



T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Yerköprü Şelalesi (Hadim, KONYA) ve Yakın Çevresindeki Güncel Tufa Oluşumlarının Sedimantolojisi

Mehmet MERT

YÜKSEK LİSANS

Jeoloji Anabilim Dalı

Temmuz 2014
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

Mehmet MERT

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

YERKÖPRÜ ŞELALESİ (HADİM, KONYA) VE YAKIN ÇEVRESİNDEKİ GÜNCEL TUFA OLUŞUMLARININ SEDİMANTOLOJİSİ

Mehmet MERT

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yard. Doç. Dr. Arif DELİKAN

2014, 78 Sayfa

Jüri
Yard. Doç. Dr. Arif DELİKAN
Prof. Dr. Hükmü ORHAN
Doç. Dr. Abdülhadi Erdal ÖZDENİZ

Yerköprü şelalesi, Konya güneyindeki Yerköprü civarındaki Göksu ırmağının kenarında gelişmiş tufa kaynaklı oluşumdur. Tufa oluşumlarının başladığı karstik alandaki vadiye iki farklı sistemde su boşalımı gerçekleşmektedir. Bunlardan ilki fay hattından çıkan Karasu kaynağı, ikincisi ise ana vadiden karstik boşluklar vasıtasıyla gelen Göksu nehrine ait sulardır. Bölgede karbonatça zengin Karasu kaynağı yüzeyden vadiye boşalırken, Göksu nehrine ait kaynak ise şelalenin alt kesimine yakın bir alandaki karstik bir boşluktan gelmektedir. Her iki su kaynağıda şelale içerisinde karışarak vadi boyunca akmaktadırlar. Suların kimyasal özellikleri sonucunda tufa oluşumlarının Karasu kaynağı ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca saha çalışmalarıda bu durumu desteklemektedir. Yoğun gaz çıkışının gözlendiği Karasu kaynağında $CaCO_3$ miktarı 415-470 mg/L, karışım suyunda ve şelalenin aktığı vadinin 40 metre aşağısından alınınan su örneklerinde ise $CaCO_3$ miktarı 190-200 mg/L arasında değişmektedir. Karasu kaynağındaki suyun pH oranı 7,15-7,79 (slightly basic) arasında olması karbonat çökelimine uygun şartları göstermektedir. Halen aktif olarak devam eden tufa oluşumları morfoloji tarafından kontrol edilmektedir. Karasu kaynağından gelen karbonatça zengin suların vadiye boşaldığı alanlarda aktif tufa oluşumları gözlenmektedir. Suların terk ettiği kesimlerde ise eski tufalar aşınmakta, yada vadi üzerindeki tufa loblarının çökmesi ile üst kesimlerde yeni tufa oluşumları gerçekleşmektedir. Bölgede tufa oluşumları morfolojik kontrollü olduğu için fasiyesler birbiri ile grift olarak gelişmişlerdir. Şelale tipi tufa oluşumları sarkan ağaç kökleri ve yamaç aşağı sarkan makrophytes türü bitkilerin üst yüzeylerinin karbonatlaşması ile oluşmaya başlamaktadır (Phytoherm facies). Bu kabukların iç kısımlarında oluşan mikro mağralarda ise onkolitik ve stramatolitik tufa fasiyesleri gelişmektedir. Ayrıca şelale çevresindeki tali su kanalcıklarında kanal tip stramatolitik fasiyesler izlenmektedir. Vadi kenar düzlüklerinde ise suyun akış yönüne paralel küçük havuzlar oluşmuştur. Bu havuzlarda yaprak fosilli pelloidal tufa fasiyesi oluşumuna devam etmektedir. Özellikle durgun su yüzeylerinde ve bu ortamlara taşınmış veya gelişimini sürdüren bitkiler çevresinde çok hızlı bir şeklilde mikrobial karbonat zarf gelişimi

izlenmektedir. Tufa çökelleri içerisindeki fasiyesler ile arakatkılı olarak sellenmenin şiddetli olduğu dönemleri yansıtan biyoklastik (detritik tufa) fasiyesleride yer almaktadır. Tufa örneklerinden yapılan SEM çalışmalarnda, karbonat çökeliminde biyojenik faktörlerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Bölgede ve tufa çökellerin içerisinde yaygın olarak gözlenen biyojenik topluluklar iri ağaç ve kökleri, makrophytes, bryophytes, and diatomlardan oluşmaktadır. Tufa örneklerinden elde edilen $\delta^{13}C$ değerleri 1,6- -3,3, $\delta^{18}O$ değerleri -9,6- -11,5 arasında değişmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi, fitoherm çatıtaşı fasiyesi, mikritik tufa fasiyesi, tufa, tufa breşi, Yerköprü şelalesi

ABSTRACT

MS THESIS

SEDIMANTOLOGY OF ACTUAL TUFA FORMATION AROUND YERKÖPRÜ WATERFALL (HADİM, KONYA) AND IT'S CLOSE VICINITY

Mehmet MERT

SELÇUK UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE
DEPARTMENT OF GEOLOGY ENGINEERING

Advisor: Asist. Prof. Dr. Arif DELİKAN

2014, 78 Pages

Jury
Asist. Prof. Dr. Arif DELİKAN
Prof. Dr. Hükmü ORHAN
Asist. Prof. Dr. Abdülhadi Erdal ÖZDENİZ

A perched springline tufa deposit has been devoloped on the edge of the Göksu river in the Yerköprü region, southern Konya Turkey. There ara two water outputs from two different systems into the Göksu valley where the tufa deposits were deposited ; The Karasu spring coming out from a fault and water output from karstic network into the valley.

The Karasu spring which is enriched in carbonate discharges into valley as surface water, while the other spring discharges into the Göksu valley from a karstic void close to the Yerköprü waterfall. Water from both springs mixes at the waterfall and flow along Göksü valley.

The chemistry of the waters points that the tufa depositions is mainly related to the Karasu spring. The field observation also support this idea. The CaCO3 content of the Karasu spring having dense gas escape is 415-470 mg/L, while the CaCO3 content of mixed water taken 40 meters from the waterfall is 190-200 mg/L

The pH of the Karasu spring ranges from 7,15 to 7,79 (slightly alkalina) is also proper to the carbonate deposition. The tufa depositions which are still developping are controlled morphologically. Active tufa formations are observed at the place where the carbonate rich water coming from the Karasu spring is discharged into valley. Since the tufa depositions in the study area are morphologically controlled, the facies of the tufa deposition were intricately developed.

Waterfall type tufa deposition (Phytoherm facies) took place as a result of carbonate coating on the surface of macrophyite plants and rootles hanging from the slope

Oncolithic and stromatolithic tufa facies were developed in caves behind this incrustation. Chanel type stromatolithic facies were developed in secondary channel around the waterfall.

Small pools developed on valley edge plains paralel to the water flow. The pelloidal tufa facies bearing leave fossils were deposited in these pools. Rapid microbial

carbonate coatings are observed on the surface of the stagnant water and plants growing in the water.

Bioclastic facies reflecting the flooding periods are observed as interbeds between other tufa facies

SEM analysis of tufa samples shows that biogenic factors play an important role in the carbonate deposition. Biogenic association observed within the tufa deposits comprises the plants, rootlets, macrophytes, bryophytes, and diatomes. The $\delta^{12}C$ content of the tufa deposits ranges from 1,6 to -3,3 and $\delta^{18}O$ contents from -9,6 to -11,5.

Keywords: Micritic tufa facies, phytoherm boundstone facies, phytoherm framestone facies, tufa, tufa breccias facies, Yerköprü waterfall

ÖNSÖZ

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. "Yerköprü Şelalesi (Hadim, KONYA) ve Yakın Çevresindeki Güncel Tufa Oluşumlarının Sedimantolojisi" konulu bu çalışmada, Yerköprü şelalesi tufalarının sedimantolojisi ve jeokimyası ile bu tufaları oluşturan Karasu kaynağının kimyasal içeriği araştırılarak tufa oluşumuna etki eden faktörler ile tufa oluşum modelleri belirlenmiştir.

Konya Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu tarafından desteklenen bu çalışmanın başlangıcından sonuna kadar her aşamasında bilgi, deneyim ve tecrübesini benimle paylaşan değerli danışman hocam Sn. Yard. Doç. Dr. Arif DELİKAN'a ve maddi destek sağlayan Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonuna en derin teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca manevi desteklerini her zaman yanımda hissettiren anneme, babama, kardeşlerime, eşime ve biricik oğluma teşekkürü bir borç bilirim.

Mehmet MERT
KONYA-2014

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **vi**

ÖNSÖZ ..... **viii**

İÇİNDEKİLER ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Amaç 1
1.2. Coğrafik Durum 1
1.3. Önceki Çalışmalar 1
1.3.1. Bölgede yapılmış önceki çalışmalar 1
1.3.2. Konu hakkında yapılmış önceki çalışmalar 4
1.4. Materyal ve Yöntem 5
1.4.1. Literatür çalışması 5
1.4.2. Arazi çalışmaları 5
1.4.3. Laboratuar çalışmaları 6
1.4.4. Büro çalışmaları 6

2. GENEL JEOLOJİ **7**

2.1. Stratigrafi 7
2.1.1. Taşkent formasyonu (Pt) 7
2.1.2. Zindancık kompleksi (Tz) 9
2.1.3. Aladağ seki tufaları (Qa) 10
2.1.4. Yerköprü tufası (Qy) 11
2.1.5. Alüvyon (Qal) 13
2.2. Yapısal Jeoloji 14
2.2.1. Uyumsuzluklar 15
2.2.2. Faylar 15

3. YERKÖPRÜ TUFALARININ SEDİMANTOLOJİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ **17**

3.1. Yerköprü Tufalarının Sedimantolojisi 17
3.1.1. Fitoherm çatıtaşı fasiyesi (Tfç) 17
3.1.2. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi (Tfb) 22
3.1.3. Tufa breşi (Tb) 28
3.1.4. Mikritik tufa (Tm) 29
3.2. Yerköprü Şelalesi Tufalarının Morfolojik Sınıflaması 34
3.2.1 Baraj/göl sistem tufa 34
3.2.2 Şelale sistemi tufa 35
3.2.3 Gölsel/bataklık sistem tufa 36
3.2.4 Fluviyal sisytem tufa 37
3.2.5 Yamaç sistem tufa 38
3.3. Yerköprü Tufalarının Jeokimyası 39

3.3.1. Su Kimyası 39
3.3.2. Duraylı izotop jeokimyası 49
3.3.3. SEM Çalışmaları ve EDX Analizleri 55

4. YERKÖPRÜ ŞELALESİ TUFALARININ OLUŞUM MODELİ 57

5. SONUÇLAR 61

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Çalışma alanın yer bulduru haritası…… 2
Şekil 2.1. Hadim Birliğinin genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik dikme kesiti..... 8
Şekil 2.2. Aladağ Seki tufalarından bir görünüm 11
Şekil 2.3. Yerköprü şelalesi, Karasu kaynağı ve Köprülü Kanyon fayı fotosu..... 15
Şekil 3.1. Vadi içerisinde, membadan mansaba bakışta sağ sahilde oluşumu devam eden fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bit bir görünüm…….. 18
Şekil 3.2. Piknik alanında, iri ağaç köklerinin karbonatlarca sarılması ile oluşan fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir görünüm…… 19
Şekil 3.3. Yerköprü şelalesi piknik alanına girişteki fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir görünüm……..... 19
Şekil 3.4. Fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir el örneği (korunmuş ve korunmamış bitki kök yapıları ile bunların etrafında gelişen karbonat sarılımları)…… 20
Şekil 3.5. Fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir el örneği (bitki kök ve gövde yapıları ile bunların etrafında gelişen karbonat sarılımları)…… 20
Şekil 3.6. Fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir el örneği (korunmamış bitki kök yapıları ile bunların etrafında gelişen karbonat sarılımları)…. 21
Şekil 3.7. (a): Bozunmuş bitki kök yapısının içinde ve etrafındaki kalsit gelişimi, (b): Radyal kalsit oluşumu ve bir organik materyalin etrafında gelişen konsantrik kalsit gelişimi, (c): Bir organik materyal etrafındaki ışınsal kalsit gelişimi, (d): Bir kök yapısı içerisindeki ışınsal kalsit oluşumlarını gösterir binoküler mikroskop görüntüleri……. 21
Şekil 3.8. Organik materyalin çürümesinden dolayı yoğun delikli yapı sunan fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir SEM görünümü…….. 22
Şekil 3.9. Vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde yer alan stromatolitik fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm…… 23
Şekil 3.10. Vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde yer alan stromatolitik fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm…… 24
Şekil 3.11. Vadi içerisindeki ağaç kök yapılarının etrafında gelişmiş fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm…….. 24
Şekil 3.12. İçerisine çökel ve ağaç kök parçaları almış fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm……... 25
Şekil 3.13. Tabakalı tip fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait (a) uzak ve (b) yakın çekim görüntüleri…….. 25
Şekil 3.14. Vadi içerisindeki fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm. 26
Şekil 3.15. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği görünümü…… 26
Şekil 3.16. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği görünümü…… 26
Şekil 3.17. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği görünümü…… 27
Şekil 3.18. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait el örneklerinin binoküler mikroskop altındaki görünümü (ışınsal kristal büyümeleri)…….. 27
Şekil 3.19. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesinin oluşumunda büyük rol oynayan

	bakterilerin SEM görüntüsü……	27
Şekil 3.20.	Tufa istifi içerisinde mercek geometrisi sunan tufa breşinin görünümü……	28
Şekil 3.21.	Tufa istifi içerisinde mercek geometrisi sunan tufa breşinin yakın çekim görünümü…….	29
Şekil 3.22.	Güncel tufa oluşumuna katılan mikritik malzemenin toplandığı bir teras……	30
Şekil 3.23.	Güncel tufa oluşumuna katılan mikritik malzemenin toplandığı bir teras……	30
Şekil 3.24.	Güncel tufa oluşumuna katılan mikritik malzemenin toplandığı bir teras yapısı…….	31
Şekil 3.25.	Güncel bir terasta bitki kök ve gövdelerinin mikritik malzeme ile kaplanması……..	31
Şekil 3.26.	Güncel teraslarda mikritik tufa fasiyesinin geliştiği mikro ortamlar……...	32
Şekil 3.27.	Faylanma sonucu Karasu akarsuyunun terk ettiği ve birçok terasın bulunduğu ve mikritik tufa fasiyesinin sıkça izlendiği bölüm……..	32
Şekil 3.28.	Laminalı ve yer yer iri kristalli mikritik tufa fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği……	33
Şekil 3.29.	(a, b, c, d) Mikritik tufa fasiyesine ait binoküler mikroskop görüntüleri……...	33
Şekil 3.30.	Mikritik tufa fasiyesine ait SEM görüntüsü…….....	34
Şekil 3.31.	Güncel tufalarda baraj/göl çökelme ortamı……	35
Şekil 3.32.	Şelale sistem tufa oluşum ortamı……	35
Şekil 3.33.	Gölsel/bataklık sistem tufa oluşum ortamından bir görünüm…….	36
Şekil 3.34.	Gölsel/bataklık sistemde çökelen güncel tufalardan bir görünüm..	37
Şekil 3.35.	Gölsel/bataklık sistemde çökelen güncel tufalardan bir görünüm..	37
Şekil 3.36.	Fluviyal sistem tufa çökelim ortamından bir görünüm……...	38
Şekil 3.37.	Yamaç sistem tufalardan bir görünüm……	39
Şekil 3.38.	Göksu ırmağı ile üstten akan Karasu kaynağından bir görünüm…	40
Şekil 3.39.	Göksu ırmağı ile üstten akan Karasu kaynağından bir görünüm…	40
Şekil 3.40.	Su ve kayaç numunelerinin alındığı yerleri gösterir şekil……..	42
Çizelge 3.1.	1 nolu numunenin su kimyası analizleri…….	45
Çizelge 3.2.	2 nolu numunenin su kimyası analizleri…….	45
Çizelge 3.3.	3 nolu numunenin su kimyası analizleri…….	46
Çizelge 3.4.	4 nolu numunenin su kimyası analizleri…….	46
Çizelge 3.5.	1 nolu numunenin ağır metal analizleri……..	47
Çizelge 3.6.	2 nolu numunenin ağır metal analizleri……..	47
Çizelge 3.7.	3 nolu numunenin ağır metal analizleri……..	48
Çizelge 3.8.	4 nolu numunenin ağır metal analizleri……..	48
Çizelge 3.9.	DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından Karasu Kaynağından alınan akım.değerleri…….	49
Çizelge3.10	Yerköprü tufalarının $\delta^{18}O$ (V-PDB), $\delta^{18}O$ (V-SMOW), $\delta^{13}C$ (V-PDB) ve $\delta^{13}C_{CO2}$ değerleri ile fasiyes isimleri ……..……..	50
Şekil 3.41.	Jeolojik olarak önemli bazı kayaçlardaki $\delta^{18}O$ değerleri (Hoefs 1987)……...	51
Şekil 3.42.	Jeolojik olarak önemli bazı kayaçlardaki $\delta^{13}C$ değerleri (Hoefs 1987)……...	52
Şekil 3.43.	Göl sularının $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop değişimleri (Leng ve Marshall,	

	2004) ve inceleme alanındaki karbonat örneklerinin $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop ilişkisi……....	52
Şekil 3.44.	$\delta^{13}C_{CO2}$ ve $\delta^{13}C_{tufa}$ değerlerini gösterir şekil……...	54
Şekil 3.45.	CO_2'nin kaynağını gösterir şekil…….	54
Şekil 3.46.	Otokton travertenlerin jeokimyasal karakteri ve ilişkili sular	55
Şekil 3.47.	**(A)-** Kök yapılarının içindeki kristallenmeyi, **(B,C,D)-** Kök yapılarının etrafındaki kristallenmeyi, **(E)-** Mikrobiyal yapıları, **(F)-** Kalsit kristallanmesini, **(G)-** Kök yapılarında etrafında gelişen kalsit kristalleri içindeki ikincil kalsit gelişimini, **(H)-** Yoğun organik materyalin bozunması sonucu oluşmuş yapıları gösterir SEM görüntüleri……	56
Şekil 4.1.	Yerköprü şelalesi tufalarının faylanma öncesi D-B doğrultulu kesiti……	58
Şekil 4.2.	Faylanma sonrası Yerköprü şelalesi tufaları D-B doğrultulu kesiti	58
Şekil 4.3.	Yerköprü şelalesi tufalarının G-K doğrultulu kesiti……...	60

EKLER LİSTESİ

Ek-1	Çalışma alanının 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası……	
Ek-2	Dentritik yapı sergileyen kalsit oluşumunu gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……...	63
Ek-3	Bitki kök-gövde boşluklarında gelişen mikrirtik ve etrafında gelişen sparitik malzemeyi gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……	64
Ek-4	Bitki kök-gövde boşluklarında gelişen mikrirtik ve etrafında gelişen sparitik malzemeyi gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……	65
Ek-5	Euhedral kalsit gelişimini gösterir SEM görünümü ve EDX analizi….	66
Ek-6	Mikrobiyal yapıları gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……...	67
Ek-7	Mikrobiyal yapıları gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……...	68
Ek-8	Fasiyes içindeki mikrobiyal yapıları (diatome) gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……..	69
Ek-9	Fasiyes içindeki mikrobiyal yapıları (diatome) gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……..	70
Ek-10	Fasiyes içindeki mikrobiyal yapıları (diatome) gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……..	71
Ek-11	Kalsit kristalleri içindeki ikincil kalsit gelişimini gösterir SEM görünümü……	72
Ek-12	Mikrobiyal yapılar içeren kalsit gelişimini gösterir SEM görünümü ve EDX analizi……...	73
Ek-13	SEM görünümü ve EDX analizi……	74

1. GİRİŞ

1.1. Amaç

Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Konya ili Hadim ilçesi Yerköprü Şelalesi ve yakın çevresindeki Kuvaterner yaşlı tufaların sedimantolojik ve jeokimyasal özelliklerini ortaya koyarak, bu tufaların oluşum modelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Coğrafik Durum

Çalışma alanı; Orta Torosların kuzey kesimi içerisinde, Hadim (Konya) ilçesi sınırlarında yer almaktadır (Şekil 1.1.). İnceleme alanı Türkiye 1/25000 ölçekli Konya-N29-d3 paftası içerisinde bulunmaktadır.

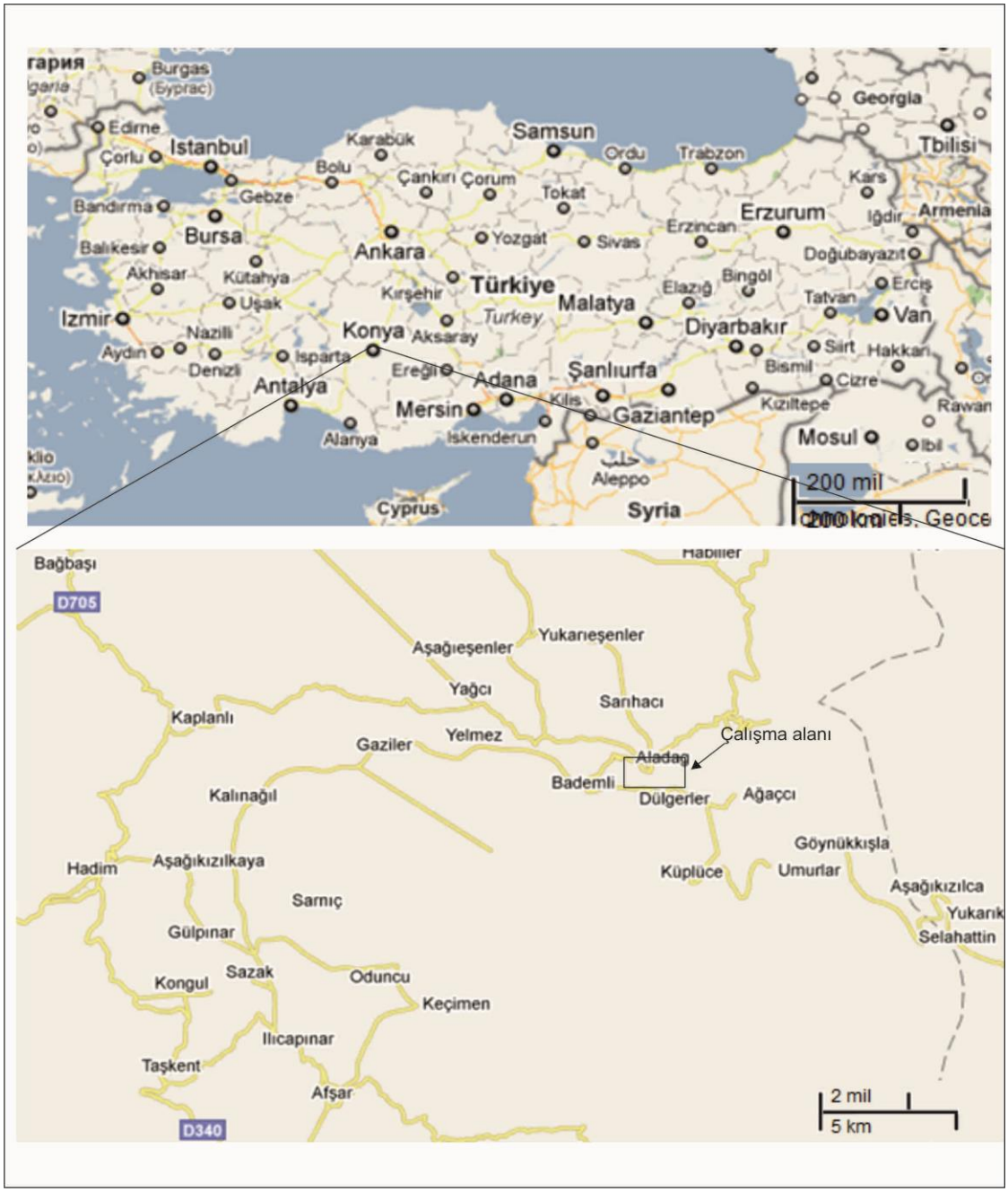
Çalışma alanı, karasal iklim ve akdeniz iklimi arasında geçiş özelliği göstermektedir. İlçe karasal iklimin hakim olduğu yörelere oranla daha fazla yağış almaktadır. Ayrıca en yağışlı mevsim kış, en kurak mevsim yazdır. Bölge halkının en önemli geçim kaynağı meyvecilik olup, en çok üretilen meyveler kiraz, şeftali ve elmadır.

1.3. Önceki Çalışmalar

1.3.1. Bölgede yapılmış önceki çalışmalar

Başkan (1988), bölgede yaptığı hidrojeolojik çalışma neticesinde Aladağ-Karasu Kaynağı çevresinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını çıkarmış ve haritalamada, Kambriyen-Ordovisiyen yaşlı koyu renkli şistleri Seydişehir formasyonu olarak, Permiyen-Triyas-Jura yaşlı birimi Kızılören formasyonu, Kretase yaşlı ofiyolitli melanjı Bozkır Birliği olarak ayırtlamıştır. Karasu Kaynağının, Göksu Nehri üzerinde bir doğa harikası olarak meydana gelmiş doğal köprü olan Yerköprü'nün güney ucunda yer alan büyük debili (1580 l/s) karstik kaynak olduğunu ve Göksu Nehrini beslediğini belirtmiştir. Ayrıca Karasu Kaynağı'nın akiferinin Çaltepe formasyonu ile Kızılören formasyonu olduğunu belirlemiştir. Bu iki birim de birbirleriyle bağlantılı olarak oluşmuş karst sisteminde derin karstik kanaldan beslenen tek ve önemli kaynak

olduğunu ve Kaynak suyu Uluslararası Hidrojeologlar Birliği (AİH) sınıflamasına göre "Kalsiyumlu-magnezyumlu, bikarbonatlı su" sınıfına girdiğini vurgulamaktadır.



Şekil 1.1. Çalışma alanın yer bulduru haritası (http://maps.google.com/))

Turan (1997), Bağbaşı-Korualan bölgesinde yaptığı çalışmada, Toroslar'ın göreli otoktonu Geyikdağı Birliği ile Hadim napları kapsamındaki Bozkır ve Bolkardağı birliklerine ait tektonik dilimler belirlemiştir. Geyikdağı Birliği'nin Kambro-Ordovisiyen kayaları üzerinde, Orta-Geç Jura dönemine kadar önemli bir stratigrafik boşluğu işaret eder. Erken Kimmeriyen hareketleriyle ilintili bölgesel bir açılı

uyumsuzluk olduğunu söylemektedir. Geç Kretase tabanında boksit kırıntılı, kızıl renkli çakıltaşı ve çamurtaşlarının yer yer izlenebilmesi, Erken Alpin faz ortalarındaki yükselmelerle, bölgede oluşmuş düşük açılı bir uyumsuzluğun oluştuğunu ve Otokton birlikte Üst Jurasik ve Üst Kretase karbonatları üzerinde, yine düşük açılı bir uyumsuzluktan sonra, Lütesiyen karbonatlarının yer alması, Anadolu dağoluşum evresinin izleri olduğunu vurgulamaktadır.

Alt allokton Bozkır Birliği; Geç Kretase-Paleosen'de oluşmuş Taşkent ofiyolitli karışığı napı, Mesozoyik'de oluşmuş pelajik çökel yapılışlı Korualan ve pelajik çökel katkılı ada yayı volkanitlerinden yapılı Dedemli naplarını kapsadığını ve Üstteki Bolkardağı Birliği (?) ise, metaolistostrom yapılışlı ve Triyas (?) yaşlı Hocalar napı ile Sinatdağı napından oluştuğunu belirtmektedir. Sinatdağı napında Üst Permiyen çökelleri ile taban kırıntılısı başlayışlı Orta Triyas karbonatları arasındaki bölgesel açılı uyumsuzluk ise, Geç Hersiniyen sonu hareketlere bağlı olduğu vurgulanır.

Ayrıca Pireniyen hareketleri ile bölgeye allokton birlikler taşınarak yerleştiği ve bölgenin morfolojik gelişimi, BKB-DGD gidişli ana yapısal ögelerle kontrol edildiğini belirlemiştir. Otokton ve allokton birliklerdeki formasyonlar için yapılan kontur diyagramlarından elde edilen büyük kuşak simetrileri, yörenin yapısal gelişiminde büyük ölçüde K15-25^{o}D yönlü sıkışma gerilmelerinin etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Özdemir ve Nalbantçılar (2002), bölgedeki genel jeolojik yapıyı şu şekilde yorumlamışlardır; Taşkent karmaşığı, Zindancık kompleksi tarafından örtülmüş ve bunların her ikisinin de tektonik bir dokanakla Kahtepe formasyonu tarafından örtüldüğünü ve tüm bu birimlerin Sinatdağı formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlendiği, ayrıca traverten oluşumlarının çalışma alanındaki en genç birimler olduğu vurgulanmaktadır.

Hidrojeolojik veriler olarak Kahtepe formasyonu, Sinatdağı formasyonu ve Zindancık karmaşığının içerisindeki kireçtaşı blokları, karstlaşma ve ikincil çatlak porozitesi ile ilişkili bir yüksek permeabiliteye sahip olan Karasu akiferini oluşturduğu ve Taşkent karmaşığı zayıf geçirgen olmasına karşın, Zindancık karmaşığının tümü geçirimsiz kayalardan meydana geldiği söylenmektedir. Kahtepe ve Sinatdağı formasyonlarında iyi gelişmiş olan karştlaşmalar, erime boşlukları, dolinler, karenler ve mağaralara neden olduğu ve Karasu kaynağı, bu akifer ile ilişkili olan tek kaynak şeklinde yer aldığı belirtilmiştir. Taşkent kompleksinin kireçtaşı tabakaları ve Zindancık

kompleksinin mermer blokları orta derecede geçirgen olduğu ve düşük boşalımı ile çok sayıda kaynağın rezervuarını oluşturduğu şeklinde yorumlanmıştır.

1.3.2. Konu hakkında yapılmış önceki çalışmalar

Ayaz (2002), travertenlerde gözlenen morfolojik yapılar ve tabiat varlığı olarak önemleri ile ilgili yaptığı çalışmada, travertenlerin, sızıntı ya da kaynak suları tarafından çökeltilen karbonatlar olup, endüstriyel açıdan ve tabiat varlığı olarak büyük önem taşıdığını belirtmektedir. Endüstriyel olarak; çoğunlukla yüzey kaplama taşı, yapıtaşı, hediyelik-süs eşyası olarak ya da çimento ve kireç üretiminde kullanılabilen travertenler, tabiat varlığı olarak ise bazı tipik morfolojik yapıları nedeniyle turizm sektöründe değerlendirilebilmektedirler. Bu nedenle travertenlerin, öncelikle morfolojik özellikleri incelenerek en uygun kullanım alanının belirlenmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Bunun nedeni, anıtsal değer taşıyan morfolojik yapılar turizm açısından büyük önem taşımaktadır. Traverten yataklarında gözlenen morfolojik yapılar, önceki sınıflamalar dikkate alınarak ve geliştirerek; 1. teras (set) tipi travertenler, 2. sırt (semer) tipi travertenler, 3. dom (koni) tipi travertenler, 4. tabaka tipi travertenler, 5. damar tipi travertenler, 6. fay önü travertenleri, 7. kanal tipi travertenler, 8. mağara travertenleri (damlataşlar) şeklinde sekiz temel sınıfa ayırarak incelemiş ve oluşum biçimlerini blok diyagramlarla açıklamıştır. Bu morfolojik yapılardan anıtsal değer taşıyanları, turizm açısından korunması gerekli olan varlıklar olduğundan bahsetmiştir.

Atabey (2003), tufa ve traverten konusunda yaptığı çalışmada; tufa ve travertenler tanımlamaları, tufa ve traverten sınıflaması, çökelme modelleri, traverten fasiyesleri, diyajenezi, travertenlerde gelişen bakteri çalıları anlatılmış ve bunların paleoortam, U- Th yaşlandırması ve neotektonik açıdan önemleriyle birlikte, Türkiye ve Dünya'daki önemli bazı tufa ve traverten oluşumlarına yer vermiştir. Ayrıca tufa ve travertenlerin mühendislik sorunları ve endüstriyel özelliklerinden bahsetmiştir.

Koşun ve diğ., (2005), Antalya' da yaptıkları çalışmalarda, akarsu, bataklık göl ve şelale/ baraj ortamlarında çökelmiş olan on litofasiyes tanımlamışlardır. Bunlar; 1. fitoherm çatıtaşı fasiyesi, 2. fitoherm bağlamtaşı fasiyes, 3. mikritik tufa fasiyesi, 4. fitoklastik tufa fasiyesi, 5. onkoidal tufa fasiyesi, 6. intraklastik tufa fasiyesi, 7. mikrodetritik tufa fasiyesi, 8. eski topraklar, 9. pizolitik tufa fasiyesi (kanal ve havuz tipi) ve 10. intraformasyonel konglomera fasiyesleridir. Bu farklı tipler, kaynaktan itibaren gelişen ve farklı hidrolojik koşullara sahip düşük rejimli yüzey akıntıları/

akarsu, bataklık, göl-havuz, şelale-baraj şeklinde ayrılan ortamlarda oluştuklarını belirtmektedirler.

Bu çalışmalarla birlikte Dünya'nın değişik bölgelerinde yer alan tufa ve travertenlerle ilgili sedimantolojik amaçlı bir çok çalışmalar vardır. Bunların bazıları şunlardır; Hofmann (1973), Pedley (1990), Ford and Pedley (1996), Evans (1999), Andrews et al. (2000), Glover and Robertson (2003), Kershaw and Guo (2003), Pedley et. al. (2003), Portman et al. (2005), Andres and Reid (2006), Pedley and Rogerson (2010).

1.4. Materyal ve Yöntem

Konya iline bağlı Hadim ilçesi sınırları içerisinde yaklaşık 10 km^2 lik bir alanda gelişmiş, farklı özelliklere sahip 4 fasiyesten oluşan tufalar bu çalışmada detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmalar dört aşamada gerçekleştirilmiştir.

1.4.1. Literatür çalışması

Bu aşamada ilk olarak çalışma alanı ve yakın çevresinin jeolojisi ve tufalarla ilgili literatür taraması yapılmış, tez konusuyla ilgili ve inceleme alanında gerçekleştirilen önceki çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Yöre jeolojisi ve tufalarla ilgili çalışmalara Maden Tetkik Arama Enstitüsü ve internet aracılılığıyla ulaşılmıştır.

1.4.2. Arazi çalışmaları

Özdemir ve Nalbantçılar (2002), tarafından yapılan 1/25000 ölçekli jeoloji haritası arazi çalışmasına baz alınmış ve detaylı olarak çalışılan kısmı tarafımızdan revize edilmiştir (Ek 1).

Tufaların sınırları belirlendikten sonra tufa fasiyeslerinin özelliklerinin ve ilişkilerinin en iyi gözlendiği yerlerden 4 ölçülü stratigrafik kesit alınmıştır. Her bir fasiyesin tüm özellikleri en ince detayına kadar not edilmiş ve fotoğraflanmıştır. Ayrıca her bir fasiyesten laboratuar çalışmaları için yeterli sayıda örnek derlenmiştir. Tufaları oluşturan Karasu kaynağından farklı mevsimlerde su örnekleri alınmıştır.

1.4.3. Laboratuar çalışmaları

Arazi çalışmaları sırasında Yerköprü Şelalesi civarından derlenen örnekler önce ince kesit yapılarak binoküler mikroskopta mikrofasiyes incelemeleri yapılmıştır. Ardından bu örnekler üzerinde Selçuk Üniversitesi laboratuarlarında SEM ve EDX analizleri ile asetat çalışmaları yapılmıştır. Araziden alınan kirlenmenin olmadığı el örnekleri kibrit kutusu büyüklüğünde kesilerek $\delta^{13}C$ - $\delta^{18}O$ duraylı izotop analizlerinin yapımı için Macaristan Bilimsel Akademisi Jeolojik ve Jeokimyasal Araştırmalar Enstitüsüne gönderilmiştir. Ayrıca radyometrik yaş tayini için Tayland'a numune gönderilmiş, fakat numunelerdeki organik madde içeriğinin yoğunluğundan dolayı yaş tayini yapılamamıştır. Karasu kaynağı ve Göksu nehrinden alınan su örneklerine yaptırılan analizlerle suyun kimyasal ve ağır metal içerikleri belirlenmiştir.

1.4.4. Büro çalışmaları

Arazi, laboratuar ve jeokimyasal veriler değerlendirilerek Yerköprü Şelalesi tufalarının sedimantolojik özelliklerinin tanımlandığı ve oluşum modelinin geliştirildiği bu tez hazırlanmıştır.

2. GENEL JEOLOJİ

2.1. Stratigrafi

Çalışma alanında Permiyen-Kuvaterner zaman aralığına ait birimler yüzeylemektedir. Bu birimlerden Geç Permiyen yaşlı Taşkent kompleksi ilk defa Özgül (1997), Triyas yaşlı Zindancık kompleksi Turan (1990) ve tarafımızdan Yerköprü şelalesi tufaları olarak anlatılan birim ise ilk defa Uğuz ve ark. (1994) tarafından Traverten olarak adlandırılmıştır.

Çalışma alanında Permiyen Triyas zaman aralığında çökelmiş olan birimler, güncel tufa oluşumları ve az da olsa alüvyonlarca uyumsuz olarak örtülmüştür (Şekil 2.1.).

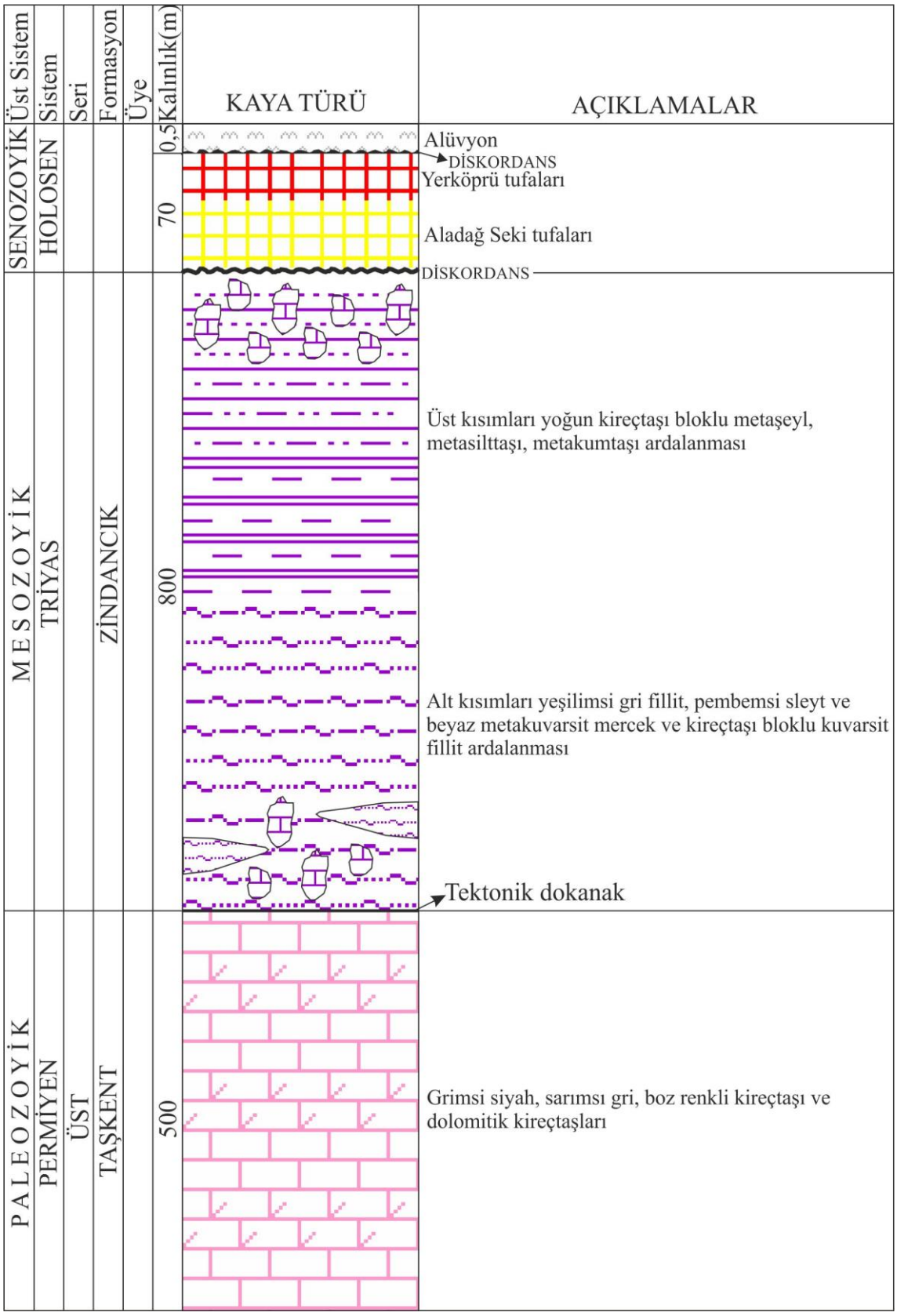
2.1.1. Taşkent formasyonu (Pt)

Grimsi siyah, sarımsı gri, boz renkli kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmakta olan birim ilk defa Özgül (1997) tarafından çalışılarak Taşkent formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Çalışmacı tarafından, Söğüt kasabasıyla Fakılar köyü arasında kalan bölgede gözlendiği belirtilen formasyonun; tabanda sarımsı pembe, grimsi pembe renkli oldukça kırılgan kireçtaşlarıyla başlayıp yukarı doğru gülkurusu, grimsi siyah renkli bol çatlaklı tabakalı yer yer laminalı kireçtaşlarıyla devam ederek üst seviyelerde gri-boz, pembemsi gri renkli yer yer laminalı ve tabaka kalınlıkları 40 cm'ye varan kireçtaşlarıyla son bulduğu ifade edilmiştir.

Formasyon, alt sınır ilişkisi bakımından Söğüt kasabası civarında Hacıalabaz formasyonu üzerine tektonik olarak, Fakılar köyü civarında ise, Hocalar formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Jura- Alt Kretase yaşlı Sinatdağı formasyonu tarafından da uyumsuzlukla örtülmektedir.

Taşkent formasyonunun, değişik düzeylerinde brakiyopod, mercan, bryozoa ve krinoid vb. makrofosilleri belirtmiştir. Formasyon, nicelik ve nitelik bakımından çok gelişmiş ve yalnızca bu formasyon için ayırtman olan bazı foraminifer topluluklarını kapsamaktadır. Geç Permiyenin Murgabiyen, Midiyen, Culfiyen ve Doraşamiyen katlarını belirleyen fosil toplulukları tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında formasyonun yaşı Geç Permiyen olarak kabul edilmiştir. Taşkent formasyonunun Murgabiyen katını



Ölçeksiz

Şekil 2.1. Çalışma alanının genelleştirilmiş ölçeksiz stratigrafik kesiti

temsil eden, açık renkli, foraminifer, alg *(Tubiphytes)* ve intraklastlı kireçtaşı (tanetaşı-istiftaşı), başlangıçta dalga tabanı üstünde yüksek enerjili, olasılıkla yığışım zonuna yakın, şelf koşullarının etkin olduğunu gösterir. Alt kesimlerinde yer yer görülen algli mikrit arakatkılı koyu şeyller, yer yer düşük enerjili, dalga işlevinden korunmuş, kapalı ortamların varlığını gösterir. Daha üstte bulunan ve Taşkent formasyonunun büyük bölümünü oluşturan algli ve foraminiferli vaketaşı-istiftaşı türünden kireçtaşları, dalga tabanı altında, düşük enerjili şelf koşullarını yansıtır (Özgül, 1997).

2.1.2. Zindancık kompleksi (Tz)

Taşkent karışığı veya otokton üzerinde tektonik dokanakla duran metaolistostromal topluluk Turan (1990) tarafından Zindancık Yaylası'na izafeten Zindancık kompleksi olarak adlandırılmış ve birimin Çal Dağı kuzey ve güneyi, Hocalar, Hadim, Kongul ve Taşkent hattı boyunca yüzeylediği belirtilmiştir.

Zindancık birimi beyaz mermer olistolitlerinin çokça olduğu yeşilimsi gri fillit, pembemsi sleyt ve beyaz metakuvarsit mercek ve budinleriyle başlar. Üste doğru buruşma klivajlı sleyt ve fillitler arasında gri kireçtaşı, koyu sarı nodüler killi çört ve siyah metaçört araseviyeleri gözlenir. Daha üstlerde metaşeyl-metasilttaşı-metakumtaşı ardışığı şeklindeki birim, tip yerinde yoğun kireçtaşı blokludur. İstiflenmenin en üstünde grafit bantlı siyah şeyl, metakuvarist mercekleri ve killi çört yumruları izlenir. Metaolistostromun kırıntılıları; heteroblast-porfiroblast kuvarsitik metakumtaşı, lepidoplast-granoblast kuvars fillit, homoblast-porfiroblast kuvarslı sleyt, heteroblast metasilttaşı; kireçtaşı örnekleri ise mozayik ve kataklastik dokuda ince taneli mermer ile krinoidal rekristalize kireçtaşıdır. Zindancık biriminde haritalanamayan açık gri kristalize Devoniyen kireçtaşı olistolitleri, mercanlardan yapılı biyolititlerdir. Haritalanabilir açık ve koyu gri Karbonifer kireçtaşı olistolitleri, bol krinoid, mercan, brakiyopod, briyozoer kapsar ve oolitik fasiyesler sunar. Zindancık biriminde sık rastlanan iri Üst Permiyen olistolitleri, kumtaşı ve şeyl arakatkılı koyu gri kireçtaşlarıdır ve gastrapod, brakiyapod kavkılarıyla 3-4 cm. iriliklerde onkoidal oluşumlar izlenir. Yer yer stramatolitik düzeyler ile mikrokristalen kuvars bademcikleri içeren ve çoğu mikritik Üst Permiyen olistolitleri, rekristalizasyon ve kataklastlaşmadan dolayı deforme fosil içeren ve çatlaklarla katedilmiş milonitik şekillerde de görülür. Metaolistostromda yaşı saptanamayan fakat üstteki Triyas yaşlı karbonatlara benzerlik gösteren gri kireçtaşı olistolitleri, kum laminası ve pelloidal yapılarla birlikte mikritik

doku gösterirken, bazen rekristalizasyon ve kataklastlaşmadan dolayı neomorfiktirler. Zindancık biriminde yaşı ve kaynağı belirlenememiş mermer olistolitleri, ekseri beyaz, bazen koyusarı-kahverenklidir. 10-50 cm'lik tabakalardan oluşan mozayik dokulu kuvarslı mermerlerde, kum laminaları yanında, breşik-dolomitize zonlar izlenir. Dolomitize mermerlere alterasyon zonlarında bazen barit, pirit ve spekülarit eşlik eder. Haritalanamaz sarımsı kumtaşı blokları, yarı yuvarlak-yuvarlak, iyi boylanmış ve silis çimentolu kuvars arenit şeklindedir. Metaolistostromdaki koyu yeşil diyabazlar, albit ikizli öz-yarı öz şekilli labrador ile ksenomorf ortopiroksen içerirler ve diyabazik dokulu örneklerde karbonatlaşma yaygındır (Turan, 2000).

Turan, (2000) tarafından, Kayraklıtepe kuvarsiti ile uyumlu örtülen metaolistostrom, Kâhtepe formasyonuyla tektonik olduğu belirtilen birimin mostra kalınlığının 800 m'ye vardığı ifade edilmektedir.

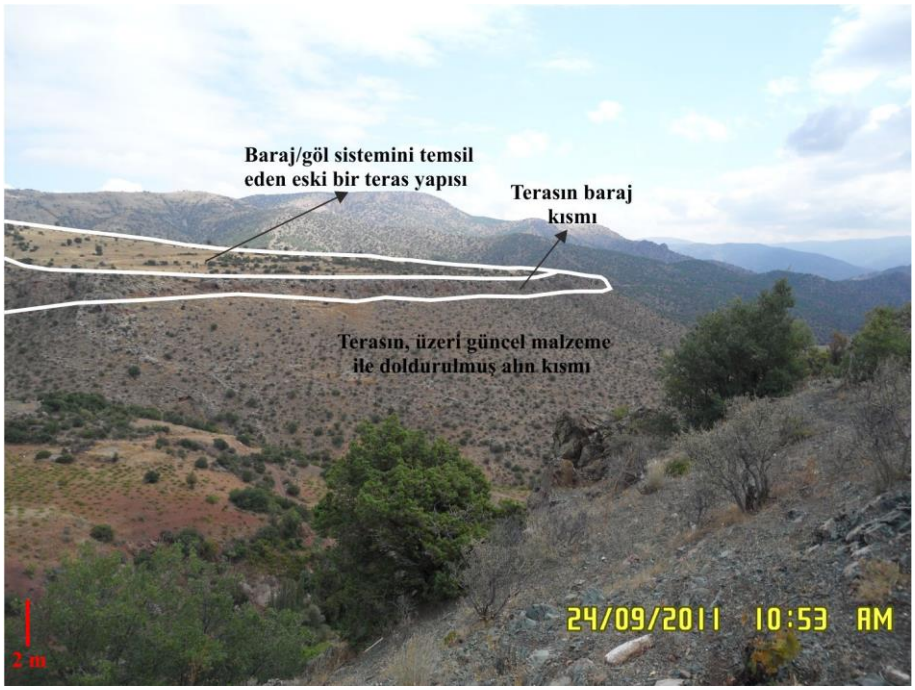
Birimin kireçtaşı olistolitlerinde Devoniyen'i simgeleyen; Favosites sp., Alveolites sp., Hexagonaria sp., Disphyllium sp. ve Karbonifer'i temsil eden; Earlandia sp., Tubertina sp., Millerella sp., Archaeodicidae, Endothyridae ile Geç Permiyen'e ait; *Hemigordius renzi*, *Baisalina pulchra* , Staffella sp., Eolasiodiscus sp., Ungdarella sp., Nagatoella sp., Gymnocodium sp., Girvenella sp., Epimastapora sp., Pseudovermiporella sp.'ye rastlanmıştır. Olistostromun matriksinde fosile rastlanamadığından, birimin yaşı Geç Permiyen'den daha genç ve olasılıkla Triyas'tır (Turan, 2000).

Metaolistostromunun gelişimine bakıldığında, türbid akıntıları etkinliğindeki çökel ortamına bol kırıntı gelirken, gravite kaymalarıyla bu duraysız havzaya irili ufaklı yabancı bloklar taşınmıştır. Daha sonra bu oluşuklar, Barrow tipi düşük yeşil şist metamorfizmasına uğrayarak, metaolistostromal topluluk haline gelmiştir (Turan, 2000).

2.1.3. Aladağ seki tufaları (Qa)

Uğuz ve ark., (1994) tarafından Göksu Vadisi içinde, Aladağ, Çakallar, Dülgerler köyleri ve dolaylarında gözlenen traverten oluşukları Aladağ köyünün kuzeyinde yer alan Seki Mevkisi'nde iyi gözlendiği için bu birime Aladağ Seki Traverteni adı verilmiştir. Uğuz ve ark., (1994)'a göre bu travertenler inceleme alanı içindeki yüzeylemelerinde kirli sarı renklidir ve yaklaşık 70-100 m. kalınlık sunar.

Tarafımızdan yapılan bu çalışmada Uğuz ve ark., (1994) tarafından traverten olarak tanımlanan birimlerin oluşumunu tamamlayan yaşlı tufalar olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.2. Aladağ Seki tufalarından bir görünüm

2.1.4. Yerköprü tufası (Qy)

Tarafımızdan yapılan bu çalışmada Yerköprü şelalesi ve çevresinde oluşmaya devam eden tufalar, Yerköprü şelalesine itafen Yerköprü tufaları olarak adlandırılmıştır.

Bu tufalar çoğunlukla Yerköprü şelalesi ve yakın civarında Karasu kaynağının ulaşabildiği kesimlerde oluşmuştur. Güncel oluşumlarının yoğun olarak Yerköprü şelalesi civarında devam etmekte olduğu bu tufalarda tarafımızca; fitoherm bağlamtaşı, fitoherm çatıtaşı, mikritik tufa ve tufa breşi fasiyesleri olmak üzere dört adet fasiyes tanımlanmıştır.

Fitoherm çatıtaşı fasiyesi, bitki kök, gövde ve dallarının etrafının sarıldığı koyu krem renkli laminalı bir kabuk ve iç kısmı beyaz mikritik karbonatla doldurulduğu ya da boşluklu olduğu materyalden oluşur. Kök ve gövdelerin çapı çoğunlukla 0,5 cm – 5 cm arasında değişirken, yer yer 15 cm çapına varan gövdeler de mevcuttur. Dal ve gövde uzunlukları 1 m. ye kadar ulaşabilmektedir. Birim, genel olarak yüksek poroziteli bir yapıya sahiptir. Gövdeler genellikle düşey yönlü olup, sedimantasyon gövde yüzeyine paralel gelişmiştir. Orijinal dal ve gövdeler çoğunlukla korunamamış olup, bunların iç kısımları genelde sparitik malzeme ile doldurulmuş ya da boşluk şeklinde korunmuştur.

Doldurulmamış boşlukların çeperlerindeki odunumsu doku genellikle korunmuştur. Mikroskop altında genellikle bozunmuş organik materyal içerisinde ve etrafında ışınsal, radyal ve konsantrik kalsit gelişimleri sunmaktadır. SEM görüntülerinde de bozunmuş yoğun organik materyalin etrafındaki kalsit gelişimleri gözlenmektedir. Bu fasiyes Yerköprü şelalesine girişte yer alan otopark ile vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde vadi boyunca yoğun olarak gözlenmektedir. Ayrıca Karasu kaynağının Yerköprü şelalesine döküldüğü kısımda doğal ve yapay yollarla yönlendirilmiş olan suyun akış yolu boyunca oluşumu devam güncel fitoherm çatıtaşı fasiyesi örnekleri yer almaktadır.

Yerköprü şelalesi ve yakın civarındaki fitoherm bağlamtaşı fasiyesi, stromatolitik tufalar ve yapay kanallar üzerinde oluşan laminalı tufalar olmak üzere iki şekilde gözlenmektedir. Bunlardan stromatolik tufalar, çapları 20 – 30 cm. den 5 m. ye kadar değişen farklı boyut ve şekillerde gözlenmektedir. Şelalenin içerisinden aktığı dere yatağının yamaçlarında yer yer aşınan kısımlarda yaprak yaprak tabakalanmalar gözlenmekle birlikte tam anlamıyla dom şekilli stromatolitik tufa gözlenememektedir. Özellikle dere yatağında büyük bir ağaç kökünü andıran yapılar üzerinde gelişmiş stromatolik tufalar izlenmektedir. Ayrıca çalışma alanında insan eliyle oluşturulmuş sulama kanalı ve değirmenlerin su hattı üzerinde gelişmiş laminalı fitoherm bağlamtaşı fasiyesi gözlenmektedir. Makro örneklerde stromatolitik yaygılar izlenirken, mikro örneklerde de daha çok ışınsal kalsit büyümeleri gözlenmektedir. SEM görüntülerinde ise fasiyesin oluşumunda önemli rol oynayan mikrobiyal yapılar görülebilmektedir. Fasiyesin şelale oluşumundan önce gelişen eski tufa örnekleri Karasu kaynağının yaklaşık 1 km güneydoğusunda yeralan Topraklık mevkii, Yerköprü şelalesinin yaklaşık 500 m batısında yer alan Düden civarı ile Yerköprü şelalesinin kuzey ve güneyinde yer alan Köprülü Kanyon ve Karasu eğim atımlı faylarının yükselen bloklarının görünen kısımlarında yüzeylemektedir. Fasiyesin güncel oluşumları ise Yerköprü şelalesine girişteki otopark ile vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ ve sol sahiller ile dere yatağında bol miktarda gözlenebilmektedir. Stromatolitik tip tufalar daha çok vadi boyunca ve sağ sahilde yüzeylemekte iken tabakalı tip fitoherm bağlamtaşı fasiyesi sağ sahilde eski değirmenlerin su kanalları boyunca ve sol sahilde hakim fasiyes olarak yüzeylemektedir.

Tufa breşi fasiyesi, yeniden işlenmiş genelde intraformasyonel orijinli fasiyes, ince düzensiz tabakalar şeklinde gelişmiştir. Fasiyes, köşeli kötü boylanmış fitoherm çatıtaşı ve fitoherm bağlamtaşı parçacıklarından oluşmaktadır. Yerköprü şelalesi

içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde ve yamacın yüksek kotlarında bu fasiyesin en iyi örneği gözlenmektedir. Ayrıca Çiftepınar köyü civarı ile Aşağı Eşenler Yerköprü Şelalesi arasında yer alan eski tufalarda da tufa breşi fasiyesi gözlenmektedir. Genelde yayılımı ve kalınlığı oldukça az olan bu fasiyes bölgede mercek geometrisi sunmaktadır.

Mikritik tufa fasiyesi Yerköprü şelalesi tufaları içerisinde geniş bir yayılıma sahiptir. Bu fasiyes çoğunlukla dere yatağının kenar kesimlerinde su geliminin devam ettiği bölgelerde diğer fasiyesleri kısmen ya da tamamen örter biçimde gelişmiştir. Su geliminin mevsimsel olduğu kesimlerde kısmi teras yapıları oluşturmuş ancak gerek insan aktivitesinin çokluğu gerekse su geliminin mevsimsel olmasından dolayı teras yapıları oluşumunu tamamlayamamıştır. Fasiyes düşük gözenekli bir yapıya sahip olup, çok az bitki kalıntısı ile genelde akıntının getirdiği dal ve yaprakları içermektedir. Güncel oluşumun devam ettiği teraslarda henüz pekişmemiş ince taneli malzeme ve bu malzeme ile kaplanmaya devam eden bitki dal, kök, yaprak parçaları görülmektedir. Çalışma alanında su gelişine bağlı olarak oluşumu yeni başlamış, oluşmaya devam eden ve su gelişinin bitmesinden dolayı oluşumunu sonlandırmış teras yapıları ile buralardaki mikritik malzeme çökelimi izlenebilmektedir. Fasiyesin makro örnekleri laminalı ve yer yer iri kristalli karakter sergilemektedir. Mikroskop altındaki görüntülerinde ise yer yer oolitik yapılar ve ışınsal kalsit büyümeleri görülmektedir. SEM görüntüsü ise dentritik yapı sunmaktadır. Mikritik tufa fasiyesi yoğun olarak Yerköprü şelalesi içinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde gözlenmektedir. Ayrıca bu kısımda halen mikritik malzeme çökelimi ile tufa oluşum aşaması güncel bir şekilde görülebilmektedir.

2.1.5. Alüvyon (Qal)

Kuvaterner'de inceleme alanında dağeteği çökelleri ve akarsu çökelleri gözlenir.

Dağeteği çökelleri, Kazımkarabekir ilçesinin güneyinde yer alan Hacıbaba Dağı'nın kuzey ve güney eteğinde büyük alüvyon yelpazeleri biçiminde gözlenir. Dağ öneyinin yukarı bölümlerinde çekim kaymalarıyla biriken blok, iri çakıl, çakıl boyu gereç, yamaç aşağı yönde çakıl, kum, silt boyu gerece geçiş gösterir. Tabakalanma kötü ve yamaç aşağı eğimlidir.

Akarsu çökelleri, Göksu ırmağı ve kollarının akağında, Göksu Irmağı'nın çökelttiği oluşuklar olarak gözlenir, blok, iri çakıl, çakıl, kum, silt boyu gereçten oluşur.

Yuvarlaklaşma iyi, derecelenme olağandır. Kumlu düzeylerde çapraz tabakalanma ve akıntı yapıları gözlenir.

2.2. Yapısal Jeoloji

Çalışma alanını içerisine alan Hadim ilçesi ile Bozkır ilçesi dolaylarının yapısal jeolojisi Özgül (2002) tarafından çalışılmıştır. Çalışmacı tarafından, bölgede Paleozoyik ve daha genç yaşta kaya birimlerini kapsayan ve birbirinden farklı havzaları temsil eden birliklerin faylı dokanaklarla bir arada bulunduğu ve bu birliklerden Hadim ile Geyikdağı birliklerinin otokton, Güney İç Anadolu ve Orta Toros birliklerinin ise allokton birlikler olduğu ifade edilmektedir. Özgül (2002)'ye göre, inceleme alanının kuzeyinde İç Anadolu'nun güney kesiminde geniş alanlar kaplayan Paleozoyik yaştaki metamorfitlerle litoloji benzerliği ve birliğin tabanında (yerli Hadim Birliği'nde) gelişmiş olan kıvrımların konumu, yabancı birliklerden Güney İç Anadolu Birliği'nin inceleme alanına kuzeyden, Güney İç Anadolu'dan geldiğini kanıtlamaktadır. Blumenthal (1956) tarafından «Hadim Napı» veya «Hadim Paleozoyik'i» diye adlandırılmış olan allokton Orta Toros Birliğinin, Özgül (2002) tarafından özellikle birliğin mostra örneğinin güney ve kuzey kesimlerinde, şaryaj sınırı yakınlarında, gelişmiş olan kıvrım ve itki faylarının konumuna ve bu birliğin güney ve kuzeydeki komşu birliklerle stratigrafi ve litoloji yönünden deneştirilmesi sonucunda tümüyle bir nap olmadığı ancak kuzey sınırı boyunca NE'ya, güney sınırı boyunca da SW'ya ilerlemiş olduğu ifade edilmektedir. Kambriyen ve Ordoviziyen yaştaki kaya birimlerini de kapsayan yerli Hadim birliği yukarıda adı geçen iki yabancı birliğin arasında yer alan bir havzada oluşmuştur (Özgül, 2002). Çalışmacı tarafından bölgedeki otokton ve allokton birliklerin NE'ya eğimli itki fayları tarafından beraberce kesildikleri, gerek allokton birliklerin hareketlerinin ve gerekse bu birlikleri kesen itki faylarının oluşumunun Lütesiyen sonu – Miyosen öncesi zaman aralığına rastladığı, allokton birliklerden Orta Toros Birliği'nin hareketinin Güney İç Anadolu Birliği'nin hareketinden sonra oluştuğu, ancak bütün bu hareketler arasında faz farklarının varlığına değin her hangi bir ipucu bulunamadığı belirtilmektedir.

Bölgenin yapısal gelişiminde, hiç değilse Üst Devoniyen'den beri, düşey blok hareketlerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Kaya birimleri arasında saptanan diskordansların çoğunlukla açışız oluşu bu düşünceyi kuvvetlendirmektedir. Yabancı birliklerin yatay hareketlerinden, düşey blok hareketlerine bağlı olarak gelişen

yerçekimi kaymalarının sorumlu olduğu sanılmaktadır. Bu düşünce, geniş alanlar üzerinde hareket etmiş olan Güney İç Anadolu Birliği ile kuzey ve güney sınırları boyunca birbirine zıt yönlerde hareket etmiş olduğu düşünülen Orta Toros Birliği'nin büyük çapta yatık kıvrım veya ters dönmeler bulundurmayışına ve Orta Toros Birliği'ni kuzeyden sınırlayan büyük itki fayının konumuna dayanmaktadır (Özgül, 2002).

2.2.1. Uyumsuzluklar

İnceleme alanında yer alan güncel tufa oluşumları ve alüvyonlar tüm birimleri uyumsuzlukla örtmektedir.

2.2.2. Faylar

Çalışma alanında irili ufaklı birçok eğim atımlı ile bindirme fayları bulunmaktadır. Bunların en önemlileri Uğuz ve ark., (1994) tarafından tespit edilen ve Zindancık metaolistostromunun Taşkent formasyonu üzerine geldiğini gösteren bindirme fayıdır. Ayrıca Sarıhacı köyü KB'sında ve Çakallar ile Dülgerler köyleri civarında irili ufaklı birçok eğim atımlı fay gözlenmektedir. Ayrıca çalışma alanında tarafımızdan Köprülü Kanyon fayı ve Karasu fayları olarak adlandırılan iki adet eğim atımlı normal fay tespit edilmiştir.



Şekil 2.3. Yerköprü şelalesi, Karasu kaynağı ve Köprülü Kanyon fayını gösterir fotoğraf

Köprülü Kanyon fayı Yerköprü Şelalesi kuzeyinde D-B uzanımlı eğim atımlı normal fay olup, Yerköprü şelalesi güneyinde GB-KD uzanımlı eğim atımlı normal fay olan Karasu fayı ile birlikte, Göksu nehri yatağının şelale kısmını şekillendirmişlerdir (Şekil 2.3.).

3. YERKÖPRÜ TUFALARININ SEDİMANTOLOJİSİ VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

3.1. Yerköprü Tufalarının Sedimantolojisi

Yoğun gözenekli ve süngerimsi yapıda olan ve bitki kalıntıları içeren tam pekişmemiş soğuk ve ılık su kaynakları çevresindeki karbonat çökeltileri için tufa terimi kullanılmıştır (Köse, 2010).

Bates ve Jackson (1980)'e göre tufa; bir göl içinde yada kıyısında, karbonatlı ırmak kenarlarında, sıcak ve soğuk kalkerli kaynak ağızlarında çökelen kalın, soğansı yapıda ve yığışımlı şekilde, bazen ince kabuksu yapıda, kırılgan ve süngerimsi, gözenekli olan kimyasal kökenli sedimanter kayaç olarak tanımlamıştır. Tufalar algler veya bakterilerce çökeltilirler.

Yerköprü tufaları üzerine yapılan bu çalışmada 4 adet fasiyes tanımlanmıştır. Pedley (1990) tarafından yapılan tufa fasiyeslerinin sınıflandırılmasına göre adlandırılan inceleme alanındaki fasiyesler;

Otokton Fasiyesler

- Fitoherm çatıtaşı fasiyesi
- Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi
- Mikritik tufa fasiyesi

Allokton Fasiyesler

- Tufa breşi fasiyesi şeklinde tanımlanmıştır.

3.1.1. Fitoherm çatıtaşı fasiyesi (Tfç)

Tanım

Bitki kök, gövde ve dallarının etrafının sarıldığı koyu krem renkli laminalı bir kabuk ve iç kısmı beyaz mikritik karbonatla doldurulduğu ya da boşluklu olduğu materyalden oluşur. Ayrıca Karasu kaynağının Yerköprü şelalesine döküldüğü kısımda doğal ve yapay yollarla yönlendirilmiş olan suyun akış yolu boyunca oluşumu devam güncel fitoherm çatıtaşı fasiyesi örnekleri yer almaktadır (Şekil 3.1.). Kök ve gövdelerin çapı çoğunlukla 0,5 cm – 5 cm arasında değişirken, yer yer 15 cm çapına varan gövdeler

de mevcuttur. Dal ve gövde uzunlukları 1 m. ye kadar ulaşabilmektedir (Şekil 3.2.). Birim, genel olarak yüksek poroziteli bir yapıya sahiptir. Gövdeler genellikle düşey yönlü olup, sedimantasyon gövde yüzeyine paralel gelişmiştir. Orijinal dal ve gövdeler çoğunlukla korunamamış olup, bunların iç kısımları genelde sparitik malzeme ile doldurulmuş ya da boşluk şeklinde korunmuştur. Doldurulmamış boşlukların çeperlerindeki odunumsu doku genellikle korunmuştur (Şekil 3.3., Şekil 3.4., Şekil 3.5., Şekil 3.6.). Mikroskop altında genellikle bozunmuş organik materyal içerisinde ve etrafında ışınsal, radyal ve konsantrik kalsit gelişimleri sunmaktadır (Şekil 3.7.). SEM görüntülerinde de bozunmuş yoğun organik materyalin etrafındaki kalsit gelişimleri gözlenmektedir (Şekil 3.8.). Bu fasiyes Yerköprü şelalesine girişte yer alan otopark ile vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde vadi boyunca yoğun olarak gözlenmektedir.



Şekil 3.1. Vadi içerisinde, membadan mansaba bakışta sağ sahilde oluşumu devam eden fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bit bir görünüm

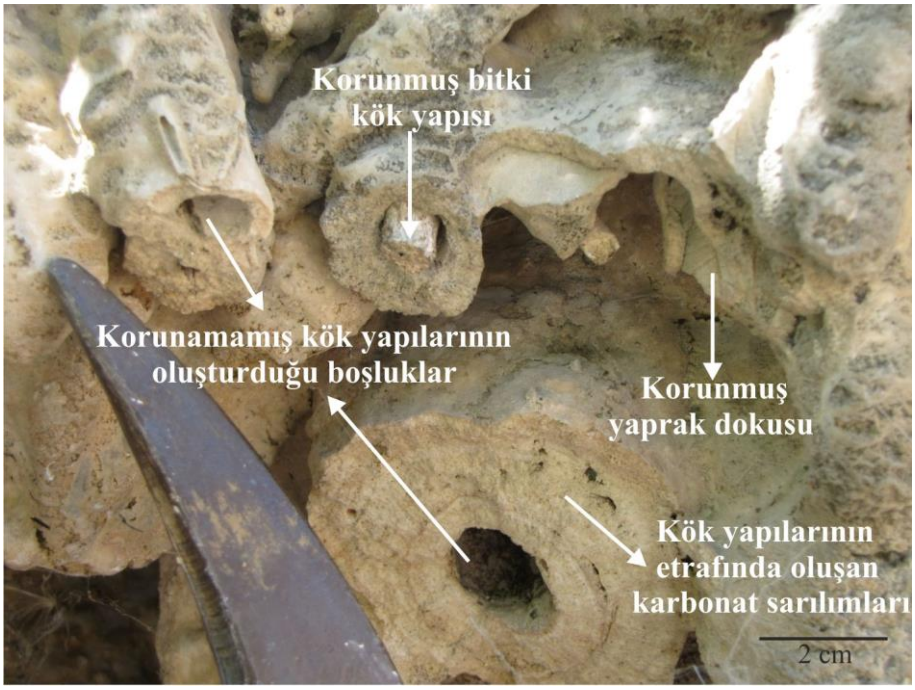
Yorum

Fitoherm çatıtaşı fasiyesi, sakin gölsel yada bataklık ortamlarındaki büyüme pozisyonlarındaki kamış, yosun ve diğer bitki gövde ve dallarının etrafını saran siyanobakteri ve alg sarılımlarının karbonatlaşmasıyla oluşur (Pedley, 1990; Andrews et al, 2000; Glover and Robertson, 2003; Koşun ve diğ, 2005; Portman et al, 2005).

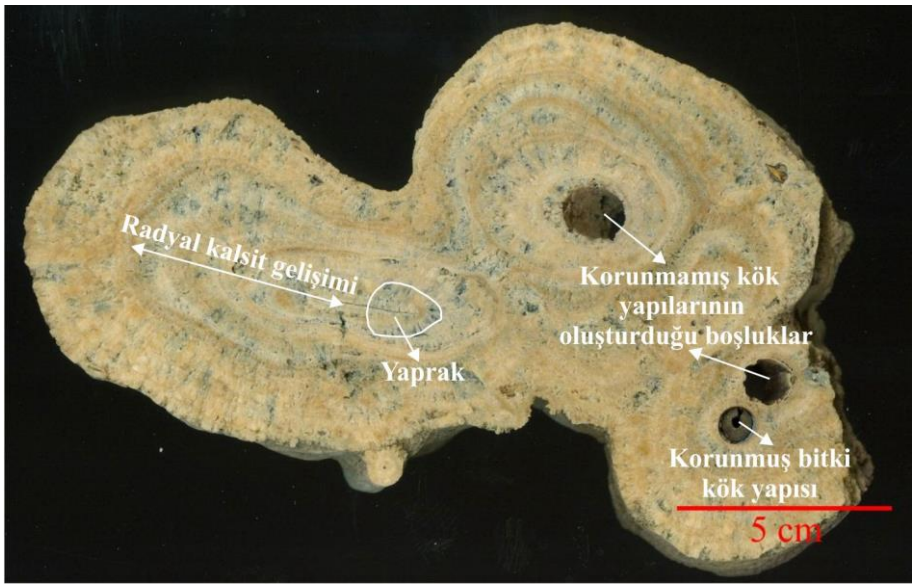
Çalışma alanındaki fitoherm çatıtaşı fasiyesi, Karasu kaynağının Yerköprü şelalesine ulaşana kadar doğal ve ya yapay yollarla yönlendirilmesi sonucu dere yatağının her iki yamacına akan ve şelaleye nazaran debisi daha düşük olan suyun her iki yamaçta gelişen bitkilerin dal, gövde, kök ve yapraklarının karbonat laminalarla sarılması sonucu oluşmuştur.



Şekil 3.2. Piknik alanında, iri ağaç köklerinin karbonatlarca sarılması ile oluşan fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir görünüm



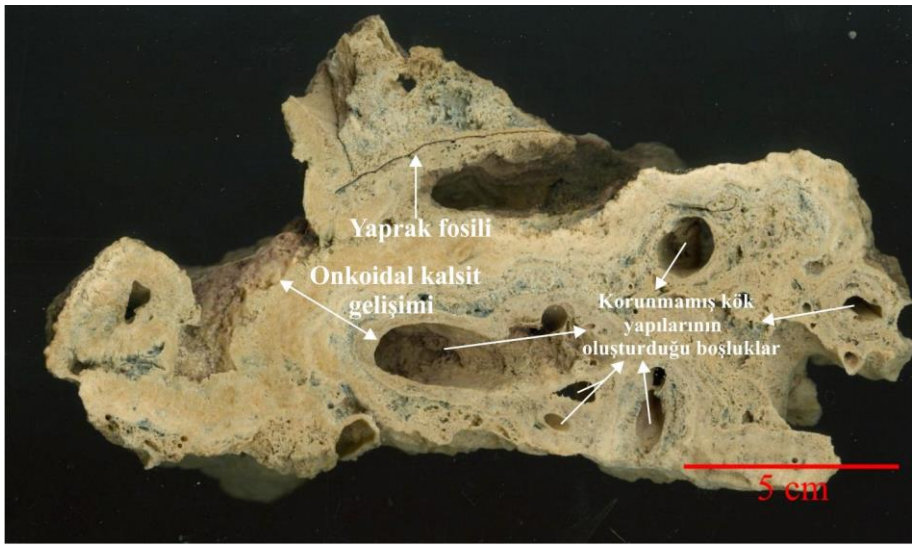
Şekil 3.3. Yerköprü şelalesi piknik alanına girişteki fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir görünüm



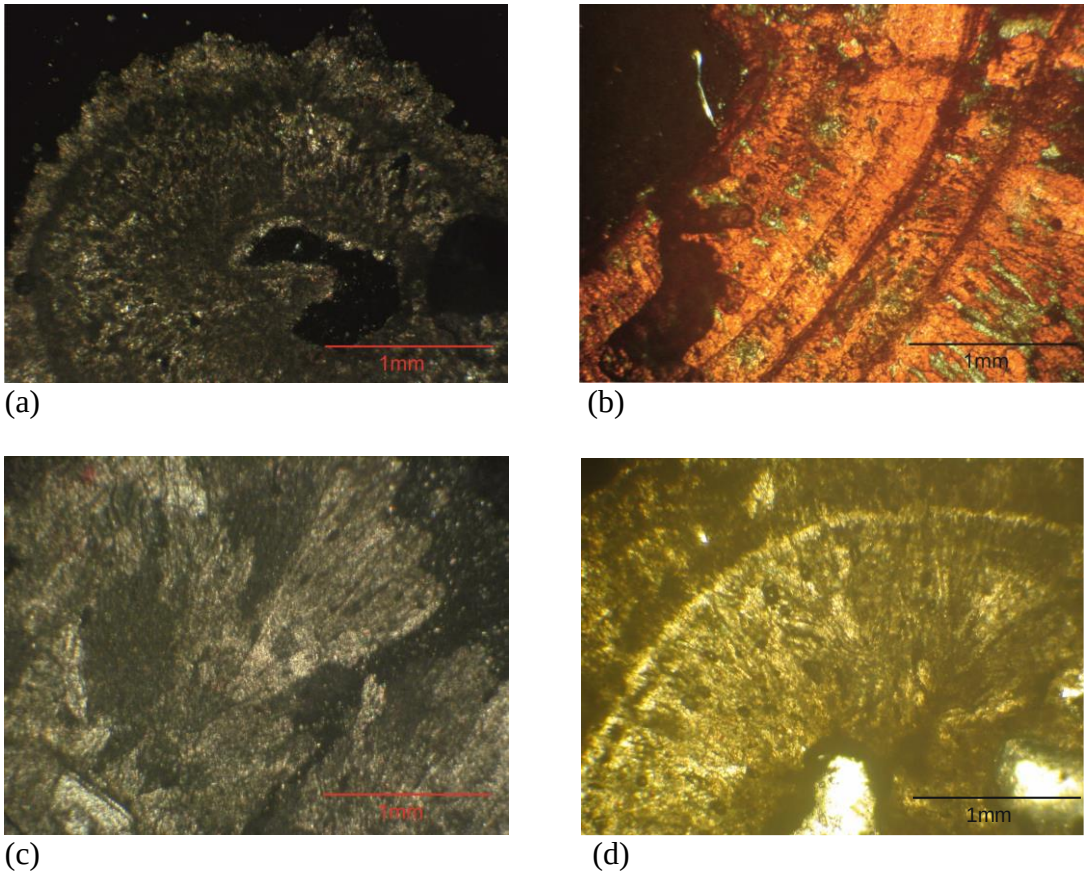
Şekil 3.4. Fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir el örneği (korunmuş ve korunmamış bitki kök yapıları ile bunların etrafında gelişen karbonat sarılımları)



Şekil 3.5. Fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir el örneği (bitki kök ve gövde yapıları ile bunların etrafında gelişen karbonat sarılımları)



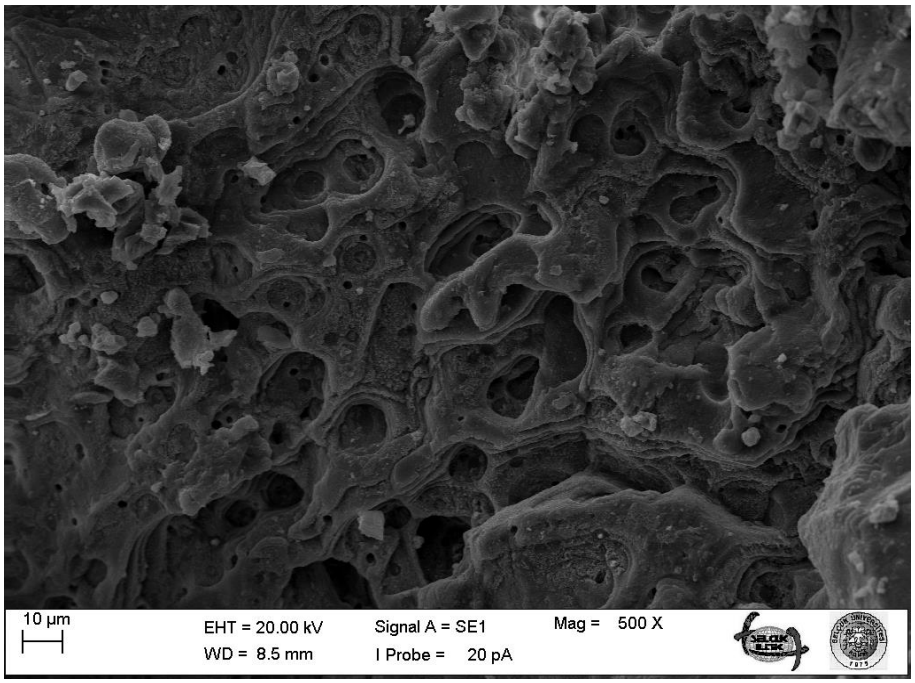
Şekil 3.6. Fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir el örneği (korunmamış bitki kök yapıları ile bunların etrafında gelişen karbonat sarılımları)



(a) (b)

(c) (d)

Şekil 3.7. (a): Bozunmuş bitki kök yapısının içinde ve etrafındaki kalsit gelişimi,
(b): Radyal kalsit oluşumu ve bir organik materyalin etrafında gelişen konsantrik kalsit gelişimi,
(c): Bir organik materyal etrafındaki ışınsal kalsit gelişimi,
(d): Bir kök yapısı içerisindeki ışınsal kalsit oluşumlarını gösterir binoküler mikroskop görüntüleri



Şekil 3.8. Organik materyalin çürümesinden dolayı yoğun delikli yapı sunan fitoherm çatıtaşı fasiyesine ait bir SEM görünümü

3.1.2. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi (Tfb)

Tanım

Yerköprü şelalesi ve yakın civarındaki fitoherm bağlamtaşı fasiyesi, stromatolitik tufalar (Şekil 3.9. ve Şekil 3.10.) ve yapay kanallar üzerinde oluşan laminalı tufalar olmak üzere iki şekilde gözlenmektedir. Bunlardan stromatolik tufalar, çapları 20 – 30 cm. den 5 m. ye kadar değişen farklı boyut ve şekillerde gözlenmektedir. Şelalenin içerisinden aktığı dere yatağının yamaçlarında yer yer aşınan kısımlarda yaprak yaprak tabakalanmalar gözlenmekle birlikte tam anlamıyla dom şekilli stromatolitik tufa gözlenememektedir. Özellikle dere yatağında büyük bir ağaç kökünü andıran yapılar üzerinde gelişmiş stromatolik tufalar izlenmektedir (Şekil 3.11., Şekil 3.12., Şekil 3.14.). Ayrıca çalışma alanında insan eliyle oluşturulmuş sulama kanalı ve değirmenlerin su hattı üzerinde gelişmiş laminalı fitoherm bağlamtaşı fasiyesi gözlenmektedir (Şekil 3.13.). Makro örneklerde stromatolitik yaygılar (Şekil 3.15., Şekil 3.16., Şekil 3.17) izlenirken, mikro örneklerde de daha çok ışınsal kalsit büyümeleri (Şekil 3.18.) gözlenmektedir. SEM görüntülerinde ise fasiyesin oluşumunda önemli rol oynayan mikrobiyal yapılar görülebilmektedir (Şekil 3.19.). Fasiyesin şelale oluşumundan önce gelişen eski tufa örnekleri Karasu kaynağının

yaklaşık 1 km güneydoğusunda yeralan Topraklık mevkii, Yerköprü şelalesinin yaklaşık 500 m batısında yer alan Düden civarı ile Yerköprü şelalesinin kuzey ve güneyinde yer alan Köprülü Kanyon ve Karasu eğim atımlı faylarının yükselen bloklarının görünen kısımlarında yüzeylemektedir. Fasiyesin güncel oluşumları ise Yerköprü şelalesine girişteki otopark ile vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ ve sol sahiller ile dere yatağında bol miktarda gözlenebilmektedir. Stromatolitik tip tufalar daha çok vadi boyunca ve sağ sahilde yüzeylemekte iken tabakalı tip fitoherm bağlamtaşı fasiyesi sağ sahilde eski değirmenlerin su kanalları boyunca ve sol sahilde hakim fasiyes olarak yüzeylemektedir.

Yorum

Yatay olarak laminalanmış veya dom şekilli stromatolitler kıyıya yakın sığ sularda gelişir ve genelde yüksek enerjili ortamları temsil ederler. Güncel stromatolitler genelde 10 metrenin altındaki derinliklerde oluşur (Pedley, 1990 ve 2009). Çalışma alanındaki fitoherm bağlamtaşı fasiyesi dere yatağının kenar kesimlerinde yaygın olarak gelişmiştir.



Şekil 3.9. Vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde yer alan stromatolitik fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm



Şekil 3.10. Vadi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde yer alan stromatolitik fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm



Şekil 3.11. Vadi içerisindeki ağaç kök yapılarının etrafında gelişmiş fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm



Şekil 3.12. İçerisine çökel ve ağaç kök parçaları almış fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm

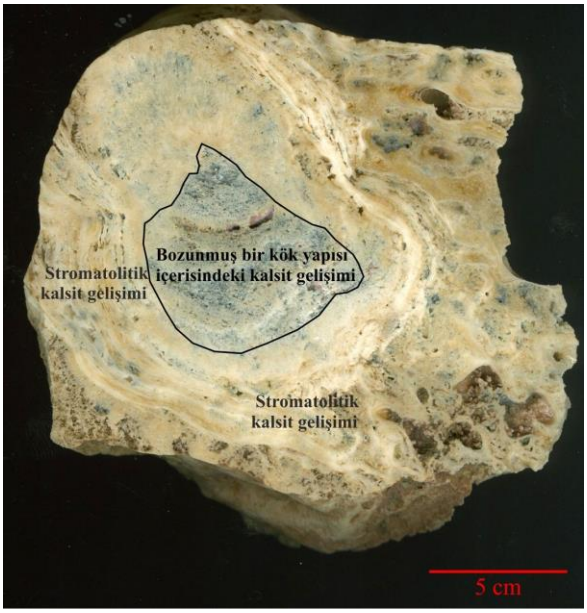


(a) (b)

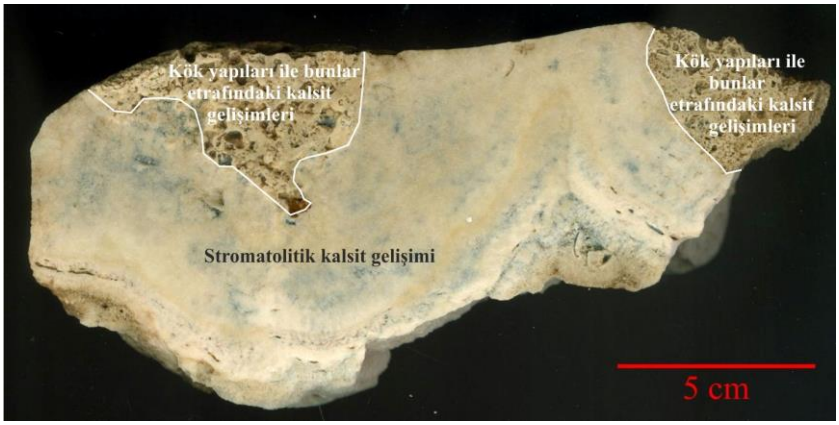
Şekil 3.13. Tabakalı tip fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait (a) uzak ve (b) yakın çekim görüntüleri



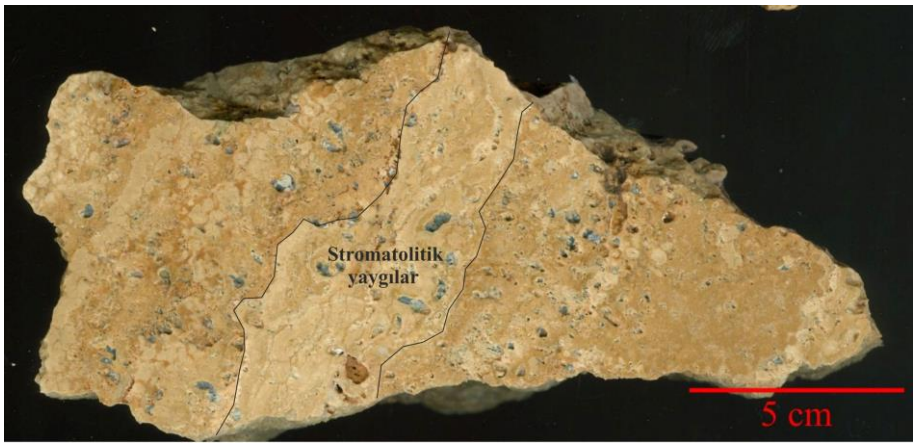
Şekil 3.14. Vadi içerisindeki fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir görünüm



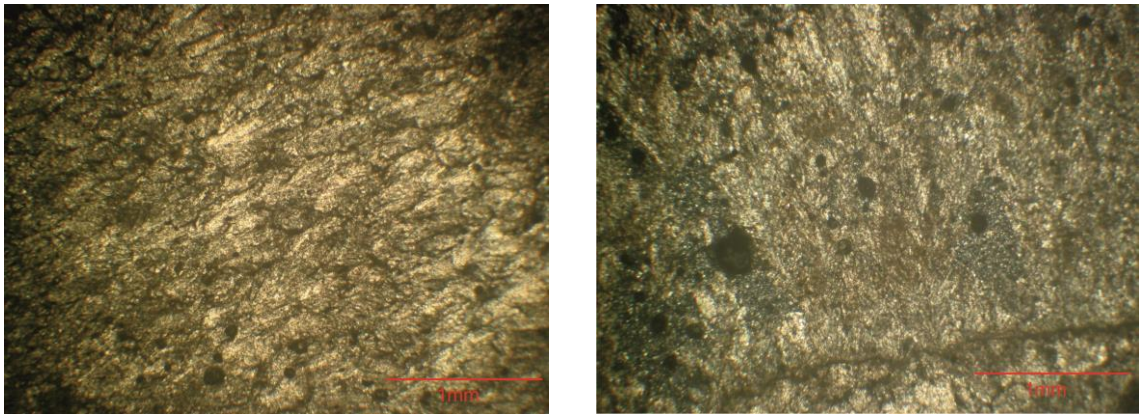
Şekil 3.15. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği görünümü



Şekil 3.16. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği görünümü

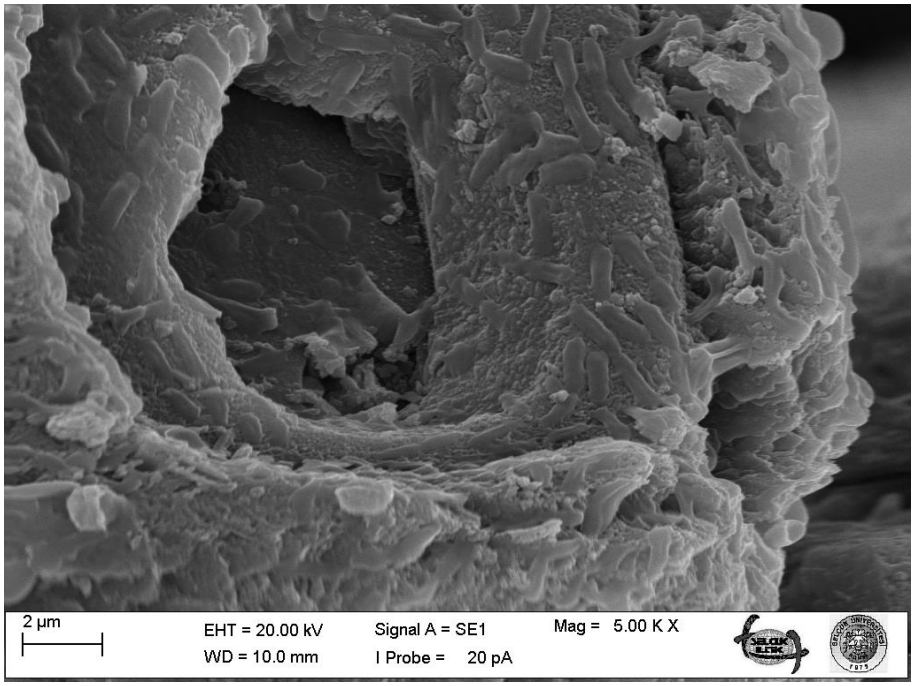


Şekil 3.17. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği görünümü



(a) (b)

Şekil 3.18. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesine ait el örneklerinin binoküler mikroskop altındaki görünümü (ışınsal kristal büyümeleri)



Şekil 3.19. Fitoherm bağlamtaşı fasiyesinin oluşumunda büyük rol oynayan bakterilerin SEM görüntüsü

3.1.3. Tufa breşi (Tb)

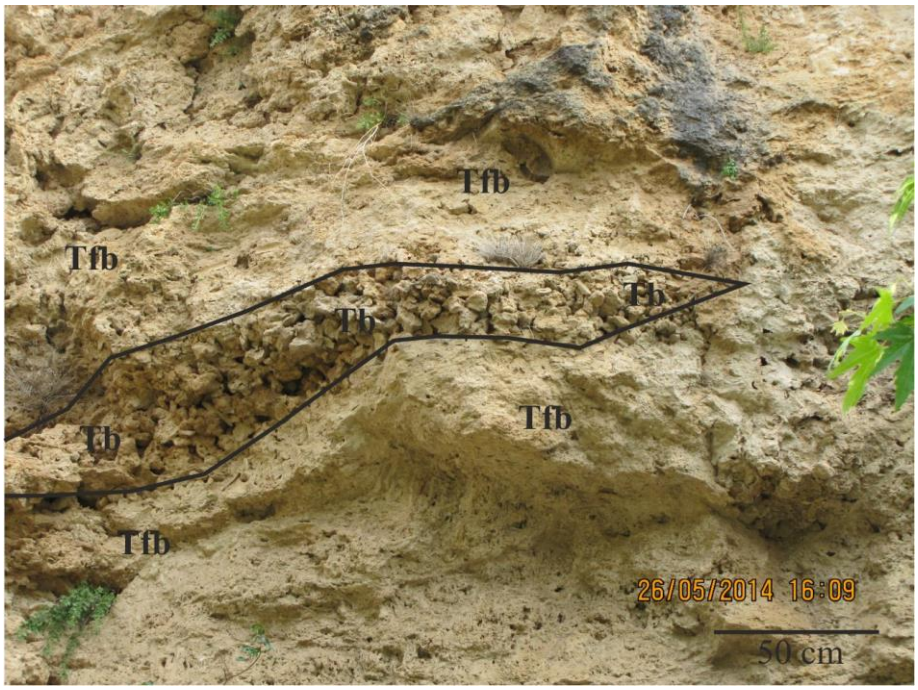
Yeniden işlenmiş genelde intraformasyonel orijinli fasiyes, ince düzensiz tabakalar şeklinde gelişmiştir. Fasiyes, köşeli kötü boylanmış fitoherm çatıtaşı ve fitoherm bağlamtaşı parçacıklarından oluşmaktadır. Yerköprü şelalesi içerisinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde ve yamacın yüksek kotlarında bu fasiyesin en iyi örneği gözlenmektedir. Ayrıca Çiftepınar köyü civarı ile Aşağı Eşenler Yerköprü Şelalesi arasında yer alan eski tufalarda da tufa breşi fasiyesi gözlenmektedir. Genelde yayılımı ve kalınlığı oldukça az olan bu fasiyes bölgede mercek geometrisi sunmaktadır (Şekil 3.20. ve 3.21.).



Şekil 3.20. Tufa istifi içerisinde mercek geometrisi sunan tufa breşinin görünümü (Tfb: Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi, Tb: Breşik tufa fasiyesi)

Yorum

Tufa breşi fasiyesi, daha önce oluşmuş diğer tufa fasiyeslerinden fluviyal aktivitelere bağlı olarak kırılan ve parçalanan materyalin yine yakın bir yerde birikmesiyle oluşmuştur.

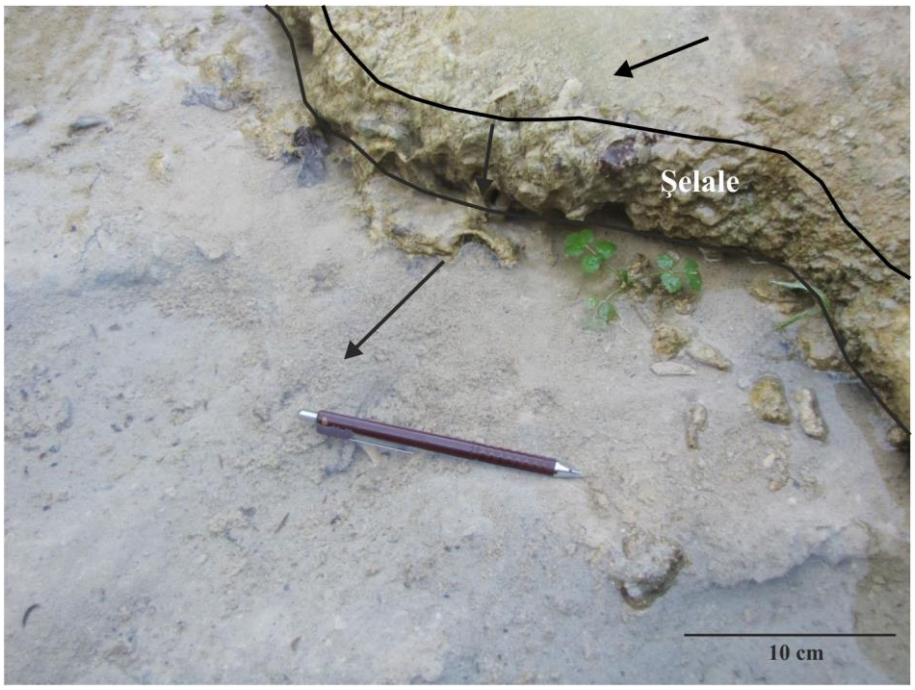


Şekil 3.21. Tufa istifi içerisinde mercek geometrisi sunan tufa breşinin yakın çekim görünümü (Tfb: Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi, Tb: Breşik tufa fasiyesi)

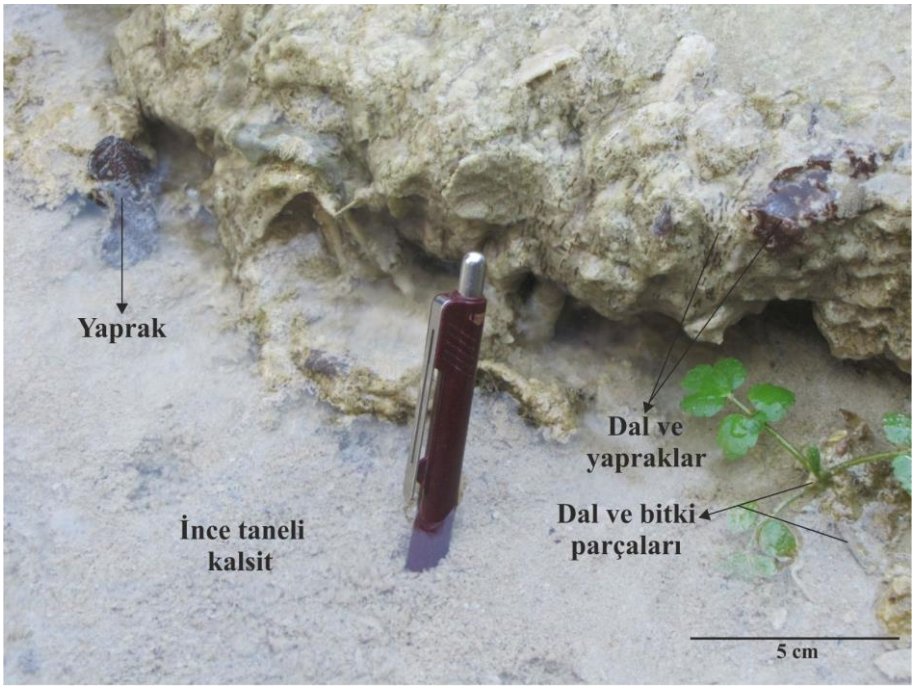
3.1.4. Mikritik tufa (Tm)

Mikritik tufa fasiyesi Yerköprü şelalesi tufaları içerisinde geniş bir yayılıma sahiptir. Bu fasiyes çoğunlukla dere yatağının kenar kesimlerinde su geliminin devam ettiği bölgelerde diğer fasiyesleri kısmen ya da tamamen örter biçimde gelişmiştir. Su geliminin mevsimsel olduğu kesimlerde kısmi teras yapıları oluşturmuş ancak gerek insan aktivitesinin çokluğu gerekse su geliminin mevsimsel olmasından dolayı teras yapıları oluşumunu tamamlayamamıştır. Fasiyes düşük gözenekli bir yapıya sahip olup, çok az bitki kalıntısı ile genelde akıntının getirdiği dal ve yaprakları içermektedir. Güncel oluşumun devam ettiği teraslarda henüz pekişmemiş ince taneli malzeme (Şekil 3.22., Şekil 3.23., Şekil 3.24.) ve bu malzeme ile kaplanmaya devam eden bitki dal, kök, yaprak parçaları (Şekil 3.25.) görülmektedir. Çalışma alanında su gelişine bağlı olarak oluşumu yeni başlamış, oluşmaya devam eden (Şekil 3.26.) ve su gelişinin bitmesinden dolayı oluşumunu sonlandırmış (Şekil 3.27.) teras yapıları ile buralardaki mikritik malzeme çökelimi izlenebilmektedir. Fasiyesin makro örnekleri laminalı ve yer yer iri kristalli karakter sergilemektedir (Şekil 3.28.). Mikroskop altındaki görüntülerinde ise yer yer oolitik yapılar ve ışınsal kalsit büyümeleri görülmektedir (Şekil 3.29). SEM görüntüsü ise dentritik yapı sunmaktadır (Şekil 3.30.). Mikritik tufa fasiyesi yoğun olarak Yerköprü şelalesi içinde membadan mansaba bakışta sağ sahilde

gözlenmektedir. Ayrıca bu kısımda halen mikritik malzeme çökelimi ile tufa oluşum aşaması güncel bir şekilde görülebilmektedir.



Şekil 3.22. Güncel tufa oluşumuna katılan mikritik malzemenin toplandığı bir teras



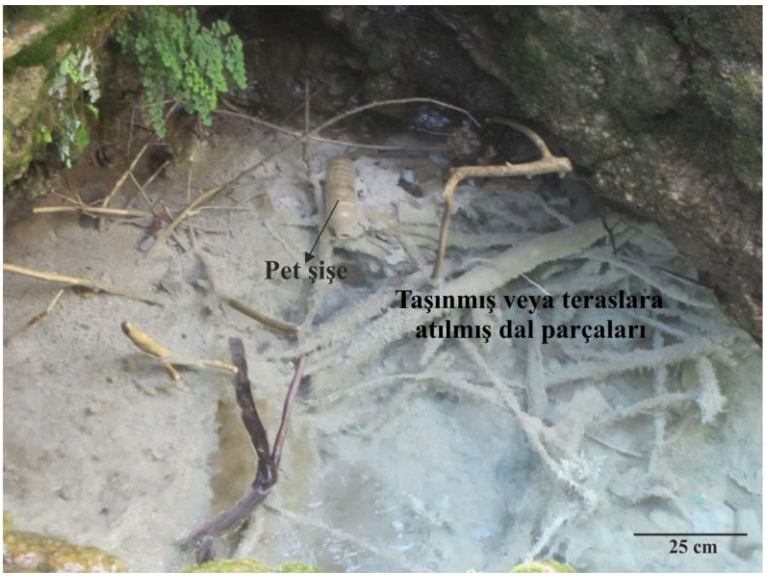
Şekil 3.23. Güncel tufa oluşumuna katılan mikritik malzemenin toplandığı bir teras (Kalemin mikritik malzeme içerisindeki gömülü kısmı 6 cm'dir.)

Yorum

İnce kalsit kristalleri veya tanelerinden oluşan mikritik tufa fasiyesi nisbeten pekişmiş, iyi boylanmalı, düşük poroziteli bir yapı sunmaktadır. Ayrıca mineralojik olarak düşük Mg-kalsit bileşiminde olması fasiyesin bir tatlısu gölünde biriktiğini gösterir. Bu fasiyes genelde enerjinin düşük olduğu derin göl ortamında ve kısmen de sığ bataklık ortamında çökelmiştir. Çalışma alanında mikritik fasiyes genelde barajlanmaya bağlı olarak gelişen mikro havuzlarda suların ince taneli kalsiti buralara taşımasıyla meydana gelmiştir.



Şekil 3.24. Güncel tufa oluşumuna katılan mikritik malzemenin toplandığı bir teras yapısı



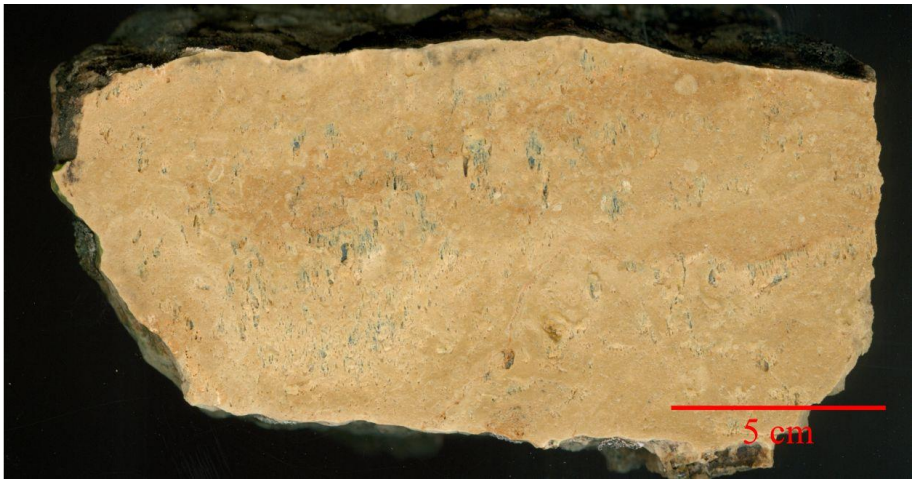
Şekil 3.25. Güncel bir terasta bitki kök ve gövdelerinin mikritik malzeme ile kaplanması



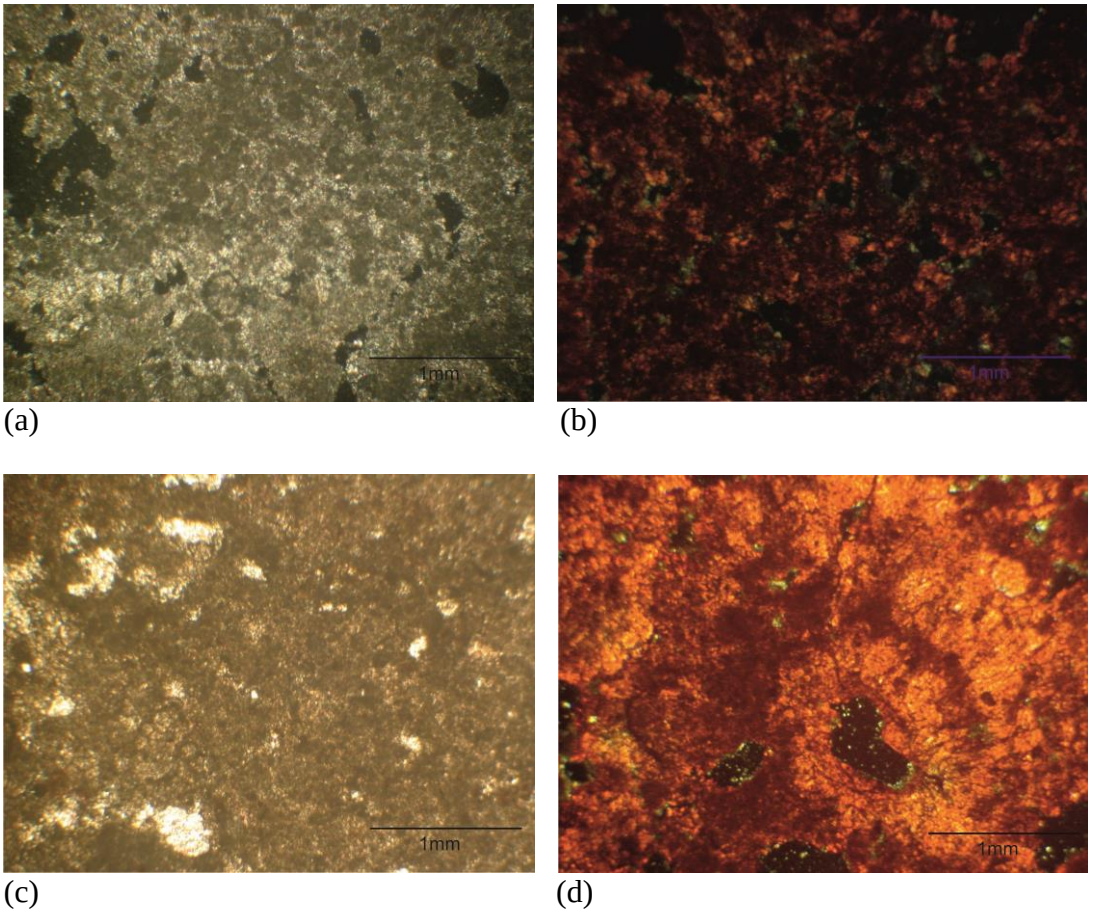
Şekil 3.26. Güncel teraslarda mikritik tufa fasiyesinin geliştiği mikro ortamlar



Şekil 3.27. Faylanma sonucu Karasu akarsuyunun terk ettiği ve birçok terasın bulunduğu ve mikritik tufa fasiyesinin sıkça izlendiği bölüm (Tm: Mikritik tufa fasiyesi, Tfb: Fitoherm bağlamtaşı fasiyesi)



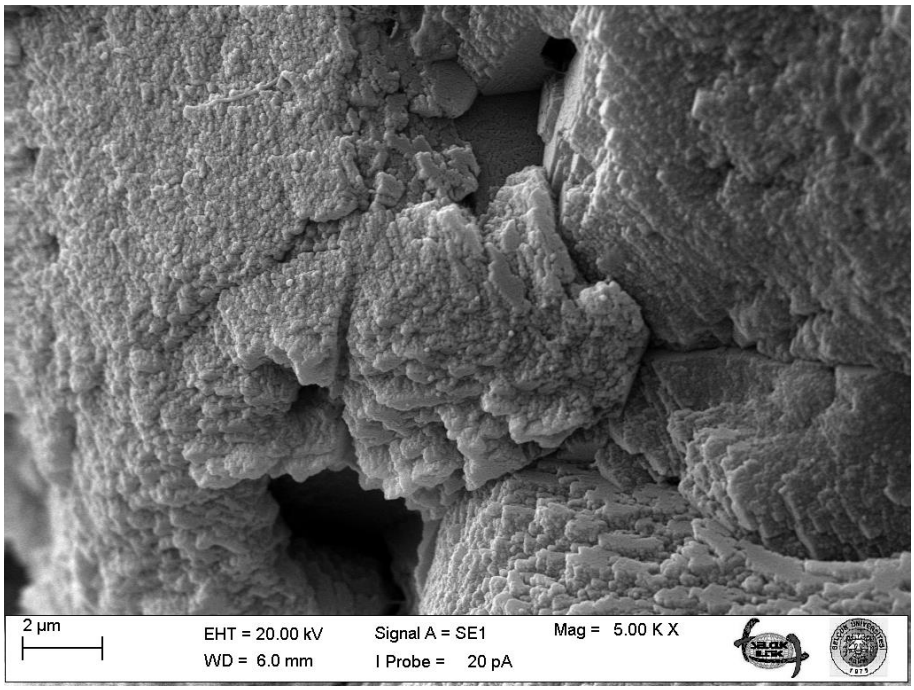
Şekil 3.28. Laminalı ve yer yer iri kristalli mikritik tufa fasiyesine ait bir parlatılmış el örneği



(a) (b)

(c) (d)

Şekil 3.29. Mikritik tufa fasiyesine
(a) oolitik kalsit oluşumlarına,
(b) mikritik ve sparitik kalsit çökelimine,
(c) mikritik kalsit çökelimine,
(d) kök yapısı etrafındaki radyal ve ışınsal kalsit oluşumuna ait binoküler mikroskop görüntüleri



Şekil 3.30. Mikritik tufa fasiyesine ait mikrokristalin kalsitlerin SEM görüntüsü

3.2. Yerköprü Şelalesi Tufalarının Morfolojik Sınıflaması

Güncel olarak tufalar değişik ortam koşullarında gelişebilirler. Yerköprü şelalesi tufalarında gözlenen morfolojik şekiller aşağıda sırası ile verilmiştir.

3.2.1 Baraj/göl sistem tufa

Bu sistemde tufalar akarsular boyunca gelişen göl veya barajlardaki karbonatça doygun sularda çökelirler. İyi çimentolanmış akış aşağı kavisli fitoherm bariyerleri genelde akıntıya dik şekilde gelişerek birkaç metre yükseklikte baraj oluştururlar. Genelde gölün gerisinde ince taneli tufa, barajın alın kısımlarında ise fitoherm tip tufalar gelişir (Pedley, 2009 , Ford and Pedley, 1996).

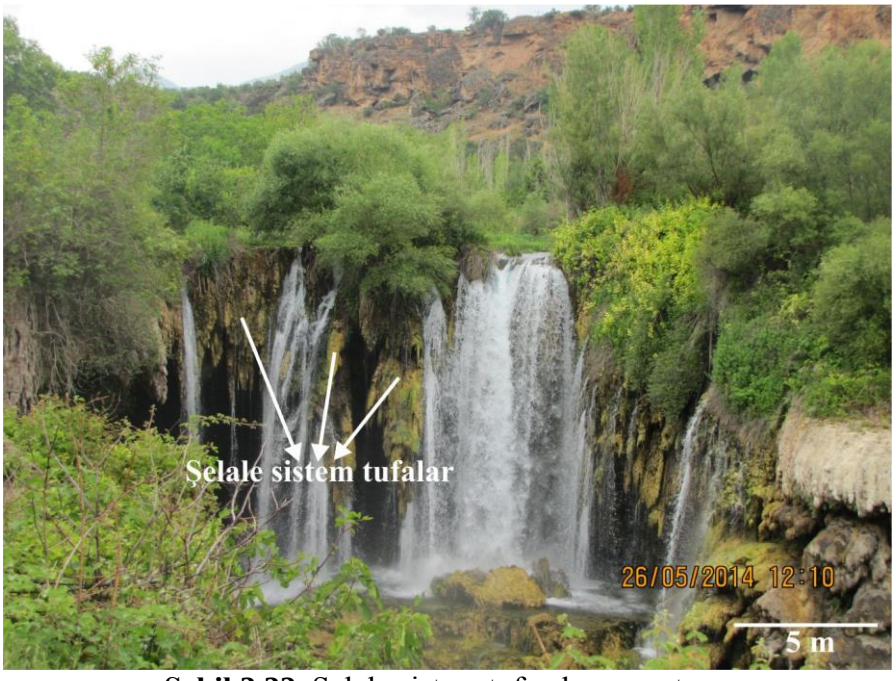
İnceleme alanındaki eski tufalarda en güzel örneği Yerköprü şelalesinin yaklaşık 1 km güneybatısındaki Topraklık mevkiinde gözlenirken, güncel tufalarda ise membadan mansaba bakışta sağ sahilde yer alan eğim atımlı normal fayın düşen bloğunda (Şekil 3.31.) gözlenmektedir.



Şekil 3.31. Güncel tufalarda baraj/göl çökelme ortamı

3.2.2 Şelale sistemi tufa

Şelale sistemi tufalar, şelale ve çağlayanlarla ile ilişkilidir. Tipik olarak yamaçlardan pınarların çıktığı yerlerde ya da suyun uçurumlardan aşağıya aktığı yerlerde gelişir (Marker, 1979). Oluşan tufa hacimsel olarak azdır ve çoğu zaman korunamazlar. (Pedley, 2009).



Şekil 3.32. Şelale sistem tufa oluşum ortamı

İnceleme alanında şelalede ve membadan mansaba bakışta sağ sahilde mevsimsel su gelişinin olduğu dik kısımlarda gözlenmektedir (Şekil 3.32.).

3.2.3 Gölsel/bataklık sistem tufa

Gölsel/bataklık sistem tufa durgunsu kütlelerinde ya da çok yavaş akan akarsularda da çökelebilir. Tufa oluşumlarında gölün sığ kesimlerinde bakteri, alg ve makro vejetasyonun kolonileşmesi etkilidir. Karbonat çökelimi makrovejetasyonun su altında kalan kısımlarında çökelir. Göl kenarlarındaki sığ kesimlerde Stromatolitik tepecikler ve büyük fitoherm resifleri gelişebilir. Mikritik tufa genelde gölün en derin kesiminde yayılır. Bataklık çökelleri mevsimsel olarak su seviyesinin kuruma derecesine kadar alçalıp yükseldiği sığ göllerin kenarlarında oluşur (Pedley, 2009).

İnceleme alanındaki bu tip tufaların, daha çok Karasu kaynağının Yerköprü şelalesine ulaşmadan önceki akış yolunda organik faaliyetlerle akışı yavaşlatılan suyun, dere yatağının oyulmuş kenar kısımlarında durgunlaşması sonucu oluştuğu gözlenmektedir (Şekil 3.33., Şekil 3.34. ve Şekil 3.35.). Buralardaki tufalar genellikle suyun debisinin azaldığı dönemlerde ortamın enerjisinin düşmesiyle çökelmiştir.



Şekil 3.33. Gölsel/bataklık sistem tufa oluşum ortamından bir görünüm



Şekil 3.34. Gölsel/bataklık sistemde çökelen güncel tufalardan bir görünüm



Şekil 3.35. Gölsel/bataklık sistemde çökelen güncel tufalardan bir görünüm

3.2.4 Fluviyal sisytem tufa

Tufa, sınırlanmamış flüviyal düzlüklerde de oluşur. Tufa oluşumları çapraz tabakalanmış, oolitik ve detritik tufaların egemen olduğu iyi ajite olmuş kanallardan, laküstrin/paludal sisteme benzer tufa fasiyeslerinin geliştiği daha yavaş akan derelere kadar değişen fluvial konumlarda gelişir (Pedley, 2009).



Şekil 3.36. Fluviyal sistem tufa çökelim ortamından bir görünüm

İnceleme alanında daha çok eski tufalarda bu tip gelişimler izlenmektedir. Yeni tufalarda ise Yerköprü şelalesi piknik alanına girişte sol tarafta ve vadi içerisinde sağ sahilde kot olarak yamacın orta yüksekliklerinde gözlenmektedir. Ayrıca Karasu kaynağının şelaleye dökülmeden önceki kısmında da fluviyal sistem çökelme ortamı gözlenmektedir (Şekil 3.36.).

3.2.5 Yamaç sistem tufa

Yamaç sistem tufa tipik olarak su çıkışlarının hemen alt kesimlerinde yada yamaçların eteklerinde gelişir. Pınarlar bir çizgi boyunca çıkar ve ileriye doğru yayılır. Buna bağlı olarak eğim aşağı tufa çökelebilir. Hafif eğimli bir yamaç boyunca gelişen bol miktarda sürekli su akışı, büyük boyutlu tufa çökelimine sebep olabilir. Küçük su birikintileri, küçük göl ve bataklıklar özellikle son evrede gelişebilir. Çökeller plan görünüşte lob ya da yelpaze şekilli tümsekler şeklindedir. Boyutları 1 km^2 'den 100'lerce hektara değişir. Olgun çökeller mercekselden kamaya değişen şekillerle karakterize olurlar (Pedley, 2009).

Yamaç sistem tufa tipine inceleme alanındaki eski tufalarda Aladağ kuzeyindeki Seki bölgesinde rastlanmaktadır. Güncel tufalarda ise sağ ve sol sahilde gözlenmektedir (Şekil 3.37.).



Şekil 3.37. Yamaç sistem tufalardan bir görünüm

3.3. Yerköprü Tufalarının Jeokimyası

3.3.1. Su Kimyası

Çalışma alanının merkezini oluşturan Yerköprü şelalesinin yaklaşık 500 m. batısında bir düden aracılığı ile dalan Göksu nehri, Yerköprü tufalarını oluşturan Karasu kaynağının oluşturduğu doğal bir köprü olan Yerköprü şelalesinin altından yüzeye çıkmaktadır. Karasu kaynağı ise Yerköprü şelalesinin yaklaşık 250 m. güneydoğusunda yüzeye çıkıp, bahçelerin içerisinden kuzey-güney yönlü akışla Göksu nehri yatağı hizasına ulaştıktan sonra doğu-batı yönlü akışla Yerköprü şelalesine ulaşmaktadır. Şelalede, üstten akarak şelaleyi oluşturan Karasu kaynağı ile düdenle dalmış olan Göksu nehri burada alttan yüzeye çıkarak birleşir (Şekil 3.38. ve Şekil 3.39.).

Yerköprü tufalarının oluşum kaynağının araştırılması amacıyla tufa oluşum bölgelerini besleyen Karasu kaynağı ve Göksu nehrinde, 4 farklı noktadan 31.03.2013 ve 29.06.2013 tarihlerinde iki kez su numuneleri alınarak, bu numunelere su kimyası ve ağır metal analizleri yaptırılmıştır. Bu numuneler; Karasu kaynağının çıkış noktası (Çizelge 3.4. ve Çizelge 3.8.), Karasu kaynağının Yerköprü şelalesine dökülmeden yaklaşık 250 m. gerisindeki dereden (Çizelge 3.3. ve Çizelge 3.7.), şelale ağzında köprünün altından çıkış yapan Göksu nehri ile şelaleyi oluşturan Karasu kaynağının



Şekil 3.38. Alttan akan Göksu ırmağı ile üstten akan Karasu kaynağından bir görünüm



Şekil 3.39. Alttan akan Göksu ırmağı ile üstten akan Karasu kaynağından bir görünüm

birleşim noktasından (Çizelge 3.1. ve Çizelge 3.5.) ve şelalenin yaklaşık 500 m. ilerisinden şelale ağzında karışmış olan Göksu nehri ve Karasu kaynağının birlikte aktığı noktadan (Çizelge 3.2. ve Çizelge 3.6.) alınmıştır (Şekil 3.40.).

Çalışma alanının iklim özellikleri de göz önünde bulundurularak, su gelişinin yoğun olduğu mart ayı ile su gelişinin daha düşük olduğu temmuz aylarında su numuneleri alınmıştır (Çizelge 3.9.). Alınan bu numunelerden Karasu kaynağının kimyasal bileşiminin tufa oluşturma potansiyeli ile Yerköprü şelalesinde Karasu kaynağına katılan Göksu ırmağının tufa oluşumuna etkisi ortaya konulmak istenmektedir.

Tufalar, düşük Mg-karbonatlı soğuk tatlı suların oluşturduğu, tipik olarak makro ve mikro ölçekte bitki, hayvan kalıntısı ve bakteri (özellikle siyanobakteri) içeren, özellikle de çok gözenekli yapıya sahip olan karbonat çökelimini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Pedley, 1990; Ford ve Pedley, 1996; Janssen ve diğerleri, 1999; Wright, 2000; Matsuoka ve diğerleri, 2001; Pedley ve diğerleri, 2003).

Tufaların oluşumunda etkili olan kimyasal basamaklar şöyle ifade edilebilir (Duru, 2006) ;

Yağış etkisi, atmosfer veya diğer kaynaklardan gelen CO_2, karbonik asit oluşturarak suyun eritici özelliğini arttırır.

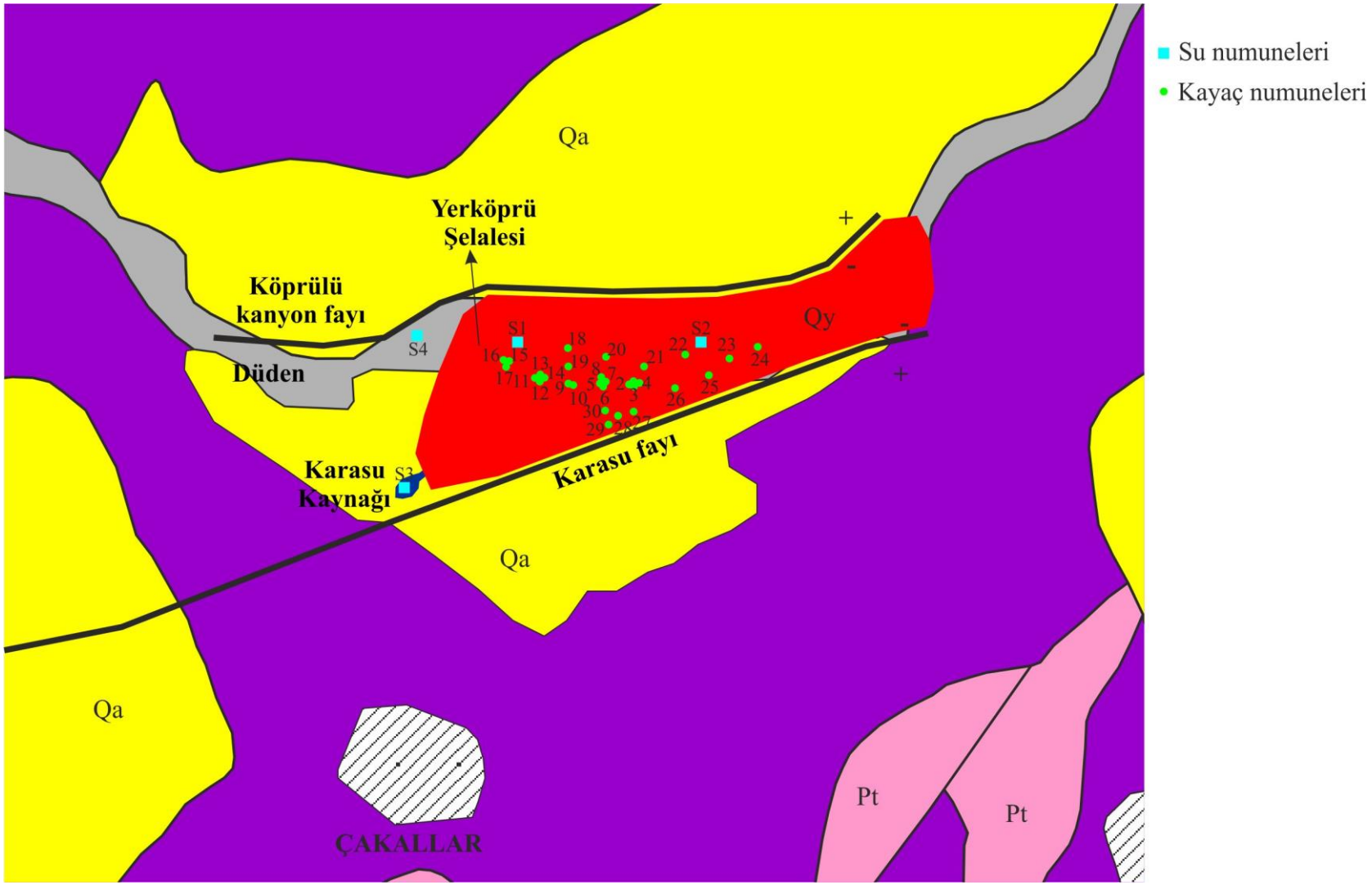
$$H_2O + CO_2 \rightarrow H_2CO_3 \text{ (karbonik asit)}$$

Karbonik asit, karbonatlı kayaçlardaki kalsiyum karbonatla tepkimeye girer ve kalsiyum bikarbonatı ($Ca(HCO_3)_2$) oluşturur .

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightarrow Ca\,(HCO_3)_2 \text{ (kalsiyum bikarbonat)}$$

Kalsiyum karbonatça zengin sular yüzeye ulaştıklarında basınç azalması nedeniyle karbondioksit sudan ayrılarak atmosfere karışır. Su normal akar ve $CaCO_3$ çökelir .

$$Ca\,(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2$$



Şekil 3.40. Su ve kayaç numunelerinin alındığı yerleri gösterir şekil

Böylece karasal ortamlarda bu çökelim sonucu tufa oluşumu başlar. Kaynaktan uzaklaştıkça CO_2 kaybı artacağı için $CaCO_3$ çökelimi de fazla olacaktır (Duru, 2006).

Çizelge 1, 2, 3 ve 4 de yer alan su kimyası analiz sonuçlarında da görüldüğü üzere tufaların oluşmasında ana etken olan $CaCO_3$ miktarı Karasu kaynağından alınan örneklerde mevsimsel olarak ciddi bir değişim göstermezken, Göksu nehri ile Karasu kaynağının karışım suyundan alınan numunelerde Haziran ayındaki $CaCO_3$ miktarı Mart ayındaki $CaCO_3$ miktarının yaklaşık iki katına çıkmaktadır. Bu durum Karasu kaynağının, şelaleye ulaşana kadarki kısa mesafede buharlaşmadan çok fazla etkilenmediğini, ancak şelaleden itibaren karışım suyundaki $CaCO_3$ miktarının buharlaşma ve organik faaliyetler etkisiyle yaklaşık iki katına çıktığını ortaya koymaktadır. Bu durumda Karasu kaynağının çıkış noktasından şelaleye kadar olan kısımda akış hızına da bağlı olarak tufa oluşumu mevsimsel şartlardan etkilenmeyip, şelaleden itibaren tufa oluşumunda mevsimsellik beklenmelidir. Yani buharlaşmanın yavaş olduğu soğuk su ortamlarında tufa oluşumunu gerçekleştirecek olan CO_2 'in ortamdan uzaklaştırılması işlemi bitki yoğunluğunun arttığı yaz aylarında fotosenteze bağlı olarak gelişmektedir. Bitkiler CO_2'yi atmosferden daha ziyade sudan alırlar. Bitki çeşitliliği ve yoğunluğunun arttığı dönemlerde artan fotosentez etkisiyle CO_2 'in ortamdan uzaklaştırılmasıyla su $CaCO_3$'ca aşırı doygun hale gelip fazla $CaCO_3$'ı çökelterek tufaları oluşturmaktadır.

Karbonat çözeltilerinde, pH attıkça [CO_3^{-2}] ve [HCO_3] değerleri de artmaktadır. Bu da çözeltinin doygun hale geçmesini sağlayacağından tufa çökeliminde bir artış söz konusudur. Ancak çizelge 1, 2, 3 ve 4'de de görüldüğü üzere pH değerlerinde herhangi bir mevsimsellik sözkonusu değildir.

Karbonat çözeltisine yüksek miktarda diğer iyonların katılması (Na^+, K^+, Cl vb.), [Ca^{+2}] ve [HCO_3^-] iyon aktivitelerini düşürür ve bu da kalsit çözünürlüğünün artmasına yol açar. Çizelge 1, 2, 3 ve 4'de de görüldüğü üzere Haziran ayında alınan numunelerde artan diğer iyon etkisi tufa oluşumunu kolaylaştırmakta ve artırmaktadır.

Kuvvetli tüm asitler kalsit çözünürlüğünü artırır. SO_4^{-2} iyonu, Ca^{+2} ile reaksiyona girerek $CaSO_4$ oluşturabilir. Bu durumda kalsite doyguluk artacaktır. Mg^{+2} iyonu, CO_3^{-2} ve HCO_3 ile reaksiyona girerek $Mg(HCO_3)_2$ ve $MgCO_3$ oluşturacağından doygunluk derecesinin azalmasına neden olur. Bu iyonların varlığı halinde daha az kalsit (tufa) çökelir (Duru, 2006).

Dolayısıyla Karasu kaynağı herhangi bir mevsimsellik göstermeksizin tufa oluşturabilmektedir. Kaynaktan itibaren gerek akış hızının yüksek oluşu ve gerekse

yüzeylediği andan itibaren fotosentez ve buharlaşma ile çökelimi sağlayabilecek $CaCO_3$ doygunluğuna kısa mesafede ulaşılamadığından şelaleye kadar ciddi anlamda düzenli tufa oluşumları gözlenememektedir. Ancak akış boyunca yatak kenarlarında su birikimi sağlayan küçük girintilerde ve dere kenarında zayıf da olsa yer yer tufa oluşumları gözlenebilmektedir. Tufa oluşumu genel anlamda kaynağın Yerköprü şelalesine ulaştığı anda başlamaktadır. Bu noktadan itibaren Karasu kaynağına karışan Göksu nehrinin tufa oluşumuna doğrudan katkısı olmadığı düşünülse de kimyasal bileşimi ile diğer iyon etkisi sağlayarak Karasu kaynağının tufa çökeltim mekanizmasını hızlandırdığı söylenebilir. Yani tufa oluşumunun kaynağı sadece Karasu kaynağı olup, Yerköprü şelalesinde alttan yüzeyleyerek kaynağa karışan Göksu nehri tek başına tufa oluşturamamakla birlikte karışımda Karasu kaynağına kimyasal bileşiminden ötürü diğer iyon etkisi sağlayarak bu bölgede tufa oluşumunu hızlandırmaktadır.

Çizelge 3.5., 3.6., 3.7. ve 3.8.'de yer alan ağır metal analizleri incelendiğinde suyun debisinin yıl içerisinde en yüksek seviyelerine ulaştığı Haziran ayında alınan numunelerde çinko değeri ciddi bir artış göstermektedir. Bu artışın ve su numunelerindeki mangan, demir ve kromun, çalışma alanı yakınlarında Bozkır ilçesi civarındaki ofiyolitlerden kaynaklandığı ve yağışlı dönemlerde bu ağır metallerin özellikle ofiyolit-kireçtaşı dokanaklarından Karasu kaynağına taşındığı düşünülmektedir. Karasu içerisindeki kurşun ve çinko değerlerinin yüksek çıkmasının da Bozkır civarındaki kurşun-çinko cevherleşmelerinden (Öztürk, 2008) kaynaklanması muhtemeldir.

Çizelge 3.1. 1 nolu numunenin su kimyası analizleri

1 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Şelale ağzından alınan numune	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği
Ölçüm sıcaklığı °C	17,3		25,3	
pH (25 °C)	7,67	± 0,04	7,19	± 0,04
Elektriksel İletkenlik, mS/m (25 °C)	42,8	± 1,5	90,1	± 1,5
Toplam Çözünmüş Katılar, mg/L	247,9		543,6	
Sodyum, mg/L	4,6		14,49	
Potasyum, mg/L	1,17		3,12	
Toplam Sertlik, ($CaCO_3$), mg/L	211,5		462,5	
Kalsiyum, mg/L	69		135	
Magnezyum, mg/L	9,48		30,37	
F.S.	21,2		46,3	
Karbonat, mg/L	0		0	
Bikarbonat, mg/L	231,8		512,4	
Toplam Alkalinite, (CaCO3), mg/L	190		420	
Klorür, mg/L	10,64		20,56	
Sülfat, mg/L	13,92		32,64	
Amonyum, mg/L	0,112		0,686	
Nitrit, mg/L	0,013		0,023	
Nitrat, mg/L	2,58		4,065	
Orto Fosfat, mg/L	0,11		0	
Çözünmüş Oksijen, mg/L	8,3		6,6	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BODs, mg/L	4		9	
Permanganat İndeksi, mgOksijen/L	1,8		5,1	
Bor, mg/L	0,1		0,38	
% Na	4,48		6,33	
SAR	0,14		0,29	
Suyun Sınıfı	T2-A1		T3-A1	

Çizelge 3.2. 2 nolu numunenin su kimyası analizleri

2 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Şelale 500 m. aşağısından alınan numune	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği
Ölçüm sıcaklığı °C	16,8		25,3	
pH (25 °C)	7,79	± 0,04	7,45	± 0,04
Elektriksel İletkenlik, mS/m (25 °C)	45,7	± 1,5	91,1	± 1,5
Toplam Çözünmüş Katılar, mg/L	260,5		556,2	
Sodyum, mg/L	6,21		20,7	
Potasyum, mg/L	1,17		3,9	
Toplam Sertlik, ($CaCO_3$), mg/L	220,5		451,5	
Kalsiyum, mg/L	69,8		130	
Magnezyum, mg/L	11,18		30,74	
F.S.	22,1		45,2	
Karbonat, mg/L	0		0	
Bikarbonat, mg/L	244		518,5	
Toplam Alkalinite, (CaCO3), mg/L	200		425	
Klorür, mg/L	11,34		20,91	
Sülfat, mg/L	14,4		38,89	
Amonyum, mg/L	0,062		0,832	
Nitrit, mg/L	0,017		0,014	
Nitrat, mg/L	3,42		2,386	
Orto Fosfat, mg/L	0,14		0,05	
Çözünmüş Oksijen, mg/L	8,4		6,7	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BODs,	5		9	
Permanganat İndeksi, mgOksijen/L	2,43		5,2	
Bor, mg/L	0,13		0,34	
% Na	5,73		8,97	
SAR	0,18		0,42	
Suyun Sınıfı	T2-A1		T3-A1	

Çizelge 3.3. 3 nolu numunenin su kimyası analizleri

3 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Karasu kaynağı, sol koldan alınan numune	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**
Ölçüm sıcaklığı °C	16,2		25,4	
pH (25 °C)	7,38	± 0,04	7,46	± 0,04
Elektriksel İletkenlik, mS/m (25 °C)	95,4	± 1,5	96,7	± 1,5
Toplam Çözünmüş Katılar, mg/L	577,4		583,5	
Sodyum, mg/L	15,64		16,1	
Potasyum, mg/L	3,12		3,51	
Toplam Sertlik, ($CaCO_3$), mg/L	482		491,5	
Kalsiyum, mg/L	138,4		144	
Magnezyum, mg/L	33,05		31,95	
F.S.	48,2		49,2	
Karbonat, mg/L	0		0	
Bikarbonat, mg/L	549		555,1	
Toplam Alkalinite, (CaCO3), mg/L	450		455	
Klorür, mg/L	25,17		21,27	
Sülfat, mg/L	32,64		33,6	
Amonyum, mg/L	1,84		0,944	
Nitrit, mg/L	0,041		0,006	
Nitrat, mg/L	5,4		3,095	
Orto Fosfat, mg/L	0,33		0	
Çözünmüş Oksijen, mg/L	6,5		5,9	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BODs, mg/L	12		8	
Permanganat İndeksi, mgOksijen/L	5,8		4,8	
Bor, mg/L	0,6		0,26	
% Na	6,54		6,59	
SAR	0,31		0,32	
Suyun Sınıfı	T3-A1		T3-A1	

Çizelge 3.4. 4 nolu numunenin su kimyası analizleri

4 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Karasu kaynağı çıkışından alınan numune	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**
Ölçüm sıcaklığı °C	16,5		25,4	
pH (25 °C)	6,98	± 0,04	7,15	± 0,04
Elektriksel İletkenlik, mS/m (25 °C)	96	± 1,5	97,6	± 1,5
Toplam Çözünmüş Katılar, mg/L	567,1		586,9	
Sodyum, mg/L	15,87		16,56	
Potasyum, mg/L	3,12		3,9	
Toplam Sertlik, ($CaCO_3$), mg/L	461,5		500	
Kalsiyum, mg/L	142,6		144	
Magnezyum, mg/L	25,51		34,02	
F.S.	46,15		50	
Karbonat, mg/L	0		0	
Bikarbonat, mg/L	506,3		555,1	
Toplam Alkalinite, (CaCO3), mg/L	415		455	
Klorür, mg/L	24,11		21,27	
Sülfat, mg/L	37,44		34,08	
Amonyum, mg/L	1,8		1,26	
Nitrit, mg/L	0,05		0,018	
Nitrat, mg/L	4,6		5,11	
Orto Fosfat, mg/L	0,4		0,05	
Çözünmüş Oksijen, mg/L	6,5		5,2	
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı, BODs, mg/L	15		8	
Permanganat İndeksi, mgOksijen/L	6,98		4,7	
Bor, mg/L	0,57		0,16	
% Na	6,9		6,65	
SAR	0,32		0,32	
Suyun Sınıfı	T3-A1		T3-A1	

Çizelge 3.5. 1 nolu numunenin ağır metal analizleri

1 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Şelale ağzından alınan numune	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği
TOPLAM KURŞUN* (µg/L)	2,73	± 0,16	1,17	± 0,07
TOPLAM ÇİNKO* (µg/L)	n.d.	-	5,32	± 0,27
TOPLAM KROM* (µg/L)	1,1	± 0,08	0,89	± 0,07
TOPLAM MANGAN* (µg/L)	19,42	± 1,17	1,69	± 0,12
TOPLAM DEMİR (µg/L)	220,44	-	333,7	± 36,71
TOPLAM BAKIR* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM KADMİYUM* (µg/L)	0,15	± 0,01	n.d.	-
TOPLAM KOBALT (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM NİKEL (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ALUMİNYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM CIVA* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM ARSENİK* (µg/L)	1,45	± 0,07	2,8	± 0,17
TOPLAM MOLİBTEN (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ANTİMON (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM SELENYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BOR (mg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BERİLYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TİTANYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM VANADYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM GÜMÜŞ (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BARYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TALYUM (µg/L)	-	-	-	-

Kullanılan Yöntemler: (1) EPA 200.8

NOT: Deneyler, Agilent 7500a ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. Demir analizleri, Nexion 300D ICP-MS cihazı ile yapılmıştır.

i) n.d. : Element için ölçme sonucunun, ölçme cihazının tayin sınırından küçük olduğunu ifade eder.

ii) - : Deneylerin yapılamadığını ve/ve ya ilgili herhangi bir sonucun/değerin verilemediğini ifade eder.

(*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.

Çizelge 3.6. 2 nolu numunenin ağır metal analizleri

2 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Şelale 500 m. aşağısından alınan numune	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği	Deney Sonuçları	Ölçüm Belirsizliği
TOPLAM KURŞUN* (µg/L)	1,3	± 0,08	1,28	± 0,08
TOPLAM ÇİNKO* (µg/L)	n.d.	-	5,38	± 0,27
TOPLAM KROM* (µg/L)	0,99	± 0,07	1,01	± 0,08
TOPLAM MANGAN* (µg/L)	20,26	± 1,22	1,4	± 0,10
TOPLAM DEMİR (µg/L)	178,89	-	351,6	± 38,68
TOPLAM BAKIR* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM KADMİYUM* (µg/L)	0,14	± 0,01	n.d.	-
TOPLAM KOBALT (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM NİKEL (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ALUMİNYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM CIVA* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM ARSENİK* (µg/L)	1,4	± 0,07	2,98	± 0,18
TOPLAM MOLİBTEN (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ANTİMON (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM SELENYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BOR (mg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BERİLYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TİTANYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM VANADYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM GÜMÜŞ (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BARYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TALYUM (µg/L)	-	-	-	-

Kullanılan Yöntemler: (1) EPA 200.8

NOT: Deneyler, Agilent 7500a ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. Demir analizleri, Nexion 300D ICP-MS cihazı ile yapılmıştır.

i) n.d. : Element için ölçme sonucunun, ölçme cihazının tayin sınırından küçük olduğunu ifade eder.

ii) - : Deneylerin yapılamadığını ve/ve ya ilgili herhangi bir sonucun/değerin verilemediğini ifade eder.

(*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.

Çizelge 3.7. 3 nolu numunenin ağır metal analizleri

3 nolu numune	31.03.2013		29.06.2013	
Karasu kaynağı sol koldan alınan numune	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**
TOPLAM KURŞUN* (µg/L)	0,98	± 0,06	n.d.	-
TOPLAM ÇİNKO* (µg/L)	n.d.	-	5,47	± 0,27
TOPLAM KROM* (µg/L)	6,34	± 0,44	0,86	± 0,07
TOPLAM MANGAN* (µg/L)	1,65	± 0,10	n.d.	-
TOPLAM DEMİR (µg/L)	n.d.	-	359,6	± 39,56
TOPLAM BAKIR* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM KADMİYUM* (µg/L)	0,13	± 0,01	n.d.	-
TOPLAM KOBALT (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM NİKEL (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ALUMİNYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM CIVA* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM ARSENİK* (µg/L)	3,36	± 0,17	3,22	± 0,19
TOPLAM MOLİBTEN (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ANTİMON (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM SELENYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BOR (mg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BERİLYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TİTANYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM VANADYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM GÜMÜŞ (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BARYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TALYUM (µg/L)	-	-	-	-

Kullanılan Yöntemler: (1) EPA 200.8

NOT: Deneyler, Agilent 7500a ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. Demir analizleri, Nexion 300D ICP-MS cihazı ile yapılmıştır.

i) n.d. : Element için ölçme sonucunun, ölçme cihazının tayin sınırından küçük olduğunu ifade eder.

ii) - : Deneylerin yapılamadığını ve/ve ya ilgili herhangi bir sonucun/değerin verilemediğini ifade eder.

(*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.

Çizelge 3.8. 4 nolu numunenin ağır metal analizleri

4 nolu numune	1. Numune (04.04.2013)		2. Numune (02.07.2013)	
Karasu kaynağı çıkışından alınan numune	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**	**Deney Sonuçları**	**Ölçüm Belirsizliği**
TOPLAM KURŞUN* (µg/L)	0,76	± 0,05	n.d.	-
TOPLAM ÇİNKO* (µg/L)	n.d.	-	5,84	± 0,29
TOPLAM KROM* (µg/L)	6,71	± 0,47	1,14	± 0,09
TOPLAM MANGAN* (µg/L)	16,04	± 0,96	n.d.	-
TOPLAM DEMİR (µg/L)	23,1	-	381,5	± 41,97
TOPLAM BAKIR* (µg/L)	12,82	± 1,92	n.d.	-
TOPLAM KADMİYUM* (µg/L)	0,12	± 0,01	n.d.	-
TOPLAM KOBALT (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM NİKEL (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ALUMİNYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM CIVA* (µg/L)	n.d.	-	n.d.	-
TOPLAM ARSENİK* (µg/L)	3,14	± 0,16	3,32	± 0,20
TOPLAM MOLİBTEN (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM ANTİMON (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM SELENYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BOR (mg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BERİLYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TİTANYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM VANADYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM GÜMÜŞ (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM BARYUM (µg/L)	-	-	-	-
TOPLAM TALYUM (µg/L)	-	-	-	-

Kullanılan Yöntemler: (1) EPA 200.8

NOT: Deneyler, Agilent 7500a ICP-MS cihazı ile yapılmıştır. Demir analizleri, Nexion 300D ICP-MS cihazı ile yapılmıştır.

i) n.d. : Element için ölçme sonucunun, ölçme cihazının tayin sınırından küçük olduğunu ifade eder.

ii) - : Deneylerin yapılamadığını ve/ve ya ilgili herhangi bir sonucun/değerin verilemediğini ifade eder.

(*) işaretli olan deney/deneyler, akredite olunan deneyi/deneyleri göstermektedir. Ölçüm belirsizliği, deney süresindeki belirsizlikleri kapsamaktadır ve % 95 (k=2) güven aralığında hesaplanmıştır.

Çizelge 3.9. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından Karasu Kaynağından alınan akım değerleri

2012 Su Yılı	Debi l/s	2013 Su yılı	Debi l/s	2014 Su Yılı	Debi l/s
24.10.2011	**2705**	03.10.2012	**2214**	02.10.2013	**2155**
24.11.2011	**2318**	21.11.2012	**2359**	07.11.2013	**2341**
13.12.2011	**2149**	14.12.2012	**2490**	04.12.2013	**2353**
04.01.2012	**2198**	16.01.2013	**2539**	08.01.2014	**2543**
21.02.2012	**2574**	05.02.2013	**2766**	05.02.2014	**2765**
03.03.2012	**3045**	05.03.2013	**2856**	05.03.2014	**2772**
13.04.2012	**4430**	10.04.2013	**2745**	14.04.2014	**2611**
15.05.2012	**2906**	09.05.2013	**2582**	07.05.2014	**2417**
05.06.2012	**2330**	12.06.2013	**2214**		
16.07.2012	**2146**	03.07.2013	**2210**		
15.08.2012	**2111**	15.08.2013	**2167**		
13.09.2012	**2158**	09.09.2013	**2013**		

3.3.2. Duraylı izotop jeokimyası

Tez kapsamında yapılan jeokimyasal çalışmaların amacı, çalışma alanında oluşan tufaların kaynağını ve oluşum esnasında ne tür aktivitelerden etkilendiğini açıklayabilmektir.

Yerköprü tufalarına ait 4 fasiyesten alınan 30 adet numuneye $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 3.10.). Yerköprü tufalarının $\delta^{18}O$ değerleri ‰-11,5 ile ‰-9,6 (V-PDB) ve ‰+19,0 ile ‰+21,1 (V-SMOW) arasında değişirken, $\delta^{13}C$ değerleri ‰-3,3 ile ‰+1,6 (V-PDB) arasında değişmektedir (Çizelge 3.10.).

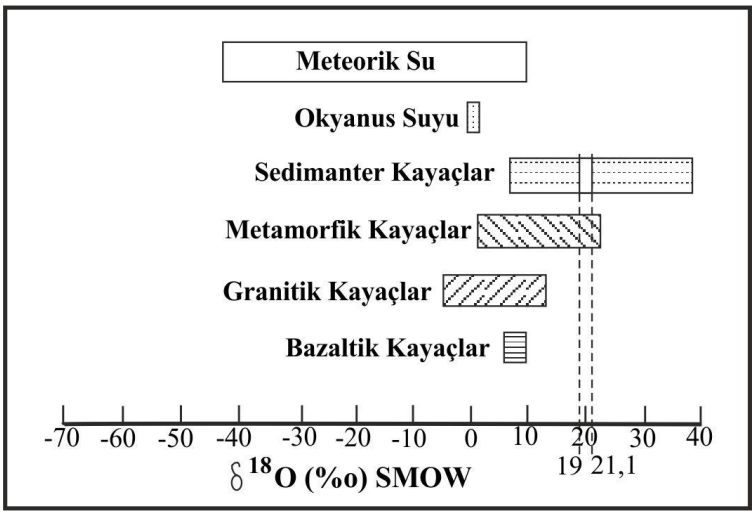
Ayrıca $\delta^{13}C_{CO2} = 1,2 * \delta^{13}C_{tufa} - 10,5$ (Sandor, 2011) bağıntısından hesaplanan $\delta^{13}C_{CO2}$ değerleri ise ‰-14,46 ile ‰-8,58 arasında değişmektedir (Çizelge 3.10.).

$\delta^{18}O$ için kullanılan standart, izotopik olarak homojene yakın olan okyanus suları (deniz suyu) yani SMOW (Standard Mean Ocean Water-Okyanus Suyu Standart Ortalaması) ve $\delta^{13}C$ için ise PDB (Pee Dee Belemniti) standartlarından hesaplanmışlardır.

Çizelge 3.10. Yerköprü tufalarının $\delta^{18}O$ (V-PDB), $\delta^{18}O$ (V-SMOW), $\delta^{13}C$ (V-PDB) ve $\delta^{13}C_{CO2}$ değerleri ile fasiyes isimleri

Örnek No	$\delta^{13}C$ (V-PDB)	$\delta^{18}O$ (V-PDB)	$\delta^{18}O$ (V-SMOW)	$\delta^{13}C_{CO2}$	FASİYES
1	0,5	-9,6	21,0	-9,9	Fitohem Çatıtaşı
2 L	0,1	-10,4	20,2	-10,38	Fitohem Çatıtaşı
2 D	-0,6	-10,6	20,0	-11,22	Fitohem Çatıtaşı
3 L	0,2	-9,9	20,7	-10,26	Mikritik tufa
3 D	-0,2	-9,6	21,0	-10,74	Fitohem Çatıtaşı
4	0,0	-10,8	19,8	-10,5	Fitohem Çatıtaşı
5	-3,3	-10,4	20,2	-14,46	Fitohem Çatıtaşı
6	-0,1	-10,8	19,8	-10,62	Mikritik tufa
7	0,3	-11,1	19,4	-10,14	Fitoherm bağlamtaşı
8	0,3	-11,5	19,0	-10,14	Fitohem Çatıtaşı
9	0,2	-9,5	21,1	-10,26	Mikritik tufa
10	0,6	-10,2	20,4	-9,78	Fitohem Çatıtaşı
11	0,5	-10,5	20,1	-9,9	Fitohem Çatıtaşı
12	0,6	-10,1	20,5	-9,78	Mikritik tufa
13	-2,1	-10,2	20,4	-13,02	Fitohem Çatıtaşı
14	-0,3	-10,1	20,5	-10,86	Fitohem Çatıtaşı
15	0,2	-9,9	20,8	-10,26	Mikritik tufa
16	0,0	-9,7	20,9	-10,5	Mikritik tufa
17	1,6	-9,6	21,0	-8,58	Mikritik tufa
18	0,1	-9,9	20,7	-10,38	Mikritik tufa
19	-0,2	-10,1	20,5	-10,74	Fitohem Çatıtaşı
20	0,0	-9,6	21,0	-10,5	Fitohem Çatıtaşı
21	0,0	-10,0	20,6	-10,5	Fitohem Çatıtaşı
24	-0,6	-10,8	19,7	-11,22	Fitohem Çatıtaşı
25	-0,5	-10,5	20,1	-11,1	Fitohem Çatıtaşı
26	0,3	-10,2	20,4	-10,14	Fitoherm bağlamtaşı
27	0,1	-9,9	20,7	-10,38	Fitohem Çatıtaşı
28 L	-0,7	-10,7	19,9	-11,34	Fitohem Çatıtaşı
28 D	-0,4	-10,5	20,1	-10,98	Fitoherm bağlamtaşı
29	-0,2	-10,0	20,6	-10,74	Fitohem Çatıtaşı
30	0,0	-10,7	19,8	-10,5	Fitohem Çatıtaşı

Oksijen elementinin ^{16}O, ^{17}O ve ^{18}O olmak üzere üç doğal izotopu bulunmaktadır. Okyanuslardaki oksijenin çoğu ^{16}O dan meydana gelirken, ^{18}O toplam oksijen miktarının %0.2'sine sahip olduğundan ölçülebilen bir değerdir. Jeolojik bakımdan önemli bazı malzemelerdeki $\delta^{18}O$ değerleri Şekil 3.41'de olduğu gibi belirlenmiş olup, sedimanter kayaçlar en ağır, meteorik sular ise en hafif $\delta^{18}O$ izotopu bileşimine sahiptirler (Gökçe 1993).



Şekil 3.41. Jeolojik olarak önemli bazı kayaçlardaki $\delta^{18}O$ değerleri (Hoefs 1987)

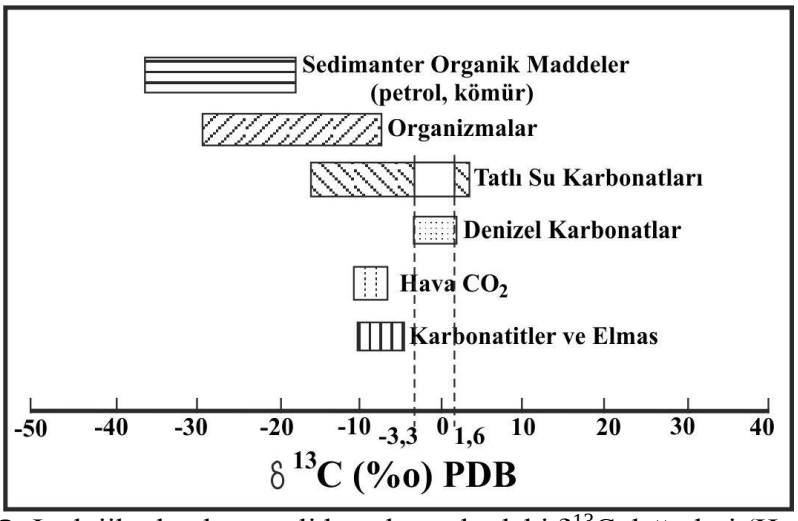
Yerköprü Şelalesi tufalarından alınan örneklerin $\delta^{18}O$ değerleri ‰+19,0 ile ‰+21,1 (V-SMOW) arasında değişmekte olup, bu değerler sedimanter kayaçları karakterize etmektedir (Şekil 3.41.).

Doğada karbonun, ^{12}C ve ^{13}C olmak üzere radyoaktif olmayan iki izotopu bulunur. ^{12}C, ^{13}C'e nazaran daha fazla bulunduğundan deniz suyundaki karbonun büyük bir kısmını karbon-12 oluşturmaktadır. İzotop jeokimyası incelemelerinde $^{13}C/^{12}C$ oranı analiz edilmekte ve sonuçlar $\delta^{13}C$ değerleri şeklinde ifade edilmektedir. Standart olarak da PDB (Chicago Pee Dee Belemnite) kullanılmaktadır (Gökçe 1993).

Jeolojik anlamda önemli bazı malzemelerdeki $\delta^{13}C$ değerleri Şekil 3.42'de olduğu gibi belirlenmiştir. Standart olarak kullanılan PDB denizel bir malzeme olduğundan, denizel karbonatlar ‰0'a çok yakın $\delta^{13}C$ değerlerine sahiptirler. Tatlı su karbonatları, denizel karbonatlara göre ^{12}C bakımından daha zengin olup, oldukça değişken ^{13}C değerlerine sahiptirler. Bu durum, bitki solunumu (fotosentez) ve topraktaki bitki artıklarının oksidasyonu ile meydana gelen CO_2'den kaynaklanabilir. Bununla beraber CO_2 hem okyanuslarda hem de karalarda yaşayan organik maddenin parçalanması ile de oluşur.

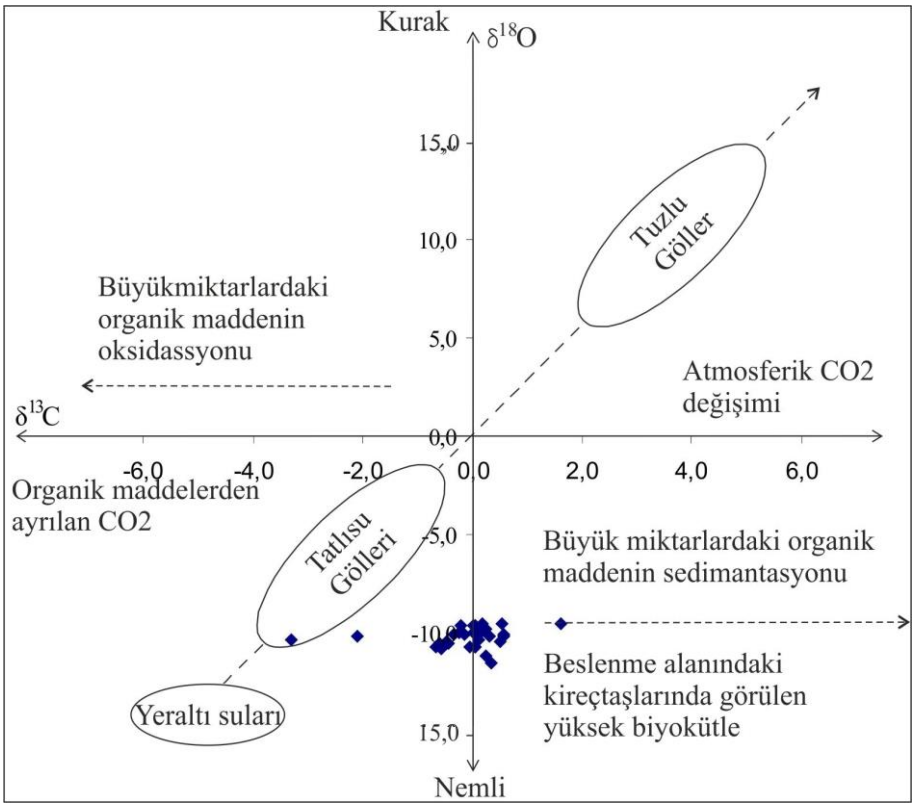
Yerköprü Şelalesi tufalarından alınan örneklerin $\delta^{13}C$ değerleri ‰-3,3 ile ‰+1,6 (V-PDB) arasında değişmekte olup, bu değerler tabloya göre Tatlı Su Karbonatlarını karakterize etmektedir (Şekil 3.42.).

CO_2 kaynağının tatlı sularda izotopik olarak daha hafif olmasından dolayı gölsel bitkilerin ortalaması denizel bitkilerin ortalamasına oranla daha düşük $\delta^{13}C$ değerleri sergilemektedir.



Şekil 3.42. Jeolojik olarak önemli bazı kayaçlardaki $\delta^{13}C$ değerleri (Hoefs 1987)

Şekil 3.43.'de de görüldüğü üzere inceleme alanından alınan örneklerin $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop değerleri tatlı su göllerinde gelişen büyük miktarlardaki organik madde sedimantasyonunu işaret etmektedir.



Şekil 3.43. Göl sularının $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop değişimleri (Leng ve Marshall, 2004) ve inceleme alanındaki karbonat örneklerinin $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop ilişkisi

Gölsel ortamlarda $\delta^{18}O$ içeriklerindeki değişiklikler, çoğunlukla sıcaklıktaki veya yağış/evaporasyon oranındaki değişiklikleri yansıtır. $\delta^{13}C$ içeriklerindeki

değişiklikler ise iklimsel nedenlere bağlı olarak karbon oranındaki değişiklikleri, besin döngüsü ve gölün beslenme alanı hakkında bilgi verir. Geniş, kapalı göllerin $\delta^{18}O$ içerikleri genellikle yüksek olup, otijenik ve biyojenik minerallerin izotop bileşimindeki dalgalanmalar, başlıca yağış/evaporasyon oranındaki uzun dönemli değişikliklerin bir fonksiyonudur. Dereceli akışla gelen sedimanları içeren, küçük ve açık göllerin $\delta^{18}O$ içerikleri ‰1-2‟ den fazla değişiklik göstermez (Leng ve Marshall, 2004).

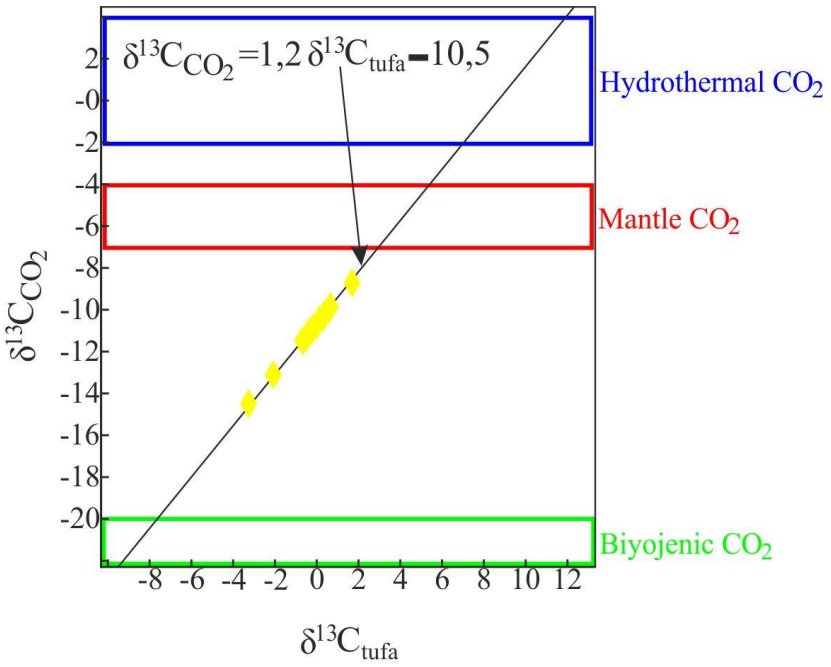
$\delta^{13}C$'ün (-) değerleri ortamdaki yüksek bakteri etkinliğinin işaretçisidir. Örneklerdeki bu düşük $\delta^{13}C$ içeriği göl alanlarında sınırlı havalandırma koşullarının etkili olduğunu göstermekte ve bu nedenle de CO_2 üretimi yerel biyojenik kaynaklara bağlanmaktadır (Talbot, 1990). Bazik sularda organik faaliyet sonucunda CO_2 açığa çıkar bu durumda su asidik karakterli hale gelir ve ^{12}C içerikleri yükselirken ^{13}C içeriklerinde azalma görülür. Bunların dışında göl sularındaki buharlaşma sonucunda ^{12}C değerleri azalırken, ^{13}C değerlerinde artma gözlemlenir (Varol ve Alçiçek, 2004). Ayrıca $\delta^{13}C$'ün (-) değerleri, okside olmuş organik karbonu ifade etmektedir (Şekil 3.43.). Bu durumda karbon; bakteri faaliyeti sonucu, sülfat indirgemesinden ya da metan oksidasyonundan elde edilir. Bu da ortamda tatlı suyun etkisinin olduğunu göstermektedir. Daha yüksek $\delta^{13}C$ değerleri ise ortamdaki zaman zaman artan buharlaşmayı işaret etmektedir.

Yerköprü Şelalesi tufa oluşum sistemindeki izotop jeokimyasındaki farklılıklar fiziksel ve kimyasal süreçlerden kaynaklanmaktadır. Tufa oluşum sisteminde, tufalar ile içerisinde oluştuğu kaynak suyu arasındaki dengenin değişiminin başlıca nedeni CO_2 in ortamdan uzaklaştırılmasına eşlik eden kinetik etki ve çökelim hızıdır. Ayrıca akış esnasında buharlaşma, yağış, yüzey sularından karışım, mevsimsel bitki yoğunluğundaki değişim ve çeşitlilik ile buna bağlı olarak fotosentez gibi jeokimyasal prosesler de izotopik değerlerin değişiminde etkili olmaktadır. Çalışma alanında, şelale mansabında tufaları oluşturan Karasu kaynağına, şelalenin altından yüzeyleyerek katılan Göksu ırmağı Çizelge 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4'de de görüleceği üzere karışım suyunun $CaCO_3$ oranını düşürerek tufa oluşumunu azaltmakta ve daha ilerilerde de yan derelerin de katılımı ile suyun $CaCO_3$ içeriği tufa oluşturamayacak düzeye düşmektedir.

Çalışma alanında CO_2'nin kaynağını yorumlayabilmek amacıyla;

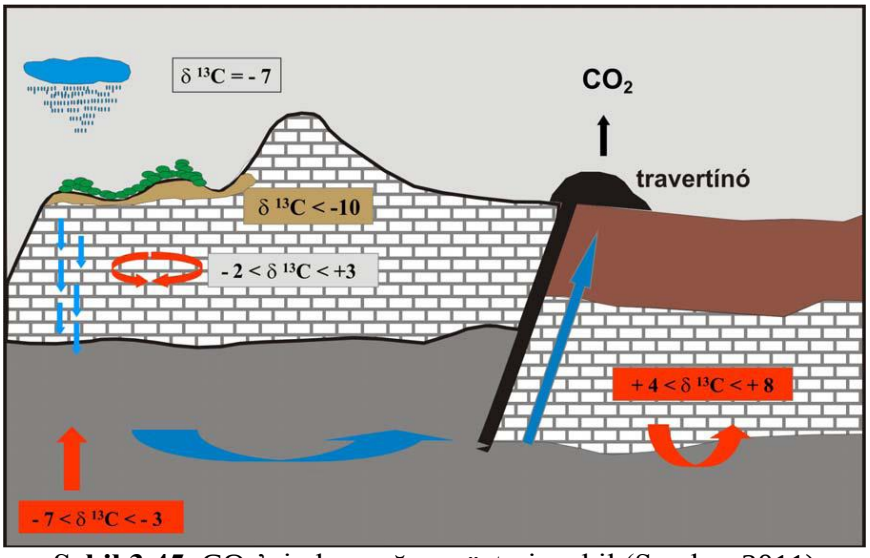
$$\delta^{13}C_{CO2} = 1{,}2 * \delta^{13}C_{tufa} - 10{,}5 \qquad \text{(Sandor, 2011)}$$

bağıntısından $\delta^{13}C_{CO2}$ değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.10.). Hesaplanan bu değerler Sandor, 2011'den alınan $\delta^{13}C_{CO2}$- $\delta^{13}C_{tufa}$ grafiğine yerleştirilmiştir (Şekil 3.44.). Şekilde de görüldüğü üzere CO_2 biyojenik, hidrotermal ve ya manto kökenli değildir.



Şekil 3.44. $\delta^{13}C_{CO2}$ ve $\delta^{13}C_{tufa}$ değerlerini gösterir şekil (Sandor, 2011)

Şekil 3.45.'de ise CO_2'nin kaynağını gösterir şematik şekil verilmekte olup, şekle göre $\delta^{13}C$ değerlerinin ‰-3,3 ile ‰+1,6 (V-PDB) arasında değiştiği çalışma alanındaki CO_2'nin kaynağı ana kayadır. Yerköprü şelalesi oluşmadan önce çökelmiş olan daha yaşlı karbonatlı kayaçlar, çalışma alanında ana kayayı temsil etmektedir.



Şekil 3.45. CO_2'nin kaynağını gösterir şekil (Sandor, 2011)

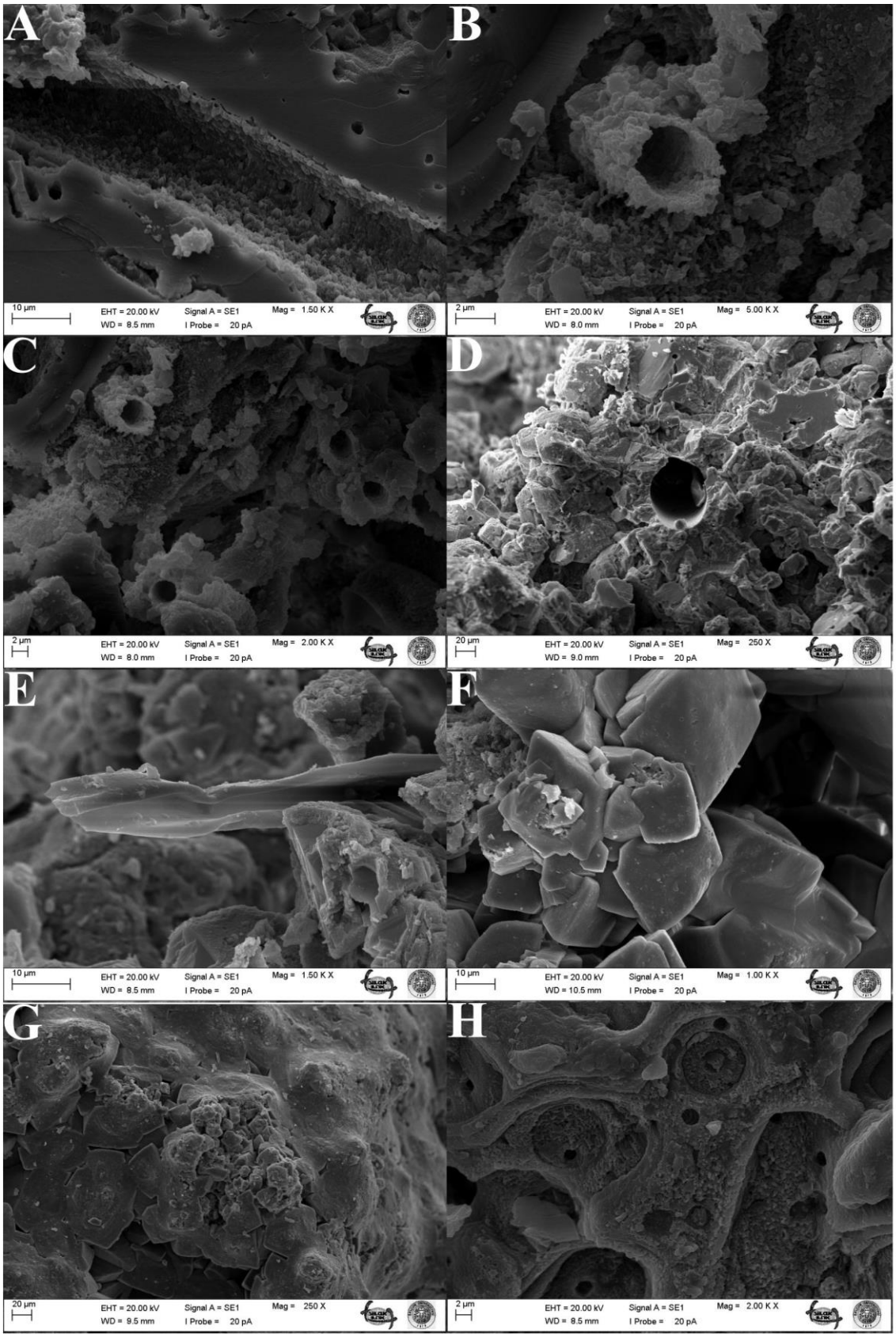
Şekil 3.46.'de ise otokton travertenlerin jeokimyasal karakteri ve ilişkili sular (Sandor, K., 2011)'ı gösterir tablo yer almaktadır. Çalışma alanındaki $\delta^{13}C_{tufa}$ değerleri Şekil 3.45. üzerinden değerlendirildiğinde Yerköprü tufaları, toprak taşıyıcılı süperambient meteojen kökenli tufalardır.

Origin		Carrier	DIC mmol L^{-1}	pCO_2 vol-%	$\delta^{13}C$ (PDB‰) of travertine	pH	Typical morphology	Typical fabrics
Meteogene								
Evasive	Ambient	soil	2–8	1–10	−12 to −3	7–8.1	Stream crust, cascade, river dam, oncoids, stalagmites	Algal bushes and laminae, bryophytes and phytoclasts. Mouldic porosity
	Super-ambient	soil	2–8	1–10	−12 to +2	7–8.1	Stream crust, cascade, river dam	Algal bushes and laminae, bryophytes and phytoclasts. Mouldic porosity
Invasive		atmos-phere	<1	<0.03	−20 to −9	9–11	Stream crust, river dam	Limited biofabric, usually sinter-like
Thermogene								
		mantle, magma, decarbo-nation	12–50	20–70	−1 to +10	6–7	Mounds and fissure ridges	Bacterial and cyano-bacterial shrubs and laminae, abiogenic shrubs. Fenestral porosity.

Şekil 3.46. Otokton travertenlerin jeokimyasal karakteri ve ilişkili sular (Sandor, K., 2011)

3.3.3. SEM Çalışmaları ve EDX Analizleri

Çalışma alanından alınan örnekler üzerinde Selçuk Üniversitesi laboratuarlarında SEM çalışmaları ve EDX analizleri yapılmış olup, bazı SEM görüntüleri aşağıda verilmektedir (Şekil 3.47.) . Ayrıca EDX analizi yapılmış olan numunelerin SEM görüntüleri ve EDX analizleri Ek 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ve 13'de verilmektedir.



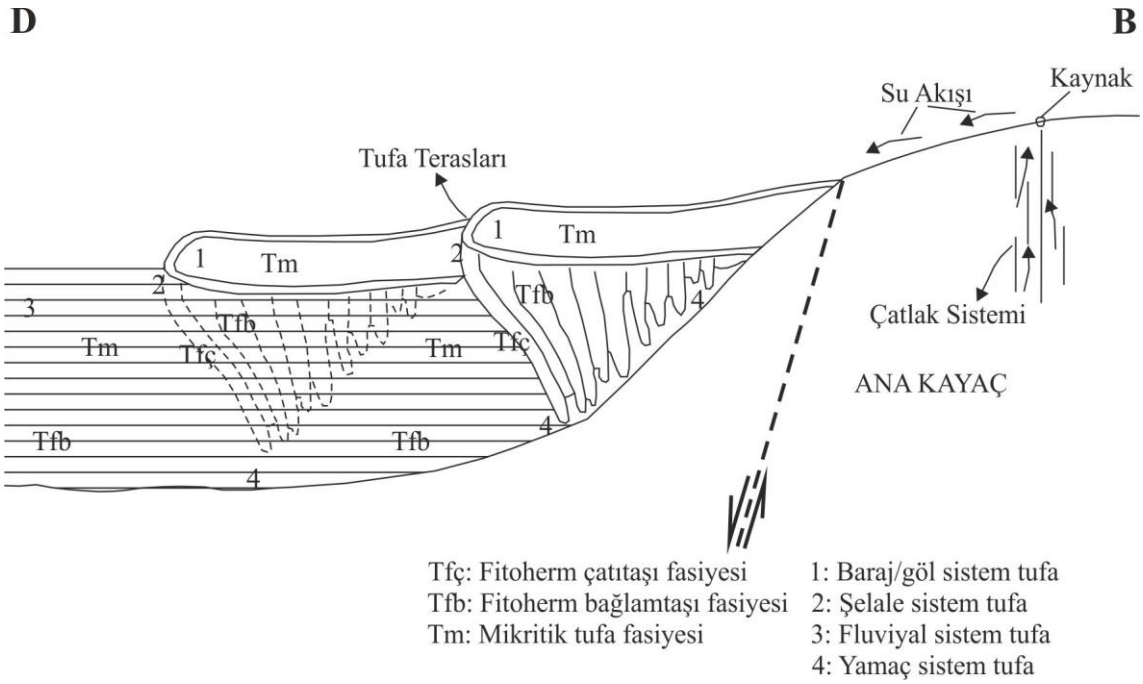
Şekil 3.47. (A)- Kök yapılarının içindeki kristallenmeyi, **(B,C,D)-** Kök yapılarının etrafındaki kristallenmeyi, **(E)-** Mikrobiyal yapıları, **(F)-** Kalsit kristallanmesini, **(G)-** Kök yapılarında etrafında gelişen kalsit kristalleri içindeki ikincil kalsit gelişimini, **(H)-** Yoğun organik materyalin bozunması sonucu oluşmuş yapıları gösterir SEM görüntüleri

4. YERKÖPRÜ ŞELALESİ TUFALARININ OLUŞUM MODELİ

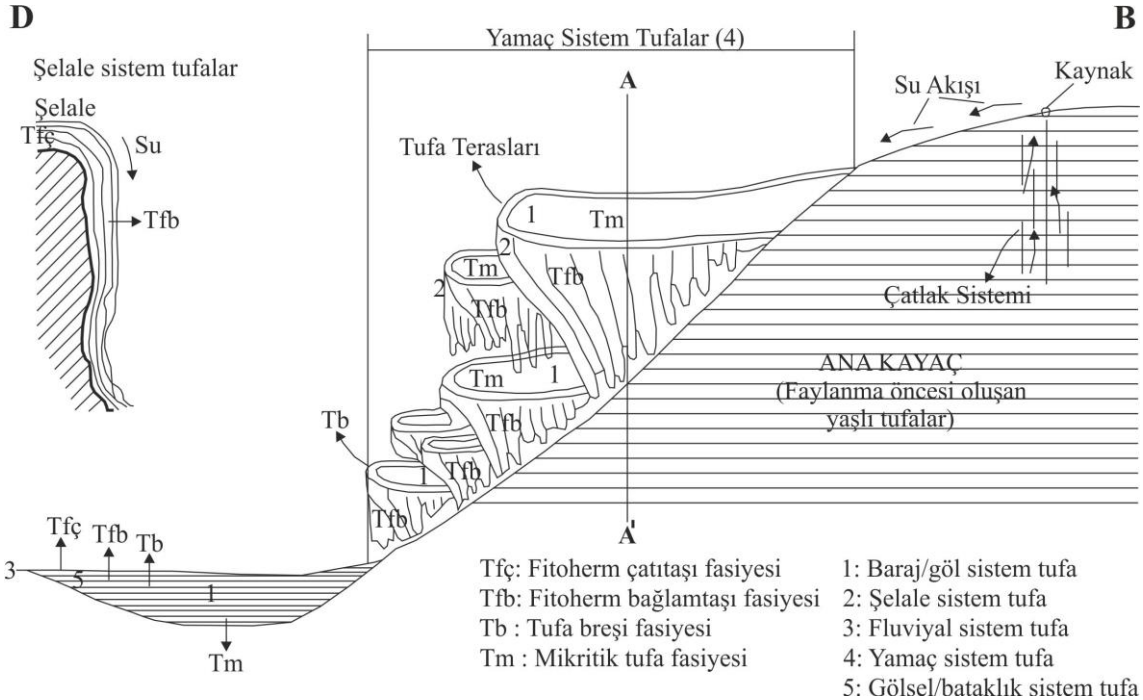
İnceleme alanında Uğuz ve diğ. (1994) tarafından yapılan haritalamada Aladağ, Çiftepınar (Çakallar), Yerköprü Şelalesi civarı, Dülgerler köyü kuzeydoğusu ve Yay Sekisi bölgelerinde traverten olarak tanımlanan birimlerin daha yaşlı tufalar olduğu tespit edilmiştir. Bu tufalar Yerköprü şelalesi oluşmadan önce çökelmiştir. Yapılan incelemelerde bu tufaların, fay ile yükselen yamaçlardan çıkan karbonatca zengin suların oluşturduğu büyük teraslarda geniş çaplı yayılıma sahip olmalarına rağmen su gelişinin sürekli olmamasından dolayı oluşumlarının uzun süreli olmadığı düşünülmektedir. Bu terasların iç kısımlarında mikritik tufalar, terasların dış kısımlarında ise daha çok fitoherm bağlamtaşı fasiyesleri gelişmiştir. Eski tufaların gelişimi esnasında şu anki güncel tufaların oluştuğu Yerköprü şelalesi civarı o zaman ki tufa çökeliminin baraj/göl, gölsel/bataklık ve fluviyal sistem çökelme ortamlarını temsil ettiği düşünülmekte olup, şelale civarında temel kayayı, yaşlı denizel kayaçlar ve yaşlı tufalar oluşturmaktadır (Şekil 4.1.).

Yaşlı tufaların oluşumunu müteakip Yerköprü şelalesi kuzeyinde oluşan Köprülü Kanyon ve Yerköprü şelalesi güneyinde oluşan Karasu eğim atımlı normal fayları ile bugün ki şelalenin bulunduğu dere yatağı oluşmuş ve yine bu faylanmanın etkisi ile Karasu kaynağı meydana gelmiştir. Karasu kaynağının oluşumu ve Tablo 4.9. DSİ 4. Bölge Müdürlüğü tarafından Karasu Kaynağından alınan akım değerlerinde görüldüğü üzere düzenli su gelişi ile öncelikle Yerköprü şelalesi ve ardından da bu civardaki güncel tufa çökelimi başlamıştır (Şekil 4.2.).

Yerköprü şelalesi ve civarındaki güncel tufa oluşumları yaklaşık birkaç km^2'lik yayılıma sahiptir. İnceleme alanında dokusal olarak değişik özelliklere sahip 4 fasiyes tanımlanmıştır. Ayrıca şekil 4.43.'de de görüldüğü üzere inceleme alanından alınan örneklerin $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop değerleri tatlı su göllerinde gelişen büyük miktarlardaki organik madde sedimantasyonu ile büyük miktarlardaki organik maddenin oksidasyonunu işaret etmektedir. Yerköprü şelalesinde Karasu kaynağına karışan Göksu nehri de her ne kadar tufa oluşturabilecek bileşime sahip olmasa da kimyasal bileşimi ile Karasu kaynağına diğer iyon etkisi yaparak tufa oluşumunu hızlandırmakta ve artırmakta olduğu düşünülmektedir



Şekil 4.1. Yerköprü tufalarının faylanma öncesi D-B doğrultulu kesiti

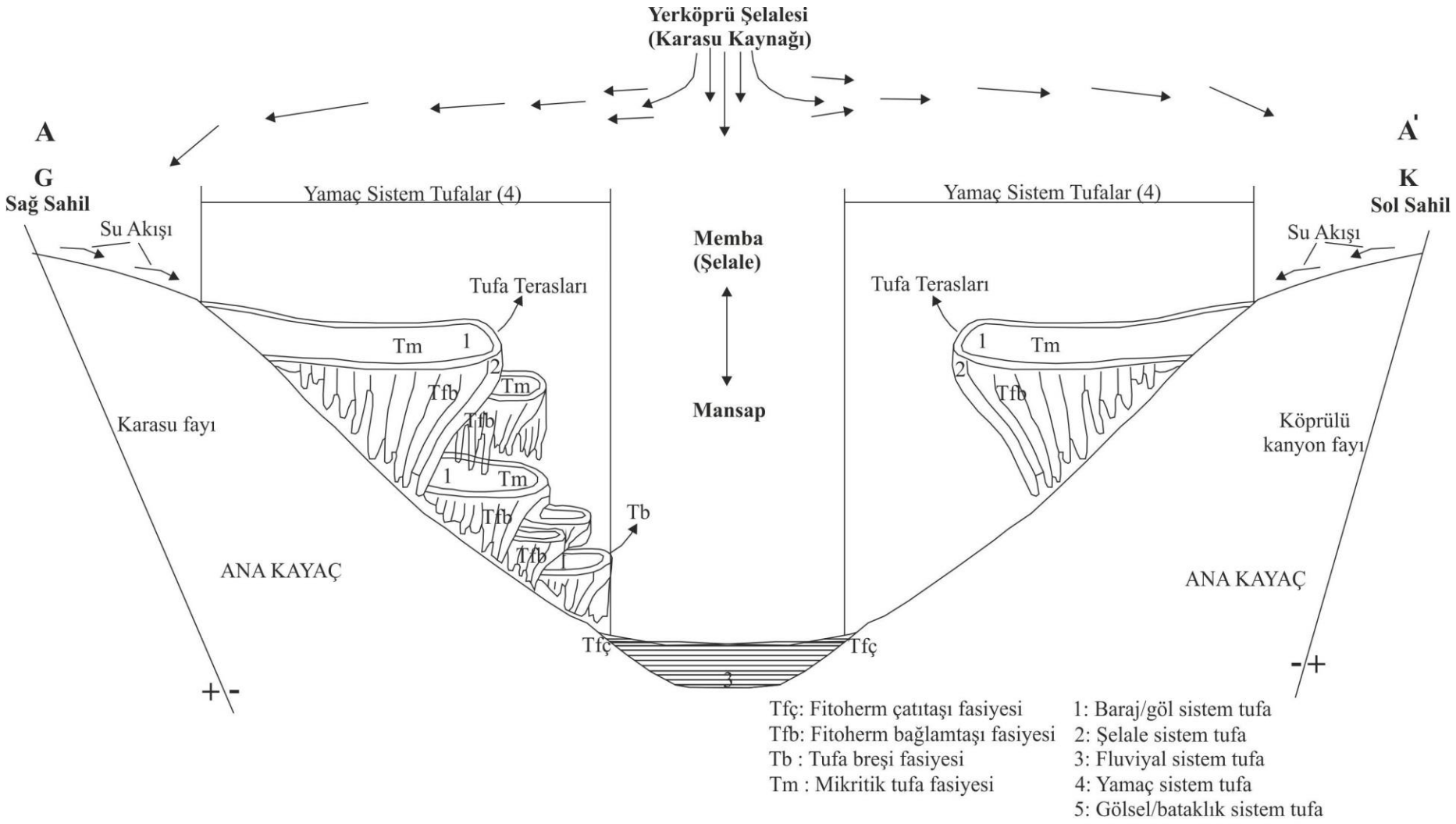


Şekil 4.2. Faylanma sonrası Yerköprü tufalarının D-B doğrultulu kesiti (güncel tufaların oluşumu) (A-A' kesiti Şekil 4.3.'de verilmiştir.)

Fasiyeslerin sedimantolojik ve mineralojik karakteristikleri, Yerköprü şelalesi tufalarının şelale, yamaç, baraj/göl, gölsel/bataklık ve fluviyal sistem çökelme ortamlarında geliştiğini göstermektedir.

Yerköprü şelalesi tufalarında; otopark ve piknik alanı civarı ile şelalede membadan mansaba bakışta sağ sahilin yamaç kesimlerinde fitoherm çatıtaşı ve fitoher bağlamtaşı, sol sahilde fitoherm bağlamtaşı ve özellikle sağ sahilde oluşan terasların iç kısımlarında mikritik tufa fasiyesi ile fluviyal sistem çökelme etkisi ile de sağ sahilde yamacı orta kotlarında breşik tufa fasiyesi çökelmiştir.

Ayrıca Yerköprü şelalesinin üst kesimlerinde su gelişinin doğal ve yapay yollarla şelalenin her iki tarafına yönlendirilmesi ve yönlendirilen bu suyun düşük enerjili akışı ile her iki yamaçta da aktif tufa gelişimi devam etmektedir (Şekil 4.3.).



Şekil 4.3. Yerköprü şelalesi tufalarının G-K doğrulutulu kesiti (A-A' Kesiti)

5. SONUÇLAR

1- İnceleme alanında öncelikli olarak Uğuz ve diğ. (1994) tarafından traverten olarak tanımlanan eski tufalar çökelmiştir. Bu çökelimin ardından gelişen Köprülü Kanyon ve Karasu eğim atımlı normal faylarının etkisi ile oluşan Yerköprü'de Karasu kaynağı tarafından güncel tufalar çökeltilmeye başlamıştır. Bu tufalar ilk defa tarafımızca "Yerköprü tufaları" olarak adlandırıldı.

2- Yerköprü tufalarında dokusal olarak değişik özelliklere sahip 4 fasiyes tanımlanmıştır. Bunlar; fitoherm çatıtaşı, fitoherm bağlamtaşı, tufa breşi, mikritik tufa fasiyesleridir.

3- Yerköprü tufaları şelale, baraj/göl, gölsel/bataklık, yamaç ve fluviyal sistem oluşum ortamlarında çökelmiştir.

4- Ayrıca inceleme alanından alınan örneklerin $\delta^{18}O$ ve $\delta^{13}C$ izotop değerleri tatlı su göllerinde gelişen büyük miktarlardaki organik madde sedimantasyonu ile büyük miktarlardaki organik maddenin oksidasyonunu işaret etmektedir.

5- Yerköprü şelalesinde Karasu kaynağına karışan Göksu nehri de her ne kadar tufa oluşturabilecek bileşime sahip olmasa da kimyasal bileşimi ile Karasu kaynağına diğer iyon etkisi yaparak tufa oluşumunu hızlandırmakta ve artırmakta olduğu düşünülmektedir.

6- İnceleme alanında tufa oluşturucu etkenler halen aktif olup, tufa oluşumu devam etmektedir. İnceleme alanında özellikle su gelişinin yüksek olduğu dönemlerde, bölgedeki organik materyallerinin mikritik malzeme ile kaplandığı gözlenebilmektedir.

7- Ttufaların oluşmasında ana etken olan $CaCO_3$ miktarı Karasu kaynağından alınan örneklerde mevsimsel olarak ciddi bir değişim göstermezken, Göksu nehri ile Karasu kaynağının karışım suyundan alınan numunelerde Haziran ayındaki $CaCO_3$ miktarı Mart ayındaki $CaCO_3$ miktarının yaklaşık iki katına çıkmaktadır.

8- Karasu kaynağının, şelaleye ulaşana kadarki kısa mesafede buharlaşmadan çok fazla etkilenmediğini, ancak şelaleden itibaren karışım suyundaki $CaCO_3$ miktarının buharlaşma ve organik faaliyetler etkisiyle yaklaşık iki katına çıktığı görülmektedir.

9- Bu durumda Karasu kaynağının çıkış noktasından şelaleye kadar olan kısımda akış hızına da bağlı olarak tufa oluşumu mevsimsel şartlardan etkilenmeyip, şelaleden itibaren tufa oluşumunda mevsimsellik beklenmelidir.

10-Buharlaşmanın yavaş olduğu soğuk su ortamlarında tufa oluşumunu gerçekleştirecek olan CO_2 'in ortamdan uzaklaştırılması işlemi bitki yoğunluğunun

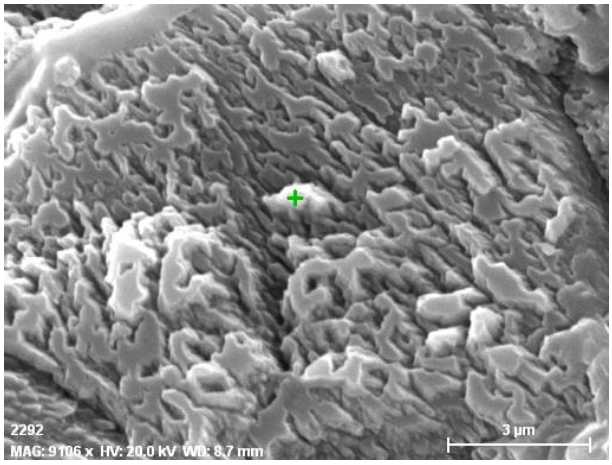
arttığı yaz aylarında fotosenteze bağlı olarak gelişmektedir. Bitkiler CO_2'yi atmosferden daha ziyade sudan alırlar. Bitki çeşitliliği ve yoğunluğunun arttığı dönemlerde artan fotosentez etkisiyle CO_2 'in ortamdan uzaklaştırılmasıyla su $CaCO_3$'ca aşırı doygun hale gelip fazla $CaCO_3$'ı çökelterek tufaları oluşturmaktadır.

11- Ağır metal analizleri incelendiğinde suyun debisinin yıl içerisinde en yüksek seviyelerine ulaştığı Haziran ayında alınan numunelerde çinko değeri ciddi bir artış göstermektedir. Bu artışın ve su numunelerindeki mangan, demir ve kromun, çalışma alanı yakınlarında Bozkır ilçesi civarındaki ofiyolitlerden kaynaklandığı ve yağışlı dönemlerde bu ağır metallerin özellikle ofiyolit-kireçtaşı dokanaklarından Karasu kaynağına taşındığı düşünülmektedir. Karasu içerisindeki kurşun ve çinko değerlerinin yüksek çıkmasının da Bozkır civarındaki kurşun-çinko cevherleşmelerinden (Öztürk, 2008) kaynaklanması muhtemeldir.

12- Çalışma alanındaki CO_2'nin kaynağı ana kayadır. Yerköprü şelalesi oluşmadan önce çökelmiş olan daha yaşlı karbonatlı kayaçlar, çalışma alanında ana kayayı temsil etmektedir.

13- Çalışma alanındaki $\delta^{13}C_{tufa}$ değerleri doğrultusunda Yerköprü tufalarının, toprak taşıyıcılı süperambient meteojen kökenli tufalar olduğu düşünülmektedir.

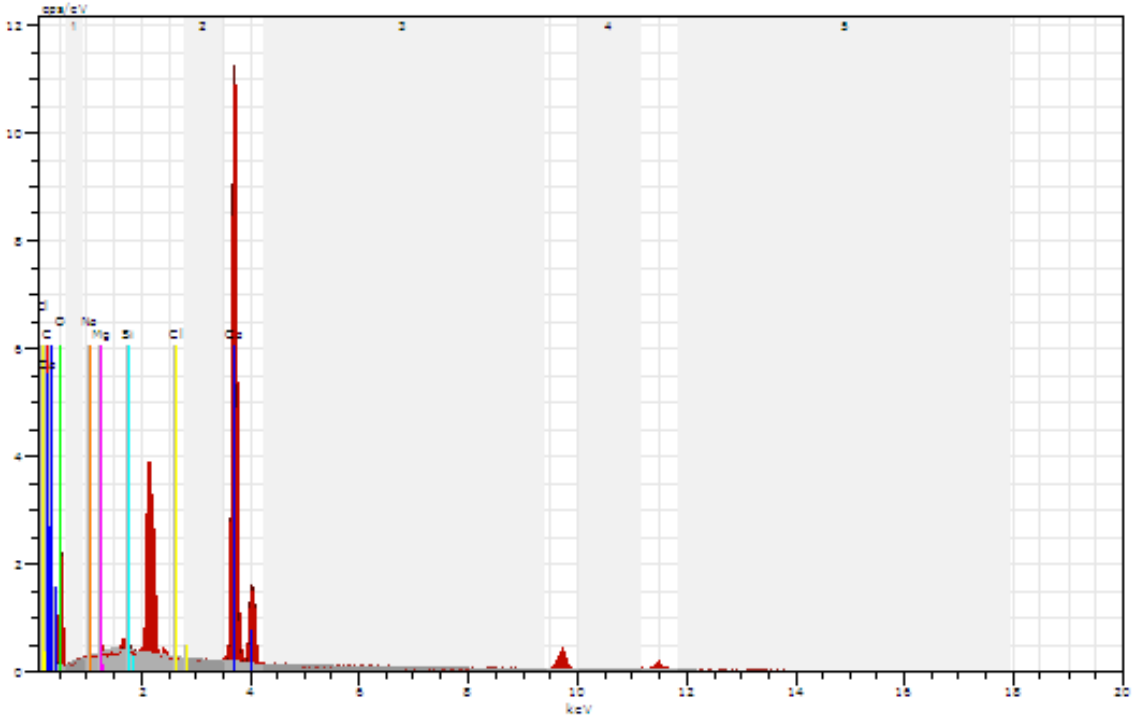
Ek-2



Dentritik yapı sergileyen kalsit oluşumunu gösterir SEM görünümü

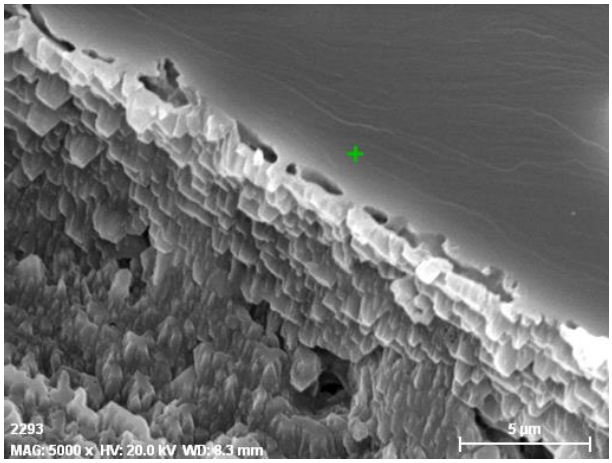
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Carbon	K-series	5.81	7.67	12.72	1.3
Oxygen	K-series	41.78	55.11	68.64	6.5
Calcium	K-series	27.82	36.69	18.24	0.8
Silicon	K-series	0.15	0.20	0.14	0.0
Magnesium	K-series	0.10	0.13	0.11	0.0
Chlorine	K-series	0.07	0.09	0.05	0.0
Sodium	K-series	0.09	0.11	0.10	0.0
Total:		75.81	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

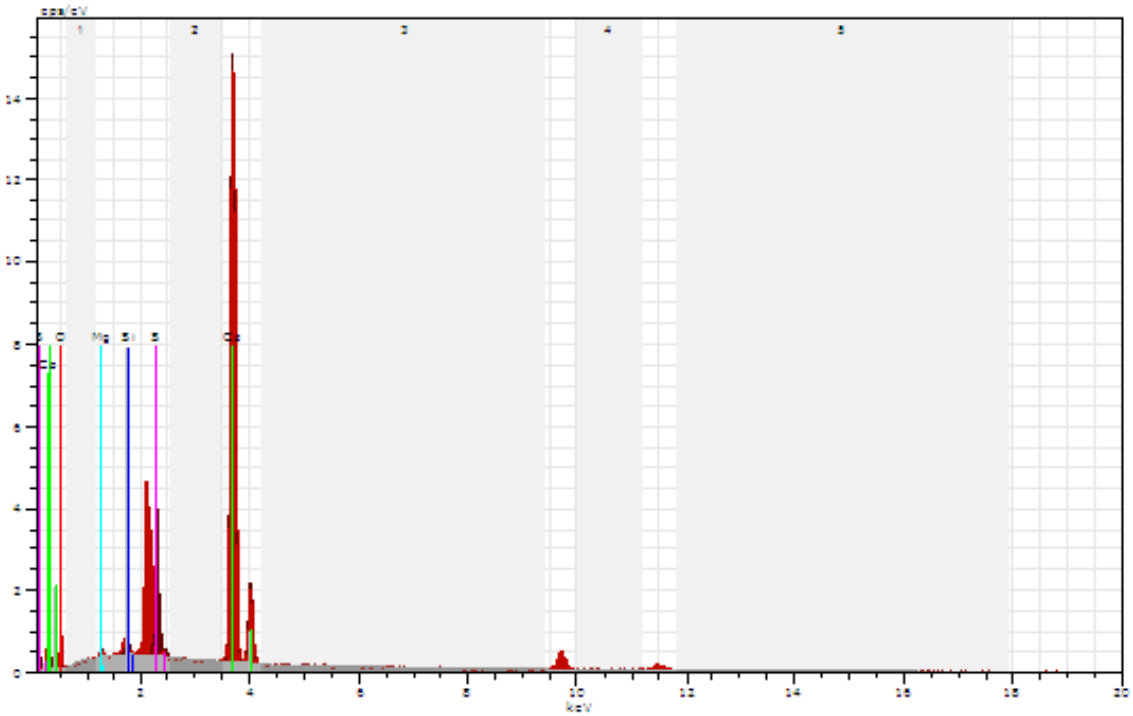
Ek-3



Bitki kök-gövde boşluklarında gelişen mikrirtik ve etrafında gelişen sparitik malzemeyi gösterir SEM görünümü

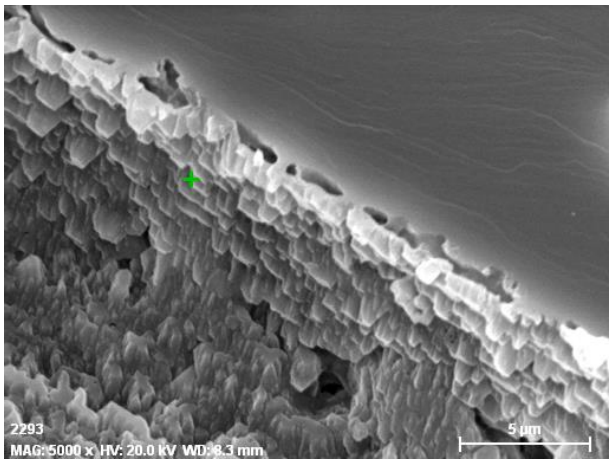
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	27.43	42.45	64.05	5.7
Calcium	K-series	32.38	50.11	30.18	1.0
Silicon	K-series	0.43	0.67	0.57	0.1
Magnesium	K-series	0.29	0.45	0.45	0.1
Sulfur	K-series	4.08	6.31	4.75	0.2
Total:		64.62	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

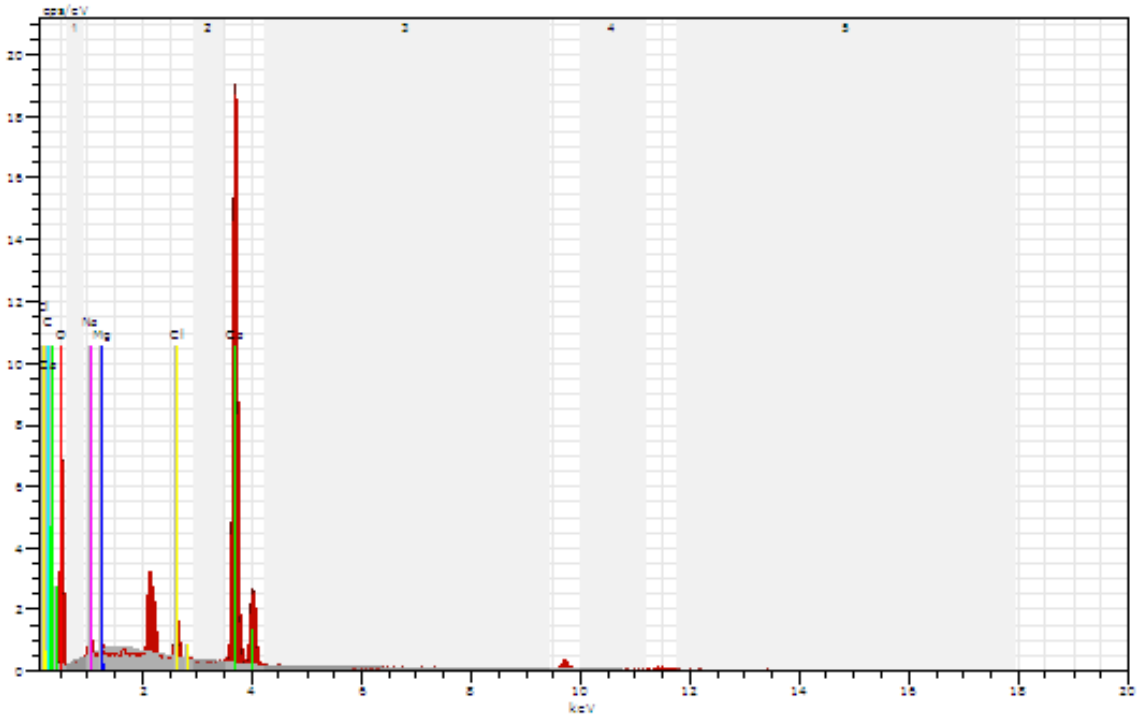
Ek-4



Bitki kök-gövde boşluklarında gelişen mikrirtik ve etrafında gelişen sparitik malzemeyi gösterir SEM görünümü

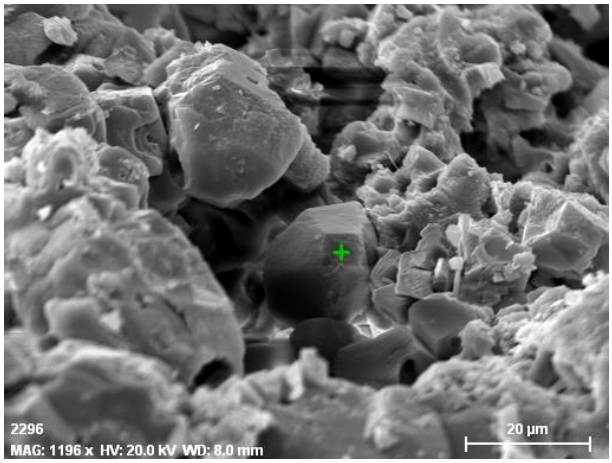
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	51.79	56.68	69.36	7.2
Calcium	K-series	30.64	33.54	16.38	0.9
Magnesium	K-series	0.07	0.08	0.06	0.0
Carbon	K-series	7.33	8.02	13.07	1.4
Sodium	K-series	0.57	0.62	0.53	0.1
Chlorine	K-series	0.97	1.06	0.59	0.1
Total:		91.36	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

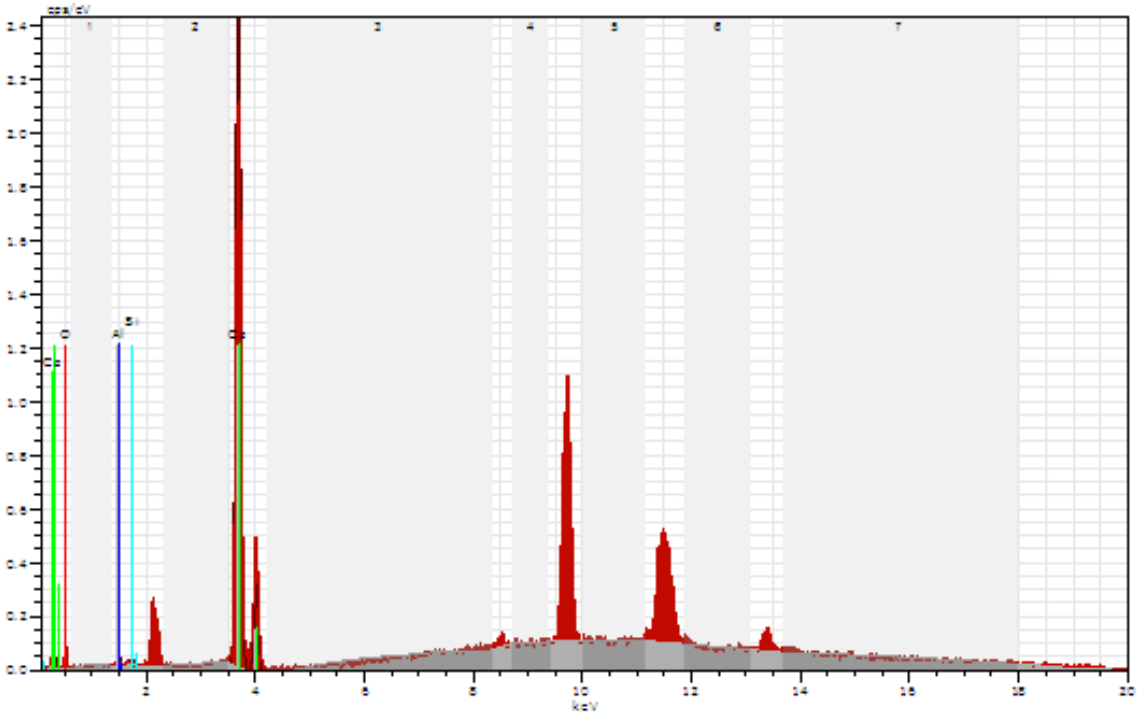
Ek-5



Euhedral kalsit gelişimini gösterir SEM görünümü

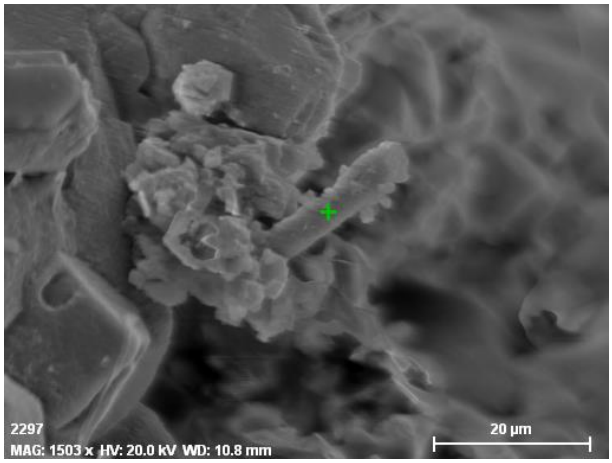
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	21.55	10.70	22.94	6.7
Calcium	K-series	176.79	87.75	75.12	5.4
Aluminium	K-series	2.10	1.04	1.33	0.2
Silicon	K-series	1.02	0.51	0.62	0.1
Total:		201.47	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

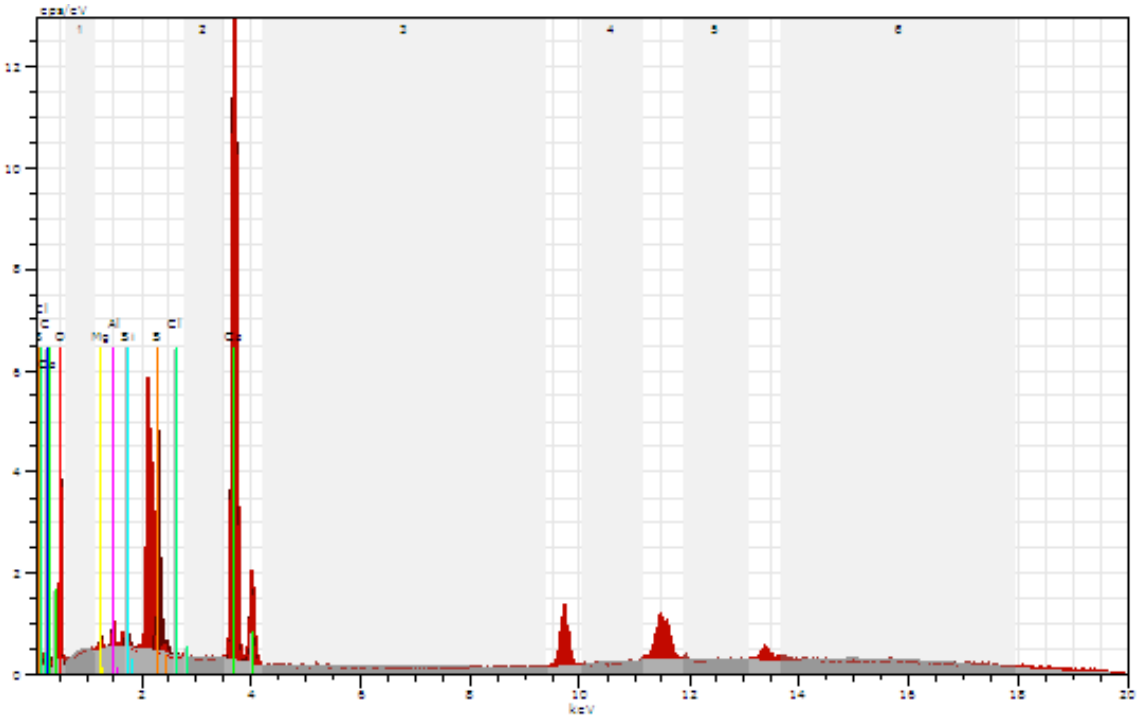
Ek-6



Mikrobiyal yapıları gösterir SEM görünümü

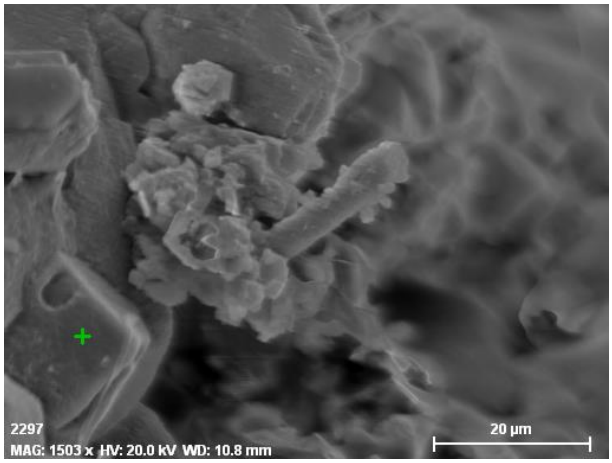
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	41.84	53.46	64.46	6.1
Calcium	K-series	23.13	29.56	14.23	0.7
Carbon	K-series	8.53	10.90	17.50	1.6
Silicon	K-series	0.33	0.42	0.29	0.0
Aluminium	K-series	0.42	0.54	0.39	0.1
Magnesium	K-series	0.25	0.32	0.25	0.0
Sulfur	K-series	3.67	4.69	2.82	0.2
Chlorine	K-series	0.09	0.12	0.07	0.0
Total:		78.26	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

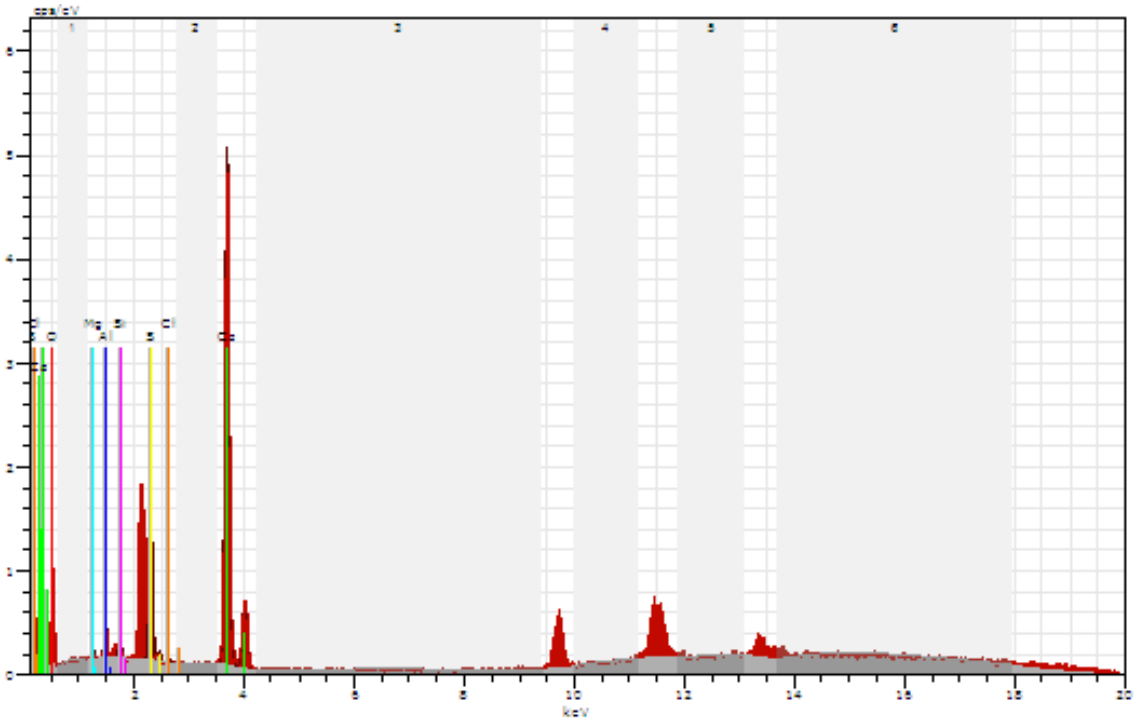
Ek-7



Mikrobiyal yapıları gösterir SEM görünümü

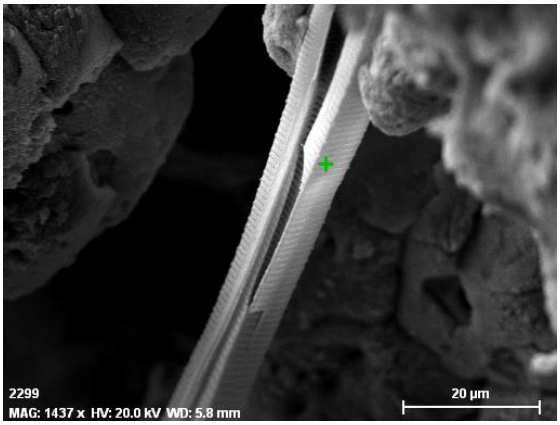
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	39.37	55.09	74.40	7.1
Calcium	K-series	26.23	36.71	19.79	0.8
Aluminium	K-series	0.78	1.09	0.87	0.1
Magnesium	K-series	0.31	0.43	0.38	0.1
Silicon	K-series	0.45	0.63	0.48	0.1
Sulfur	K-series	4.17	5.84	3.94	0.2
Chlorine	K-series	0.15	0.21	0.13	0.0
Total:		71.46	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

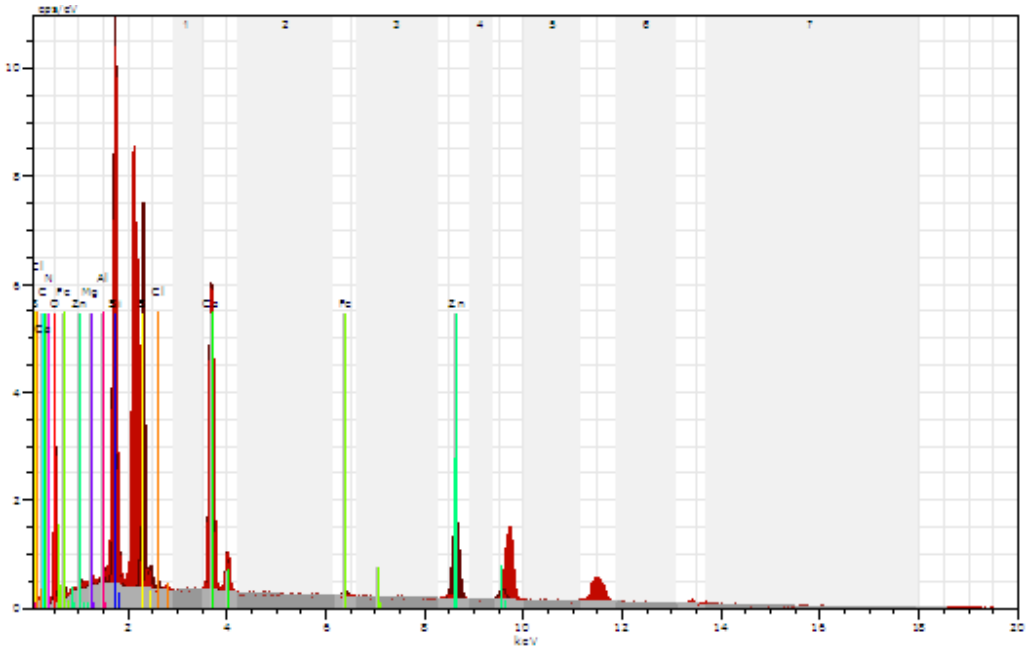
Ek-8



Fasiyes içindeki mikrobiyal yapıları (diatome) gösterir SEM görünümü

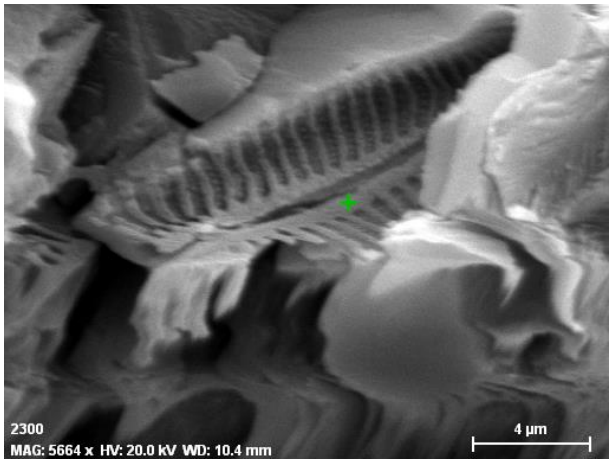
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	31.76	43.33	54.45	4.4
Calcium	K-series	8.09	11.03	5.53	0.3
Silicon	K-series	8.37	11.41	8.17	0.4
Carbon	K-series	6.78	9.25	15.49	1.2
Nitrogen	K-series	3.11	4.24	6.08	1.2
Sulfur	K-series	7.26	9.91	6.21	0.3
Chlorine	K-series	0.19	0.25	0.14	0.0
Zinc	K-series	6.54	8.92	2.74	0.2
Magnesium	K-series	0.49	0.66	0.55	0.1
Aluminium	K-series	0.52	0.71	0.53	0.1
Iron	K-series	0.21	0.29	0.10	0.0
Total:		73.31	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

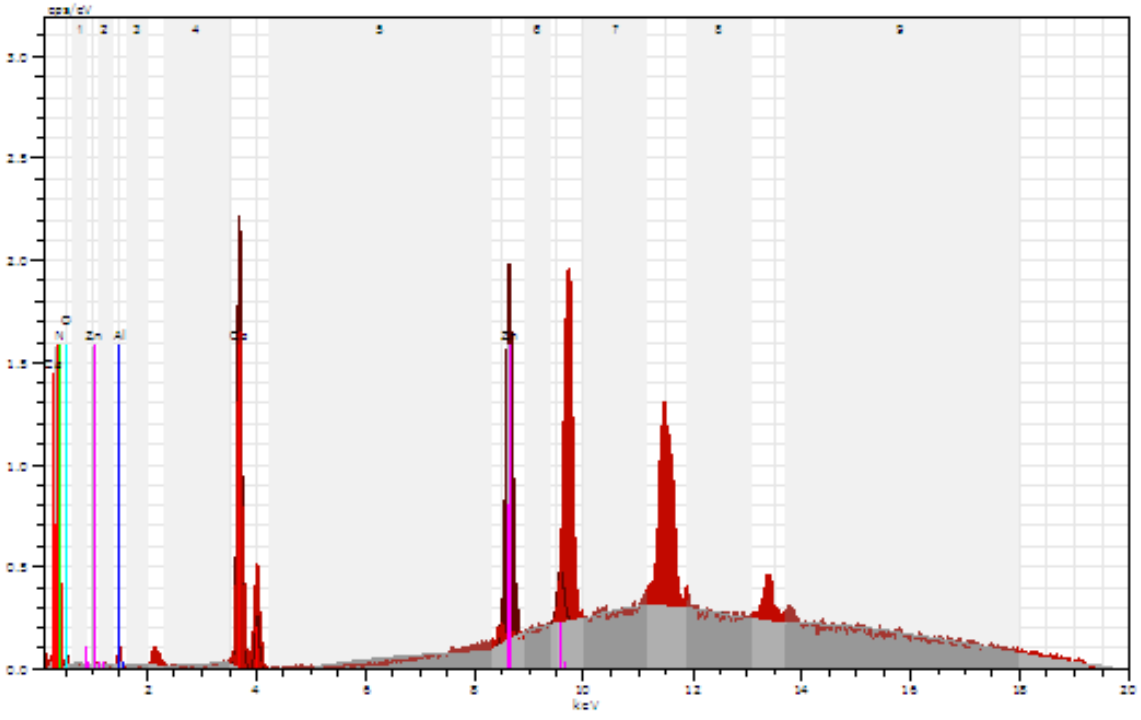
Ek-9



Fasiyes içindeki mikrobiyal yapıları (diatome) gösterir SEM görünümü

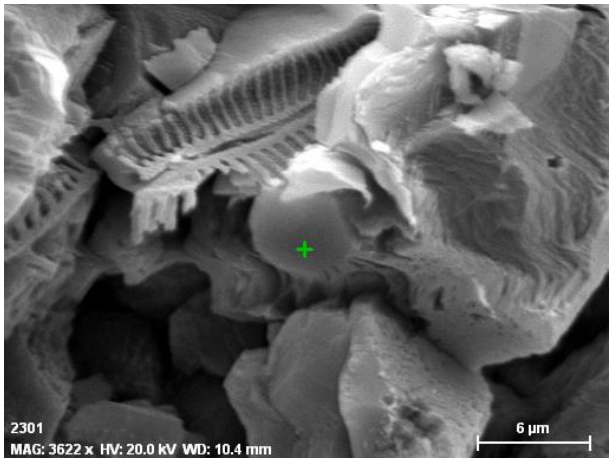
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Calcium	K-series	608.61	93.04	87.62	18.9
Nitrogen	K-series	10.94	1.67	4.51	11.8
Aluminium	K-series	3.00	0.46	0.64	0.3
Oxygen	K-series	16.32	2.50	5.89	6.9
Zinc	K-series	15.27	2.33	1.35	0.5
Total:		654.15	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

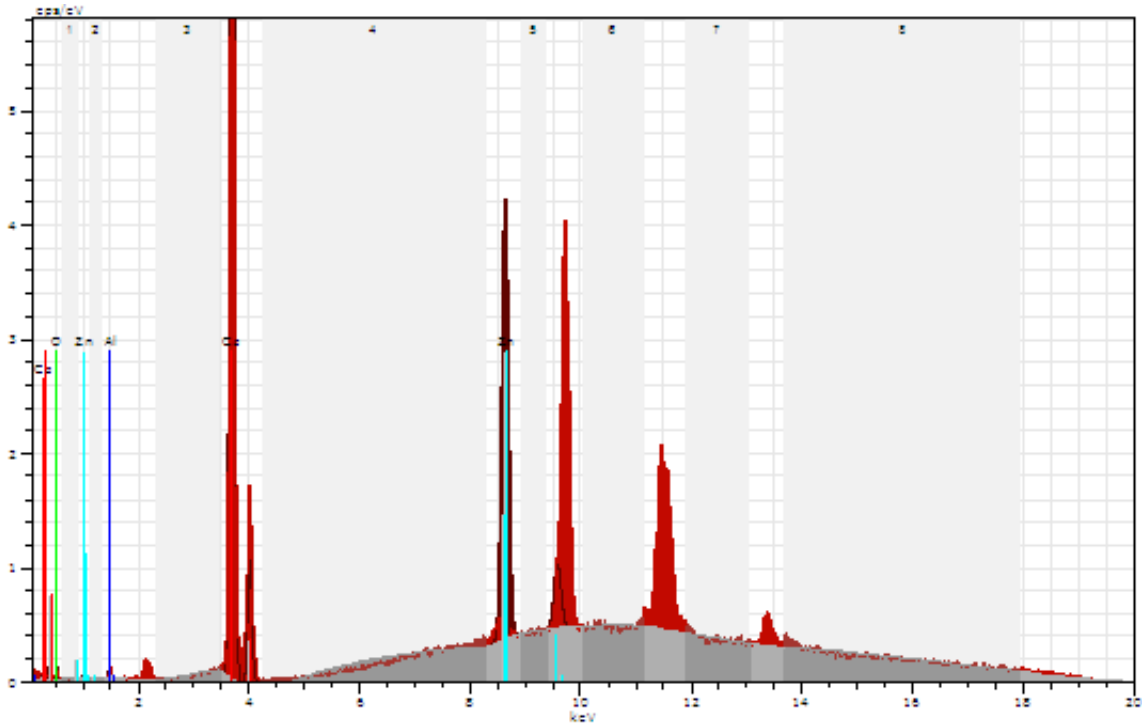
Ek-10



Fasiyes içindeki mikrobiyal yapıları (diatome) gösterir SEM görünümü

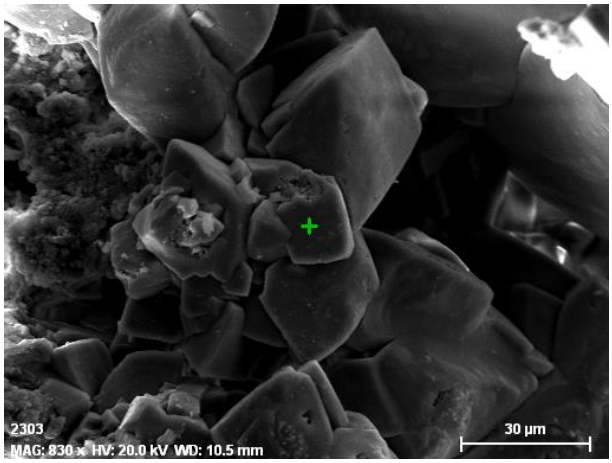
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Calcium	K-series	254.84	91.81	88.98	7.6
Oxygen	K-series	8.39	3.02	7.34	2.7
Aluminium	K-series	2.01	0.72	1.04	0.2
Zinc	K-series	12.34	4.45	2.64	0.4
Total:		277.59	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

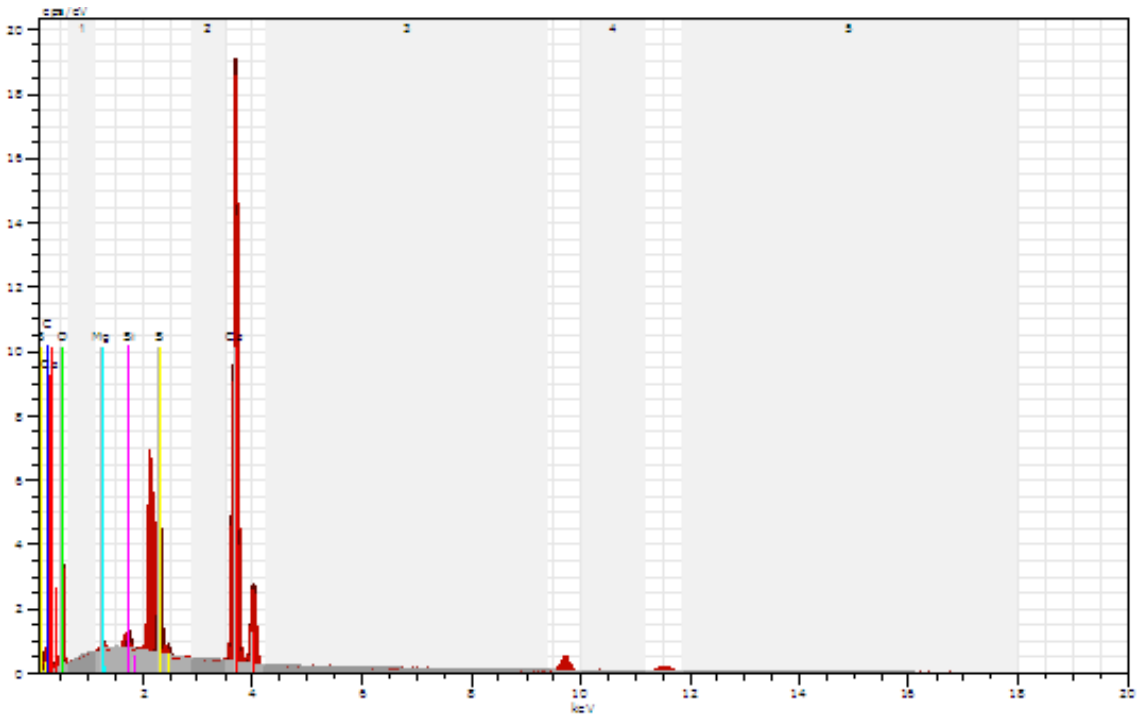
Ek-11



Kalsit kristalleri içindeki ikincil kalsit gelişimini gösterir SEM görünümü

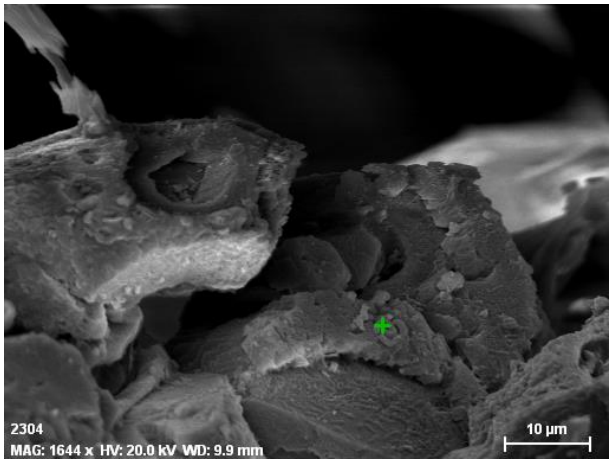
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Calcium	K-series	23.03	32.48	15.96	0.7
Oxygen	K-series	37.51	52.91	65.12	5.1
Carbon	K-series	6.80	9.59	15.72	1.1
Magnesium	K-series	0.28	0.40	0.32	0.0
Silicon	K-series	0.27	0.37	0.26	0.0
Sulfur	K-series	3.01	4.25	2.61	0.1
	Total:	70.89	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

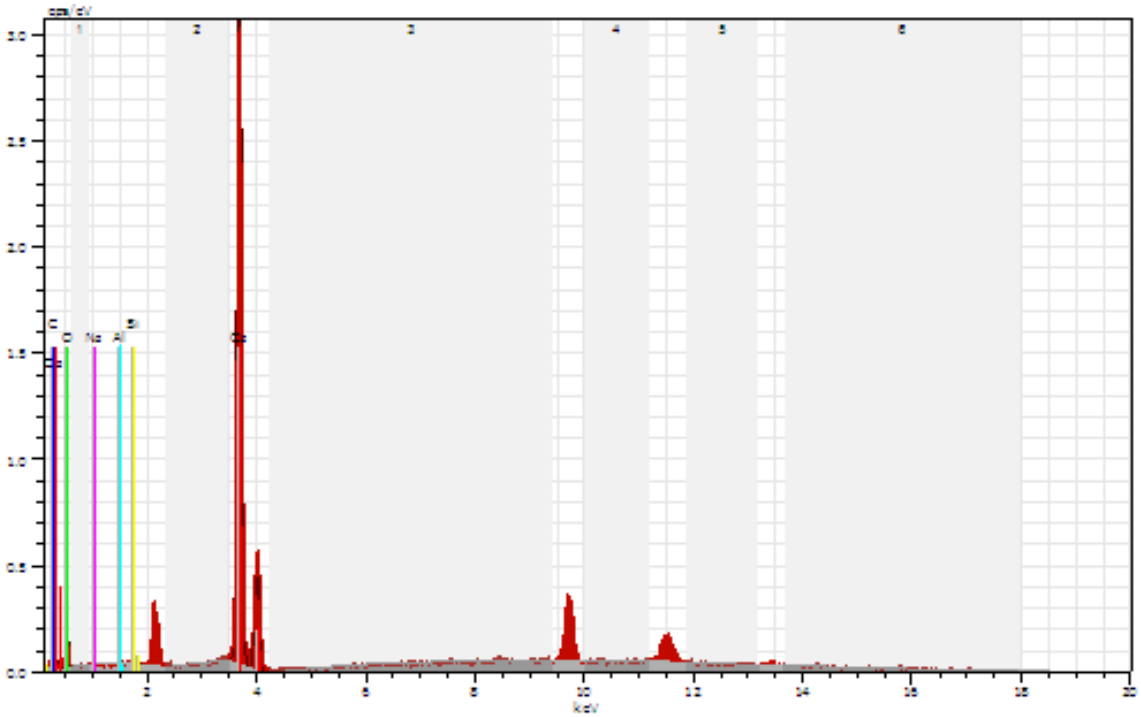
Ek-12



Mikrobiyal yapılar içeren kalsit gelişimini gösterir SEM görünümü

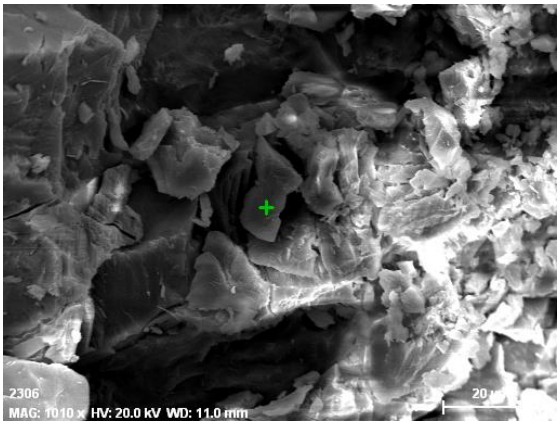
Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Calcium	K-series	59.20	55.98	32.26	1.8
Oxygen	K-series	35.82	33.88	48.90	7.9
Carbon	K-series	10.05	9.50	18.27	2.2
Aluminium	K-series	0.09	0.09	0.07	0.0
Sodium	K-series	0.28	0.27	0.27	0.1
Silicon	K-series	0.30	0.28	0.23	0.1
Total:		105.74	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

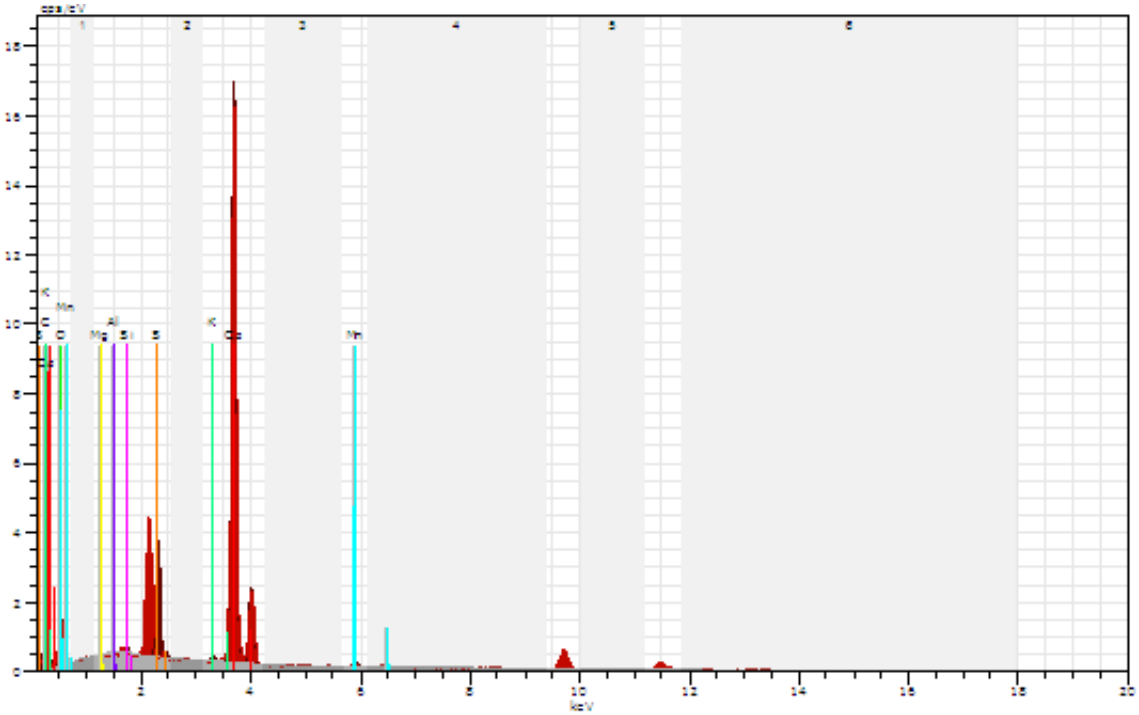
Ek-13



SEM görünümü

Spectrum: Acquisition

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Calcium	K-series	30.40	37.53	19.52	0.9
Oxygen	K-series	42.45	52.41	68.27	5.8
Carbon	K-series	4.31	5.32	9.22	1.0
Manganese	K-series	0.34	0.41	0.16	0.0
Silicon	K-series	0.15	0.19	0.14	0.0
Magnesium	K-series	0.08	0.09	0.08	0.0
Sulfur	K-series	3.10	3.83	2.49	0.1
Potassium	K-series	0.17	0.20	0.11	0.0
Aluminium	K-series	0.01	0.01	0.01	0.0
Total:		80.99	100.00	100.00	



(+) noktasından alınan EDX analizi

KAYNAKLAR

- ANDRES, M.S. and REİD, P., 2006. Growth morphologies of modern marine stromatolites: A case study from Highborne Cay, Bahamas. Sedimentary Geology 185, 319-328.

- ANDREWS, J.E., PEDLEY , H.M. and DENNIS , P.F. 2000. Palaeoenvironmental records in Holocene Spanish tufas: a stable isotope approach in search of reliable climatic archives. Sedimentology, 47, 961-978.

- ATABEY, E., 2003. Tufa ve Traverten. Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 75s. Ankara

- AYAZ, M.E., 2002. Travertenlerde Gözlenenen Morfolojik Yapılar ve Tabiat Varlığı Olarak Önemleri. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri ,19/2, s. 123-124. Sivas.

- BAŞKAN, M. E.; (1988). Karasu Kaynağı (Hadim, Konya, Türkiye)'nın Hidrolojik İncelemesi, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fak. Bült. 3/1:52-68

- BATES, R.L. and JACKSON J.A., 1980. Glossary of Geology. Falls Church, VA. American Geological Enstitute. 751 p.

- BLUMENTHAL, M., 1956, Yüksek Bolkardağlarının Kuzey Kenarı Bölgelerinin ve Batı Uzantılarının Jeolojisi, MTA yayını no: 7, Seri D.

- DURU, G., 2006, Ziga- Yaprakhisar (Aksaray) Sıcak Ve Mineralli Kaynak Alanlarındaki Traverten Çökeliminde Etkili Olan Faktörlerin Su Kimyası Ve İzotopik Yöntemlerle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, 117 s.

- EVANS, J.E., 1999. Recognition and Implications of Eocene tufas and travertines in the Chadron Formation, White River Group, Badlans of South Dakota. Sedimentology 46, 771-789.

- FORD, T.D. and PEDLEY, H.M., 1996. A rewiew of tufa and travertine deposits of the world. Earth- Science Rewiews 41, 117-175.
- GLOVER, C. and ROBERTSON, A.H.F., 2003. Origin of tufa (cool-water carbonate) and related terraces in the Antalya area, SW Turkey. Geological Journal 38, 329-358.

- GÖKÇE, A., 1993, Hidrotermal Maden Yataklarının Köken ve Oluşum Koşullarının Araştırılmasında Kararlı İzotoplar Jeokimyası İncelemeleri ve Türkiye'den Örnekler, 46. Türkiye Jeoloji Kurultayı, s.97-100

- GUTNIC, M. ve MONOD, O., 1970. Un Serie Mesozoique condansee dans les nappes du Taurus occidental, la serie du Boyalı Tepe: C.R., somm., soc. Geol. 75, 166-167.

- HOFMANN, H.J., 1973. Stromatolites: Characteristics and Utility. Earth- Science Rewiews 9, 339-373.

- HOEFS, J., 1987. Stable Isotope Geochemistry (3nd ed). Springer Verlag, 241 p., Munich.

- JANSSEN, A., SWENNEN, R., PODOOR, N. ve KEPPENS, E. 1999, Biological and diagenetic influence in recent and fossil tufa deposits from Beigium. Sedimentary Geology, 126, 75-95.

- KERSHAW S. and GUO, L., 2003. Pleistocene cyanobacterial mounds in the Perchora Peninsula, Gulf of Corinth, Greece: structure and applications to interpreting sea-level history and terrace sequences in an unstable tectonic setting. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecoology 193, 503-514.

- KOŞUN, E., SARIGÜL, A. ve VAROL, B., 2005. Antalya Tufalarının Litofasiyes Özellikleri. M.T.A. Dergi 130, 57-70.

- KÖSE, F., 2010, Aydıncık'taki (İçel) Kuvaterner Yaşlı Tufa ve Travertenlerin Sedimantolojik Analizi, Selçuk Üni. Fen Bil. Enst., Yüksek Lisans Tezi, 71s.

- LENG, M.J., and MARSHALL, J.D., 2004, Palaeoclimate interpretation of stable isotope data from lake sediment archives, Quaternary Science Reviews, 23, p 811–831.

- MARKER, M. E., 1979, Tufa formation in the Transvaal, South Africa, Z. Geomorphology, N. F., 17, 460-473.

- MARTIN, C., 1969. Akseki Kuzeyindeki Bir Kısım Torosların Stratigrafik ve Tektonik İncelemesi, MTA Derg., 72, 157-175.

- MATSUOKA, J., KANO, A., OBA, T., WATANABE, T., SAKAI, S. ve SETO, K. 2001. Seasonal variation of stable isotopic compositions recorded in a laminated tufa, SW Japan. Earth and Planetary Science Letters, 192(1), 31-44.

- ÖZGÜL, N., 1997, Bozkır-Hadim-Taşkent (Orta Toroslar′ın Kuzey Kesimi) Dolaylarında Yer Alan Tektono –Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi. MTA Enst. Derg. 119, 117–174.

- ÖZGÜL, N. ve KOZLU, H., 2002. Kozan-Feke (Doğu Toroslar) Yöresinin Stratigrafisi ve Yapısal Konumu İle İlgili Bulgular. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, c.14, s.1-36.

- ÖZDEMİR, A. and NALBANTÇILAR, M. T., 2002. The investigation of mass transfer in the Karasu karstic aquifer, Konya, Turkey. Hydrogeology Journal, 10: 656-661.

- ÖZTÜRK, A., 2008, Bozkır (Konya) civarındaki ofiyolitik kayaçlarda ve bunlara bağlı plaserlerde platin grubu elementlerle, altın ve diğer plaser metallerinin incelenmesi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 222 sayfa. KONYA

- PEDLEY, H.M., 1990. Classification and environmental models of cool freshwater tufas. Sedimentary Geology, 68, 143-154.

- PEDLEY, H.M., MARTIN, J.A.G., DELGADO, S.O. and CURA, M.A.G.D. 2003. Sedimentology of Quatenary perched springline and paludal tufas; criteria for recognition, with examples from Guadalajara Province, Spain. Sedimentology 50, 23-44.

- PEDLEY, H.M., 2009. Tufas and travertines of the Mediterane on region: a testing ground for freshwater carbonate concepts and developments. Sedimentology 56, 221-246.

- PEDLEY, H.M., ROGERSON, M., 2010. Tufas and Speleothems: Unravelling the Microbial and Physical Controls

- PORTMAN, C., ANDREWS, J.E., ROWE, P.J., LEEDER, M.R. and HOOGEWERFF, J., 2005. Submarine- spring controlled calcification and growth of large Rivularia bioherms, Late Pleistocene (MIS 5e), Gulf of Corinth, Greece. Sedimentology 52, 441- 465.

- SANDOR, K., 2011, Geochemistry of travertine deposits with special emphasis on paleotemperature calculations

- TALBOT, M.R., 1990. A revıew of the palaeohydrological interpretatıon of carbon and oxygen isotopic ratios in primary lacustrine carbonates: Chem, Geol. (Isot. Geoscı. Sed.) 80, 261-279.

- TURAN, A., 1990, Toroslar′da Hadim(Konya) ve güneybatısının jeolojisi, stratigrafisi ve tektonik gelişimi. S.Ü. Fen Bil. Ens., Doktora Tezi (yayınlanmamış), 229 s.

- TURAN, A., 1997b. Bağbaşı ve Korualan kasabaları (Hadim-Konya) arasındaki otokton ve allokton birliklerin stratigrafisi; S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Derg., 12-1, 46-62.

- TURAN, A., 2000a, Korualan – Bağbaşı (Hadim – Konya) arasındaki bölgenin yapısal özellikleri; DEÜ Müh. Fak. Fen ve Mühendislik Derg. Cilt 2, Sayı 3, 51–66.

- UĞUZ, M. F. ve arkadaşları, 1994. Karaman-Hadim Dolayının Jeolojisi, MTA yayınları

- VAROL, B. ve ALÇİÇEK, H. 2004. Evaporitlerin İzotop ve Sıvı Kapanım Çalışmaları ile Ortamsal Yorumları ve Yaşlandırılmaları. Evaporitler Tuzlar Semineri, 37- 49.

- WRIGHT, J.S. 2000. Tufa accumulations in emphemeral streams: Observations from the Kimberley, NW Australia. Australian Geographer, 31, 333- 347.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Mehmet MERT
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	Kayseri 1983
Telefon	**:**	544.742 84 10
Faks	**:**	
e-mail	**:**	mehmetmert@dsi.gov.tr mmerts5838@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	Arif Molu Anadolu Meslek Lisesi - Kayseri	2001
Üniversite	:	Cumhuriyet Üniversitesi - Sivas	2005
Yüksek Lisans	:	Selçuk Üniversitesi - Konya	Devam ediyor
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2009-.....	DSİ	Jeoloji Mühendisi