

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TAZEKENT KÖYÜ (DİYADİN-AĞRI) TRAVERTENLERİNİN JEOLojİK
ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Şükriye Başak YEGEN
DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi Çetin YEŞİLOVA

VAN-2021

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TAZEKENT KÖYÜ (DİYADİN-AĞRI) TRAVERTENLERİNİN JEOLJİK
ÖZELLİKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Şükriye Başak YEGEN

Bu çalışma YYÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından FYL-2019-8450 No'lu proje olarak desteklenmiştir.

VAN-2021

KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr. Öğr. Üyesi Çetin YEŞİLOVA danışmanlığında, Şükriye Başak YEĞEN tarafından sunulan **“Tazekent Köyü (Diyadin-Ağrı) Travertenlerinin Jeolojik Özellikleri”** isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince .../.../2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Şükriye Başak YEGEN

ÖZET

TAZEKENT KÖYÜ (DİYADİN-AĞRI) TRAVERTENLERİNİN JEOLojİK ÖZELLİKLERİ

YEGEN, Şükriye Başak
Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Çetin YEŞİLOVA
Haziran 2021, 71 sayfa

Diyadin İlçesi (Ağrı Türkiye) kaplıcaları ve travertenleri ile tanınmaktadır. Tazekent Köyü travertenleri bu travertenleri en geniş yayılıma sahip olanı olarak ön plana çıkmaktadır. Bölgede güncel traverten oluşumları, sıcak su çıkışları ve gayzerler görülmektedir. Tazekent Köyü Travertenlerinin jeolojik evrimini anlamak ve bölgenin jeolojik evrimine katkı koymak amacıyla, travertenlerden toplam 136 adet örnek topladık. Bu örneklerin 110 tanesi ince kesit, 8 tanesi XRF, 5 tanesi XRD, 10 tanesi SEM ve 3 tanesi U/Th analizi için kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, Tazekent Köyü Travertenlerinde, 7 fasiyese ayırtlanmıştır. Bu fasiyesler sırasıyla, 1) Breşik-litoklastlı fasiyes, 2) Kristalin kabuk fasiyesi, 3) Çalı tipi fasiyes, 4) Sal tipi fasiyes, 5) Stromatolitik fasiyes, 6) Gaz boşluklu fasiyes, 7) Paleotoprak olarak tanımlanmıştır.

Fasiyes özellikleri ve laboratuvar çalışmaları sonucunda, 215.16-31.44 ka zamanları arasında kurak ve kimi zaman sıcak kimi zaman soğuk iklim koşullarının egemen olduğu tespit edilmiştir. Yine Tazekent Köyü Travertenlerinin yoğun canlı aktivitesine olanak sağladığı, volkanizma ve tektonizma ile eş zamanlı oluşum gösterdiği gözlenmiştir. Bununla birlikte, bölgede var olan tektonik rejimin günümüzde de devam ettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyadin, Gayzer, Tazekent, Tektonizma, Traverten.



ABSTRACT

GEOLOGICAL ASPECT OF TAZEKENT VILLAGE (DİYADİN-AĞRI) TRAVERTINE

YEGEN, Şükriye Başak
M.Sc. Thesis Geological Engineering Department
Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. Çetin YEŞİLOVA
June 2021, 71 pages

Diyadin District (Ağrı Turkey) is known for its thermal springs and travertines. The Tazekent Village travertine stands out as the one with the widest distribution of these travertines. Current travertine formations, hot water outlets and geysers are seen in the area. To understand the geological evolution of Tazekent Village Travertines and to contribute to the evolution of the region, we collected a total of 136 samples, of which 110 samples for thin sections, 8 samples for XRF analysis, 5 samples for XRD analysis, 10 samples for SEM investigations and 3 samples for U/Th analysis were used. As a result of these studies, 7 facies were distinguished within the Tazekent Village Travertines. These facies can be ordered as follows: 1) Brecciated-lithoclast facies, 2) Crystalline crustal facies, 3) Bush type facies, 4) Sal type facies, 5) Stromatolitic facies, 6) Gas-hollow facies, 7) Paleosoil.

As a result of facies characteristics and laboratory studies, it was determined that between 215.16-31.44 ka, dry and sometimes hot and sometimes cold climatic conditions were dominant. It has also been observed that the Tazekent Village Travertines allow intense life activity and are formed simultaneously with volcanism and tectonism. However, it has been determined that the tectonic regime in the area still continues.

Keywords: Diyadin, Geyser, Tazekent, Tectonism, Travertine.



ÖN SÖZ

Bu bilimsel çalışmamda yardımlarını esirgemeyen tezimin hazırlanmasında çok büyük emek sarfeden her türlü bilgi ve desteği ile katkı sunan değerli hocam Dr. Öğrt. Üyesi Çetin YEŞİLOVA'ya, lisans eğitimimde üzerimde emekleri olan ve tez hazırlama aşamasında da yardımlarını esirgemeyen Dr. Öğrt. Üyesi Pelin GÜNGÖR YEŞİLOVA'ya, Dr. Öğr. Üyesi Türker YAKUPOĞLU'na, Doç. Dr. Vural OYAN ve Doç. Dr. Serkan ÜNER'E bilgileri ve yardımları için teşekkür ederim.

Diyadin (Ağrı)'de tezimin hazırlanma sürecinde arazi çalışmalarında yardımını benden esirgemeyen Sanat Tarihçisi Erhan AĞRI'ya, Barış YAŞAR'a, iş yerimde sürekli beni destekleyen ve işyerinde çalışma yükümü benimle paylaşıp bilimsel faaliyetlere daha çok zaman ayırmama yardımcı olan müdürüm Aydın ARAÇ ve mesai arkadaşım Mimar Ahmet ASLANBOĞA'ya teşekkür ederim. Bu süreçte Ağrı ile Van arası gidip gelmemi sağlayan ve beni bu süreçte yalnız bırakmayan değerli eşim Aydın YEGEN'e, değerli ağabeyim Ulaş ÇELİK'e, bana dünyanın en güzel huzurunu ve en büyük desteğini sağlayan her zaman yanımda olan kıymetli annem Hülya ÇELİK'e, kıymetli babam Hulusi ÇELİK'e teşekkür ederim.

2021

Şükriye Başak YEGEN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı	1
1.2. Ulaşım.....	1
1.3. İklim	3
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
2.1. Bölgede Yapılan Önceki Çalışmalar	5
2.2. Travertenler ile İlgili Güncel Çalışmalar.....	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Büro Çalışmaları.....	11
3.2. Arazi gözlem ve incelemeleri	11
3.3. Laboratuvar çalışmaları	12
3.3.1. İncekesit çalışmaları	12
3.3.2. SEM (Scanning Electron Microscope) çalışmaları	12
3.3.3. XRD (X-Ray Diffraction) analizi	13
3.3.4. XRF (X-ışınları floresans spektrometresi) analizi.....	13
3.3.5. U/Th analizi	14
4. BULGULAR	17
4.1. Stratigrafi	21
4.1.1. Sedimanter istif.....	21
4.1.2. Volkanitler	22

	Sayfa
4.1.3. Traverten.....	23
4.1.3.1. Dom tipi travertenler	24
4.1.3.2. Sırt tipi travertenler.....	27
4.1.4. Alüvyon	30
4.2. Sedimantoloji.....	31
4.2.1. Breşik-litoklastlı fasiyes.....	33
4.2.2. Kristalin kabuk fasiyesi.....	34
4.2.3. Çalı tipi fasiyes.....	35
4.2.4. Sal tipi fasiyes	36
4.2.5. Stramatolitik fasiyes.....	37
4.2.6. Gaz boşluklu fasiyes	39
4.2.7. Paleotoprak.....	40
4.3. Mineroloji.....	41
4.4. Jeokimya.....	53
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	59
KAYNAKLAR.....	63
ÖZ GEÇMİŞ.....	71

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Ağrı İli'ne ait mevsim normalleri.....	3
Çizelge 4.1. Travertenlerden alınan örneklerin U/Th yaş analiz sonuçları	30
Çizelge 4.2. Tazekent Köyü travertenlerinden alınan 8 adet örneğin element analizi sonuçları.....	55



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası	2
Şekil 4.1. Çalışma alanının 1/25 000'lik jeoloji haritası	19
Şekil 4.2. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti ...	20
Şekil 4.3. A) Eosen yaşlı kumtaşı ve çamurtaşı. B) Miyosen yaşlı kireçtaşı ve kırıntılılar	21
Şekil 4.4. Miyosen çakıltası ile Pliyo-Kuvaterner tüflerin sınır ilişkisi	22
Şekil 4.5. Traverten çökelişi ve bu çökelişte rol oynayan faktörlerin etkinliği...	23
Şekil 4.6. İnceleme alanında gözlemlenen gayzer ve etrafında güncel olarak oluşan dom tipi traverten	25
Şekil 4.7. Yapay kaplıca havuzu	25
Şekil 4.8. Gayzerlerin, kaplıcaların ve buhar bacalarının oluşum sistematığı	26
Şekil 4.9. Bacanın tıkanması ve kaynağın göçü sonucu yan yana oluşan dom tipi travertenler	27
Şekil 4.10. Sırt tipi travertenlerin oluşumunu gösteren şekil	28
Şekil 4.11 Tazekent Köyü travertenlerini oluşturan ana çatlak ve etrafındaki su taşıma kanalları	29
Şekil 4.12. Tazekent Köyü travertenlerin üzerindeki açılma çatlakları.....	30
Şekil 4.13. Murat nehri'ndeki alüvyonlar.....	31
Şekil 4.14. Tazekent Köyü travertenlerinin fasiyeslerini gösteren kolon kesit	32
Şekil 4.15. Breşik-litoklastlı traverten fasiyesi. İçerisindeki karstik boşluklarda sal tipi fasiyes ikincil olarak çökelmiştir	33
Şekil 4.16. Kristalin kabuk fasiyesinden bir görünüm	34
Şekil 4.17. Merkezdeki açılma çatlakları, çatlakları dik bir şekilde dolduran kristalin kabuk fasiyesi ve sutaşıma kanallarındaki kristalin kabuk fasiyesi	35

Şekil 4.18. Kristalin kabuk fasiyesi ve diğer fasiyeslerle ilişkisi	35
Şekil 4.19. Bodur çalılardan oluşan, gri renkli, çalı tipi fasiyes ve diğer fasiyeslerin birlikteliği	36
Şekil 4.20. Beyaz renkli, aragonitik yapıdaki çalı tipi fasiyes	36
Şekil 4.21. A) Boşlukları, (B) açılan yarığı dolduran ikincil sal tipi fasiyes oluşumları. C) sal tipi fasiyes arazi görünümü	37
Şekil 4.22. İnceleme alanındaki stromatolitler	38
Şekil 4.23. Stromatolitlere ait kabuk türleri	38
Şekil 4.24. Hall (1883), tarafından Cryptozoon proliferum olarak adlandırılan stromatolit türü. Akisyel (A) ve ekvatorial (B) kesiti.....	39
Şekil 4.25. En üst seviyedeki gaz boşluklu fasiyes	40
Şekil 4.26. Kafes yapısı içerisindeki (A) ve tabakalar arası şekildeki (B) paleotoprak oluşumları	41
Şekil 4.27. Paleotoprak içerisindeki kükürt ve sülfür alterasyonları	41
Şekil 4.28. Spary kabuk görünümü	42
Şekil 4.29. Elipsoidal ve büyüme eksenine dik gelişen kalsit kristalleri.....	42
Şekil 4.30. Hibrit kabuk.....	43
Şekil 4.31. Spary kabuğun daha kalın olduğu yarı hibrit kabuk.....	43
Şekil 4.32. İnce taneli kabuk	44
Şekil 4.33. İnce taneli mikrobiyal mat (A) ve Spary kabuk matı (B).....	44
Şekil 4.34. Değişik kabuklardan oluşan stromatolitin boyuna kesiti	46
Şekil 4.35. Aragonit kristalleri ve üzerlerindeki mikrobiyal matlar (A) ve Aragonit kalsit sınırı (B). Aragonit (ar), kalsit (k), mikrobiyal mat (mm)	47
Şekil 4.36. Kuvars, demir içeren oniks traverten (A), ikincil kil oluşumu kalsit üzerinde belirgin bir şekilde izlenmektedir (B), kuvars (si), demir (d), kalsit (k) ve kil (ki)	47

Şekil 4.37. Kristalin kabuki fasiyesi (A) kristal fanları, düzlemsel kristaller (B) ...	48
Şekil 4.38. A) Birden fazla yapraktan yayılan dalların oluşturduğu çalı büyümesi, (B) ooid benzeri yapılar ve bu yapıların atasındaki silisli kalsit ve mikrobiyal mat (C). ar: aragonit, ka: kalsit, si: kuvars, mm:mikrobiyal mat	48
Şekil 4.39. Ooid (A) ve onkoid (B) taneleri. kp:kayaç parçası	49
Şekil 4.40. (A, B, C, D) Travertenlerde gözlemlenen farklı minerallerin EDX görüntüleri	50
Şekil 4.41. (A, B) Sivri uçlu aragonit kristallerine (ar) sahip sferolitler, mikrobiyal matlar (mm) ve kalsit kristalleri (ka), bu sferolitlerin merkezinde çoğu zaman bakteri fosilleri (bf) bulunmaktadır. (C) Kristalin kabuk fasiyesinde gözlemlenen iri kristalli kalsit demetlerinden oluşan traverten parçaları (kp). bu traverten parçaları da kristalin kabuk fasiyesinden oluşmaktadır. (D) kristalin kabuk fasiyesinde gözlemlenen su taşıma kanalları (ka). Kanalların etrafında oluşan iri kalsit kristalleri dikkat çekicidir	51
Şekil 4.42. Paleotoprak 1, Paleotoprak 2, Paleotoprak 3 örneklerinin XRD analiz sonuçları	52
Şekil 4.43. Paleotoprak 4, Paleotoprak 5 örneklerinin XRD analiz sonuçları.....	53
Şekil 4.44. Element korelasyonlarına göre hazırlanmış Harker Diyagramları.....	56
Şekil 4.45. Element korelasyonlarına göre hazırlanmış Harker Diyagramları.....	58



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklama

K	Kuzey
G	Güney
D	Doğu
B	Batı
KD	Kuzey Doğu
KB	Kuzey Batı
GD	Güney Doğu
GB	Güney Batı
Km	Kilometre
Km²	Kilometrekare
M	Metre

Kısaltmalar

Açıklama

VANYYÜ	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
MTA	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
T	Tepe



1. GİRİŞ

Bu tez Ağrı ili, Diyadin ilçesi, Tazekent Köyü ve yakın çevresinde gözlemlenen travertenlerin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu bağlamda, fasiyes analizi, mineralojik ve petrografik çalışmalar yapılmıştır.

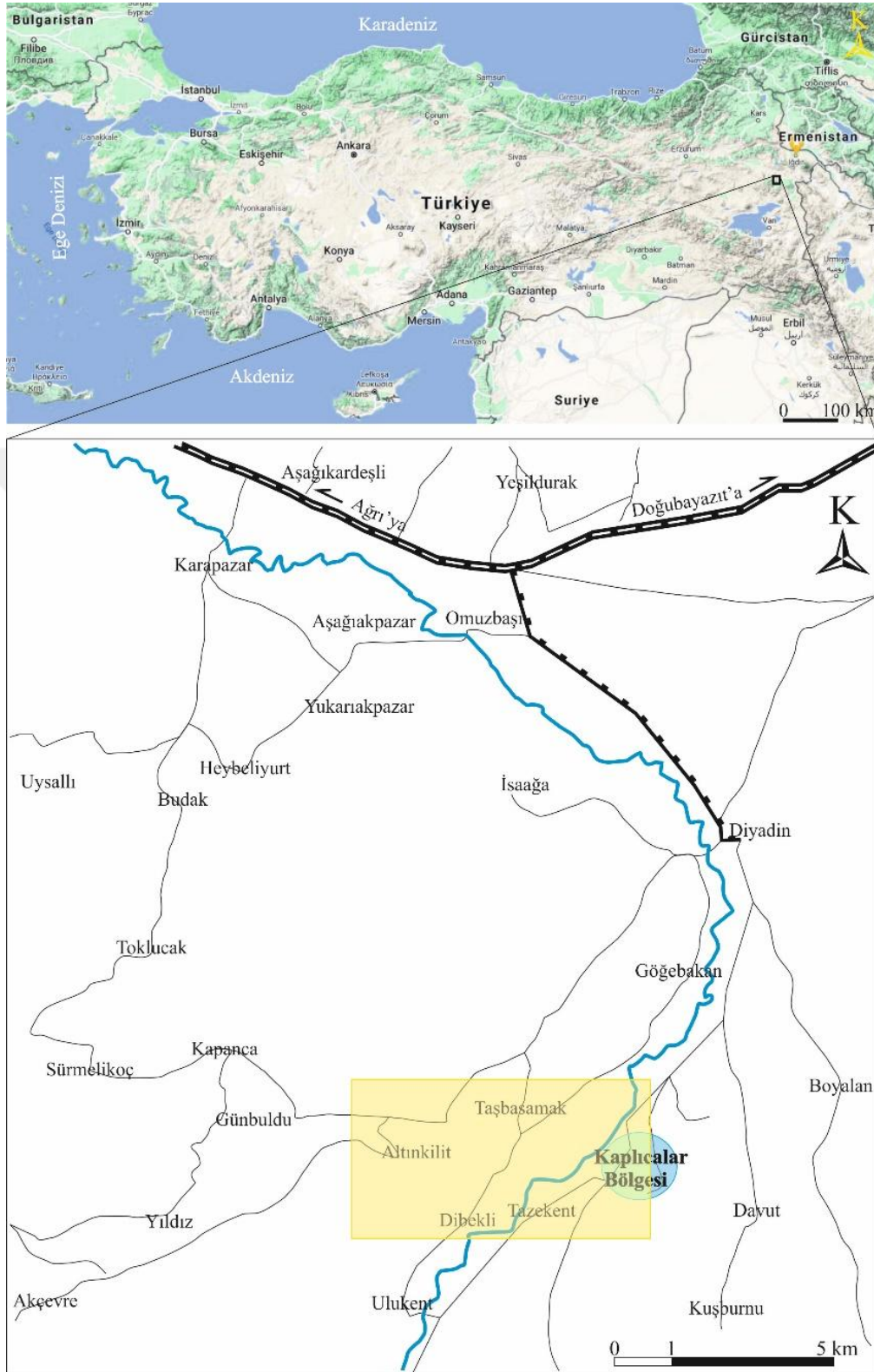
Bu başlık altında inceleme alanının tanıtımı, tezin amacı ve çalışma ile ilgili genel bilgiler sunulacaktır.

1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı, Ağrı ilinin doğusunda yer alan, Diyadin İlçesine bağlı Tazekent, Dibekli, Taşbasamak köyleri ile Tazekent Kaplıcalar Bölgesi arasında kalan bölgeyi kapsamaktadır. (Şekil 1.1).

1.2. Ulaşım

İnceleme alanına ulaşım, Ağrı – Doğubayazıt yolundan (E80) Diyadin yol ayrımına girilerek Diyadin’e, sonrasında ise Diyadin – Termal kaplıcalar yolunu takip ederek ulaşmak mümkündür. Ağrı’ya ulaşım uçakla veya karayolu ile yapılabilirken, Ağrı’dan çalışma alanına sadece karayoluyla ulaşım mümkündür.



Şekil 1.1. İnceleme alanı yer bulduru haritası (üstteki rölyef haitası Google haritalardan alınmıştır. <https://www.google.com.tr/maps/@38.9762944,42.8394697,9z?hl=tr> erişim tarihi; 12.05.2021).

1.3. İklim

Ağrı ili, Doğu Anadolu Bölgesinin en soğuk illeri arasında yer almaktadır. Hava sıcaklığının düşük olması, karasal iklime sahip olması, yağış miktarının az olmasından dolayı ovalar çıplak bir yapıya sahiptir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü verileri ortalamasına (1940-2020) göre, en yüksek sıcaklık 39.9⁰ en düşük sıcaklık ise -45.6⁰ olarak gerçekleşmiştir. Yıllık ortalama yağış miktarları ise 524.9 mm civarındadır. Ağrı İli'ne ait meteorolojik veriler Çizelge 1.1'de sunulmuştur.

Çizelge 1.1. Ağrı İli'ne ait mevsim normalleri [https://www.mgm.gov.tr/ veri degerlendirme/il-ve-ilceler -istatistik.aspx?m=AGRI](https://www.mgm.gov.tr/veri-degerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=AGRI). Erişim tarihi:16.05.2021).

İL	AYLAR												
AĞRI	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Yıllık
Ölçüm Periyodu (1940 - 2020)													
Ort. Sıc. (°C)	-10.6	-9.2	-3.1	5.9	12.0	16.5	21.1	21.2	16.3	9.3	1.6	-6.5	6.2
Ort. En Yüksek Sıc. (°C)	-5.4	-3.5	2.1	11.7	18.7	24.2	29.3	30.1	25.4	17.3	7.9	-1.7	13.0
Ort. En Düşük Sıc. (°C)	-15.6	-14.4	-7.9	0.7	5.3	8.2	12.1	11.8	6.9	1.9	-3.5	-10.7	-0.4
Ort.Güneşlenme Süresi (saat)	2.2	3.1	4.3	5.8	7.6	9.6	10.3	10.1	9.1	6.6	4.3	2.3	6.3
Ort. Yağışlı Gün Sayısı	9.7	9.6	11.2	14.7	16.6	11.0	6.4	4.9	5.1	10.1	8.4	9.6	117.3
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	43.4	47.5	52.2	70.5	70.3	44.3	21.5	12.9	18.4	53.2	46.4	44.3	524.9
Ölçüm Periyodu (1940 - 2020)													
En Yüksek Sıcaklık (°C)	9.6	13.0	21.5	27.2	32.7	37.9	39.8	39.9	35.3	29.2	19.8	16.0	39.9
En Düşük Sıcaklık (°C)	-45.6	-42.8	-39.6	-22.2	-9.0	-3.0	1.7	1.2	-4.1	-13.0	-31.6	-39.8	-45.6



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

2.1. Bölgede Yapılan Önceki Çalışmalar

Erişen ve ark. (1996), “Türkiye Jeotermal Envanteri” çalışmayı gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar Diyadin ve çevresindeki jeotermal alanın Neojen yaşlı kireçtaşı ve kalın volkanik istif olan lav, tuf ve volkanik kumtaşı ile örtülü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca Kuvaterner yaşlı birimleri traverten ve alüvyonların oluşturduğunu ve tektonik hatların KD-GB, K-G VE KB-GD doğrultulu olduğundan bahsetmişlerdir.

Aydoğan (2000), yapmış olduğu çalışmada bölgenin temelini Paleozoyik yaşlı mermer ve şistlerin temsil eden metamorfitlerden oluştuğunu bunların üzerinde diyabaz, serpantin ve spilitle bulunduğunu belirtmiştir. Mermerlerle arakatlı şistler içinde kükürtlü seviyeler izlediğini Neojene ait kayaların ise tabanda sarımsı renkli tüflerle başlayıp, ikincil rezervuarı oluşturan konglomeralara ve geçirimsiz seviyelerden itibaren kalın gölsel kireçtaşlarına geçtiğini belirtmiştir. Üzerine andezitik tuf, camsı yapılı bazalt, ignimbrit ile Pliyosen yaşlı bazalttan oluşan Diyadin lavı ve piroklastikleri yer aldığını ve bu lavın, Tendürek volkanından Diyadin jeotermal alanına doğru uzanmakta olduğunu bu lavların üzerinde ise Tendürek volkanının oluşturduğu piroklastikler bulunduğundan söz etmiştir. Araştırmacı ayrıca sıcak suların oluşturduğu travertenlerin Neojen çökelleri ve Diyadin lavı üzerinde yer aldığını alüvyonların en genç çökeller olduğunu ifade etmiştir. Aydoğan (2000), yapmış olduğu çalışmada kalın ve yaygın bir şekilde görülen, eski ve yeni traverten örtüsünün, yıllardan beri jeotermal sular yönünden kaplıca sahasının çok büyük bir potansiyele sahip olduğunun önemli bir kanıtı olduğunu belirtmiştir. Traverten çökelimlerinin sahadaki fay kırıklarını örtmesi sonucu, bazı yerlerde sıcak su çıkışları yok olmuş, ya da diğer kaynaklara yöneldiğini öne sürmüştür.

Zaman ve ark. (2000), “Diyadin Kaplıcaları” adlı çalışmada, Diyadin yöresinin tektonik yönden faylı bir senklinalden oluşan bir alanda yer aldığından söz etmiştir. Ayrıca Diyadin güneyindeki sıcak su kaynaklarının bölgedeki KKB- GGB, KKD- GGD ve DB doğrultulu tektonik hatlar üzerinde geliştiği ileri sürülmüştür.

Akkuş ve ark. (2005), Diyadin jeotermal alanında en yaşlı birimin Paleozoyik yaşlı mermerlerin olduğunu, Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı volkanik birimler ile kireçtaşı ve çakıltasının geniş alanlarda yüzeyletiğinden, Kuvaterner yaşlı travertenlerin kaynakların çevresinde, alüvyonun ise Murat Nehri'nin geçtiği akarsu yatağı boyunca gözlemlendiğinden söz etmiştir. Ayrıca mermerlerin ve volkanitlerin rezervuar kaya özelliğinde olduğu ve kaynakların KB-GD doğrultulu kırık hatları boyunca yüzeye çıktıkları ve Diyadin jeotermal alanında çok sayıda kaynağın bulunduğunu ifade etmiştir.

Çoban (2011), Diyadin (Ağrı) ve Yakın Çevresinde Jeomorfolojik Birimler ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkiler adlı yüksek lisans çalışmasında Diyadin'in Doğu Anadolu Bölgesinin Yukarı Murat Van Bölümü'nde Vangölü'nün kuzeyinde, Alp Orojenik Sistemi içerisinde yer alan bir çöküntü olduğundan ve Diyadin'in kuzey ve güneye doğru yükselen bir topografyaya sahip olduğunu belirtmiştir.

Oruç (2011), bölgede yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında çalışma alanına yakın olan Mollakara köyü ve civarındaki altın yatağını incelemiş ve bölgede bulunan karbonatlı kayalardan ve volkanik ürünlerden bahsetmiştir.

Sürmeli (2014), "Diyadin (Ağrı) Travertenlerinin Gelişimi Morfolojik ve Aktif Tektonik Özellikleri" adlı yüksek lisans çalışmasında Ağrı ili Diyadin ilçesinde yer alan travertenleri morfolojik özelliklerine göre sınıflandırmış, çatlak sırtı tipi ve dom tipi travertenlerin varlığından bahsetmiştir. Bu traverten tiplerinin morfolojik özellikleri ve sırt tipi travertenleri ile ilgili ilk kez ayrıntılı olarak 1/5.000 ölçekte haritalama yapmıştır.

Kardaş (2019), "Diyadin (Ağrı) Kuzeyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli" başlıklı yüksek lisans çalışmasındaki değerlendirmeler sonucunda, Diyadin ilçe merkezinin güneybatısında mevcut olduğu bilinen Diyadin jeotermal sisteminin örtü kayasını altere olmuş tüfler ve ignimbiritlerden ziyade, Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal kırıntılı ve karbonatlar içindeki kıltaşı, marn ve şeyl gibi hidrojeolojik açıdan geçirimsiz birimlerin oluşturduğu sonucuna varmıştır.

Kıyadeh (2019), "Diyadin (Ağrı) Güneyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında çalışma alanı ve çevresinde

Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşı farklı kaya birimlerinin mostra verdiğiinden bahsetmiştir.

Üçgen (2019), “Davut-Tazekent Köyleri (Diyadin-Ağrı) Civarındaki Volkanitlerin Petrografi-Jeokimyası Ve Diyadin Jeotermal Sahasının Özellikleri” adlı yüksek lisans tezinde inceleme alanında Paleozoyik ve Senozoyik yaşı birimlerin yüzeyletiğini ve bunların aşağıdan yukarıya doğru Paleozoyik yaşı Batıbeyli metamorfikleri, geç Miyosen yaşı Alibonca formasyonu, geç Miyosen yaşı Sekirdağ Volkanitleri, erken Pliyosen yaşı Solhan Volkanitleri, Alt Pliyosen yaşı Hamur Volkanitleri, geç Pliyosen – Pleyistosen yaşı Kale proklastikleri, Üst Pliyosen – Pleyistosen yaşı Tutak Volkanitleri ve Kuvaterner yaşı Traverten ve Alüvyonlar olduğunu belirtmiştir.

2.2. Travertenler ile İlgili Güncel Çalışmalar

Turhan (2007), “Denizli Yöresi (Batı Anadolu) Traverten Tipi Karbonatların Fasiyes Özellikleri” başlıklı yüksek lisans çalışmasında, Denizli-Kaklık yöresinde yayılım gösteren Killik traverten düzeyinde işletilen ocakların, traverten yapı ve fasiyesleri belirlemiş ve istifin düşey yönde gösterdiği değişimleri incelemiştir. Killik traverten düzeyini oluşturan karbonat yapılar; i) mikrit yapılar, ii) sparkalsit yapılar, iii) çalı yapıları, iv) gözenek yapıları, v) katman ve lamina yapıları ile vi) biyolojik yapılar olarak sınıflandırmıştır.

Özdemir (2009), “Kalecik (Gümüşhane) Travertenlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri Ve Ekonomik Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans çalışmasında Kalecik (Gümüşhane) travertenlerinin morfolojik olarak dom (koni) tipi travertenler grubuna girdiğini ve bu tip travertenlerin, yatay veya çevreye göre hafif tümsek yüzeylerden çıkan kalsiyum bikarbonatlı suların, çepeçevre yayılarak akmasıyla oluştuğundan söz etmiştir.

Kasaisaoğlu (2013), “Kavakköy (Seydişehir-Konya) Civarındaki Travertenlerin Sedimentolojisi Ve Jeokimyası” başlıklı yüksek lisans çalışmasında Kavakköy (Konya) travertenlerinde 6 farklı fasiyes tanımlamıştır. Bu fasiyesleri kristalin kabuk fasiyesi, sal

fasiyesi, sıvanmış gaz kabarcığı fasiyesi, pisoid fasiyesi, litoklast fasiyesi ve çalı fasiyesi olarak belirlemiştir.

Erol (2014), hazırlamış olduğu doktora tezinde KD-GB gidişli sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Sistemi içinde yer alan yaklaşık 150 km'lik bir hat boyunca dizilmiş 5 farklı lokasyonda bulunan travertenleri incelemiştir. Bu traverten bölgede morfolojik açıdan Hacılar sahasını, sırt tipi; Elmalı sahasını, sırt tipi ve yatay tabakalı; Baltası, Kılıçkaya ve Bağdere sahalarını ise fay önü travertenleri olarak sınıflandırmıştır.

Doğan (2015), Emet-Hisarcık (Kütahya) Yöresinde yapmış olduğu çalışmasında bölgede bulunan K-G doğrultulu Emet fayı boyunca oluşan Kuvaterner (güncel) yaşlı traverten ve tufa oluşumlarını incelemiş ve bu oluşumların Emet fayı ile oluşan çatlaklardan çıkan termal sular ile geliştiği belirtmiştir.

Ekizoğlu (2017), Yenice (Denizli) bölgesinde yapmış olduğu araştırmada Yenice traverten alanında sırt tipi travertenlerin oluşum mekanizması için model oluşturmuştur. Yenice traverten sahasında Denizli havzasını KD'dan sınırlayan normal faylara paralel uzanımlı fayların bulunması ve sırt tipi travertenlerin çatlak eksenlerinin bu faylarla aynı gidişlere sahip olmaları nedeniyle bu bölgedeki sırt tipi travertenlerin normal fayların düşen bloklarındaki tansiyon gerilmeleri nedeniyle oluştukları biçiminde değerlendirmiştir.

Yıldırım (2018), yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında Akkaya-Eskipazar (Karabük) jeotermal sahasına ait sırt tipi ve damar travertenlerin mineralojik, petrografik, jeokimyasal ve izotopik özelliklerini çalışma alanı ve çevresinin genel jeolojik ve tektonik yapısı göz önünde bulundurularak incelemiştir.

Atlı (2018), Hisaran (Sındırgı-Balıkesir) bölgesinde travertenler üzerine yapmış olduğu fasiyes incelemelerinde Nilüfer yaprağı, rafı traverten, kristalin kabuk, zarflı taneler, bantlı traverten ve mikrobiyal traverten litotipler belirlemiştir. Ayrıca bu travertenlerin yamaç-şelale tipi, kaynak tümseği tipi, koni(kule) tipi ve sırt tipi morfolojilerde geliştiğini ortaya çıkarmıştır.

Aydoğdu (2018), "Traverten Çökellerinin Aktif Tektonik Çalışmalar İçin Önemi: Tokat Reşadiye Travertenini (Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Türkiye)" başlıklı yüksek lisans tez çalışmasında gözlediği traverten yüzleğinin, büyük bir makaslama

zonu olan sağ yanal atıma sahip Kuzey Anadolu Fay Sistemi'ni meydana getiren Kelkit Vadisi segmenti üzerinde çökeldiğini belirtmiştir. Traverten KAFS'nin gelişmesine neden olan sıkışma zonuna paralel olarak gelişen bir açılma çatlağından yükselen sular tarafından günümüzde de devam ederek çökelmiş olduğunu ve morfolojik olarak bu travertenin sırt tipi traverten olduğunu belirtmiştir.

Savaş (2019), alışmasında Konya ilinde bulunan Akhüyük travertenlerinin gelişimini ve neotektonik evrimini araştırmıştır. Araştırmacı yapmış olduğu çalışmada bölgede bulunan travertenleri litotiplerine göre; kristalen kabuk tipi, çalı tipi, kamyı tipi, breşik tip, sal tipi, gaz boşluklu tip ve pizolitik olmak üzere 7 tip olarak belirlemiştir.





3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tazekent Köyü (Diyadin Ağrı) Travertenlerinin Jeolojik Özellikleri adlı tez çalışması, başlıca 4 aşamada, 3 başlık altında yürütülmüştür. Bunlar sırasıyla;

3.1. Büro Çalışmaları

Bu bölüm, iki farklı zamanda yapılmış iki farklı çalışmayı kapsamaktadır.

Büro çalışmaları Tazekent köyü ve çevresinde yüzeyleyen travertenler ile Diyadin, Tazekent ve çevresini kapsayan alanda yapılan jeolojik amaçlı önceki çalışmaları derlemekle başlanmıştır. Jeolojik amaçlı hazırlanmış haritalar temin edilmiştir. Ayrıca farklı bölgelerdeki travertenler üzerinde yapılmış olan sedimentolojik çalışmalarda derlenmiştir.

Tüm çalışmalardan sonra, büro çalışmalarının ikinci ve son aşamasına geçilmiştir. Arazi gözlemleri, ince kesitler ve yapılan tüm analizler derlenerek bir bütün haline getirilmiş, yorumlanmış ve tezin yazım aşamasına geçilmiştir.

3.2. Arazi gözlem ve incelemeleri

Saha çalışmalarında, Tazekent, Dibekli, Taşbasamak köyleri ile Tazekent Kaplıcalar Bölgesi arasında kalan bölge çalışılmıştır. Travertenlerin dokanak ilişkileri tespit edilmiş traverten ve yakın çevresinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası önceki çalışmalarda kullanılarak revize edilmiştir. Araziyi en iyi şekilde temsil edecek yerlerde toplam 136 adet örnek alınmıştır. Bu örneklerden, 110 tanesi ince kesit, 10 tanesi SEM (Scanning Electron Microscope) ve 5 tanesi (palaetoprak) XRD (X-ray Diffraction) ve 8 tanesi XRF (X-Işınları Floresans Spektrometresi) analizi için kullanılmıştır. U/Th yaşlandırma çalışmaları için birimin en altından, ortasından ve en üstünden (en yaşlı, en genç) olacak şekilde 3 örnek alınmıştır. Fasiyes analizi için travertenler ayrıntılı olarak incelenerek fasiyes değişimleri ortaya çıkarılmıştır. Travertenler üzerinde gözlenebilen tüm sedimanter yapılar belirlenerek, tabandan tavana tüm sedimanter yapı, litoloji ve

fasiyes değişimleri belirlenmiştir. Tüm bu analiz ve fasiyesleri temsil edecek gerekli fotoğraflamalar yapılmıştır.

3.3 Laboratuvar çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında alınan 136 örnek kullanılarak laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

3.3.1. İncekesit çalışmaları

Araziden derlenen 110 tane örneğin ince kesitleri Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksek Okulu, ince kesit laboratuvarında hazırlanmıştır. Görüntülenmesi istenen yüzey düzleştirilip parlatıldıktan sonra 2 mm kalınlığındaki silinmiş cama araldit ve sertleştirici yardımıyla yapıştırılır. Isıtılıp sıkıştırılan yüzey ve cam arasında boşluk kalması engellenir. Daha sonra aşındırma diski ve aşındırma tozları kullanılarak kesit polarizan mikroskop altında görüntü elde edilecek kadar inceltir.

3.3.2. SEM (Scanning Electron Microscope) çalışmaları

SEM çalışmaları Van Yüzüncü Yıl Ünivesitesi, Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezinde (BUAM) yapılmıştır. Bu çalışmalarda, görüntü oluşturma prensibi; raster tarama düzeni ile oluşturulan elektron demetleri analizi istenen yüzeyi tarar, algıladığı sinyalle eşletirerek görüntü oluşturma temeline dayanmaktadır. SEM analizleri için alınan 10 örnek kullanılmıştır. Bu çalışmada iletken yüzey sağlanması için örnekler öncelikle 75 saniye boyunca Q150R cihazı ile Au/Pd ile kaplanmıştır. Daha sonra örneklerin morfolojik analizleri için Zeiss Sigma 300 marka alan emisyonlu taramalı elektron mikroskobu (FE-SEM) ile görüntüler alınmıştır. Görüntüleme işlemi ikincil elektronlar (SE) ile 10 kV hızlandırma voltajında yapılmıştır.

3.3.3. XRD (X-ray Diffraction) analizi

Bu çalışma için travertenlerden derlenen 5 adet paleotoprak numunesi kullanılmıştır ve çalışmalar Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır. X-Ray Difraksiyon Spektroskopisi, gama ışınından daha zayıf ancak ultraviyole ışıdan daha iyi bir ışın kullanılarak yapılan analizlerdir. X-Işınları Difraksiyonu, esas olan mineral tanımlamasıdır. Böylelikle kayaç içerisindeki tüm mineraller tanımlanmış olur. Kil minerallerini tanımlamada çok kesin sonuçlar vermektedir. X-Ray Difraksiyon Spektroskopisinde analiz sonuçları grafiksel olarak elde edilir. Bu grafiklerden faydalanılarak yarı kantitatif hesap yapılır. X-Ray Difraksiyonunda çalışma prensibi olarak Bragg kanunu esas alınır. Örnek hazırlanırken izlenen yollar özen gösterilerek yapılmaktadır. Analiz yapılmadan önce, analizi istenen numune, öğütücüler yardımıyla (Çeneli kırıcı, agat havan) toz haline getirilir. Toz haline getirilen bu numuneler 22 mikronun altında kalacak şekilde elekten geçirilir. Yapılan her işlemde havan veya öğütücü temizlenir. Daha sonra toz haline gelen numune dik prelemem yöntemi ile analiz için hazırlanır. Killer saf su ile karıştırılır, saf su killeri arası katyonu bozmaz. Stocky yasasına göre büyük taneler çöker, 2 mikrondan küçük taneler suda süspansiyon halinde kalır. Analiz sonuçları pikler içeren grafikler halinde verilir. Bu pikler karşılaştırmalar yapılarak kataloglardan okunur ve mineraller tanımlanmış olur.

3.3.4. XRF (X-Işınları Floresans Spektrometresi) analizi

X-ışınları Floresans spektrometresi element kompozisyonunu belirlemek amacıyla 8 adet örnek üzerinde Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır. Bu analiz yöntemiyle belirli koşullarda hazırlanan örnek üzerine X-ışınları gönderilerek yapılmaktadır. Gönderilen ışınlar (fotonlar) yeterli kinetik enerjiye ulaştıklarında örneğe ait atomlar ile etkileşime girerler. Bu etkileşim ile örneğin atomunun iç kabuğundan bir elektron çıkar ve atomu yüksek enerji seviyesine çıkarır. Bu sayede elektronlar uyarılmış olur. Uyarılan elektronlar ilk enerji seviyelerine dönmeye başlarlar bu seviyeye gelinceye kadar kazanmış oldukları enerjiyi x-ışınları

yayarak geri verirler. Bu duruma floresans ışıma denmektedir. Elemente özgü olan bu ışınların dalga boyları sabittir. Bu olay örneğin kimyasal analizini yapabilmeyi sağlamaktadır. Bu yöntemle pellet, eritiş, toz ve sıvı formda bulunan örneklerin analizi yapılabilmektedir.

Bu analizi yapmadan önce örneğin uygun şekilde hazırlanması gerekmektedir. Örnek kırma ve öğütme işlemlerinden geçirilerek pudra haline getirilir. Kayaç ve toprak örneklerinden 4 gr, bitki örneklerinden ise belli bir miktar alınır. Örnek çeşitli bağlayıcı malzemelerle birlikte hidrolik pres altında sıkıştırılarak pres-pastil halinde analize hazır hale getirilir.

X-Işınları Floresans Spektrometresi ile; Si, Al, Ti, Mn, Mg vb. ana element oksitleri yüzde (%) ağırlık cinsinden (MnO, MgO ...) Rb, Ba, Sr vb. eser elementleri, Cr, Ni, Co, Cu ve Zn gibi geçiş elementlerini, La, Ce, Pr, Nd vb. nadir toprak elementlerinin ppm düzeyinde analiz edilir. Atom numarası 9 ile 92 arasında olan elementlerin kantitatif analizini yapar. Atom numarası 9'un altında olan elementleri inceleyemez. Kimyasal bağ derecesinde yeterince hassas değildir. XRF genelde 50kV ve 50mA'da çalışır.

3.3.5. U/Th analizi

Bu analiz için örnekleme sistematik olarak aşağıdan yukarıya olacak şekilde travertenlerin alt, orta ve üst seviyelerinden toplanmıştır. Toplam 3 numune analiz edilmiştir. Her biri 40-80 g'lık numuneler U/Th analizleri için çekiçe ezilerek hazırlanmıştır. U/Th analizleri, Ulusal Tayvan Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümü, Yüksek Hassasiyetli Kütle Spektrometresi ve Çevre Değişim Laboratuvarı'nda (HISPEC) çok toplayıcı endüktif olarak bağlanmış plazma kütle spektrometresi (MC-ICP-MS), Thermo Electron Neptune kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Aletli fraksiyonasyonu düzeltmek ve U/Th izotopik ve konsantrasyonu belirlemek için (Shen ve ark., 2012) üçlü bir ^{229}Th - ^{233}U - ^{236}U izotop seyreltme yöntemi (Shen ve ark., 2003) kullanılmaktadır. Kullanılan U-Th nuklidlerin yarı ömürleri Cheng ve ark.,

(2013) U-Th izotopik verilerindeki ve ^{230}Th tarihlerindeki belirsizlikler, aksi belirtilmedikçe 2σ düzeyinde veya ortalamanın ($2\sigma_m$) iki standart sapmasında hesaplanır.





4. BULGULAR

Kalsiyum ve bikarbonatça zengin sıcak suların bir yarık, çatlak veya aktif fay hattı boyunca, yüzeye çıktıkları alanlarda biriktirdikleri kalsiyum karbonatlı kayaçların genel adına traverten denilmektedir (Guo ve Riding, 1998; Pentecost, 2005). Travertenler, farklı litofasiyes sınıflamalarına sahip olmaları ve farklı morfolojik sınıflamaları nedeni ile gerek bölgesel gerekse daha detay alanların evrimsel yorumlamalarında rehber niteliğindedirler. Bu özelliklerinden dolayı, travertenlerle ilgili oldukça fazla çalışma yapılmaktadır (Guo ve Riding, 1998; Pentecost, 2005).

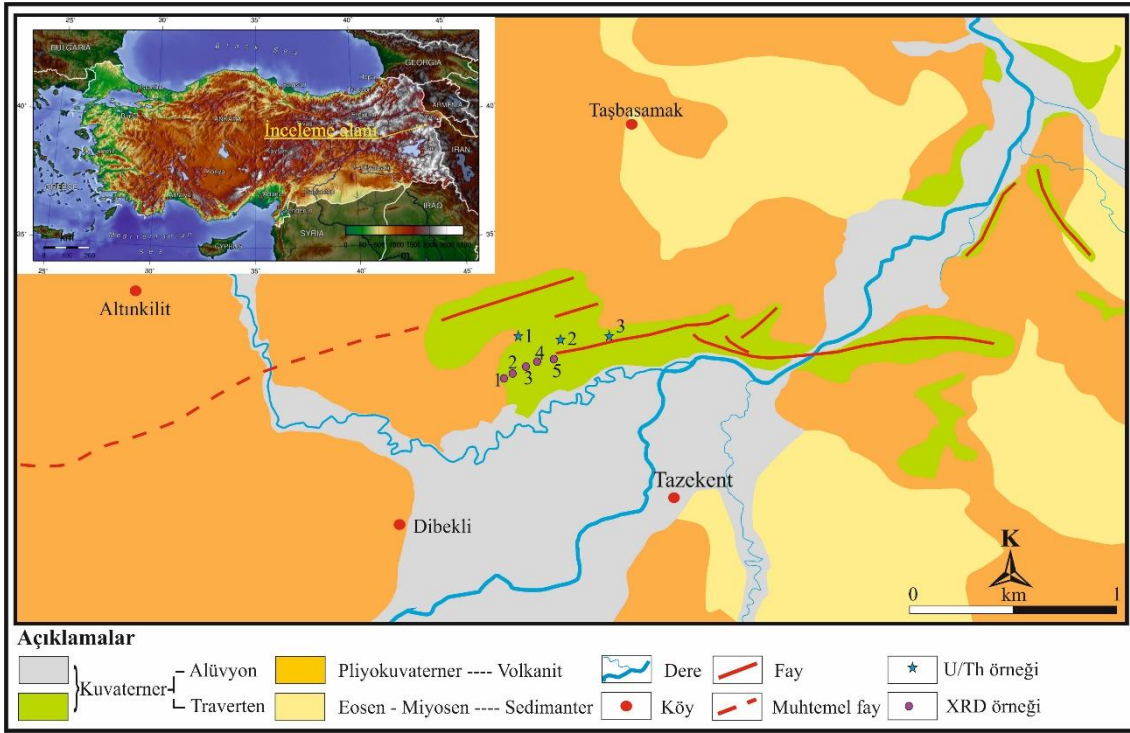
Faylar, traverten oluşturan, hidrotermal akışkanın yüzeye taşınmasında önemli rol oynamaktadır (Sibson ve ark., 1975). Bu nedenle travertenler, aktif faylarla doğrudan ilişkilidir (Barnes ve ark., 1978). Travertenlerin büyük bir çoğunluğu Pleyistosen'den günümüze kadar geçen sürede oluşmuş ya da oluşmaya devam etmektedir (Schwarcz ve Latham, 1984; Goff ve Shevenell, 1987; Kronfeld ve ark., 1988; Heimann ve Sass, 1989; Chafetz ve Folk, 1984; Guo ve Riding, 1998; Pentecost ve Tortora, 1989; Altunel ve Hancock, 1996; Özkul ve ark., 2002; 2010; Faccenna ve ark., 2008; Mesci ve ark., 2008; 2013; Mohajjel ve Taghipour, 2014; Özkul ve ark., 2013; 2014; Brogi ve ark., 2016; Alçiçek ve ark., 2017; Henchiri ve ark., 2017). Bu sebeple neotektonik rejimin, günümüz tektonizmasının açıklanmasında önemli bir rol üstlenmektedirler (Altunel, 1996). Bu bağlamda, bölgedeki neotektoniğin anahtarı durumundaki traverten oluşumlarını anlamak hem bölge hem de çevresi açısından oldukça önemlidir.

Geç Kretase'den günümüze sıkışmalı bir rejime sahip olan Doğu Anadolu Bölgesi (Mc Kenzie, 1972; Le Pichon ve ark., 1973; Morelli, 1978), K-G yönlü sıkışma ve D-B yönlü uzamalı bir tektonik rejime sahiptir ve bunun sonucunda Doğu Anadolu'da kabuk kısalıp yükselmiştir. (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Meydana gelen bu tektonik rejim sonucunda, birçok sağ ve sol yönlü fay ile açılma çatlakları ve bindirmeler meydana gelmiştir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1984). Söz konusu bu faylar, Doğu Anadolu fay zonuna paralel olarak gelişmişlerdir ve Doğu Anadolu sıkışma bölgesinin en karakteristik özellikleridir (Bozkurt, 2001; Eren, 2009).

Tazekent Travertenleri, Doğu Anadolu havzası içerisinde yer almaktadır. Havza; 19 milyon yıl öncesinden başlayan sıkışma (kıta kıta çarpışması) rejiminin (Gülyüz ve ark., 2019) bir ürünü olarak gelişede, bu sıkışma rejiminin sonuçlarından biri olan etkili volkanizma ile son şeklini almıştır. Günümüzde de etkili olan bu rejim, havzada birçok paleo ve aktif fayların gelişmesinde etkin rol oynamıştır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit, 2013). Bu faylara bağlı havzada birçok traverten oluşmuştur.

İnceleme alanında gerek metamorfik, magmatik ve gerekse sedimanter birimler ayrıntılı olarak tanımlanmış, haritalandırılmış ve açıklanmıştır (Aslan ve ark., 1991; Burcak ve ark., 1997; Zaman ve ark., 2000; Pasvanoğlu ve Guler, 2010; Coban, 2011; Colakoğlu ve ark., 2011; Mutlu ve ark., 2013; Pasvanoğlu, 2013; Sürmeli, 2014; Kardaş, 2019; Kıyadeh, 2019). Bu çalışmada tüm bu birimler ayrıntılı olarak adlandırılıp, anlatılmayacaktır. Çalışmanın amacına uygun olacak şekilde bölgedeki birimler, kayaç grubu ve zamana göre sınıflandırılarak kısaca anlatılmaya çalışılacaktır.

İnceleme alanının temelini Eosen-Miyosen yaşlı kırıntılı kayaçlar ve kireçtaşları oluşturmaktadır. Bu birimlerin üzerine Geç Miyosen Kuvaterner zaman aralığında çökelmiş olan volkanitler uyumsuz olarak gelmektedir (Şekil 4.1). Bölgede gelişen kırık çatlaklara bağlı oluşan travertenler tüm bu birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Kuvaterner'den Günümüze değin oluşumu devam eden alüvyonlar ise en son çökelen tortullardır. (Aslan ve ark., 1991; Burcak ve ark., 1997; Zaman ve ark., 2000; Pasvanoğlu ve Guler, 2010; Coban, 2011; Colakoğlu ve ark., 2011; Mutlu ve ark., 2013; Pasvanoğlu, 2013; Sürmeli, 2014; Kardaş, 2019; Kıyadeh, 2019) (Şekil 4.2).



Şekil 4.1. Çalışma alanının 1/25 000'lik jeoloji haritası.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	KAT	SİMGE	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
SENOZOYİK	KUVATERNER	HOLOSEN		Q-21-k		Alüvyon, Karasal, Çökel Kaya
				Q-29-k		Traverten, Karasal, Çökel Kaya
				Qavb		Ayrılmamış volkanik birimler (tuf-aglomera-piroklastikler vb), Karasal, Volkanik Kaya
				Q π 2-k		Tuf, Karasal, Volkanik Kaya
				Q π 3-k		İgnimbirit, Karasal, Volkanik Kaya
				Q β -k		Bazalt, Karasal, Volkanik Kaya
				piQ β -k		Bazalt, Karasal, Volkanik Kaya
				piQ π 3-k		İgnimbirit, Karasal, Volkanik Kaya
				piQ α 1-k		Trakiandezit, Karasal, Volkanik Kaya
				mpl-8-sy		Kireçtaşı, Şelf-Yamaç, Çökel Kaya
	TERSİYER	PLİYO-KUVATERNER		mpl-2-s		Çakıllaşı, Şelf, Çökel Kaya
				m-20-s		Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
		MİYOSEN		m-8-s		Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
				y mgrt-b		Granit, Derinlik Kaya
				e-15-y		Olistostrom, Yamaç, Çökel Kaya
		EÖSEN		e-1-s		Kumtaşı, Şelf, Çökel Kaya
				e-8-s		Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
				e-18-sy		Çakıllaşı-Kumtaşı-Çamurtaşı, Şelf-Yamaç, Çökel Kaya
				σ Mz-k2		Serpantin, Ofiyolitik Kaya
				k2-8-s		Kireçtaşı, Şelf, Çökel Kaya
MESOZOYİK	KRETASE	ÜST KRETASE		k2-7-y		Killi kireçtaşı, Yamaç, Çökel Kaya
				Pzş		Şist, Metamorfik Kaya
				Pzq		Kuvarsit-Kuvars şist, Metamorfik Kaya
PALEOZOYİK				Pzmr		Mermer, Metamorfik Kaya

ÖLÇEKSİZ

Şekil 4.2. İnceleme alanı ve çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesiti (Kıyadeh, 2019). Bu çalışmada tüm birimler ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.1. Stratigrafi

Bu bölümde, inceleme alanında ayırtlanan, Eosen-Miyosen sedimanter istif, Pliyokuvaterner volkanitler, Kuvaterner Traverten ve Alüvyonlardan bahsedilecektir.

4.1.1. Sedimanter istif

Kıyadeh, (2019), yaptığı çalışmada, bölgede daha önce yapılmış olan tüm çalışmaları kullanarak (Aslan ve ark., 1991; Burcak ve ark., 1997; Zaman ve ark., 2000; Pasvanoğlu ve Guler, 2010; Coban, 2011; Colakoğlu ve ark., 2011; Mutlu ve ark., 2013; Pasvanoğlu, 2013; Sürmeli, 2014; Kardaş, 2019) bölgenin genelleştirilmiş bir istifini hazırlamıştır. Bu kesite göre, Eosen'de çamurtaşı, çakıltası ve kumtaşı çökeldiğini ve bunların şelf-yamaç ortamlarını temsil ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırmacı Burdigaliyen yaşlı granitin, Eosen birimlerin üzerine uyumsuz olarak geldiğini belirtmiştir. Bu granitlerin üzerine uyumsuz olarak, şelf-yamaç ortamını temsil eden, Miyosen- Pliyosen yaşlı, çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı ve kireçtaşı brimlerinin örttüğünü ifade etmektedir. Bu çalışmada, şelf-yamaç ortamını temsil eden bu birimlerin tamamı, Eosen-Miyosen Sedimanter istifi altında toplanmıştır (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. A) Eosen yaşlı kumtaşı ve çamurtaşı. B) Miyosen yaşlı kireçtaşı ve kırıntılılar.

Çalışma alanının doğusunda, Diyardin-Taşbasamak-Tazekent arasında gözlenene Eosen istifi, inceleme alanında, gri-yeşil renkli, orta-kalın tabakalı, kumtaşı, çakıltası ve çamurtaşından oluşmaktadır. Yine aynı yöredeki Miyosen istifi, krem-gri-yeşil renkli, çamurtaşı, kireçtaşı ve kumtaşlarından oluşmaktadır.

4.1.2. Volkanitler

Kardaş, (2019), yapmış olduğu çalışmasında, Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimleri, sırasıyla, tarkiandezit, ignimbirit, bazalt, ignimbirit, tuf ve ayrılmamış karasal birimler olarak tanımlamıştır (Aslan ve ark., 1991; Burcak ve ark., 1997; Zaman ve ark., 2000; Pasvanoğlu ve Guler, 2010; Coban, 2011; Colakoğlu ve ark., 2011; Mutlu ve ark., 2013; Pasvanoğlu, 2013; Sürmeli, 2014; Kıyadeh, 2019).

İnceleme alanının neredeyse hemen her yerinde bu birimleri gözlemek mümkündür. Genel olarak, Altinkilit-Dibekli-Tazekent köyleri hattının güneybatısında bazaltları, Taşbasamak köyü ve çevresinde ayrılmamış volkanitler ile tüfler yayılım göstermektedir (Şekil 4.4.). Tazekent Köyü kuzeydoğusunda, tuf, ignimbirit ve riyolitleri ve Ulukent Köyü ve çevresinde ise, ignimbirit ve bazaltlar bulunmaktadır. İnceleme alanının temelini teşkil eden Tazekent Köyü travertenleri bu Volkanitlerin üzerine uyumsuz olarak gelmektedir.

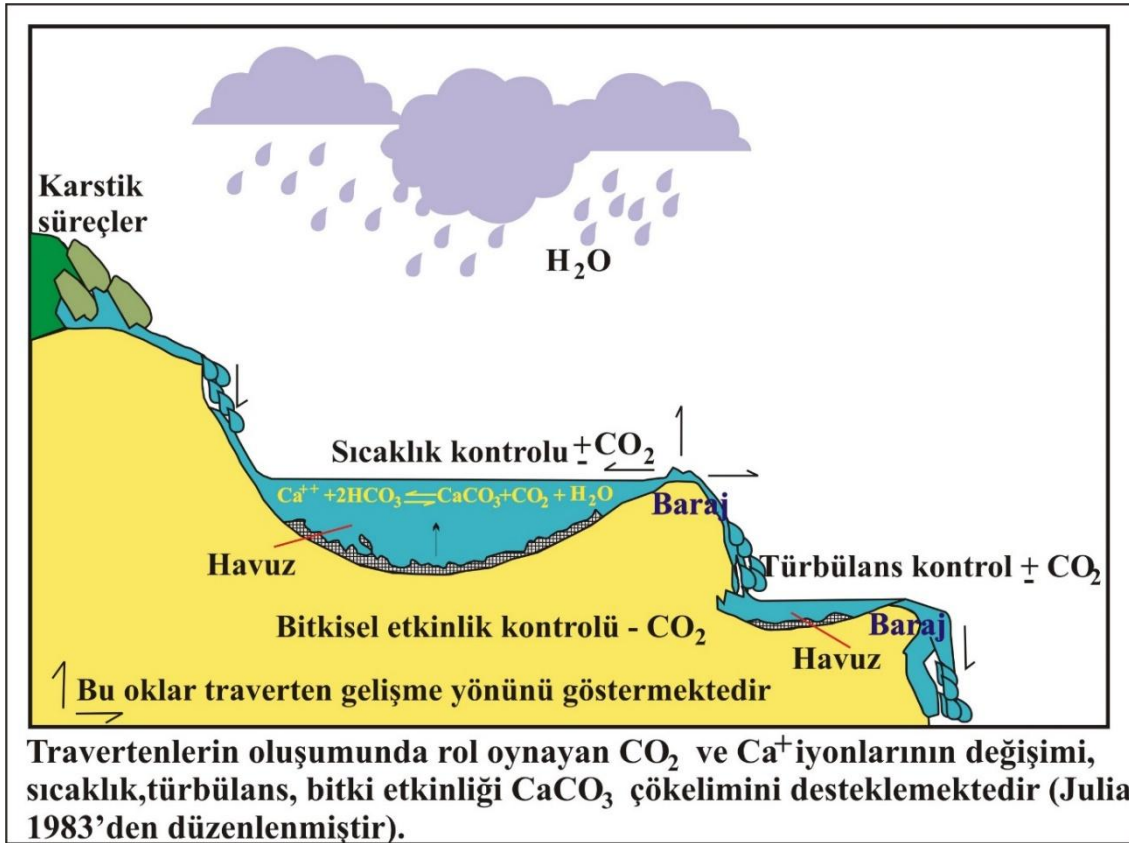


Şekil 4.4. Miyosen çakıltaş ile Pliyo-Kuvaterner tüflerin sınır ilişkisi.

Çalışma alanında traverten ve yakın çevresindeki tüm volkanitlerde hidrotermal getirilere bağlı olarak yoğun alterasyonlar gözlenmiştir.

4.1.3. Traverten

Traverten ve tufa oluşumu, başta tektonizma ve iklim olmak üzere, kaynağın şekli, suyun miktarı, kalsiyum içeriği, morfoloji, canlı etkinliği gibi birçok etmen tarafından denetlenmektedir (Julia, 1983; Guo ve Riding, 1998; Pentecost, 2005) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Traverten çökelişimi ve bu çökelişimde rol oynayan faktörlerin etkinliği (Julia, 1983).

Traverten fasiyesleri, kaynağa olan uzaklığın tespiti, çökeltme ortamı tespiti, traverten çökelişiminde duraksamalar, fayın/çatlağın aktivitesi gibi birçok parametrenin yorumlanmasında kullanılmaktadır (Kitano 1963; Chafetz ve Folk, 1984; Folk ve ark., 1985; Chafetz ve ark., 1991; Ford ve Pedley, 1996; Guo ve Ridding, 1998; Özkul ve ark., 2002). Gözlenen her bir fasiyes, farklı çökeltme ortamı, su sıcaklığı ve tektonik aktivite/eylemsizliği ifade etmektedir. Aynı şekilde, paleotoprak fasiyesi, akışkan rejimindeki (miktar ve akış yönü) değişiklikler, travertenleri oluşturan kaynak sularının

azalması ve/veya bitmesi travertenlerin kuruma ve buna bağlı canlı aktivitesindeki artış ile karakterize etmektedir. (Chafetz ve Folk, 1984; Guo ve Riding, 1998; Özkul ve ark., 2002; Faccenna ve ark., 2008). Travertenlerin oluşumu, fayların hidrotermal akışkanın yüzeye taşınmasında önemli rol oynamalarından dolayı (Sibson ve ark., 1975) aktif faylarla doğrudan ilişkilidir (Barnes ve ark., 1978). Travertenlerin büyük bir çoğunluğu Pleistosen'den günümüze kadar geçen sürede oluşmuş ya da halen oluşmaya devam etmektedir (Goff ve Shevenell, 1987; Kronfeld ve ark., 1988; Heimann ve Sass, 1989; Chafetz ve Folk, 1984; Guo ve Riding, 1998; Altunel ve Hancock, 1996; Özkul ve ark., 2002, 2010; Faccenna ve ark., 2008; Mesci ve ark., 2008; 2013; Mohajjel ve Taghipour, 2014; Özkul ve ark., 2013; 2014; Brogi ve ark., 2016; Alçiçek ve ark., 2017; Henchiri ve ark., 2017). Bu özellikleri sayesinde travertenler, neotektonik rejimin ve günümüz tektonizmasının açıklanmasında önemli bir rol üstlenmektedirler (Altunel, 1996).

Çalışma alanında, Altunel ve Hancock (1993) sınıflamasındaki kriterlere göre, dom tipi ve sırt tipi travertenler ayırt edilmiştir. Bu oluşumlardan, Tazekent Köyü ve çevresinde yüzeyleyen sırt tipi travertenler ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Ancak, bölgedeki oluşumları, gayzerleşme ile kontrol edilen dom tipi travertenlere de değinilecektir.

4.1.3.1. Dom tipi travertenler

Bu traverten oluşumları bir noktadan ileriye doğru belirli bir zaman aralığında aktif olan gayzerler vasıtasıyla gerçekleşmektedir (Şekil 4.6). Bu tarz oluşumlar, Taşbasamak Köyü'nün 1200 metre kuzeydoğusunda, Murat nehri kıyısında yer almaktadır. Yakınında, elle yapılmış kaplıca havuzu bulunmaktadır (Şekil 4.7).



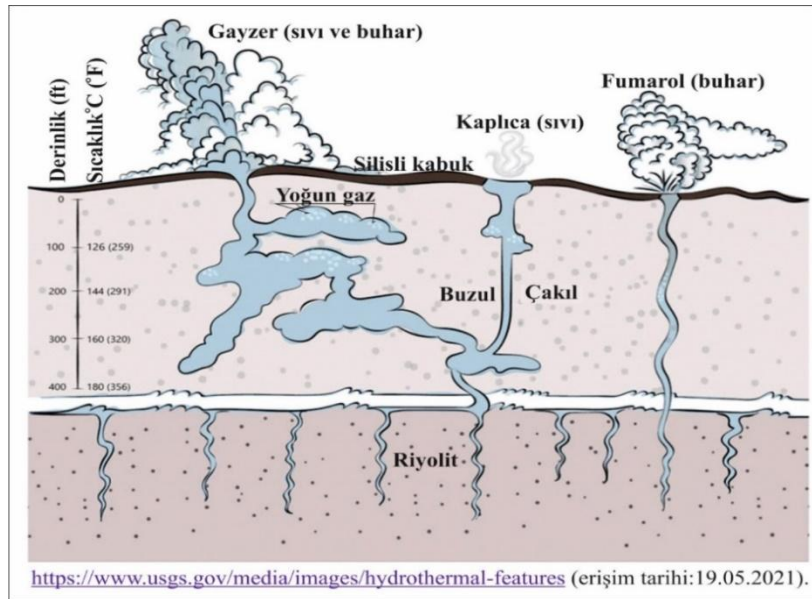
Şekil 4.6. İnceleme alanında gözlemlenen gayzer ve etrafında güncel olarak oluşan dom tipi traverten.



Şekil 4.7. Yapay kaplıca havuzu.

Gayzerler: püsküren sıcak su ya da sıcak buhar anlamına gelen gayzer, magmanın yüzeye yaklaştığı volkanik bölgelerde görülür (Walter,1976). Meteorolojik sular kayalardaki çatlak ve kırıklardan aşağıya doğru sızar. Bunlara gayda da denir (Walter,1976). Bu sular 2000 metreden daha da derinlere sızabilir Gayzer sıcak suyun ya da sıcak buharın yer altında çatlak, yarık ve mağaralardan yüzeye püskürmesidir (Walter,1976) (Şekil 4.8). Gayzerlerdeki sıcak yeraltı suları yüzeye ulaştığı zaman kendisiyle getirdiği malzeme ile çözünür ve çökel kayalar oluşturur (Walter,1976). Suda çözünen silika silisli sinter adı ile bilinen gayzerlerin etrafında toplanır, görünüşte stramotolitlere benzeyen lamina şeklinde ki silisli çökeller sütun şekilli, dalgalı tabakalı, yumru şeklinde görülür (Walter, 1976; Braunstein ve Lowe, 2001). Kalsiyum karbonatın (CaCO_3) suda çözünerek gayzerle dışarıya atılması sonucunda da travertenler oluşur. Gayzerlerin püskürterek attığı sular da kalsiyum karbonat (CaCO_3), silisyum dioksit (SiO_2), arsenik (As), civa (Hg), hidrojen sülfür (H_2S) gibi kimyasal bileşenlerde görülebilmektedir. (Walter, 1976; Braunstein ve Lowe, 2001).

Gayzerlerin aktif olanları, uyumakta olanları ve ölü olanları yeryüzünde görülmektedir. Ölü ve uyuyan gayzerler etraflarında bırakmış olduğu izlerle tespit edilip kaynağın nerede olduğu bilinebilmektedir. Ölü gayzerler su kanallarının minerallerle tıkanmasıdır (Walter, 1976; Braunstein ve Lowe, 2001).



Şekil 4.8. Gayzerlerin, kaplıcaların ve buhar bacalarının oluşum sistematigi.

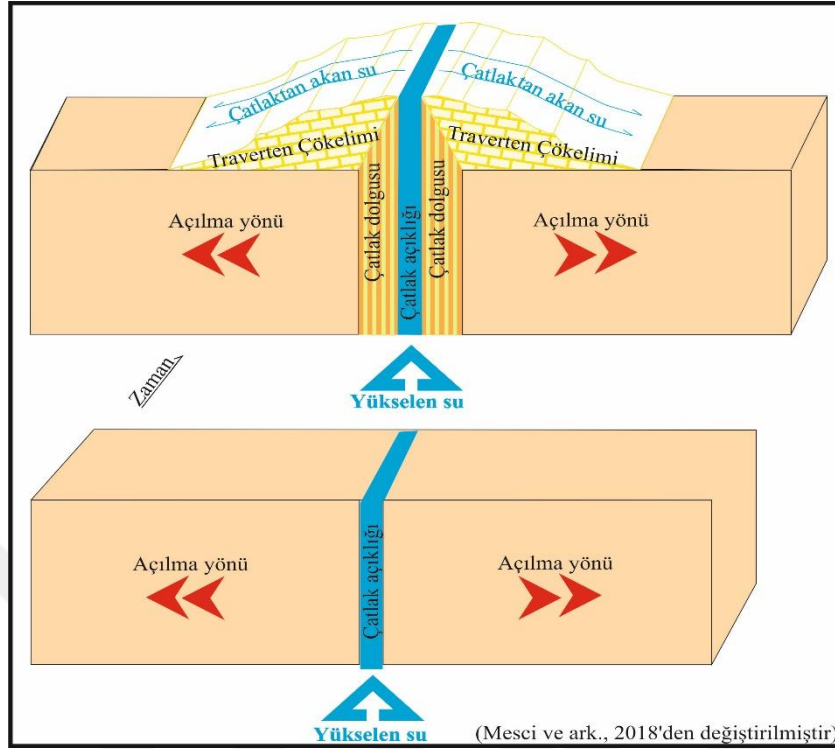
Dom tipi travertenler, bir kaynaktan çıkan sular kaynağın etrafında akmasıyla, kaynağın etrafını CaCO_3 sarmasıyla oluşur. Çalışma alanındaki dom tipi travertenleri oluşturan kaynak suları bahsi geçen gayzerler oluşturmaktadır. Kaynak alanın ağzını minerallerin tıkanmasıyla kaynak sürekli taşınmış ve yan yana birkaç minik dom oluşumu gerçekleşmiştir (Şekil 4.9). Günümüzde de aktif olarak oluşmaya devam eden dom tipi traverten mevcuttur (bakınız Şekil 4.6).



Şekil 4.9. Bacanın tıkanması ve kaynağın göçü sonucu yan yana oluşan dom tipi travertenler.

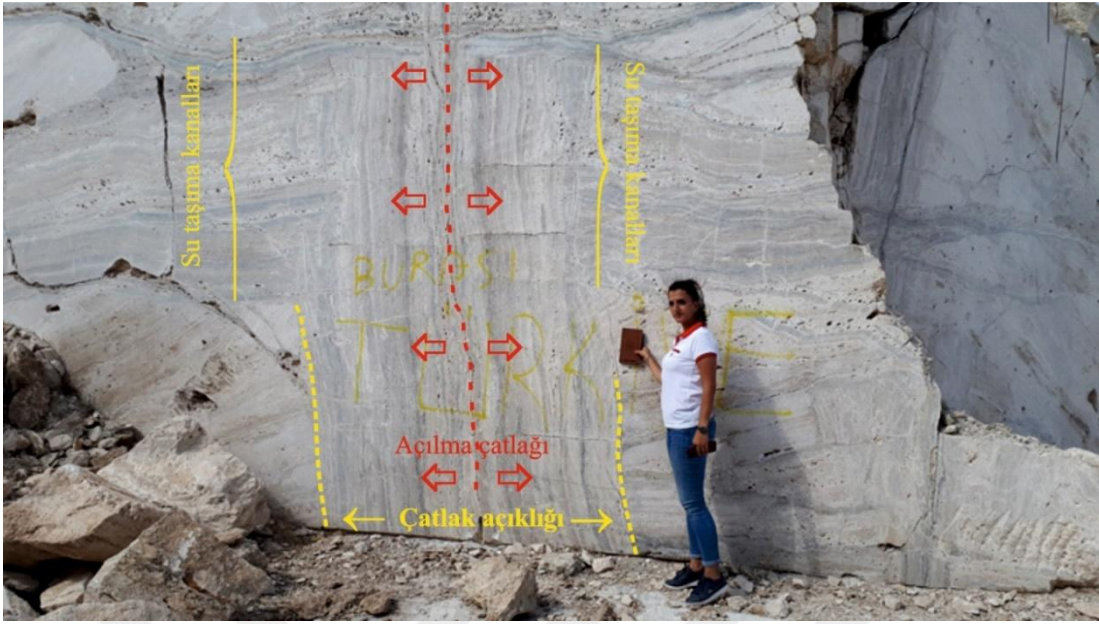
4.1.3.2. Sırt tipi travertenler

Açılma rejiminin etkin olduğu tektonik alanlarda gözlenebilmektedir. Terim, ilk olarak ABD'deki Yellowstone parkında bulunan "Mammoth Hot Springs" travertenleri için kullanılmıştır (Hayden, 1872; Weed, 1887). Neotektonik ile yakından ilişkili olan bu travertenler, bölge tektoniğinin anahtarı konumundadır (Altunel, 1994). Oluşumları, merkezi çatlaktan (açılma çatlağı), çıkan CaCO_3 bakımından zengin suların çatlağın iki yanına akması sonucu oluşur (Mesci ve ark., 2018) (Şekil 4.10). Açılma çatlağı içinde ve çatlağın etrafında olmak üzere iki şekilde oluşmaktadır.



Şekil 4.10. Sırt tipi travertenlerin oluşumunu gösteren şekil.

İnceleme alanında bu tarz traverten oluşumlarına arazinin tamamında görmek mümkündür. Ancak, bu travertenlerden yayılımı en fazla olan Tazekent Köyü travertenleri olduğu için bu çalışmada bu travertenler incelenmiştir. Tazekent Köyü traverten sisteminde, K50D ve K80D doğrultularındaki açılma çatlakları ve bu çatlaklardan yüzeye çıkan suların oluşturduğu travertenler oluşmuştur. Travertenleri oluşturan ana çatlığın içinde, ortalama 150 cm kalınlığında dikey ve simetrik bir şekilde traverten oluşumu gözlenirken (Şekil 4.11) çatlığın etrafındaki traverten kalınlığı 240 m. yi bulmaktadır. Oluşumu tamamlanan travertenlerin üzerindeki açılma çatlakları net bir şekilde ayırt edilebilir (Şekil 4.12).

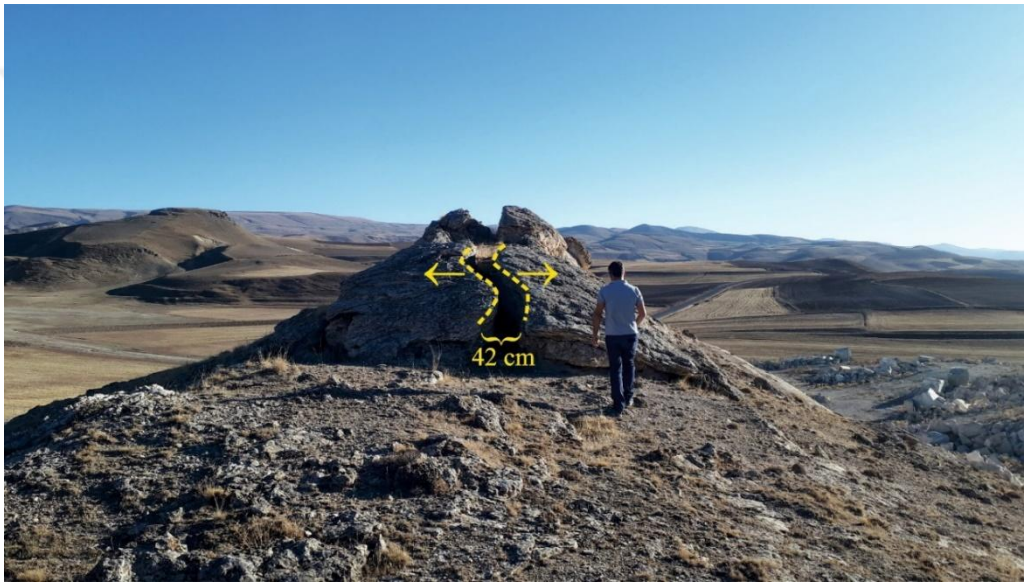


Şekil 4.11. Tazekent Köyü travertenlerini oluşturan ana çatlak ve etrafındaki su taşıma kanalları.

Sürmeli, (2014), Bölgede var olan sırt tipi travertenlerin tektonik gelişimleri ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Araştırmacı, 125 – 10 ka arasında yaşlar tespit etmiştir. Alınan örnekler, açılma çatlakları içinde dik durumda olan (çatlak dolgusu) olan örneklerden simetrik bir şekilde alınmıştır. Araştırmacı açılmanın KD-GB yönünde olduğunu ve açılma hızının 1.05 – 0.012 mm/yıl arasında olduğunu, ortalama hızının ise, 0.352 mm/yıl olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, yukarıda yapılan yaşlandırmadan ötürü, çatlak içerisinde yaşlandırma yapılmamıştır. Yapılan yaşlandırmalar, traverten kanadından yapılmıştır. Bu bağlamda, Tazekent Köyü travertenlerinin temele yakın bir konumundan, ortasından ve en üst noktasından örnekleme yapılmıştır. Analiz sonuçlarında, 215.16 – 118.40 – 31.44 ka yaşları elde edilmiştir (Çizelge 4.1.). Tabandan alınan örneğin travertenlerin en alt noktasını temsil edememesinden dolayı, travertenlerin daha da yaşlı olabilecekleri tartışılmayacak bir gerçektir. Ayrıca Tazekent Köyü travertenleri üzerinde bulunan açılma çatlakları 42 cm boşluğa sahiptir (Şekil 4.12). Bu boşluk traverten çökelişinin durmasına rağmen açılmanın halen devam ettiğini göstermektedir. Bu durumda, Sürmeli, (2014), yaptıkları açılma hızı verilerine göre 0.4 – 35 ka arasında bir dönemi kapsamaktadır. Bu veriler en genç yaş olan, 31.44 ka yaşını kapsamaktadır.

Çizelge 4.1. Travertenlerden alınan örneklerin U/Th yaş analiz sonuçları.

Sam ple	Wei ght	²³⁸ U		²³² Th		d ²³⁴ U		[²³⁰ Th/ ²³⁸ U]		²³⁰ Th/ ²³² Th		Age (ka)		Age (ka)		d ²³⁴ U _{initial}	
ID	g	ppb ^a		ppt		measure d ^a		activity ^c		atomic (x 10 ⁻⁶)		uncorrected		corrected ^{c,d}		corrected ^b	
1	0.07 54	408.1 80	0.8 5	295 71	± 1 5	53. 6	± 2, 0	± 0.7 97	± 0.0 09	± 181. 32	± 2.1 30	± 216. 516	± 10.1 34	± 215. 164	± 10.0 04	± 114.5 6	± 6. 10
					± 2		± 4,	± 1.0 31	± 0.0 33	± 34.9 5	± 1.4 60	± 133. 994	± 6.59 4	± 118. 408	± 10.1 98	± 392.3 9	± 9. 31
					± 2		± 4,	± 1.0 31	± 0.0 33	± 34.9 5	± 1.4 60	± 133. 994	± 6.59 4	± 118. 408	± 10.1 98	± 392.3 9	± 9. 31
2	0.11 49	2211. 069	3.9 5	107 5	± 2 9	31 2.5	± 4, 2	± 1.0 31	± 0.0 33	± 34.9 5	± 1.4 60	± 133. 994	± 6.59 4	± 118. 408	± 10.1 98	± 392.3 9	± 9. 31
					± 2		± 4,	± 1.0 31	± 0.0 33	± 34.9 5	± 1.4 60	± 133. 994	± 6.59 4	± 118. 408	± 10.1 98	± 392.3 9	± 9. 31
					± 2		± 4,	± 1.0 31	± 0.0 33	± 34.9 5	± 1.4 60	± 133. 994	± 6.59 4	± 118. 408	± 10.1 98	± 392.3 9	± 9. 31
3	0.06 68	4437. 691	10. 54	327 3	± 1 7	25 0.6	± 3. 4	± 0.4 56	± 0.0 28	± 10.2 0	± 0.8 20	± 48.7 37	± 3.63 1	± 31.4 40	± 9.96 9	± 272.8 2	± 8. 09
					± 1		± 3, 4	± 0.4 56	± 0.0 28	± 10.2 0	± 0.8 20	± 48.7 37	± 3.63 1	± 31.4 40	± 9.96 9	± 272.8 2	± 8. 09
					± 1		± 3, 4	± 0.4 56	± 0.0 28	± 10.2 0	± 0.8 20	± 48.7 37	± 3.63 1	± 31.4 40	± 9.96 9	± 272.8 2	± 8. 09



Şekil 4.12. Tazekent Köyü travertenlerin üzerindeki açılma çatlağı.

4.1.4 Alüvyon

İnceleme alanındaki en genç birimleri oluşturmaktadır ve tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Özellikle Murat Nehri ve çevresi ile bu nehre sediman taşıyan bazı yan kollar üzerinde oluşmaya devam etmektedir (Şekil 4.13). Oluşumu, var olan kayalar ve kendi sedimanlarını yeniden işlemlerinden dolayı, sürekli devam etmektedir. Kardaş, (2019), “Diyadin (Ağrı) Kuzeyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli” isimli çalışmalarında, Karapazar Köyü’nün kuzeydoğusunda kullanım suyu amaçlı bir kuyu açıldığını belirtmişlerdir. Çalışmalarında bu kuyuda toplamda 60 m. alüvyonal malzeme kesildiğine işaret etmişlerdir. İnceleme alanında

açılan bazı yarmalarda, 20-30 m. ye kadar alüvyonal malzeme izlenebilmektedir. Ancak bu çalışmada da alüvyonların ortalama kalınlığı 60 m olarak kabul edilecektir (Kardaş, 2019).

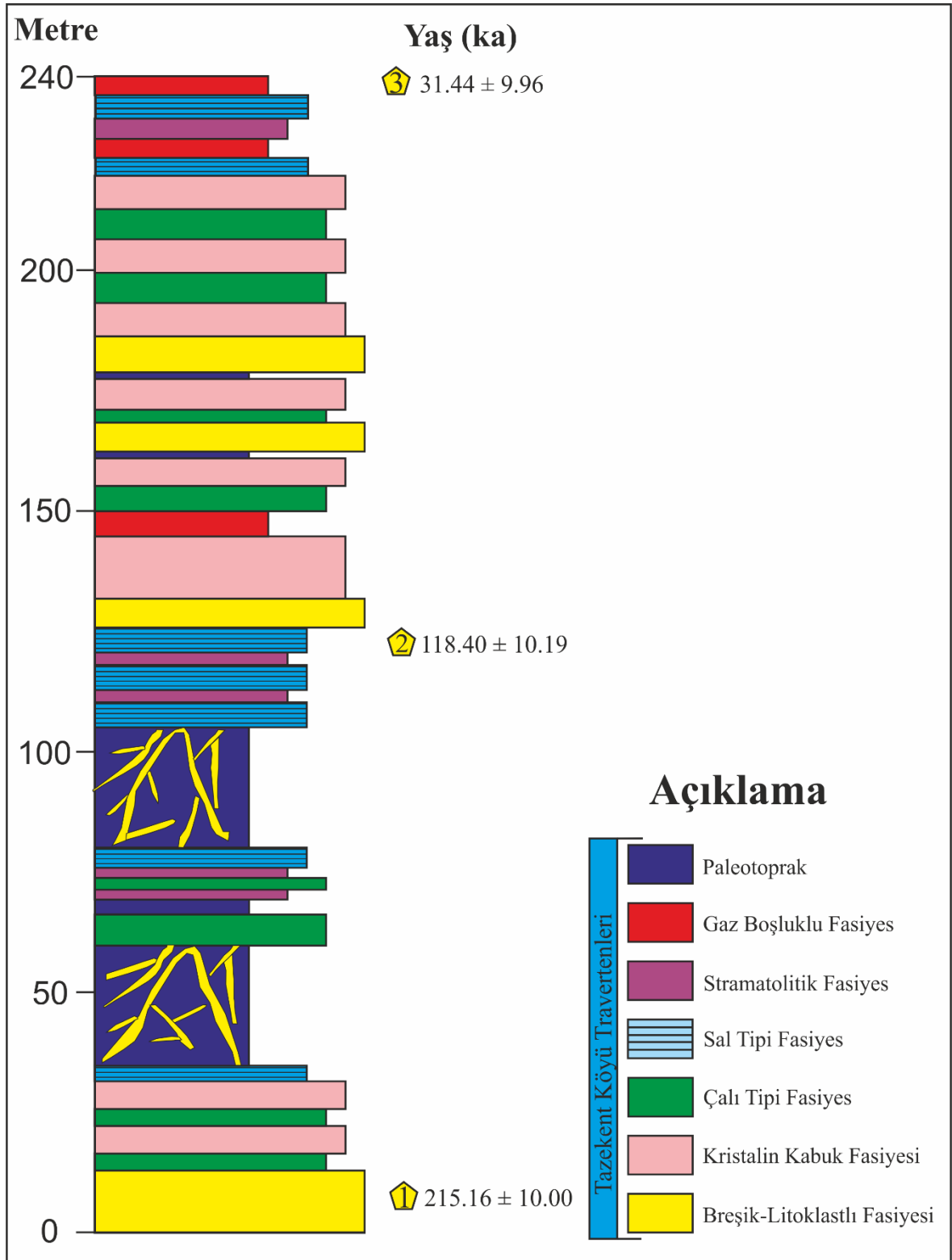


Şekil 4.13. Murat nehri’ndeki alüvyonlar.

4.2. Sedimentoloji

Yapılan arazi incelemeleri sonucunda Tazekent Köyü travertenleri 7 fasiyese ayırtlanmıştır. Bu fasiyesler;

1. Breşik-litoklastlı fasiyes,
2. Kristalin kabuk fasiyesi,
3. Çalı tipi fasiyes,
4. Sal tipi fasiyes,
5. Stromatolitik fasiyes,
6. Gaz boşluklu fasiyes,
7. Paleotoprak fasiyesidir. Tüm bu fasiyesler ayrıntılı olarak incelenmiş ve bu fasiyesler ışığında Tazekent Köyü travertenlerinin evrimine ışık tutulmaya çalışılmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Tazekent köyü travertenlerinin fasiyeslerini gösteren kolon kesit.

4.2.1. Breşik-litoklastlı fasiyes

Bu fasiyes, Tazekent Köyü travertenini boyunca 4 kez tekrarlanmaktadır (Şekil 4.14.). Tabanda, volkanitlere ve Eosen-Miyosen sedimanter kayaçlarına ait blok ve çakıllar içeren fasiyes, daha üst seviyelerde, travertene ait çakıl ve blok boyu malzeme içermektedir (Şekil 4.15). Bağlayıcısı kimi yerlerde, CaCO_3 çimento iken, kimi yerlerde, killi CaCO_3 olmaktadır. Bu bölgelerdeki çimentonun rengi, griden yeşile değişmektedir (Şekil 4.15). Krem-bej renklidir. Tabaka kalınlıkları en alttaki breşik-litoklastlı fasiyeste, 40-200 cm arası değişirken, daha üstteki fasiyeslerde ise 60-450 cm arası değişmektedir (Şekil 4.15). Çakıllar, tabandaki fasiyese yuvarlağa yakın iken, diğer seviyelerdeki fasiyeslerde ise köşelidir. Köşeli blok ve çakıl boyutu malzemeler, bize, çok fazla taşınmadan hemen koptukları alanda yeniden çökeldiklerini göstermektedir.



Şekil 4.15. Breşik-litoklastlı traverten fasiyesi. İçerisindeki karstik boşluklarda sal tipi fasiyes ikincil olarak çökelmiştir.

4.2.2. Kristalin kabuk fasiyesi

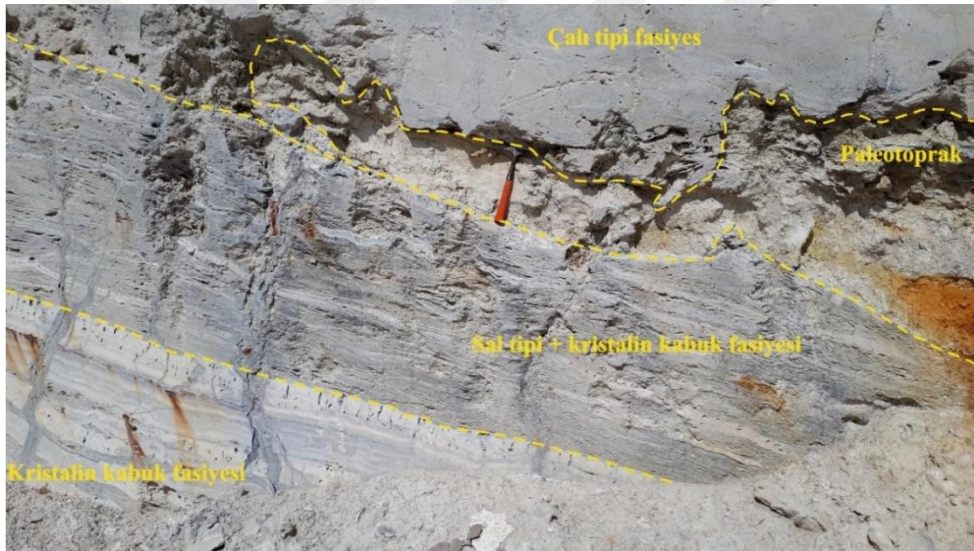
Tazekent Köyü travertenleri içerisinde, 8 tekrarla, en çok tekrar eden fasiyeslerin başında gelmektedir (Şekil 4.16). Gri-bej-beyaz rengi ile dikkat çekicidir. Katman kalınlığı, 0,4-25 cm arasında değişmektedir. Masif ve gözeneksiz yapıdadır. Genellikle kaynağa en yakın fasiyes olarak izlenmektedir (Ayaz, 2002). Tazekent Köyü travertenleri içinde, travertenleri oluşturan çatlakların içi ve su taşıma kanalları kristalin kabuk fasiyesinden oluşmaktadır (Şekil 4.17). Ayrıca diğer fasiyeslerle ardalanmalı olarak tabakalı şekilde de bulunmaktadır (Şekil 4.18). Sürmeli (2014), yaptığı çalışmada bu fasiyesin oniks olarak işletildiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 4.16. Kristalin kabuk fasiyesinden bir görünüm.



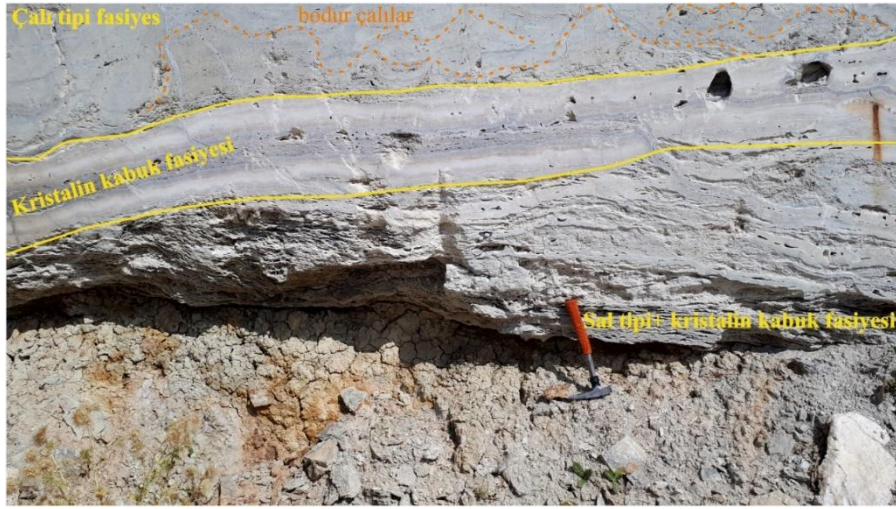
Şekil 4.17. Merkezdeki açılma çatlağı, çatlağı dik bir şekilde dolduran kristalin kabuk fasiyesi ve sutaşıma kanallarındaki kristalin kabuk fasiyesi.



Şekil 4.18. Kristalin kabuk fasiyesi ve diğer fasiyeslerle ilişkisi.

4.2.3. Çalı tipi fasiyes

Kristalin kabul fasiyesi beraber kesitte en fazla tekrar eden fasiyestir. Kısa çalı veya bodur çalı litolojilerinin gözlemlendiği, kalın katmanlı, gri renkli traverten istifleri olarak tanımlanmaktadır (Şekil 4.19). Ancak beyaz renkli, aragonit yapıda ve yukarı doğru büyüyen bitki kalıpları şeklinde de bulunabilir (Şekil 4.20).



Şekil 4.19. Bodur çalılardan oluşan, gri renkli, çalı tipi fasiyes ve diğer fasiyeslerin birlikteliği.



Şekil 4.20. Beyaz renkli, aragonitik yapıdaki çalı tipi fasiyes.

4.2.4. Sal tipi fasiyes

Fasiyes, ince laminadan ince tabakaya değişen kalınlıklarda, krem bej renklidir. Arazide 3 şekilde rastlamak mümkündür. (1) Kristalin kabuk ile ardalanmalı şekilde (bakınız Şekil 4.18, 4.19). (2) çatlak veya boşlukları doldurur şekilde (Şekil 4.21A, B). Bu tarz oluşumlar, traverten oluşumundan sonra gelişen, tektonizma ve karstlaşma süreçleriyle oluşan yarık ve boşluklarda gerçekleşmektedir. Bu bağlamda ikincil

traverten oluşum olarak adlandırabilir. (3) normal sal tipi olarak gerçekleşmektedir (Şekil 4.21C).



Şekil 4.21. A) Boşlukları, (B) açılan yarığı dolduran ikincil sal tipi fasiyes oluşumları. C) sal tipi fasiyes arazi görünümü.

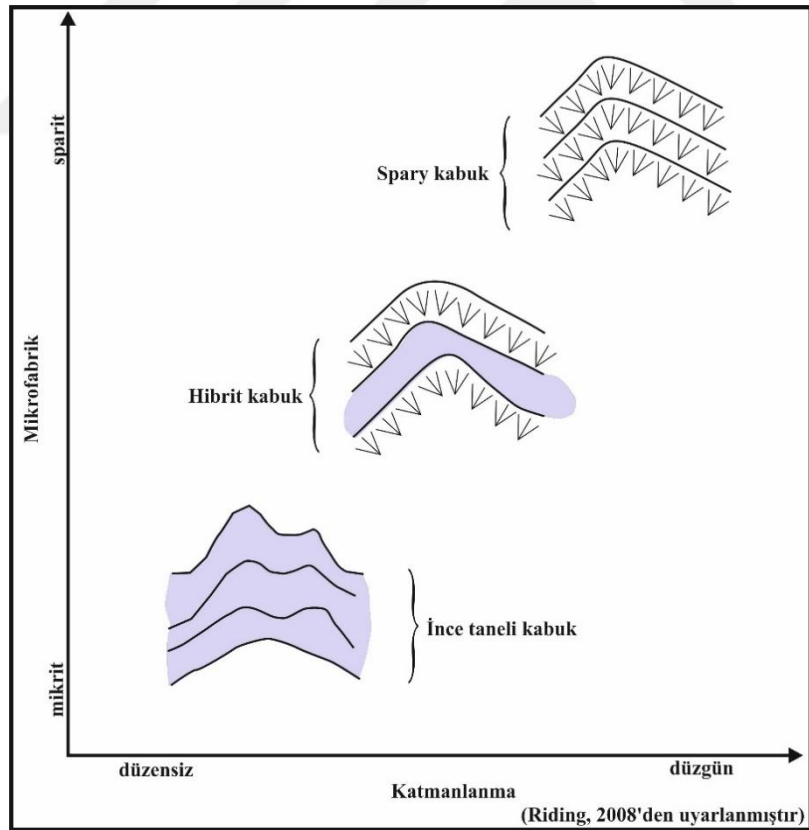
4.2.5. Stromatolitik fasiyes

Stromatolitler bileşeninin asıl maddesi karbonattır. Stromatolitler, tatlı sularda, denizlerde veya evaporitik ortamlarda gelişen, tabakalı, kubbe veya sütun şekilleri ile kabul edilir (Kalkowsky, 1908) (Şekil 4.22). Stromatolitler, katmanlı bentik mikrobiyal birikintilerdir (Kalkowsky, 1908; Burne ve Moore 1987; Riding, 1999). Riding (2008), Stromatolitler için üç özel tip kabuk önermiştir (Şekil 4.23). Bu üç tip ojenik karbonat kabuğunun tümü, çeşitli zamanlarda stromatolitler olarak tarif edilen tabakalı tortuları (hem biyojenik hem de abiojenik) oluşturabilir (Riding, 2008) (Şekil 4.23). İnce taneli Kabuk (tipik olarak düzensiz tabakalı ve karmaşık pıhtılaşmış ve peloidal mikrofabrik) ve Hibrit Kabuk (Serpme ve İnce taneli kabuğun ince alternatifleri) buradaki biyojenik dolayısıyla stromatolitler olarak kabul edilmektedir. Spary kabuk (tipik olarak düzenli, hatta katmanlama ve spary mikrofabrik) abiojenik olarak kabul edilir ve stromatolit olarak kabul edilmez. Bunu için önerilen tanım: Stromatolitler makroskopik olarak katmanlı orojeniktir ara katmanlı abiojenik çökeltiler içeren veya içermeyen mikrobiyal çökeltilerdir. Stromatolitler bu nedenle mikrobiyal ve hibrid tipleri içerir, kubbe

oluşturabilirler ve aynı zamanda yaygın olarak tabaka benzeri kütleler halinde meydana gelir (Kalkowsky, 1908; Burne ve Moore 1987; Riding, 1999).

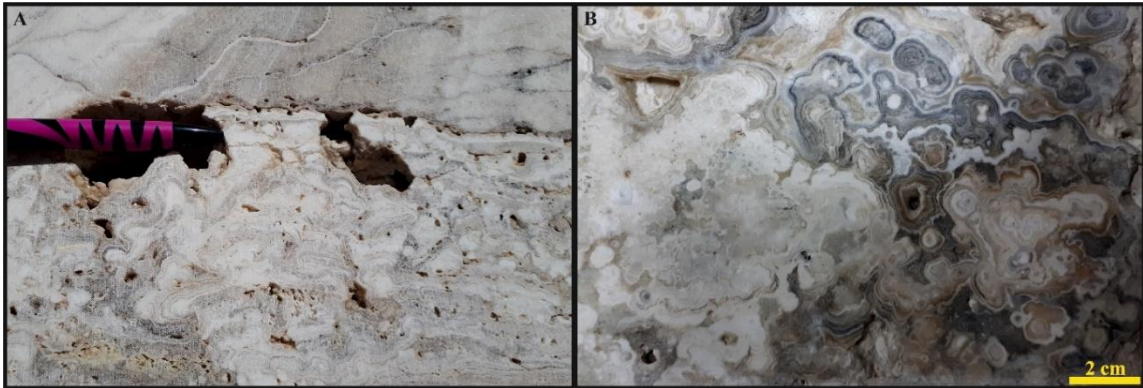


Şekil 4.22. İnceleme alanındaki stromatolitler.



Şekil 4.23. Stromatolitlere ait kabuk türleri.

Farklı olarak, birlikte abiojenik çökeltiler hibrid kabuk kabul edilir, hibrid kabuk değilse abiojenik çökeltilere rastlanabilir. Stromatolitlerin mikrobik olarak tanımlanması, Kalkowsky'nin (1908), yaygın olarak desteklenen görüşü ile tutarlıdır (Awramik ve Margulis, 1974; Walter, 1976; Monty, 1977; Burne ve Moore, 1987). Ayrıca yaygın olarak benimsenen, Burne ve Moore'un (1987) mikrobiyalit olarak kabul edilen Stromatolitler tanımı ile tutarlıdır. Bu tanım, stromatolitlerin incelenmesinde büyük bir ilgi olan genetik doğayı vurgulamaktadır. Örneğin çok eski stromatolitlere olan ilginin çoğu, biyojenik olup olmadıklarına odaklanmaktadır (Lowe, 1994; Hofmann ve ark., 1999; Allwood ve ark., 2006). Günümüzde hiçbir abiyojenik tortu genellikle stromatolit olarak kabul edilmemiştir ve güçlü tartışmalar, abiyojenik ve biyojenik stromatolitleri tanıyan tanımlayıcı bir tanım lehine ifade edilmiş olsa da (Logan ve ark., 1964; Hofmann, 1973; Semikhatov ve ark., 1979) bunlar esasen eski birikintilerde abiojenik ve biyojenik örnekler arasında ayırım yapma zorluğundan kaçınılmaktadır. Çalışma alanındaki stromatolitlerin birçoğu, Steele (1825), tarafından tarif edilen ve Hall (1883), tarafından *Cryptozoon proliferum* olarak adlandırılan stromatolit türüne aittir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Hall (1883), tarafından *Cryptozoon proliferum* olarak adlandırılan stromatolit türü. Aksiyel (A) ve ekvatorial (B) kesiti.

4.2.6. Gaz boşluklu fasiyes

İnceleme alanında en az gözlenen fasiyestir (Şekil 4.14). Uçucu bileşenlerce zengin, sular tarafından çökeltilmektedir (Ayaz, 2002). Alınan kesitin üstüne yakın bölgelerde bulunmaktadır. Bu bağlamda traverten oluşumunun sonlara doğru uçucu

bileşenlerce oldukça doygun olduğunu göstermektedir. Orta-kalın katmanlı, gri-kahverengi renklidir (Şekil 4.25).

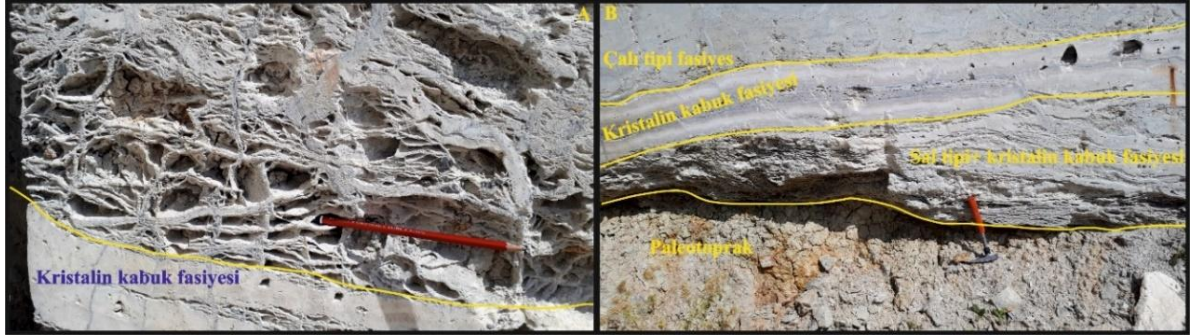


Şekil 4.25. En üst seviyedeki gaz boşluklu fasiyes.

4.2.7. Paleotoprak

Kayaçların, kimyasal, biyolojik ve fiziksel, süreçler sonucu olarak oluşan eski topraklara paleotoprak denilmektedir (Kraus, 1999; Retallack, 2014; Tabor ve Myers, 2015). Paleotoprak seviyeleri, içerdiği polen verilerine dayanılarak iklim değerlendirilmelerinde de kullanılmaktadır (Pazonyi ve ark., 2013; Toker Tagliasacchi, 2018). Kuvaterner tortullarının yerel ve bölgesel ölçekte karşılaştırmalarda ayırt edici özelliklerinden dolayı, Paleotopraklar sıklıkla kullanılmaktadır (Richmond, 1962; Morrison, 1967; Pecs, 1995). Traverten ve tufa oluşumlarının bazıları sürekli bir çökelim gösterirken, bazıları göstermez. Çökelme süreçleri doyunca bir veya birkaç kez duraksama olabilir. Sedimentasyon süreçlerinin durduğu, aşınma süreçlerinin etkin olduğu bu dönemlerde paleotopraklar oluşur. Oluşan bu paleotopraklar, traverten oluşumundaki duraklamaya, canlı aktivitede artışa ve ayrışma süreçlerinin başlangıcına işaret etmektedir (Chafetz ve Folk, 1984; Guo ve Riding, 1998; Özkul ve ark., 2002; Faccenna ve ark., 2008; Van Noten ve ark., 2018). Çalışma alanındaki paleotopraklar 2 şekildedir. (1) kafes yapılı travertenler ile birlikte, kafeslerin içinde (Şekil 4.26A), (2)

boşluk veya tabakalar arasında belirli bir düzey olarak (Şekil 4.26B). Paleotopraklar aynı zamanda yüksek oranda kükürt ve sülfür alterasyon zonlarını işaret eder (Şekil 4.27).



Şekil 4.26. Kafes yapısı içerisindeki (A) ve tabakalar arası şekildeki (B) paleotoprak oluşumları.



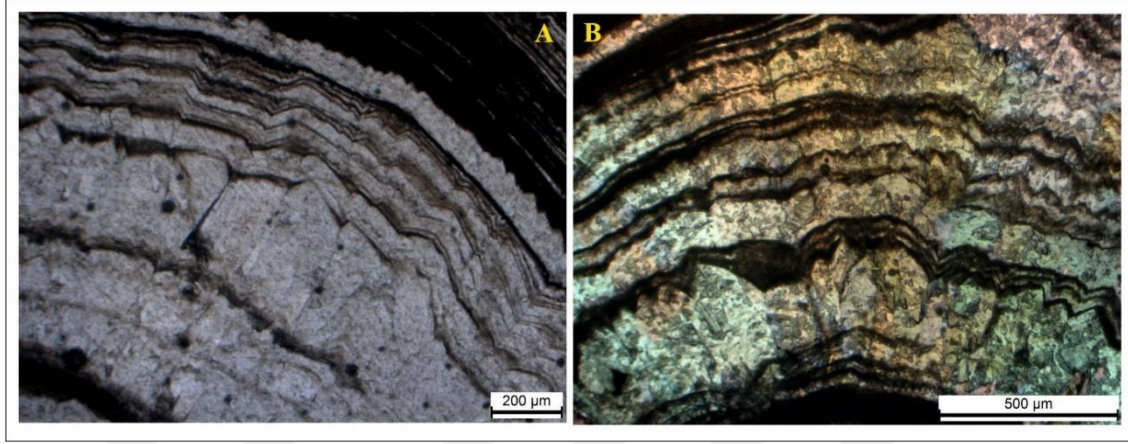
Şekil 4.27. Paleotoprak içerisindeki kükürt ve sülfür alterasyonları.

4.3. Mineraloji

Bu bölümde ince kesit görüntüleri, SEM analizleri ve XRD analiz sonuçları verilmektedir.

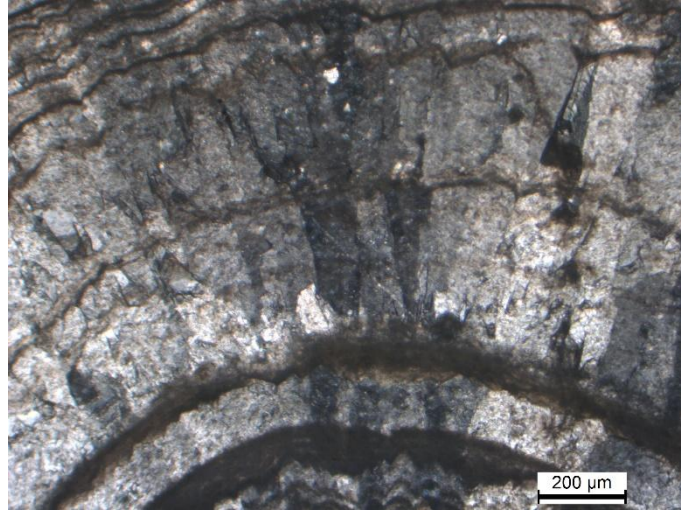
Stromatolitler, Riding (2009)'in belirttiği üç kabuk (ince taneli, hibrit ve spary kabuk) türünü de yansıtmaktadır. Spary kabuk, çok ince bantlar halinde mikritik matlar

içermektedir. Bu mikritik malzemeler kalın sparitik malzemelerin arasında yer almaktadır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Spary kabuk görünümü.

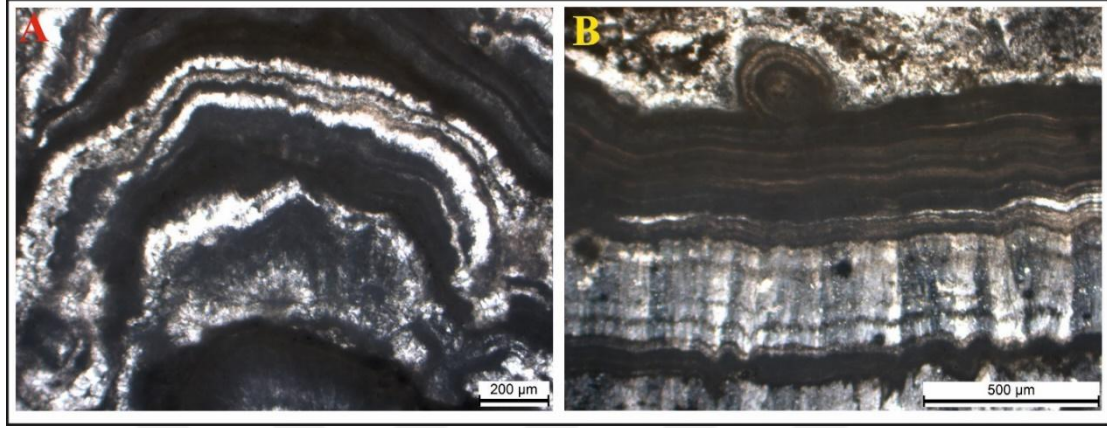
Her bir sparit kabuk içindeki sparit kristalleri büyüme düzlemine dik olacak şekilde elipsoidal yarı küreler şeklinde gelişmektedir ve sparit kabuk arasında çok ince bile olsa bir mikritik bant bulunmaktadır (Şekil 4.29).



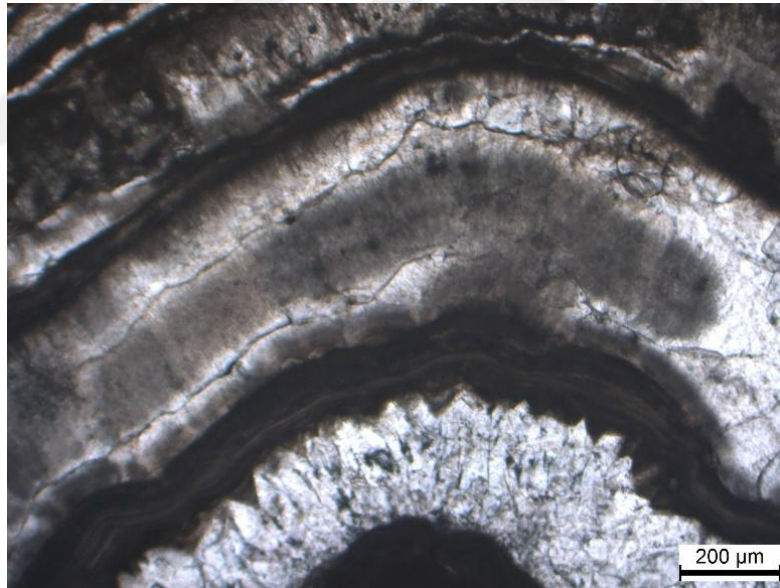
Şekil 4.29. Elipsoidal ve büyüme eksenine dik gelişen kalsit kristalleri.

Hibrit kabuklar hem sparitik kabuklardan hem de ince taneli kabuktan oluşmaktadır (Şekil 4.30). Bu kabuklar yaklaşık olarak aynı kalınlıktadırlar. Ancak

bazen ince taneli kabuğun, bazen de spary kabuğun daha kalın olduğu yarı hibrit kabuklar da mevcuttur (Şekil 4.31). Bu kabuk türünde mikritik bantlar üst üste gelirken sparit kabuklar arasına yine ince taneli matlar gelmektedir.



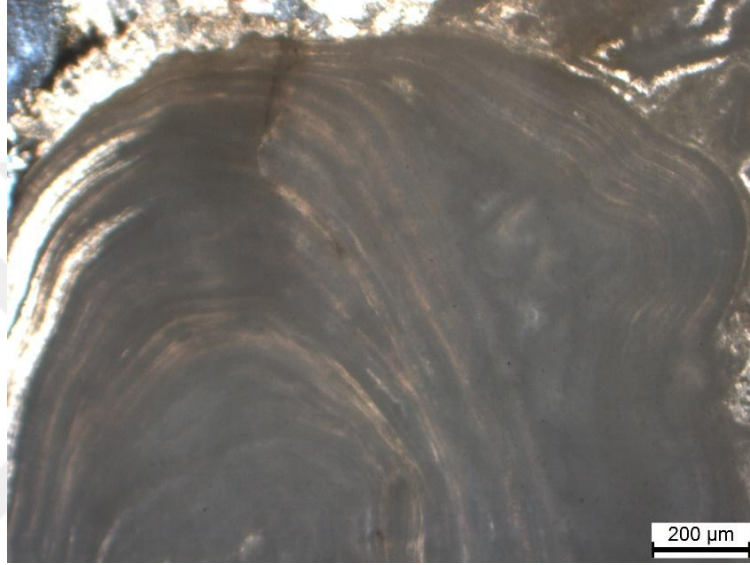
Şekil 4.30. Hibrit kabuk.



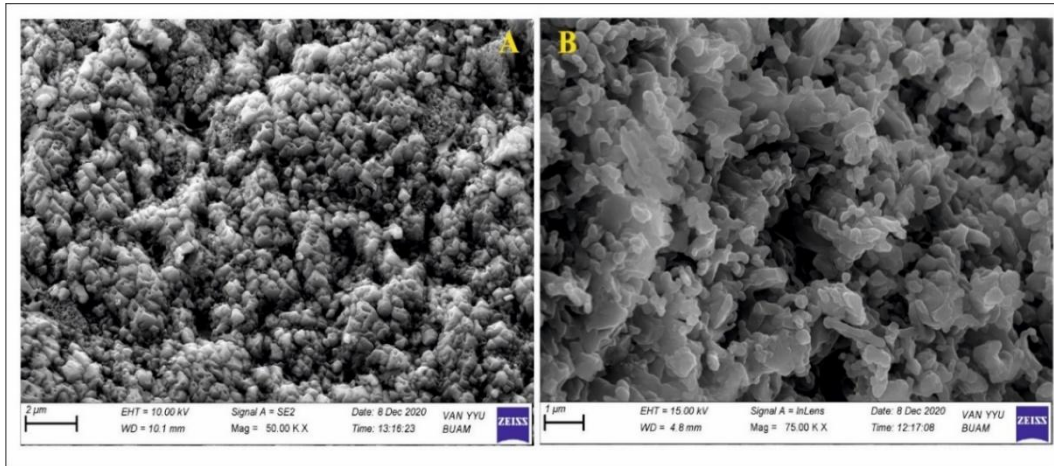
Şekil 4.31. Spary kabuğun daha kalın olduğu yarı hibrit kabuk.

İnce taneli kabuklar ise üst üste birikmiş, mikritik matlardan meydana gelmektedir (Şekil 4.32). SEM görüntülerinde ince taneli mikrobiyal kabuk matları, gri beyaz renkli, ince taneli ve iç içe geçmiş görünürken (Şekil 4.33A), spari kabuk matları ise daha duru, iri taneli ve daha açık renkli görünmektedir (Şekil 4.33B). Bu matlar çok

nadiren de olsa sparit kabuklar içermektedir. Bir stromatolit istifi tek bir kabuk yerine bu üç kabuğun karışımı sonucu oluşmaktadır (Şekil 4.34). SEM görüntüleri incelendiğinde aragonit kristallerinin arasında, çoğunlukla mikrobiyal malzeme görülmektedir (Şekil 4.35A). Bu mikrobiyal matlar, ince uzun aragonit filamentlerinin uç kısımlarına yerleşerek bir örtü gibi filamentlerin üstünü örtmektedir. Bu mikrobiyal matlar, kalsit aragonit sınırında bulunmaktadır (Şekil 4.35B).



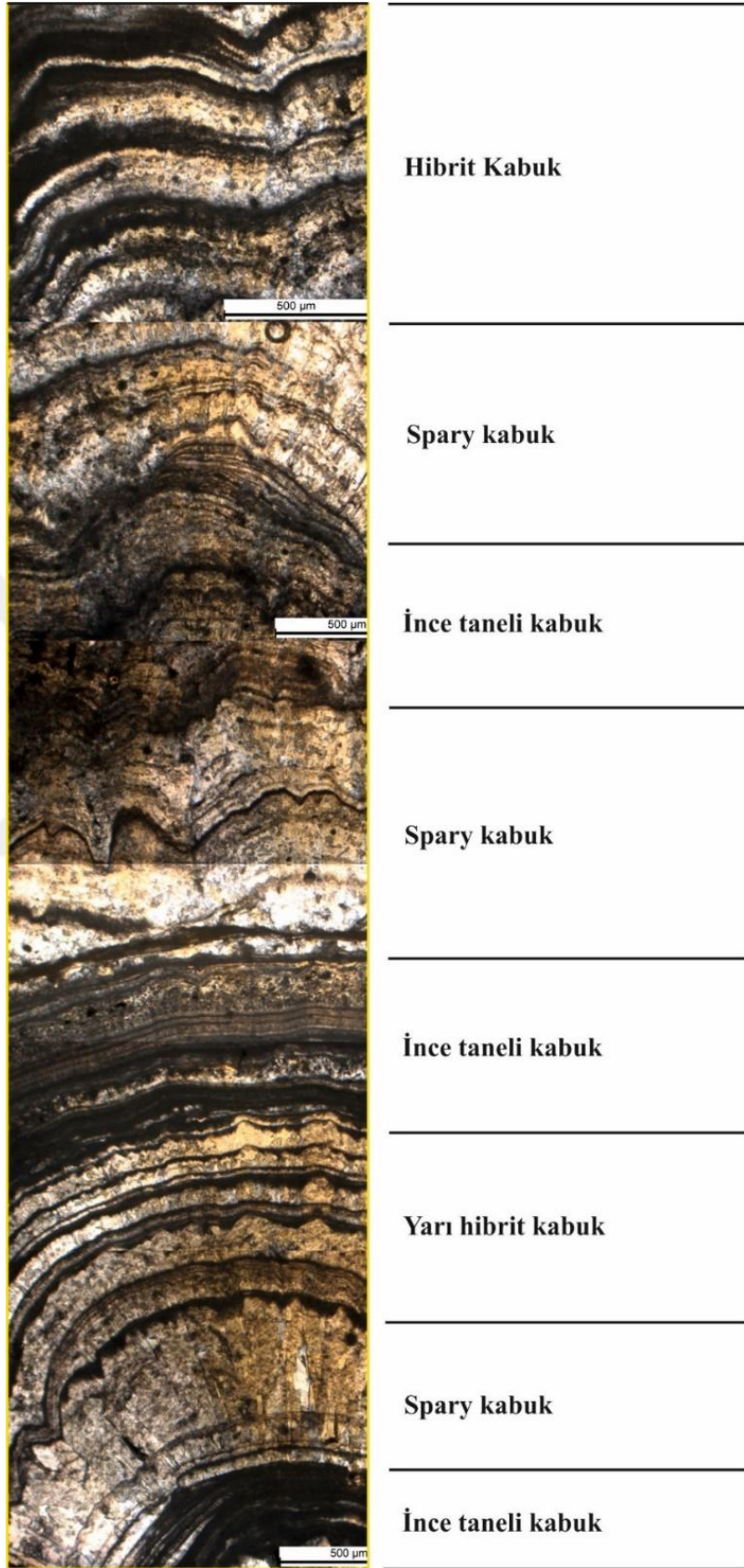
Şekil 4.32. İnce taneli kabuk.



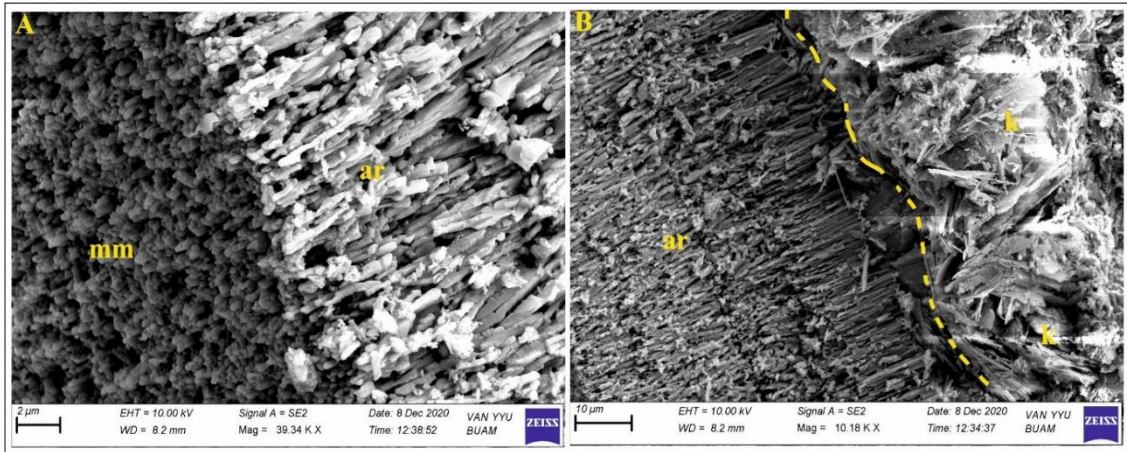
Şekil 4.33. İnce taneli mikrobiyal mat (A) ve Spary kabuk matı (B).

Tazekent Köyü Traverten istif  yoğun miktarda killi malzeme ve kuvars ihtiva etmektedir. Silisyum traverten bünyesinde yoğun miktarda bulunması sonucu bölge oniks bakımından oldukça zengin hale gelmiştir (şekil 4.34). Kuvarslar genelde demirle birlikte traverten bünyesi içerisinde yer alırken (şekil 4.35A) killer daha çok ikincil oluşumlar olarak yerleşim göstermektedirler (şekil 4.35B).

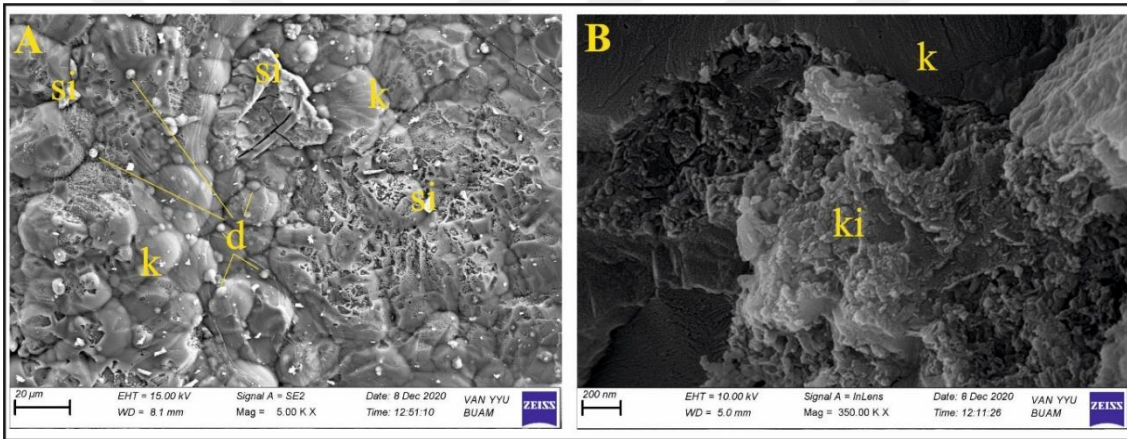




Şekil 4.34. Değişik kabuklardan oluşan stromatolit boyuna kesiti.



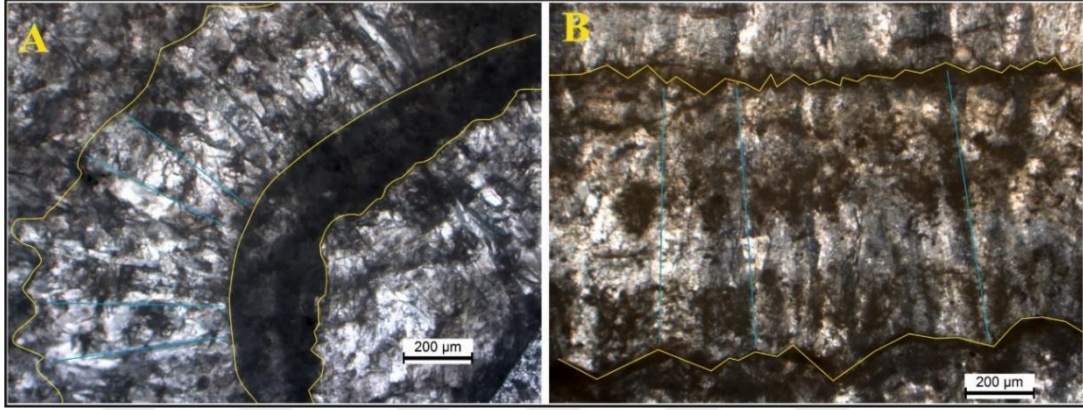
Şekil 4.35. Aragonit kristalleri ve üzerlerindeki mikrobiyal matlar (A) ve Aragonit kalsit sınırı (B). Aragonit (ar), kalsit (k), mikrobiyal mat (mm).



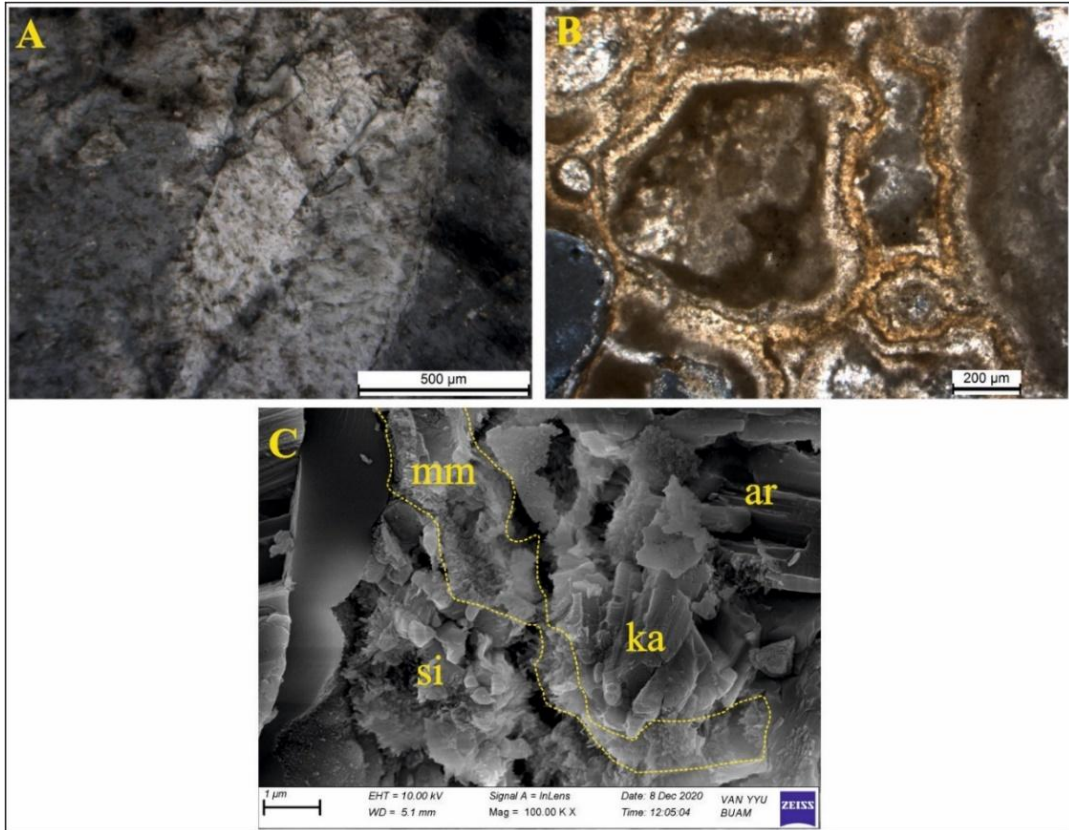
Şekil 4.36. Kuvars, demir içeren oniks traverten (A), ikincil kil oluşumu kalsit üzerinde belirgin bir şekilde izlenmektedir (B), kuvars (si), demir (d), kalsit (k) ve kil (ki).

Kristalin kabuk fasiyesini oluşturan, çökelme düzlemine dik kalsit kristallerinin üst yüzeyleri konkoidal yapı sergileyen yelpazelerden oluşmaktadır. (Şekil 4.37A). Düzgün yapıda, aralarında boşluk kalmayacak şekilde kompakt olarak gelişen bu kalsit kristalleri, ince kesitte, uzamaya dik olarak, kristalleri kesen ince laminasyonlara sahip uzun kristal katmanları sergiler (Şekil 4.37B). Bu ince laminasyonlar, yukarı doğru dışbükey olan ve yelpaze tabanından yukarı doğru gelişen büyüme çizgileridir (Şekil 4.37A). Art arda gelişen ışınsal yelpazeler yaklaşık eşit boylardadır (Şekil 4.37A) Çalı tipi fasiyes, incelenen kesitlerde, çalı büyümesi birden fazla yapraktan yayılan dalların oluşturduğu çalı büyümesi şeklindedir (Şekil 4.38A). Yaprakların boyuna kesilmiş

kesitleri incelendiğinde ooid benzeri yapılar da bulunmaktadır (Şekil 4.38B). Bu yapıların ortasında kalsit mineralleri, etrafında ise çürümüş olan bakteri hücreleri yer almaktadır (Şekil 4.38B, C).

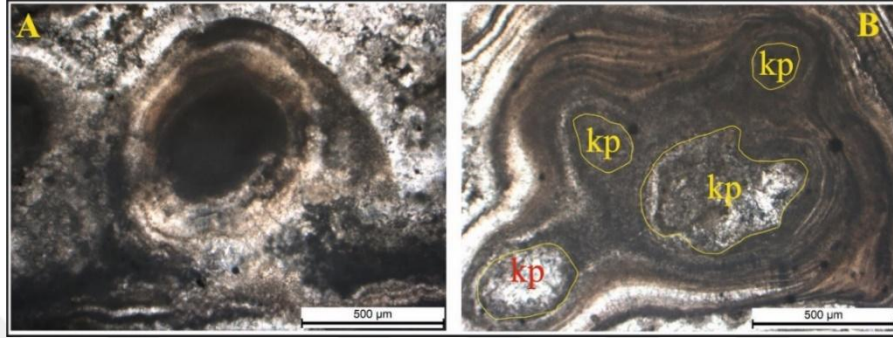


Şekil 4.37. Kristalin kabuk fasiyesi (A) kristal fanları, düzlemsel kristaller (B).



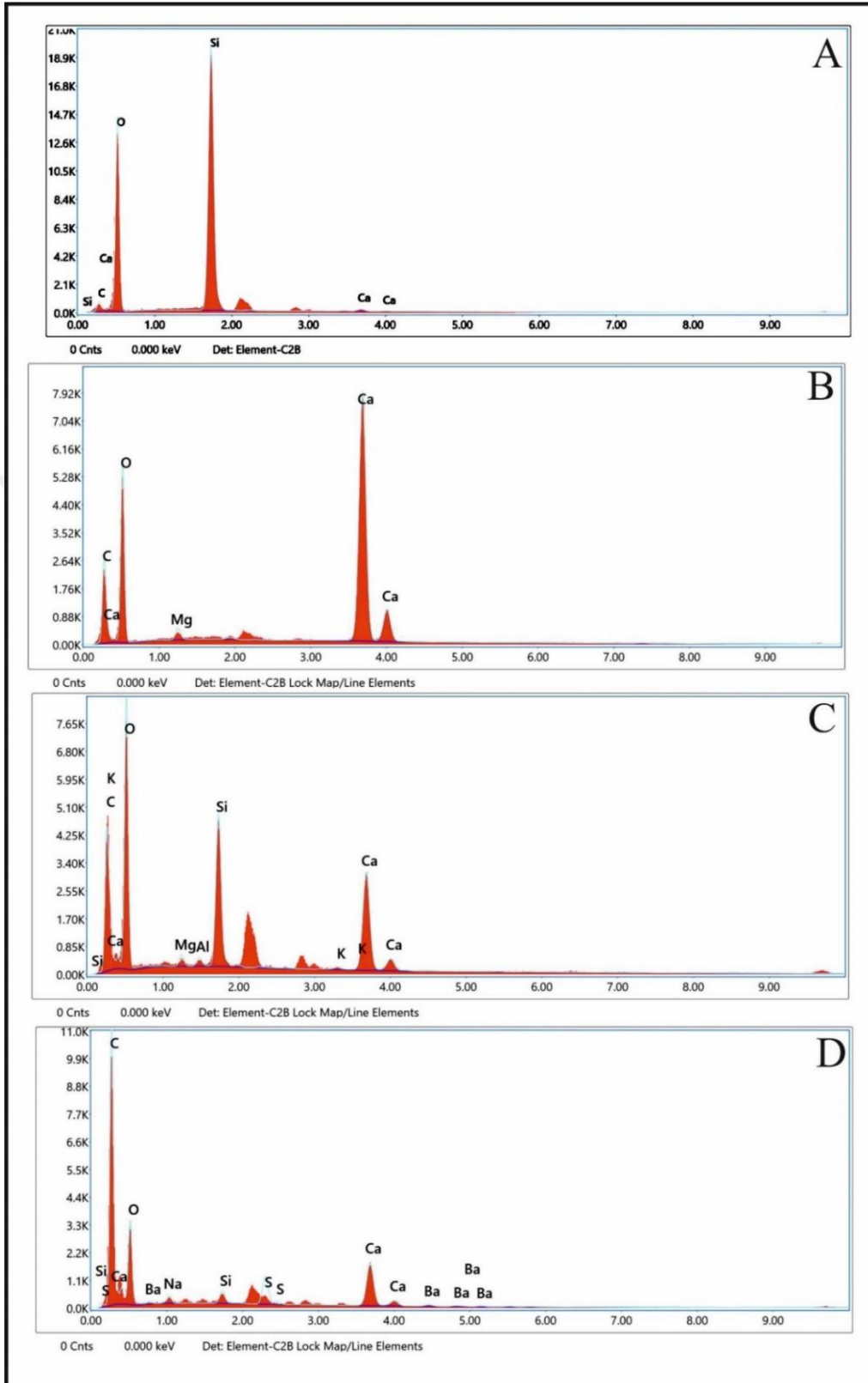
Şekil 4.38. (A) Birden fazla yapraktan yayılan dalların oluşturduğu çalı büyümesi, (B) ooid benzeri yapılar ve bu yapıların atasındaki silisli kalsit ve mikrobiyal mat (C). ar: aragonit, ka: kalsit, si: kuvars, mm: mikrobiyal mat.

Breşik litoklast fasiyesini oluşturan litoklastları, yine travertenden aşınan taneler oluşturmaktadır. Fasiyes içerisinde yer yer ooid (Şekil 4.39A) ve onkoid taneleri bulunmaktadır (Şekil 4.39B). Ooitlerin çekirdeğindeki taneleri kristalin kabuk fasiyesinden türemiş çakıllar oluşturmaktadır.

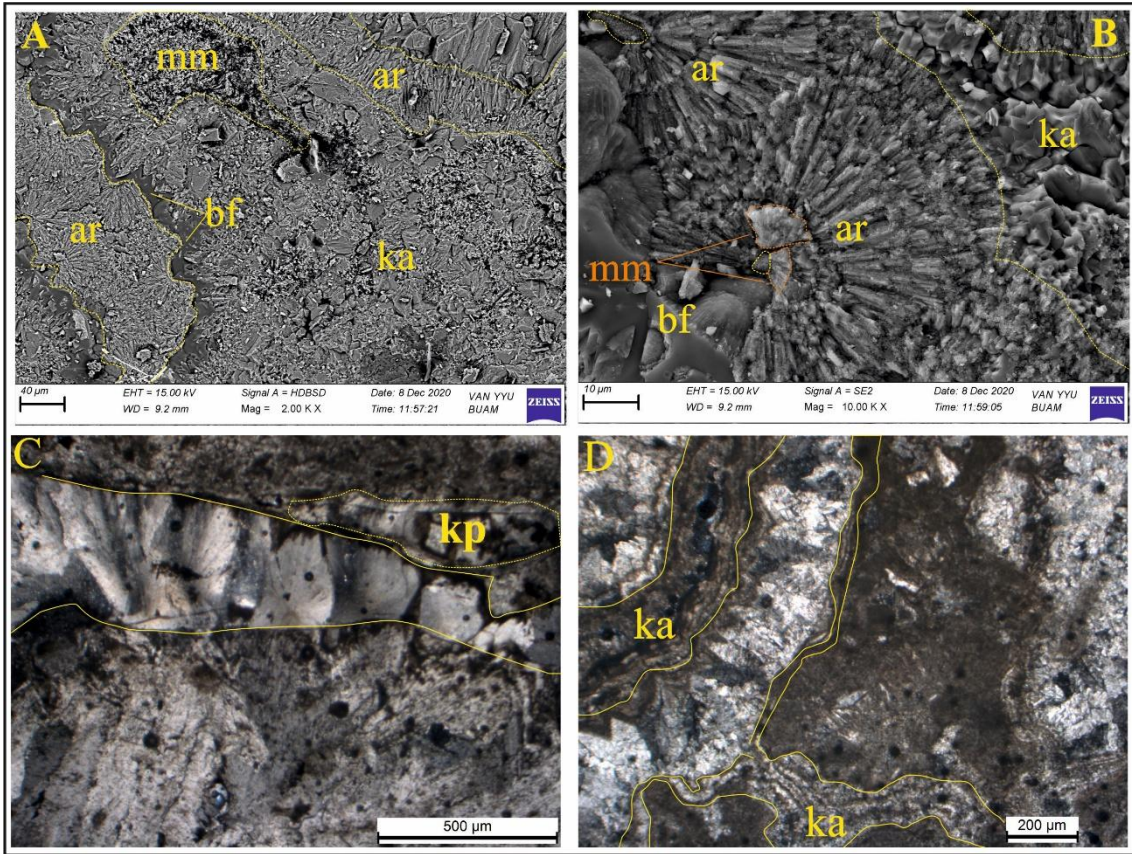


Şekil 4.39. Ooid (A) ve onkoid (B) taneleri. kp: kayaç parçası.

Bazı gayzerler ve sıcak su kaynaklarında, silisli, manganez, alüminyum ve demir açısından zengin minerallerle birlikte yoğun karbonat birikimleri gözlenebilmektedir (Chafetz ve ark., 2018) (bakınız Şekil 4.36A, 4.40A, B, C, D). Bu kaynak alanlarda çok iyi gelişmiş öz kristalli aragonit tanelerine çok sık rastlanmaktadır (Chafetz ve ark., 2018). Bazı durumlarda ise, sivri uçlu aragonit kristallerine sahip bazı sferolitler vardır (Şekil 4.41A, B). Bu sferolitleri içeren ve radyal olarak dizilmiş aragonit kristallerinin merkezlerinde değişik şekilli (küresel, eliptik ila çubuk) cisim kümeleri bulunur (Şekil 4.41A, B). Bu parçacıklar, daha önce laboratuvar deneyleri sırasında küresel karbonat çökeltileri oluşturduğu gözlenen bakteri gövdelerine benzer boyut ve şekillere sahiptirler (Chafetz, 1986; Buczynski ve Chafetz, 1991; Chafetz ve Buczynski, 1992; Rivadeneyra ve ark., 2006a; Rivadeneyra ve ark., 2006b;). Bu çalışmada da gözlenen ve aragonit sferolitlerinin merkezinde yer alan bu taneler bakteriyel fosiller olduğu düşünülmektedir. Çoğu durumda saf aragonit kristalleri çekirdek bölgesinin yüzeyinden yayılmaktadır. Ancak bazı sferolitlerde geçiş bölgesi vardır ve geçiş bölgesi sergileyen bu sferolitlerde, çekirdeğe en yakın başlangıçta çökelmiş aragonit kristallerinin, çekirdeğin bir parçası olan bazı bakteri fosillerini kapladığı gözlenebilmektedir (Chafetz ve ark., 2018). Kristalin kabuk fasiyesinde, suları taşıyan, mikro kanalcıklar da bulunmaktadır (Şekil 4.41 C, D). Bu mikro kanalların içi yine, kristalin kabuk fasiyesinden oluşmaktadır.



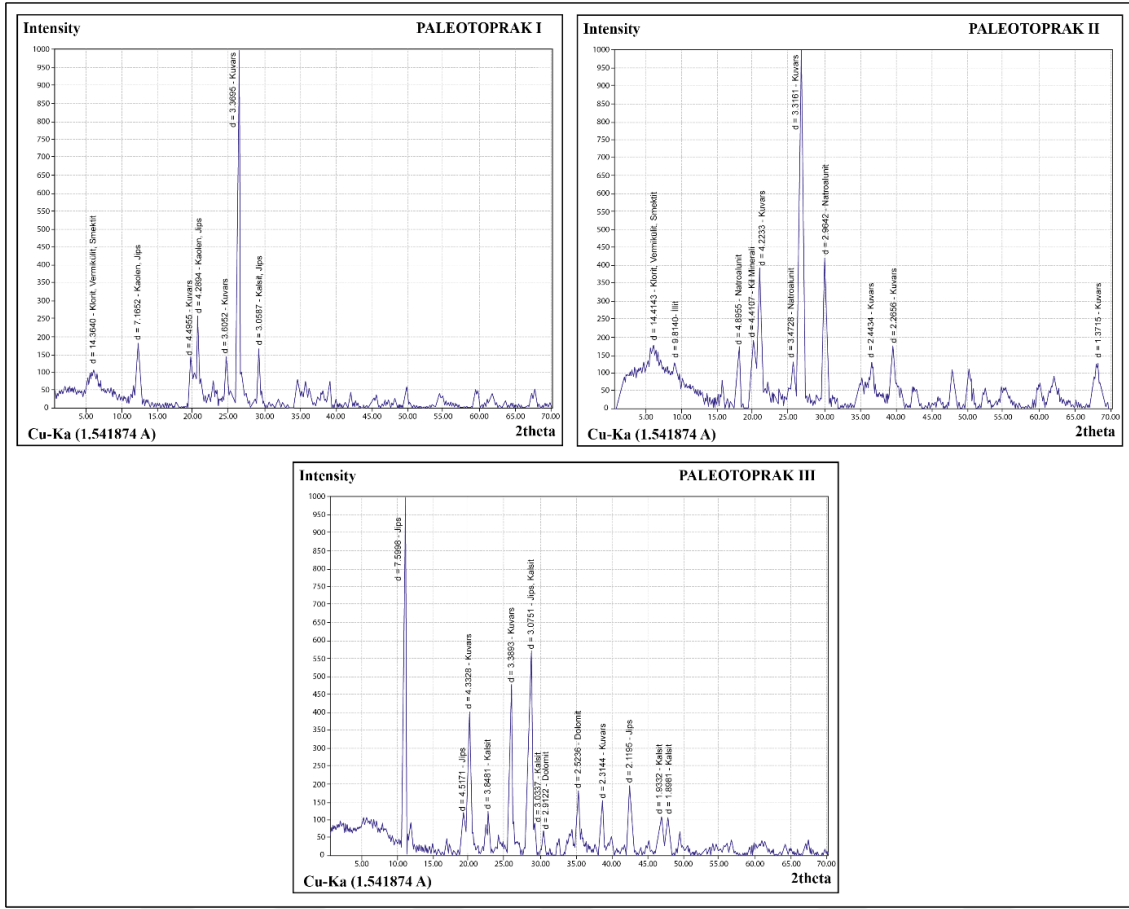
Şekil 4.40. (A, B, C, D) Travertenlerde gözlemlenen farklı minerallerin EDX görüntüleri.



Şekil 4.41. (A, B) Sivri uçlu aragonit kristallerine (ar) sahip sferolitler, mikrobiyal matlar (mm) ve kalsit kristalleri (ka), bu sferolitlerin merkezinde çoğu zaman bakteri fosilleri (bf) bulunmaktadır. (C) Kristalin kabuk fasiyesinde gözlemlenen iri kristalli kalsit demetlerinden oluşan traverten parçaları (kp). bu traverten parçaları da kristalin kabuk fasiyesinden oluşmaktadır. (D) kristalin kabuk fasiyesinde gözlemlenen su taşıma kanalları (ka). Kanalların etrafında oluşan iri kalsit kristalleri dikkat çekicidir.

XRD çalışmalarında elde edilen sonuçlarda;

İnceleme alanındaki 5 palaeosol fasiyesinden alınan örneklerin X-ışını kırınım analizlerinde; kil, karbonat, kuvars, jips, feldspat ve dolomit piklerinin yaygın olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.42, 4.43).



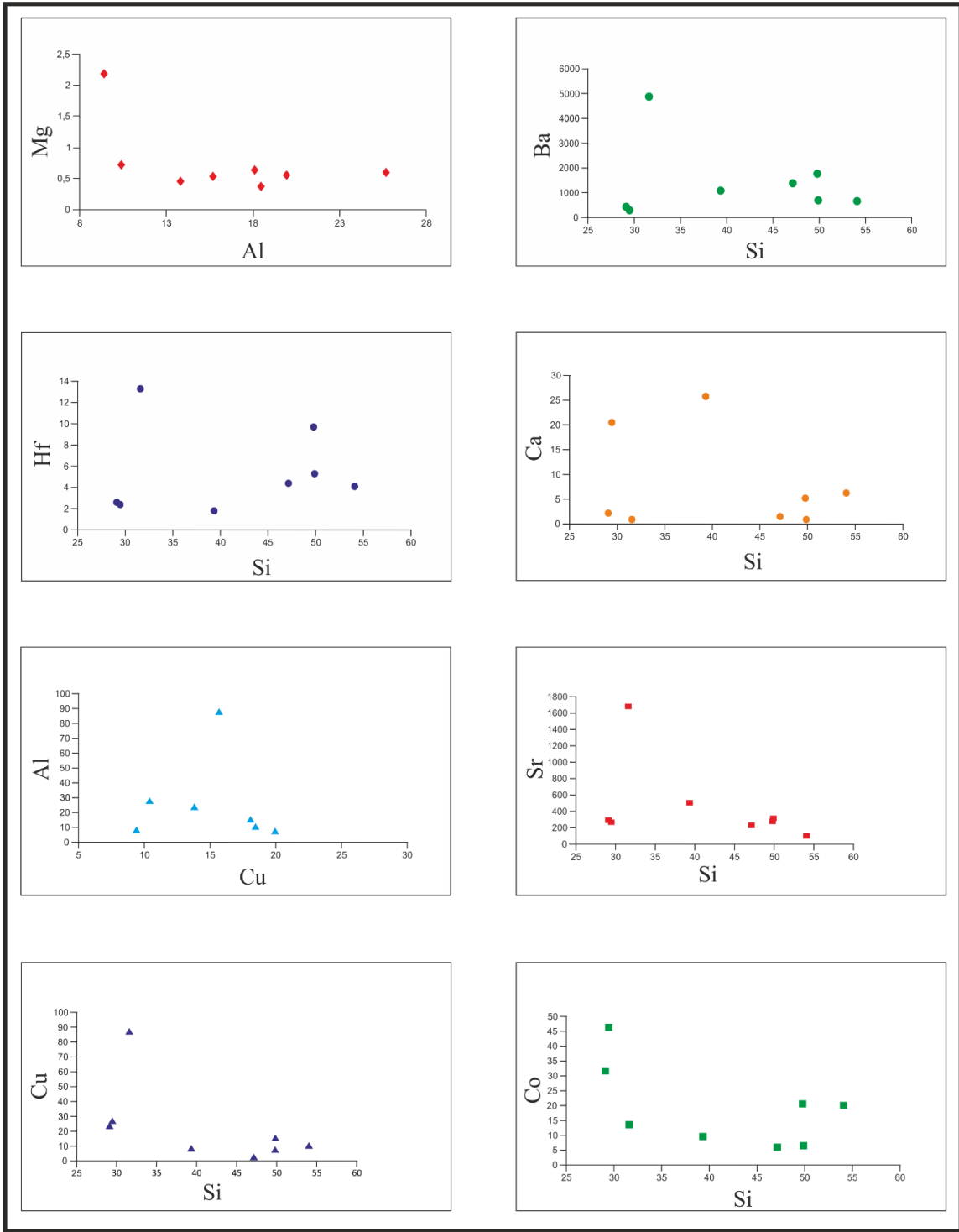
Şekil 4.42. Paleotoprak 1, Paleotoprak 2, Paleotoprak 3 örneklerinin XRD analiz sonuçları.

5 örnekte baskın olarak kuvars, jips, illit, vermiküllit, klorit ve smektit mineralleri bulunmaktadır. Kuvars minerali, $4.4955 - 1.9314 \text{ Å}$ pik değerleri arasında, klorit vermiküllit, smektit mineralleri, $14.6108 - 14.3640 \text{ Å}$ pik değerleri arasında izlemektedir. Bunların dışında en çok izlenen minerallerden olan, jips minerali, $7.1652 - 1.8994 \text{ Å}$ pik değerleri arasında ve illit minerali ise, $9.9586 - 9.8140 \text{ Å}$ pik değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Paleotoprak 3 örneğindeki dolomit minerali, $2.2536 - 2.9122 \text{ Å}$ pik değerleri arasındadır. Yine paleotoprak 4 örneğinde, $2.1176 - 3.2520 \text{ Å}$ pik değerleri arasında feldspat mineralleri gözlemlenmektedir. Bu örneklerin dışında, $3.0337 - 3.0787 \text{ Å}$ pik değerleri arasında kalsit mineralleride bulunmuştur (Şekil 4.42 4.43).

ortamında ince taneli killerin varlığını (kaolen, simektit, illit, klorit gibi) doğrulamakla beraber silisiklastik malzemelerin (kuvars, feldispat) XRD çalışmalarında da gözlemlendiği gibi travertenler içerisinde bol miktarda oluştuğunu ve taşındığını kanıtlamaktadır (Haug ve ark., 2003; Reinhardt ve ark., 2018) (Şekil 4.44, 4.45). MgO içeriğinin 7. örnekte yüksek izlenmesi bu örnek içerisindeki dolomit içeriğinin arttığını gösterebilir. CaO ve SO₃ değerlerinin bazı örneklerde yüksek gözlenmesi, bu travertenlerde jips ve kalsit içeriğinin artmış olabileceğini gösterir (Çizelge 4.2). Fe oksit ve Zn arasındaki orta derecedeki pozitif korelasyon ($R^2 = 0.52$) Zn elementinin biyolojik kökenli olduğunu göstermektedir (Guo ve ark., 2017) (Şekil 4.44, 4.45). Zn, Cu, Ni, Mo ve Co elementlerinin yüksek konsantrasyonları da çökelme ortamındaki biyolojik kökenli organizmaların depolanma ortamında bulunduğunu ve tuzluluğun arttığının bir göstergesidir (Guo ve ark., 2017) (Çizelge 4.2). Aynı zamanda bu elementlerin artışı kırıntılı materyalin çökelme ortamına taşındığını gösterir. Sr elementi de çok yüksek konsantrasyonlar göstermektedir (101-1682ppm) (Çizelge 4.2). Sr, Ca'un iyonik yarıçapı ile aynı olduğu için onun kristal yapısı içerisine girerek yer değiştirebildiğinden Sr elementi Ca minerallerinde (dolomitli, kalsitli, jipsli) yüksek olabilir.

Çizelge 4.2. Tazekent Köyü travertenlerinden alınan 8 adet örneğin element analizi sonuçları.

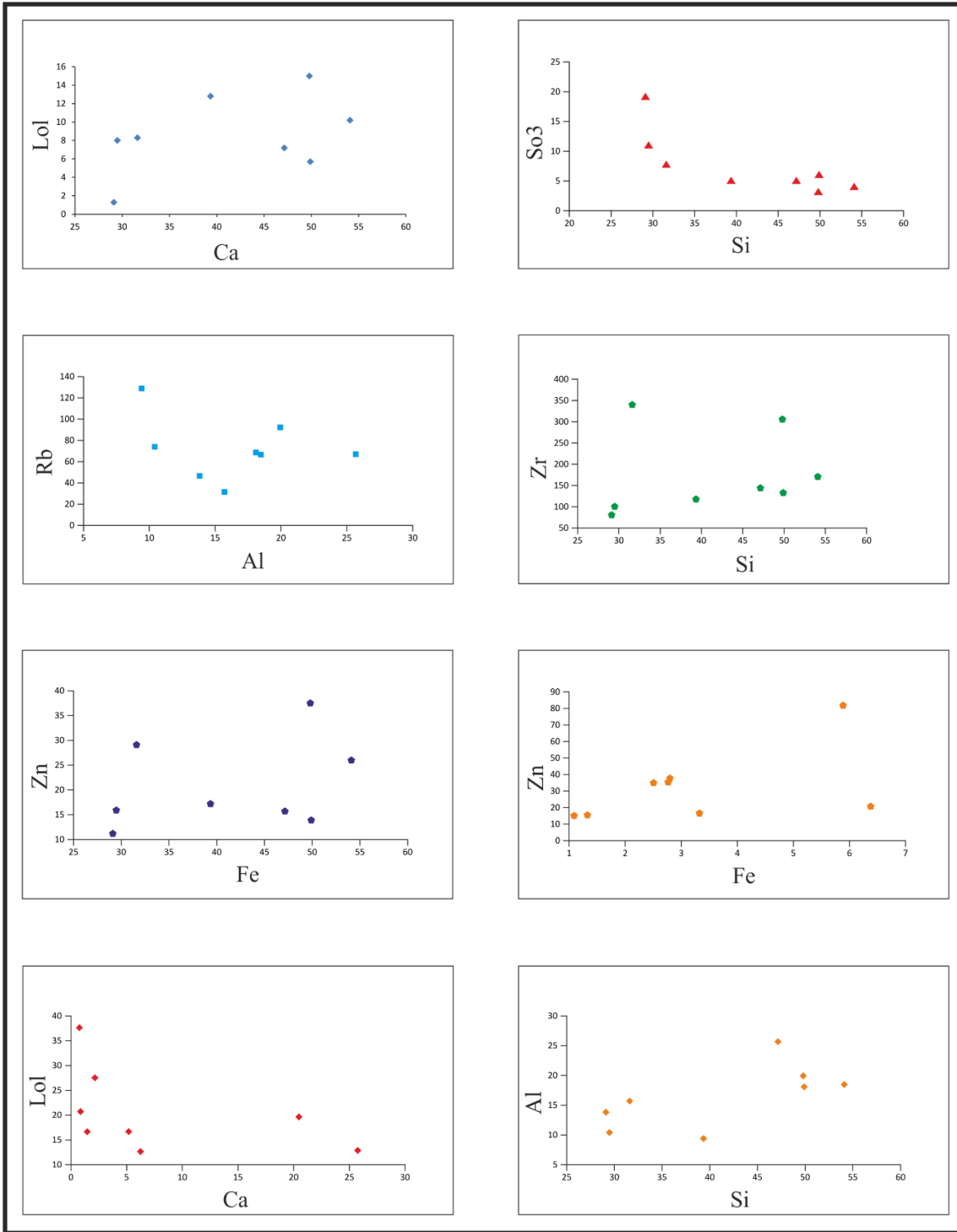
Element	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂
Dimension	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	0.045	0.641	18.1	49.89	0.02103	6.198	0.1105	1.696	0.8651	0.1827
2	0.061	0.458	13.82	29.11	0.1055	19.13	0.00584	1.459	2.161	0.1168
3	0.04	0.601	25.68	47.14	0.01048	5.099	0.05935	1.849	1.456	0.1493
4	0.042	0.557	19.94	49.79	0.0385	3.032	0.0134	2.012	5.184	0.5463
5	0.048	0.537	15.7	31.6	0.1935	7.634	0.01269	1.931	0.7563	0.5381
6	0.06	0.723	10.41	29.48	0.0836	10.87	0.03222	1.641	20.47	0.4112
7	0.055	2.184	9.416	39.34	0.0771	5.1	0.1194	2.65	25.75	0.4215
8	0.042	0.375	18.47	54.09	0.00914	3.905	0.00669	1.527	6.24	0.398
Element	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	LOI	Co	Ni	Cu	Zn	Ga
Dimension	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	0.0184	0.0035	0.00428	1.327	20.72	6.5	18.3	15.4	15.5	16.9
2	0.0119	0.00088	0.00441	6.379	27.53	31.7	10.3	23.8	20.7	11.8
3	0.0116	0.00572	0.00374	1.088	16.64	6	32.6	1.9	15.1	24.3
4	0.0165	0.0123	0.00791	2.797	16.66	20.6	15.4	7.6	37.7	22.3
5	0.0203	0.0402	0.00543	3.326	37.62	13.6	7.7	87.9	16.6	148.1
6	0.0194	0.01173	0.00852	5.887	19.64	46.3	82.7	27.2	81.8	10.8
7	0.0058	0.0097	0.0239	2.507	12.88	9.6	21.6	7.7	35	11.9
8	0.0129	0.00569	0.00589	2.766	12.66	20.1	16.9	10.6	35.4	16.5
Element	Ge	As	Se	Br	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo
Dimension	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm	Ppm	ppm	ppm
1	5.6	24.2	0.3	1.9	68.6	314.5	5.7	132.9	13.9	3.6
2	2	144.3	0.3	0.8	46.6	292.5	1.3	80.8	11.2	2.7
3	5.9	6.5	0.2	1.7	67	228.7	7.2	144.3	15.7	5
4	7.3	47.9	0.3	0.7	92.3	278.1	15	305.7	37.5	2.8
5	27.5	309	0.4	0.7	31.5	1682	8.3	340	29.1	3.4
6	1.2	483.6	0.3	0.8	73.9	267.9	8	100.5	15.9	3.6
7	7.1	23.1	0.3	17.6	129	503.4	12.8	117.9	17.2	3.7
8	0.9	214.7	0.3	0.4	66.6	101.1	10.2	170.9	26	2.7
Element	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Cs	Ba	La	Ce
Dimension	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1	2.4	1.8	1.3	0.9	1.2	2.2	24.7	694.2	17.3	32.7
2	0.5	0.8	0.9	0.8	1.1	2	38	428.5	11.4	29.4
3	1	0.8	1.2	0.9	1.3	2.3	43	1380	26.4	47.3
4	2.5	2.6	3.8	1	1.4	2.6	105.6	1768	32.7	70.9
5	0.9	1.8	6.2	1	1.5	3.2	81.4	4866	20.1	19.3
6	0.9	0.8	1	1	1.2	2.1	52.2	287	21.1	28.8
7	0.9	0.9	1	1	1.4	3.3	279.4	1083	14.3	29.7
8	0.8	0.7	2.4	0.9	1.2	2.1	35.9	661.5	26.1	53.2
Element	Hf	Ta	W	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U	
Dimension	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	
1	5.3	2	7.2	0.8	0.4	7.3	0.5	9	5.1	
2	2.6	2.8	3.7	0.7	1	5.6	0.8	12.2	10.7	
3	4.4	1.6	9.6	0.8	0.6	5.4	0.5	18	7.2	
4	9.7	2	30.7	1.1	0.8	7.6	0.8	12.1	11.7	
5	13.3	9.1	78.9	2	1.7	42.9	0.8	34.8	7.6	
6	2.4	2.8	14.4	1.5	1.8	15.9	1.5	10.2	8.6	
7	1.8	2.6	17.9	1.2	0.9	12.5	0.7	7.2	8.7	
8	4.1	2.5	13.7	0.7	0.6	12.4	0.4	8	7.1	



Şekil 4.44. Element korelasyonlarına göre hazırlanmış Harker Diyagramları.

Sr'la beraber Ba (4866ppm) içeriğinin de örneklerde çok yüksek konsantrasyonları, depolanma ortamındaki diyajenetik akışkanların tuzluluk artışında büyük bir rol oynamasından kaynaklanmaktadır (Kushnir, 1982). Aynı zamanda Sr, Ba, Co, Ni, Cu, Pb, As, Ti, Zr gibi iz elementlerinde çok yüksek konsantrasyonları çalışma alanında Kuvaterner volkanizmasına ait volkanojenik faaliyetle ilişkili hidrotermal çözeltilerin etkin olduğunu da kanıtlamaktadır (Butler, 1969; Emelyanov ve Shimkus, 1986) (Çizelge 4.2.). Bu elementler çalışma alanındaki zayıf zonlar vasıtasıyla hidrotermal akışkanlarla havza içerisine taşınmış olmalıdır.





Şekil 4.45. Element korelasyonlarına göre hazırlanmış Harker Diyagramları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tazekent köyü travertenlerinde, arazi, sedimantolojik ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Bu bağlamda, 136 örnek derlenmiştir. Bunlardan 110 tanesi ince kesit, 10 tanesi SEM, 5 tanesi XRD, 3 tanesi U/Th ve 8 tanesi de XRF analizi için kullanılmıştır. Yapılan Arazi ve sedimantolojik incelemeler sonucunda, Tazekent Köyü Travertenleri morfolojik olarak dom ve sırt tipinde oluşum gösterdiği tespit edilmiştir. Yine, Tazekent Köyü Travertenleri;

1. Breşik-litoklastlı fasiyes,
2. Kristalin kabuk fasiyesi,
3. Çalı tipi fasiyes,
4. Sal tipi fasiyes,
5. Stromatolitik fasiyes,
6. Gaz boşluklu fasiyes,
7. Paleotoprak fasiyesi, olmak üzere 7 fasiyese ayırtlanmıştır.

XRD analizleri paleotoprakların çözümünde en iyi araç olarak kullanılmaktadır (Tabor ve Myers, 2015). Elde edilen tüm paleotoprak örnekleri kurak ve soğuk iklimi göstermektedir. Bu durum, örneklerde kuvars ve klorit minerallerinin bulunması ile doğrulanmaktadır (Singer ve ark., 1994; Southard ve Miller, 1996; Tabor ve Myers, 2015). Ancak, kuvars ve klorit minerallerinin tüm kırıntılı, olgunlaşmamış paleotopraklarda gözlemlendiği bilinmektedir (Southard ve Miller, 1996; Thomas ve ark., 2011; Tabor ve Myers, 2015). Paleotoprak 1-2 ve 5 örneklerindeki klorit, vermiküllit ve smektit mineralleri, bu 3 örneğin de kurak ve soğuk iklim şartlarında olduğunu göstermektedir (bakınız Şekil 4.42, 4.43). Yine paleotoprak 3-4 örneklerinde gözlemlenen dolomit ve feldispat mineralleri de bu örneklerin kurak ve soğuk iklim koşullarında gerçekleştiğini ispatlamaktadır. (Sheldon ve Tabor, 2009; Babechuk ve Kamber 2013; Tabor ve Myers, 2015). Ancak yine bu örneklerdeki (paleotoprak 3-4) yoğun miktardaki jips ve kalsit mineralleri kurak iklimi doğrulamakla birlikte sıcaklığın nispeten ılıman geçtiğini göstermektedir (Sheldon ve Tabor, 2009; Tabor ve Myers, 2015). Tüm veriler ışığında; paleotoprak 1-2-5 örnekleri kurak ve soğuk iklim

koşullarını, paleotoprak 3-4 örnekleri ise kurak ve sıcak iklim koşullarını göstermektedir.

Bu fasiyes birlikteliği hemen hemen her paleosol fasiyesinin üzerinde görülmektedir. Kristalin kabuk fasiyesi gelişimi, genel olarak bunun olduğu alanlarda nispeten daha sıcak su ve kaynağı gösterir (Guo ve Riding, 1998). Bu fasiyes ilişkisi, hızlı su akışı nedeniyle sınırlı biyolojik aktivite ile gelişir (Guo ve Riding, 1998). İnce kesitte gözlenen çökelme seviyesine dik olan ince ve uzun kristalin kalsit demetleri bu durumu doğrulamaktadır (bakınız. Şekil 4.37 A, B) (Barilaro ve ark. 2011). Yine ışınlı kristal fanların eşit uzunlukta ve aynı büyüme hızında olması, ortam koşullarının ve su akış hızının sabit olduğunu göstermektedir. (bakınız. Şekil 4.37 A) (Özkul ve ark., 2001; Barilaro ve ark., 2011). Ooidleri oluşturan eş merkezli berrak kalsit halkaları (bakınız. Şekil 4.38. B) yüksek su enerjisini gösterir. Bütün bu açıklamalar, bu fasiyelerin yamaç ortamında biriktiğini doğrulamaktadır.

Sr, Ba, Co, Ni, Cu, Pb, As, Ti, Zr gibi iz elementlerinde çok yüksek konsantrasyonları çalışma alanında Kuvaterner volkanizmasına ait volkanojenik faaliyetle ilişkili hidrotermal çözeltilerin etkin olduğunu kanıtlamaktadır (Butler, 1969; Emelyanov ve Shimkus, 1986) (Çizelge 4.2.). Bu elementler çalışma alanındaki zayıf zonlar vasıtasıyla hidrotermal akışkanlarla havza içerisine taşınmış olmalıdır. Volkanizma sonucu üretilen kil mineralleri, bazı durumlarda travertenlerle eş zamanlı çökelmeyi göstermektedir (Bakınız 4.26A). MgO içeriğinin 7. örnekte yüksek izlenmesi bu örnek içerisindeki dolomit içeriğinin arttığını gösterebilir. CaO ve SO₃ değerlerinin bazı örneklerde yüksek gözlenmesi, bu travertenlerde jips ve kalsit içeriğinin artmış olabileceğini göstermektedir. Zn, Cu, Ni, Mo ve Co elementlerini yüksek konsantrasyonları da depolanma ortamındaki biyolojik kökenli organizmaların depolanma ortamında varolduğunun ve tuzluluğun arttığının bir göstergesidir.

Taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüsünde gözlemlenen mikrobiyal matlar ve siyanobakteri filamentleri, tuf çökeltilerindeki canlı aktivitenin bir örneğidir (Özkul ve ark., 2002; Tlili ve ark., 2021). İnceleme alanındaki stromatolitler, travertenler üzerinde canlı aktivitesini oluşturacak gölsel alanların geliştiğini

göstermektedir. Bu stromatolitlerin sürekli yukarı doğru büyüyen bir sistemde büyümesi, mevcut göl seviyesinin sürekli yükeldiğini göstermektedir (Martin-Bello ve ark., 2019). Yine, yarık ve karstik boşluklar, açılmanın devam ettiğini, bu alanlarda gelişen sal tipi fasiyes, traverten çökelimi olduğunu göstermektedir. Kristalin kabuki fasiyesinin, duru kalsitlerden ve eşit boylu fanlardan oluşması, bu fasiyesin kaynak alanda ve yamaç ortamında oluştuğunu göstermektedir (Özkul ve ark., 2001; Barilaro ve ark., 2011). Breşik-litoklastlı fasiyeste gözlemlenen blok boyutu malzemenin köşeli olması bunların taşınmadığını ve koparıldıkları yerin hemen dibinde çökeldiklerini göstermektedir. Gerek kırıklı çatlaklı yapı, gerek bu yapıları dolduran sal tipi fasiyesler, travertenlerin uzak yamaçlarında oluşan gölsel alanlar ve breşik-litoklastlı fasiyesin çakıl içeriği travertenlerin oluşum esnasında sadece volkanizmanın değil tektonizmanın da yoğun bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir (Gradziński., 2010).

Tüm XRF, XRD, SEM çalışmaları ile incekesit örneklerinde gözlemlenen mineraller ve mineral parajenezleri birbirleriyle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; Tazekent Köyü Travertenleri, 215.16-31.44 ka zamanları arasında, bir açılma çatlağından yüzeye taşınan CaCO_3 açısından zengin olan sıcak sular tarafından oluşturulmuştur. Bölgede güncel traverten oluşumları, sıcak su çıkışları ve gayzerler gözlenmektedir ve bölge tektonik olarak aktif bir zondadır. Travertenler, volkanik ve tektonik aktivite ile eş zamanlı oluşum göstermiştir.



KAYNAKLAR

- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z., 2005. **Türkiye Jeotermal Kaynakları Envanteri**. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara. 849.
- Alcicek, M.C., Alcicek, H., Altunel, E., Arenas, C., Bons, P., Brogi, A., Capezzuoli, E., de Riese, T., Della Porta, G., Gandin, A., Guo, L., Jones, B., Karabacak, V., Kershaw, S., Liotta, D., Mindszenty, A., Pedley, M., Ronchi, P., Swennen, R., Temiz, U., 2017. Comment on “First records of syn-diagenetic non-tectonic folding in Quaternary thermogene travertines caused by hydrothermal incremental veining” by Billi et al. *Tectonophysics*, **721**: 491–500.
- Altunel, E., Hancock, P.L., 1993. Active Fissuring, Faulting and Travertine Deposition at Pamukkale (W Turkey). In: Neotectonics and Active Faulting (edited by I.S. Stewart, C.Vita-Finzi & L.A Owen). *Zeitschrift für Geomorphologie*, **94**, 285-302.
- Altunel, E., 1994. **Active Tectonics and the Evolution of Quaternary travertines at Pamukkale, Western Turkey**. (PhD Thesis), University of Bristol, Department of Geology, 236 p.
- Altunel, E., 1996. Pamukkale travertenlerinin morfolojik özellikleri, yaşları ve neotektonik önemleri. *MTA dergisi*, **118**: 47-64.
- Altunel, E., Hancock, P .L., 1996, Structural attributes of travertine filled extensional fissures in the Pamukkale plateau, westem Turkey. *Intemational Geology Review* **38**:768--777.
- Allwood, A. C., Walter, M. R., Kamber, B. S., Marshall, C. P., & Burch, I. W. (2006). Stromatolite reef from the Early Archaean era of Australia. *Nature*, **441**(7094): 714-718.
- Aslan, Ö., Erkanol, D., Burçak, M., Avşar, M., Kocaman, H., 1991. **1/100.000 Ölçekli Sayısal Jeoloji Haritası Doğubayazıt J51 Paftası**. Türkiye Jeoloji Veri Tabanı, Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Atlı, A., 2018. **Hisaralan (Sındırgı) Yöresindeki Traverten Oluşumlarının Bölgesel Tektonikle İlişkisi** (Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Awramik, S., Margulis, L., (1974). Definition of stromatolite: Stromatolite Newsletter (unpublished), v. 2.
- Ayaz, E., 2002. Travertenlerin değerlendirilmesinde yapılması gerekli incelemeler ve kullanım yeri secimi. *Cumhuriyet Üniversitesi Muhendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri C.19, S.1*: s.11-20.
- Aydoğan, B.M., 2000. **Diyadin (Ağrı) Jeotermal Suların Hidrojeolojik ve Hidrojeokimyasal İncelenmesi** (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Aydoğdu, İ., 2015. **Traverten Çökellerinin Aktif Tektonik Çalışmalar İçin Önemi: Tokat Reşadiye Travertenini (Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Türkiye)**. (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Babechuk, M. G., & Kamber, B. S. (2013). The Flin Flon paleosol revisited. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **50**(12): 1223-1243.

- Barilaro, F., Della Porta, G., Ripamonti, M., Capezzuoli, E., 2011. Petrographic and Facies Analysis of Pleistocene Travertines in Southern Tuscany, Central Italy. **AAPG Search and Discovery Article. 90124. 2011 AAPG Annual Convention and Exhibition, April 10-13, 2011**, Houston, Texas.
- Barnes, I., Irwin, W. P. and White, D. E., 1978, Global distribution of carbon dioxide discharges, and major zones of seismicity, **U. S. Geological Survey, Water-Resources Investigations 78-39**: Open-File Report.
- Bozkurt, E., 2001, Neotectonics of Turkey-a Synthesis. **Geodinamica Acta 14**: p:3-30.
- Braunstein, D., Lowe, D. R. (2001). Relationship between spring and geyser activity and the deposition and morphology of high temperature (> 73 C) siliceous sinter, Yellowstone National Park, Wyoming, USA. **Journal of Sedimentary Research, 71(5)**: 747-763.
- Brogi, A., Alçiçek, M. C., Yalçın, C. Ç., Capezzuoli, E., Liotta, D., Meccheri, M., Büyüksaraç, A., (2016). Hydrothermal fluids circulation and travertine deposition in an active tectonic setting: Insights from the Kamara geothermal area (western Anatolia, Turkey). **Tectonophysics, 680**: 211-232
- Buczynski, C., Chafetz, H.S., 1991. Habit of bacterially induced precipitates of calcium carbonate and the influence of medium viscosity on mineralogy. **Journal of Sedimentary Petrology 61**: 226–233.
- Burçak, M., Yıldırım, T., Yücel, M., 1997. **Ağrı-Diyadin-Çermik Sahası Jeotermal-Jeofizik Etüt Raporu (yayınlanmamış)**. MTA Der. Rap., **10020**, Ankara. 12.
- Burne, R. V., Moore, L. S. (1987). Microbialites; organosedimentary deposits of benthic microbial communities. **Palaos, 2(3)**: 241-254.
- Butler, G. P. (1969). Modern evaporite deposition and geochemistry of coexisting brines, the sabkha, Trucial Coast, Arabian Gulf. **Journal of Sedimentary Research, 39(1)**: 70-89.
- Chafetz, H.S., Folk, R.L., 1984 Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents: **J.Sedim. Petrol., 54**: 289 – 316.
- Chafetz, H.S., 1986. Marine peloids: a product of bacterially induced precipitation of calcite. **Journal of Sedimentary Petrology 56**: 812–817.
- Chafetz, H.S., Rush, P.F., Utech, N.M., 1991. Microenvironmental controls on mineralogy and habitat of CaCO₃ precipitates: an example from an active travertine system. **Sedimentology, 38**: 107-126. DOI: 10.1111/j.1365-3091.1991.tb01857.x
- Chafetz, H.S., Buczynski, C., 1992. Bacterially induced lithification of microbial mats. **Palaos 7**: 277–293.
- Chafetz, H., Barth, J., Cook, M., Guo, X., & Zhou, J. (2018). Origins of carbonate spherulites: implications for Brazilian Aptian pre-salt reservoir. **Sedimentary Geology, 365**: 21-33.
- Cheng, H., Edwards, L.R., Shen, C.C., Polyak, V.J., Asmerom, Y., Woodhead, J., Hellstrom, J., Wang, Y., Kong, X., Spotl, C., Wang, X., Calvin, A.E., 2013. Improvements in ²³⁰Th dating, ²³⁰Th and ²³⁴U half-life values, and U–Th isotopic measurements by multi-collector inductively coupled plasma mass spectrometry. **Earth and Planetary Science Letters, 371**: 82–91.

- Çoban, A., 2011. **Diyadin (Ağrı) ve Yakın Çevresinde Jeomorfolojik Birimler ile Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkiler** (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van.
- Çolakoğlu, A.R., Oruç, M., Arehart, G.B., Poulson, S., 2011. Geology and isotope geochemistry (C-O-S) of the Diyadin gold deposit, Eastern Turkey: a newly discovered carlin-like deposit. *Ore Geology Reviews*, **40**: 27-40.
- Doğan, N., 2015. **Akkaya-Eskipazar (Karabük) Travertenine Yönelik Jeokimyasal Ve İzotopik Bulgular**. (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ekizoğlu, Ö., 2017. **Yenice (Denizli) Travertenlerinin Morfolojik Ve Tektonik Özellikleri**. (Yüksek Lisans Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Emelyanov, E. M., Shimkus, K. M. (1986). Main Features of the Geochemistry and Sedimentology of the Mediterranean Sea. *In Geochemistry and Sedimentology of the Mediterranean Sea (pp. 431-506)*. Springer, Dordrecht.
- Eren, Y., 2009. Neotektonik Ders Notları. <http://www.yasareren.com/yasareren/pdfdosy/neotektonik/Microsoft%20Word%20-%20neotektonikdersnotu.pdf>. T.C.Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya. **Erişim Tarihi: 28.07.2018**.
- Erişen, B., Akkuş, İ., Uygur, N., Koçak, A., 1996. **Türkiye Jeotermal Envanteri**. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara. 480.
- Erol, S. E., 2014. **Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Kuzeydoğu Bölümündeki Travertenlerin Neotektonik Önemi** (Doktora Tezi). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Faccenna, C., Soligo, M., Billi, A., De Filippis, L., Funicello, R., Rossetti, C. and Tuccimei, P., 2008. Late Pleistocene depositional cycles of the Lapis Tiburtinus travertine (Tivoli, Central Italy): possible influence of climate and fault activity. *Global Planet. Change*, **63**: 299– 308.
- Folk, R. L., Chafetz, H. S. Tiezzi, P. A., 1985. Bizarre forms of depositional and diagenetic calcite in hot-spring travertines, central Italy, in: Carbonate Cements (ed. Schneidermann, N. and Haris, P. M.) Spec. publs Soc. econ. Pa/eont. *Miner., Tu/sa*, **36**: 349-369.
- Ford, T.D., Pedley, H.M., 1996. A Review of Tufa and Travertine Deposits of The World. *Earth-Science Reviews*, **41**: 117-175.
- Goff, F., Shevenell, L., 1987, Travertine deposits at Soda Dam, New Mexico and their implications for the age and evolution of the Valles Caldera hydrothermal system: *Bulletin of the Geological Society of America*, **v. 99**, p. 292-302.
- Gradziński, M., 2010. Factors controlling growth of modern tufa: results of a feld experiment. *Geological Society Special Publications*, **336**: 143-191.
- Guo, L., Riding, R. (1998). Hot spring travertine facies and sequence Late Pleistocene, Rapolano Terme, Italy. *Sedimentology*, **(45)**: 163-180.
- Guo, P., Liu, C., Wang, P., Wang, K., Yuan, H., Li, B., 2017. Geochemical behavior of rare elements in Paleogene saline lake sediments of the Qaidam Basin, NE Tibetan Plateau. *Carbonates and Evaporites*, **34(2)**: 359-372.
- Gülyüz, E., Özkaptan, M., Kaymakci, N., Persano, C., Stuart, F. M., 2019. Kinematic and thermal evolution of the Haymana Basin, a fore-arc to foreland basin in Central Anatolia (Turkey). *Tectonophysics*, **766**: 326-339.

- Hall, J., 1883. *Cryptozoon n.g. : Cryptozoon proliferum n.sp.* N.Y. State Mus. **Ann. Rep., (36):** plate 6.
- Haug, G. H., Gunther, D., Peterson, L. C., Sigman, D. M., Highen, K. A., Aeschlimann, B., 2003. Climate and the collapse of Maya Civilization, **Science** **299**, 1731–1735
- Hayden, F. V., 1872. **United States geological survey of Montana and portions of adjacent Territories**, Fifth Annual Report of Progress.
- Heimann, A. ve Sass, E., 1989. Travertines in the northern Hula Valley, Israel. **Sedimentology**, **36**: 95-108.
- Henchiri, M., Ben Ahmed, W., Brogi, A., Alçiçek, M. C., & Benassi, R., 2017. Evolution of Pleistocene travertine depositional system from terraced slope to fissure-ridge in a mixed travertine-alluvial succession (Jebel El Mida, Gafsa, southern Tunisia). **Geodinamica Acta**, **29 (1)**: 20-41.
- Hofmann, H. J. (1973). Stromatolites: characteristics and utility. **Earth-Science Reviews**, **9 (4)**: 339-373.
- Hofmann, H. J., Grey, K., Hickman, A. H., & Thorpe, R. I., 1999. Origin of 3.45 Ga coniform stromatolites in Warrawoona group, Western Australia. **Geological Society of America Bulletin**, **111 (8)**: 1256-1262.
- Julia, R., 1983. Travertines. In: P.A. Scholle, D.G. Bebout and C.H. Moore (Editors), Carbonate depositional Environments. Am Assoc. **Petrol. Geol. Mem.** **33**: 64-72.
- Kalkowsky, E., 1908. Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein Zeitschrift der deutschen geologischen. **Gesellschaft**: 68-125.
- Karaisaoğlu, S., 2013. **Kavakköy (Seydişehir-Konya) Civarındaki Travertenlerin Sedimentolojisi Ve Jeokimyası.** (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kardaş, S., 2019. **Diyadin (Ağrı) Kuzeyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli** (Yüksek Lisans Tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kıyadeh, A.A.H., 2019. **Diyadin (Ağrı) Güneyinin Tektonik Özellikleri ve Jeotermal Potansiyeli** (Yüksek Lisans Tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Kitano, Y., 1963. Geochemistry of calcareous deposits found in hot springs. **Journal of Earth Science, Nagoya University**, **11**: 68–100.
- Koçyiğit, A., 2013. New Field And Seismic Data About The Intraplate Strike-Slip Deformation In Van Region. East Anatolian Plateau. E. Turkey. Middle East Technical University. Department of Geological Engineering. **Active Tectonics and Earthquake Research Lab.** TR-06800 Ankara. Turkey.
- Kraus, M. J., 1999. Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications. **Earth-Science Reviews**, **47(1-2)**: 41-70.
- Kronfeld, J., Vogel, J., Rosenthal, E., Weinstein-Evron, M., 1988. Age and Paleoclimatic Implications of the Bet Shean Travertines. **Quaternary Research**, **30 (3)**: 298-303.
- Kushnir, J., 1982. The partitioning of seawater cations during the transformation of gypsum to anhydrite. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, **46 (3)**: 433-446.
- Le Pichon, X., Francheteau, J., Bonnin, J., 1973. Plate Tectonics: Developments in Geotectonics. 6. **Elsevier Science Ltd.**, Amsterdam. 300.

- Logan, B. W., Rezak, R., Ginsburg, R. N., 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. *The Journal of Geology*, **72 (1)**: 68-83.
- Lowe, D. R., 1994. Archean greenstone-related sedimentary rocks. In *Developments in Precambrian Geology*. *Elsevier*. Vol. **11**: pp. 121-169.
- Martin-Bello, L., Arenas, C., Jones, B., 2019. Lacustrine stromatolites: Useful structures for environmental interpretation – an example from the Miocene Ebro Basin. *Sedimentology*, **66**: 2098-2133.
- Mesci, B.L., Gursoy, H. and Tatar, O., 2008. The Evolution of Travertine Masses in the Sivas Area (Central Turkey) and Their Relationship to Active Tectonics. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **17**: pp. 219-240.
- Mesci, B.L., Tatar, O., Piper, J.D.A., Gürsoy, H., Altunel, E., Crowley, S., 2013. The efficacy of travertine as a palaeoenvironmental indicator: palaeomagnetic study of neotectonic examples from Denizli, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **22**: 191-203.
- Mesci, B. L., Erkman, A. C., Gürsoy, H., Tatar, O., 2018. Fossil findings from the Sıcak Çermik fissure ridge-type travertines and possible hominid tracks, Sivas, Central Turkey. *Geodinamica acta*, **30 (1)**: 15-30.
- McKenzie, D.P., 1972. Active tectonics of Mediterranean region, Geophys. *J.R., Ast. Soc.*, **30**: 109-185.
- Mohajjel, M., Taghipour, K., 2014. Quaternary travertine ridges in the Lake Urmia area: active extension in NW Iran. *Turk J Earth Sci* **23**: 602–614.
- Monty, C. L., 1977. **Evolving concepts on the nature and the ecological significance of stromatolites**. In *Fossil algae* (pp. 15-35). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Morelli, C., 1978. Eastern Mediterranean: geophysical results and implications. *Tectonophysics*, **46**: 333-346.
- Morrison, R.B., 1967. Principles of Quaternary soil stratigraphy. Proceeding of International Associations, *Quaternary Research (INQUA)*, **8**: 1-113.
- Mutlu, H., Aydın, H., Kazancı, A., 2013. Diyardin (Ağrı) jeotermal sahasına yönelik jeokimyasal ve izotopik bulgular. **11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Jeotermal Enerji Semineri**. 17-20 Nisan 2013, İzmir. 47-67.
- Oruç, M., 2011. **Diyardin (Ağrı) Altın Cevherleşmesinin Jeolojik ve Jeokimyasal İncelemesi** (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özdemir, A., 2009. **Kalecik (Gümüşhane) Travertenlerinin Fiziko-Mekanik Özellikleri Ve Ekonomik Olarak Değerlendirilmesi** (Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özkul, M., Alçıçek, M.C., Heybeli, H., Semiz, B., Erten, H., 2001. Depositional features of Denizli hot spring travertines and their appraisalment in view marbling (in Turkish with English Abstract). **III. Turkey Marble Symposium (Mersem'2001) Proceeding Book**, 57- 72, Afyon, Turkey.
- Özkul, M., Varol, B., ve Alçıçek, M.C., 2002, Denizli travertenlerinin petrografik özelliklen ve depolanma ortamları, *MTA Dergisi*, **125**: 13-29.
- Özkul, M., Gökgöz, A., Horvatinčić, N., 2010. Depositional properties and geochemistry of Holocene perched springline tufa deposits and associated spring waters: a case study from the Denizli province, Western Turkey. In: Pedley, H.M. (Ed.), *Tufas and 65 Speleothems: Unravelling the Microbial and Physical*

- Controls: **The Geological Society, London. Special Publications**, 336: 245–262.
- Özkul, M., Kele, S., Gökgöz, A., Shen, C.C., Jones, B., Baykara, M.O., Fórizs, I., Nemeth, T., Chang, Y.-W. and Alçicek, M.C., 2013. Comparison of the Quaternary travertine sites in the Denizli Extensional Basin based on their depositional and geochemical data. **Sed. Geol.**, 294: 179–204.
- Özkul, M., Gökgöz, A., Sandor, K., Baykara, M.O., Shen, C.C., Chang, Y.W., Kaya, A., Hançer, M., Aratman, C., Taylan, A., Örü, Z., 2014. Sedimentological and geochemical characteristics of a fluvial travertine: a case from the eastern Mediterranean region. **Sedimentology**, 61: 291–318.
- Pasvanoğlu, S., Güler, S., 2010. Hydrogeological and geothermal features of hot and mineralized waters of the Ağrı- Diyadin (Turkey). **Proceedings World Geothermal Congress**. 25-29 April 2010, Bali, Indonesia. 1-10.
- Pasvanoğlu, S., 2013. Hydrogeochemistry of thermal and mineralized waters in the Diyadin (Ağrı) area, Eastern Turkey. **Applied Geochemistry**, 38: 70-81.
- Pazonyi, P., Kordos, L., Magyari, E., Marinova, E., Fükoh, L., Vinczel, M., 2013. Pleistocene vertebrate faunas of the Sütto Travertine Complex (Hungary). **Quaternary International**, 30(1): e14.
- Pécsi, M., 1995. The role of principles and methods in loess-paleosol investigations. **GeoJournal**, 36(2-3): 117-131.
- Pentecost, A., Tortora, P., 1989. Bagni di Tivoli, Lazio; a modern travertine depositing site and its associated microorganisms. **Bolletino della Societa Geologica Italiana**, 108: 315-324.
- Pentecost, A., 2005. **Travertine**. Berlin: Springer-Verlag.
- Retallack, G. J., 2014. **19. Paleosols and Changes in Climate and Vegetation across the Eocene/Oligocene Boundary**. In Eocene-Oligocene climatic and biotic evolution (pp. 382-398). Princeton University Press.
- Reinhardt, N., Proenza, J. A., Villanova-de-Benavent, C., Aiglsperger, T., Bover- Arnal, T., Torró, L., Dziggel, A., 2018. Geochemistry and Mineralogy of Rare Earth Elements (REE) in Bauxitic Ores of the Catalan Coastal Range, NE Spain. **Minerals**, 8 (12): 562.
- Richmond, G.M., 1962. Quaternary stratigraphy of the La Sal Mountains, Utah. U.S. **Geological Survey Professional Paper**, 324.
- Riding, R., 1999. The term stromatolite: towards an essential definition. **Lethaia**, 32(4): 321-330.
- Riding, R., 2008. Abiogenic, microbial and hybrid authigenic carbonate crusts: components of Precambrian stromatolites. **Geologia Croatica**, 61(2-3): 73-103.
- Riding, R., 2009. An atmospheric stimulus for cyanobacterial-bioinduced calcification ca. 350 million years ago?. **Palaaios**, 24(10): 685-696.
- Rivadeneira, M.A., Martin-Algarra, A., Sanchez-Roman, M., Sanchez-Navas, A., Martin- Ramos, J.D., 2006a. Carbonate and phosphate precipitation by *Chromohalobacter marismortui*. **Geomicrobiology Journal**, 23: 1–13.
- Rivadeneira, M.A., Delgado, R., Parraga, J., Ramos-Cormenzana, A., Delgado, G., 2006b. Precipitation of minerals by 22 species of moderately halophilic bacteria in artificial marine saltmedia: influence of salt concentration. **Folia Microbiologica**, 51: 445–453.

- Savaş, F., 2019. **Akhüyük Travertenlerinin (Konya-Ereğli) Gelişimi Ve Neotektonik Evrimi** (Yüksek Lisans Tezi). Tozgat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yozgat.
- Semikhatov, M. A., Gebelein, C. D., Cloud, P., Awramik, S. M., & Benmore, W. C., 1979. Stromatolite morphogenesis—progress and problems. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **16**(5): 992-1015.
- Schwarcz, H., Latham A., 1984. Uranium-series age détermination of travertines from the site of Vertesszölös, Hungary *J. Archaeol. Sci.*, **11**: pp. 327-336
- Sheldon, ND, Tabor, NJ., 2009. Quantitative paleoenvironmental and paleoclimatic reconstruction using paleosols. *Earth-Science Reviews*, **95**: 1–52
- Shen, C.-C., Cheng, H., Edwards, R.L., Moran, S.B., Edmonds, H.N., Hoff, J.A., Thomas, R.B., 2003. Measurement of attogram quantities of ^{231}Pa in dissolved and particulate fractions of seawater by isotope dilution thermal ionization mass spectroscopy. *Analytical Chemistry*, **75**: 1075–1079.
- Shen, C.-C., Wu, C.-C., Cheng, H., Edwards, R.L., Hsieh, Y.-T., Gallet, S., Chang, C.-C., Li, T.-Y., Lam, D.D., Kano, A., Hori, M., Spötl, C., 2012. High-precision and high-resolution carbonate ^{230}Th dating by MC-ICP-MS with SEM protocols. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **99**: 71–86.
- Sibson, R.H., Moore, J. McM. Rankin, A.H., 1975. Seismic pumping a hydrothermal fluid transport mechanism. *Jour. Geol. Soc. London*, **131**: 653-659.
- Singer, A., Wieder, M., Gvirtzman, G., 1994. Paleoclimate deduced from some early Jurassic basalt-derived paleosols from northern Israel. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **111**: 73–82
- Southard, A.R., Miller, R.W., 1996. Parent material-clay relations in some northern Utah soils. *Soil Science Society of America Journal*, **30**: 97–101.
- Steele, J. H., 1825. ART. III.--A Description of the Oolitic Formation lately discovered in the county of Saratoga, and state of NewYork. *American Journal of Science and Arts* 9(1): 16.
- Sürmeli, H.E., 2014. **Diyadin (Ağrı) Travertenlerinin Gelişimi Morfolojik ve Aktif Tektonik Özellikleri** (Yüksek Lisans Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1984. Dogu Anadolu'nun Neo-Tektonigi ve _lgili Magmatizması, **Ketin Sempozyumu**. Ankara, 149-162.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1986. Doğu Anadolu'da neotektonik donemdeki jeolojik evrim ve havza modellemeleri. *MTA Bult.*, **107**: 73-94.
- Tabor, N.J., Myers, T.S., 2015. Paleosols as indicators of paleoenvironment and paleoclimate. *Annual Reviews Earth Science*, **43**: 333-361.
- Tagliasacchi, E. T., (2018). Orta-Geç Pleyistosen Yaşlı Gürlek-Kocabaş (Denizli) ve Örtülü (Afyon) Travertenlerinin Sedimantolojik Özellikleri ve Paleoortamsal Gelişimine ait ilk bulgular (GB-Türkiye). **Türkiye Jeoloji Bülteni**, **61**(1): 1-22.
- Thomas, S.G., Tabor, N.J., Yang, W., Myers, T.S., Yang, Y., Wang, D., 2011. Palaeosol stratigraphy across the Permian–Triassic boundary, Bogda Mountains, NW China: implications for palaeoenvironmental transition through Earth's largest mass extinction. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*. **308**: 41–64.

- Tlili, F., Ayari, A., Regaya, K.. 2021. Bio-mineral needle fiber calcite (NFC) in Tunisian Pleistocene calcretes (topology and crystallization). ***Journal of Earth System Science***,130: 1-16. <https://doi.org/10.1007/s12040-020-01528-4>
- Turhan, E., 2007. **Denizli Yöresi (Batı Anadolu) Traverten Tipi Karbonatların Fasiyes Özellikleri** (Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Üçgün, F., 2019. **Davut-Tazekent Köyleri (Diyadin-Ağrı) Civarındaki Volkanitlerin Petrografi-Jeokimyası ve Diyadin Jeotermal Sahasının Özellikleri** (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Walter, M. R. (1976). Geyserites of Yellowstone National Park: an example of abiogenic “stromatolites”. In Developments in Sedimentology. ***Elsevier Vol. 20***: pp. 87-112.
- Weed, W. H., 1887. Formation of travertine and siliceous sinter by the vegetation of hot springs, U. S. Geol. Surv., **Ninth Annual Report**.
- Van Noten, K., Devleeschouwer, X., Goffin, C., Meyvis, B., & Lecocq, T. (2018, April). Bedrock morphology modelling using geologically-dependant empirical equations between resonance frequency and bedrock depth. In **EGU General Assembly Conference Abstracts** (p. 10539).
- Yazar, E. A., Arslan, M., Helvacı, C., Gündoğan, İ., Temizel, İ., & Aydınçakır, D. Geochemistry of Miocene evaporites from the Aşkale (Erzurum, Eastern Turkey) area: 1 constraints for paleo-environment. ***Maden Tetkik ve Arama Dergisi***, 164(164): 1-45.
- Yıldırım, G., 2018. **Emet-Hisarcık (Kütahya) Yöresi Travertenlerinin Jeolojisi, Petrografisi ve Jeokimyası**. (Yüksek Lisans Tezi). Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Zaman, M., Polat, S., Özdemir, M., 2000. Diyadin thermal springs. ***Eastern Geographical Review***, 4: 349-377.

ÖZ GEÇMİŞ

Şükriye Başak YEGEN, ilk, orta ve lise eğitimini tamamladıktan sonra 2002 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesine yerleşti. Dört yıllık eğitim sürecini iyi bir derece ile tamamladıktan sonra memleketi Ağrı iline döndü. Serbest Jeoloji Mühendislik hizmetinden sonra Ağrı İl Özel İdaresinde İmar ve Kentsel İyileştirme Müdürlüğüne yerleşti ve halen devam etmektedir. 2017 yılında Yüksek lisansına başladı. Evli ve iki çocuk annesidir.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 06/07/2021

Tez Başlığı / Konusu: Tazekent Köyü (Diyadin – Ağrı) Travertenlerinin Jeolojik Özellikleri

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 61 sayfalık kısmına ilişkin, 06/07/2021 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 8 (yüzde sekiz) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza
06/07/2021

Adı Soyadı: Şükriye Başak YEGEN

Öğrenci No: 17910001131

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Programı:

Statüsü: Y. Lisans ☒

Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
ONAYI

UYGUNDUR
(Unvan, Ad Soyad, İmza)

Dr. Öğr. Üyesi Çetin YEŞİLOVA

ENSTİTÜ

UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)