTE'lerin artmasından kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir. Saytepe kireçtaşı numunelerindeki Ce anomali değerleri 0.37-1.54 (ortalama 0.88) arasında değişmekte (Çizelge 6.4) ve bir örnek hariç deniz suyu değerlerinden daha yüksek oranlardadır.

Saytepe örneklerindeki Ce anomalisinin yükselmesinin kireçtaşları bünyesindeki kil mineral varlığından ve/veya deniz tabanı sedimentlerindeki Ce kapsayan organik maddenin bozunmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Sulu çözeltilerdeki Eu/Eu^* 'nin redoks potansiyeli büyük ölçüde sıcaklığa ve daha az olarak da basınç, pH ve NTE çeşitliliğine bağlı (Bau, 1996; Bau ve Dulski, 1996) olup, pozitif Eu anomalileri asidik, indirgen hidrotermal akışkanlarla ilişkilidir.

Saytepe kireçtaşlarındaki örnekler, Eu/Eu^* 'da 0.67-2.83 (ortalama 1.69; Çizelge 6.4) arasında değişmekte olup büyük farklılıklar sergilerler. İlâveten bu örnekler pozitif Eu anomalisi gösterse de herhangi bir hidrotermal sıvı etkisini işaret ettiğini söyleyemeyiz. Çünkü, pozitif Eu anomalisi sadece hidrotermal sıvılardan değil, detritik feldispatların girdisinden de kaynaklanabilmektedir. İlâveten, Saytepe kireçtaşı örneklerinin hidrotermal alterasyona uğramadığı Şekil 6.7 ve 6.8'de görülmektedir. Saytepe kireçtaşı örneklerinin hepsinde (iki örnek hariç) >1 Eu anomali gözlenmesi, bu pozitifliğin detritik feldispatlardan kaynaklandığını işaret etmektedir. Deniz suyunda yaygın olmayan pozitif Eu anomalileri çoğunlukla (1) okyanus ortası sırtlarda hidrotermal akışkanların okyanusa artan girdisi (German ve ark., 1990); (2) birincil veya detritik feldispat bileşeninde hafif bir artış (Madhavaraju ve ark., 2010); (3) kireçtaşlarının diyajenetik alterasyonundan (Brand ve Veizer, 1980) kaynaklanmaktadır.

Saytepe kireçtaşı örneklerinin Eu/Eu^* 'ya karşı Ce/Ce^* grafiğinde (Şekil 6.25) örneklerimiz büyük ölçüde kıta kenarı-açık denizel ortamdaki çökeliyi sergilemektedir.

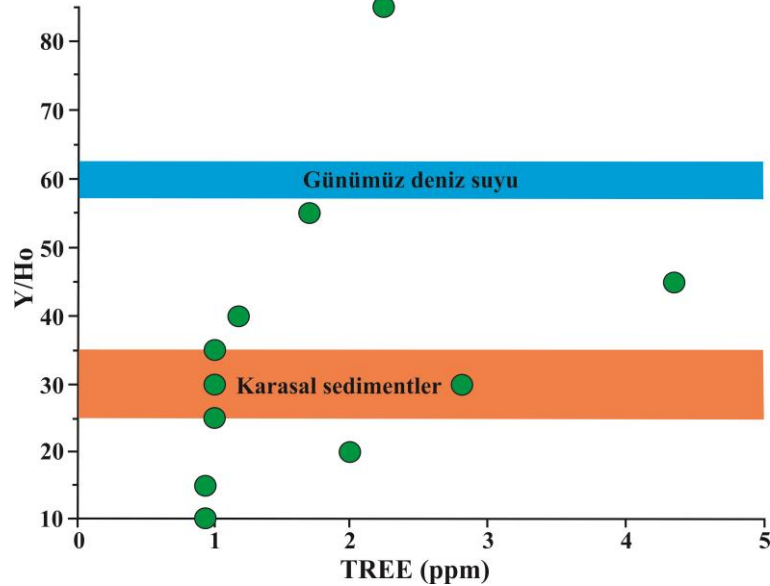


Şekil 6.25. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Ce/Ce^* 'a karşı Eu/Eu^* diyagramında çeşitli depolanma ortamlarına göre konumları. Diyagram Zhang et al. (2017)'den alınmıştır

Bau (1996) ile Bau ve Dulski (1996), deniz suyundaki Y/Ho değerlerinin yüksek (44-74) miktarda olduğunu, karasal detritikler ve volkanik küllerde ise ~28'lik sabit kondritik Y/Ho değerinin gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Y/Ho değeri açık deniz suyunda 60-90 arasında olup, tuzluluğa bağlı olarak değişim gösterir (Lawrence ve ark., 2006). Güncel deniz suyu Y/Ho değerleri, akarsu ve haliç suyundan önemli ölçüde daha yüksektir (Nozaki ve ark., 1999; Lawrence ve ark., 2006).

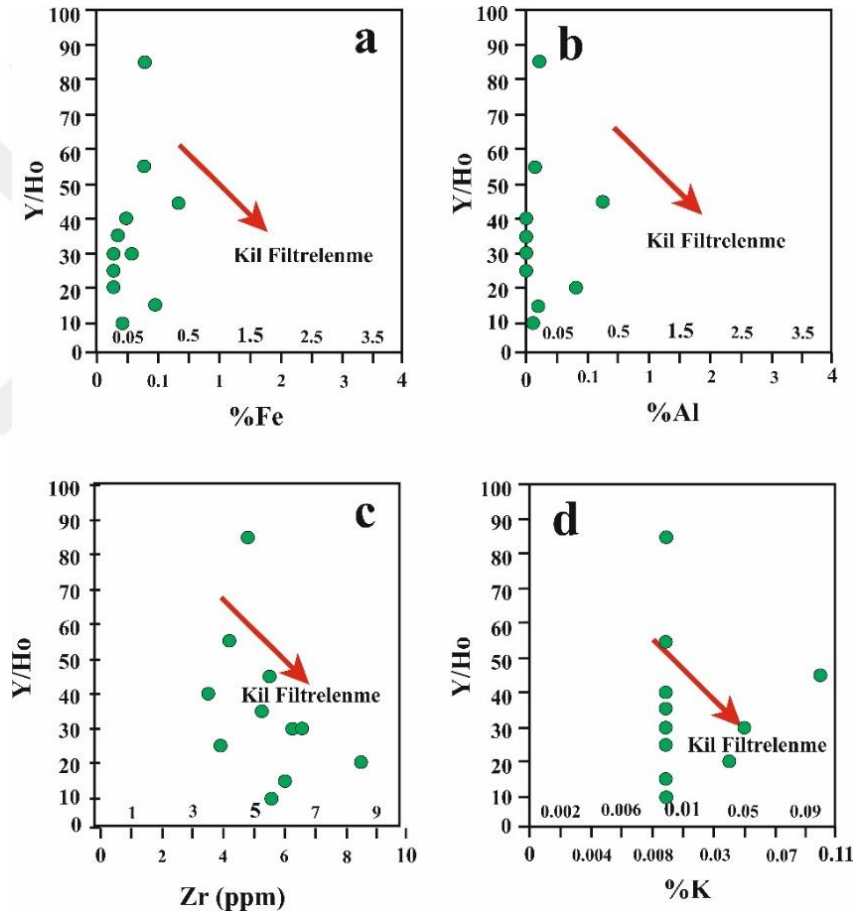
Saytepe formasyonu örneklerinin Y/Ho oranları (Çizelge 6.4), açık deniz suyu değerinden (60-90) oldukça düşük bir ortalama 35 (10-85 arasında) değere sahip olup, kireçtaşlarının depolanması sürecinde havzaya tatlı su süspanse yükünün ve/veya eoliyen tozlarının bazı evrelerde etkili bir şekilde karıştığını belirtmektedir (Kuchenbecker ve ark., 2016). Ayrıca, Saytepe kireçtaşı örneklerinin Y/Ho değerlerinin 10-85 arasında değişmesi, Song et al. (2014) tarafından belirtilen deniz suyu değerlerini düşük oranda (sadece 1 örnek) korumuştur. Bu durum Şekil 6.26'da Y/Ho'ya karşı TNTE diyagramında gözlenmekte, NTE için ağırlıklı olarak karasal girdiyi işaret etmektedir.

Saytepe kireçtaşı örneklerindeki Y/Ho değerleri, silisiklastik katkılı (saf olmayan kireçtaşlarında <36 - >10) seviyelerde düşük, silisiklastik katkının olmadığı seviyelerde (nispeten saf kireçtaşlarında ≥ 36) daha yüksek olarak saptanmıştır (Şekil 6.26).



Şekil 6.26. Y/Ho - TNTE diyagramında Saytepe kireçtaşı örnekleri büyük oranda silisiklastik kirlenmeyi belirtmektedir

Yüksek kil bileşenlerine sahip örnekler, kil filtrenmesini yansıtan düşük Y anomalileri gösterir (Tostevin ve ark., 2016). Kil minerallerinin mevcudiyeti, karbonat fazından kaynaklanan Y anomalisini seyreltecek düz desenli NTE+Y konsantrasyonlarını sergilerler. Tostevin ve ark. (2016) kil filtrenmesini saptamada, yüksek K, Ti, Zr ve Al konsantrasyonlu filtrenmelerde azalan Y anomalileri ile de göstermişlerdir. Saytepe formasyonu örneklerinde gözlemlenen kil filtrenme etkisi, Tostevin ve ark. (2016)'nın işaret ettiği değerlerden düşük olduğundan, karasal girdi olarak daha ziyade silisiklastik katkıyı sergilemektedir (Şekil 6.27).



Şekil 6.27. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Y/Ho ile %Fe, %Al, Zr (ppm) ve %K diyagramı. Diyagram Tostevin ve ark. (2016)'dan alınmıştır

Ali ve Wagreich (2017), daha önce gerçekleştirilen araştırmalarda deniz suyundaki Y/Ho değerlerinin, kondritik ve şeyl değerlerinininkinden yaklaşık iki kat daha yüksek olduğunu saptadıklarını söylemişlerdir. Araştırmacılar bu değerlerin, redoks şartlarından etkilendiğini; anoksik şartlarda çözünen Fe ve Mn oksihidroksit

parçacıklarınca Ho'un Y'a göre tercihli olarak adsorpsiyonundan dolayı oksik sularda 102 değerinden, anoksik sularda 67 değerine düştüğünü (Bau ve ark., 1997) ifade etmişlerdir. Saytepe kireçtaşlarının depolanmaları sürecinde sığ şelfteki oksik şartların daha sonra derin şelf (açık denizel) anoksik şartlara dönüştüğü ve Y/Ho değerlerinin 102 yüksek değerinden ortalama 35 (10-85 arasında) değerine düşmüş olabileceğini söyleyebiliriz. Bu durum, Saytepe kireçtaşı örneklerinin Şekil 6.22, 6.23 ve 6.24'de anoksik şartlardaki gelişimi göstermesi ile de uyumludur.

6.2.4. Saytepe Kireçtaşlarındaki Detritik Materyallerin Muhtemel Kaynakları

Sedimentlerdeki ana oksitler, kökenleriyle ilişkilendirilebilir, fakat Na, K, Ca, Mg ve Fe dahil olmak üzere bazı iz elementler, değişken ayrışma ve diyajenetik süreçler sebebiyle kaynak kayaları ile bütünüyle uyumlu olamamaktadırlar (McLennan, 1989; Xin ve ark., 2021). Ti, Si, Al ve Zr gibi duraylı elementler, diyajenetik süreçler sırasında nispeten hareketsizdir ve genellikle karasal girdiyi yansıtmak açısından belirteç olarak kullanılmaktadır (Hatch ve Leventhal, 1992; Xin ve ark., 2021). Örneğin, sedimentlerde Ti yaygın olarak ilmenit ($FeTiO_3$) veya rutil (TiO_2) minerallerinde bulunur, Si en yaygın olarak kuvars, feldspat ve kil mineralleri dahil silisiklastiklerle ilişkilidir (Kidder ve Erwin, 2001; Xin ve ark., 2021) ve Al feldspatlarda, kil minerallerinde ve diğer alüminyum silikat minerallerinde bulunabilmektedir (Rimmer, 2004; Xin ve ark., 2021).

Saytepe kireçtaşı örneklerinde SiO_2 ve Al_2O_3 arasındaki güçlü ($r=0.98$) pozitif ilişki, feldspat ve kuvarsın aynı kaynağa sahip karasal girdiden türetildiğini işaret etmektedir (Çizelge 6.5).

Al_2O_3/TiO_2 değerleri klastik kayaların kaynağını ortaya çıkarmada kullanılmakta olup, bu değerler mafik magmatik kayalar için 3-8, ortaç kayalar için 8-21 ve felsik magmatik kayalar için 21-70 arasında değişmektedir (Hayashi ve ark., 1997). Saytepe örneklerinin Al_2O_3/TiO_2 oranları 3-8 (3 örnek), 9-19 (2 örnek), 22 (bir örnek) şeklinde olup (Çizelge 6.4), 5 örnek <3 değerindedir ve kaynak kaya bileşimi olarak karışık kaynak kayalardan alınmayı işaret eder.

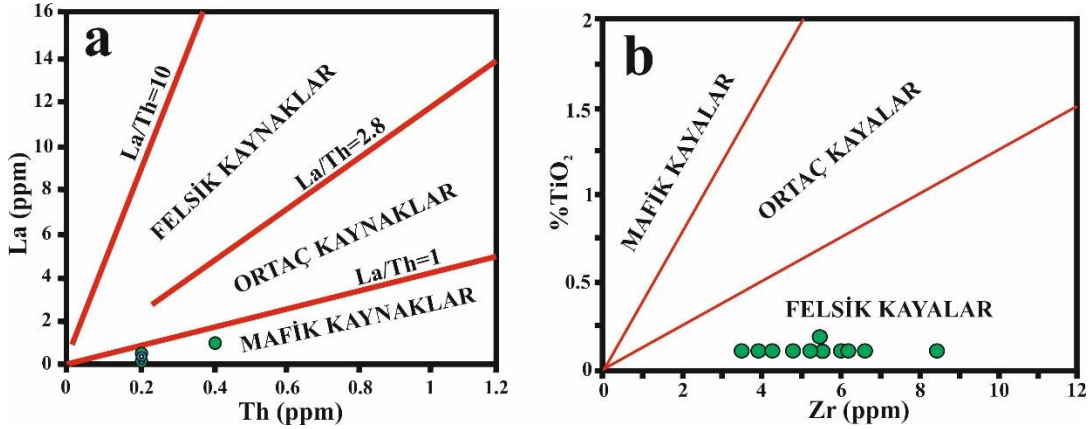
Ayrıca, Al/Ti oranları karasal girdinin akarsu ya da eoliyen kaynaklı mı olduğunun belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Al/Ti oranları 1-20 (ortalama 6) arasında değişmekte (Çizelge 6.4) ve üst kabuk ortalama

değerinden (27) düşük olması çökelim sürecinde havzaya karasal girdinin akarsudan ziyade rüzgar taşınması aracılığıyla olduğunu ifade etmektedir.

Ayrıca, Saytepe örneklerindeki karasal girdinin kaynağı, kurak iklim bölgesine düşmekte (Şekil 6.3, 6.4 ve 6.18) ve Saytepe formasyonunun depolanması sürecinde havzaya gelen karasal materyal, iklime bağlı olarak düşük orandaki girdiyi göstermektedir.

Felsik kaynağın göstergesi olarak Th ve La elementleri, mafik kaynağın göstergesi olarak Sc ve Cr elementleri, birçok yazar (McLennan, 1989; McLennan ve Taylor, 1991; McLennan ve ark., 1980; Wronkiewicz ve Condie, 1990) tarafından felsik ve mafik kaynaklar arasındaki ayırımı yapmak için kullanılmıştır.

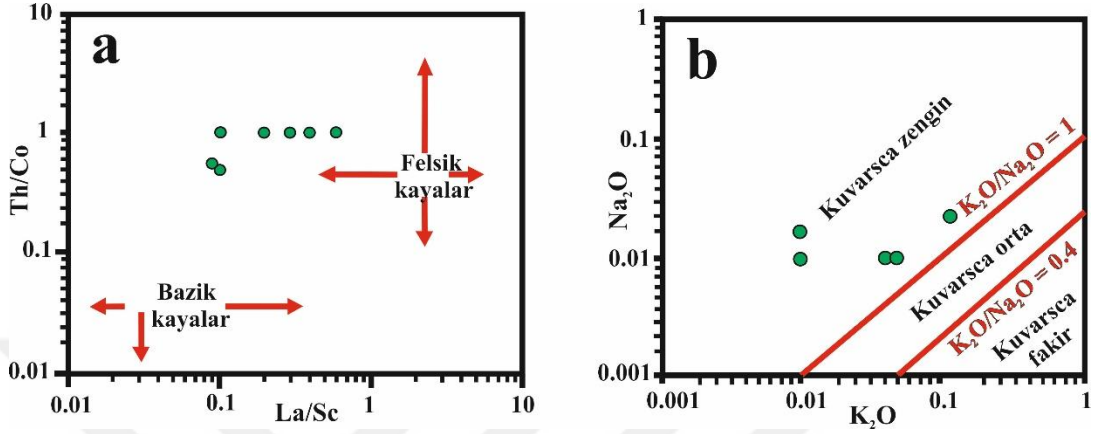
La'ya karşı Th diyagramında (Şekil 6.28a), Saytepe kireçtaşı örnekleri mafik kaynak alanına düşmektedir. TiO_2/Zr oranı, kaynak kayaların bir başka göstergesidir (McLennan ve ark., 1993; Xin ve ark., 2021) ve mafik kayaların TiO_2/Zr oranlarının 200'den yüksek, felsik kayaların ise 55'ten düşüktür. Saytepe kireçtaşı örneklerinin TiO_2/Zr oranları $\ll 1$ olduğundan karasal kırıntıların felsik kayaktan alınmasını belirtir. TiO_2 'ye karşı Zr diyagramında (Şekil 6.28b) Saytepe formasyonu örneklerinin hepsi felsik kayalar kaynak alanına düşmektedir. Dolayısıyla, Saytepe kireçtaşlarının çökelişi esnasında havzaya gelen detritikler karışık kayaktan alınmıştır.



Şekil 6.28. Saytepe kireçtaşı örnekleri için Th'ye karşı La diyagramı (a), TiO_2 'ye karşı Zr diyagramı (b)

Th/Co'ya karşı La/Sc grafiğinde detritik kayaların kaynağının belirlenebileceği Cullers (2002) tarafından vurgulanmıştır. Saytepe kireçtaşı örnekleri Th/Co'ya karşı La/Sc grafiğine düşürüldüğünde, detritik girdinin felsik kayalardan kaynaklandığını işaret etmektedir (Şekil 6.29a).

Saytepe formasyonu kireçtaşlarının Na_2O 'ya karşı K_2O ayırım diyagramı (Bhatia, 1983) klastik girdilerde kuvarsin yüksek düzeyde zenginliğini işaret eder (Şekil 6.29b). Bu durum, örneklerimizin petrografik incelemelerinde gözlenen kuvars bolluğuyla da tutarlı olmaktadır.



Şekil 6.29. Saytepe kireçtaşı örnekleri için La/Sc'ye karşı Th/Co diyagramı (diyagram Cullers, 2002'den alınmıştır) (a), Na_2O 'ya karşı K_2O diyagramı (b)

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

7.1. Sonuçlar

1. Saytepe kireçtaşı numuneleri mikritik çamurtaşı şeklinde çökelmelerine rağmen, diyajenetik değişim sürecinde mikrosparitik ve sparitik kireçtaşına neomorfize olmuş fakat çoğu örnekte ilksel dokunun korunduğu gözlemlenmiştir.
2. Saytepe örneklerinin Mn/Sr değerleri, 0.21 ile 0.54 arasında olup birincil depolanma karakteristiklerini koruduklarını söyleyebiliriz.
3. Saytepe karbonatlarında herhangi bir hidrotermal etki görülmemiştir.
4. Saytepe karbonatlarının K/Rb değerleri çok düşük olduğundan, metamorfizmaya uğramadıklarını göstermektedir.
5. Saytepe kireçtaşlarının çökelişi sürecinde düşük miktarda da olsa karasal kırıntı girdisi gerçekleşmiştir.
6. Al_2O_3 değerleri, Saytepe kireçtaşı örneklerinde MnO ve P_2O_5 ile ilişki göstermezken, SiO_2 ($r=0.98$), Fe_2O_3 ($r=0.86$), Na_2O ($r=0.78$), K_2O ($r=0.99$), TiO_2 ($r=0.97$) ile güçlü pozitif korelasyon göstermesi Si, Fe, Na, K, Ti'un büyük oranda kil minerallerince sağlandığını işaret etmektedir.
7. Saytepe formasyonu örneklerinin Rb/Sr değerleri 0.0003-0.030 (ortalama 0.0042) şeklinde olup, diyajenetik alterasyon sonucu bir miktar Sr kaybının gerçekleştiğini işaret etmektedir.
8. Saytepe karbonat örneklerinde gözlenen Th/U değerleri 0.08-0.67 arasında değiştiğinden fosfat kirlenmesinin gerçekleşmediğini ve Zr'ye karşı Th/U diyagramında gözlemlenen çok zayıf ($r=0.44$) pozitif korelasyon kirlenmenin çok düşük miktarda olduğunu göstermektedir.
9. Saytepe karbonat örnekleri Rb-Sr-Ba üçgen diyagramında açık deniz (şelf) ortamını göstermiştir. İlâveten, Saytepe örnekleri Sr/Ba'ya karşı Sr/Rb grafiğinde de sığ denizel ortamdaki depolanmayı işaret etmişlerdir.
10. Saytepe örneklerinin TNTE ile SiO_2 ($r=0.92$), Al_2O_3 ($r=0.94$), TiO_2 ($r=0.81$), Fe_2O_3 ($r=0.81$) arasındaki güçlü pozitif korelasyon gözlemlendiğinden, nadir toprak elementlerinin silisiklastik girdi tarafından sağlandığını işaret etmektedir.
11. Saytepe kireçtaşı numunelerindeki Ce anomali değerleri 0.37-1.54 (ortalama 0.88) arasında değişmekte olup deniz suyu (0.1-0.4) değerlerinden daha yüksek oranlar sergilemesi, Ce anomalisindeki yükselmenin kireçtaşları bünyesindeki

kil mineral varlığından ve/veya deniz tabanı sedimentlerindeki Ce kapsayan organik maddenin bozunmasından kaynaklandığını göstermektedir.

12. Saytepe kireçtaşı örneklerinin bir kısmı negatif Ce anomalisi gösterirken, bir kısmı da gerçek pozitif Ce anomalisi sergilemekte olup, bu durum Saytepe formasyonu kireçtaşlarının tarihçesinde transgresyon ve regresyon olaylarının gerçekleştiğini işaret etmektedir.
13. Saytepe örneklerinde gözlenen detritiklerin kaynağı, silisçe zengin karışık (felsik ve mafik) kayalardan alınmayı işaret eder.
14. Saytepe kireçtaşı örneklerinin Al/Ti oranlarının üst kabuk ortalama değerinden (27) düşük olması, çökelim sürecinde havzaya karasal girdinin akarsudan ziyade rüzgar taşınması aracılığıyla olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, Saytepe örneklerindeki karasal girdinin kaynağı, kurak iklim bölgesine düşmekte ve Saytepe kireçtaşlarının depolanması sürecinde havzaya gelen karasal materyal, iklime bağlı olarak düşük orandaki girdiyi göstermektedir.

7.2. Öneriler

Bu çalışma bütçe yetersizliğinden dolayı sadece ana oksit, iz element ve nadir toprak element analizlerine göre yapılmış olup, her ne kadar tutarlı sonuçlara ulaşılmış ise de δO^{18} , δC^{13} ve $\delta Sr^{87/86}$ izotop çalışmaları ile de desteklenebilseydi çok daha tutarlı olurdu. Dolayısıyla Saytepe formasyonu karbonatlarıyla ilgili çalışma yapacak olan daha sonraki araştırmacılara δO^{18} , δC^{13} ve $\delta Sr^{87/86}$ izotop çalışmalarını da eklemeleri tavsiye olunur. Böylece izotopik değerler ile Saytepe formasyonunun kemostratigrafik gelişimi ile Geç Kretase yaşının da doğrulanması sağlanmış olacaktır. Yine de bu çalışma Saytepe formasyonu karbonatları için jeokimyasal açıdan bir temel bilgilendirici özelliği taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Ali, A. and Wagreich, M., 2017, Geochemistry, environmental and provenance study of the Middle Miocene Leitha limestones (Central Paratethys), *Geologica Carpathica*, 68 (3), 248-268.
- Andrew, T. and Robertson, A. H. F., 2002, The Beyşehir-Hoyran-Hadim Nappes: Genesis and emplacement of Mesozoic marginal and oceanic units of the northern Neotethys in southern Turkey, *Journal of the Geological Society*, 159, 529-543.
- Bau, M., 1996, Controls on fractionation of isovalent trace element in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect, *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 123, 323-333.
- Bau, M. and Dulski, P., 1996, Distribution of yttrium and rare-earth elements in the Penge and Kuruman iron-formations, Transvaal Supergroup, *Precambrian Res.*, 79, 37-55.
- Bau, M., Möller, P. and Dulski, P., 1997, Yttrium and lanthanides in eastern Mediterranean seawater and their fractionation during redox-cycling, *Mar. Chem.*, 56, 123-131.
- Bauernhofer, A., Hauzenberger, C., Wallbrecher, E., Muhongo, S., Hoinkes, G., Mogessie, A., Opiyo-Akech, N. and Tenczer, V., 2009, Geochemistry of basement rocks from SE Kenya and NE Tanzania: Indications for rifting and early Pan-African subduction, *International Journal of Earth Sciences*, 98 (8), 1809-1834.
- Bertram, C. J. and Elderfield, H., 1993, The geochemical balance of the rare earth elements and Nd isotopes in the oceans, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 51, 1957-1986.
- Bhatia, M. R., 1983, Plate tectonics and geochemical composition of sandstone. *The Journal of Geology*, 91, 611-627.
- Brand, U. and Veizer, J., 1980, Chemical diagenesis of a multi-component carbonate system: trace elements, *Jour. Sediment. Petrol.*, 50, 1219-1236.
- Cao, J., Wu, M., Chen, Y., Hu, K., Bian, L. Z., Wang, L. G. and Zhang, Y., 2012, Trace and rare earth element geochemistry of Jurassic mudstones in the northern Qaidam Basin, northwest China, *Chem. Erde-Geochem.*, 72, 245-252.
- Condie, K. C., 1993, Chemical composition and evolution of the upper crust: Contrasting results from surface samples and shales, *Chem. Geol.*, 104, 1-37.
- Demirkol, C., 1981, Sultandağ kuzeybatısının jeolojisi ve Beyşehir-Hoyran napı ile ilişkileri: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, *Temel Bilimler Araştırma Grubu*, Proje no. TBAG-382, 56 s. (yayımlanmamış).
- Ding, J., Zhang, J., Tang, X., Huo, Z., Han, S., Lang, Y., Zheng, Li, X. and Liu, T., 2018, Elemental Geochemical Evidence for Depositional Conditions and Organic Matter Enrichment of Black Rock Series Strata in an Inter-Platform Basin: The Lower Carboniferous Datang Formation, Southern Guizhou, Southwest China, *Minerals*, 8 (11), 1-29.
- Dunham, R. J., 1962, Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E., Ed., *Classification of Carbonate Rocks*, AAPG, Tulsa, 108-121.
- El-Bialy, M. Z., 2013, Geochemistry of the Neoproterozoic metasediments of Malhaq and Um Zariq formations, Kid Metamorphic Complex, Sinai, Egypt:

- implications for source-area weathering, provenance, recycling, and depositional tectonic setting, *Lithos*, 175-176, 68–85.
- Elderfield, H. and Greaves, M. J., 1982, The rare earth elements in seawater, *Nature*, 296, 214-219.
- Elderfield, H., 1988, The oceanic chemistry of the rare earth elements, *Philos. Trans. R. Soc. Lond.*, A 325, 105-126.
- Eren, Y., 1993, Konya Kuzeybatısında Bozdağlar Masifi'nin Otokton ve Örtü Birimlerinin Stratigrafisi, *Türkiye Jeol.Bült.*, 36, 7-23.
- Frimmel, H. E., 2009, Trace Element Distribution in Neoproterozoic Carbonates as Paleoenvironmental Indicator, *Chemical Geology*, 258, 338-353.
- Garrels, R. M. and Mackenzie, F. T., 1971, Evolution of sedimentary rocks, *W.W. Norton and Co.*, New York, 397 p.
- Gedik, İ., 1977, Orta Toroslar'da konodont biyostratigrafisi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 20 (1), 35-48.
- German, C. R., Klinkhammer, G. P., Edmond, J. M., Mitra, A. and Elderfield, H., 1990, Hydrothermal scavenging of rare earth elements in the ocean, *Nature*, 345, 516-518.
- Gilleaudeau, G. J. and Kah, L. C., 2013, Carbon isotope records in a Mesoproterozoic epicratonic sea: carbon cycling in a low-oxygen World, *Precambrian Res.*, 228, 85-101.
- GoogleMaps:
<https://www.google.com/maps/@37.831846,32.3083753,12.3z/data=!5m1!1e4>
- Greaves, M. J., Elderfield, H. and Sholkovitz, E. R., 1999, Aeolian sources of rare earth elements to the Western Pacific Ocean, *Marine Chemistry*, 68, 31-38.
- 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 Country, Kansas, USA, *Chemical Geology*, 99, 65-82.
- Hayashi, K. I., Fujisawa, H., Holland, H. D. and Ohmoto, H., 1997, Geochemistry of ~1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 61 (19), 4115-4137.
- Jones, B. and Manning, D. A. C., 1994, Comparison of Geochemical Indices Used for the Interpretation of Palaeoredox Conditions in Ancient Mudstones, *Chemical Geology*, 111, 111-129.
- Kaufman, A. J. and Knoll, A. H., 1995, Neoproterozoic variations in the C-isotopic composition of seawater: stratigraphic and biogeochemical implications, *Precambrian Research*, 73, 27-49.
- Kidder, D. L. and Erwin, D. H., 2001, Secular distribution of biogenic silica through the Phanerozoic: comparison of silica-replaced fossils and bedded cherts at the series level, *J. Geol.* 109, 509–522.
- Kuchenbecker, M., Babinski, M., Pedrosa-Soares, A. C., Lopes-Silva, L. and Pimenta, F., 2016, Chemostratigraphy of the Lower Bambuí Group, Southwestern São Francisco Craton, Brazil: Insights on Gondwana Paleoenvironments, *Brazilian Journal of Geology*, 46, 145-162.
- Lawrence, M. G., Greig, A., Collerson, K. D. and Kamber, B. S., 2006, Rare earth element and yttrium variability in South East Queensland waterways, *Aquatic Geochemistry*, 12 (1), 39-72.
- Liu, S., Liu, Y., Lin, G., Zhou, Y., Gong, F. and Zhang, D., 2006, REE geochemical characteristics and geological significance of mudstones from Neogene, Nanpu Sag, Bohai Basin [J], *Geoscience*, 20, 449-456.

- Long, X., Sun, M., Yuan, C., Xiao, W. and Cai, K., 2008, Early Paleozoic sedimentary record of the Chinese Altai: implications for its tectonic evolution, *Sediment. Geol.*, 208, 88-100.
- Mackintosh, P. W. and Robertson, A. H. F., 2009, Structural and sedimentary evidence from the northern margin of the Tauride platform in south central Turkey used to test alternative models of Tethys during Early Mesozoic time, *Tectonophysics*, 473, 149–172.
- Madhavaraju, J. and Lee, Y. I., 2009, Geochemistry of the Dalmiapuram Formation of the Uttatur Group (Early Cretaceous), Cauvery basin, southeastern India: implications on provenance and paleo-redox conditions, *Rev. Mex. Cien. Geol.*, 26, 380-394.
- Madhavaraju, J., González-León, C. M., Lee, Y. I., Armstrong-Altrin, J. S. and Reyes Campero, L. M., 2010, Geochemistry of the Mural Formation (Aptian-Albian) of the Bisbee Group, Northern Sonora, Mexico, *Cretaceous Research*, 31, 400-414.
- Maity, B. and Indares, A., 2018, The Geon 14 Arc-Related Mafic Rocks from the Central Grenville Province, *Canadian Journal of Earth Sciences*, 55 (6), 545-570.
- McLennan, S. M., Nance, W. B. and Taylor, S. R., 1980, Rare earth element-thorium correlations in sedimentary rocks, and the composition of the continental crust, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44 (11), 1833-1839.
- McLennan, S. M., 1989, Rare Earth Elements in Sedimentary Rocks: Influence of Provenance and Sedimentary Process, *Review of Mineralogy*, 21, 169-200.
- McLennan, S. M. and Taylor, S. R., 1991, Sedimentary Rocks and Crustal Evolution: Tectonic Setting and Secular Trends, *The Journal of Geology*, 99 (1), 1-21.
- McLennan, S. M., Hemming, S., McDaniel, D. K. and Hanson, G. N., 1993, Geochemical approach to sedimentation, provenance, and tectonics, *Spec. Pap.-Geol. Soc. Am.* 284, 21–40.
- Mei, M. X., Ma, Y. S., Deng, J., Chu, H. M., Liu, Z. R. and Zhang, H., 2005, Carboniferous to Permian sequence stratigraphic framework of the Yunnan-Guizhou-Guangxi basin and its adjacent areas and global correlation of third-order sea-level change, *Chin. Geol.*, 32, 13-24.
- Monod, O., 1967. Presence d'une faune Ordovicienne dans les schistes de Seydişehir a la base des calcaires du Taurus occidental. *Bull. Miner. Res. Explor. Inst.* 69, 79-89.
- Murphy, K., Dymond, J., 1984, Rare earth element fluxes and geochemical budget in the eastern equatorial Pacific, *Nature*, 307, 444-447.
- Murray, R. W., Buchholz ten Brink, M. R., Jones, D. L., Gerlach, D. C. and Russ, G. P., 1990, Rare Earth Elements as Indicators of Different Marine Depositional Environments in Chert and Shale, *Geology*, 18, 268-271.
- Murray, R. W., Brink, M. R. B., Brumsack, H. J. and Gerlach, D. C., 1991, Rare earth elements in Japan Sea sediments and diagenetic behavior of Ce/Ce*: Results from ODP Leg 127, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55 (9), 2453-2466.
- Nesbitt, H. W., Markovics, G. and Price, R. C., 1980, Chemical processes affecting alkalies and alkaline earth during continental weathering, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44, 1659-1666.
- Nothdurft, L., Webb, G. E. and Kamber, B. S., 2004, Rare earth element geochemistry of Late Devonian reefal carbonates, Canning Basin, Western Australia: Confirmation of a seawater REE proxy in ancient limestones, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68, 263-283.

- Nozaki, Y., Alibo, D. S., Amakawa, H., Gamo, T. and Hasumoto, H., 1999, Dissolved rare earth elements and hydrography in the Sulu Sea, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 63, 2171-2181.
- Özgül, N., 1971, Orta Torosların Kuzey Kesiminin Yapısal Gelişiminde Blok Hareketlerinin Önemi, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 14 (1), 85-101.
- Özgül, N., 1976, Toroslar'ın bazı temel jeoloji özellikleri, *Türkiye Jeol. Kur. Bült.*, 19 (1), 65-78.
- Özkan, A. M., 1998, Konya Batısındaki Neojen Çökellerinin Stratigrafisi ve Sedimentolojisi. Doktora Tezi, *S. Ü. Fen Bil. Enst.*, Konya, 208s. (Yayınlanmamış).
- Özkan, A. M. ve Dinç, S., 2010, Hadim (Konya) Dolayındaki Karbonat Kayaçların (Üst Jurasik) Sedimentolojisi, *Bilimsel Araştırmalar projesi, S.Ü. Müh. Mim. Fak.* Konya, 138s. (Yayınlanmamış).
- Özkan, A. M. and Biçer, E., 2017, Petrographic and geochemical features of the dolostones at the Gölboğazı Formation (Upper Devonian), Southwest Konya, Turkey, *Arabian Journal of Geosciences*, 10 (303), 1-26.
- Özkan, A. M., 2021, Hadim doğusundaki (Konya) Üst Permiyen Kahtepe formasyonu bitümlü litolojilerinin organik jeokimyasal incelemesi, *KTUN Bilimsel Araştırma Projesi*, Konya, 104s. (Yayınlanmamış).
- Piegras, D. J. and Jacobsen, S. B., 1992, The Behavior of Rare Earth Elements in Seawater: Precise Determination of Variations in the North Pacific Water Column, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56, 1851-1862.
- Piper, D. Z., 1974, Rare Earth Elements in the Sedimentary Cycle: A Summary, *Chemical Geology*, 14 (4), 285-343.
- Rimmer, S. M., Thompson, J. A., Goodnight, S. A. and Robl, T. L., 2004, Multiple controls on the preservation of organic matter in Devonian Mississippian marine black shales: geochemical and petrographic evidence, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 215, 125-154.
- Roy, D. K. and Roser, B. P., 2013, Climatic control on the composition of Carboniferous-Permian Gondwana sediments, Khalaspir basin, Bangladesh. *Gondwana Res.*, 23, 1163-1171.
- Rudnick, R. L., McLennan, S. M. and Taylor, S. R., 1985, Large iron lithophile elements in rocks from high-pressure granulite facies terrains. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 49, 1645-1655.
- Sarı, A. and Koca, D., 2012, An approach to provenance, tectonic and redox conditions of Jurassic-Cretaceous Akkuyu Formation, Central Taurids, Turkey, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 144 (144), 51-74.
- Schindler, E., Bozdoğan, N., Brocke, R., Jansen, U., Karşlıoğlu, Ö., Kozlu, H., Nalcıoğlu, G., Nazik, A., Özkan, R., Saydam-Demiray, D. G., Weddige, K., Wehrmann, A., Wilde, W., Yalçın, M. N. and Yılmaz, İ., 2012, Facies development, global events, and lithology of stratigraphically constrained sequences in the Devonian of the Central and Eastern Taurids (Turkey), Turkish Association of Petroleum Geologists, Paleozoic of Northern Gondwana and Its Petroleum Potential A *Field Workshop*, 9-14 September 2012 Kayseri, Turkey, Special Publication: 6 (Extended Abstracts), p. 10-11.
- Shaw, D. M., 1968, A review of K/Rb fractionation trends to covariance analysis, *Geochimica Cosmochimica Acta*, 32 (6), 573-602.
- Sholkovitz, E. R., 1988, Rare earth elements in the sediments of the North Atlantic Ocean, Amazon Delta, and the East China Sea: a reinterpretation of terrigenous input patterns to the oceans, *American Journal of Science*, 288 (3), 236-281.

- Song, C., Herong, G. and Linhua, S., 2014, Geochemical characteristics of REE in the Late Neo-Proterozoic limestone from northern Anhui Province, China, *Chin Jour. Geochem.*, 33, 187-193.
- Suttner, L. J. and Dutta, P. K., 1986, Alluvial Sandstone Composition and Palaeoclimate Framework Mineralogy, *Journal of Sedimentary Petrology*, 56, 329-345.
- Taylor, S. R. and McLennan, S. M., 1985, The Continental Crust: Its Composition and Evolution, *Blackwell*, Cambridge, p. 312.
- Thurston, G., Ito, K. and Lall, R. A., 2011, Source apportionment of U.S. fine particulate matter air pollution, *Atmos Environ*, 45 (24), 3924-3936.
- Tostevin, R., Shields, G. A., Tarbuck, G. M., He, T., Clarkson, M. O. and Wood, R. A., 2016, Effective use of cerium anomalies as a redox proxy in carbonate-dominated marine settings, *Chemical Geology*, 438, 146-162.
- Turan, A., 1990, Toroslar'da Hadim (Konya) ve güneybatısının jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik gelişimi; Doktora Tezi, *S. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, 229s. (yayınlanmamış).
- Turan, A., 1997, Bağbaşı ve Korualan kasabaları (Hadim-Konya) arasındaki otokton ve allokon birliklerin stratigrafisi, *S.Ü. Müh. Mim. Fak. Derg.*, 12 (1), 46-62.
- Turan, A., 2000, Korualan-Bağbaşı (Hadim-Konya) arasındaki bölgenin yapısal özellikleri; *D.E.Ü. Müh. Fak. Fen ve Mühendislik Derg.* 2 (3), 51-66.
- Wang, Z. W., Fu, X. G., Feng, X. L., Song, C., Wang, D., Chen, W. B. and Zeng, S. Q., 2017, Geochemical features of the black shales from the Wuyu Basin, southern Tibet: Implications for palaeoenvironment and palaeoclimate, *Geol. Jour.*, 52, 282-297.
- Wehrmann, A., Yılmaz, İ., Yalçın, M. N., Wilde, V., Schindler, E., Weddige, K., Demirtas, S., Özkan, G., Nazik, R., Nalcioğlu, A., Kozlu, G., Karslıoğlu, H., Jansen, Ö., Ertuğ, U., Brocke, K. R. and Bozdoğan, N., 2010, Devonian shallow-water sequences from the North-Gondwana coastal margin (Central and Eastern Taurids, Turkey): Sedimentology, facies, and global events, *Gondwana Research*, 17 (2-4), 546-560.
- Wilde, P., Quinby-Hunt, M. S. and Erdtmann, B. D., 1996, The Whole-rock cerium anomaly: a potential indicator of eustatic sea-level changes in shales of the anoxic facies, *Sediment. Geol.*, 101 (1-2), 43-53.
- Wronkiewicz, D. J. and Condie, K. C., 1990, Geochemistry and mineralogy of sediments from the Ventersdorp and Transvaal Supergroups, South Africa: Cratonic evolution during the early Proterozoic, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 54, 343-354.
- Xie, G. L., Shen, Y. L., Liu, S. G. and Hao, W. D., 2018, Trace and rare earth element (REE) characteristics of mudstones from Eocene Pinghu Formation and Oligocene Huagang Formation in Xihu Sag, East China Sea Basin: Implications for provenance, depositional conditions, and paleoclimate, *Mar. Petrol. Geol.*, 92, 20-36.
- Xin, B., Hao, F., Han, W., Xu, Q., Zhang, B. and Tian, J., 2021, Paleoenvironment evolution of the lacustrine organic-rich shales in the second member of Kongdian Formation of Guangdong Sag, Bohai Bay Basin, China: Implications for organic matter accumulation, *Marine and Petroleum Geology*, 133, (105244), 1-21.
- Yalçın, M. N. and Yılmaz, İ., 2010, Devonian in Turkey - a review, *Geologica Carpathica*, 61 (3), 235-253.
- Yandoka, B. M. S., Wan, H. A., Abubakar, M. B., Hakimi, M. H., Adegoke and A. K., 2015, Geochemical characterization of Early Cretaceous lacustrine sediments of

- Bima Formation, Yola Sub-basin, Northern Benue Trough, NE Nigeria: Organic matter input, preservation, paleoenvironment and palaeoclimatic conditions, *Mar. Petrol. Geol.*, 61, 82-94.
- Yang, W. Q., Jiang, Y. L. and Yong, W., 2015, Study on shale facies sedimentary environment of lower Es3-upper Es4 in Dongying sag. *J. China Univ. Petrol.*, 39, 19-26.
- Zhang, K. J., Li, Q. H., Yan, L. L., Zeng, L., Lu, L., Zhang, Y. X., Hui, J., Jin, X. and Tang, X. C., 2017, Geochemistry of limestones deposited in various plate tectonic settings, *Earth-Science Reviews*, 167, 26-47.
- Zhao, Y., Zheng, Y. F. and Chen, F., 2009, Trace element and strontium isotope constraints on the sedimentary environment of Ediacaran carbonates in southern Anhui, South China, *Chemical Geology*, 265, 345-362.
- Zuo, X., Li, C., Zhang, J., Ma, G. and Chen, P., 2020, Geochemical characteristics and depositional environment of the Shahejie Formation in the Binnan Oilfield, China, *Journal of Geophysics and Engineering*, 0, 1-13.



YAYINLAR

Özkan, A. M. & Kırkan, G., 2022. The Petrographical Properties of The Late Cretaceous Aged The Saytepe Formation Carbonates Around Hadim (Konya, Türkiye). 6th International Congress on Life, Social, and Health Sciences in a Changing World on July 02-03, 2022 in Istanbul and orally presented the paper entitled. **(Tam Metin)**

Özkan, A. M. & Kırkan, G., 2022. Geochemical Properties of the Saytepe Formation (Upper Cretaceous) Carbonates Around Hadim and North (Konya, Turkey). Current Debates and Researches in Science and Engineering 5. **(Kitap Bölümü)**

