



**Sarıkavak Tufa Çökellerinin Kökensele İncelemesi ve
Paleoiklimsel Açıdan Önemi, GB-Türkiye**

Program Kodu: 3001

Proje No: 115Y493

Proje Yürütücüsü:
DR. EZHER TAGLIASACCHI

Araştırmacı(lar):
Doç. Dr. Mine Sezgül KAYSERİ ÖZER

Danışman(lar):
Prof. Dr. Mehmet ÖZKUL

Bursiyer(ler):
Cihan ARATMAN

OCAK 2018
DENİZLİ

ÖNSÖZ

Bu çalışma, GB-Türkiye’de KD-GB uzanımlı Acıgöl Graben’inin kuzeyinde yer alan Örtülü ile Sarıkavak Köyleri arasında yüzlek veren karasal karbonat oluşumlarının (traverten-tufa) sedimentolojik, jeokimyasal ve palinolojik açıdan ayrıntılı olarak incelemesinden oluşmaktadır. Bu doğrultuda, çalışma alanında yer alan Örtülü travertenleri ile Sarıkavak tufalarının ayrıntılı sedimentolojik incelemeleri yapılmış, ölçülü stratigrafik kesitler çıkartılmış, sondajlardan elde edilen kuyu logları ile birlikte denştirilerek bu karasal karbonatların, fasiyes ve fasiyes ilişkileri belirlenmiştir. Projedeki çalışmalar, karasal karbonat çökellerinin sadece sedimentolojik incelemeleriyle sınırlı kalmamış ayrıca sistematik olarak alınan örnekler üzerinde, yaş (U/Th), duraylı izotop (O ve C), XRD, ince kesit ve palinolojik çalışmalar yapılarak, tüm analiz sonuçları çok disiplinli olarak bir bütün içinde değerlendirilmiştir. Böylece bu karasal karbonatların depolanma ortamları, üç boyutlu olarak modellenerek çalışma alanının evrimsel tarihçesi ortaya konmaya çalışılmıştır.

TÜBİTAK-3001 Başlangıç Seviyesi Projesi 115Y493 no’lu proje kapsamında desteklenen bu çalışma ile ilk defa bu bölgenin Kuvaterner jeolojisi hakkında oldukça önemli veriler elde edilmiştir. Önceki çalışmalarda stratigrafik konumlarından dolayı Üst Miyosen-Pliyosen yaşı verilen bu karasal çökellerin Orta-Üst Pleyistosen yaşlı olduğu bu çalışma sonucunda ortaya konmuştur. Çalışma alanındaki traverten ve tufa çökellerinin bünyelerinde barındırdıkları palinomorflar, ilk kez bu çalışma ile tanımlanmış ve bölgenin paleovejetasyon ve paleoklimsel değişimi ayrıntılı olarak incelenmiştir. Böylelikle, bu çalışma ile Sarıkavak karasal karbonatların gerek depolanma ortamı ve gerekse depolanma sırasındaki bölgenin paleoklimsel koşulları hakkında oldukça önemli veriler elde edilmiştir.

İçindekiler	<u>Sayfa</u>
Önsöz.....	i
İçindekiler.....	ii
Tablo Listesi	v
Şekil Listesi	vi
Levha Listesi.....	xv
Özet.....	xvi
Abstract.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
3. BÖLGENİN JEOLJİSİ.....	7
3.1. Çalışma Alanı.....	9
4. GEREÇ VE YÖNTEM.....	12
4.1. Arazi Çalışmaları.....	12
4.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	13
4.2.1. Petrografik Analiz.....	13
4.2.2. Duraylı İzotop Analizi (C/O).....	14
4.2.3. Radyometrik Yaş Analizi (U/Th Yöntemi).....	14
4.2.4. XRD Analizi.....	14
4.2.5. Palinolojik Analiz.....	15
5. BULGULAR.....	17
5.1. Çalışma Alanındaki Traverten Çökelleri (Örtülü Traverten).....	17
5.1.1. Laminalı Traverten litofasiyesi (L1).....	17
5.1.2. Kamış tipi Traverten litofasiyesi (L2).....	18
5.1.3. Havza-içi taneli Traverten litofasiyesi (L3).....	20
5.1.4. Konglomera-çamurtaşı litofasiyesi (L4).....	20
5.1.5. Havza-dışı taneli traverten litofasiyesi (L5).....	21
5.1.6. Eski toprak (paleosol) (L6).....	22
5.2. Çalışma Alanındaki Tufa Çökelleri (Sarıkavak Tufaları).....	23
5.2.1. Yosun (moss) tufa fasiyesi	24
5.2.2. Onkolitik tufa fasiyesi (Lo).....	24
5.2.3. Stromatolitik tufa fasiyesi (Ls).....	24
5.2.4. Fitoklastik tufa fasiyesi (Lph).....	26
5.2.5. Havza-içi taneli tufa fasiyesi (Lic).....	26
5.2.6. Havza-dışı taneli tufa fasiyesi (Lec).....	26

5.2.7. Sapropelitik tufa fasiyesi (St).....	26
5.2.8. Eski Toprak (paleosol-Lp).....	27
5.3 Sondaj Karot Verileri.....	32
5.4. Laboratuvar Analiz Sonuçları.....	43
5.4.1. Petrografik Analiz Sonuçları.....	43
5.4.1.1. İnce Kesit Analizi.....	43
5.4.1.2. Floresans İnce Kesit Analizi.....	64
5.4.1.3. SEM Analiz Sonuçları.....	67
5.4.2. Radyometrik Yaş Bulguları	72
5.4.3 Duraylı İzotop Sonuçları.....	74
5.4.4. XRD Analiz Sonuçları.....	76
5.4.5. Palinolojik Sonuçlar.....	81
5.4.5.1. Tanımlanmış Bitkilerin Ekolojik Özellikleri.....	81
5.4.5.1.1. Vesiculate (Konifer) Polen	81
5.4.5.1.2. Stephanoporate/Triporate Polen.....	82
5.4.5.1.3. Tricolpate Polen/Triporate Polen.....	82
5.4.5.1.4. Tricolpate Polen.....	83
5.4.5.1.5. Fagaceae (Kayıngiller).....	83
5.4.5.1.6. Tricolporate Polen.....	84
5.4.5.1.7. Compositae (Papatyagiller).....	84
5.4.5.1.8. Periporate Polen.....	85
5.4.5.1.9. Stephanoporate Polen.....	86
5.4.5.1.10. Non-Polen Palinomorflar.....	87
5.4.5.2. Palinolojik Bulgular ve Duraylı İzotop Analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) Sonuçları	91
5.4.5.2.1. SL-1 Sondajı.....	91
5.4.5.2.2. SL-2 Sondajı.....	97
5.4.5.2.3. SL-3 Sondajı.....	99
5.4.5.2.4. SL-4 Sondajı.....	105
5.4.5.2.5. SL-5 Sondajı.....	108
5.4.5.2.6. SL-6 Sondajı.....	111
5.4.5.2.7. SL-7 Sondajı.....	113
6. TARTIŞMA.....	116
6.1. Çalışma Alanının Paleoortamsal Gelişimi	116
6.1.1. Örtülü Travertenlerinin Depolanma Sistemi.....	116
6.1.2. Sarıkavak Tufalarının Depolanma Sistemi.....	118
6.1.2.1. Akarsu Depolanma Sistemi.....	118



6.1.2.2. Akarsu-Palustrin Depolanma Sistemi.....	120
6.2. Çalışma Alanının Paleoiklimsel Değişimleri.....	125
6.3. Karasal Karbonat Çökellerinde İzotopik Sinyaller.....	130
7. SONUÇLAR.....	134
Kaynaklar.....	137

Tablo Listesi

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1. Sarıkavak tufa çökellerinin litofasiyes özellikleri ve diğer karbonat ortamlarıyla olan ilişkisi.....	31
Tablo 2. Sarıkavak tufa çökellerinden (yüzeyden) elde edilen yaş bulguları.....	72
Tablo 3. Sondaj karotlarından elde edilen sistematik radyometrik yaş (U/Th) sonuçları*.....	73
Tablo 4. Sarıkavak tufa çökellerinden elde edilen duraylı izotop sonuçları*.....	74
Tablo 5. İncelenen örneklerin XRD yöntemiyle belirlenen mineralojik bileşimleri.	76
Tablo 6. Sarıkavak –Örtülü traverten- tufa çökellerinin Denizli Havzası ve orta İtalya'daki diğer belirgin bazı traverten- tufa çökelleriyle karşılaştırılması	124
Tablo 7. Sarıkavak-Örtülü karasal karbonat çökellerinden elde edilen yaş ve Denizel İzotop Evrelerinin (MIS) Denizli Grabeni'nde yer alan bazı önemli traverten-tufa çökelleriyle karşılaştırılması. (1) Altunel, 1994; Özkul vd., 2002; Altunel ve Karabacak, 2005; Uysal vd., 2007,2009; De Flippis vd., 2012; 2013, (2) Altunel ve Hancock, 1993a,b; Ekmekçi vd., 1995, (3) Özkul vd., 2013; Toker vd., 2015, (4) Horvatincic vd., 2005; Brogi ve Capezuoli, 2009; Özkul vd., 2013, (5) Özkul vd., 2002, 2013; Van Noten vd.,2013; Claes vd., 2015.....	129

Şekil Listesi

Şekil 1.	GB Türkiye’de yüzlek veren Kale-Tavas, Denizli ve Çardak-Dazkırı Tersiyer Havzaları ve graben havzalarının konumu (Sözbilir, 2005; Toker, 2009).....	8
Şekil 2.	Çardak-Dazkırı Havzası ve bu havzayı sınırlayan fay sistemlerinin uydu görüntüsü.....	9
Şekil 3.	Çardak-Dazkırı Molas havzası ve çalışma alanını gösteren uydu görüntüsü.....	10
Şekil 4.	Traverten ve tufa çökellerinin gözleendiği noktalardan alınan ölçülü kesit (A1-3; B1-5) ve sondaj (SL1-7) yerlerini gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası.....	11
Şekil 5.	Örtülü Köyü terkedilmiş traverten ocağının arazideki görünümü ve belirlenen litofasiyesler (L1-L6).....	17
Şekil 6.	Laminalı traverten litofasiyesinin arazideki görünümü (kırmızı renk ile gösterilmiştir).....	18
Şekil 7.	Kamış tipi traverten litofasiyesinin (L2) yakından görünümü.....	19
Şekil 8.	Kamış tipi travertenin altında gözlenen havza-içi taneli traverten litofasiyesi.....	20
Şekil 9.	Konglomera-çamurtaşlı litofasiyesinin dokanak görüntüsü (solda) ve bu litofasiyesin yakından görünümü (sağda).....	21
Şekil 10.	Havza-dışı taneli traverten litofasiyesinin yakından görünümü.....	21
Şekil 11.	Konglomera-çamurtaşlı litofasiyesi içinde gözlenen eski toprak (paleosol) (solda), Polen analiz çalışmaları için örneklenen paleosol seviyesi (sağda).....	22
Şekil 12.	(A) Çöküntü Depolanma (ÇDS) ve Yamaç Depolanma (YDS) sistemleri içinde çökelen Örtülü travertenlerinin arazideki görünümü. (B) Laminalı traverten litofasiyesinin altında kanal yapısı şeklinde kazıyarak gelişen kamış litofasiyesi ve (C) Kamış litofasiyesi içerisinde oluşan karstik boşluklar. (D) Hafif yamaç depolanma sisteminde görülen teraslı kristal kabuk litotipi; (E) Karstik boşluklar içinde gelişen mikro dikitler. (F) Traverten çökellerinin üst kısımlarında gözlenen erime, çözünme boşlukları.....	23
Şekil 13.	Sarıkavak tufa çökellerinin arazideki görünümleri ve lithofasiyesleri. (A) Stromatolitik tufa örneği, (B) Akarsu-örgülü sistem içinde düşey olarak gelişen makrofitler (Lmc) ve stromatolit yapısı (Ls), (C)	

Fitoklastik tufa (Lph) (D) Akarsu-baraj sistemi içinde gelişen tufa oluşumları; Stromatolit (Ls) ve briyofit (Lbr) fasiyesleri, (E) fitoherm bağlamtaşının daha yakından görünümü; Stromatolit (Ls), fitoklastik tufa (Lpht) ve bryofit (Lbr) fasiyesleri, (F) Akarsu-baraj sistemi içinde oluşan tufa çökelleri ile Oligosen yaşlı kırıntılı çökeller arasındaki sınır. Litoklast (Lic), havza-dışı taneler (Lec), konglomera (C), kumtaşı (St) ve çamurtaşı (M). (G) Akarsu-palustrin sistemi içinde gelişen tufa çökelleri; Litoklast (Lic) ve bitki gövdelerinin oluşturduğu silindirik oyuklar (O). (H) Tufa el örneğinde gözlenen iyi korunmuş yaprak izleri. 25

Şekil 14. Sarıkavak Tufalarından alınan ölçülü stratigrafik kesitler (A1-A-3), fasiyes ve fasiyes birlikleri ve depolanma ortamları. Tufaların arazideki görünümleri (A-G)..... 28

Şekil 15. Sarıkavak Tufalarından alınan ölçülü stratigrafik kesitler (B-1-B-3), fasiyes ve fasiyes birlikleri ve depolanma ortamları. Tufaların arazideki görünümleri (A-I)..... 29

Şekil 16. Sarıkavak Tufalarından alınan ölçülü stratigrafik kesitler (B-4 ve B-5), fasiyes ve fasiyes birlikleri ve depolanma ortamları. Tufa çökellerinin arazideki görünümleri (A-F)..... 30

Şekil 17. Örtülü köyü terkedilmiş traverten ocağının yüzeyinden ve SL-1 karotundan alınan ölçülü stratigrafik kesit ve örnek numaraları..... 35

Şekil 18. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan ikinci sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-2) ve örnek numaraları..... 36

Şekil 19. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan üçüncü sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-3) ve örnek numaraları..... 37

Şekil 20. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan dördüncü sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-4) ve örnek numaraları..... 38

Şekil 21. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan beşinci sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-5) ve örnek numaraları..... 39

Şekil 22. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan altıncı sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-6) ve örnek numaraları..... 40

Şekil 23. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan yedinci sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-7) ve örnek numaraları..... 41

Şekil 24. (A ve B) Örtülü travertenleri ve Sarıkavak tufa alanlarında yapılan sondaj çalışmaları. (C) Sarıkavak tufa başlarının arazideki görünümü. (D) Sondajlardan elde edilen karot numuneleri. (E)Tufa karot numunelerinin yakından görünümü..... 42

Şekil 25.	Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-1 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).....	44
Şekil 26	(A,B) Kuvars and plajyoklas kırıntılarında oluşan kayaç parçasının, oksitlenmeden dolayı demirli kil bağlayıcısı içindeki görüntüsü (tek nikol ve çift nikol). (C,D) Muskovit ve kuvars kırıntılarının, oksitlenmiş kil bağlayıcısı içinde görüntüsü (tek nikol ve çift nikol).....	44
Şekil 27.	Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-2 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).....	45
Şekil 28.	(A,B) zarflı mikritlerin, bloklu veya uzun spar kristaller tarafından çevrelenmiş görüntüsü. Bu mikritlerin çözünmesiyle oluşan tane içi veya peloid içi boşluklar (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Mn içerikli çimento gösteren koyu renkli sıkı çimento ve bloklu spar kristalleri, çözünmeye bağlı ortaya çıkan boşluklar (x10 büyütme, tek ve çift nikol).....	46
Şekil 29.	Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-3 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).....	47
Şekil 30.	(A,B) iç içe geçmiş mikritik dentritiklerden oluşan mikrobiyal filamentler ve bloklu spar kristalleri tarafından doldurulan filament arası boşluklar (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Çekirdek görevi üstlenen küresel şekilli zarflı mikrit etrafında yelpaze şeklinde stromato doku sergileyen radyal sparitik çalı büyümesi (x10 büyütme, tek ve çift nikol). (E,F) Mikrit ve spar laminaların ardalanması ile oluşan stromato dokulu kristalin sütunsal çalılarının çözünmesiyle ortaya çıkan laminar boşluklar ve kristal sınırları boyunca görünen mikritleşme (Kahle, 1977).....	48
Şekil 31.	Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-4 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).....	49
Şekil 32.	(A,B) Ortonella yeşil alg kavkısı. Alg kavkısının iç kısmı, 200µm çapında çekirdek nodüllü doku sergileyen eş boyutlu spar kristallerinin görünümü (tek nikol ve çift nikol). (C,D) Stromato doku sergileyen mikrit ve spar laminaların ardalanmasından oluşan yelpaze şeklinde çalı gibi radyal sparitik dokusu (tek nikol ve çift nikol). (E,F) Afanitik mikrit ile beraber kuvars taneleri, kırılmış ostrakod kavkuları ve bloklu spar kristalleri (Mikrospar kristalleri genel olarak mikritler arasında gelişmekte).....	50
Şekil 33.	(A,B) Bitki kavkısı üzerinde gelişen eşboyutlu uzun spar kristaller, yeşil alg kavkısının neomorfizmaya uğramış olduğunu gösterebilir. Bu	

- radyal uzun spar kristallerin sınırları boyunca mikritleşme meydana gelmiştir. (C,D) İnce mikritik filamentler, rekristallenmiştir. Bu filamentin etrafı, uzun ve bloklu spar kristalleri ile çevrelenmiştir. Bu rekristallenmiş mikritik filament, bitkinin bozunması ile ortaya çıkmıştır. Bu uzun spar kristaller de neomorfik algal kabukları temsil edebilir (Love ve Chafetz, 1986)..... 51
- Şekil 34. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-6 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 52
- Şekil 35. Kil (mikrit) bağlayıcısı içinde yeşil alg organizma kavkısının görüntüsü (tek ve çift nikol)..... 52
- Şekil 36. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-7 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 53
- Şekil 37. A,B) Koyu kahve renkli mikrit içinde boyuna kesilmiş chara alg (sıkışma diyajenez sürecinden dolayı gömülü olarak görülmekte). (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Çiçek şeklindeki microcodium alg organizmasının stromatolit yapısına benzer kalın sparit laminalardan oluşan kavkısının görüntüsü (x10 büyütme, tek ve çift nikol)..... 53
- Şekil 38. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-8 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 54
- Şekil 39. (A,B) Koyu kahve renkli afanitik mikrit içinde küresel şekilli larval böcek kavkısı, bloklu spar kristalleri (x5 büyütme, tek nikol ve çift nikol). (C,D) Büyük çaplı kalsit ile çimentolanmış deliklerden oluşan ağlar ve larval böcek dokularının görüntüsü (x5 büyütme, tek nikol ve çift nikol)..... 55
- Şekil 40. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-9 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 56
- Şekil 41. Mikritik bağlayıcı içinde rekristallenmeye uğrayan yeşil alglerin görünümü (tek ve çift nikol)..... 56
- Şekil 42. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-10 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 57
- Şekil 43. (A,B) Mikrokristalin kalsit tarafından çevrelenen zarflı mikritlerin görünümü (solda). Soldaki görüntünün ayrıntılı çekimi (sağda) (Zarflı mikritlerin çok ince izopak mikrospar kristalleri tarafından çevrelendiğini göstermektedir). (x5 büyütme, çift nikol). (B,C) Yeşil alg filamentlerinin bloklu spar kalsit bağlayıcı içindeki gömülü görüntüsü (solda, x10 çift nikol; sağda, x20, çift nikol). Küçük zarflı ve

- dendritik mikritler bir zincir şeklinde birbirine bağlanmaktadır..... 58
- Şekil 44. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-11 tapa örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 59
- Şekil 45. A,B) Koyu kahve renkli zarflı mikritlerin oluşturduğu kümeler ve ostrakod kavkısının görünümleri (tek ve çift nikol). (C,D) Onkoid kabuğu ve eş boyutlu blok spar kristallerinden oluşan çekirdek. Çekirdeğin etrafında gelişen kabuk, mikrobiyal kökenli dalgalı düzensiz, çok ince kalınlıkta mikrit ve mikrospar laminalarından oluşmaktadır (tek ve çift nikol). (E,F) Küresel şekilli zarflı mikritler ile hemen hemen eş boyutlu blokları sparı kalsitlerin görünümü (tek ve çift nikol)..... 60
- Şekil 46. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-12 tapa örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir)..... 61
- Şekil 47. (A,B) Çalı dokusunu oluşturan küresel şekilli zarflı mikritler ve bu mikritlerin blokları spar kristaller tarafından çevrelenerek çimentolanması (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Küresel şekilli zarflı mikrit ile mikritik laminanın çözünmesi sonucu oluşan fenestral boşluk görünümü (x10 büyütme, tek ve çift nikol)..... 62
- Şekil 48. Sarıkavak Tufa çökellerinin ince kesit görüntüleri (A-F). (A) Kırıntılı mikritik tufa çökelleri içerisinde charofit görünümü; (B) Mikritik tufa içinde charofit ve ostrakod kavkı kırıntısı; (C) Mikritik tufalardaki bitki filamentleri ve aralarındaki kalsit gelişimi; (D) Mikritik tufa içinde ostrakod kavkısı ve arkasındaki kalsit damarının gelişimi; (E) Tufalardaki Fe'li çimento oluşumu ve karstik boşluklardaki kalsit büyümesi; (F) Mikritik tufa içindeki charofitlerin görünümü..... 63
- Şekil 49. SL-7/1-1 örneğinin ince kesit görüntüsü. Masif mikrit dokusunda kavkısı rekristallenmemiş gastropod kavkısı ve zarflı tane agregaları ve blokları spar kristallerinin, bu kavkinin iç dolgusunu gösteren ince kesit görüntüsü (X5) (solda). Bu agregalar, küçük zarflı mikritlerin birleşmesi ile meydana geldiği için mikrit taneleri arasında hafif fluoresans ısıma ile belli olan peloid-arası porozite oluşumu gözlenmektedir. Gastropod kavkısını dolduran zarflı taneler arasındaki peloid-arası boşluk ağının, zarflı tane agregaları arasında oluşan peloid arası poroziteden daha azdır. Gastropod kavkısının çözünmesi ile de gastropod-moldik porozite açığa çıkmıştır (sağda)..... 64

- Şekil 50. SL-7/1-1 örneğinin ince kesit görüntüsü. Yarıısı kırılmış yeşil alg kavkısı ve çimentolanmış görüntüsü (x5) (solda). Masif mikrit bağlayıcısı, çimentolanmış zarflı tane agregaları ve bloklu spar kristalleri ile doldurulmuştur (sağda). Alg tanesinin etrafında iri tane agregalarına rastlanmaktadır ve bu tane agregaları da çimentolanmış zarflı taneler içerir..... 65
- Şekil 51. SL-1/5 logundan alınan traverten örneğinin ince kesit görüntüsü (x5). Kabuklaşmış kamış ve ot litotipinde görünen küresel şekilli zarflı mikrit ile charofit kavkısının görüntüsü (solda). Bu charofit kavkısının yakından görünümü (sağda). Kavkının dış çeperini oluşturan yuvarlak ve dairesel şekilli oogonia, spar kalsitleri ile kristalleşmiştir..... 65
- Şekil 52. SL-3/8 örneğindeki bir makrofit kalıbı, radyal uzun spar kristallerinden oluşan yelpaze şeklinde bir kabuk ile çevrelenmesinin görüntüsü (x5) (solda). Bu spar kristallerin sınırları boyunca mikritleşme meydana gelmektedir (sağda). Bu kabukta gözlenen mikritik mikrolaminalanma, bu kabuğun rekristalizasyon sonucu meydana geldiğini gösterebilir..... 66
- Şekil 53. SL-2/6 biyoturbasyonlu boşluklu kireçli çamurtaşı örneğinin ince kesit ve floresans görüntüsü (x5). Çok seyrek kırılmış ostrakod kavkısı ile başlıca zarflı mikritler ve onkoid tanesinden oluşmaktadır. Bu onkoid tanesi, üç çekirdeğin konsantrik olmayan mikritik laminalar ile sarılmasıyla meydana gelmektedir (solda). Bu mikritik laminalar, mikrospar kristalleri ile kalsitleşmiştir. Zarflı mikritler arasında birbirleriyle bağlantılı peloid arası boşluklar görülmektedir (sağda)..... 66
- Şekil 54. SL-5/4 örneğinin ince kesit ve floresans görüntüsü (x5). Çiçek görünümlü sferulit dokusunun görünümü (solda) ve bu doku, mikrolaminalar içeren radyal uzun spar kalsitlerden oluşmaktadır. Bu mikrolaminaların çözünmesiyle laminalar-arası porozite meydana gelmektedir (sağda)..... 67
- Şekil 55. SL-3 Sondaj logundan alınan tufa karot örneklerinin SEM görüntüleri. Öhedral rombohedral kalsit kristallerinin görünümü (üstte ve ortada).... 68
- Şekil 56. SL-3 Sondaj logundan alınan tufa karot örneklerinin SEM analiz sonuçları..... 69
- Şekil 57. SL-4 ve SL-1 Sondaj loglarından alınan tufa karot örneklerinin SEM analiz sonuçları..... 70

Şekil 58.	SL-3 ve SL-4 Sondaj loglarından alınan tufa karot örnekleri üzerinde yapılan SEM analiz görüntüleri.....	71
Şekil 59.	Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).....	77
Şekil 60.	Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).....	78
Şekil 61.	Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).....	79
Şekil 62.	Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).....	80
Şekil 63.	Pinaceae (Çamgiller) <i>Pinus pinea</i> , <i>Pinus sylvestris</i> , <i>Cedrus</i> (Sedir) ve <i>Pinus</i> polenine ait resimler.....	81
Şekil 64.	<i>Alnus</i> (Kızılağaç) <i>glutinosa</i> ve <i>Alnus</i> (Kızılağaç) polenine ait resimler...	82
Şekil 65.	Geraniaceae ve Geraniaceae- <i>Scabiosa</i> polenine ait resimler.....	82
Şekil 66.	<i>Quercus</i> ve <i>Quercus</i> polenlerine ait resimler.....	83
Şekil 67.	Kestane (<i>Castanea</i>) ağacına ait resim.....	84
Şekil 68.	Compositae, Asteroideae -Tubuliflorae ve Liguliflorae tipleri ve <i>Artemisia</i> (Pelin) Polenlerine ait resimler.....	84
Şekil 69.	Amaranthaceae, Chenopodiaceae ve Chenopodiaceae polenine ait resimler.....	86
Şekil 70.	<i>Juglans</i> (Ceviz) ağacına ait resim.....	86
Şekil 71.	Örneklerde gözlenen kütikül parçalarının fotoğrafı.....	87
Şekil 72.	Örneklerde gözlenen zooklastlara ait fotoğraflar.....	88
Şekil 73.	SL-1 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).....	92
Şekil 74.	SL-1 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren diyagram.....	94
Şekil 75.	SL-1 sondajına ait palinomorfların yüzde bolluklarını gösteren diyagram.....	95
Şekil 76.	SL-1 sondajına ait AP ve gymnosperm polenlerin yüzde bolluklarını gösteren diyagram.....	96
Şekil 77.	SL-1 kesitine ait palinolojik örneklerin gymnosperm yüzde bolluklarını karşılaştırma diyagramı.....	97

Şekil 78.	SL-2 sondajından elde edilmiş $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ duraylı izotop analizleri sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).....	98
Şekil 79.	SL-3 kesitine ait palinolojik örneklerin gymnosperm yüzde bolluklarını karşılaştırma diyagramı.....	101
Şekil 80.	SL-3 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren diyagram.....	102
Şekil 81.	SL-3 sondajına ait palinomorfların yüzde bolluklarını gösteren diyagram.....	103
Şekil 82.	SL-3 sondajına ait AP ve gymnosperm polenlerin yüzde bolluklarını gösteren diyagram.....	104
Şekil 83.	SL-3 kesitine ait palinolojik örneklerin gymnosperm yüzde bolluklarını karşılaştırma diyagramı.....	105
Şekil 84.	SL-4 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).....	107
Şekil 85.	SL-4 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.....	108
Şekil 86.	SL-5 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).....	109
Şekil 87.	SL-5 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.....	110
Şekil 88.	SL-6 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).....	112
Şekil 89.	SL-6 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.....	113
Şekil 90.	SL-7 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).....	114

Şekil 91.	SL7 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.....	115
Şekil 92.	Terkedilmiş traverten ocağından Örtülü Travertenlerinin panoramik görünümü (GB'dan KD'ya bakış).....	117
Şekil 93.	Örtülü travertenlerinde belirgin olarak gözlenen paleosol seviyeleri ve klastik çökellerin görünümü (Doğudan batıya bakış).....	117
Şekil 94.	Sarıkavak akarsu (fluviyal) tufalarının arazideki görünümü (GD'dan KD'ya bakış).....	119
Şekil 95.	Sarıkavak tufalarının güncel akarsu kenarlarındaki görünümü (Sarıkavak Köyü mevki).....	119
Şekil 96.	Sarıkavak tufalarının eski akarsu yatağı ve taşkın düzlüklerindeki görünümü (Güneyden kuzeye doğru bakış).....	120
Şekil 97.	Çalışma alanı içerisinde yer alan karasal karbonat çökellerinin (tufa-traverten) depolanma sistemlerini ve elde edilen yaş verilerini gösteren blok diyagram.....	122
Şekil 98.	GB-Türkiye'de (Denizli ve Acıgöl Grabenleri) belirgin bazı traverten-tufa çökellerinin ve İtalya'da bulunan benzer çökellerin yer bulduru haritası.....	123
Şekil 99.	Elde edilen U/Th radyometrik yaş verilerine göre, Sarıkavak karasal karbonat çökellerinin MIS dönemleri ve Sarıkavak-Örtülü alanından alınan sondajların zamansal konumları.....	127
Şekil 100.	Karasal (traverten, tufa ve mağara) ve denizel (denizel kireçtaşı, pelajik çamur) karbonatlardan elde edilen $\delta^{18}\text{O}$ (V-PDB) ve $\delta^{13}\text{C}$ (V-PDB) değerlerinin birleştirilmiş plot programda gösterilmesi (Gandin ve Capezzuoli, 2008; Toker 2017).....	131
Şekil 101.	Çalışma alanına ait traverten-tufa çökellerinin, Denizli Havzası'nda yer alan bazı karasal karbonat çökellerine ait $\delta^{18}\text{O}$ (V-PDB) ve $\delta^{13}\text{C}$ (V-PDB) değerlerinin birleştirilmiş plot programda gösterilmesi.....	132

Levha Listesi

Levha I	1-3. <i>Pinus haploxyloides</i> tip; 4,5. <i>Pinus silvestris</i> tip; 6-9 <i>Cedrus</i> ; 10,11. Pinaceae; 12-14. Poaceae; 15. <i>Alnus</i> (Kızılağaç), 16. <i>Triplopollenites</i> sp.; 17-21,34 <i>Quercus</i> -evergreen tip; 22. <i>Salix</i> sp.; 23. <i>Quercus</i> deciduous tip; 24. <i>Castanea</i> ; 25-33. <i>Tricolporopollenites</i> spp.....	89
Levha II	1-7. Oleaceae; 8, 17. <i>Tricolporopollenites</i> spp.; 9. Asteraceae-Asteroideae, Tubulifloreae; 10. Asteraceae-Cichorioideae-Liguliflorae tip; 11-14. <i>Artemisia</i> (Pelin) ; 15, 16. Geranaiceae spp. 18-23. Chenopodiaceae.....	90

ÖZET

Bu çalışmada, GB-Türkiye’de Neotektonik dönemde, bölgede egemen olan genişleme rejimi sonucunda KD-GB uzanımlı Acıgöl Grabeni’nin kuzey kuzeyinde yüzlek veren Sarıkavak tufa çökellerinin sedimentolojik özellikleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Çalışma alanı içerisindeki karasal karbonat çökellerinin (tufa-traverten), litotiplerini ve fasiyes değişimlerini belirlemek ve ayrıca bu çökeller üzerinde gerçekleştirilen radyometrik yaşlandırma (U/Th yöntemi), duraylı izotop verileri ve palinolojik bulgular ile bölgenin paleoortamsal ve paleoiklimsel gelişimine ışık tutmak, projenin temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaçla, arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasıyla gerçekleştirilmiş, elde edilen tüm veriler bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, mikro fasiyes analizi, element ve mineral bileşimleri (XRD), ince kesitler ve taramalı elektron mikroskop (SEM) analizleri ile bu tufa çökellerinin daha mikro ölçekte incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışma alanı içerisinde yeralan traverten ve tufa oluşumları birbirleriyle geçişli bir şekilde arazide net bir biçimde gözlenmektedir. Acıgöl Grabeni ile sınırlandırılmış bu karasal karbonatlar, bölgenin tektonik hareketliliğine göre çökelişini sürdürmüştür.

Sarıkavak tufa çökelleri, yaklaşık 500 by (by: 1000 sene) önce buzul-arası dönemde (MIS13), çöküntü depolanma sistemi veya sığ bir havuz ortamında depolanmaya başlamış ve yaklaşık 200 by boyunca karasal karbonat çökelişini çeşitli nedenlerle (tektonizma, iklimsel salınımlar gibi) kesintiye uğramıştır. Çökeliş ortamında görülen paleosol seviyeleriyle karbonat çökelişiminin kesintiye uğradığı dönemlerde kalın bir istif oluşturmuştur. Bununla beraber, çalışma alanı içerisinde gerek yüzeyden ve gerekse 7 ayrı noktadan yaklaşık 10’ar m kalınlıkta yapılan sondaj verileri sonucunda, bu karasal karbonatlar, akarsu tufa çökelleri olarak (yer yer paludal kesimlerin gözlemlendiği) graben kenarına kadar MIS5 (buzul-arası) boyunca devam etmişlerdir. Palinoloji bulgularına göre kurak koşulların genelde hakim olduğu, ancak yağış miktarına bağlı olarak artan nemli koşullar nedeniyle bitki örtüsünü değişim gösterdiğini söylemek mümkündür. U/Th radyometrik yaş verileri, duraylı izotop sonuçları ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) ve palinolojik bulgular ile birlikte yorumlanarak, çalışma alanının paleoortamsal gelişimi ve geçmiş iklim salınımları bu çalışmada ilk kez ortaya konmuştur. Bu proje çalışması ile Türkiye’nin Kuvaterner Jeolojisi çalışmalarına önemli bir katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: tufa, traverten, duraylı izotop, U/Th yaşlandırma, palinoloji, paleoortam, paleoiklim, Sarıkavak, GB-Türkiye

ABSTRACT

In this study, sedimentological features of Sarıkavak tufa deposits outcropped at the northern part of the NE-SW trending Acıgöl Graben are discussed in detail. This graben was the result of extensional regime in this region during the Neotectonic period in SW-Turkey. The main goal of this study is to identify lithotypes and facies changes of terrestrial carbonate deposits (tufa-travertine) in the study area and to clarify the palaeoenvironmental and palaeoclimatic developments of region using radiometric dating (U/Th method), stable isotopic data and palynological findings from sediments. For this purpose, field and laboratory studies were carried out respectively and the obtained data were evaluated as a whole. In addition, microfacies analysis, elemental and mineral compositions (XRD), thin sections and scanning electron microscope (SEM) analyses have been carried out to investigate these tufa sediments in micro scale.

Travertine and tufa occurrences in the study area are clearly observed in the field as transitional to each other. These terrestrial carbonates confined by Acıgöl Graben have continued their precipitation according to tectonic evolution of the region. Sarıkavak tufa deposits began to precipitate in a depression depositional system or shallow pool environment approximately 500 ka (ka: 1000 years) ago at the interglacial (MIS13). Approximately 200 ka continental carbonate precipitation was interrupted by various factors (such as tectonism, climatic fluctuations etc.). Paleosol levels observed in the depositional environment demonstrate that a thick deposit was formed during the periods when carbonate deposition ceased.

Moreover, these terrestrial carbonates continued to precipitate as fluvial tufa deposits (where paludal places are also observed) up to margin of the graben during the MIS 5 (interglacial). Data was obtained from both the surface and also from drilling results (depth of about 10 m) from 7 different points in the study area. According to the palynological findings, it is plausible that the vegetation cover changed due to the humid conditions. This area had predominantly arid conditions but occasionally had increases in rainfall. Palaeoenvironmental development and palaeoclimatic implications of the investigated area interpreted together with U/Th radiometric dating, stable isotopic data ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$) and palynological results were presented for the first time in this study. The study of this project provides a significant contribution of the Quaternary Geology of Turkey.

Key Words: tufa, travertine, stable isotope, U/Th dating, palynology, palaeoenvironment, palaeoclimate, Sarıkavak, SW-Turkey

1. GİRİŞ

Karasal karbonatlar (tufa, traverten ve mağara çökelleri –Ör.: sarkıt, dikit, akmataş v.b) oluşukları dönemlerin paleoiklimsel ve paleoortamsal verilerini bünyelerinde barındırırlar (Andrews, 2006; Arenas-Abad vd. 2010; Özkul vd. 2010) ve tufa, traverten gibi bu oluşuklar, bir bölgenin hidrolojik yapısı, iklim ve mikrobiyolojik toplulukları, iklimsel deneştirmeleri, yaşlandırmalar ve paleoortam hakkında önemli bilgiler sunmaktadırlar.

Tufa ve traverten gibi karbonatlı kaynak çökelleri, son birkaç on yıldır farklı bakış açılarından birçok araştırmaya konu olmuştur. Özellikle son yıllarda iklim ve ortam çalışmaları konusunda karasal karbonat çökellerinden önemli bilgiler elde edilmektedir (Andrews vd., 2000). Bu nedenle, iklimsel değişimlerine karşı duyarlılık gösteren traverten ve tufa gibi karasal karbonatların çalışılması, ülkemizde bulunan Kuvaterner yaşlı bu çökellerin değerini gün geçtikçe arttırmaktadır.

Travertenler, tektonik bir hat boyunca yeryüzüne çıkan sıcak suların çökelttiği karbonat çökelleridir (Ford ve Pedley, 1996; Pedley, 2009). Tufalar ise, daha gözenekli bir yapıya sahip, gevşek, hayvan ve bitki kalıntılarının yoğun olarak gözleendiği travertenlere göre göreceli daha soğuk suların çökelttiği karbonat kayaçlarıdır. Tufa oluşukları, inorganik (CO₂ basıncı, sıcaklık ve pH) ve organik (mavi-yeşil algler) işlemlerin bir sonucu olup, bu iki etmen de tufa çökelleri üzerinde oldukça etkilidir.

Ülkemizde, son on yıl öncesine kadar Kuvaterner dönemine ait verilerdeki eksiklik, bu dönem süresince yaşanan iklim değişimleri hakkında bilgilerin de yetersiz olmasına ve böylelikle günümüzdeki iklim değişimlerini anlayıp, gelecek hakkında öngörü oluşturabilecek yeterli verilerin elde edilememesine yol açmıştır. Ancak, son yıllarda ülkemizde ve dünyada geçmişteki iklim değişimlerine yönelik yapılan çalışmalarla, bu karasal çökellere (traverten-tufa gibi) olan önemin de her geçen yıl artarak devam etmesine neden olmuştur.

Gerçekleştirilen bu çalışma ile, Sarıkavak tufa çökellerinin yaşları kesin olarak belirlenerek, stratigrafik olarak doğru konumda değerlendirilmesi sağlanmıştır. Böylece ileriki zamanlarda bölgede yapılacak olan birçok çalışmaya da altlık görevi üstlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu projenin çalışma konusunu oluşturan, Sarıkavak tufalarının çökelim yeri olan KD-GB uzanımlı Acıgöl Grabeni ve çevresi, birçok araştırmacı tarafından yıllardır çalışılmaktadır (Mutlu vd., 1999; Bozkurt, 2003; Koçyiğit, 2005; Kazancı vd.,2012; Helvacı vd., 2013). Yapılan bu çalışmalar, genellikle bölgenin tektonik yapısını ve kuzeyinde yer alan Paleojen-Neojen yaşlı kayaçların sedimentolojik özelliklerini ortaya koymayı amaçlamıştır (Sözbilir, 1997; 2005; Toker, 2009; Toker vd., 2012). Acıgöl Grabeninin kuzeyinde yeralan ve kuzeye doğru daralarak kaybolan Paleojen–Neojen yaşlı “Çardak-Dazkırı molas havzası” olarak adlandırılan kırıntılı çökeller, batıda Kale-Tavas ve Denizli molas havzaları ile karşılaştırılarak incelenmiştir (Sözbilir, 1997; 2005; Toker, 2009; Toker vd., 2012). Karasal ve sığ denizel birimlerden oluşan bu tortullar, tufa çökellerinin tabanında temel kaya olarak arazide gözlenmektedir. Ayrıca, tufa çökellerinin güneyinde yer alan, ekonomik açıdan önemli bir yere sahip, Na₂SO₄ açısından oldukça zengin bir göl olan Acıgöl, birçok araştırmacının da araştırma konusunu oluşturmuştur (Mutlu vd., 1999; Helvacı vd., 2013).

Bölgede yapılan ilk kapsamlı çalışma, Göktaş vd. (1989) ve Şenel (1997) tarafından yapılan çalışmalardır. Paleojen –Neojen yaşlı tüm birimleri ayrıntılı olarak incelemişler ve daha sonra yapılmış olan birçok çalışmaya da zemin hazırlamışlardır. Yaptıkları bu çalışmada, bölgede yeralan traverten ve tufa çökellerini, stratigrafik konumlarına göre, Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı Çameli Formasyonu'nun üzerindeki tavan birimi olarak göstermişlerdir. Bölgeden elde edilen yaş verileri, grabenin kuzeyinde gözlenen Paleojen-Neojen çökellerinden elde edilen foraminifer bulgularıyla sınırlı kalmaktadır (Akkiraz ve Akgün, 2005; İslamoğlu ve Hakyemez, 2010). Tufa ve travertenler konusunda birkaç on yıldır pekçok çalışma yapılmıştır. Bunlar arasında Pentecost (1993) ilk kez “meteojen” ve “termojen” terimlerini kullanmıştır. Meteojen terimini, topraktan ve atmosferden gelen CO₂'i kullanan çökeller için, “termojen” terimini ise, kireçtaşlarından çözünen veya doğrudan üst mantodan gelen CO₂ kaynaklı çökeller için kullanmış ve bu termojen çökellerin yaygın olarak volkanik veya tektonik aktivitenin olduğu bölgelerde gözlendiğini belirtmiştir. Violante vd. (1994)'de, tufaları petrolojik özellikleri ve fasiyes ilişkileri dikkate alarak sınıflandırmışlardır. Buna göre, tufa baraj sistemi (akarsu vadisi içinde enine gelişmiş bir veya daha çok sayıdaki tufa setleri) ve yamaç tufa sistemi (vadi kenarına yerleşmiş kama şekilli çökel kütle oluşumu) olarak iki çökelleme tipi üzerinde durmuşlardır. Pentecost, (1995)'teki çalışmasında meteojen ve termojen suların ¹³C değerlerine bakarak, termojen alanlarda hızlı gaz çıkışı ve suyun soğumasıyla kalsiyum karbonat çökeliminin meteojenik sahalara nazaran daha yüksek olduğunu belirtmiştir.

Tufa terimi; Pedley (1990)'a göre, ılık ve soğuk su kaynaklarının çevresinde çökelen yoğun gözenekli ve süngerimsi yapıdaki, yaprağımsı ve odunsu dokudaki karbonat oluşumu olarak tanımlanmıştır. Pedley vd. (2003) İspanya'da Kuvaterner yaşlı asılı kaynak dizisi (yamaç) ve paludal tufa sistemlerini ayrıntılı bir şekilde incelemişler, tufa fabrik korunmasında diyajenezin rolü ve fitoherm ve lamina tufa arasındaki ilişkiyi ayrıntılı olarak vermişlerdir. Ford ve Pedley (1996)'da tufa çökelleri üzerine yaptıkları çalışmada, terminolojik karmaşıklığı ortadan kaldırmayı amaçlamışlar ve buna ek olarak, tufa sistemleri içerisinde (günlük/ambient ortam koşullarına uygun sıcaklık) kalsiyum karbonat çökeliminden sorumlu fiziko-kimyasal ve biyolojik süreçleri ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Paleoortamsal konumu ortaya koymada oldukça önemli ipuçlar veren tufa çökellerinin, tüm dünyadaki yayılımlarını da bu çalışmada genel hatlarıyla vermişlerdir. Ford ve Pedley (1996)'da tufa teriminin, ABD dışında ülkelerde, genellikle Kuvaterner yaşlı kalkerli tatlı su çökellerini tanımlamada kullanıldığından bahsetmişlerdir.

Arenas vd. (2000)'de, İspanya'nın Ebro havzasındaki akarsu-göl tufa çökellerinin sedimentolojisini ve jeokimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, tufaların sedimentolojik, minerolojik ve jeokimyasal verileri ışığında depolanma ortamını ortaya koymaya çalışmışlardır. Glover ve Robertson (2003)'te Antalya tufaları üzerinde çalışmışlar ve radyometrik yaş tayininde Antalya tufalarının farklı zaman aralıklarında (87-294by ve >600by) çökeldiğini ortaya koymuşlardır. Antalya tufalarının çökeldiği havzanın tektonik kontrollü olarak geliştiğini ve en kalın tufa istifinin K-G uzanımlı yarı-grabenin eksenine yakın konumda olduğunu belirtmişlerdir. Antalya tufaları üzerine yapılan bir diğer çalışma, Koşun vd. (2005) tarafından Antalya il sınırları içerisinde yapılmıştır. Bu çalışmada, tufaların, Döşemealtı platosu (Üst plato), Düden platosu (Alt plato) ve bir de deniz altında olmak üzere, basamaklar halinde üç ana terastan oluştuğundan bahsetmişler, coğrafi bilgi sistemi yardımıyla dokuz adet üçüncül ve ikincil teraslar içerdiğini tespit etmişlerdir.

Arenas vd. (2007) tarafından, İspanya'nın Mallorca Adası'nda yaptıkları çalışmada, akarsu sistemlerinde gelişen Orta Eosen-Oligosen yaşlı tufa çökellerinin, litofasiyes özelliklerini tanımlamışlar ve elde ettikleri duraylı izotop sonuçlarıyla bölgenin hidrojeolojisi, paleoiklimsel değişimleri ve tufa çökelleri üzerinde mikrobiyal etkileri ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Duraylı izotop verilerine göre, daha yaşlı denizel karbonatlardaki CO₂ çözünürlülüğündeki değişimleri, Orta-Geç Eosen ve Oligosen dönemlerinde KB Malorka'daki iklimsel ve tektonik aktivitenin etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Pedley (2009)'da Akdeniz bölgesinde yer alan tufa ve traverten çökellerinin ayrıntılı olarak tanımlamalarını yapmış ve depolanma ortamları, fasiyesleri, çökeltme süreçleri ve diyajenezleri hakkında önemli veriler sunmuştur.

Arenas vd. (2010)'da, karbonat çökelleri üzerinde yaptıkları genel çalışmada, tufaların fasiyes özellikleri ve depolanma modelleri hakkında ayrıntılı bilgiler verirken aynı zamanda karbon ve oksijen duraylı izotop verilerinin paleoortamsal yapıyı ortaya koymadaki öneminden de söz etmişlerdir. Özkul vd. (2010), Denizli'nin Güney ilçesi yakınlarında halk arasında 'Güney Şelalesi' olarak bilinen, B. Menderes Nehri doğu yamacında kaynak önlerinde oluşan 'yamaç'/ 'asılı kaynak dizisi' tufalarını ve bunlarla birlikte bulunan kaynakları sedimentolojik ve hidrokimyasal açıdan incelemişler, tufa çökellerinin Güneydoğu Avrupa'daki tufa oluşumları ile benzer iklim özellikleri sergilediklerini ortaya koymuşlardır.

Koşun (2012)'de Antalya tufaları hakkında yaptığı özgün çalışmasında, Kuvaterner yaşlı Antalya tufalarının depolanma ortamlarını ve fasiyes özelliklerini, birbirleriyle olan ilişkilerini ayrıntılı olarak incelemiştir. Buna göre, Antalya tufalarını litolojik ve petrografik özelliklerine göre, on litofasiyes tanımlaması içinde değerlendirmiştir. Elde edilen veriler ışığında, bölgede orta-geç Kuvaterner döneminde gerçekleşen deniz seviyesi değişimlerini ve tektonik yükselimin Antalya tufalarının üzerindeki etkisini incelemiştir. Auqué vd. (2013)'te İspanya'daki Mesa nehri boyunca gelişen tufa çökellerinin depolanma oranını, hidrokimyasal ve hidrofiziksel özelliklerini incelemişler ve Akdeniz ikliminin akarsu tufa gelişimine olan etkisini, mevsimine ve yıllara göre hidrojeolojik koşullardaki değişiklikleri bu çalışmada ortaya koymuşlardır. Özkul vd. (2013)'te Denizli Havzası'nın farklı kesimlerinde yer alan traverten-tufa oluşumlarının çökeltme koşullarını, yaş konaklarını Kuvaterner iklim dönemleri ile traverten çökeltiminin ilişkisini sedimentolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik verilerle ortaya koymuşlardır. Capezzuoli vd. (2014)'de kalkerli tufa ve traverten çökelleri üzerinde yapılan çalışmaların son otuz yıldaki gelişimi ve öneminden bahsederek, tufa ve traverten terimlerini ayrıntılı olarak açıklamışlardır. Buna ek olarak, kalkerli tufa ve traverten depolanma sistemlerinin çok iyi incelenmesi gerektiğini vurgulayarak, sedimentoloji dışındaki diğer parametrelerin (mineroloji, jeokimya gibi) kullanılarak çok disiplinli olarak çalışılmasının çok daha önemli olduğundan bahsetmişlerdir.

Tufa çökellerinin yanısıra traverten çökelleriyle ilgili olarak, ülkemizde ve dünyada birçok çalışmalar yapılmıştır. Chafetz ve Folk (1984)'de travertenlerin oluşum ortamlarını, morfolojik özelliklerine göre 5 sınıfa ayırarak tanımlamışlardır. Altunel ve Hancock (1993) ve Altunel (1996)'da Denizli (Pamukkale) travertenleri üzerinde yoğunlaşmış, travertenlerin oluşum yaşını, morfolojik tiplerini ve neotektonik özelliklerini incelemiştir. Pentecost vd. (1997)'de Pamukkale traverteninin oluşumunda mikroorganizmaların etkisini araştırmışlar, alglerden Siyanobakteriler, Cholorophsialar ve diyatomelerin etkili olduğunu belirlemişlerdir. Guo ve Riding (1994 ve 1998), göl veya havuz gibi sığ ortamda çökelmiş travertenlerle ilgili olarak,

İtalya'nın Rapolano Terme bölgesindeki Geç Pleyistosen yaşlı gösel travertenlerin depolanma ortamlarını incelemişler ve bu çökellerin depolandığı ortamları 'litotip', 'fasiyes' ve 'depolanma sistemleri' gibi kavramlar içerisinde irdelemişlerdir. Çakır (1999)'daki çalışmasında Batı Anadolu'da aktif normal fayların, Kuvaterner yaşlı travertenlerin oluşmasında etkili olduğunu vurgulamıştır. Vermoere vd. (1999)'da yaptığı çalışmada, Isparta'nın güneybatısında Sagalassos antik kentinde yer alan U/Th yaş tayinine göre 9000+/- 600yıl yaş aralığına sahip meteojen travertenlerden (tufalardan) elde edilen polen analizleri sonucunda, ormanlık bir arazide travertenlerin çökeldiğini ve buna göre Geç Pleyistosen'den sonra nemlilikte bir artış olduğunu, yağışın yılda en az 500mm olduğunu göstermişlerdir. Salagassos antik kenti çevresinde yapılan fasiyes ve polen analizleri sonucunda, bu bölgedeki travertenlerin akarsu-set/baraj sistemi içinde çökeldiklerini ortaya koymuşlardır. Ancak zamanla değişen iklim koşulları akarsu ortamının giderek hızlı bir şekilde kurumasına ve çökelmanin azalmasına neden olduğunu bu çalışmada belirtmişlerdir. Ayrıca, Kocabaş beldesinin batısında yer alan Kocaçukur-Kekikli ve Kocadüz tepe mevkiilerinde sırt tipi ve fay önü, teras tipi, kanal tipi ve gösel traverten fasiyesleri gelişiminden bahsederek, Kaklık-Kocabaş travertenlerinin yaşı stratigrafik korelasyon sonucu Alt Pliyosen-Pleyistosen olabileceğini vurgulamışlardır. Özkul vd. (2002)'de Denizli travertenlerinin petrografik özellikleri ve depolanma ortamlarını irdelemişler ve daha sonra yapılan birçok çalışmaya da ışık tutmuşlardır. Uysal vd. (2009)'daki çalışmasında, Pamukkale'de açılma çatlaklarını dolduran bantlı travertenlerden (Altunel, 1996), yaşları 20-25 bin yıl arasında yer alan traverten çökellerinin, küresel iklim değişimleri açısından kurak/soğuk bir periyoda rastladıklarını, bu nedenle, göreceli olarak daha yağışlı ve nemli olan buzul arası dönemlerle ilişkili olmadıklarını öne sürmüştür. Özkul vd. (2014)'de yapmış olduğu çalışmada, Uşak güneyinde bir akarsu vadisi boyunca gözlenen traverten oluşumlarının sedimantolojik jeokimyasal ve jeokronolojik özelliklerini incelemişler ve bu travertenler için ilk defa "akarsu travertenleri" teriminin kullanılabileceğini önermişlerdir. Toker vd. (2015)'de yapmış oldukları çalışmada, Kocabaş ve çevresinde yer alan traverten çökellerinin paleoortamsal evrimini ve bölgenin paleoiklimsel gelişimini incelemişlerdir. Elde edilen veriler doğrultusunda Kocabaş çevresinde yüzlek veren bu traverten çökellerinin "sığ-göl" ortamında depolandığını ve çökelmanin yaklaşık 85.000 yıl önce durduğundan bahsetmişlerdir. Kocabaş travertenlerinden elde edilen ve polen verileriyle desteklenen duraylı izotop ve yaş sonuçlarına göre, bu travertenlerin buzul (MIS 6 ve 4) ve buzul arası dönemlerde (MIS 5) çökelmeye devam ettiğini ve en kalın traverten depolanmasının MIS 5 buzul arası dönemde gerçekleştiğini saptamışlardır. Palinolojik sonuçlara göre, orta-geç Pleyistosen döneminde Akdeniz kuşağında hakim olan iklimsel salınımların (serinlemesi ve ısınması gibi) polenler üzerinde de etkili olduğu bu çalışmada görülmüştür. Ayrıca, Toker,

(2017)'de Sarıkavak tufaları (GB-Türkiye) üzerine yapmış olduğu çalışmada, Sarıkavak bölgesindeki tufa çökelinin yaklaşık 80by öncesinde sona erdiğini vurgulamıştır. Yapılan bu çalışmada, Sarıkavak tufalarının orta- erken geç Pleyistosen zaman aralığında çökeldiğini ve böylece radyometrik yaş tayinlerinden elde edilen iklimsel bulgulara göre, bu tufaların MIS6 (buzul) ve MIS4 (buzul) aralığında çökeline devam ettiği belirlenmiştir.

Tufa ve traverten çökelleriyle ilgili olarak, bunun dışında daha birçok araştırmacının yaptığı çalışmalar mevcuttur (Andrews vd., 1997, 2000; Hancock vd., 1999; Garnett vd., 2004; Lojen vd., 2004; Koşun vd., 2005; Uysal vd., 2007; Brogi ve Capezzuoli, 2009; Vazquez-Urbez vd., 2011; Arenas vd., 2014a,b; Guo ve Chaftez, 2014; Gandin ve Capezzuoli, 2014). Bu çalışmalar, özellikle son yıllarda önemi daha da artan Kuvaterner yaşlı karasal karbonatların oluşum süreçlerini anlamak, depolanma modelini ortaya çıkarmak ve çökeltme sırasındaki iklimsel salınımları yakalayıp, ilerideki iklim değişimleri hakkında fikir sahibi olmayı hedeflemektedir.

Traverten ve tufalar üzerine yapılan çalışmaların hemen hepsi, traverten ve tufa litofasiyelerinin belirlenmesi, sınıflandırılması, oluşum ortamları, kökenleri, diyajenezi ve yaşlandırılmaları ile ilgili olmuştur. Kuvaterner dönemine ait çökellerin, özellikle iklim çalışmaları konusunda oldukça iyi sonuçlar vermesi, iklim konusunda yapılan tüm araştırmaların tufa, traverten ve mağara çökelleri gibi kalsiyum karbonatça zengin tortulların üzerinde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Ancak, ülkemizde yapılan çalışmalar henüz yeterli bir düzeye ulaşmamıştır ve bu durum iklim değişimlerini anlamamızı ve diğer ülkelerdeki veriler ile karşılaştırmamızı önemli ölçüde sakteye uğratmaktadır. Bu nedenle, yapılan bu çalışma ile Kuvaterner çalışmalarına bir yenisi daha eklenerek, farklı bir sistem içerisinde oluşan Sarıkavak tufaların daha iyi anlaşılması sağlanmış, elde edilen yaş, duraylı izotop, palinoloji ve petrografik verilerle bölgenin paleoortamsal ve paleoiklimsel değişimleri daha tutarlı ve anlamlı bir hal almıştır. Geçmişteki iklim değişimlerini anlamak, gelecekteki iklimsel öngörülerin de alt yapısını oluşturduğu düşünülürse, yapılan her çalışmanın önemi giderek artmaktadır.

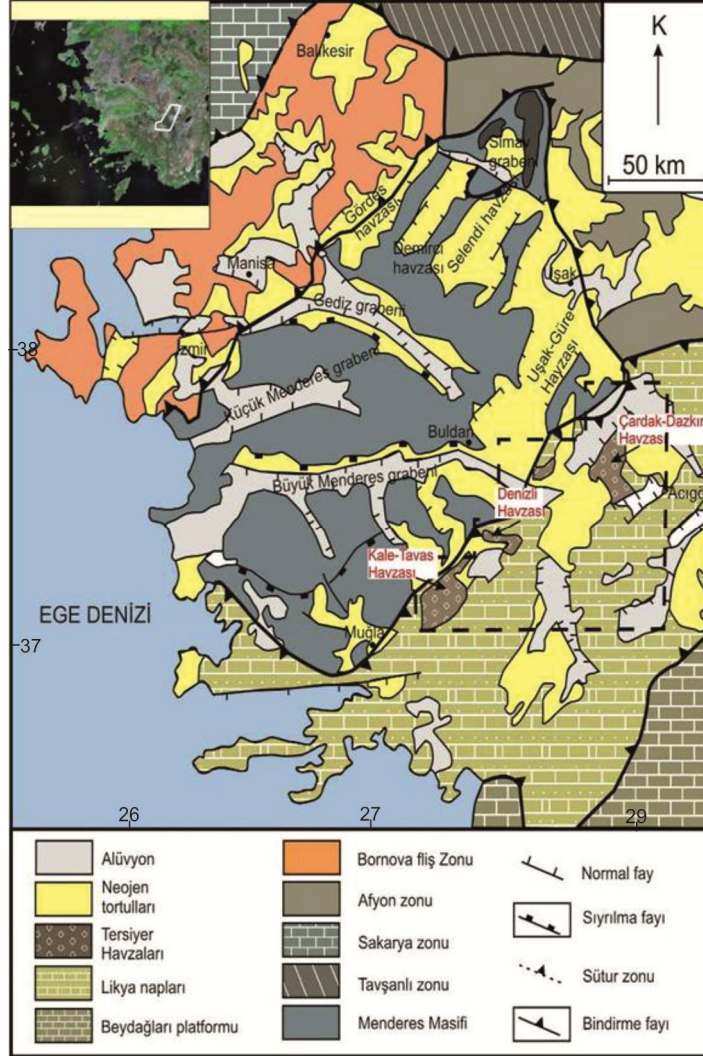
3. BÖLGENİN JEOLJİSİ

Çalışma alanı, Batı Anadolu'nun genişleme tektoniğine bağlı olarak gelişmiş KD-GB uzanımlı bir çöküntü havzasının kuzey kısmında yer almaktadır. Çardak-Dazkırı Havzası olarak adlandırılan bu havza, GB Anadolu'da yer alan Paleojen-Neojen havzalarından biridir (Şekil 1). GB Anadolu'daki bu Tersiyer havzaları, yelpaze çökelleriyle temsil edilen (Miall, 1977) ve molas havzalarına benzer hem karasal ve hem de sığ denizel tortullardan oluşmaktadır. Önceki araştırmacılar tarafından Likya molas çökelleri olarak da adlandırılan bu tortullar, Likya naplarının allokton Mesozoyik karbonatlarını ve Paleosen-Eosen yaşlı supra-allokton tortullarını da içine alan, eğimli bir temel üzerinde gelişen KD-GB uzanımlı bir havzada depolanmışlardır (Sözbilir, 2005).

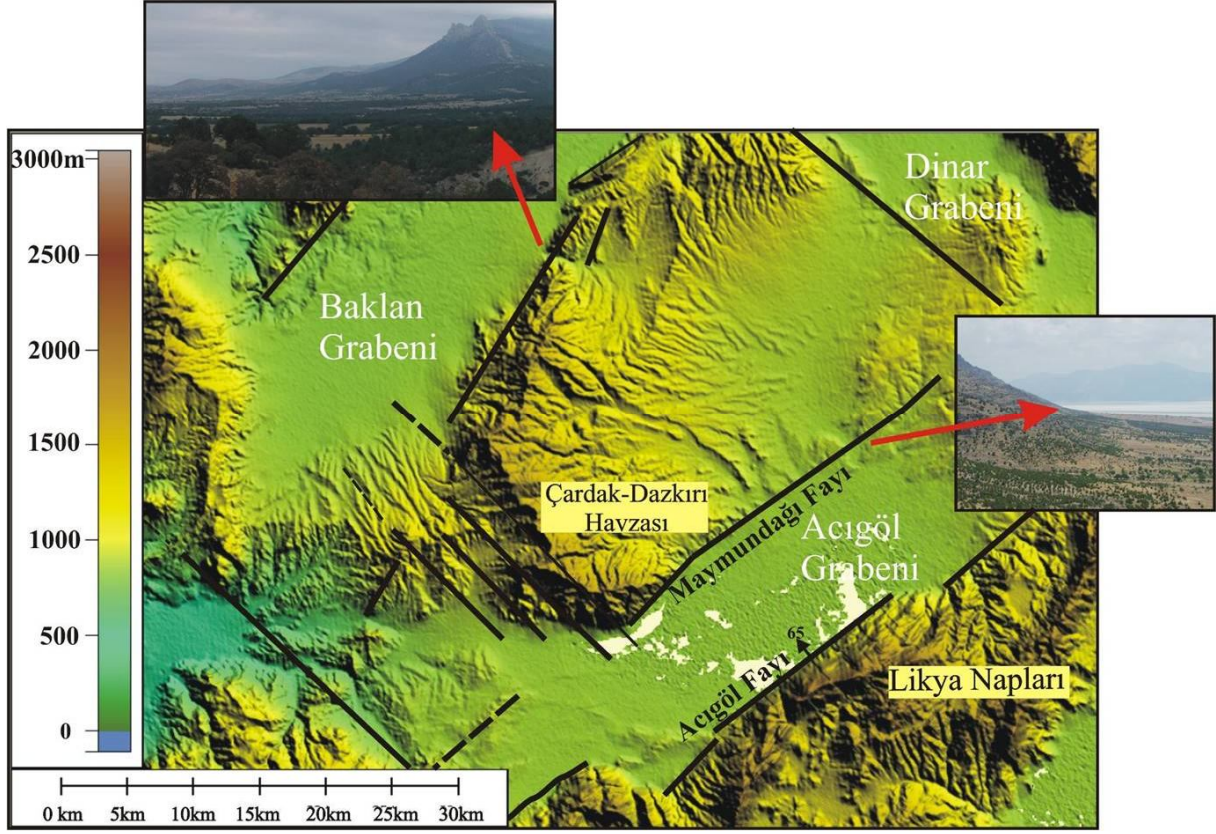
Likya napları tarafından birbirleriyle bağlantıları kesilmeden önce tek bir havza olarak bulunan Kale-Tavas, Denizli ve Çardak-Dazkırı Havzaları, neotektonik dönemdeki genişleme rejimine bağlı olarak doğudan batıya (Çardak-Dazkırı, Denizli ve Kale-Tavas) doğru giderek gençleşerek devam etmektedir (Sözbilir, 2002). Çardak-Dazkırı Havzası, molas karakterindeki bu kaba kırıntılı Paleojen-Neojen havzalarının doğudaki kısmına karşılık gelmektedir (Şekil 1).

Çardak-Dazkırı Havzası, Batı Anadolu'da etkinliğini sürdüren yaklaşık K-G yönlü çekme kuvvetlerinin etkisiyle oluşmuş çöküntü havzalarını kontrol eden normal faylarla sınırlandırılmıştır (Şekil 2). KD-GB uzanımlı grabenlerden biri olan Acıgöl Grabeni, Çardak-Dazkırı Havzası'nın güneyinde, Paleojen –Neojen yaşlı tortulların önünde gelişmiş, aktif normal faylarla sınırlandırılmış belirgin bir tektonik yapıdır. Havzanın güney sınırını oluşturan Maymundağı Fayı (Çardak Fayı), Acıgöl grabenini de kuzeyden denetleyen düşey atımlı normal bir faydır. Uzunluğu yaklaşık 19.5km olan bu fay segmenti, grabeni güneyden sınırlayan Acıgöl Fayı kadar belirgin bir morfolojiye sahip değildir. Maymundağı Fayı'nın aktifliğini gösteren kanıtlardan en önemlileri, ana faya (Maymundağı fayı) paralel gelişen sentetik faylara bağlı olarak oluşan traverten çökelleri ve bu çökellerin üzerini yer yer örten graben kenarında geniş yayılım gösteren alüvyal yelpazelerdir. Acıgöl Grabeni'ni güneyden sınırlayan sol yönlü bileşene sahip aktif Acıgöl Fayı, Erken Tortoniyen'de GD yönünde çökerek Acıgöl çöküntü havzasının içine doğru basamaklı faylar oluşturarak günümüze dek etkinliğini sürdürmüştür (Göktaş vd., 1989). Acıgöl Fayı'nın gelişimiyle yarı graben bir özellik kazanan Acıgöl Grabeni, Maymundağı Fayı ile grabenin kuzey kenarını da hareketlendirmiştir. Maymundağı ve bu faya bağlı sentetik faylar, boyunca yüzeye çıkan termal sular, traverten çökelimine neden olmuştur. Acıgöl Grabeni; kuzeybatısında Çivril-Baklan grabeni, kuzeydoğusunda Dinar grabeni, güneyinde Burdur grabeni ile

sınırlandırılmıştır (Şekil 2). Acıgöl Grabeni, batıda KB-GD uzanımlı Denizli Grabeni'nin oluşturan aktif faylar tarafından kesilmiştir.



Şekil 1. GB Türkiye’de yüzlek veren Kale-Tavas, Denizli ve Çardak-Dazkırı Tersiyer Havzaları ve graben havzalarının konumu (Sözbilir, 2005; Toker, 2009).



Şekil 2. Çardak-Dazkırı Havzası ve bu havzayı sınırlayan fay sistemlerinin uydu görüntüsü

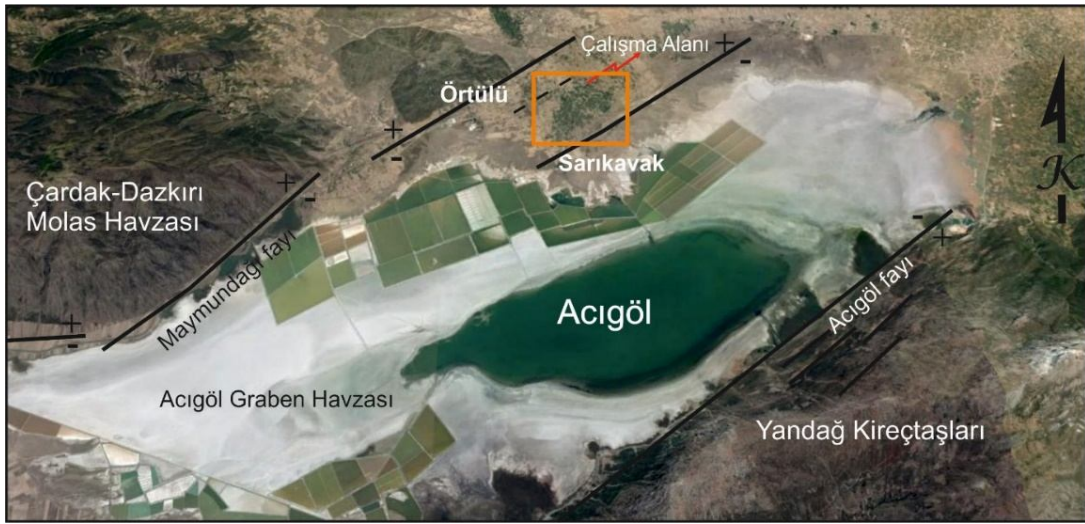
3.1. Çalışma Alanı

Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan Sarıkavak tufa çökelleri, Çardak-Dazkırı Molas havzasının hemen doğusunda yüzlek vermekte ve yaklaşık 12 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir (Şekil 3). Bölgede yapılan daha önceki çalışmalarda bu karasal karbonat çökelleri, stratigrafik konumu nedeniyle, Pliyosen yaşlı birimin en üst seviyesi olarak gösterilmiştir (Şenel, 1997).

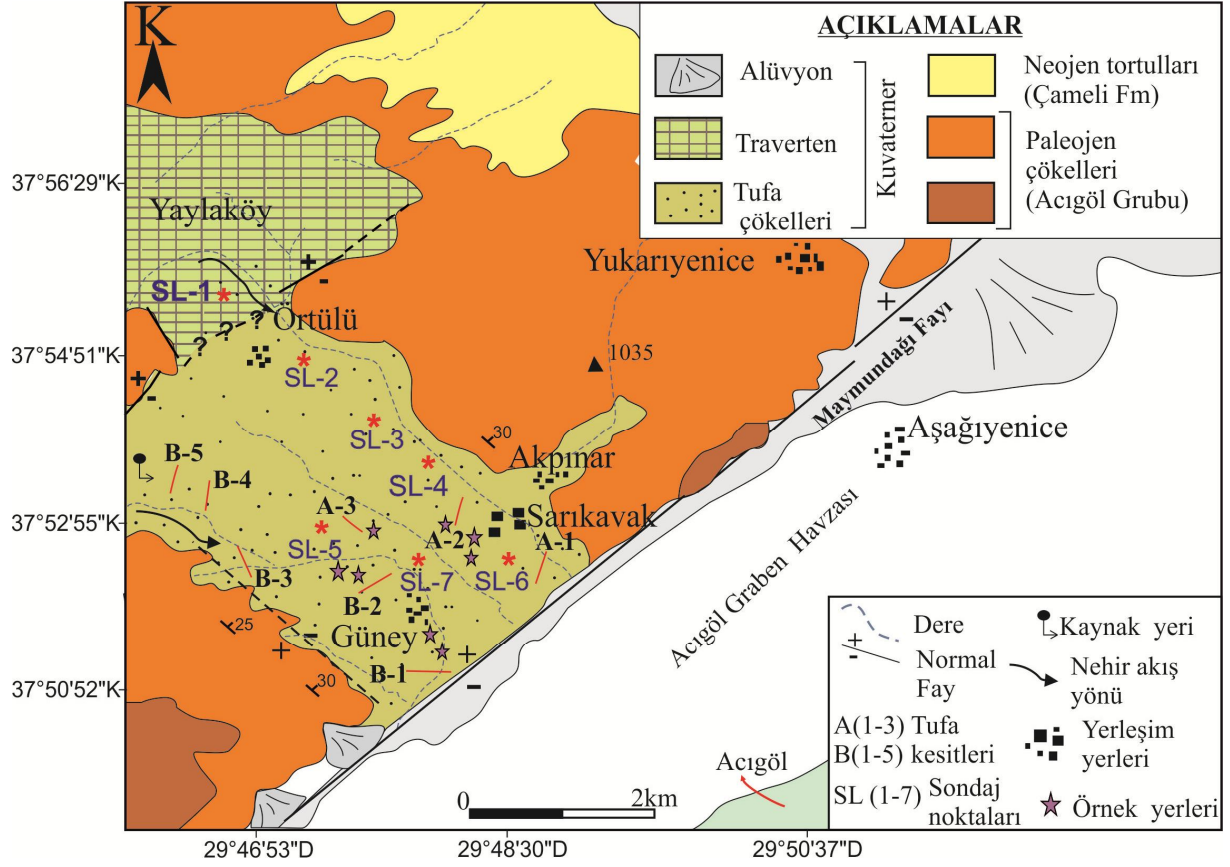
Bu karasal karbonat çökellerinin altında Pliyosen yaşlı Çameli Formasyonu olarak adlandırılan gölsel çökeller yer almaktadır (Şenel, 1997). Tektonik açıdan aktivitesi oldukça yüksek olan bu bölge, neotektonik dönemde farklı zamanlarda ve farklı uzanımlarda gelişen graben sistemlerinden biridir. Acıgöl Grabeni, Geç Miyosen döneminde oluşan KD-GB uzanımlı ilk graben sistemlerinden biri olup, KB-GD uzanımlı graben sistemleri tarafından kesilmişlerdir (Zanchi, 1990; Bozkurt, 2000; Yılmaz vd., 2000).

Çalışma bölgesindeki tortul birimler, Paleojen, Neojen ve Kuvaterner yaşlı çökellerden oluşmaktadır (Şekil 4). Bölgede en yaşlı birim, Triyas yaşlı Likya naplarına ait rekristalize kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan masif bir istiftir. Bu birimin üzerine uyumsuz olarak

çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşan Eosen yaşlı Başçeşme Formasyonu gelmekte ve bu birim, Oligosen yaşlı, karasal, yer yer siğ denizel çökellerden oluşan Acıgöl Grubu (Çardak-Dazkırı Molası) tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir. Oligosen yaşlı Acıgöl Grubunun üzerine uyumsuz bir şekilde, tamamen karasal çökellerden oluşan gölsel kireçtaşı, marnlardan oluşan Pliyosen yaşlı Çameli Formasyonu gelmektedir (Şekil 4). Çalışma alanında yer alan tufa çökelleri, Pliyosen tortullarının en üst seviyelerinde, bölgede gelişen akarsu sistemlerinin çökelttiği Kuvaterner yaşlı karasal karbonatlardır. Arazide belirgin bir litoloji sunan bu çökeller, genç alüvyal yelpazeler ve alüvyonlar tarafından sınırlandırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Çardak-Dazkırı Molas havzası ve çalışma alanını gösteren uydu görüntüsü



Şekil 4. Traverten ve tufa çökellerinin gözlemlendiği noktalardan alınan ölçülü kesit (A1-3; B1-5) ve sondaj (SL1-7) yerlerini gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası

4. GEREÇ ve YÖNTEM

Proje kapsamında planlanan, Örtülü ve Sarıkavak bölgesindeki çalışmalar, bu alanda yüzlek veren traverten ve tufa çökellerinin ayrıntılı incelemesi olarak yapılmıştır. Bu amaçla, çalışmalar;

- Arazi çalışmaları (I-II),
 - Laboratuvar çalışmaları
- olarak ikiye ayrılmıştır.

4.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarına başlamadan önce, bölge ve çalışma konusu ile ilgili olarak geniş bir literatür taraması yapılmış ve güncel yayınlar takip edilerek konu hakkında geniş bir arşiv oluşturulmuştur. Arazi çalışmaları sırasında kullanılmak üzere 1/100.000 ve 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar hazırlanmıştır. Arazi çalışmaları sırasında, incelenen traverten-tufa çökellerinin topoğrafik ve jeolojik haritalaması yapılmıştır. Tufa masifinin sedimanter gelişiminin ortaya konmasında önemli rol oynayan litofasiyes tanımlamaları ve fasiyes ilişkileri, sedimentolojik analizin temel çalışmasını oluşturmaktadır. Bu kapsamda Sarıkavak tufalarının farklı depolanma koşullarında olduğu, litofasiyes çalışmaları sırasında belirlenmiştir. Traverten ve tufa ile ilgili terminolojik tanımlamalar için, Guo ve Riding, (1998) ve Arenas-Abad vd., (2010) tarafından yapılan çalışmalardan faydalanılmıştır. Kırıntılı çökeller için kullanılan tanımlamalar da, Miall (1977, 1996) tarafından yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır.

Proje kapsamında arazi çalışmaları iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

- Arazi Çalışmaları-I: Bu çalışma, arazide gözlenen tufa ve traverten çökellerinin yayılımını incelemek, ölçülü kesit yerlerini belirlemek, gerekli görülen yerlerde taşınabilir el karotiyeri yardımıyla tupa örnekleri almak, ölçülü stratigrafik kesitlerin çıkartılıp sistematik örnekleme ve bu örneklerin analizler için ilgili yerlere gönderilmesinden oluşmaktadır.

Tufa çökellerinden toplam 8 adet ölçülü stratigrafik kesit çıkartılıp, tufa litofasiyesleri tanımlanmış ve litofasiyeslerin birbirleriyle olan ilişkileri incelenmiştir. Uygun sistematik örnekleme yapılarak yaş ve diğer analizler için derlenmiştir. Traverten ve tufa çökellerindeki fabrik yapıyı ayrıntılı olarak belirleyebilmek için ilk olarak Örtülü Köyü, terk edilmiş traverten ocağında yüzlek veren traverten aynasından el karotiyeri ile 1" çapında karotlar alınmıştır. Bu karotlar petrografik çalışmalar için derlenip incelenmiştir. Buna ek olarak, çalışma alanındaki traverten ve tufa çökellerinin geometrisini net bir biçimde ortaya koymak amacıyla Arazi Çalışmaları-II kısmı için sondaj yerleri belirlenmiştir.

- Arazi Çalışmaları-II: Bu çalışma, Arazi çalışmaları-I sırasında belirlenmiş uygun yerlerden sondaj çalışmalarının gerçekleştirilmesi, karot örneklerinin derlenmesi ve sistematik olarak alınan karot örneklerinden ölçülü startigrafik kesitlerinin çıkartılıp, yapılacak analizler çalışmalarına göre örneklerin laboratuvar ortamına taşınması olarak sıralanabilir. Sondaj çalışmaları için ilk olarak, çalışma alanının kuzey sınırında travertenlerin görüldüğü Örtülü mevkisinden başlayarak, güneye doğru hem yanal ve hem de düşey yönde değişimleri takip edebilmek amacıyla toplam 7 nokta belirlenmiştir. Herbir sondaj derinliği yaklaşık olarak 7 ila 10 metre arasında değişerek gerçekleştirilmiştir. Bu metrelerden elde edilen karot çökelleri kasalanarak Pamukkale Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiş ve burada laboratuvar çalışmaları için örnek hazırlama işlemine geçilmiştir.

4.2. Laboratuvar Çalışmaları

Traverten ve tufa çökellerinden sistematik olarak alınan tüm örnekler, yaş (U/Th), duraylı izotop (O ve C), palinolojik analiz, kimyasal çalışmalar ve ince kesit çalışmalarının sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için laboratuvar ortamında hazır hale getirilmiştir. Proje kapsamında planlanan analizler aşağıda maddeler halinde verilmektedir. Bu analizler;

- Petrografik Analiz (İnce kesit çalışması, SEM görüntülerinin çekilmesi ve floresans mikroskop çalışmaları)
- Duraylı İzotop Analizi (C/O)
- Radyometrik Yaş Analizi (U/Th yöntemi)
- XRD Analizi
- Palinolojik Analiz'dir.

4.2.1. Petrografik Analiz

Proje kapsamında çalışma alanı içerisinde toplam 28 adet traverten- tufa örneğinin ince kesitleri yapılmış ve 9 adet örneğin SEM görüntüleri çekilmiştir. 28 adet örneğin 15 tanesi Sarıkavak tufa çökellerinden ve geri kalan 12 tanesi Örtülü traverten ocağından sahada taşınabilir el karotiyeri yardımıyla yaklaşık 1" (2.54cm) çapında silindirik numuneler alınarak elde edilmiştir. İnce kesitler, Pamukkale Üniversitesi ince kesit laboratuvarında hazırlanmıştır. Hazırlanan ince kesitler üzerinde traverten-tufa çökellerinin mikrofasiyeleri ve dokusal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

SEM analizi için 9 numune seçilmiş ve bu numuneler, litofasiyes özelliklerini belirgin bir şekilde yansıtan traverten ve tufa çökellerinden seçilmiştir. SEM analizleri Selçuk Üniversitesi, İleri Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

Ayrıca proje kapsamında, mikrit ve sparit bakımından baskın dokularda meydana gelen makro ve mikro/mezo boşluk ağlarını gözlemleyebilmek için floresans ince kesit çalışmaları yapılmıştır. Bu ince kesit çalışmaları, KU Leuven Üniversitesi, Yerbilimleri Fakültesi, Jeoloji Bölümünde, ince kesit ve floresans mikroskop laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Bu ince kesit çalışmalarında tüm sondaj loglarından toplam 20 adet örnek üzerinde çalışılmıştır.

4.2.2. Duraylı İzotop Analizi (C/O)

Proje kapsamında yapılması planlanan bir diğer analiz, $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ duraylı izotop analizleridir. Çalışma alanı içerisinde bu analiz için toplam 13 adet Sarıkavak tufa çökellerinin yüzlek veren kısımlarından ve 50 adet ise bölgede yapılmış olan sondajlardan sistematik olarak derlenmiştir. Duraylı izotop analizleri, Arizona Üniversitesi (ABD, Arizona) Yerbilimleri Bölümü, Duraylı izotop Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

4.2.3. Radyometrik Yaş Analizi (U/Th Yöntemi)

Proje kapsamında yapılması planlanan analizlerden bir tanesi de, traverten-tufa çökellerinin depolanma yaşını öğrenebilmek için gerçekleştirilen U/Th radyometrik yaş analizidir. Bu amaçla, çalışma alanında yüzlek veren traverten ve tufalardan 13 ve sondaj karotlarından sistematik olarak derlenen 24, toplam 37 adet numune, UQAM GEOTOP Laboratuvarına (Quebec, Kanada) gönderilmiştir. Karasal karbonatlar üzerinde yapılan radyometrik yaş analizi için Ludwig modeli kullanılmıştır (Ludwig ve Paces, 2002). Yapılan radyometrik analiz sonuçlarında karbonat örneklerinde kırıntı girdilerinin çokluğu analizin bazı örneklerde sağlıklı sonuçlar vermesine engel olmuştur. Bu yaş sonuçlarında yeniden doğrulama yapılmış ancak bazılarında kırıntı girdilerinden kaynaklanan hatalı sonuçlar çıkmıştır. Elde edilen sonuçlar ilerleyen bölümlerde ayrıntılı olarak verilmiştir.

4.2.4. XRD Analizi

XRD yöntemi, karbonat minerallerinin türü ve optik mikroskop ile incelenemeyecek boyutlardaki (submikroskopik) tane boyuna sahip minerallerin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Proje kapsamında sondaj karotlarından toplam 26 adet tufa örneği XRD çalışmaları için derlenmiştir. XRD çalışmalarında kullanılacak örnekler önce 3-5cm' lik parçalar halinde çekiçle, daha sonra çeneli kırıcıda 5mm'den küçük taneler halinde kırılmış ve çanaklı öğütücüde sertlikleri de dikkate alınarak yaklaşık 5-10 dk süreyle öğütülmüştür. Bu

şekilde elde edilen toz malzeme naylon torbalara konulup etiketlendikten sonra, çözümlenmelere hazır konuma getirilmiştir. XRD çözümlenmeleri Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü XRD laboratuvarında, GNR APD 2000 PRO marka X-ışınları difraktometresinde (Anot = Cu, (CuK α = 1.541871Å), Filtre = Ni, gerilim = 40 kV, akım = 30 mA, gonyometre hızı = 2 θ /dak, çekim aralığı = 2 θ = 5-45°) yapılmıştır. XRD çözümlenmeleri sonucunda örneklerin tüm kayaç ve kil boyu bileşenleri (< 2 μ m) tanımlanmış ve yarı nicel yüzdeleri de dış standart yöntemi (Brindley, 1980) esas alınarak hesaplanmıştır. Mineral yüzdelerinin belirlenmesinde Yalçın ve Bozkaya (2002) tarafından belirlenen mineral şiddet faktörleri kullanılmıştır.

4.2.5. Palinolojik Analiz

Proje kapsamında yapılması planlanan bir diğer analiz, traverten-tufa gibi karasal karbonatlar ve eski toprak (paleosol) içindeki palinomorfları belirlemek amacıyla yapılan palinolojik analizlerdir. Bu amaçla, çalışma alanı içerisinde toplam 68 adet sistematik örnek derlenmiştir. Palinolojik örneklerin hazırlanma aşamasının büyük bir bölümü (50 örnek), Direnç Jeolojik Danışmanlık (Ankara) laboratuvarında ve geri kalan 18 örnek Floransa Üniversitesi, Yerbilimleri Bölümü Palinoloji Laboratuvarında yapılmıştır. Araziden alınan karot numunelerinin sistematik olarak seçilmesiyle palinolojik amaçlı örnekleme gerçekleştirilmiştir. Derlenen örnekler (herbiri yaklaşık 100gr) toz haline getirilerek karbonat kayaçlar için hazırlanan standart laboratuvar prosedürü sırasıyla uygulanmıştır (Bertini vd., 2014).

Palinolojik çalışmalara başlamadan önce derlenen örneklerin, bazı kimyasal ve etüdsel aşamalardan geçmesi gerekmiştir. Bu aşamalar genel hatlarıyla örnek alımı (arazi çalışması), laboratuvar analizi (palinolojik inceleme için lamaların hazırlanması), istatistiksel değerlendirme ve son olarak elde edilen verilerin değerlendirilmesinden (yorum) oluşmaktadır. Derlenen her örnekten iki inceleme lamı hazırlanmıştır. Sporomorfların tayininde Dokuz Eylül Üniversitesi Palinoloji Laboratuvarında bulunan referans koleksiyon kullanılmıştır. Yanı sıra, Erdtman (1943), Faegri ve Iverson (1989), Moore vd. (1991) ve Beug (2004) atlaslarından ve çok sayıda makale ve katalogtan yararlanılmıştır.

Örneklerin palinolojik incelemeye hazırlanması sırasında uygulanan laboratuvar işlemleri aşağıda özetlenmiştir.

Mikroskopik inceleme için preparat hazırlanması:

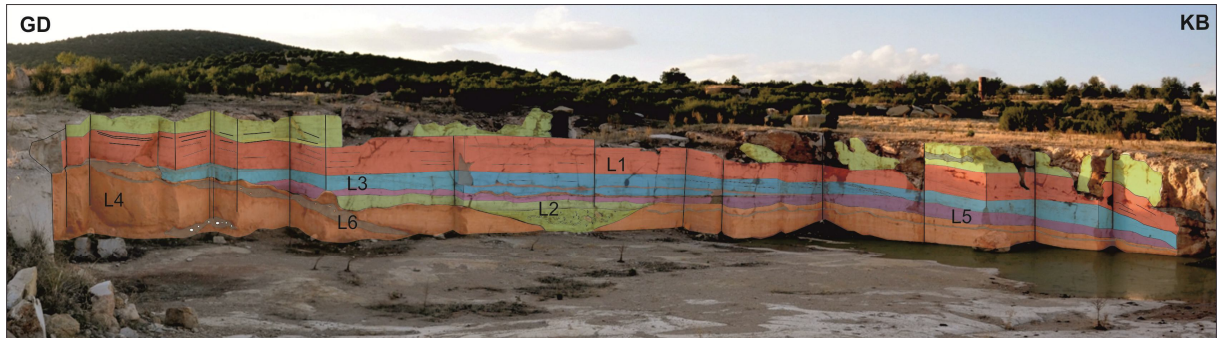
1. Tortul içinden 1 cm³ lük örnek alınır. Örnek, bir miktar saf su içinde ve plastik bardaklarda 1 gün boyunca bekletilir. Örnek tüpe ilave edilir. Tekrar santrifüjlenerek üste çıkan suyu boşaltılır.
2. Örneğin üzerine 8–10 mg %10' luk HCL koyulur bu asitte 1 gün bekletilir. Bu şekilde örnek içindeki karbonatların erimesini sağlar. Eğer reaksiyon fazla olursa tüp içine bir miktar % 10' luk sodyum hidroksit (NaOH) koyulabilir. HCL örneğin üzerine yavaş yavaş eklenir. Hepsi birden koyulursa köpürme nedeniyle örnek taşabilir. Sonraki aşamada örnek içindeki karbonatı uzaklaştırmak için 15–20dakika buhar banyosunda ısıtılır ve santrifüjlenerek yıkanır.
3. Örneğin içerdiği silisli bileşiklerin eritilmesi için örnek üzerine 10 ml %40' luk hidroflorik asit (HF) koyularak reaksiyona sokulur. HF asit son derece tehlikeli bir asittir bu nedenle işlemlerde cam yerine (camı eritir) plastik tüpler kullanmak uygundur. Örnek iki gece boyunca bu şekilde bekletilir. Reaksiyon için eğer mümkünse ara sıra karıştırılabilir. Örnek bekledikten sonra santrifüjlenerek yıkanır.
4. Temizlenmiş örnek, yeniden 10 ml %10 HCL asit eklenir 1 saat bekletilir. Daha sonra örnek yeniden santrifüjlenerek yıkanır. Eriyik halindeki örnek, Ultrasonik cihaz ile killerden temizlenir.
5. Kilinden arındırılmış örnek, ethanol ile yıkanır.
6. Santrifüjlene örnek, 2–3 damla gliserin ile fırında 1 gece 50 °C de kurutulur.
7. Tüplerden cam çubuklarla mikroskopik inceleme için lam üzerine bir miktar örnek alınıp üzerine lamel kapatılır. Ancak spor veya polenin lam üzerinde hareketini sağlamak amacıyla lamelin kenarlarına 1–2 mm kalınlığında silikon yağı veya Kanada balsamı sürüp kurumasını bekledikten sonra kapatmak gerekir. Bu sayede lamele belirli bir yükseklik verilmiş olur. Böylece her bir 10 cm' lik tortul örneğini temsil edecek bir preparat hazırlanmış olur. Hazırlanan preparat etiketlenerek, mikroskopik incelemeye başlanır.

5. BULGULAR

5.1. Çalışma Alanındaki Traverten Çökelleri (Örtülü Travertenleri)

Çalışma alanında hem traverten hem de tufa çökelleri bir arada belirgin olarak gözlenmektedir. Traverten çökelleri yoğun olarak Örtülü Köyü civarında yüzlek vermekte ve çalışma alanı içerisinde bir tane terkedilmiş traverten ocağı bulunmaktadır. Sedimentolojik çalışmalar, bu traverten ocağı içinde yapılmış ve travertenlerin litofasiyesleri belirlenmiştir. Tufa çalışmaları ise, Sarıkavak-Örtülü köyleri arasında topoğrafyadaki yüzlekler boyunca gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak kuzeyden güneye (Acıgöl Grabeni'ne doğru) yapılan sondaj çalışmalarıyla traverten-tufa ilişkileri ve geometrisi (düşey ve yanal yöndeki devamlılıkları) belirlenmeye çalışılmıştır.

Örtülü traverten çökelleri, Sarıkavak Köyü'nün yaklaşık 3km kuzeyinde bulunan Örtülü Köyü'nde belirgin olarak gözlenmektedir. Yanal devamlılığı birkaç 100m'yi bulan bu karbonat çökellerinin kalınlığı yaklaşık 6m yüzeyde, 8m'de yapılan sondajlarda olmak üzere toplam 14m'dir. Yapılan sedimentolojik incelemeler sonucunda 6 adet traverten litofasiyesi belirlenmiştir (Şekil 5). Bunlar; 1) Laminallı traverten (L1); 2) Kamış tipi traverten (L2); 3) Havza-içi taneli traverten (L3); 4) Konglomera-çamurtaş (L4); 5) Havza-dışı traverten (L5); Eski toprak (paleosol-L6).



Şekil 5. Örtülü Köyü terkedilmiş traverten ocağının arazideki görünümü ve belirlenen litofasiyesler (L1-L6).

5.1.1. Laminallı Traverten litofasiyesi (L1)

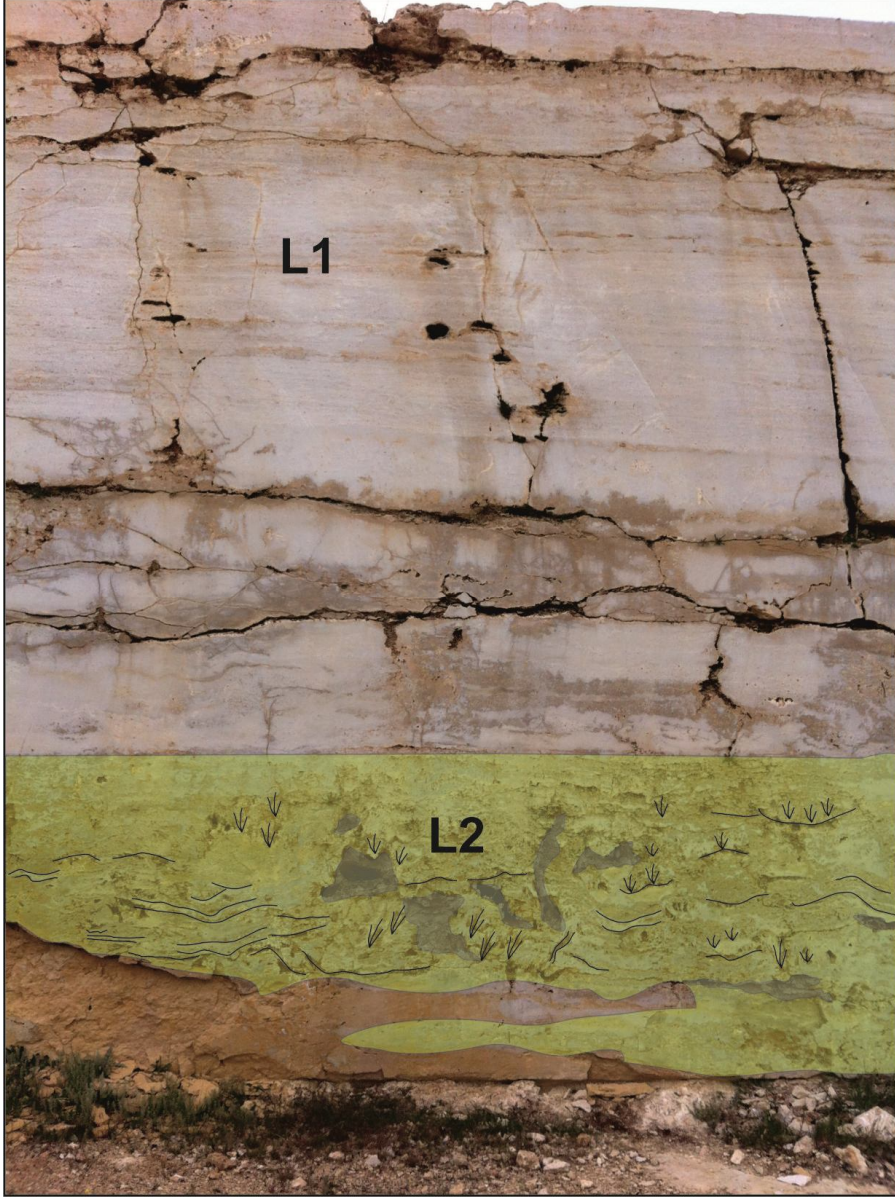
Bu litofasiyes traverten çökellerinde yaygın olarak gözlenen bir fasiyestir. Bantlı, yatay katmanlanmalı olarak çeşitli adlandırmalarla tanımlanan bu fasiyesin en önemli özelliği, su yolları denilen ince laminaların kesintisiz bir şekilde devam etmesidir (Şekil 6).



Şekil 6. Laminallı traverten litofasiyesinin arazideki görünümü (kırmızı renk ile gösterilmiştir).

5.1.2. Kamış tipi traverten litofasiyesi (L2)

Kamış tipi traverten litofasiyesi, çalışma alanı içerisinde en çok gözlenen ikinci litofasiyedir. Uzunlamasına gelişen kamış yapıları, karstik boşlukların yoğun olarak gözlendiği bir kanal yapısı içinde görülmektedir. Kamışların yüksekliği yaklaşık 15cm'yi bulmaktadır. Çözünmeye bağlı karstik boşluklar oldukça yaygındır (Şekil 7). Karstik boşlukların içerisinde mikro diktler oldukça belirgindir (Şekil 12C). Laminallı traverten litofasiyesinin (L1) altında belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Kamyş tipi traverten litofasiyesinin (L2) yakından görünümü.

5.1.3. Havza-içi taneli traverten litofasiyesi (L3)

Bu fasiyes, köşeli, kötü boylanmalı, mikritik çimento ile tutturulmuş tanelerden oluşmaktadır (Şekil 8). Intraklastlar çimento içinde yüzer halde dağınık bir şekilde görülmektedir.



Şekil 8. Kamış tipi travertenin altında gözlenen havza-içi taneli traverten litofasiyesi.

5.1.4. Konglomera-çamurtaşı litofasiyesi (L4)

Bu litofasiyes, pembemsi renkli, kırıntılı, tutturulmamış çamurtaşı içinde serpilmiş şekilde gözlenen konglomeralardan oluşmaktadır (Şekil 9). Karstik boşlukların olduğu seviyelerde yoğun olarak gözlenmektedir. Örtülü traverten ocağında çok belirgin bir morfoloji sunmaktadır.

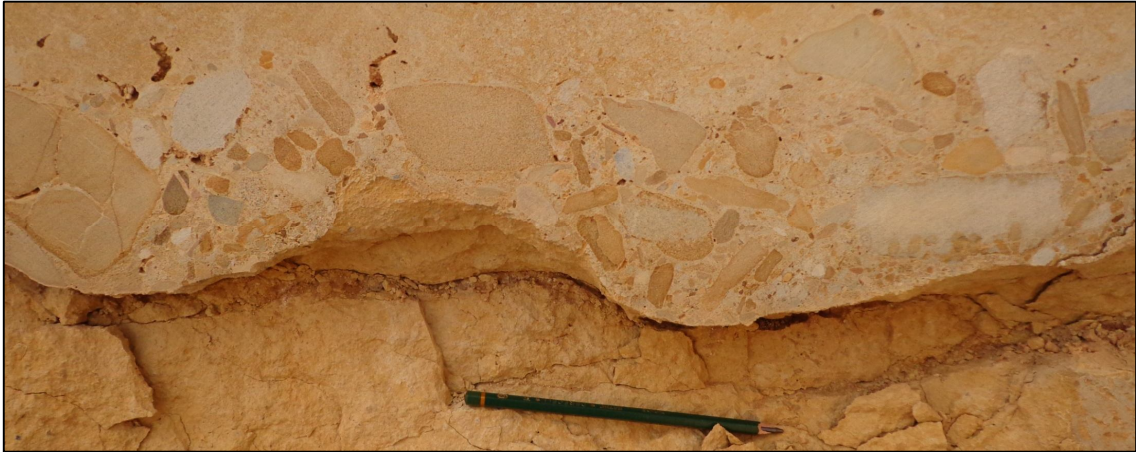


Şekil 9. Konglomera-çamurtaşı litofasiyesinin dokanak görüntüsü (solda) ve bu litofasiyesin yakından görünümü (sağda).

5.1.5. Havza-dışı taneli traverten litofasiyesi (L5)

Bu litofasiyes, köşeli, yarı köşeli, matriks destekli, kötü boylanmalı havza-dışı tanelerden oluşmaktadır. Maksimum çakıl boyu 12cm'yi bulmaktadır. Çakıllar, genellikle mavimsi-gri renkli çakıltaşı, kahverengi renkli kumtaşı ve ofiyolitik kayaç parçalarından oluşmaktadır.

Bu litofasiyes, büyük olasılıkla Likya naplarına ait kireçtaşı ve ofiyolitik kaya birimlerinden türemiş olarak havzada önemli bir yere sahip Oligosen yaşlı molas karakterindeki kalın çakıltaşı istifinin parçalanarak fazla taşınmadan bu çökeltme ortamına gelmesiyle oluşmuştur. Konglomera-çamurtaşı ara seviyesi ile erozyonel bir dokanağa sahip olup oldukça belirgindir (Şekil 10).



Şekil 10. Havza-dışı taneli traverten litofasiyesinin yakından görünümü.

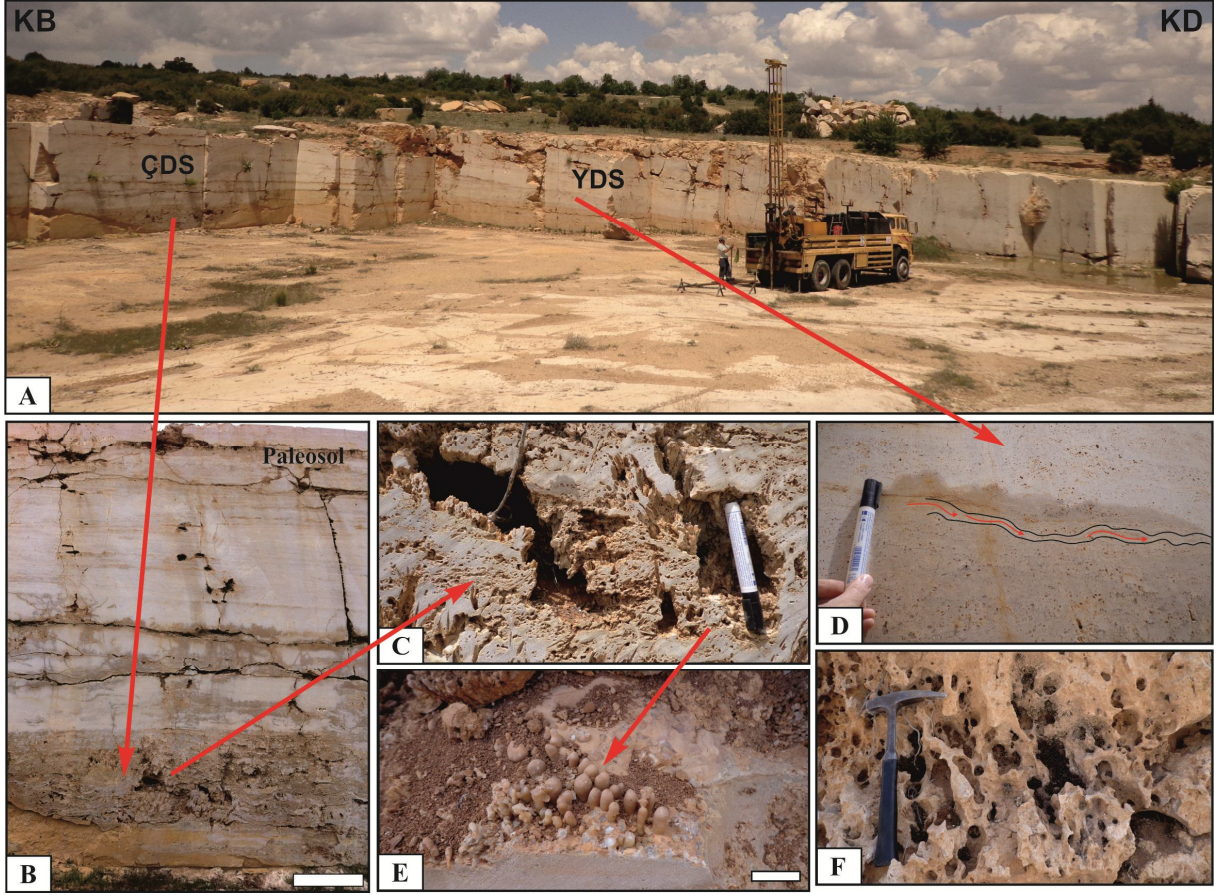
5.1.6. Eski toprak (paleosol) (L6)

Eski toprak veya fosil toprak olarak adlandırılan paleosoller, özellikle çökeldiği dönemin yeryüzü topraklarının yapısını içermesinden dolayı paleoklimsel ve paleoortamsal çalışmalarda önemli veriler sunmaktadır (Ruhe, 1970; Maher, 1998). Çalışma alanındaki paleosol seviyesi (litofasiyesi), koyu kahve renkli, organik maddece zengin ince taneli kırıntılardan oluşmaktadır. Paleosol seviyeleri, oldukça erozif bir dokanağa sahiptir (Şekil 11).



Şekil 11. Konglomera-çamurtaşı litofasiyesi içinde gözlenen eski toprak (paleosol) (solda), Polen analiz çalışmaları için örneklenen paleosol seviyesi (sağda).

Örtülü traverten ocağında yapılan bu sedimentolojik incelemeler ışığında, çalışma alanındaki travertenlerin kaynağa çok yakın, yer yer akarsular vasıtasıyla kırıntılı malzemelerin taşındığı, enerjiye bağlı olarak köşeli, iri boyutlu çakılların bu havzaya yığıldığı, sıg bir göl veya çöküntü ortamında depolanmış (ÇDS) olabileceği söylenebilir. Bu çöküntü ortamı, enerjinin zaman zaman yükseldiği, topoğrafyaya bağlı olarak eğimli bir laminalanma gösteren yamaç depolanma sistemine (YDS) geçiş göstermektedir (Şekil 12).



Şekil 12. (A) Çöküntü Depolanma (ÇDS) ve Yamaç Depolanma (YDS) sistemleri içinde çökelen Örtülü travertenlerinin arazideki görünümü. (B) Laminallı traverten litofasiyesinin altında kanal yapısı şeklinde kazıyarak gelişen karnış litofasiyesi ve (C) Karnış litofasiyesi içerisinde oluşan karstik boşluklar. (D) Hafif yamaç depolanma sisteminde görülen teraslı kristal kabuk litotipi; (E) Karstik boşluklar içinde gelişen mikro dikitler. (F) Traverten çökellerinin üst kısımlarında gözlenen erime, çözünme boşlukları.

5.2. Çalışma Alanındaki Tufa Çökelleri (Sarıkavak Tufaları)

Arazi gözlemleri sonucunda, Sarıkavak mevkiisinde yüzlek veren 8 farklı tufa litofasiyesi belirlenmiştir ve ayrıntılı olarak incelenmiştir (Şekil 12). Bu litofasiyesler; (1) yosun (moss) tufa fasiyesi; (2) onkolitik tufa fasiyesi; (3) stromatolitik tufa fasiyesi; (4) fitoklastik tufa fasiyesi; (5) havza-içi kırıntılı tufa fasiyesi; (6) havza-dışı kırıntılı tufa fasiyesi; (7) sapropelitik tufa fasiyesi; (8) eski toprak-paleosol. Bazı sedimanter fasiyesler, sadece bir ortamı karakterize ederken (örn., sapropelitik tufa, palustrin ortamı gibi), yosun, fitoklast ve stromatolitler gibi akarsu ortamının baraj veya şelale kısmını karakterize edebilirler (Şekil 13).

5.2.1. Yosun (Moss) tufa fasiyesi

Bu fasiyes, kalsitlenmiş bitki saplarından (düşey saplar-Lst), yapraklar ve tanımlanamayan çalılıklardan oluşmaktadır. Makrofitler, briyofit ve fitoklastlar ile aynı ortamda çökelebilirler. Yapraklar iyi korunmuş olmasına rağmen bitki sapları genellikle yapraklar kadar iyi korunamamıştır (Şekil 13B). Briyofitler, sarımsı-yeşil renkte olup, etrafını saran karbonat birikimleriyle yerinde (in-situ) oluşmakta ve Sarıkavak Köyü ve çevresinde yaygın olarak görülmektedir. Briyofitler, genellikle fitoklast, stromatolit ve onkolitler ile birlikte bulunmaktadır.

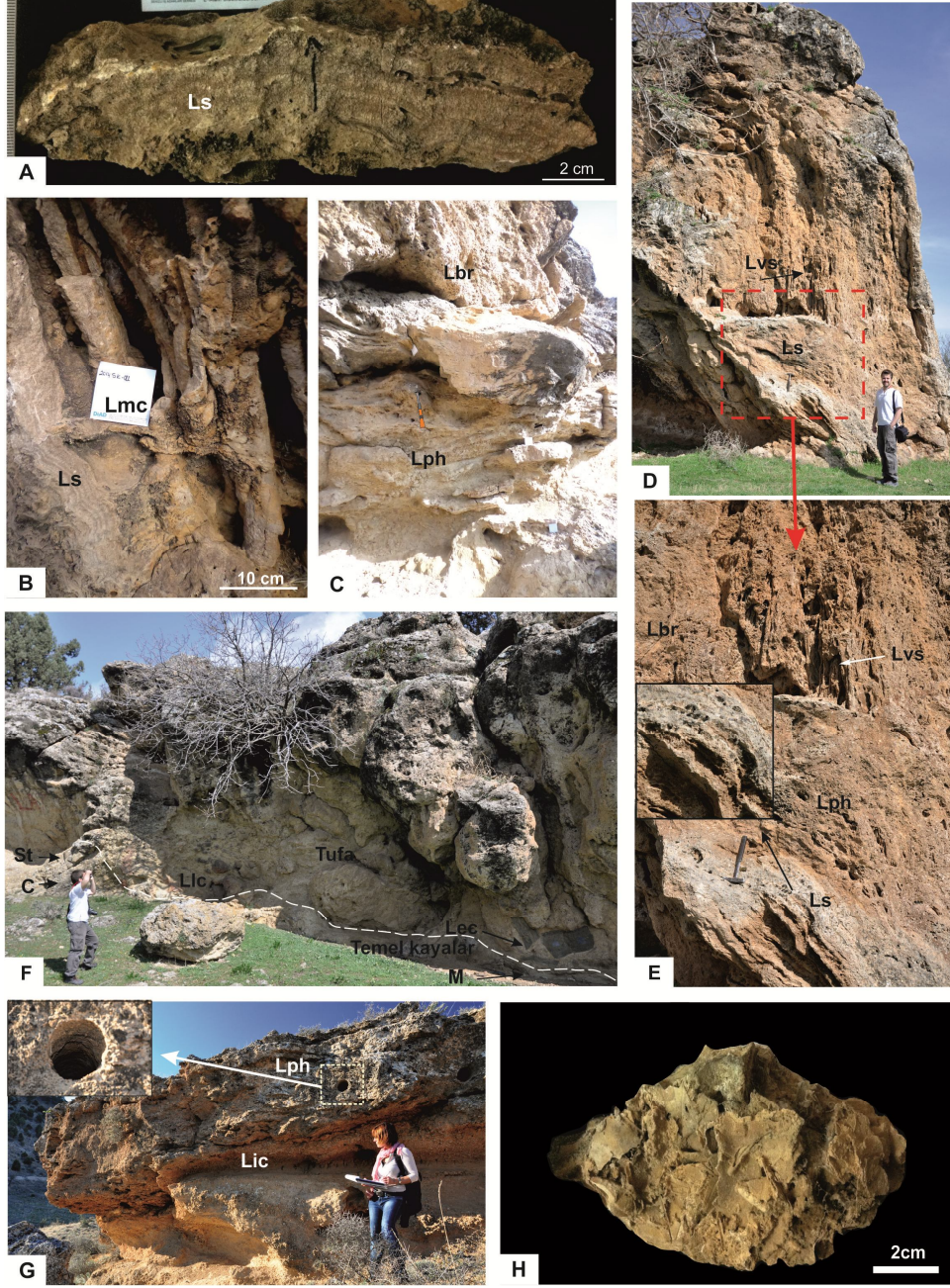
Bu fasiyes, örgülü akarsu ortamında, nehir kenarlarında ve yamaç sistemleri içinde kaynaklara yakın olarak alanlarda çökeltmektedir.

5.2.2. Onkolitik tufa fasiyesi (Lo)

Bu tufa fasiyesi, içyapısı birinden diğerine değişiklik gösteren silindirik boşluklardır. Bunlar, küresel veya yarı-küresel olarak arazide görülebilir. Onkoidler, mikrobial aktivitelerin tetiklediği yüzeydeki karbonat çökelişi tarafından etkin olarak genişletilerek oluşturulmuşlardır. Onkoidlerin şekli, ortamın enerjisine ve kırıntılı nükleidlerin morfolojisine bağlıdır. Silindirik onkoidler, çapı 7-14 cm genişliğinde olan ve yaygın olarak akarsu ve göl ortamında oluşmaktadır. Genellikle bu fasiyes, litoklast ve briyofitler ile ilişkilidir.

5.2.3. Stromatolitik tufa fasiyesi (Ls)

Bu tufa fasiyesi, yataya yakın algal matların biraraya gelmesiyle oluşan laminalanmalı yığınlarıdır. Herbir stromatolit baş yaklaşık 2mm çapında ve birkaç metre genişliğinde olabilir. Sarıkavak Köyü ve çevresinde yaygın olarak gözlenen bu fasiyes, yaygın olarak briyofit ve fitoklastik tufa ile birlikte bulunmaktadır (Şekil 13E). Stromatolitik tufa fasiyesi, sığ örgülü nehirlerde, göl kenarlarında, yatak yüklerini taşıyan kanalların kenarlarında oluşmaktadır (Pedley, 1990; Ford ve Pedley, 1996).



Şekil 13. Sarıkavak tufa çökellerinin arazideki görünüşleri ve lithofasiyesleri. (A) Stromatolitik tufa örneği, (B) Akarsu-örgülü sistem içinde düşey olarak gelişen makrofitler (Lmc) ve stromatolit yapısı (Ls), (C) Fitoklastik tufa (Lph) (D) Akarsu-baraj sistemi içinde gelişen tufa oluşumları; Stromatolit (Ls) ve briyofit (Lbr) fasiyesleri, (E) fitoherm bağlamtaşının daha yakından görünümü; Stromatolit (Ls), fitoklastik tufa (Lpht) ve briyofit (Lbr) fasiyesleri, (F) Akarsu-baraj sistemi içinde oluşan tufa çökelleri ile Oligosen yaşlı kırıntılı çökeller arasındaki sınır. Litoklast (Lic), havza-dışı taneler (Lec), konglomera (C), kumtaşı (St) ve çamurtaşı (M). (G) Akarsu-palustrin sistemi içinde gelişen tufa çökelleri; Litoklast (Lic) ve bitki gövdelerinin oluşturduğu silindirik oyuklar. (H) Tufa el örneğinde gözlenen iyi korunmuş yaprak izleri.

5.2.4. Fitoklastik tufa fasiyesi (Lph)

Bu fasiyes, silindirik tanelerden ve fitohermlerden oluşmaktadır. Bunlar, tane-destekli yaprak ve dal parçalarının taşınma sırasında ve/veya sonrasında çimentolanmasıyla şekillenirler (Pedley,1990; Glover ve Robertson, 2003). Taşınan bu parçaların bazılarını, mangan ve demir oksit çevrelemiş olabilir. Bu fasiyes, yaygın olarak briyofitler ve havza-dışı taneler ile birlikte bulunmaktadır.

5.2.5. Havza-içi taneli tufa fasiyesi (Lic)

Bu fasiyes, akarsu kanallarındaki tane-destekli kum ve silt boyundaki tufaların taşınması sonucunda, yeniden işlenmesiyle oluşmaktadır (Glover ve Robertson, 2003). Genellikle, bu fasiyes, ortam koşullarının değiştiği yerdeki onkolitler ile ilişkilidir. Kalınlığı, yaklaşık 0.20 ila 1m arasındadır ve iyi yuvarlaklaşmış taneler ve onkoidler, tufa materyallerini çevrelemişlerdir. Tanenin maksimum boyu 25-30cm olup bu yeniden işlenmiş tufa taneleri yüksek enerji ortam koşullarındaki erozyonlu yüzeylerde çökelmişlerdir.

5.2.6. Havza-dışı taneli tufa fasiyesi (Lec)

Bu kırıntılı taneler, başlıca çakıl ve kumlardan oluşmaktadır. Çakıllar, iyi yuvarlaklaşmış ve çimento desteklidir. Genellikle, gri, grimsi mavi, yeşilimsi renkli bu çakıllar, Likya naplarının temel kayalarına ait kireçtaşı parçalarından ve ofiyolitlerden türemişlerdir. Kiremitvari çakıl dizilimi ve küçük ölçekli çapraz tabakalanma yapıları yerel olarak gözlenmektedir. Bu fasiyes yaygın olarak Sarıkavak ve Örtülü köyleri arasında (Site-A) görülmekte ve tufa çökeli bu tanelerin üzerinde uyumsuz olarak bulunmaktadır (Şekil 14). Bu fasiyes, genel olarak akarsu teraslarında gözlenmekte ve akışın fazla olduğu yerlerde alttaki birimi kazıyarak kanal biçiminde ortamda görülmektedir.

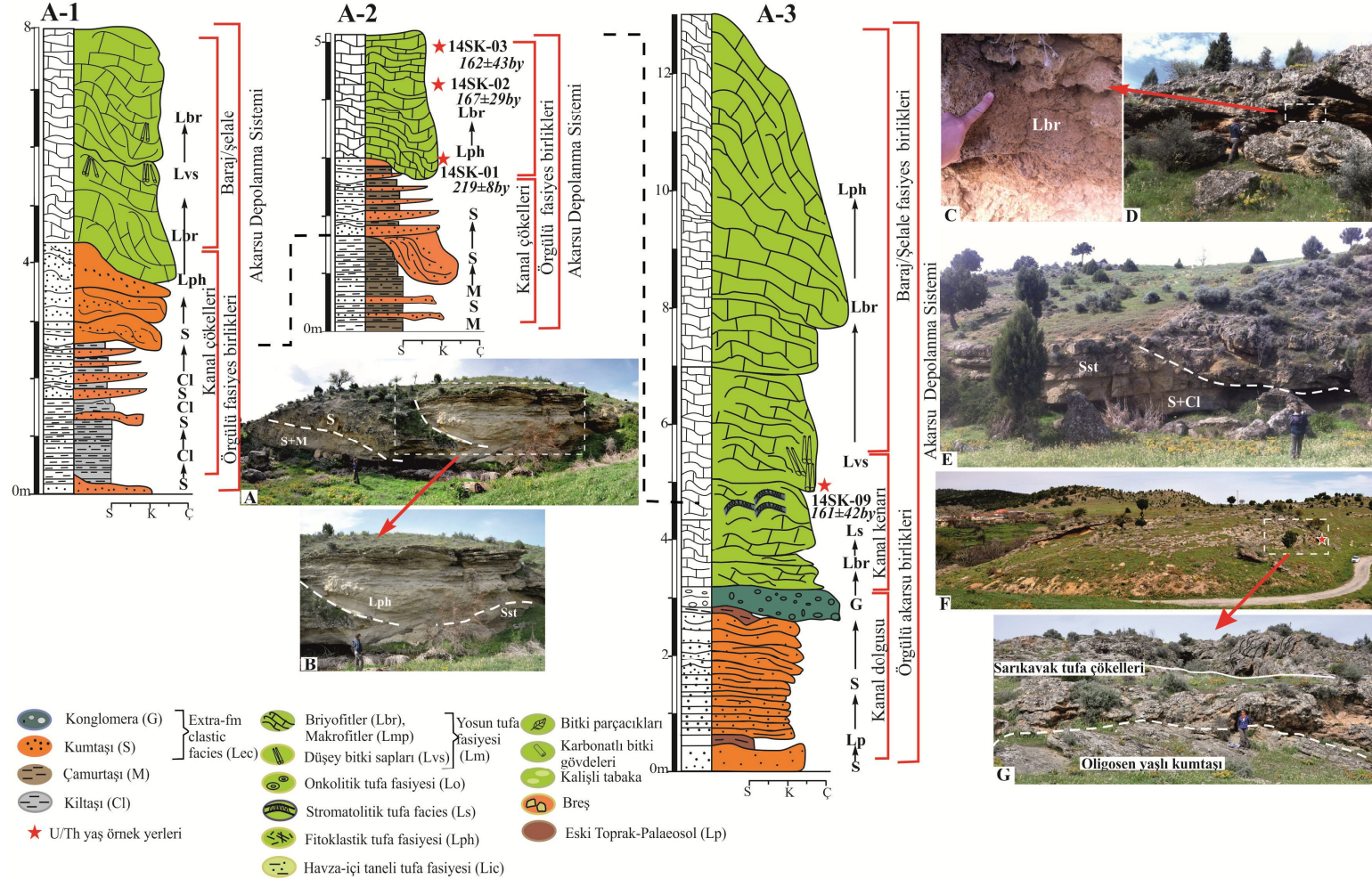
5.2.7. Sapropelitik tufa fasiyesi (St)

Sapropel, durgun sulardaki oksijensiz koşullarda oluşan organik maddece zengin maddelerdir. Bu organik maddece zengin kırıntılılar Sarıkavak tufa çökellerinde lokal olarak gözlenmektedir. Yanal devemliliği onlarca metre ve kalınlığı birkaç cm'yi geçmemektedir (Şekil 16).

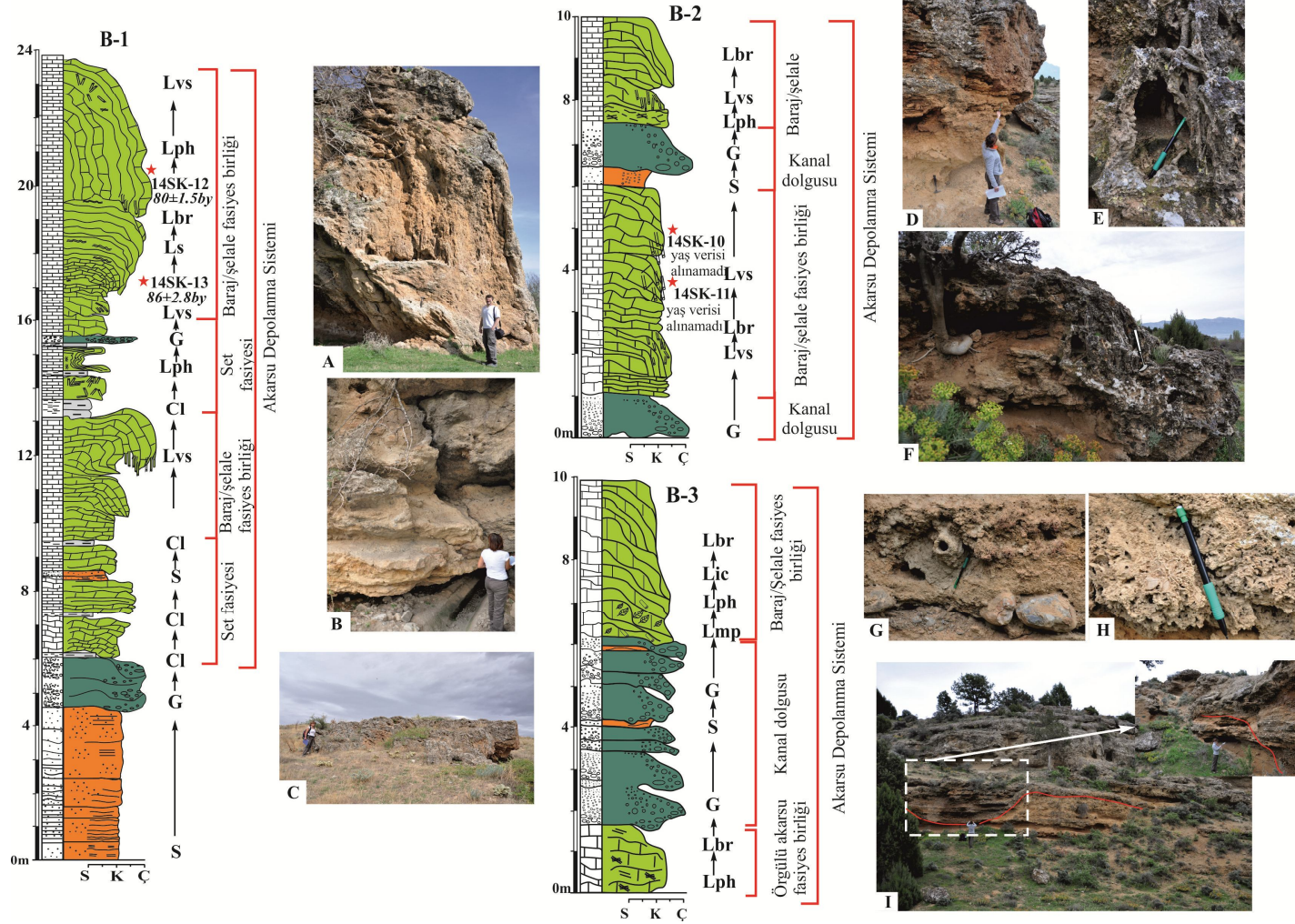
Sapropelitik tufalar, özellikle havuzcuk gibi durgun suyun egemen olduğu ortamlarda humusca zengin tabakalarda belirgin olarak görülmektedir.

5.2.8. Eski Toprak (Paleosol-Lp)

Paleosoller, göl ve paludal ortamların kenarlarında karbonatça zengin tortullardan ve kırıntılı klastiklerden oluşmaktadır (Glover ve Robertson, 2003). Bu kırıntılı klastikler, çalışma alanındaki traverten çökellerinin ara seviyelerinde ve tufa oluşumlarının kenar kısımlarında gözlenmektedir. Paleosoller, yaklaşık 50cm kalınlıkta ve yanal devamlılıkları birkaç on metreden fazladır. Sarıkavak tufa çökelleri, iki farklı akarsu kolları boyunca bir hat üzerinde depolanan karasal karbonatlar olarak arazide gözlenmektedir. Tufaların litofasiyes tipleri ve birbirleriyle olan ilişkileri, geometrisi, sedimanter yapıları, biyolojik içerikleri ve çökeltme ortamları Tablo 1’de açıklamalarıyla birlikte verilmektedir.



Şekil 14. Sarıkavak Tufalarından alınan ölçülü stratigrafik kesitler (A1-A-3), fasiyes ve fasiyes birlikleri ve depolanma ortamları. Tufaların arazideki görünüşleri (A-G).



Şekil 15. Sarıkavak Tufalarından alınan ölçülü stratigrafik kesitler (B-1-B-3), fasiyes ve fasiyes birlikleri ve depolanma ortamları. Tufaların arazideki görünüşleri (A-I).

Tablo 1. Sarıkavak tufa çökellerinin litofasiyes özellikleri ve diğer karbonat ortamlarıyla olan ilişkisi

<i>Fasiyes Tipi</i>	<i>Tufa çökellerinin geometrisi</i>	<i>Sedimanter Yapılar</i>	<i>Biyolojik içerik</i>	<i>Fasiyes ilişkileri</i>	<i>Sedimanter Ortamı</i>
Yosun (moss) Tufa Litofasiyesi (Lm): Makrofitler (Lmp) -Uzunlamasına gelişen bitki sapları (Lst) -Briyofitler (Lbr)	Düzlemsel, merceksi Merceksi yarı dom yapısı	Uzunlamasına gelişen bitki sapları Kümelenmiş yosun seviyeleri	Sualtında bitkiler, çalılar Algler ve siyanobakteriler	Briyofitler (Lbr), Fitoklastik tufa (Lph), stromatolit (Ls), onkolit (Lo)	Akarsu hareketlemeleri ile bulantı oluşturan palustrin alanlar Örgülü akarsu ortamı, nehir kenarları, baraj ve şelale
Onkolitik Tufa Litofasiyesi (Lo)	Küresel, yarı küresel	Mikrobiyal yapılar, konsantrik halkalar	Büyük bitki sapı kalıpları	Intraklastik (Lic),	Baskın nehir ve bulantılı akış rejimi
Stromatolitik Tufa Litofasiyesi (Ls)	Yoğun laminalı, kalsit çökelleri, yarı dom yapısı	Laminalı mikrobiyal bağlamtaşı	Siyanobakteriler	Briyofitler (Lbr) Fitoklastik tufa (Lph)	Hızlı akış koşullarının hakim olduğu akarsu step alanları
Fitoklastik Tufa Litofasiyesi (Lph)	Düzlemsel, Merceksi tabakalar	Bitki sapları demetleri, silindirik taneler	Yapraklar, bitki sapları	Briyofitler (Lbr) ve yaygın olarak havza-dışı taneler (Lec)	Tipik olarak siğ örgülü sistemler, palustrin zon, baraj alanları
Intraklastik Tufa Fasiyesi (Lic)	Silt and kum boyu detritik	Belirgin bir sedimanter yapı yok	-----	Onkolitler (Lo)	Akarsu kanalları ve durgun su koşulları
Havza dışı taneler (Lec)	Düzlemsel, merceksi, Matriks destekli ve iyi yuvarlaklaşmış, egemen ofiyolitik ve kireçtaşından türemiş çakıllar	Kiremitvari çakıl dizilimi (<i>Imbrikasyon</i>) ve küçük ölçekli çapraz tabakalanma	Bitki sap kalıpları gibi organik materyaller	Fitoklastik tufa (Lph)	Akarsu kanallarındaki yüksek akışın olduğu alanlar
Sapropelitik Tufa Litofasiyesi (St)	Humusca zengin kömür ve sapropeller	Demir boyanmalı laminalanma	Makrofit kalıp yapıları, yaprak kalıpları	Briyofitler (Lbr)	Geçici gölcükler, durgun siğ sular
Eski toprak- Paleosol (Lp)	Silt, kil ve çamur gibi ince kırıntılılar	Belirgin bir sedimanter yapı yok	Bitki sapı kırıntıları, spor ve polenler	Fitoklastik tufa (Lph)	Göl ve paludal ortamlar

5.3. Sondaj Karot Verileri

Proje kapsamında planlanan sondaj kuyuları, arazi çalışmaları sırasında belirlenmiş olan noktalarda gerçekleştirilmiştir. Sarıkavak-Örtülü mevkiilerinde toplam 70 metreye yakın sondaj yapılmıştır. Yapılan tüm sondajların ölçülü kesitleri çıkartılmış ve yapılması planlanan tüm analizler için örnekler sistematik olarak seçilmiştir. Projenin bu döneminde yapılması planlanan analizler için seçilen örneklerin numaraları ve ayrıca radyometrik yaş bulguları, loglar üzerinde gösterilmiştir (Şekil 17, 18, 19, 20, 21, 22,23).

İlk sondaj yeri, Örtülü Köyü'nün hemen kuzey batısında terk edilmiş traverten ocağı olarak belirlenmiştir (GPS: 0744424/4198318, 993m). Traverten oluşumunun kalınlığını tam olarak ortaya çıkartılması amacıyla yapılan bu sondajda yaklaşık 9m gidilmiştir. 8. metrede traverten oluşumu bitmiş ve Oligosen yaşlı molas çökelleri olarak tanımlanan karasal kırıntılılara geçiş göstermiştir (Şekil 17). Bu karasal tortullar, genellikle Likya naplarına ait gri renkli kireçtaşı ve harzburjit, dünit gibi kırmızı kahverengimsi renkteki ofiyolit kökenli konglomeralardan türemişlerdir. Silt ve kil gibi ince taneli kırıntılılar, bu konglomeraların ara seviyelerinde yer yer görülmektedir (Şekil 17).

İkinci sondaj yeri, Sarıkavak Köyü'nün yaklaşık birkaç km kuzeyi olarak belirlenmiştir (GPS: 0745302/41998065, 1011m). İlk 3 metre killi seviyelerden oluşmakta ve herhangi bir traverten veya tufa izine rastlanmamaktadır (Şekil 18). Killi seviyeden sonra traverten çökelleri görülmektedir. Yer yer ince kırıntılı paleosol seviyelerine rastlansa da genel olarak traverten çökeli kesintisiz bir şekilde yaklaşık 5-6 metre daha devam etmektedir (Şekil 18).

Üçüncü sondaj yeri, Sarıkavak Köyü'nün üst kesiminde yapılmıştır. Örtülü Köyü civarında görülen traverten çökelleri Sarıkavak Köyü'ne doğru kaybolmuş ve ikinci sondajda yaklaşık 3 metre killi seviye ile birim başlamıştır. Üçüncü sondaj, tufa başlarının yüzeyde görülmeye başladığı noktada yapılmıştır (GPS: 0746588/4196916, 939m). Tufalar oldukça dağınık ve yer yer karstik boşluklu olarak görülmüştür (Şekil 19). Bu sondajda dikkat çeken bir husus, ilk 4 metre dağınık tufa çökellerine rastlanırken 5 metre'den sonra traverten çökellerine rastlanılmıştır. Toplam 10.5m sondaj yapılmış, travertenlerin yer yer karstik boşluklu, killi ara seviyelerinin bulunduğu tespit edilmiştir. Son 1.5 metre genellikle killi, kumlu, yer yer koyu siyah renkli mangan girdilerinden oluşmaktadır (Şekil 19).

Dördüncü sondaj yeri, Sarıkavak Köyü'nün merkezi olarak belirlenmiştir (GPS: 0746820/4196676, 934m). İlk 3.5 metre tufa çökelleriyle devam etmiştir. Yer yer killi seviyelere rastlanmıştır. Tufa çökelleri yerini daha kompakt, yer yer karstik boşluklu olmasına karşın sıkı tutturulmuş, beyaz renkli mikritik seviyelerin de gözleendiği traverten çökellerine bırakmıştır. 5.5 metre'de yaklaşık 50-60cm kalınlığında killi seviyeye rastlanılmıştır. Toplam yaklaşık 7 metre sondaja devam edilmiştir (Şekil 20).

Beşinci sondaj yeri, Sarıkavak Köyü'nün batı kesimi olarak belirlenmiştir (GPS: 0746518/4196508, 932m). Oligosen yaşlı kumtaşları, Sarıkavak tufa başlarının arasından yer yer yüzlek vermektedir. Kumtaşları yaklaşık 2 metre kalınlık sunmakta ve KB'ya doğru eğimlidirler (Şekil 13G). Çalışma alanında yapılan 4. ve 5. Sondajlar birbirlerine paralel olarak seçilmişlerdir ancak 5. sondajdaki travertenlerin kalınlığının 4. Sondaja göre daha az olduğu görülmüştür. 4. Sondajda traverten çökelleri 7. metrede de devam ederken, bu sondajda 6. metrede traverten çökelleri bitmiş yaklaşık 1.5 metre killi bir seviye devam etmiştir (Şekil 21).

Altıncı sondaj yeri, Sarıkavak Köyü'nün hemen güneyinden Acıgöl Grabeni'ne en yakın yer olarak belirlenmiştir (GPS: 0747230/4196369, 903m). Tufaların görüldüğü en son noktadan sondaj yapılmıştır. İlk 2 metre tufa ile başlamakta ve 4 metre traverten olarak devam etmektedir. Yaklaşık 1 metre çakıllı konglomeralı bir seviyenin ardından yaklaşık 1 metreye yakın killi kırıntılılarla devam etmektedir (Şekil 22). Bu sondajda toplam 7.5 metre sondaj yapılmıştır.

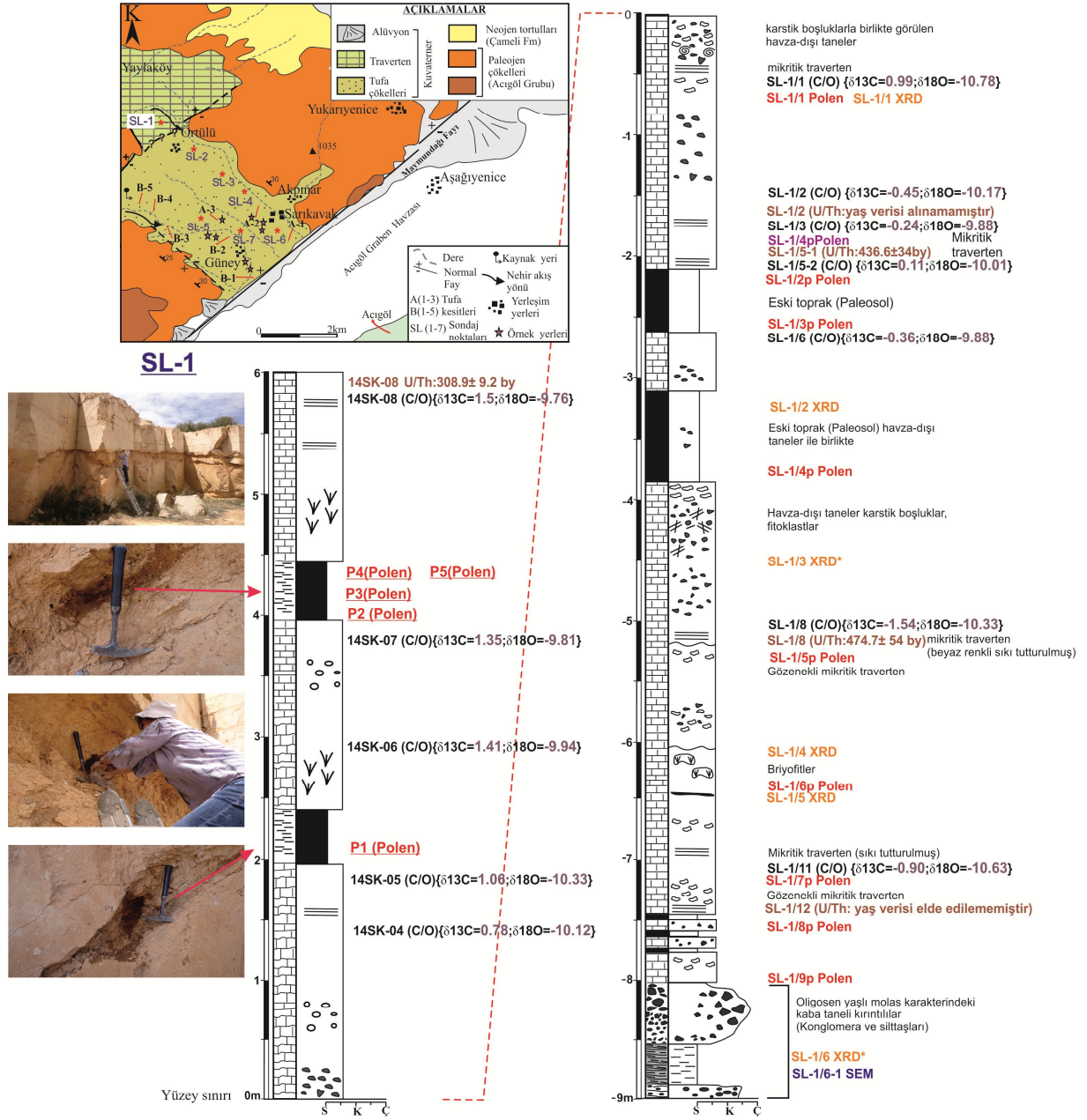
Yedinci sondaj yeri, Sarıkavak Köyü'nün güney batısı olarak seçilmiştir (GPS: 0746788/4196358, 916m). İlk 3.5 metre tufa-traverten aralanması şeklinde devam etmiş ve yaklaşık 2 metreye yakın killi seviye gözlenmiştir. 2.5 metre traverten çökelinin ardından 1.5 metre killi seviye ile sondaj tamamlanmıştır. Bu sondajda toplam 9 metre'ye kadar inilmiştir (Şekil 23).

Sondajlardan elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde, Örtülü Köyü civarında gözlenen ve yaklaşık birkaç km kuzeye doğru devam eden traverten çökelleri, güneye Sarıkavak Köyü'ne doğru (Acıgöl Grabeni'ne) yerini akarsu çökellerinin yüzeyde akarken çökelttikleri ve yer yer taşkın düzlükleriyle topoğrafyayı tamamen örttüğü tufa çökellerine bırakmıştır. Yaklaşık 100m'lik kot farkı boyunca eğim aşağı akan sular, önlerine çıkan engeller karşısında baraj, set veya şelale gibi yapılar geliştirerek çökelimlerini sürdürmüşlerdir. 7 ayrı noktada yapılan sondajlar, maksimum karbonat kalınlığının yaklaşık

15m olduğu belirlenmiştir (SL-1 logu). SL-1 sondajında traverten çökelleri kesintisiz bir şekilde devam etmiştir. Herhangi bir tufa çökeline rastlanmamıştır. SL-2 sondajında kalın bir killi seviyenin ardından tufa çökelleri başlamış ve traverten oluşumlarıyla devam etmiştir. SL-3, SL-4 ve SL-5 sondajlarında kesintisiz tufa-traverten devamlılığı toplam 5.5 m'yi bulmuştur. En kalın traverten-tufa istifli SL-5 sondajından elde edilmiştir. SL-6 sondajı, Acıgöl Graben'inin kuzey kenarı sınırında tufa başlarının en son görüldüğü yerde yapılmış ve 6m devam eden tufa-traverten, yer yer killi seviyelerle kesilmiştir. SL-7 sondajı, çalışma alanının en batı kısmında yapılmış ve traverten-tufa araldanması, killi seviyelerle kesilmiştir. Ayrıca, SL-5 ve SL-7 sondajlarında ostrakod ve gastropod gibi fosil kavkılarının daha kalın bir seviyede depolandığı, SL-1 sondajında çok ince bir seviyede bu fosillere rastlanıldığı görülmüştür. SL-3 ve SL-4 sondajlarında karbonat nodüllerine çok sık rastlanılmakta ve diğer sondaj loglarında hemen hemen hiç görülmemektedir. Karbonat çökelinin gerek iklimsel ve gerekse tektonik hareketlenmeye bağlı olarak duraksadığını ve bu dönemde klastik çökellerin (kil, silt gibi) kalın istifler halinde depolandığını görülmüştür.

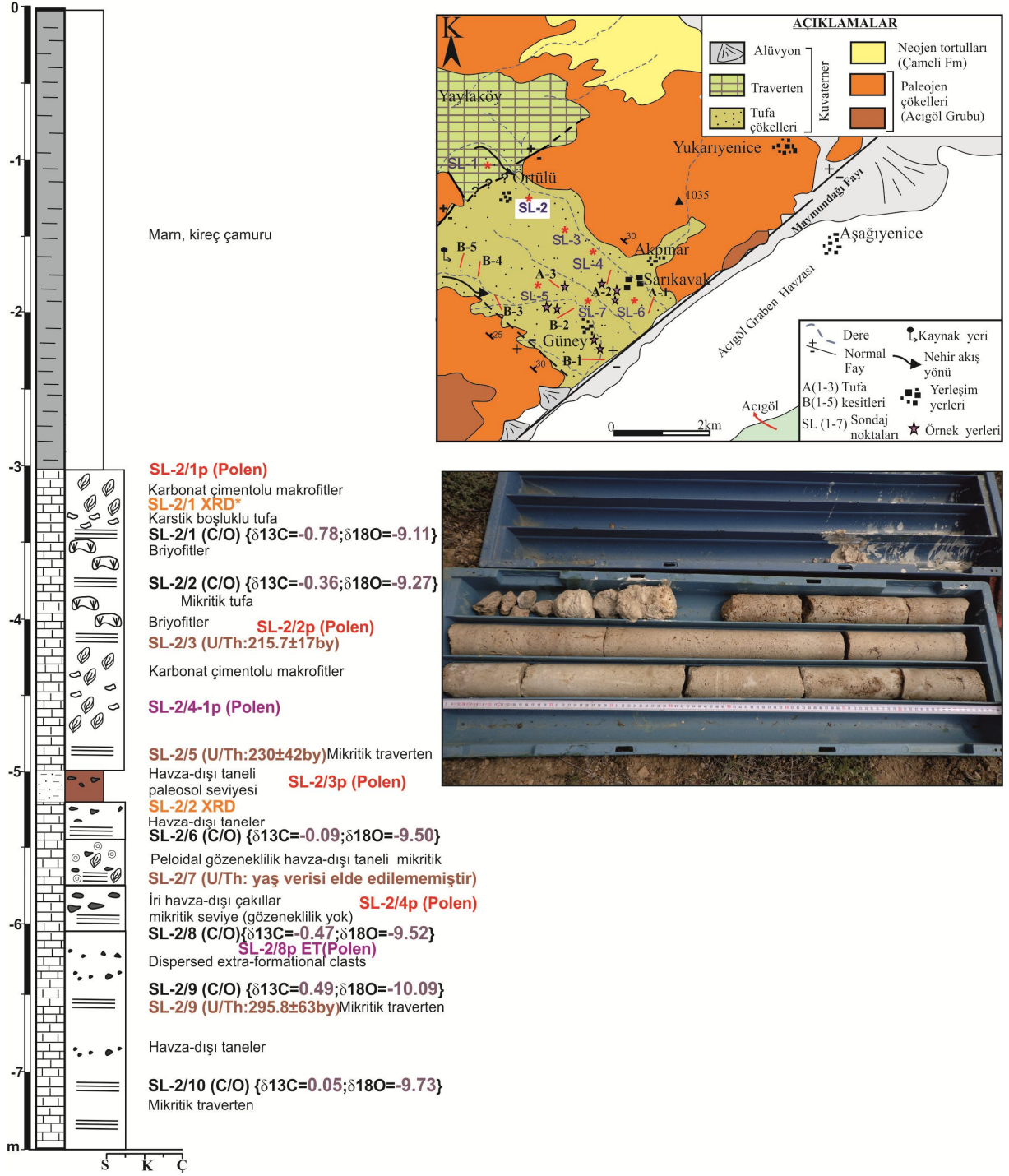
Tufalar genellikle koyu kahverengi renkte, bol gözenekli, makrofit ve briyofitlerin yoğun olarak gözlemlendiği, daha kırılabilir, ufalanabilir bir yapıya sahip olarak gözlenmektedir (Şekil 24E). Yapılan tüm sondajlarda, tufa çökellerinin altında yer yer killi seviyeler ve bununla birlikte daha sıkı, açık renkli, iyi tutturulmuş, pekleşmiş traverten çökellerine rastlanılmıştır. Bu tufa - traverten birlikteliği Acıgöl Grabeni'ni sınırlayan normal bir fayla (Maymundağı fayı) noktalanmıştır (Şekil 24C). Tufaların kalınlıkları havzanın güneyine doğru (Acıgöl Grabeni) artmakta ve maksimum kalınlık yaklaşık 25m'yi bulmaktadır.

Acıgöl Grabeni'nin güney kesiminde herhangi bir traverten veya tufa oluşumlarına rastlanmamıştır. Çok geniş bir yayılıma sahip olmayan bu karasal karbonat çökellerinin, Örtülü Köyü'nün kuzeyinden başlayarak güneye doğru Sarıkavak Köyü'nü de içine alacak biçimde birbirleriyle geçişli bir şekilde (traverten-tufa) graben kenarına kadar devamlılıklarını sürdürdükleri görülmüştür (Şekil 24).

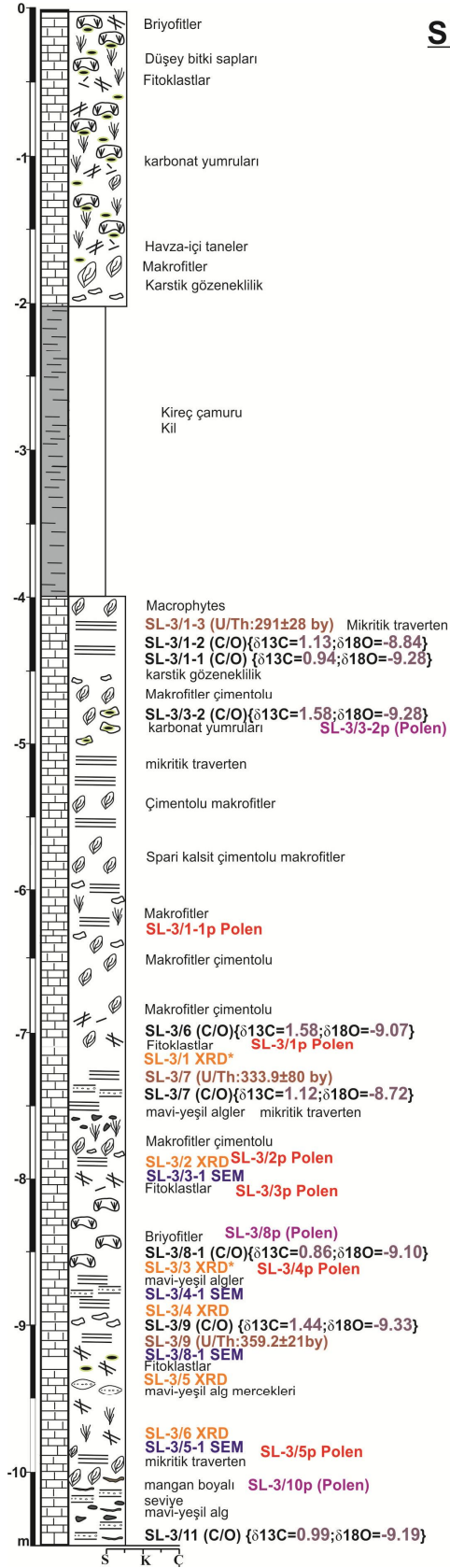


Şekil 17. Örtülü köyü terk edilmiş traverten ocağının yüzeyinden ve SL-1 karotundan alınan ölçülü stratigrafik kesit ve örnek numaraları.

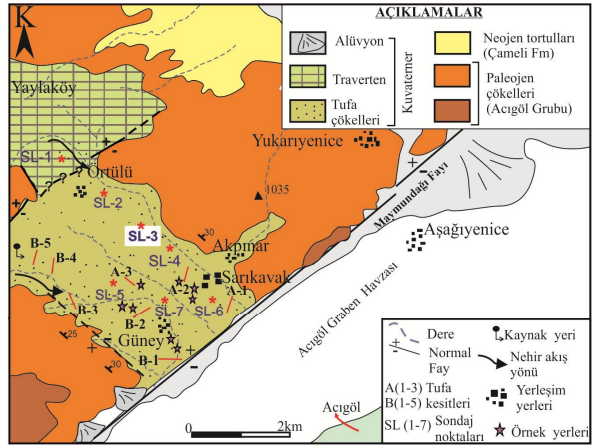
SL-2



Şekil 18. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan ikinci sondaj karotunun ölçümlü stratigrafik kesiti (SL-2) ve örnek numaraları.

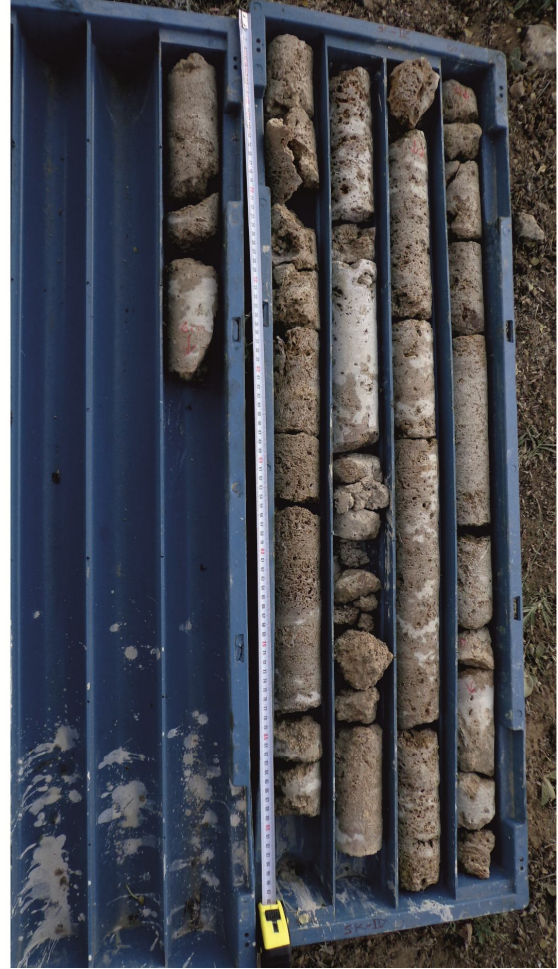
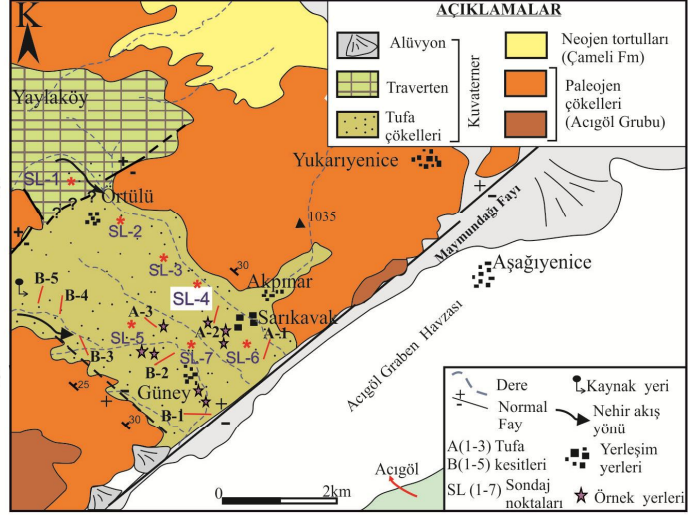
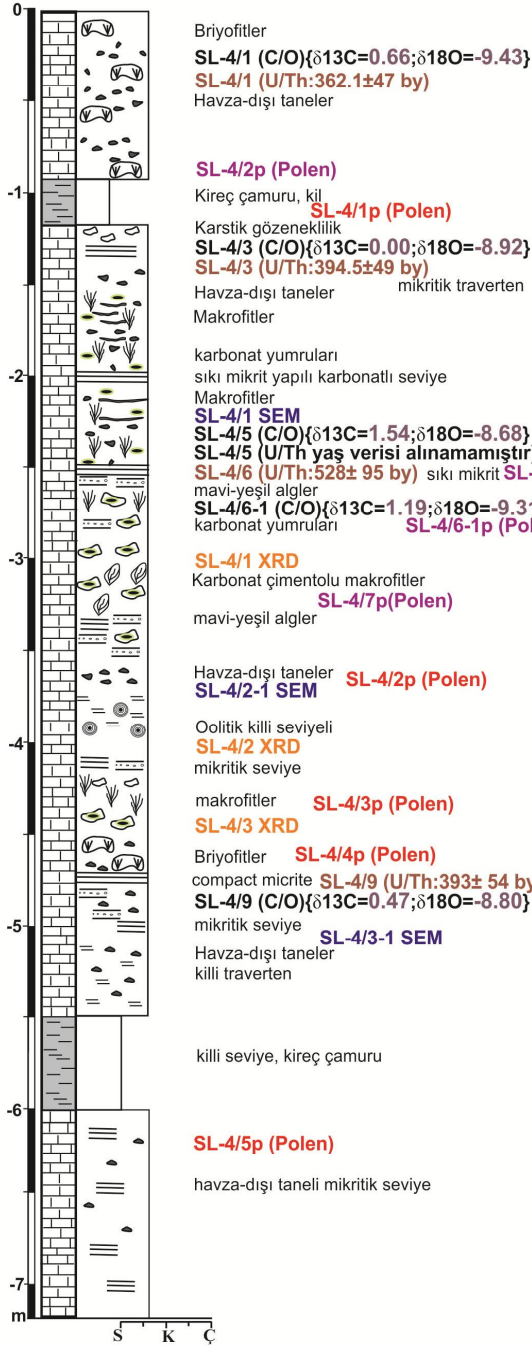


SL-3

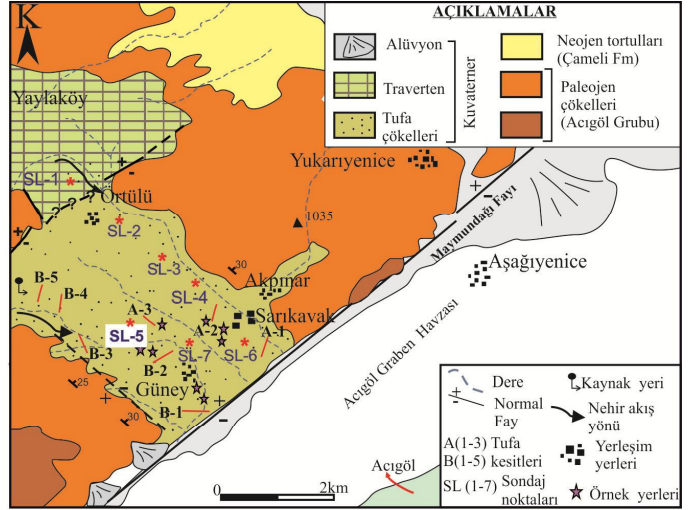
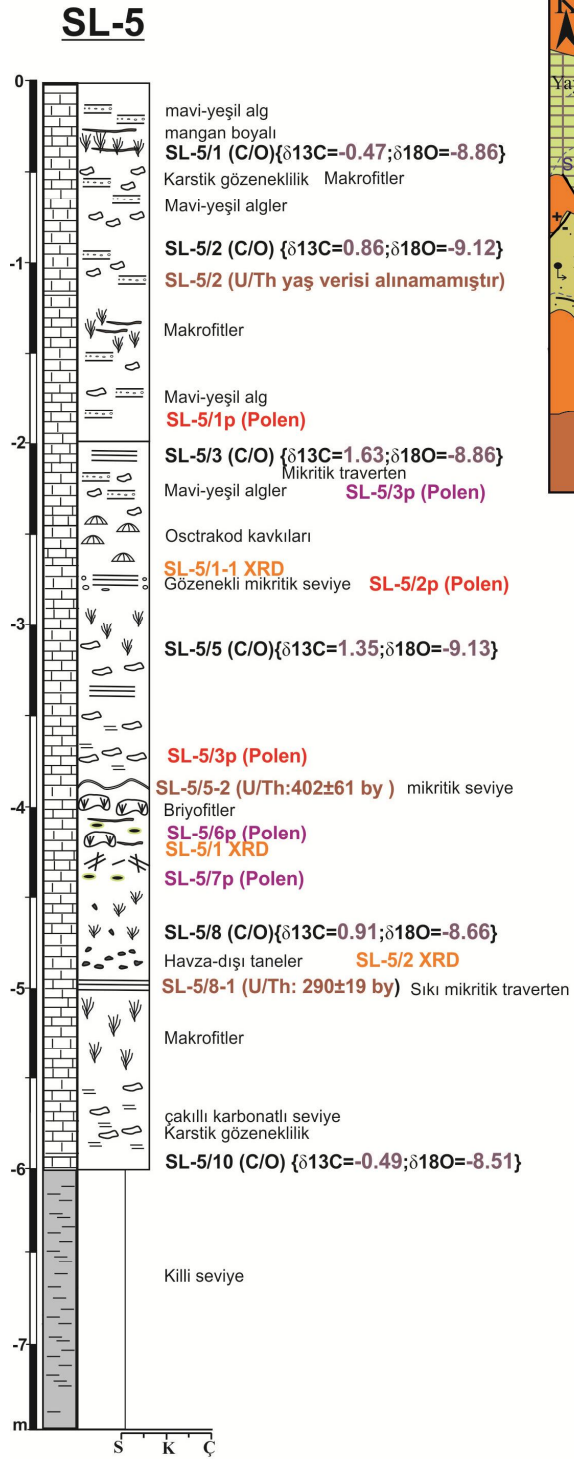


Şekil 19. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan üçüncü sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-3) ve örnek numaraları.

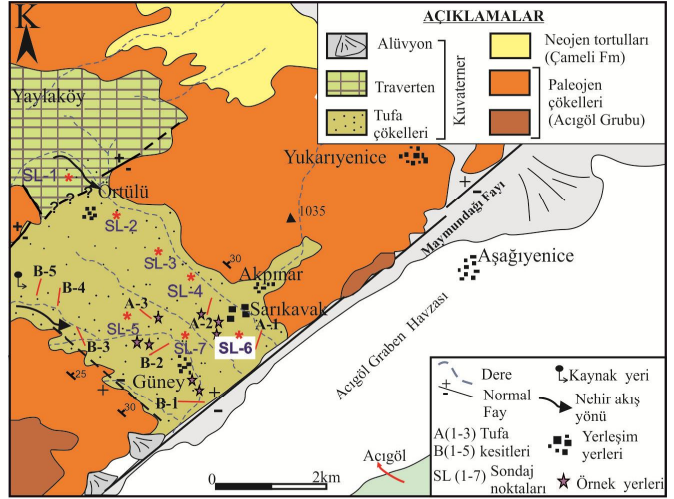
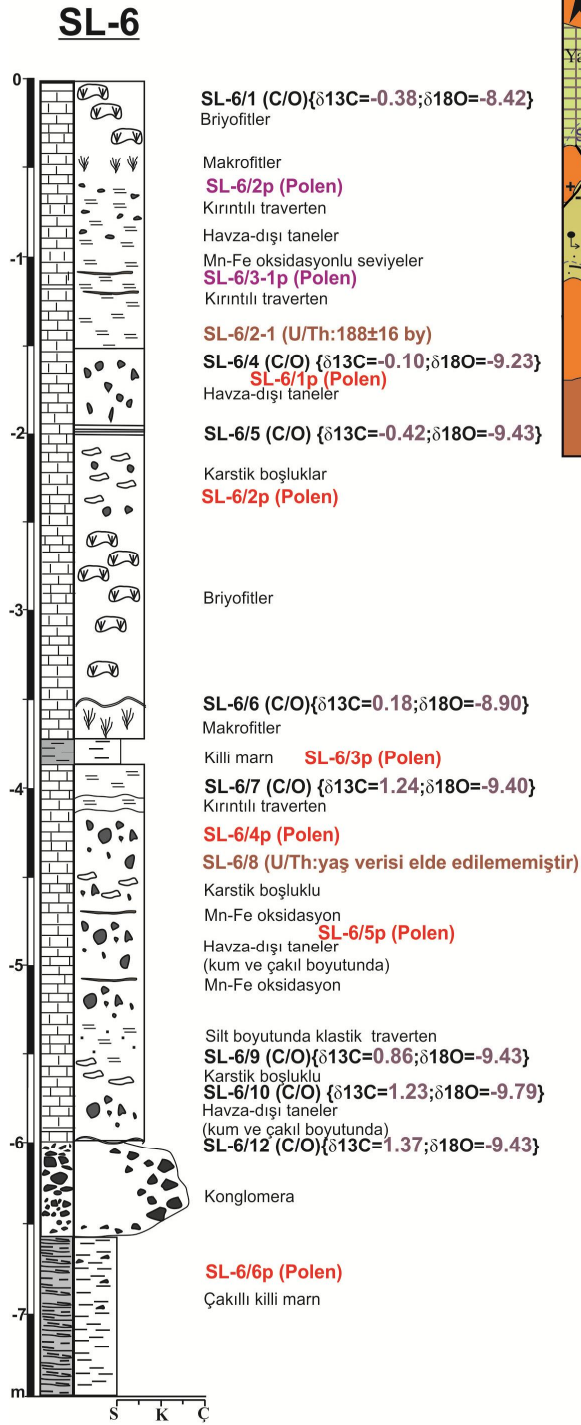
SL-4



Şekil 20. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan dördüncü sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-4) ve örnek numaraları.

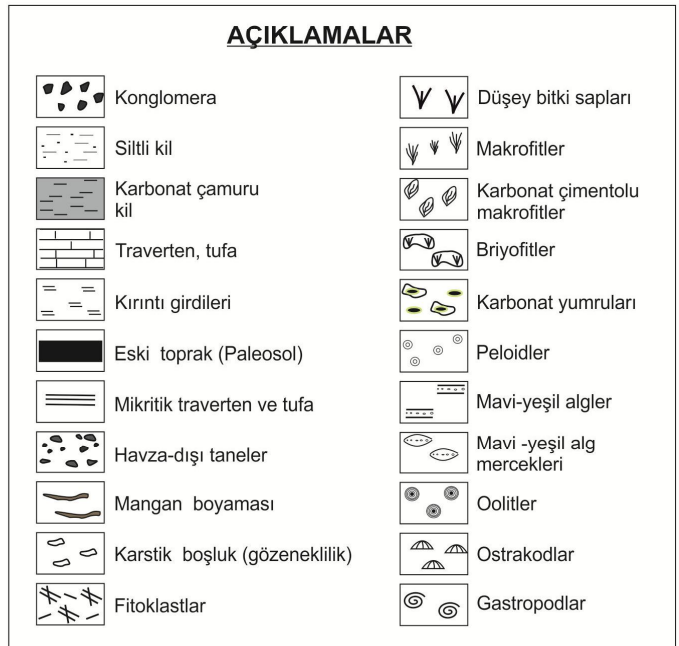
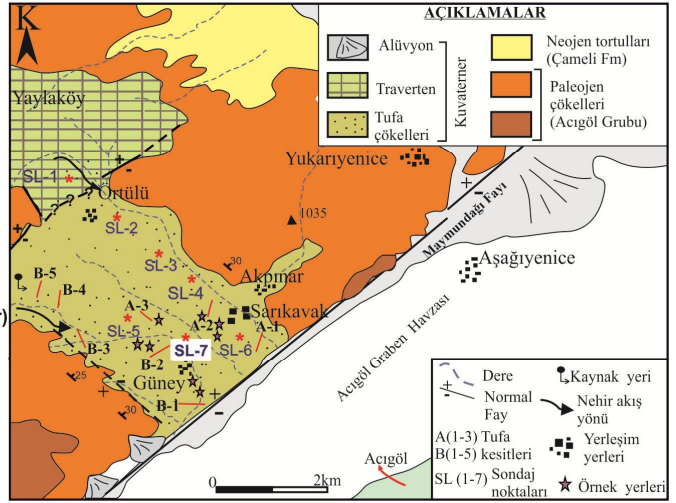
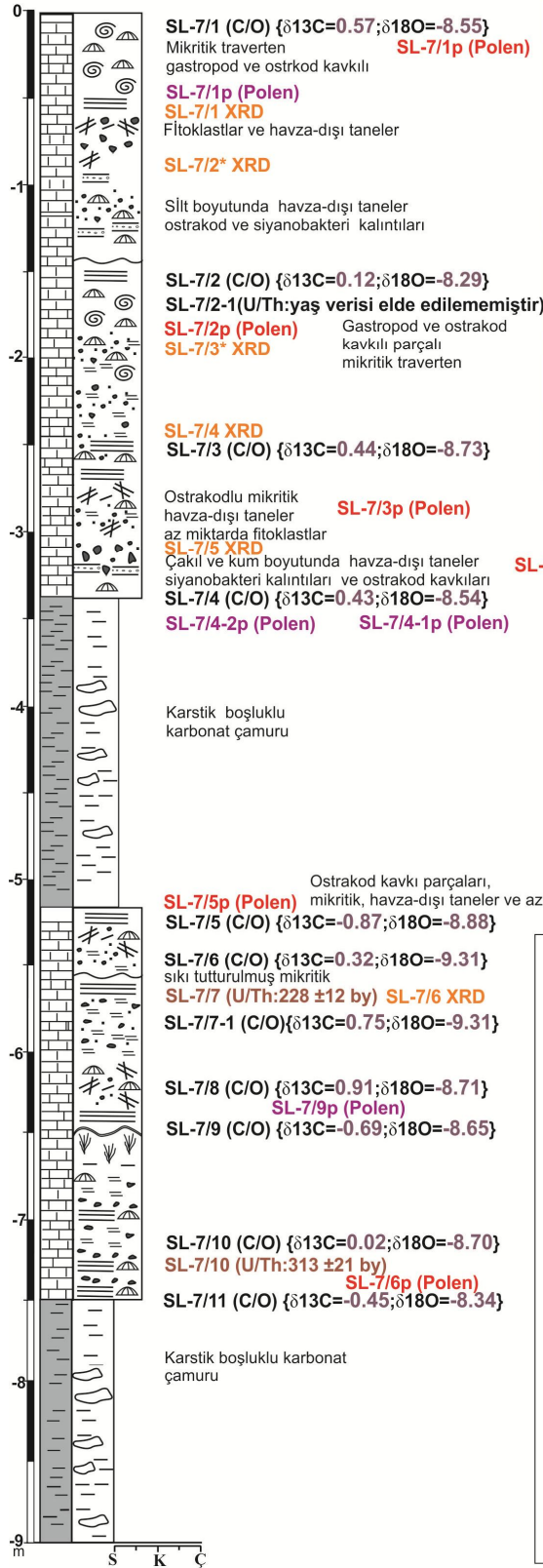


Şekil 21. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan beşinci sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-5) ve örnek numaraları.



Şekil 22. Sarıkavak tufa çökeltilerinden alınan altıncı sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-6) ve örnek numaraları.

SL-7



Şekil 23. Sarıkavak tufa çökellerinden alınan yedinci sondaj karotunun ölçülü stratigrafik kesiti (SL-7) ve örnek numaraları.



Şekil 24. (A ve B) Örtülü travertenleri ve Sarıkavak tufa alanlarında yapılan sondaj çalışmaları. (C) Sarıkavak tufa başlarının arazideki görünümü. (D) Sondajlardan elde edilen karot numuneleri. (E) Tufa karot numunelerinin yakından görünümü.

5.4. Laboratuvar Analiz Sonuçları

5.4.1. Petrografik Analiz Sonuçları

5.4.1.1. İnce Kesit Analizi

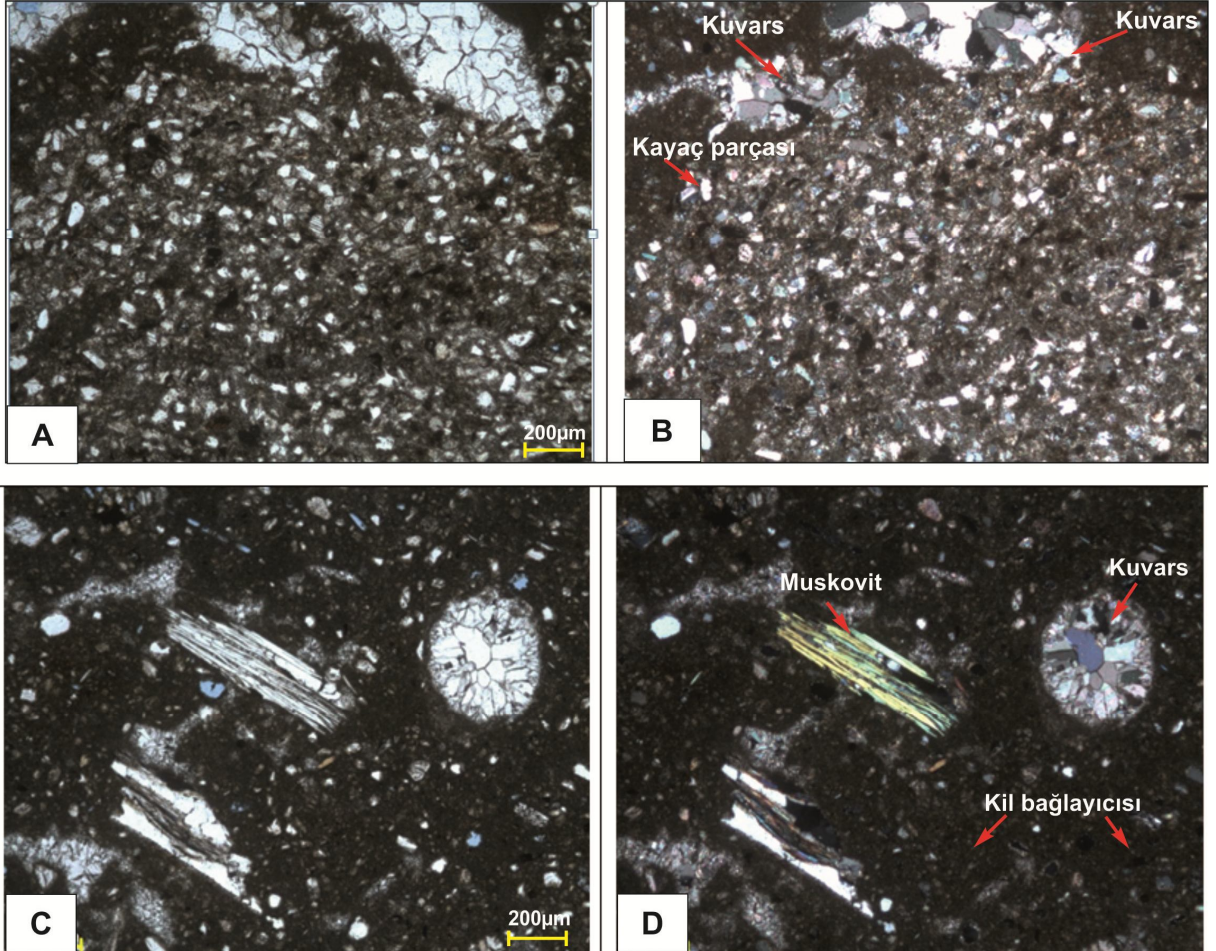
Örtülü traverten ocağından alınan tapa örneklerinden ve tufalardan elde edilen ince kesit çalışmaları ve sonuçları proje kapsamında planlanan çalışmalar olarak gerçekleştirilmiştir.

Sarıkavak ve Örtülü Köyleri arasında gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında ilk olarak, Örtülü traverten ocağından sahada taşınabilir el karotiyeri yardımıyla yaklaşık 1" (2.54cm) çapında silindirik numuneler alınmıştır. Bu numunelerin ince kesit analizleri yapılmış ve dokusal özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Örtülü traverten ocağının taban kesiminde yer alan havza dışı ve havza içi tanelerden oluşan kırıntılı seviyeleri (ÖT-1) Şekil 25'de ve ince kesit görüntüleri Şekil 26' da ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 25. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-1 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

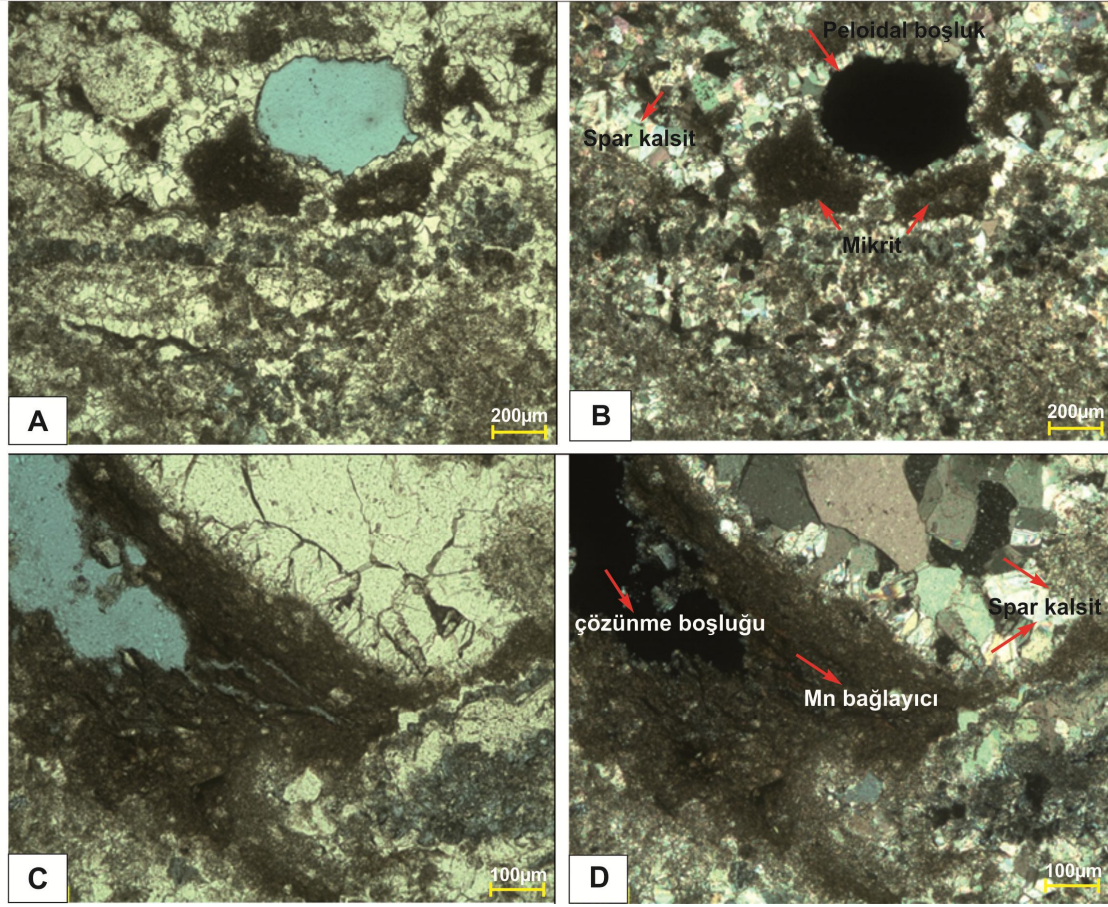


Şekil 26. (A,B) Kuvars and plajiyoklas kırıntılarında oluşan kayaç parçasının, oksitlenmeden dolayı demirli kil bağlayıcısı içindeki görüntüsü (tek nikol ve çift nikol). (C,D) Muskovit ve kuvars kırıntılarının, oksitlenmiş kil bağlayıcısı içinde görüntüsü (tek nikol ve çift nikol).

Kırıntılı seviyenin üzerinde yeralan, fito içerikli ve yer yer Mn boyamalı havza-içi taneli litofasiyesine (ÖT-2) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekil 27 ve 28'de verilmiştir.



Şekil 27. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-2 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

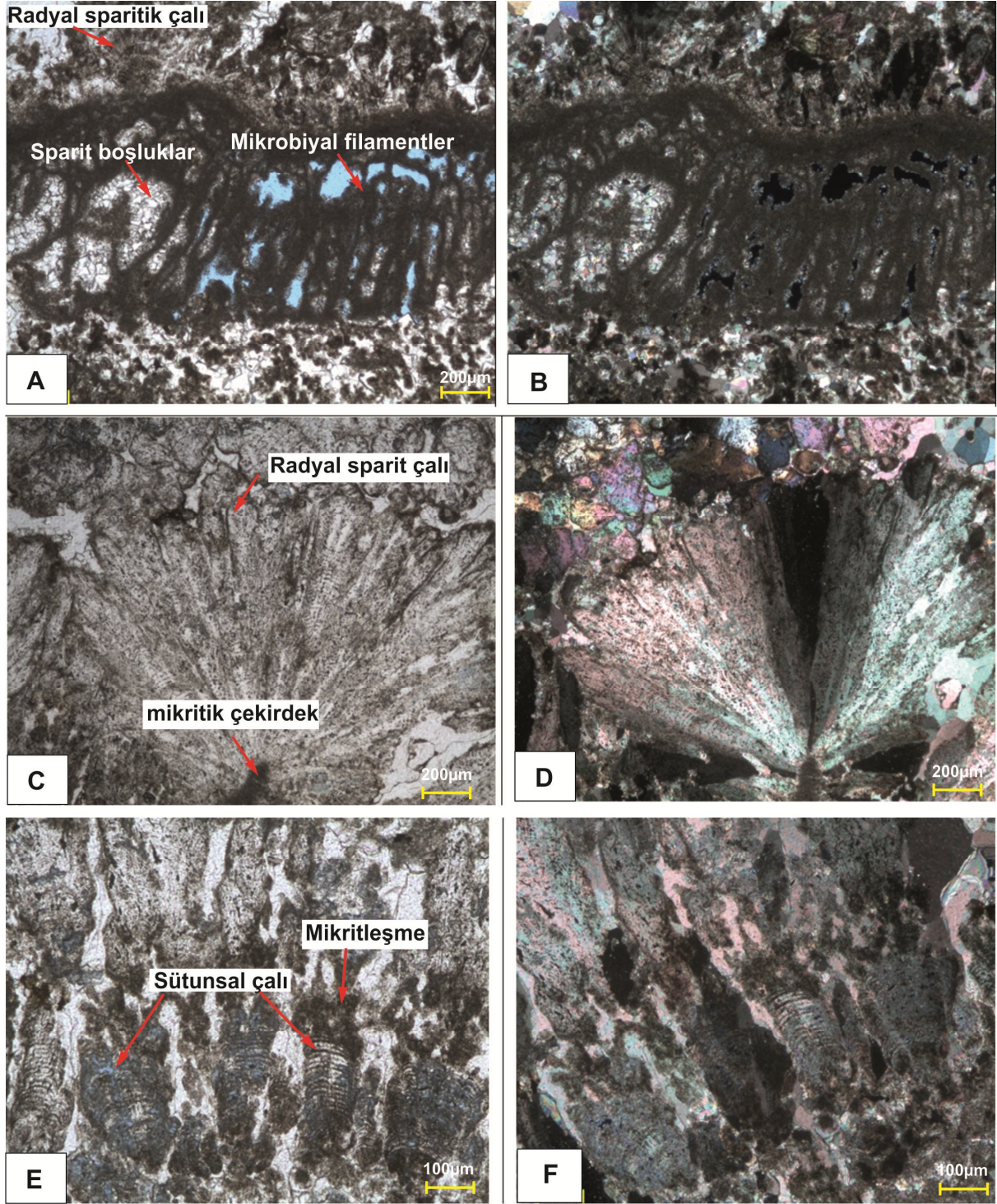


Şekil 28. (A,B) zarflı mikritlerin, bloklu veya uzun spar kristaller tarafından çevrelenmiş görüntüsü. Bu mikritlerin çözünmesiyle oluşan tane içi veya peloid içi boşluklar (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Mn içerikli çimento gösteren koyu renkli sıkı çimento ve bloklu spar kristalleri, çözülmeye bağlı ortaya çıkan boşluklar (x10 büyütme, tek ve çift nikol).

Fito organizma ve havza-içi tane içerikli kamış tipi litofasiyesine (ÖT-3) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 29 ve 30'da gösterilmiştir.



Şekil 29. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-3 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

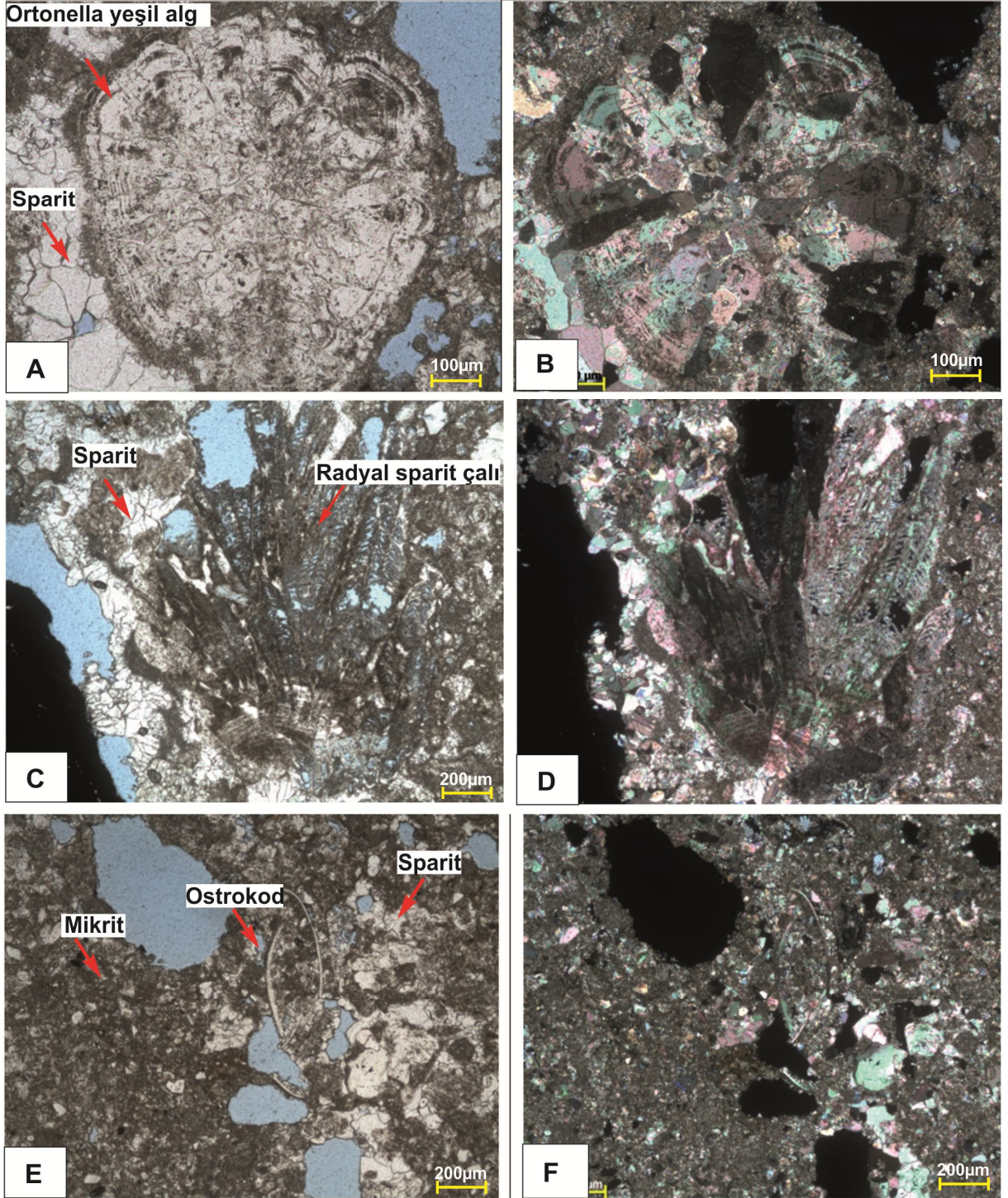


Şekil 30. (A,B) iç içe geçmiş mikritik dentritiklerden oluşan mikrobiyal filamentler ve bloklular tarafından doldurulan filament arası boşluklar (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Çekirdek görevi üstlenen küresel şekilli zarflı mikrit etrafında yelpaze şeklinde stromatolite dokusunu sergileyen radyal sparitik çalı büyümesi (x10 büyütme, tek ve çift nikol). (E,F) Mikrit ve spar laminalarının ardalanması ile oluşan stromatolite dokulu kristalin sütunsal çalıların çözünmesiyle ortaya çıkan laminar boşluklar ve kristal sınırları boyunca görülen mikritleşme (Kahle, 1977).

Mikrobiyal yaygı ve havza-içi taneler içeren vaketaşı fasiyesine (ÖT-4) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 31 ve 32’de gösterilmiştir. Yaklaşık 5 cm yüksekliğinde açık renkli mikrobiyal yaygılı vaketaşı içinden alınan bir tapa örneği de ayrıca aşağıda sarı ok ile belirtilmiştir.

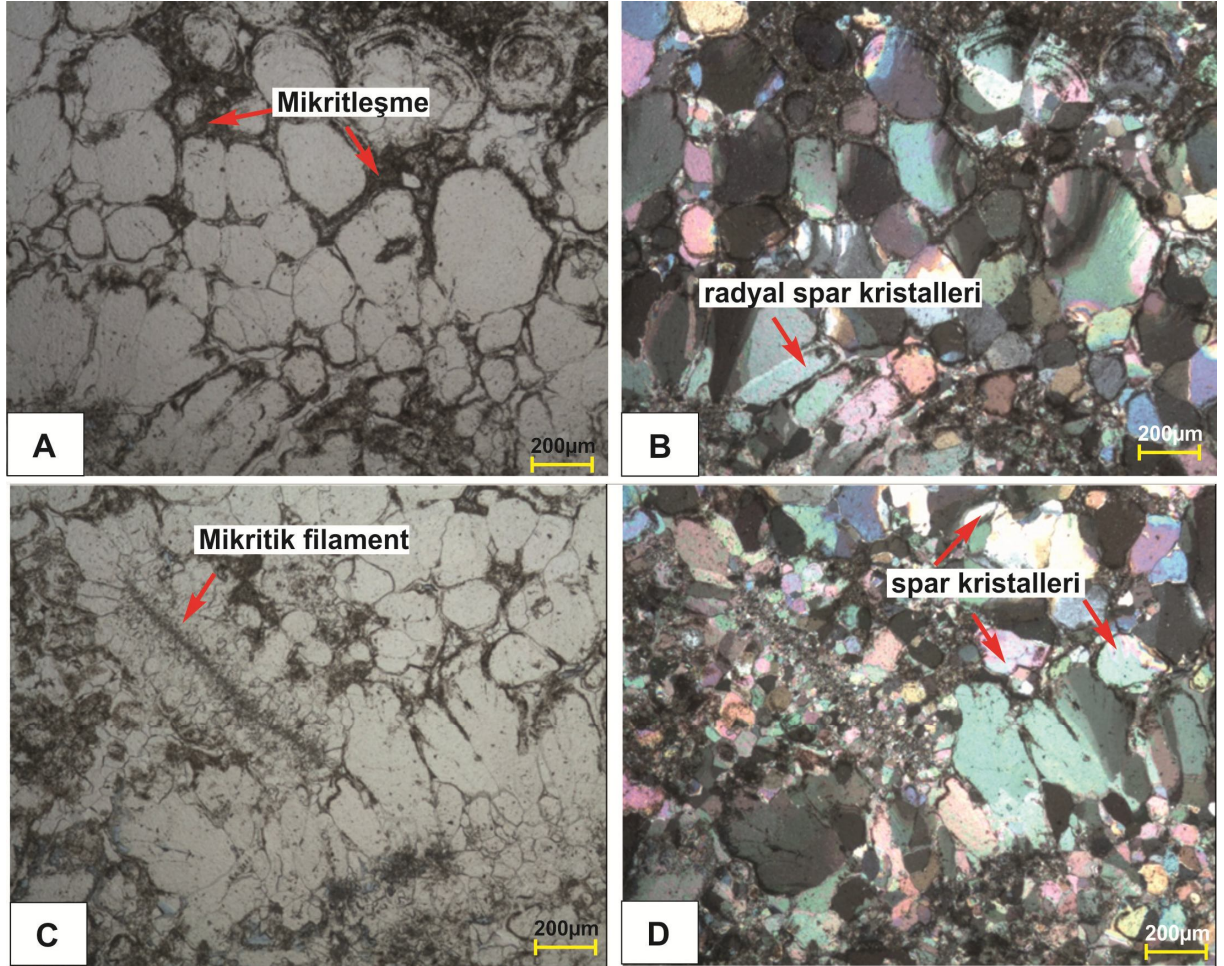


Şekil 31. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-4 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).



Şekil 32. (A,B) Ortonella yeşil alg kavkısı. Alg kavkısının iç kısmı, 200µm çapında çekirdek nodüllü doku sergileyen eş boyutlu spar kristallerinin görünümü (tek nikol ve çift nikol). (C,D) Stromato doku sergileyen mikrit ve spar laminaların ardalanmasından oluşan yelpaze şeklinde çalı gibi radyal sparit dokusu (tek nikol ve çift nikol). (E,F) Afanitik mikrit ile beraber kuvars taneleri, kırılmış ostrakod kavkuları ve blokluk spar kristalleri (Mikrospar kristalleri genel olarak mikritler arasında gelişmekte).

Fitoklast taneleri içeren Örtülü terkedilmiş traverten ocağına ait ÖT-5'in ince kesit görüntüleri Şekil 33'de verilmiştir.

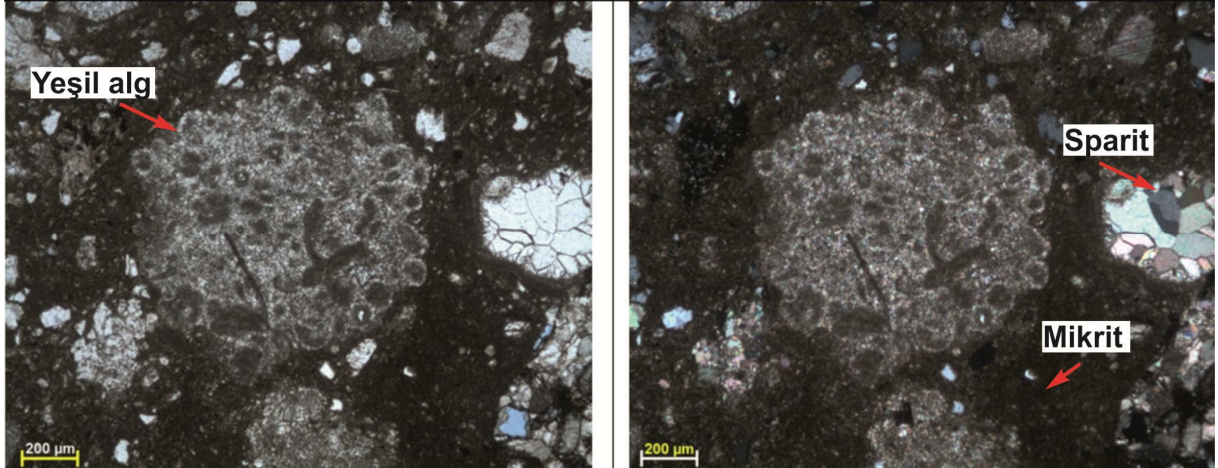


Şekil 33. (A,B) Bitki kavkısı üzerinde gelişen eşboyutlu uzun spar kristaller, yeşil alg kavkısının neomorfizmaya uğramış olduğunu gösterebilir. Bu radyal uzun spar kristallerin sınırları boyunca mikritleşme meydana gelmiştir. (C,D) İnce mikritik filamentler, rekristallenmiştir. Bu filamentin etrafı, uzun ve blokluk spar kristalleri ile çevrelenmiştir. Bu rekristallenmiş mikritik filament, bitkinin bozunması ile ortaya çıkmıştır. Bu uzun spar kristaller de neomorfik algal kabukları temsil edebilir (Love ve Chafetz, 1986).

Havza-dışı ve havza-içi kırıntıları içeren paleosol fasiyesine (ÖT-6) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 34 ve 35'te verilmektedir. Örnek alınan yer sarı ok ile gösterilmiştir.



Şekil 34. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-6 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

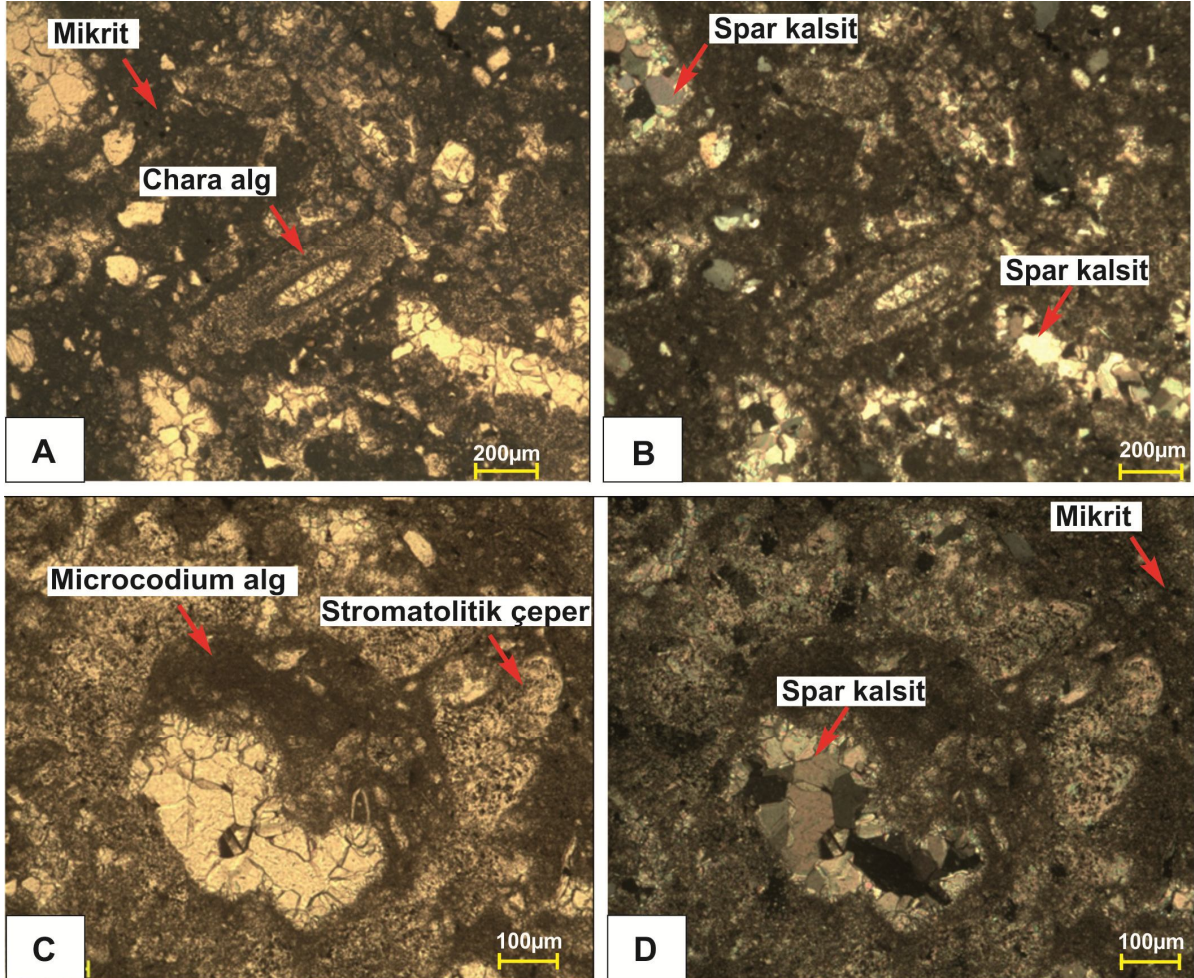


Şekil 35. Kıl (mikrit) bağlayıcısı içinde yeşil alg organizma kavkısının görüntüsü (tek ve çift nikol).

Paleosol seviyesinin üzerinde gözlenen fito içerikli vaketası fasiyesine (ÖT-7) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 36 ve 37'de verilmektedir.



Şekil 36. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-7 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

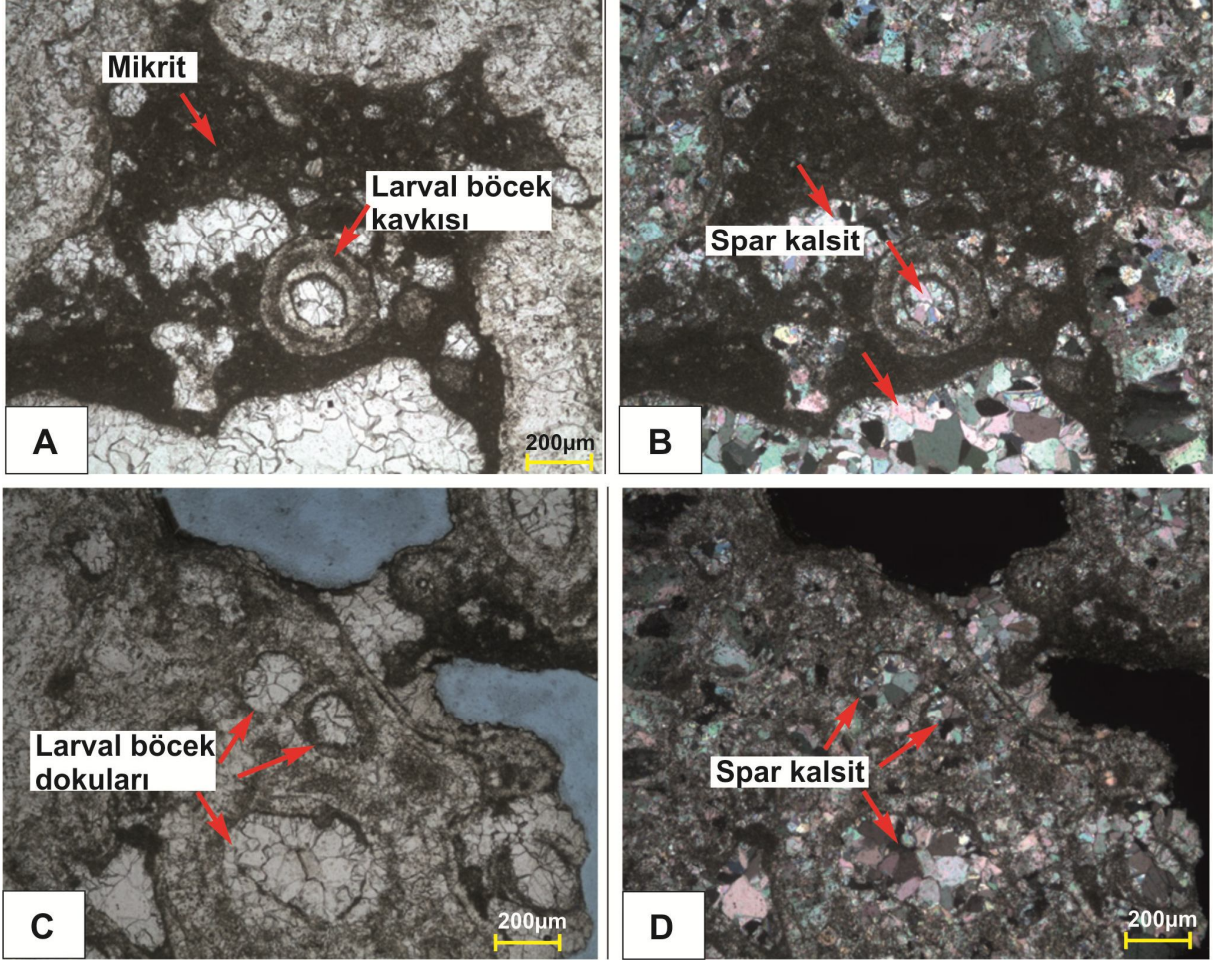


Şekil 37. (A,B) Koyu kahve renkli mikrit içinde boyuna kesilmiş chara alg (sıkışma diyajenez sürecinden dolayı gömülü olarak görülmekte). (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Çiçek şeklindeki microcodium alg organizmasının stromatolit yapısına benzer kalın sparit laminalardan oluşan kavkısının görüntüsü (x10 büyütme, tek ve çift nikol).

Yaklaşık 10 cm yüksekliğinde yerinde çökelen ÖT-8 seviyesinden alınan tapa örneğine (sarı ok ile gösterilen) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekil 38 ve 39'da gösterilmiştir. Bu örnek, akarsu sistemlerinde meydana gelmiş bol bitki veya fito organizmalar içeren fitoherm fasiyesinde (Cipriani vd., 1977; Pedley, 1992) gelişmiş olabileceği düşünülmektedir. Bu fasiyes içinde bol miktarda gözlenen larval böcek kalıntıları, karbonatın hızlı çökeliminden dolayı korunmuştur (Flugel, 2004). Çoğu böcekler, kaynak sistemlerine yakın yaşarlar. Chironomid gibi böcekler, karbonat çökellerinde yaygın biçimde korunmuş olan oyukları açığa çıkarır. Chironomid larval böcek, kısa süre içinde kalsit ile kabuklaşmış olan borumsu bir kafes ağı halinde görülür (Pentecost, 2005).



Şekil 38. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-8 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

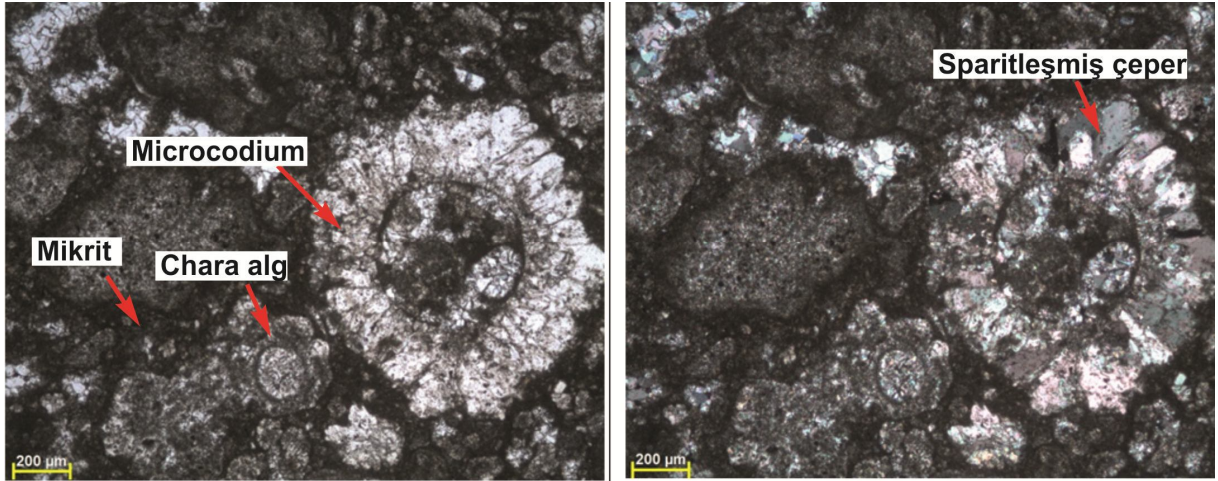


Şekil 39. (A,B) Koyu kahve renkli afanitik mikrit içinde küresel şekilli larval böcek kavkısı, bloklı spar kristalleri (x5 büyütme, tek nikol ve çift nikol). (C,D) Büyük çaplı kalsit ile çimentolanmış deliklerden oluşan ağlar ve larval böcek dokularının görüntüsü (x5 büyütme, tek nikol ve çift nikol).

Havza-içi taneli (intraclasts) traverten fasiyesine (ÖT-9) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüsü Şekiller 40 ve 41’de verilmiştir.



Şekil 40. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-9 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

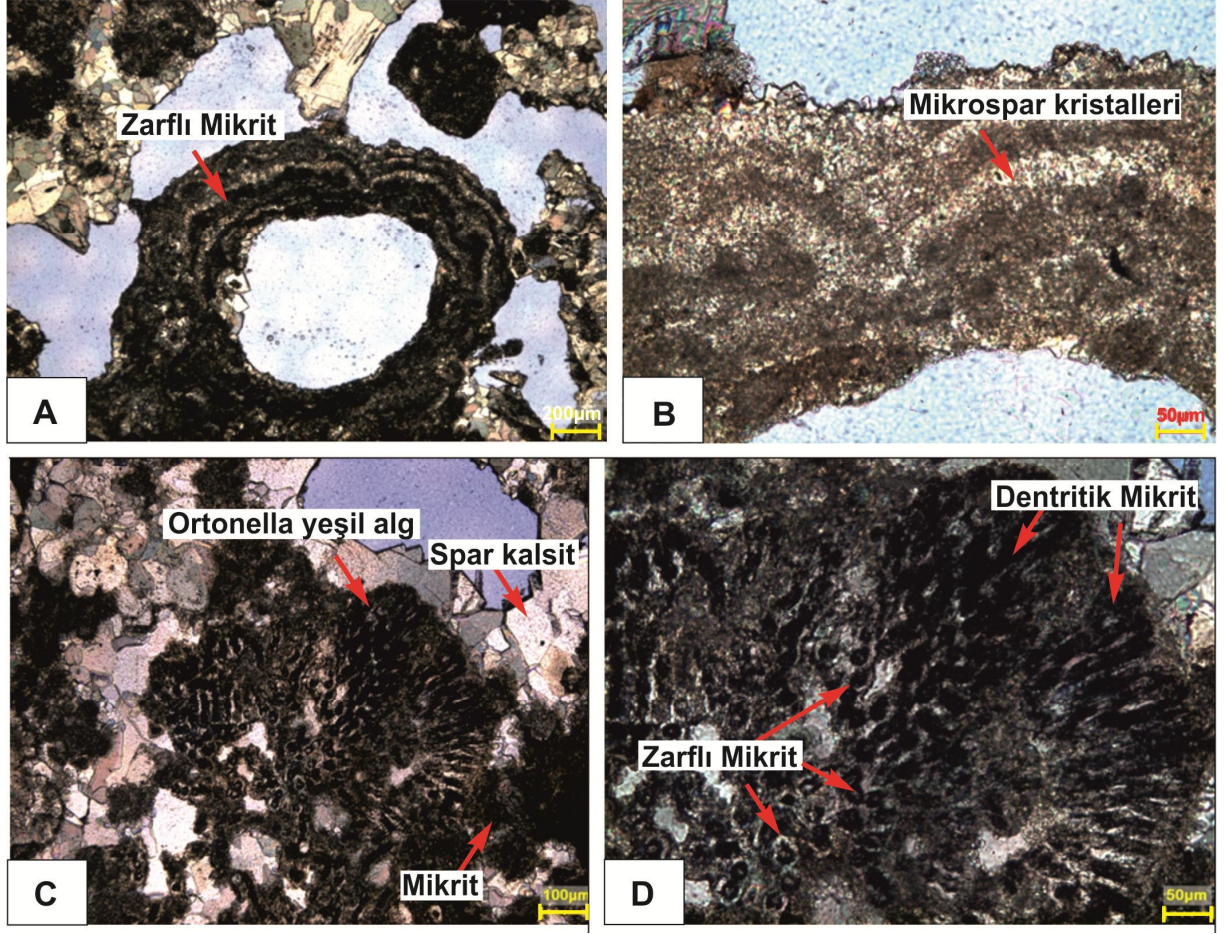


Şekil 41. Mikritik bağlayıcı içinde rekristallenmeye uğrayan yeşil algerin görünümü (tek ve çift nikol).

Kanal içinde çökelmiş fito organizma içeren havza-içi taneli traverten litofasiyesine (ÖT-10) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 42 ve 43'de verilmiştir.



Şekil 42. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-10 örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

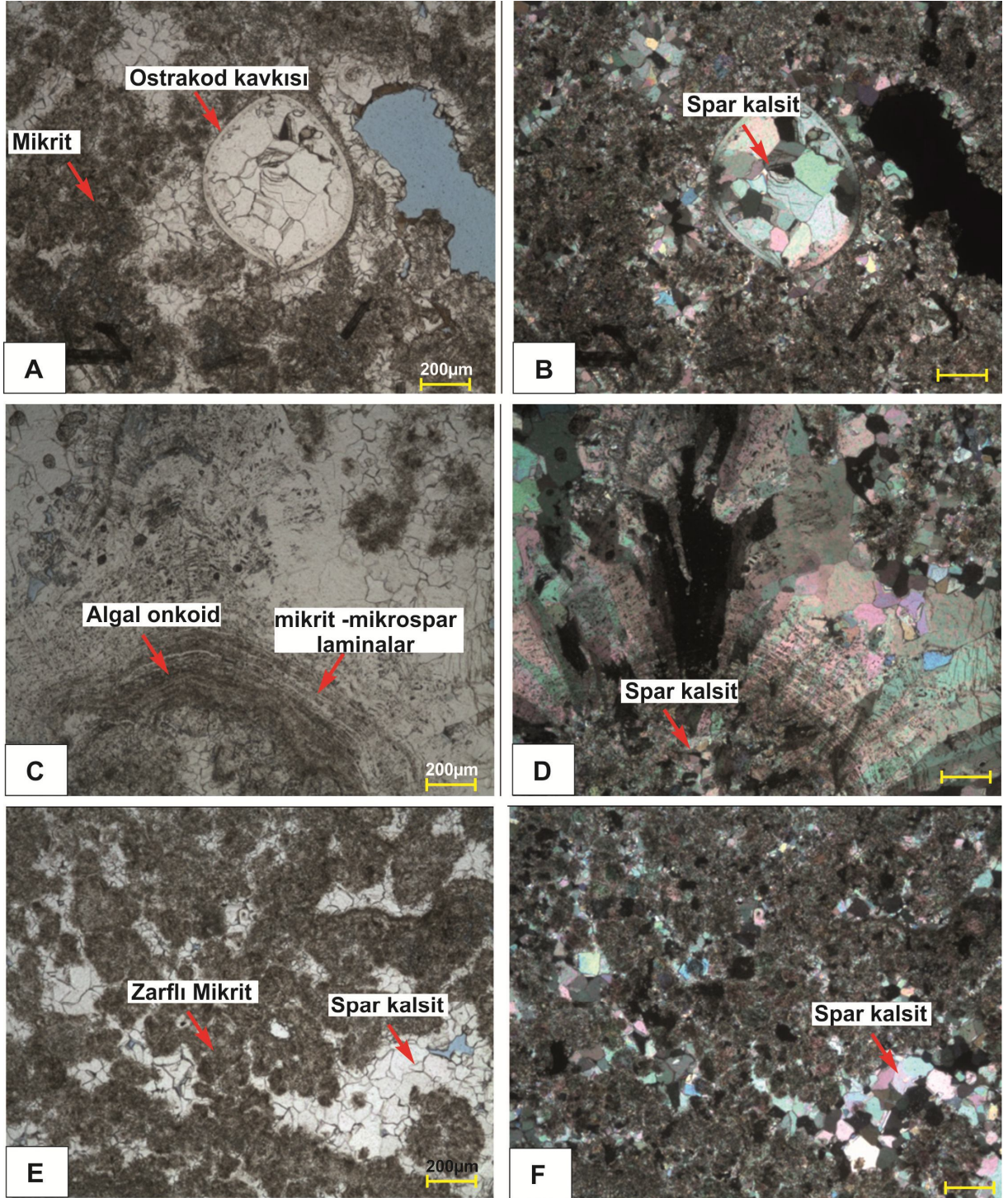


Şekil 43. (A,B) Mikrokristalin kalsit tarafından çevrelenen zarflı mikritlerin görünümü (solda). Soldaki görüntünün ayrıntılı çekimi (sağda) (Zarflı mikritlerin çok ince izopak mikrospar kristalleri tarafından çevrelendiğini göstermektedir). (x5 büyütme, çift nikol). (B,C) Yeşil alg filamentlerinin bloklu spar kalsit bağlayıcı içindeki gömülü görüntüsü (solda, x10 çift nikol; sağda x20, çift nikol). Küçük zarflı ve dendritik mikritler bir zincir şeklinde birbirine bağlanmaktadır.

Kanal içinde çökelen intraklast içerikli havza-içi taneli litofasiyesini örten ince laminalı ve bosluklu karniş (reeds) tipi traverten litofasiyesine (ÖT-11) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 44 ve 45’de verilmiştir. İnce kesit görüntüleri incelendiğinde küresel şekilli zarflı mikritler yoğun olarak gözlenmiştir (Şekil 45). Bu küresel zarflı mikritler, hemen hemen eş boyutlu bloklu spari kristallerin içine gömülmüştür (Şekil 45E ve F). Bu mikritler, durgun su koşulları altında havuz ortamlarında oluşan tipik bir çalı dokusunu temsil etmektedir.



Şekil 44. Örtülü terkedilmiş traverten ocağından alınan ÖT-11 tapa örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).

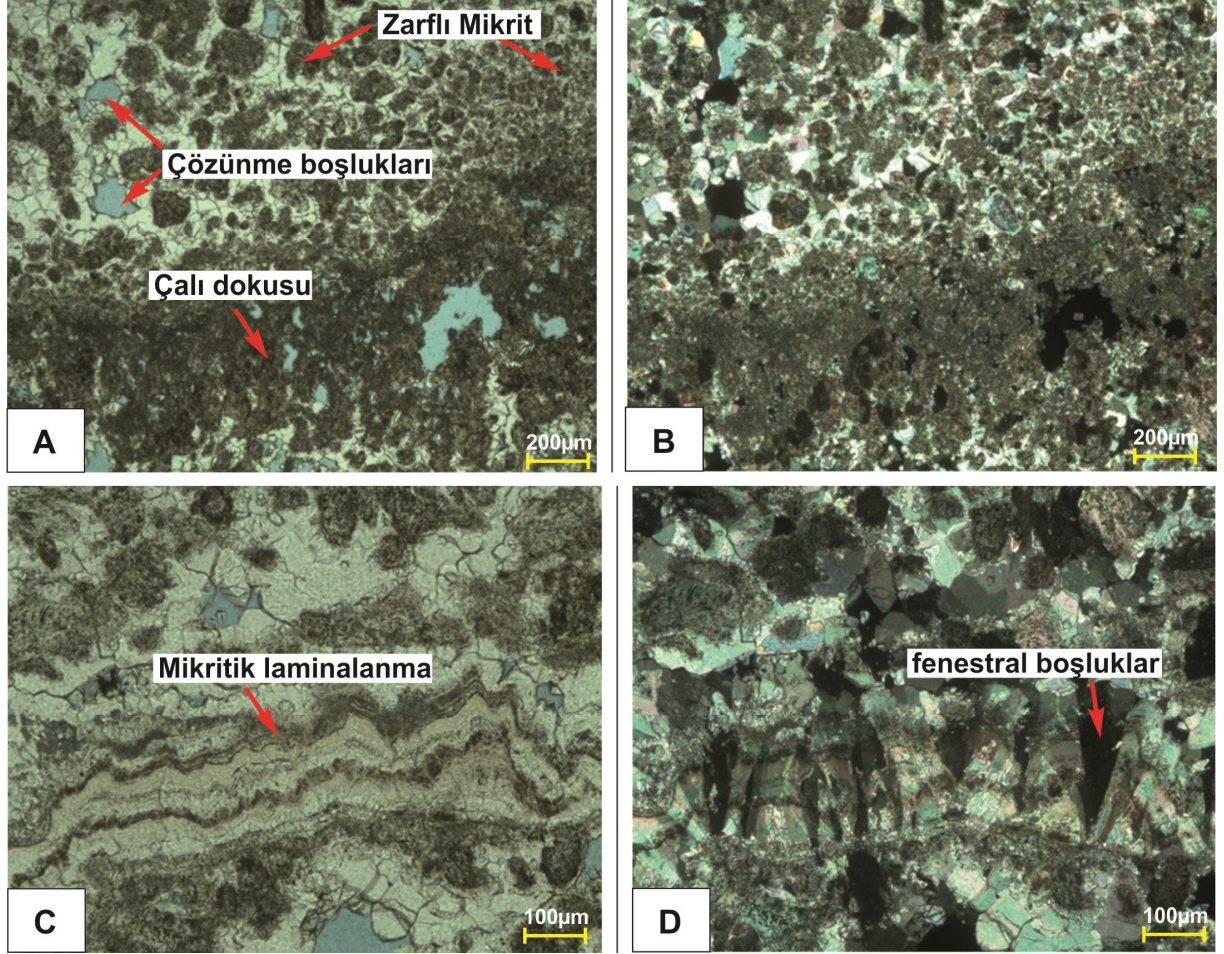


Şekil 45. (A,B) Koyu kahve renkli zarflı mikritlerin oluşturduğu kümeler ve ostrakod kavkısının görünüşleri (tek ve çift nikol). (C,D) Onkoid kabuğu ve eş boyutlu blok spar kristallerinden oluşan çekirdek. Çekirdeğin etrafında gelişen kabuk, mikrobiyal kökenli dalgalı düzensiz, çok ince kalınlıkta mikrit ve mikrospar laminalarından oluşmaktadır (tek ve çift nikol). (E,F) Küresel şekilli zarflı mikritler ile hemen hemen eş boyutlu bloklu spari kalsitlerin görünümü (tek ve çift nikol).

Pseudo fenestral boşluklardan oluşan laminalı çalı fasiyesine (ÖT-12) ait örnek yeri ve ince kesit görüntüleri Şekiller 46 ve 47’de verilmiştir.

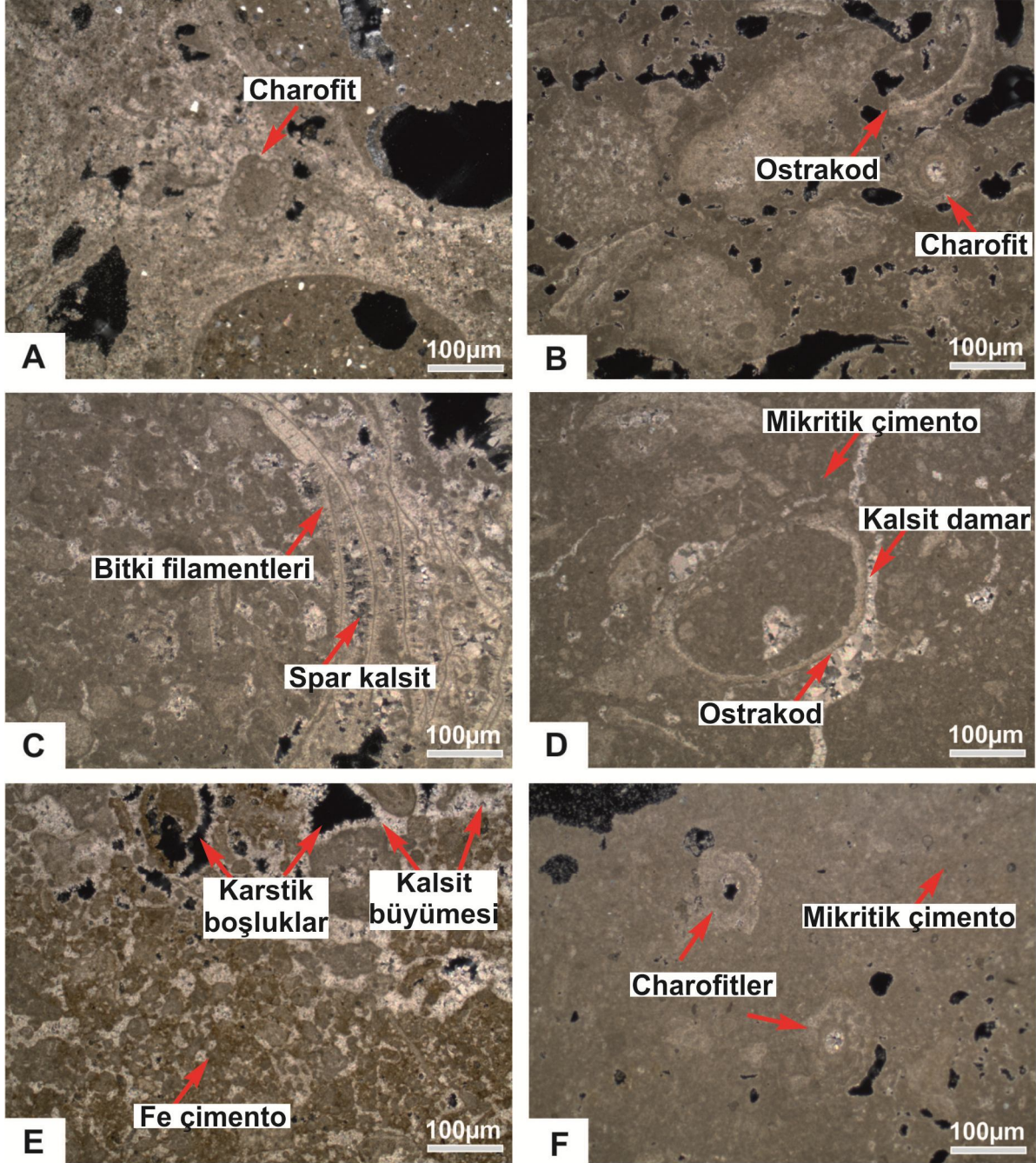


Şekil 46. Örtülü terk edilmiş traverten ocağından alınan ÖT-12 tapan örnek seviyesi (üstte, sarı ok ile gösterilmiştir).



Şekil 47. (A,B) Çalı dokusunu oluşturan küresel şekilli zarflı mikritler ve bu mikritlerin bloklular tarafından çevrelenerek çimentolanması (x5 büyütme, tek ve çift nikol). (C,D) Küresel şekilli zarflı mikrit ile mikritik laminanın çözünmesi sonucu oluşan fenestral boşluk görünümü (x10 büyütme, tek ve çift nikol).

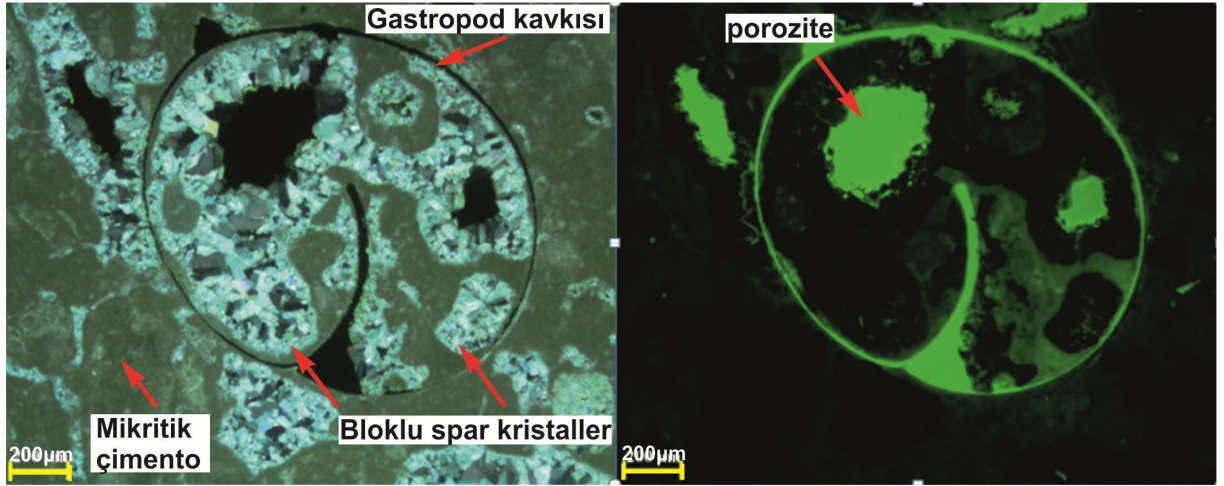
Örtülü Köyü terk edilmiş traverten ocağından alınan tıpa örneklerinin ince kesit çalışmalarına ek olarak Sarkavak Köyü tıfa çökellerinden de bazı ince kesit çalışmaları yapılmıştır. Mikritik tıfa çökellerinin içinde charofitler belirgin olarak gözlenmektedir (Şekil 48). Ayrıca yine mikrit çamuru içinde ostrakod kavkaları da gözlenmektedir (Şekil 48D). Tıfa çökelleri içerisinde Fe'li çimento belirgin olarak görülmektedir (Şekil 48D).



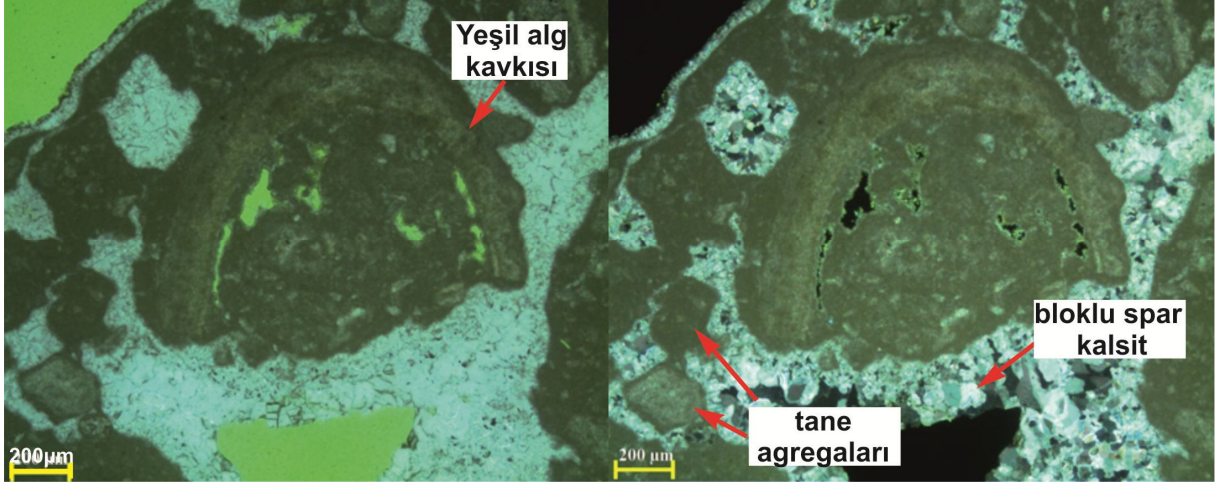
Şekil 48. Sarıkavak Tufa çökellerinin ince kesit görüntüleri (A-F). (A) Kırıntılı mikritik tufa çökelleri içerisinde charofit görünümü; (B) Mikritik tufa içinde charofit ve ostrakod kavkı kırıntısı; (C) Mikritik tufalardaki bitki filamentleri ve aralarındaki kalsit gelişimi; (D) Mikritik tufa içinde ostrakod kavkısı ve arkasındaki kalsit damarının gelişimi; (E) Tufalardaki Fe'li çimento oluşumu ve karstik boşluklardaki kalsit büyümesi; (F) Mikritik tufa içindeki charofitlerin görünümü.

5.4.1.2. Floresans İnce Kesit Analizi

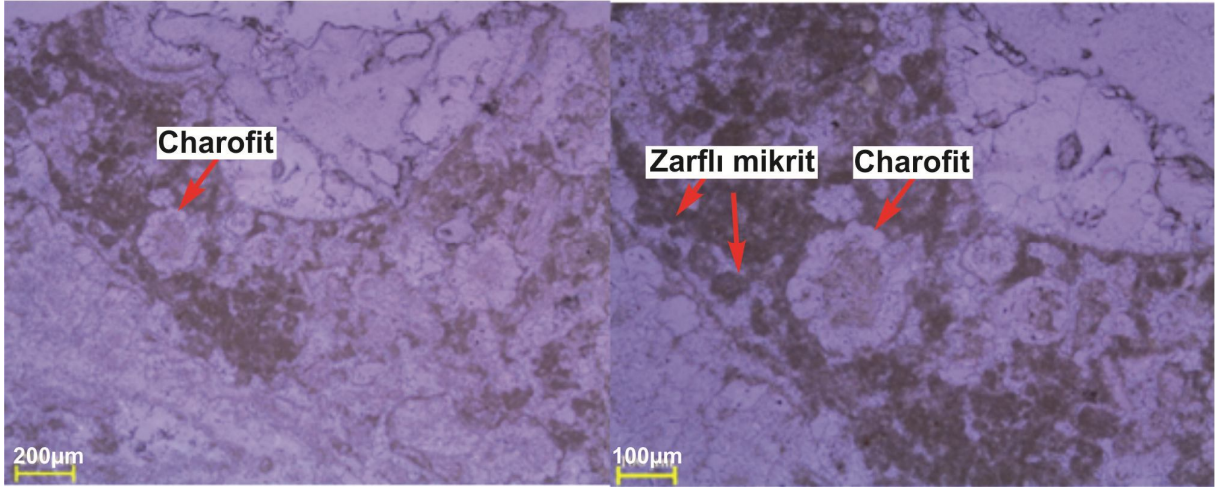
Tufa çökellerinde görülen boşluk ağlarını anlayabilmek için floresans yöntemine başvurulmuştur. Farklı dokular içindeki tane bileşimindeki değişimler, sedimentasyon döngüsünü ve sekans stratigrafik modellerin değerlendirilmesinde yardımcı olmaktadır (Flugel, 2004). Aşağıda verilen bazı ince kesit görüntüleri, X5, 5. büyütmede alınan mikroskop görünütüsünü işaret ederken, X10 daha yakın çekimde 10. büyütmede alınan görüntüyü temsil etmektedir (Şekiller 49, 50, 51 52, 53 ve 54).



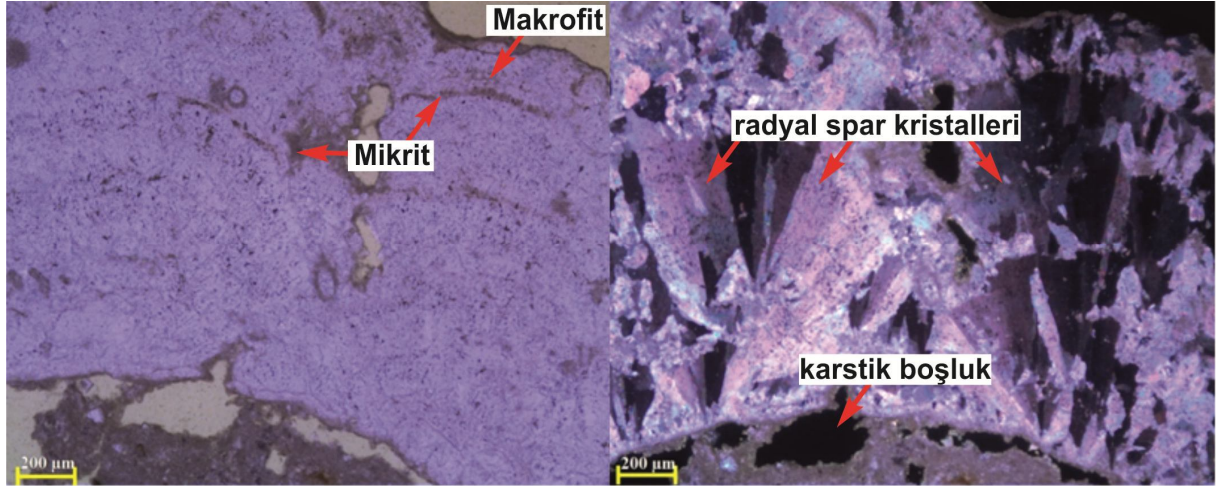
Şekil 49. SL-7/1-1 örneğinin ince kesit görüntüsü. Masif mikrit dokusunda kavkisi rekristallenmemiş gastropod kavkısı ve zarflı tane agregaları ve bloklu spar kristallerinin, bu kavkinin iç dolgusunu gösteren ince kesit görüntüsü (X5) (solda). Bu agregalar, küçük zarflı mikritlerin birleşmesi ile meydana geldiği için mikrit taneleri arasında hafif floresans ışıması ile belli olan peloid-arası porozite oluşumu gözlenmektedir. Gastropod kavkisini dolduran zarflı taneler arasındaki peloid-arası boşluk ağının, zarflı tane agregaları arasında oluşan peloid arası poroziteden daha azdır. Gastropod kavkısının çözünmesi ile de gastropod-moldik porozite açığa çıkmıştır (sağda).



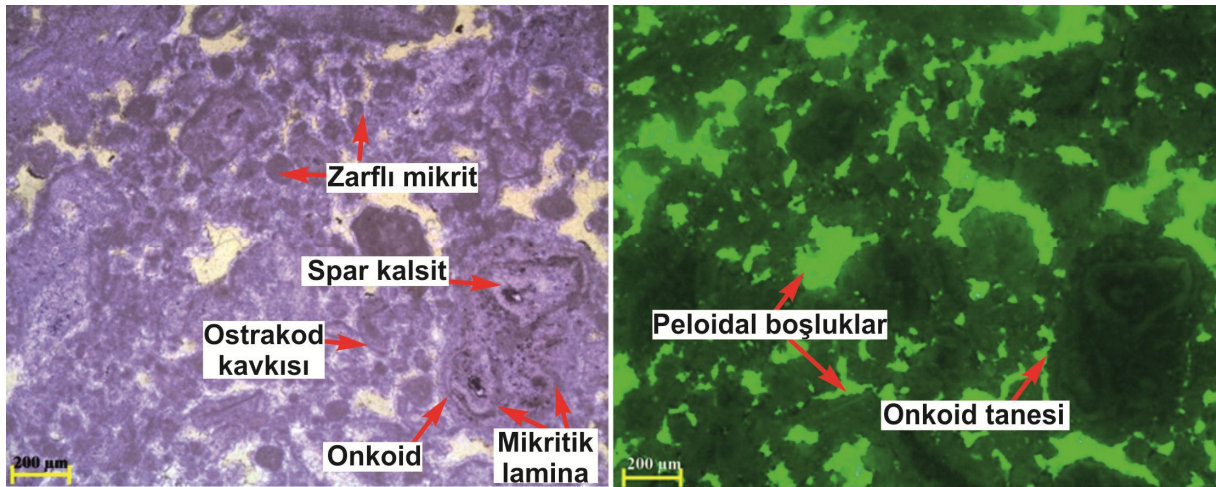
Şekil 50. SL-7/1-1 örneğinin ince kesit görüntüsü. Yarı kırılmış yeşil alg kavkısı ve çimentolanmış görüntüsü (x5) (solda). Masif mikrit bağlayıcısı, çimentolanmış zarflı tane agregaları ve bloklı spar kristalleri ile doldurulmuştur (sağda). Alg tanesinin etrafında iri tane agregalarına rastlanmaktadır ve bu tane agregaları da çimentolanmış zarflı taneler içerir.



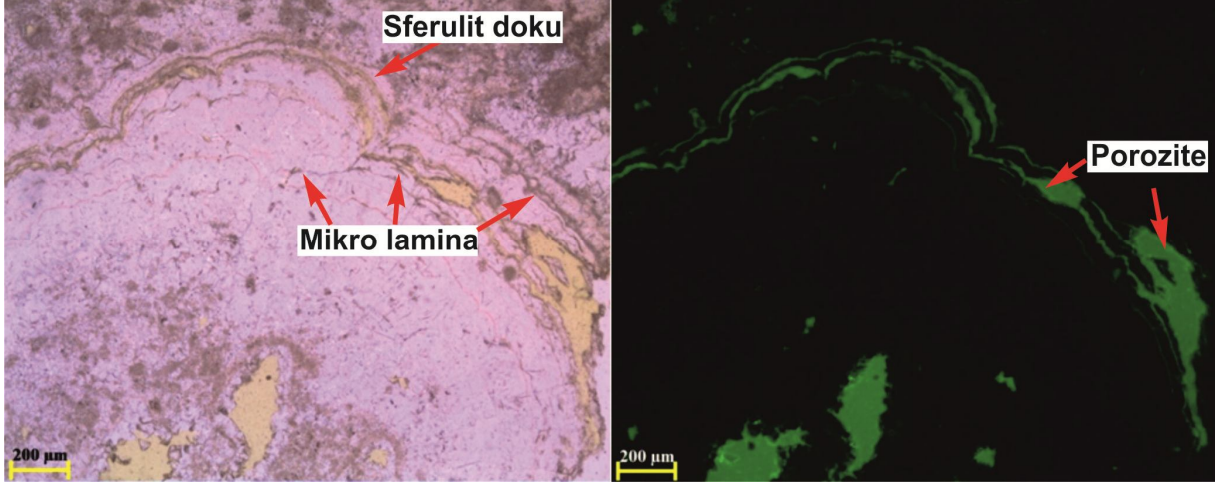
Şekil 51. SL-1/5 logundan alınan traverten örneğinin ince kesit görüntüsü (x5). Kabuklaşmış kamış ve ot litotipinde görünen küresel şekilli zarflı mikrit ile charofit kavkısının görüntüsü (solda). Bu charofit kavkısının yakından görünümü (sağda). Kavkının dış çeperini oluşturan yuvarlak ve dairesel şekilli oogonia, spar kalsitleri ile kristalleşmiştir.



Şekil 52. SL-3/8 örneğindeki bir makrofit kalıbı, radyal uzun spar kristallerinden oluşan yelpaze şeklinde bir kabuk ile çevrenmesinin görüntüsü (x5) (solda). Bu spar kristallerin sınırları boyunca mikritleşme meydana gelmektedir (sağda). Bu kabukta gözlenen mikritik mikrolaminalanma, bu kabuğun rekristalizasyon sonucu meydana geldiğini gösterebilir.



Şekil 53. SL-2/6 biyoturbasyonlu boşluklu kireçli çamurtaşı örneğinin ince kesit ve floresans görüntüsü (x5). Çok seyrek kırılmış ostrakod kavkısı ile başlıca zarflı mikritler ve onkoid tanesinden oluşmaktadır. Bu onkoid tanesi, üç çekirdeğin konsantrik olmayan mikritik laminalar ile sarılmasıyla meydana gelmektedir (solda). Bu mikritik laminalar, mikrospar kristalleri ile kalsitlemiştir. Zarflı mikritler arasında birbirleriyle bağlantılı peloid arası boşluklar görülmektedir (sağda).



Şekil 54. SL-5/4 örneğinin ince kesit ve floresans görüntüsü (x5). Çiçek görümlü sferulit dokusunun görünümü (solda) ve bu doku, mikrolaminalar içeren radyal uzun spar kalsitlerden oluşmaktadır. Bu mikrolaminaların çözünmesiyle laminalar-arası porozite meydana gelmektedir (sağda).

5.4.1.3. SEM Analiz Sonuçları

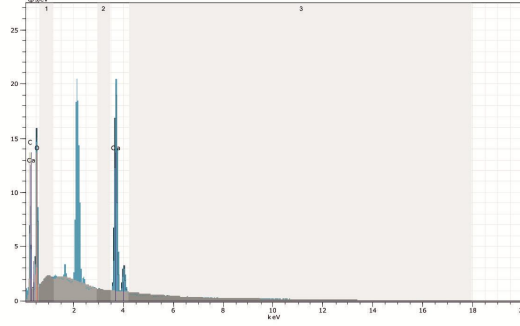
Karbonat minerolojisi düşük magnezyum içeren kalsit oluşumlu genellikle öhedral kristal morfolojisine sahiptir (Şekil 55). Karbonat olmayan mineraller, birincil olarak oluşan gözeneklerin boşluk ve “vugs” denilen deliklerini doldurmaktadır. Küçük silindirik tüpler, tufalarda yoğun olarak gözlenmektedir ve bu tüpler, mikrobiyal karbonat çökeliminin kalıntıları olarak açıklanabilir (Şekil 55).

Tufa örneklerinin taramalı elektron mikroskopunda (SEM) başlıca mikrit kristalleri nano-strüktür yapı sunmaktadır. Algal filamentler kristallerin etrafında gözlenmektedir (Şekil 56). Arazi çalışmaları sırasında elde edilen karot örneklerinden yapılan SEM görüntüleri ve analiz sonuçları aşağıda verilmektedir (Şekiller 55, 56, 57 ve 58).

SL-3/4-1



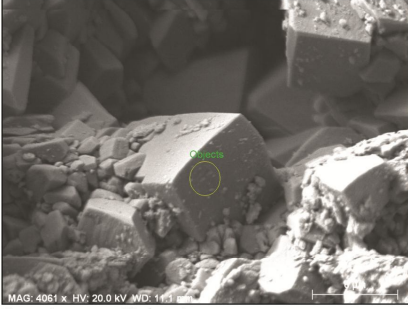
Spectrum: Objects



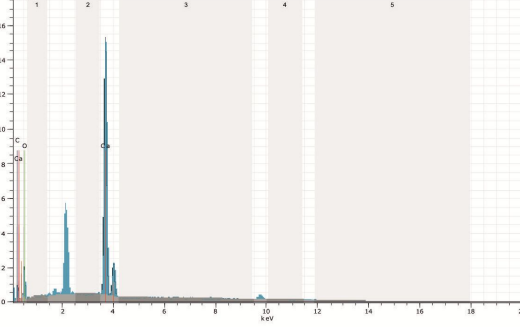
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	74.18	74.18	73.55	23.4
Carbon	K-series	17.54	17.54	23.17	5.9
Calcium	K-series	8.28	8.28	3.28	0.3

Total: 100.00 100.00 100.00

SL-3/4-1



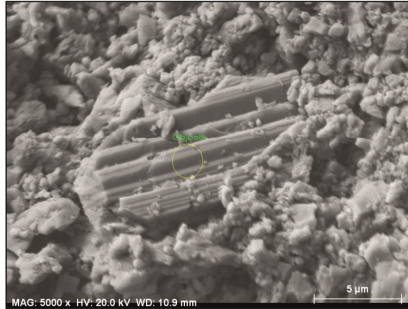
Spectrum: Objects



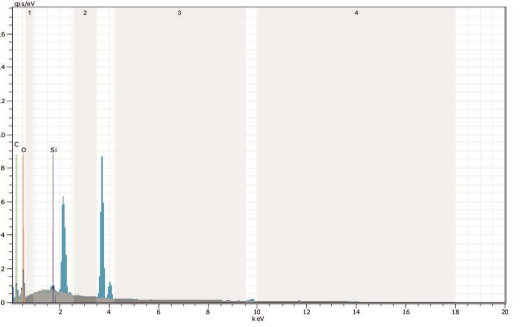
Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Calcium	K-series	16.20	16.20	6.79	0.5
Oxygen	K-series	68.72	68.72	72.13	23.8
Carbon	K-series	15.07	15.07	21.08	6.1

Total: 100.00 100.00 100.00

SL-3/4-1



Spectrum: Objects

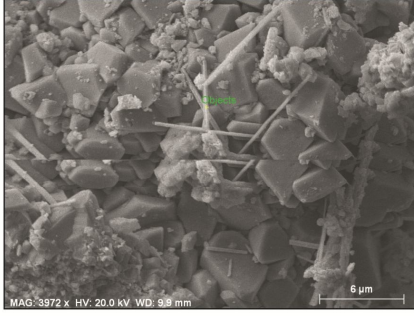


Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	74.45	74.45	68.68	25.5
Carbon	K-series	25.44	25.44	31.26	9.0
Silicon	K-series	0.11	0.11	0.06	0.0

Total: 100.00 100.00 100.00

Şekil 55. SL-3 Sondaj logundan alınan tufa karot örneklerinin SEM görüntüleri. Öhedral rombohedral kalsit kristallerinin görünümü (üstte ve ortada).

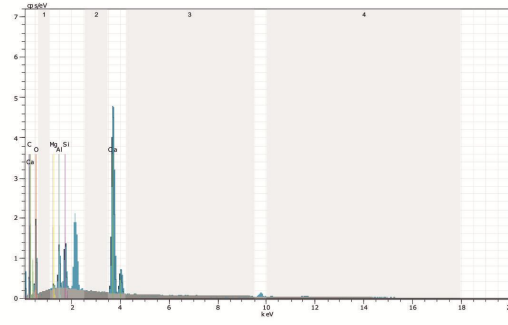
SL-3/8-1



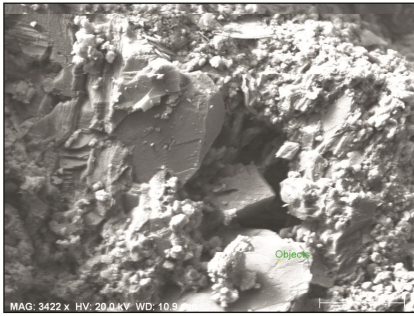
Spectrum: Objects

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	69.55	69.55	75.72	23.6
Calcium	K-series	16.41	16.41	7.13	0.5
Carbon	K-series	10.08	10.08	14.61	4.4
Aluminium	K-series	1.87	1.87	1.21	0.1
Silicon	K-series	1.78	1.78	1.10	0.1
Magnesium	K-series	0.31	0.31	0.22	0.1

Total: 100.00 100.00 100.00



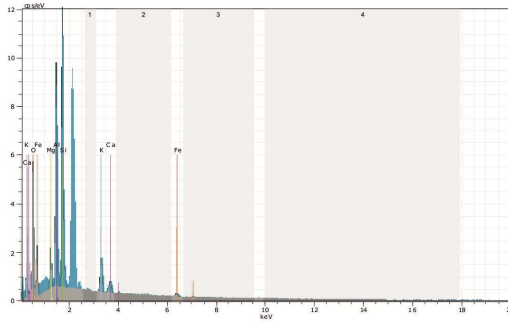
SL-3/5-1



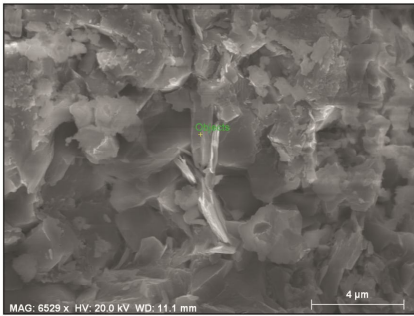
Spectrum: Objects

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	84.65	84.65	90.84	2.6
Silicon	K-series	6.00	6.00	3.67	0.3
Aluminium	K-series	5.64	5.64	3.59	0.3
Potassium	K-series	1.35	1.35	0.59	0.1
Calcium	K-series	0.61	0.61	0.26	0.1
Magnesium	K-series	1.28	1.28	0.90	0.1
Iron	K-series	0.47	0.47	0.14	0.0

Total: 100.00 100.00 100.00



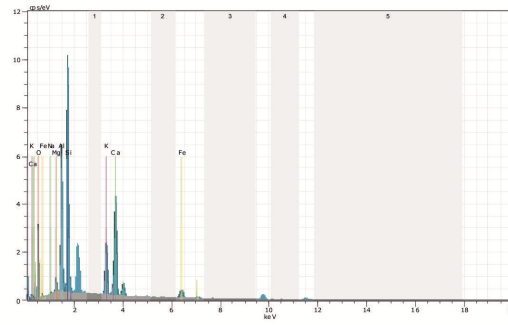
SL-3/6-1



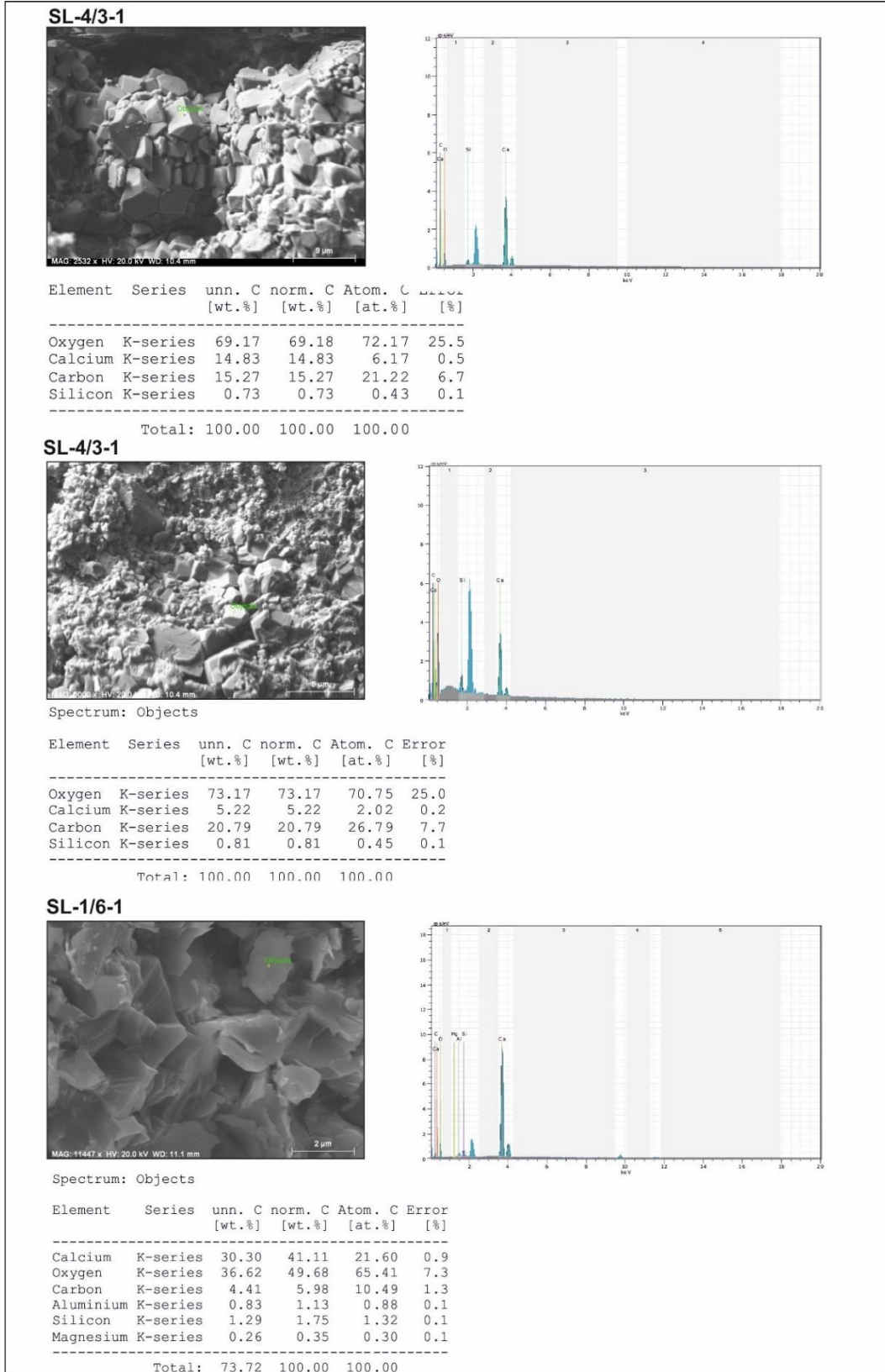
Spectrum: Objects

Element	Series	unn. C [wt.%]	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Error [%]
Oxygen	K-series	34.39	49.13	66.01	5.1
Calcium	K-series	9.68	13.83	7.42	0.3
Silicon	K-series	11.14	15.92	12.18	0.5
Aluminium	K-series	7.64	10.91	8.69	0.4
Potassium	K-series	4.08	5.83	3.20	0.2
Iron	K-series	1.95	2.78	1.07	0.1
Magnesium	K-series	0.90	1.29	1.14	0.1
Sodium	K-series	0.21	0.30	0.28	0.0

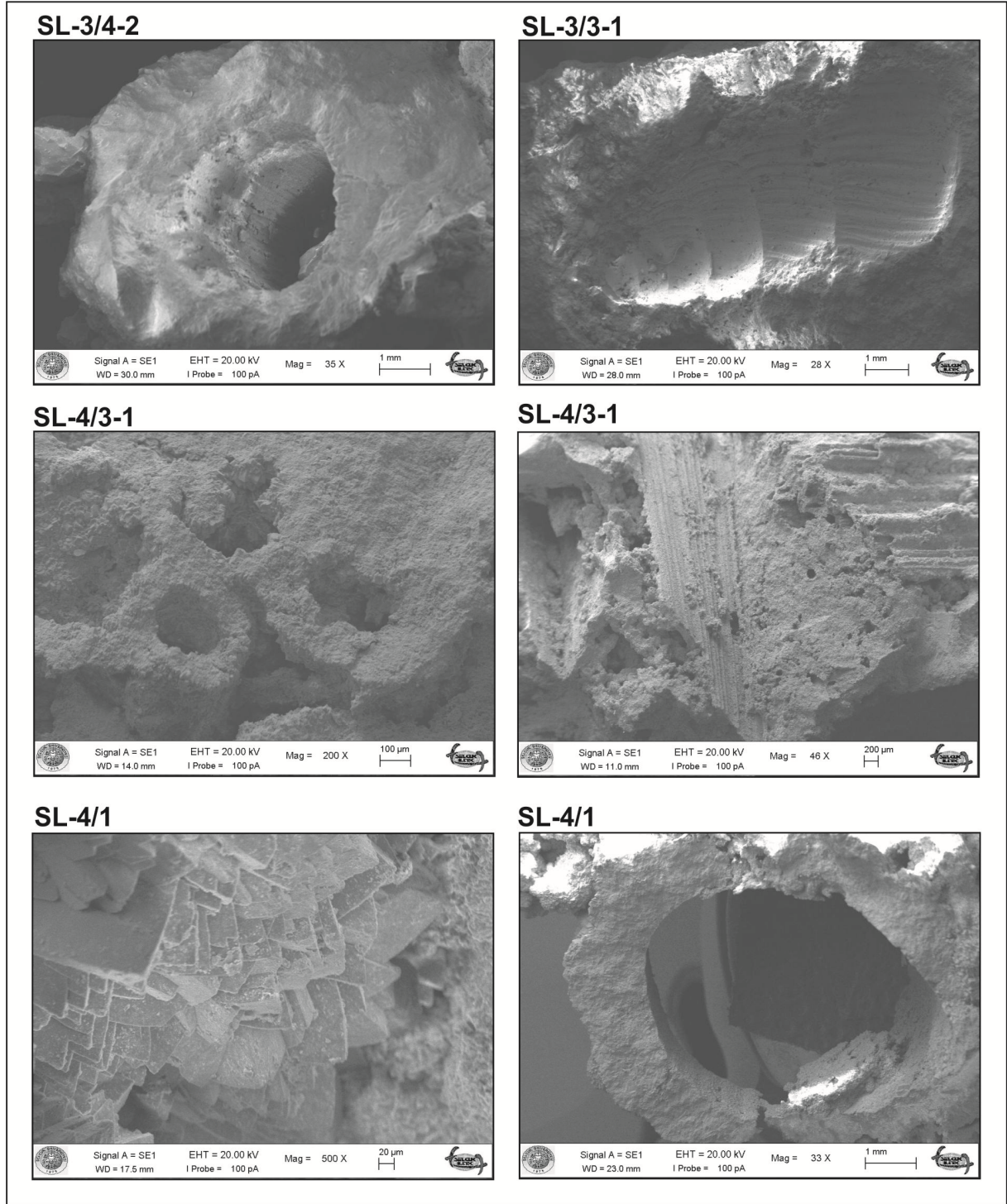
Total: 69.99 100.00 100.00



Şekil 56. SL-3 Sondaj logundan alınan tufa karot örneklerinin SEM analiz sonuçları



Şekil 57. SL-4 ve SL-1 Sondaj loglarından alınan tufa karot örneklerinin SEM analiz sonuçları



Şekil 58. SL-3 ve SL-4 Sondaj loglarından alınan tufa karot örnekleri üzerinde yapılan SEM analiz görüntüleri

5.4.2. Radyometrik Yaş Bulguları

Sarıkavak tufa çökellerinin oluşum yaşlarını belirleyebilmek için ilk aşamada toplam 10 tufa örneği (U/Th) radyometrik yaş tayinine gönderilmiş ve yaşlandırma sonuçları Tablo 2'de ayrıntılı olarak verilmektedir. Elde edilen sınırlı sayıdaki ilk yaş bulgularına göre, Sarıkavak tufaları 80.64by ±1.51 ile 308.88±9.20by arasındaki bir zaman diliminde çökelmiş olduğu görülmüştür (Tablo 2).

Elde edilen bu ilk yaş verileri, bölgedeki tufa çökeli hakkında bazı ipuçları vermiştir. Ancak daha sağlıklı sistematik korelasyon ve iklimsel yorumlamalarda bulunabilmek için daha fazla sayıda yaş verisine ihtiyaç duyulmuştur. Bu amaçla, karot örneklerinden toplam 24 örnek yaş analizine gönderilmiş ve sonuçlar Tablo 3'te ayrıntılı olarak verilmiştir. Tufa örneklerinde kırıntı girdilerinin fazla olması, sonuçlarda yer yer yüksek hata paylarına ve bazı örneklerde herhangi bir sonuç alınamamasına neden olmuştur (SL-5/2; SL-7/2-1; SL-1/2; SL-6/8; SL-2/7 gibi).

Tablo 2. Sarıkavak tufa çökellerinden (yüzeyden) elde edilen ilk yaş bulguları

* Ludwig isoplot program kullanılarak doğrulama

Örnek No	²³⁸ U (ppm)	²³² Th (ppm)	²³⁰ Th/ ²³⁸ U	²³⁰ Th/ ²³² Th	Hesaplanan yaşlar (by)	Doğrulanmış * Yaşlar (by)
14SK-01	0.3596	0.0633	1.1150	19.3556	223.135	219.416±8.37
14SK-02	0.3067	0.2965	1.1338	3.5841	187.936	167.272±29.23
14SK-03	0.2473	0.3174	1.1375	2.7086	190.799	162.246±43.39
14SK-05	0.3528	0.6242	1.1897	2.0553	n.d	n.d
14SK-08	0.2028	0.0166	1.1308	42.2275	310.658	308.878±9.20
14SK-09	0.3533	0.5210	1.0095	2.0921	202.373	161.118±42.50
14SK-10	0.6614	0.0343	1.1641	68.6057	n.d	n.d
14SK-11	0.6944	0.0304	1.1628	81.1157	n.d	n.d
14SK-12	0.4994	0.0548	0.7314	20.3554	82.932	80.637±1.51
14SK-13	0.5437	0.1447	0.7691	8.8330	92.357	86.595±2.86

Tablo 3. Sondaj karotlarından elde edilen sistematik radyometrik yaş (U/Th) sonuçları*

* Ludwig isoplot program kullanılarak doğrulama

Örnek No	²³⁸ U (ppm)	²³² Th (ppm)	²³⁰ Th/ ²³⁸ U	²³⁰ Th/ ²³² Th	Hesaplanan yaşlar (by)	Doğrulanmış * yaşlar (by)
SL- 1/8	503.66	567.68	1.1425	3.098	500.639	474.733±54.9
SL-1/5-1	390.74	399.63	1.1388	3.4031	460.593	436.64±34.5
SL-4/3	273.91	56.49	1.3268	19.6592	397.914	394.51±49.8
SL-7/7	211.18	51.67	1.2160	15.1880	233.505	228.83±12
SL-1/12	436.23	532.74	1.1498	2.8775	n.d	n.d
SL-4/6	165.87	12.79	1.1588	45.9153	529.491	528.0±95.8
SL-4/9	243.17	375.16	1.2721	2.5201	423.986	393.13±54.5
SL-5/2	263.6	24.65	1.2008	39.245	n.d.	n.d.
SL-6/2-1	370.06	757.10	1.1947	1.784	238.559	188.27±16.0
SL-7/2-1	243.12	180.4	1.3928	5.733	n.d.	n.d.
SL-7/10	232.94	40.97	1.2315	21.705	316.674	313.34±21
SL-1/2	356.96	2393.8	1.2444	0.5671	n.d.	n.d.
SL-5/8-1	215.89	26.29	1.2426	31.1760	292.930	290.64±19
SL-4/1	185.70	40.97	1.1274	15.6149	367.119	362.19±47
SL-6/8	390.51	1228.73	1.1842	1.1503	n.d.	n.d.
SL-3/7	266.84	165.71	1.1267	5.5447	358.48	333.94±80
SL-3/1-3	345.27	98.77	1.2171	13.0026	296.68	291.03±28
SL-2/7	265.36	1150.50	1.2726	0.8971	335.34	n.d.
SL-2/5	284.77	212.32	1.2062	4.9441	246.17	230.84±42
SL-5/5-2	447.79	74.71	1.1963	21.9124	405.72	402.44±61
SL-3/9	412.01	478.10	1.1339	2.9865	387.90	359.20±21.8
SL-2/3	310.43	101.48	1.3405	12.5325	221.25	215.78±17
SL-4/5	177.69	168.17	1.1507	3.7159	678.51	-----
SL-2/9	251.81	569.23	1.2905	1.7448	346.60	295.80±63

5.4.3. Duraylı İzotop Sonuçları

Akarsu (fluvial) tufa çökellerinin duraylı izotop değerleri ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$), karbonatlardaki CO_2 kaynağını belirleyerek, sıcaklık, toprak ve bitki gelişimi gibi önemli parametrelerin elde edilmesinde ve böylelikle paleoortamsal yorumlamalarda oldukça önemli veriler sunmaktadır (Andrews, 2006). Tufaları ve bunları çökeltten suyun kökeni hakkında fikir sahibi olmak ve aynı zamanda iklim değişimleri konusunda da gerekli verileri elde edebilmek için toplam 63 adet traverten ve tufa örnekleri üzerinde duraylı izotop analizi ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) gerçekleştirilmiş ve elde edilen değerler Tablo 4'de gösterilmiştir. Buna göre, $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerleri -1.63 ile +1.5 arasında ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerleri; -10.83 ile -7.49 arasında değiştiği görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 4. Sarıkavak tufa çökellerinden elde edilen duraylı izotop sonuçları*

Örnek no	$\delta^{13}\text{C(V-PDB)}$	$\delta^{18}\text{O(V-PDB)}$	Litoloji
14SK-01	-0.97	-8.26	Tufa
14SK-02	-1.63	-7.49	Tufa
14SK-03	-0.83	-8.21	Tufa
14SK-04	0.78	-10.12	Traverten
14SK-05	1.06	-10.33	Traverten
14SK-06	1.41	-9.94	Traverten
14SK-07	1.35	-9.81	Traverten
14SK-08	1.50	-9.76	Traverten
14SK-09	-1.28	-8.40	Tufa
14SK-10	-0.49	-10.49	Tufa
14SK-11	-0.49	-10.83	Tufa
14SK-12	-1.03	-9.09	Tufa
14SK-13	0.38	-9.12	Tufa
SL-1/1	0.99	-10.78	Mikritik traverten
SL-1/2	-0.45	-10.17	Traverten
SL-1/3	-0.24	-9.88	Mikritik traverten
SL-1/5-2	0.11	-10.01	Mikritik traverten
SL-1/6	-0.36	-9.88	Traverten
SL-1/8	-1.54	-10.33	Traverten
SL-1/11	-0.90	-10.63	Mikritik traverten
SL-2/1	-0.78	-9.11	Tufa
SL-2/2	-0.36	-9.27	Mikritik tufa
SL-2/6	-0.09	-9.50	Mikritik traverten
SL-2/8	-0.47	-9.52	Traverten

SL-2/9	0.49	-10.09	Mikritik traverten
SL-2/10	0.05	-9.73	Mikritik traverten
SL-3/1-1	1.13	-8.84	Mikritik traverten
SL-3/3-2	0.94	-9.28	Makrofitik tufa
SL-3/6	1.58	-9.07	Fitoklastik tufa
SL-3/7	1.12	-8.72	Mikritik traverten
SL-3/8-1	0.86	-9.10	Briyofitik tufa
SL-3/9	1.44	-9.33	Mikritik tufa
SL-3/11	0.99	-9.19	Algal tufa
SL-4/1	0.66	-9.43	Briyofitik tufa
SL-4/3	0.00	-8.92	Mikritik traverten
SL-4/5	1.54	-8.68	Makrofitik tufa
SL-4/6-1	1.19	-9.31	Algal tufa
SL-4/9	0.47	-8.80	Mikritik traverten
SL-5/1	-0.47	-8.86	Makrofitik tufa
SL-5/2	0.86	-9.12	Algal tufa
SL-5/3	1.63	-8.86	Mikritik traverten
SL-5/5	1.35	-9.13	Makrofitik tufa
SL-5/8	0.91	-8.66	Makrofitik tufa
SL-5/10	-0.49	-8.51	tufa
SL-6/1	-0.38	-8.42	Briyofitik tufa
SL-6/4	-0.10	-9.23	Klastik tufa
SL-6/5	-0.42	-9.43	Mikritik tufa
SL-6/6	0.18	-8.90	Makrofitik tufa
SL-6/7	1.24	-9.40	Traverten
SL-6/9	0.86	-9.43	Traverten
SL-6/10	1.23	-9.79	Karstik traverten
SL-6/12	1.37	-9.43	Klastik traverten
SL-7/1	0.57	-8.55	Mikritik traverten
SL-7/2	0.12	-8.29	Mikritik traverten
SL-7/3	0.44	-8.73	Fitoklastik tufa
SL-7/4	0.43	-8.54	tufa
SL-7/5	-0.87	-8.88	Fitoklastik tufa
SL-7/6	0.32	-9.31	Mikritik tufa
SL-7/7	0.75	-9.31	Klastik tufa
SL-7/8	0.91	-8.71	Fitoklastik tufa
SL-7/9	-0.69	-8.65	Mikritik tufa
SL-7/10	0.02	-8.70	Klastik tufa
SL-7/11	-0.45	-8.34	Mikritik tufa

*Duraylı izotop örnek yerleri ve sonuçları sondaj logları üzerinde gösterilmiştir.

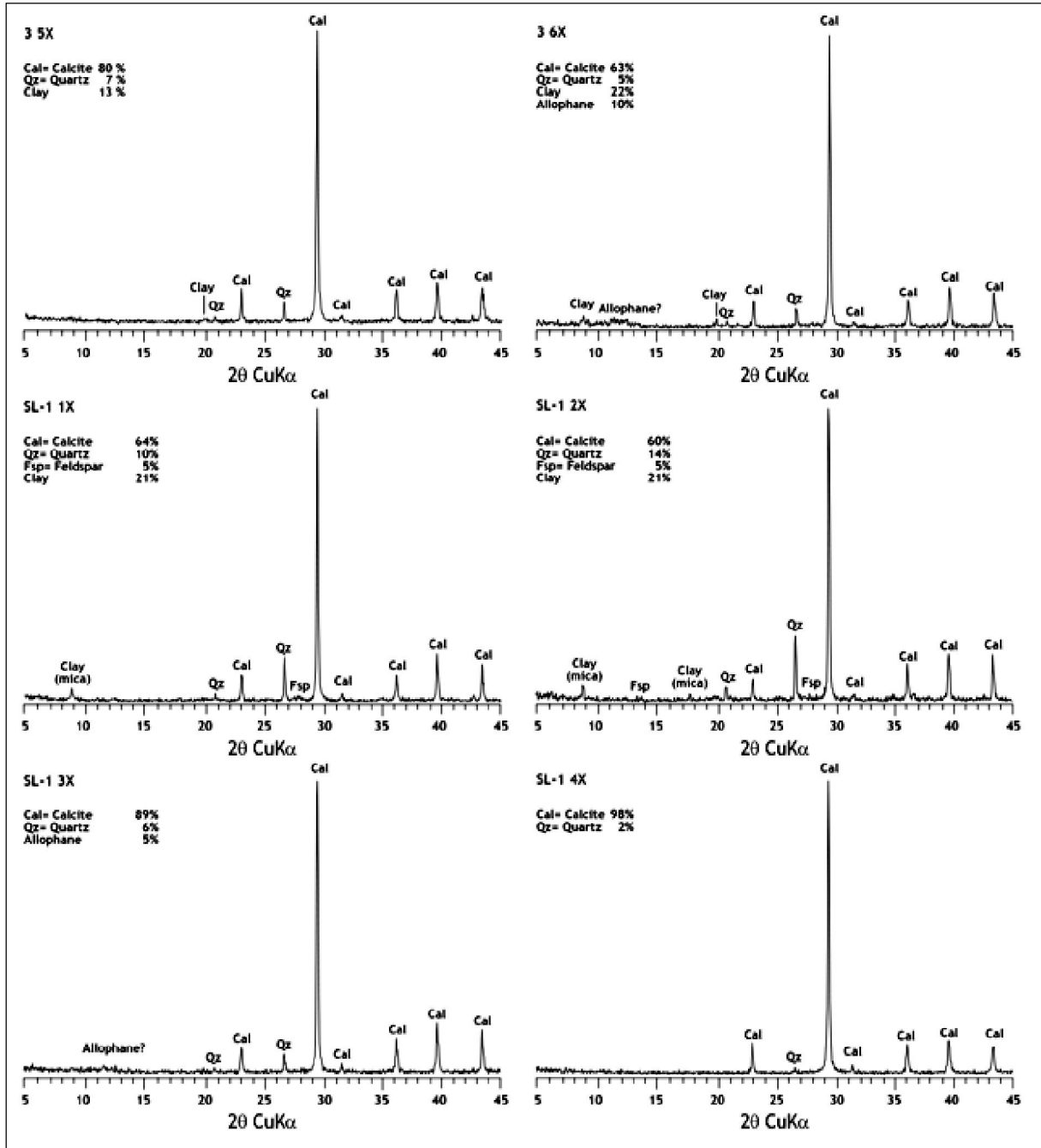
5.4.4. XRD Analiz Sonuçları

Sarıkavak tufalarından toplam 26 adet örnek XRD çalışmaları için hazırlanmış ve analiz sonucu elde edilen mineral bileşimleri Tablo 5’de ayrıntılı olarak verilmiştir. Buna ek olarak, örneklerin mineral miktarlarını gösteren grafikleri Şekiller 59, 60,61 ve 62’de ayrıntılı olarak verilmektedir.

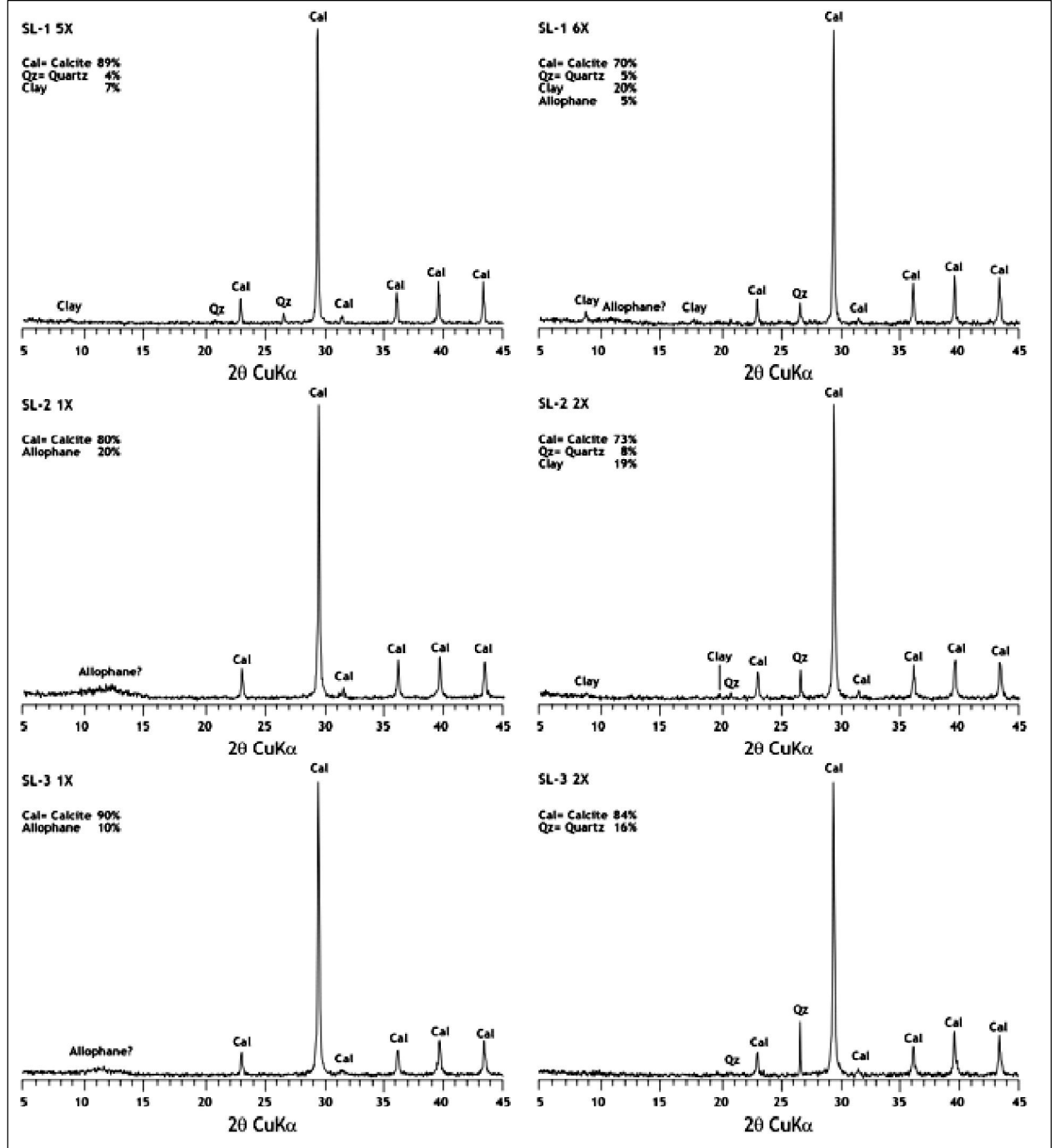
Tablo 5. İncelenen örneklerin XRD yöntemiyle belirlenen mineralojik bileşimleri

Örnek No	Kalsit	Kuvars	Feldispat	Kil	Allofan
3 5X	80	7	-	13	-
3 6X	63	5	-	22	10
SL-1 1X	64	10	5	21	-
SL-1 2X	60	14	5	21	-
SL-1 3X	89	6	-	-	5
SL-1 4X	98	2	-	-	-
SL-1 5X	89	4	-	7	-
SL-1 6X	70	5	-	20	5
SL-2 1X	80	-	-	-	20
SL-2 2X	73	8	-	19	-
SL-3 1X	90	-	-	-	10
SL-3 2X	84	16	-	-	-
SL-3 3X	90	-	-	-	10
SL-3 4X	100	-	-	-	-
SL-4 1X	100	-	-	-	-
SL-4 2X	98	2	-	-	-
SL-4 3X	99	1	-	-	-
SL-5 1.1p	100	-	-	-	-
SL-5 1X	100	-	-	-	-
SL-5 2X	100	-	-	-	-
SL-7 1X	100	-	-	-	-
SL-7 2X	90	-	-	-	10
SL-7 3X	80	-	-	-	20
SL-7 4X	90	5	-	5	-
SL-7 5X	100	-	-	-	-
SL-7 6X	95	-	-	5	-

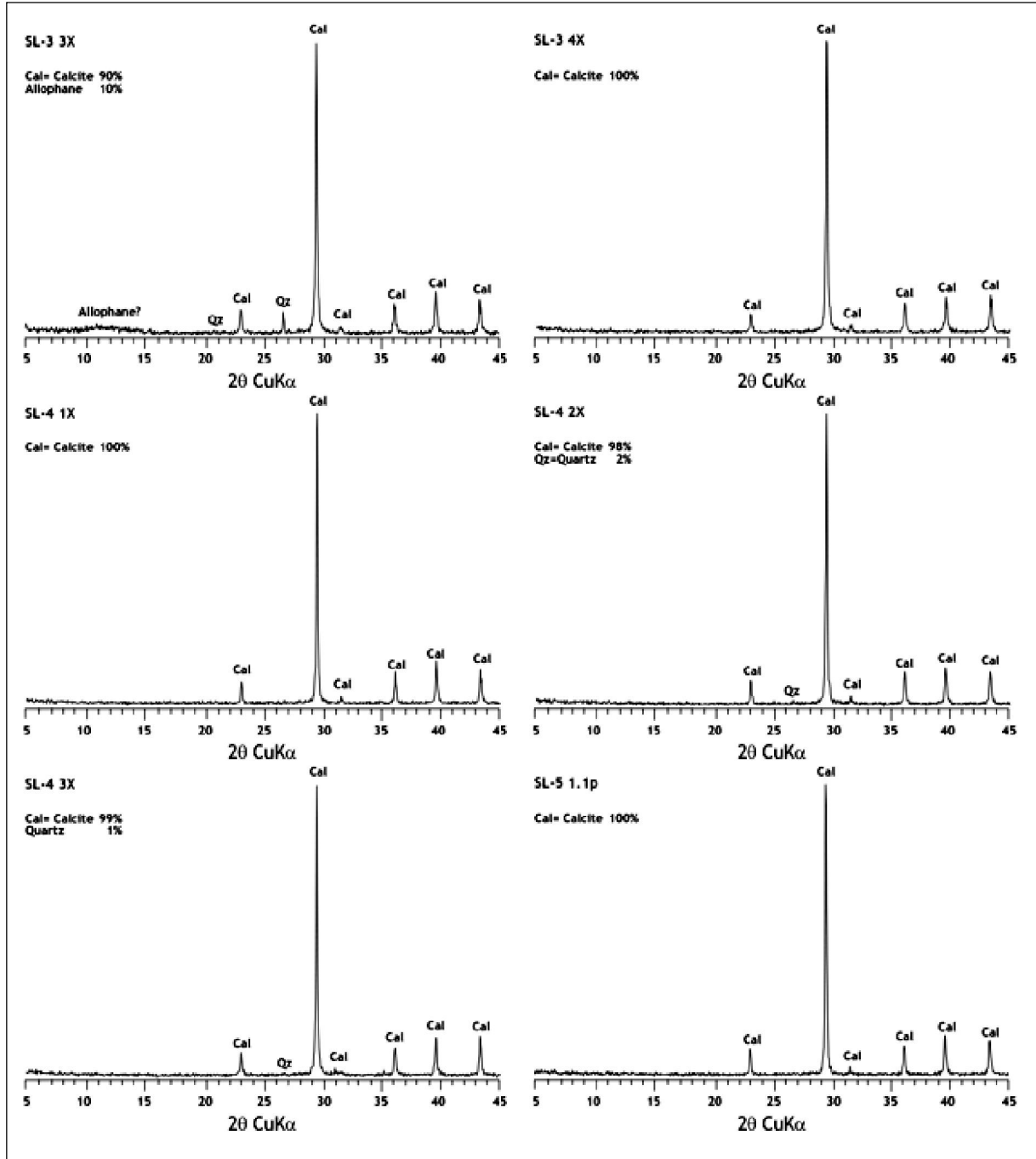
XRD yöntemine göre, traverten örneklerindeki karbonat minerallerinin bütünüyle kalsit ile temsil edildiği belirlenmiştir. Bazı örneklerde karbonat minerallerine bolluk sırasına göre kil, kuvars ve feldispat mineralleri eşlik etmektedir. Bazı örneklerde $2\theta \sim 12^\circ$ ($d \sim 7 \text{ \AA}$) da geniş ve yayvan pik sunan amorf ve/veya yarı-kristalin bir fazı temsil edilen ve büyük olasılıkla allofan türü bileşenler belirlenmiştir. Travertenlerdeki allofan türü oluşumlar jeotermal sahalardaki yüzeysel hidrotermal oluşumları düşündürmektedir (Örn: Meixiang ve Wei, 1987).



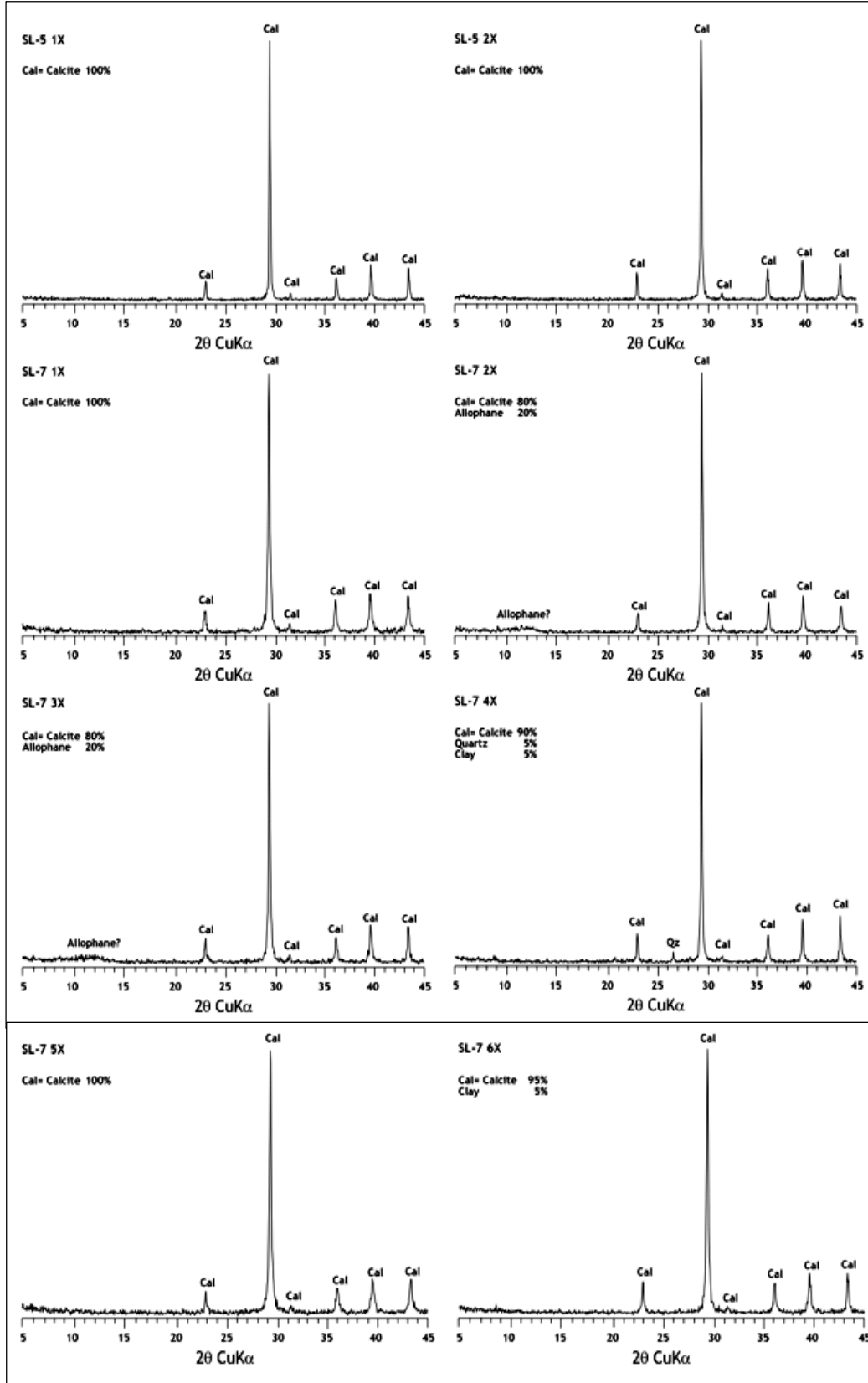
Şekil 59. Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).



Şekil 60. Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).



Şekil 61. Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).



Şekil 62. Sarıkavak tufa çökellerine ait XRD sonuçlarının difraktogramları (örnek numaraları ve sondaj logları üzerinde gösterilmiştir).

5.4.5. Palinolojik Sonuçlar

5.4.5.1. Tanımlanmış Bitkilerin Ekolojik Özellikler

Bugüne değin yapılan çalışmalara dayanılarak, sayımları yapılan örneklerden tanımlanan spor ve polen formlarının listesi (apertur özellikleri temel alınarak gruplanmış ve her grup içinde cins düzeyinde tanımlanan formlar bağlı oldukları botanik aileleri içine yerleştirilmişlerdir) ve ekolojik özellikleri aşağıda özetlenmiştir (Levha I ve II).

5.4.5.1.1. Vesiculate (Konifer) polen

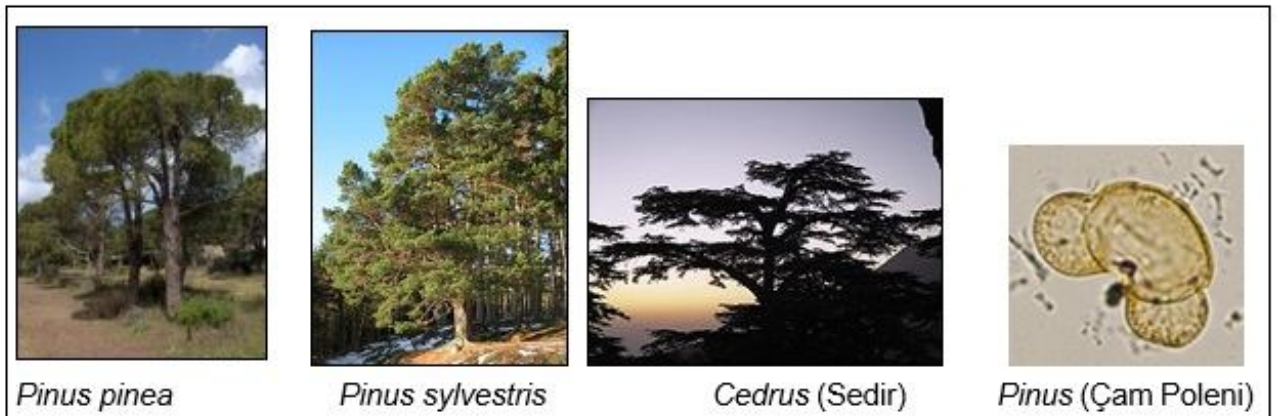
Pinaceae (Çamgiller)

Pinus; Türkiye’de bulunan türler, *Pinus brutia* - Kızılçam, *Pinus halepensis* - Halep çamı *Pinus nigra* – Karaçam (Şekil 63)

Pinus pinea - Fıstık çamı. Başta Ege Bölgesi olmak üzere Marmara, Akdeniz bölgelerinde geniş yayılış gösterir. Rutubet isteği fazladır. Özellikle Temmuz-Ağustos aylarında su açığı olmamalıdır. Kısa süreli donlara karşı dayanıklı olmasına rağmen etkilenir. Atmosforik kirliliğe ve yeraltı sularındaki tuzlulaşmaya karşı duyarlıdır. Yangın sonrası sürgün verme kapasitesi yüksektir.

Pinus sylvestris - Sarıçam Türkiye’de ortalama 1000-2500 m’ler arasında toplu yayılışını yapar. Sarıçam Yaşamakta olduğu geniş alanın ekolojik şartlarına göre 20-50 m arasında boy yapabilir. Gevşek, derin, nemli kum topraklarında iyi yetişir. Dona ve kuraklığa karşı dayanıklıdır.

Cedrus (Sedir) (Sedir); Akdeniz bölgesinin (1,000-2,200 m) doğal bitkisidir. Dağ iklimine adapte olmuştur. Akdeniz bölgesinde yaz kuraklığı ve kış yağışı alır.



Şekil 63. Pinaceae (Çamgiller) *Pinus pinea*, *Pinus sylvestris*, *Cedrus* (Sedir) ve *Pinus* polenine ait resimler.

5.4.5.1.2. Stephanoporate / Triporate polen

Betulaceae (huş ağacıgiller)

Alnus (Kızılağaç) (kızılağaç); Yaprak döken ağaç ve çalılar. Türkiye'de doğal olarak; adı kızılağaç (*Alnus (Kızılağaç) glutinosa*) ve doğu kızılağacı (*Alnus (Kızılağaç) orientalis*) olmak üzere 2 türü vardır. Trakya, Marmara çevresi, Batı Karadeniz ve Doğu Karadeniz'de saf ve karışık olarak yayılış gösterirler. Ilık iklimde, daha çok serin bölgelerde akarsu kenarı, bataklık ve nemli dere kenarlarındaki yerleri severler (Şekil 64).

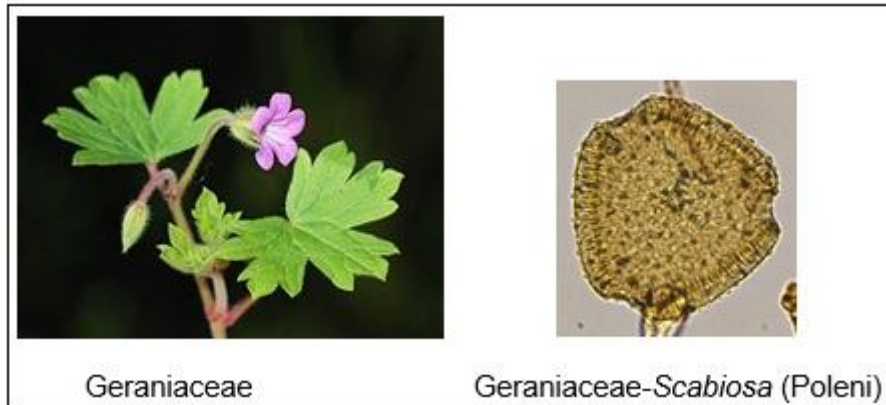


Şekil 64. *Alnus (Kızılağaç) glutinosa* ve *Alnus (Kızılağaç)* polenine ait resimler.

5.4.5.1.3. Tricolpate/Triporate polen

Geraniaceae (turnagagasıgiller)

Otsu veya çalı şeklinde türleri içeren bitki ailesidir. Çoğu türleri serin ve ılıman iklimlerde bulunur (Şekil 65).



Şekil 65. Geraniaceae ve Geraniaceae-Scabiosa polenine ait resimler.

5.4.5.1.4. Tricolpate polen

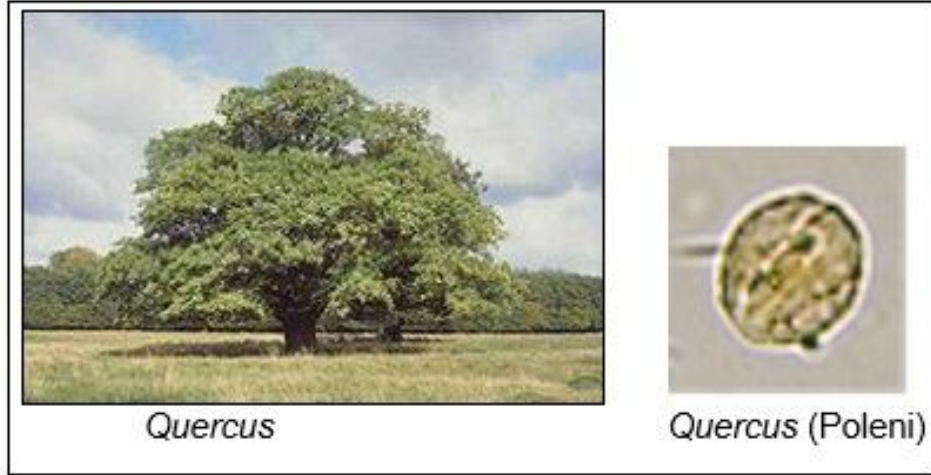
Oleaceae (zeytingiller)

Kışın yaprağını döken veya herdem yeşil ağaç veya çalı türlerini içeren bitki familyası. Oleaceae familyasına ait güncel türler arasında en bol görülenler, *Fraxinus ornus*, *Olea europa*, *Phillyrea latifolia* ve *Jasminum fruticans*tır. Akdeniz bölgesinin doğal bitkisidir. Tropik ve ılıman bölgelerde yayılış gösterirler. Örneklerde *Olea* (Zeytin) ayırtlanabilir.

5.4.5.1.5. Fagaceae (kayingiller)

Quercus (Meşe); Yaprak döken ve her dem yeşil türleri olan bu orman ağaçları, K. Yarıkürede soğuk bölgelerden tropikal enlemlere kadar her yerde bulunurlar.

Doğu Akdeniz'de geniş yayılım sunarlar. *Quercus* ağaçlıkları edafik olarak uygun habitatlarda, örg. nehirden kaçan suyun toplanarak bir dereceye kadar toprağı nemli hale getirdiği vadi gölgeliklerinde bulunurlar. Her dem yeşil meşeler (*Quercus ilex*, *Q. coccifera* sub sp. *calliprinos*) yaz kuraklık stresini tolere edebilir fakat önemli kış yağışına gereksinim duyar ve düşük kış sıcaklığına hassasiyetle tepki verir. Tersine, kurak, yarı-kurak, yaprak döken meşeler (*Quercus cerris*-tip, *Q. pubescens*, *Q. robur*) yazın kısmen elde edilebilen yüksek toprak nemine ihtiyaç duyar fakat soğuk, kurak kışlara dayanabilir (Şekil 66).



Şekil 66. *Quercus* ve *Quercus* polenlerine ait resimler.

5.4.5.1.6. Tricolporate polen

Fagaceae (kayın giller)

Castanea (Kestane): Yaprak döken bazen çalı formunda olan orman ağaçlarıdır. *Castanea sativa* Genellikle Kuzey Anadolu'da yayılış gösteren ve karışık ormanlar oluşturan bir türdür (Şekil 67).

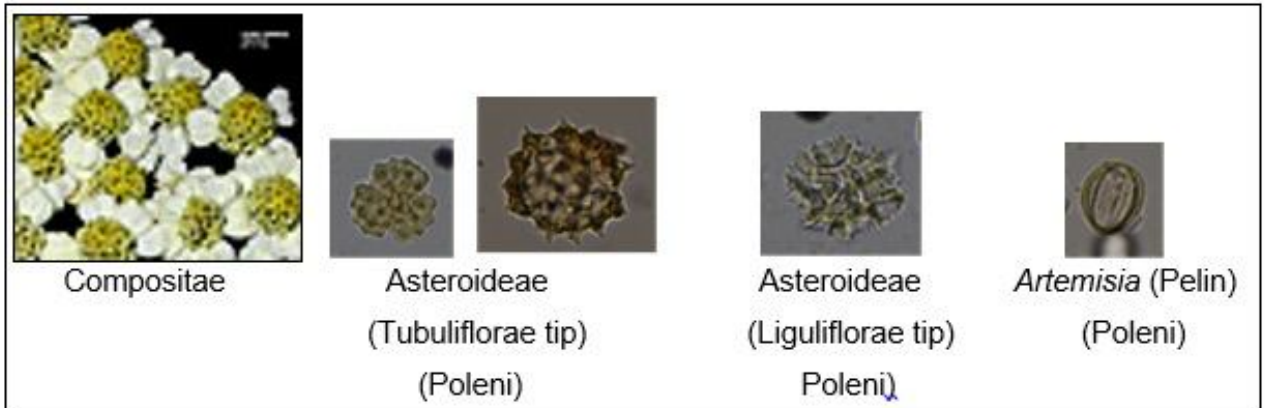


Şekil 67. Kestane (*Castanea*) ağacına ait resim.

5.4.5.1.7. Compositae (Papatyagiller)

Genellikle otsu, çok azı çalı, ağaç şeklindedirler. Subtropikal bölgelerde kurak ve yarı kurak iklim koşullarında yaygın olarak gözlenmektedir.

Artemisia (Pelin) : Pelin otu (*Artemisia (Pelin) absinthium*), Asteraceae familyasından Anadolu'da doğal olarak bulunan bir bitki türüdür. Kurak iklim koşullarında yaygın olarak gelişmektedir (Şekil 68).



Şekil 68. Compositae, Asteroidae -Tubuliflorae ve Liguliflorae tipleri ve *Artemisia (Pelin)* Polenlerine ait resimler.

Cichorioideae (‘Liguliflorae tip’, ‘Taraxacum tip’)

Asteroideae (Tubuliflorae tip)

Chenopodiaceae ve *Artemisia* (Pelin) ; Chenopodiaceae ailesi bitkileri çok kurak koşullar ve Akdeniz’in tuzcul bataklıklarında geniş yayılım sunan bitkilerdir. Kuraklık sinyali olmaksızın, kuvvetli nem eksikliği göl suyu seviyesinin düşmesine, göl kenarında oluşacak tuz düzlüklerinde bu bitkilerin kolayca çoğalmasına da neden olabilir. Chenopodiaceae ailesinin üyeleri tipik olarak steplerin belirteçleridir, *Artemisia* (Pelin) , soğuk koşullara dayanıklı ve daha az kurak koşullara uymasına karşın, kurak ve tuzlu koşullara da uyumuştur. Chenopodiaceae, *Artemisia* (Pelin) ve Umbelliferae çok kurak iklimsel koşullarını belirtir. *Artemisia* (Pelin) Orta Doğu ve Orta Asya’nın karasal yarı çöllerinde bol olarak bulunan bir bitkidir. Polen kayıtlarında, *Artemisia* (Pelin) ’nın maksimum bolluğu, çok hızlı ve geniş değişim periyotlarında Chenopodiaceae’ninkilerden önce veya onlarla birlikte bulunmaktadır. Chenopodiaceae ve *Artemisia* (Pelin) polen yüksek yüzdesi, soğuk kışlı ve sıcak, kurak yazlı yüksek derecede mevsimsel iklimi belirtir. *Artemisia* (Pelin) gibi Chenopodiaceae 3-4 aylık yaz kuraklığında yaşamını sürdürmeye yatkındır. Genelde, Chenopodiaceae *Artemisia* (Pelin) ’dan daha az neme ihtiyaç duyar ve çalimsı Chenopodiaceae nem azalırken *Artemisia* (Pelin) ’nın yerini alma eğilimindedir. Chenopodiaceae ve *Artemisia* (Pelin) ’nın bolluğu, buzul koşullarının soğuk ve kurak iklimlerini yansıttığı şeklinde kabul edilmektedir (Şekil 68).

5.4.5.1.8. Periporate polen

Amaranthaceae (ıspanakgiller) /Chenopodiaceae (kazayağıgiller)

Amaranthaceae, çoğunlukla ot ve çalıdır, çok azı ağaç ve sarmaşıktır. Dünyanın pek çok yerinde bulunan bu familya başlıca subtropik ve tropik bölgelerde bulunur ama pek çok tür daha serin ılıman bölgelerde de bulunur (Şekil 69).

Chenopodiaceae; Genellikle çok yıllık otsular. İliman ve subtropik bölgelerde genellikle tuzlu ortamlarda yayılış gösterirler (Şekil 69).



Şekil 69. Amaranthaceae, Chenopodiaceae ve Chenopodiaceae polenine ait resimler.

5.4.5.1.9. Stephanoporate polen

Juglandaceae

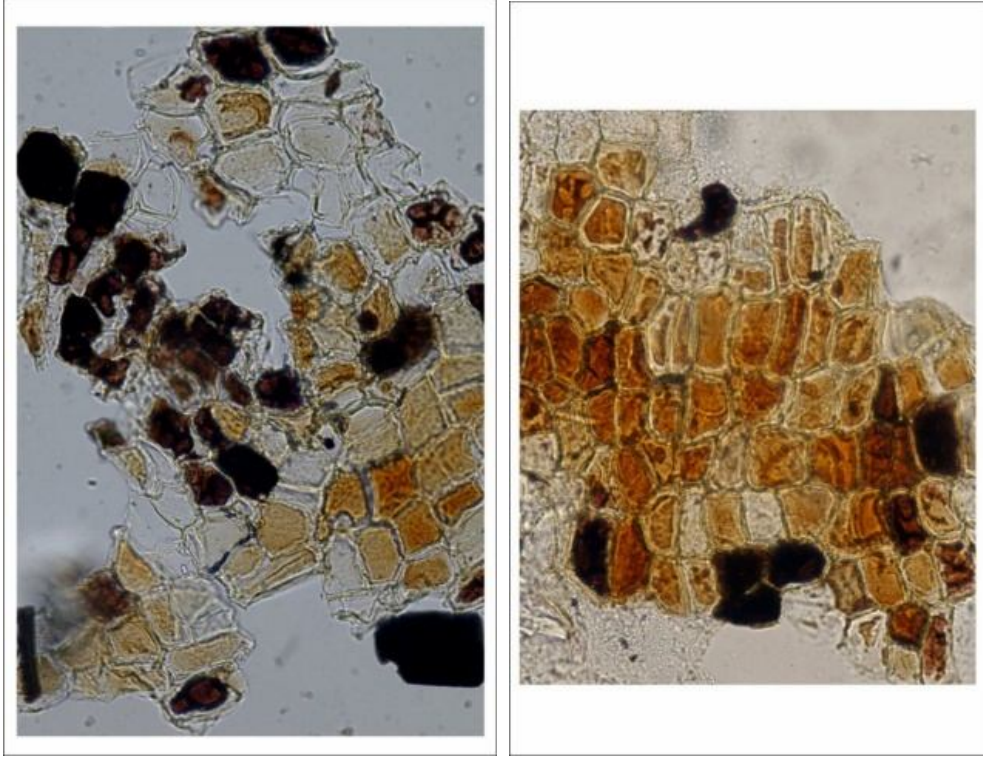
Juglans (ceviz); Kışın yaprağını döken ağaçlardır. Kuzey ılıman bölgelerde yayılış gösterir. Anavatanı Anadolu olan, Akdeniz'den Doğu Asya'ya kadar yabani olarak yetişen ceviz, aynı zamanda kültür bitkisidir (Şekil 70).



Şekil 70. *Juglans* (Ceviz) ağacına ait resim.

5.4.5.1.10. Non-Polen palinomorflar

Sarıkavak SL-1 ve SL-3 sondajlarına ait örneklerden çok sayıda non-polen formlar yer almaktadır. Örneklerin bir kısmında bol oranda çeşitli olarak bulunan mantar sporlarına, kütikül parçaları ve zooklastlara rastlanmaktadır (Şekiller 71 ve 72).

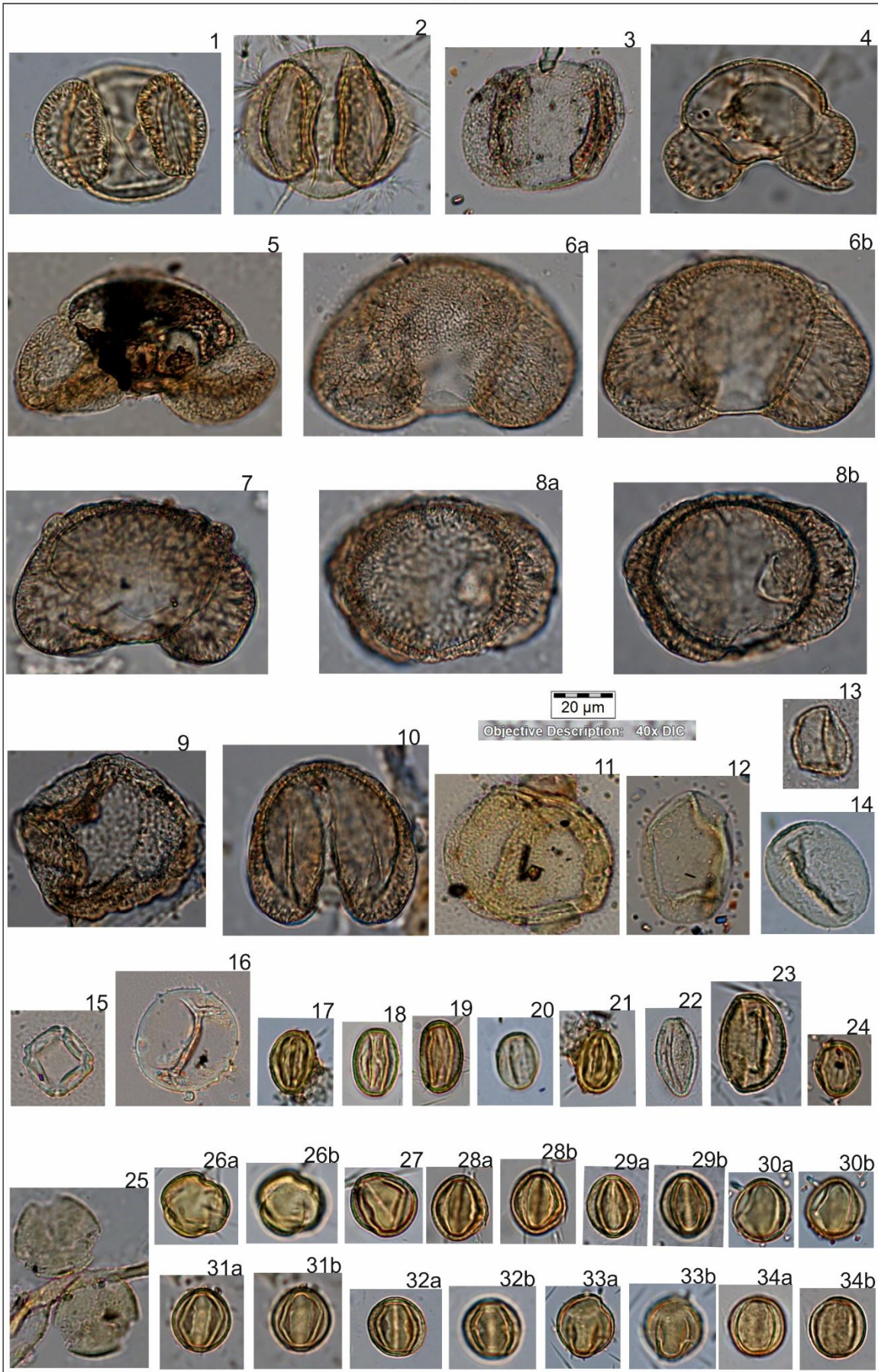


Şekil 71. Örneklerde gözlenen kütikül parçalarının fotoğrafı.



Şekil 72. Örneklere gözlenen zooklastlara ait fotoğraflar.

Levha I



Levha II



Levha I

1-3. *Pinus haploxylon* tip; 4,5. *Pinus silvestris* tip; 6-9 *Cedrus*; 10,11. *Pinaceae*; 12-14. *Poaceae*; 15. *Alnus* (Kızılağaç), 16. *Triporopollenites* sp.; 17-21,34 *Quercus*-evergreen tip; 22. *Salix* sp.; 23. *Quercus deciduous* tip; 24. *Castanea*; 25-33. *Tricolporopollenites* spp.

Levha II

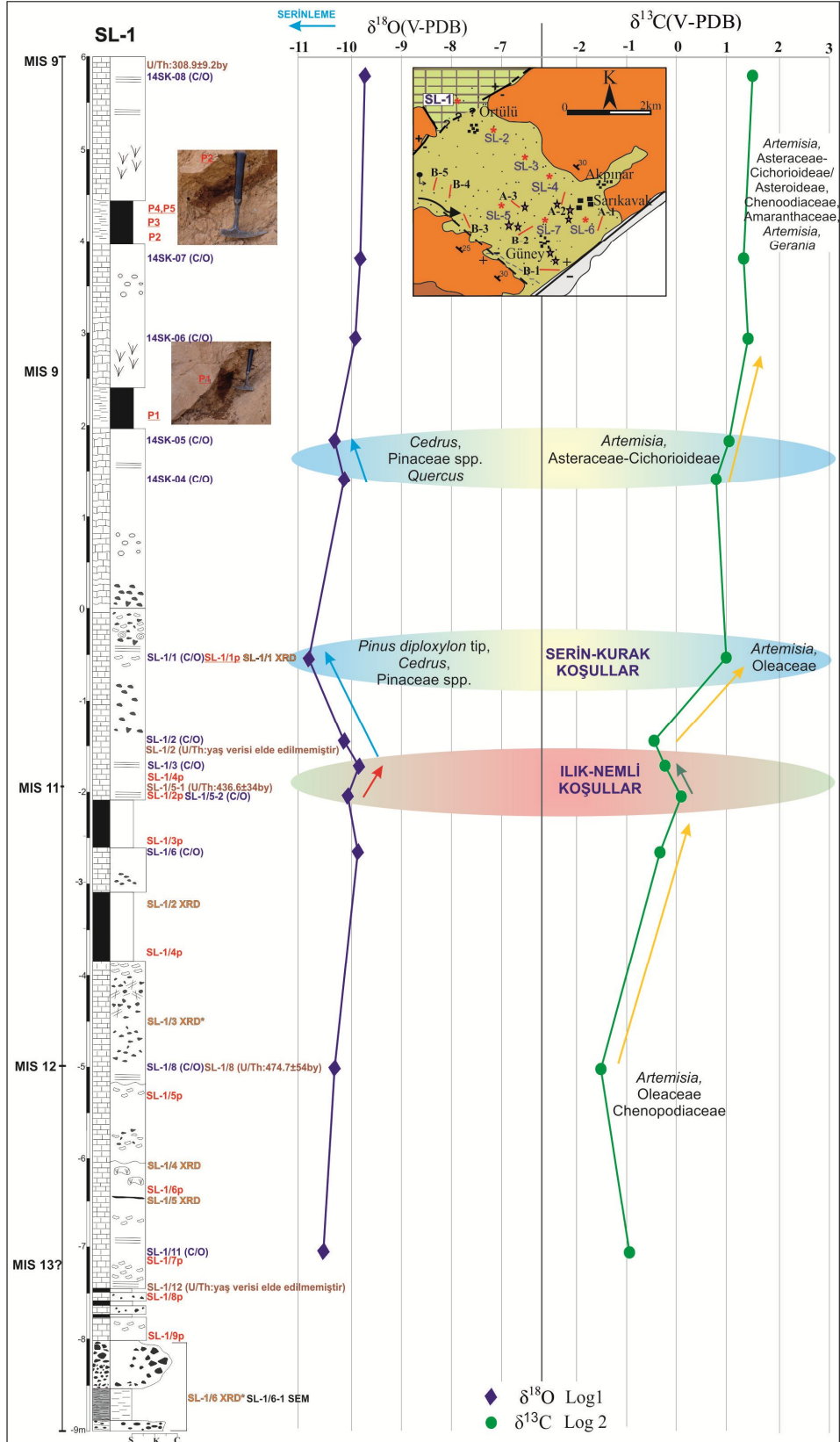
1-7. *Oleaceae*; 8, 17. *Tricolporopollenites* spp.; 9. *Asteraceae*-*Asteroideae*, *Tubuliflorae*; 10. *Asteraceae*-*Cichorioideae*-*Liguliflorae* tip; 11-14. *Artemisia* (Pelin); 15, 16. *Geranaiceae* spp. 18-23. *Chenopodiaceae*

5.4.5.2. Palinolojik Bulgular ve Duraylı İzotop Analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) Sonuçları

Proje kapsamında yapılan sondajlardan elde edilen karot örnekleri üzerinde gerçekleştirilen duraylı izotop ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) analiz sonuçları yukarıda ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu bölümde, bu duraylı izotop sonuçları ile aynı örnekler üzerinde yapılan palinolojik bulgular birlikte değerlendirilmiş ve her bir sondaj karotları, ayrı ayrı incelenerek ayrıntılı olarak verilmiştir.

5.4.5.2.1. SL-1 Sondajı

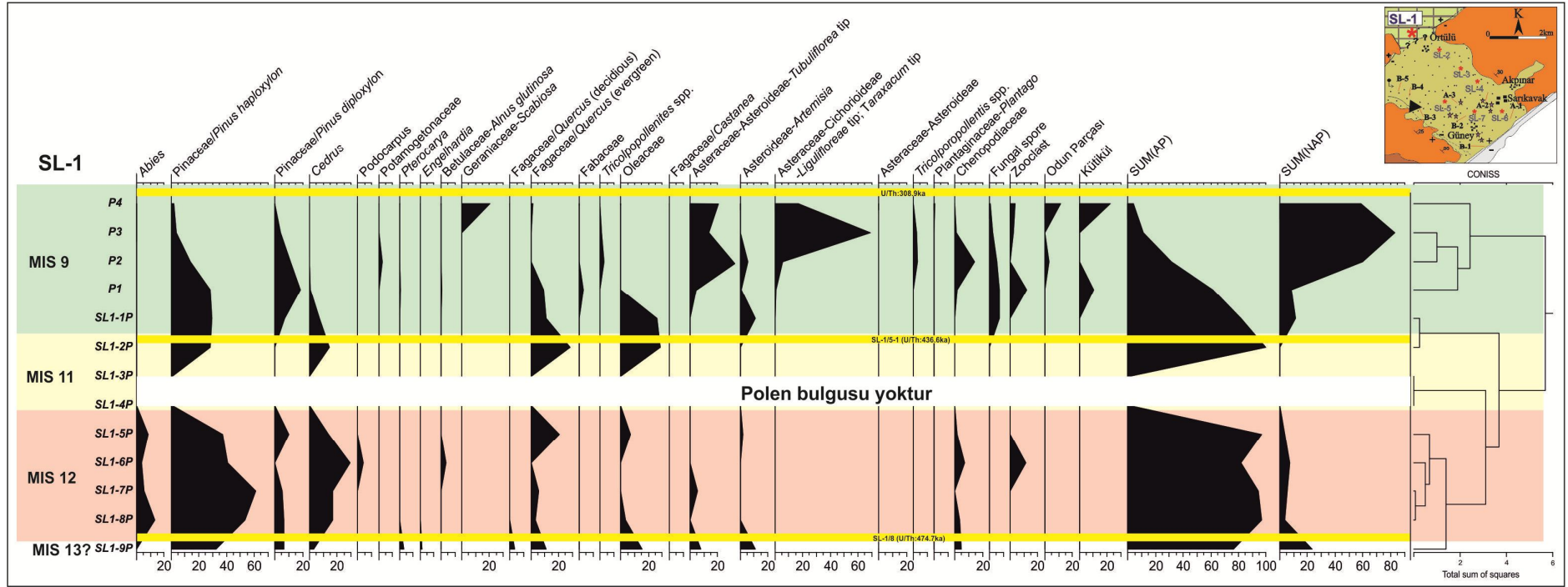
SL-1 sondajı ve yüzey ölçülü kesitinin üç seviyesinden U/Th analizine bağlı yaş bulgusu elde edilmiştir ve bu sonuçlara göre bu SL-1 noktasındaki traverten çökelişi 474,7±54 by'den daha önceki bir dönemde başlamış ve yaklaşık 160 bin yıl çökeliş devam ederek 308.8±9 by de sonlanmıştır (Şekil 73). SL-1 kesitinin yüzeyde 2-2,5m ve 4-4,5m leri arasında ve (-3) ve (-2)m arasında toplam 4 adet eski toprak seviyeleri gözlenmiştir. Kesitin, Denizel İzotop Evre aralığı (MIS), MIS 13 (?) ile MIS 9 aralığında yer almaktadır (Şekil 73). 7 adet SL-1 sondajından ve 6 adet bu sondajın yapıldığı traverten ocağının yüzey kesitinden olmak üzere toplam 13 örnekten $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop analizi sonucu elde edilmiştir. SL-1 kesitine ait $\delta^{18}\text{O}$ duraylı izotop analizi sonuçları -11 ile -9 arasında yer almaktadır (Şekil 73). $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerleri kesit boyunca (-1) ile 2 arasında değişmektedir. Sondaj karot logunun tabanından yüzeyde devam eden kesitin sonuna kadar $\delta^{18}\text{O}$ ve $\delta^{13}\text{C}$ değerinde belirgin bir değişim izlenmemiştir. Ancak karbon değerlerinde belirgin bir artış varlığı gözlenmiştir. MIS 13 Denizel İzotop Evresinden soğuk olan MIS 12 evresine $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine dayalı olarak sıcaklık değerlerinde bir değişimden söz etmek mümkün olmamıştır, ancak bu süreçte $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde gözlenen belirgin artış ortamsal koşullarda toprağın nemini kaybetmesine neden olan bir kuraklaşmaya işaret etmektedir (Toker vd., 2015) (Şekil 73). Bu kuraklaşma kesitin alt bölümünde gözlenen iki eski toprak seviyesinden sonra kısa bir süre nemli dönem ile kesilmektedir. Bu kısa süreli nemli koşullar $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinden gözlenen azalmaya bağlı olarak MIS 12 sürecinde gözlenen iklimsel koşullarda serinleme nedeniyle ilgili olmalıdır. Serinleme süreci kesitin ortasına kadar devam etmekte (yüzey noktasına), daha sonra ısınma süreci yeniden başlamaktadır. Bu kısa süreli ısınma süreci, sıcak olan MIS 11 periyodu ile ilişkilendirilebilir. MIS 12-MIS 9 denizel izotop evreleri aralığına karşılık gelen bu süreç boyunca kuraklaşma devam etmiştir, ancak iklimdeki sıcaklık değişimleri hakkında yorum yapılamamıştır. Genel olarak SL-1 kesitinde serinleme süreçlerinde kuraklık, ısınma süreçlerinde ise nemli ortamsal koşulların varlığı izlenmiştir (Şekil 73).



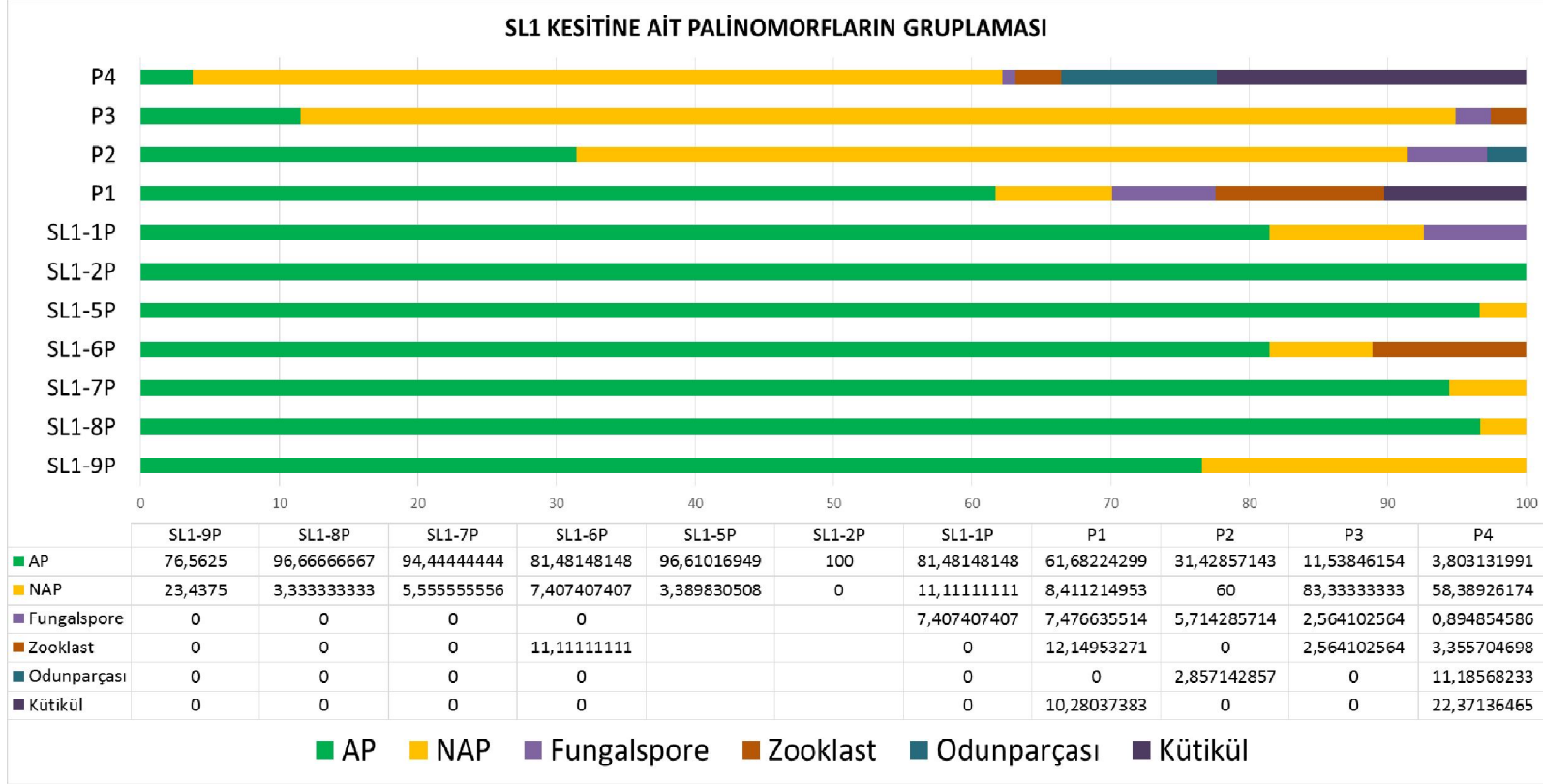
Şekil 73. SL-1 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).

Bu kesit boyunca 14 adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiştir. Örneklerin 7 adedi eski toprak seviyelerine ait olup, kalan 7 tanesi traverten düzeylerinden alınmıştır. Yüzeyde gözlenen eski toprak düzeylerinden derlenen örnekler (P1-P4) palinolojik olarak incelenebilecek bollukta spor ve polen içermektedir, sondaj içerisinde yer alan eski toprak örneklerinin (SL1-3P ve SL1-4P) palinolojik olarak incelenebilecek bollukta spor ve polen içermediği gözlenmiştir (Şekil 74). İncelenen örneklerde, gymnospermilerden (açık tohumlu bitkiler) 5 cins ve angiospermilerden (kapalı tohumlu bitkiler) 11 aile ait 15 polen taksası (genellikle cins düzeyinde) SL1 sondajı ve yüzey örneklerine ait örneklerden tanımlanmıştır (Şekil 74). Ayrıca çok sayıda non-polen palinomorf formlar ve zooklast varlığı belirlenmiştir. Çalışılan örneklerden odunsu (AP) ve otsu (NAP) bitkilerin bollukları belirlenmiştir (Şekiller 74 ve 75). MIS 13 sürecinde, *Abies* (Kökmar), *Pinaceae/Pinus haploxylon* ve *diploxylon* tipleri (Çamgiller-Çam), *Cedrus* (Sedir) ve *Podocarpus* (Taşporsuğu) ile temsil edilen koniferlere ait polenlerin bolluğu dikkat çekicidir (Şekiller 74, 75 ve 76). Sondaj boyunca tüm süreçler boyunca AP yüzde bolluğunun çok olması, gymnosperm polenlerin kesit boyunca yüksek yüzdeli varlığı nedeniyle olduğu gözlenmiştir (Şekil 77). Bu süreç boyunca otsul angiosperm polenlerin (NAP) bolluğunun ve çeşitliliğinin azlığı gözlenmiştir ve bu otsul formlar *Asteraceae* (Papatyağiller)-*Asteroideae*-*Tubulifloreae* tip, *Artemisia* (Pelin) ve *Chenopodiaceae* bitkilerine ait polenlerden oluşmaktadır (Şekil 74).

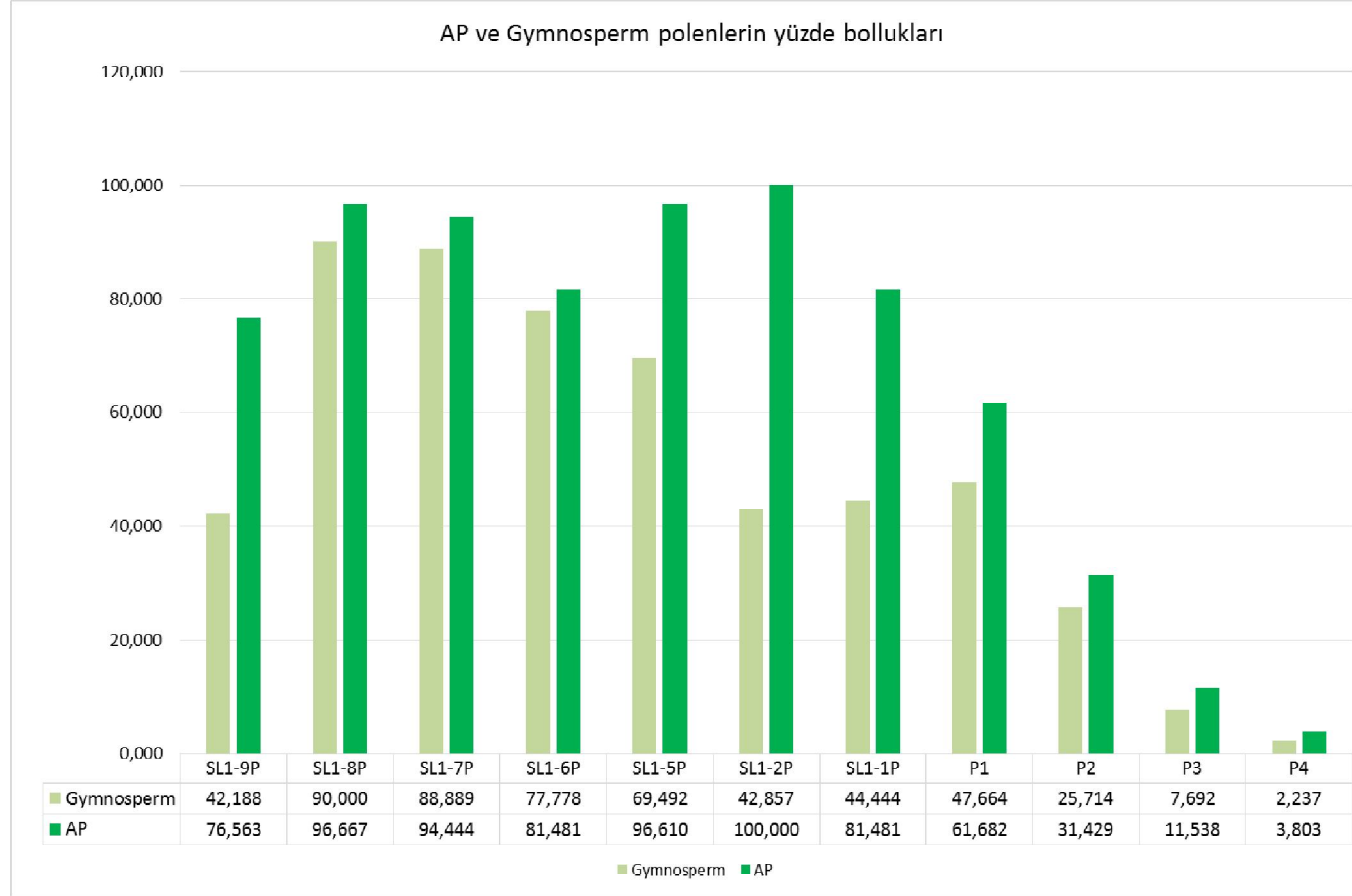
Ayrıca, SL-1 sondajında gözlenen MIS 13 buzul arası süreci boyunca odunsu bitkilerin yüzde bolluğundan gymnosperm polenlerin yüzde bolluğu hariç tutulduğunda diğer bitkilerin bolluğu ve çeşitliliği izlenmektedir. Bu bitkiler *Pterocarya* (Kantlı Ceviz), *Engelhardia*, *Alnus* (Kızılağaç), *Fagaceae-Quercus* (Meşe) (yaprak döken “deciduous” ve her daim yeşil “evergreen” olan tipleri), *Oleaceae* (Zeytingiller) ve *Castanea* (Kestane) ile temsil edilmektedir. SL-1 sondajına ait kesitte MIS 13’den 12’ye geçişin hangi metrede olduğu açık değildir ve MIS 12-11 süreçlerine ait sadece bir adet örnek (SL1-2P) yeterli miktarda palinomorf içermektedir. Bu örnekte, gymnosperm polenlerin (*Pinus haploxylon* tip (Çam) ve *Cedrus* (Sedir)), yüzde bolluğunun ve çeşitliliğinin azalması dikkat çekicidir. Ayrıca *Fagaceae-Quercus* evergreen tip ve *Oleaceae* taxalarına ait polenlerin bolluğu bu örnekte maksimum yüzdeye ulaşmıştır (Şekil 74). MIS 12- MIS 9 süreci boyunca AP yüzdesin düzenli bir azalış izlenirken, NAP yüzde bolluğunda belirgin bir artış gözlenmiştir. Kesit boyunca, *Asteraceae-Asteroideae*, *Asteraceae-Cichorioideae*, *Artemisia* (Pelin), *Geraniaceae-Scabiosa* (Turnagagasıgiller) ve *Chenopodiaceae* ile temsil edilen NAP yüzde bolluğunun artışı ortamın kuraklaştığına işaret etmektedir. Bu yorum, $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde gözlenen belirgin artış ile belirlenen ağaçsızlaşma süreci ile uyum içerisinde (Şekil 75).



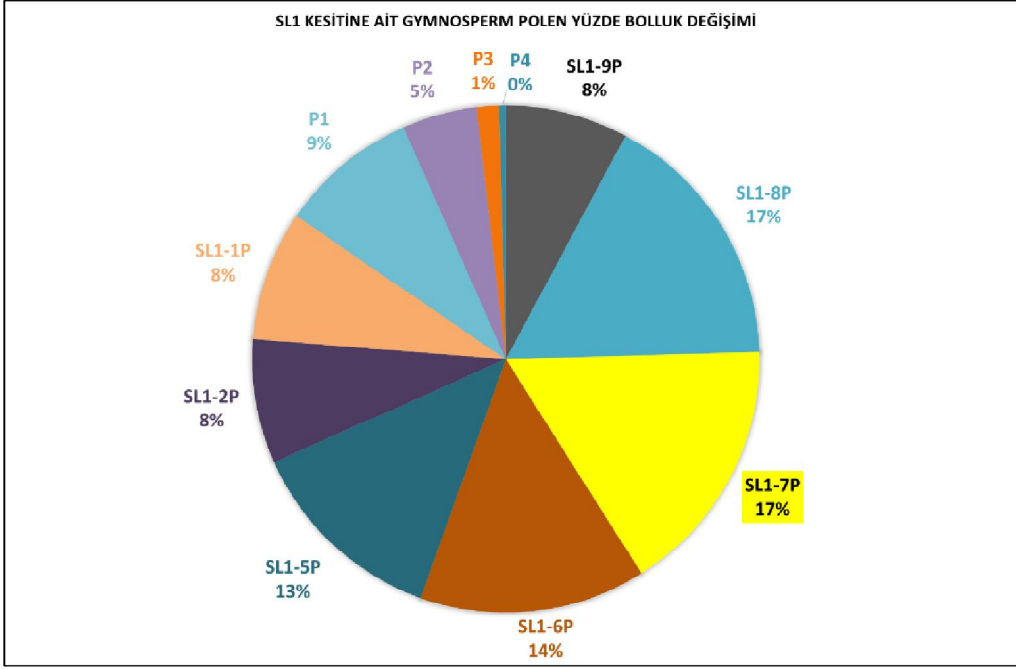
Şekil 74. SL-1 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren diyagram



Şekil 75. SL-1 sondajına ait palinomorfların yüzde bolluklarını gösteren diyagram.



Şekil 76. SL-1 sondajına ait AP ve gymnosperm polenlerin yüzde bolluklarını gösteren diyagram.

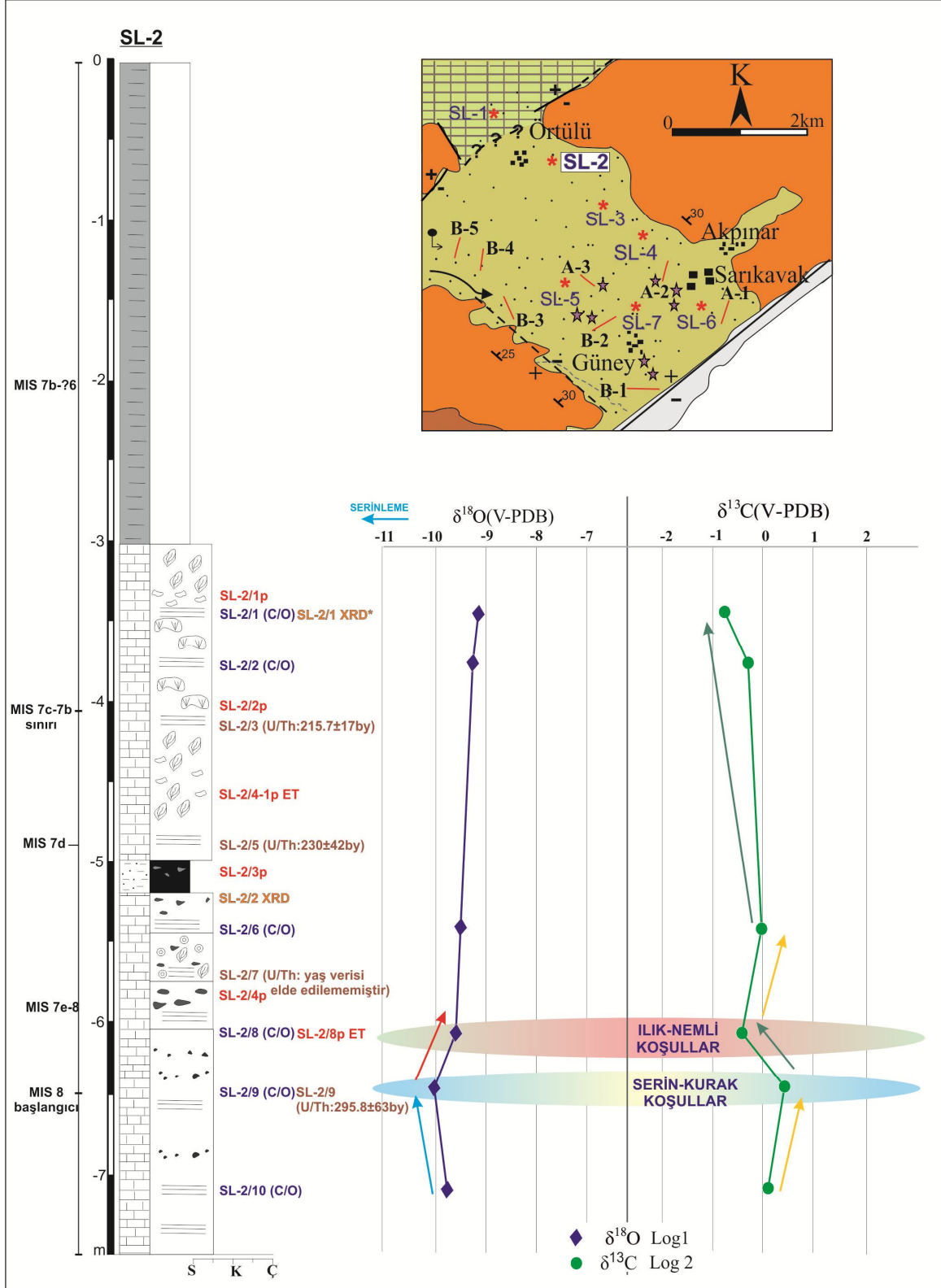


Şekil 77. SL-1 kesitine ait palinolojik örneklerin gymnosperm yüzde bolluklarını karşılaştırma diyagramı.

5.4.5.2.2. SL-2 Sondajı

SL-2 sondajına ait kesitin üç seviyesinden U/Th analizine bağlı yaş verileri elde edilmiş ve bu sonuçlara göre SL-2 noktasındaki traverten-tufa çökelişi 295.8±63 by'den daha önce başlamakta ve 215.7±17by 'den sonraki bir dönemde sonlanmıştır. SL-2 kesitin (-5)m' sinde 1 adet eski toprak seviyesi (paleosol) tanımlanmıştır ve (-3) metresinden yüzeye kadar yaklaşık 3 metrelik marn, karbonatlı çamur düzeyi gözlenmiştir. U/Th analizlerine göre bu kesitin, Denizel İzotop Evre aralığı MIS 8 ile 7 arasında yer almaktadır (Şekil 78).

SL-2 sondajının -7 ile -3 metreleri arasında toplam 6 noktadan alınan traverten örneklerinden duraylı izotop analizi ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçları bulunmaktadır. Kesitin tabanı, MIS 8 süreci ile başlamakta ve bu sürece ait iki örnekten elde edilen $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop sonucuna göre, bu zaman içerisinde $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde az oranda (-9'dan -10 değerine doğru) azalış gözlenmiştir (Şekil 78). MIS 8 başlarından MIS 7e'ye kadar olan süreç içerisinde $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinde artış izlenirken, $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde ise azalış dikkat çekicidir (Şekil 78). SL-2 kesitinde traverten çökelişinin, MIS 7a, 7b, 7c, 7d ve 7e olmak üzere beş adet alt faz içeren MIS 7 boyunca devam ettiği gözlenirken, $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde az oranda azalma ve $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde yine oksijen değerlerindeki oran kadar bir azalma izlenmiştir (Şekil 78).



Şekil 78. SL-2 sondajından elde edilmiş $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ duraylı izotop analizleri sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).

SL-2 kesiti boyunca, dört adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiştir. Örneklerin 1 tanesi eski toprak seviyelerine ait olup, kalan 5 tanesi traverten düzeylerinden alınmıştır (Şekil 78). İncelenen dört adet örneğin içerisinde yorum yapılabilecek yüzde ve çeşitlilikte sporomorf içermediği gözlenmiştir. SL2/2P örneğinin zooklast, *Cathaya*, *Pinus silvestris* (Çam) ve haploxyton tipleri ve *Artemisia* (Pelin) içerdiği, SL2/3P ve SL2/4-1P örneklerinin yalnızca gymnosperm polenleri çok düşük yüzdede içerdiği, SL2/2 örneğinin *Pinus* (Çam) silvestris ve haploxyton tiplerine ait polenleri, *Cedrus* (Sedir) ve *Carpinus* (Gürgen) polenlerini içerdiği ve istifin en üstünde yer alan SL2/1P ve en altında yer alan SL2/8P örneklerinin hiç polen içermediği gözlenmiştir (Şekil 78).

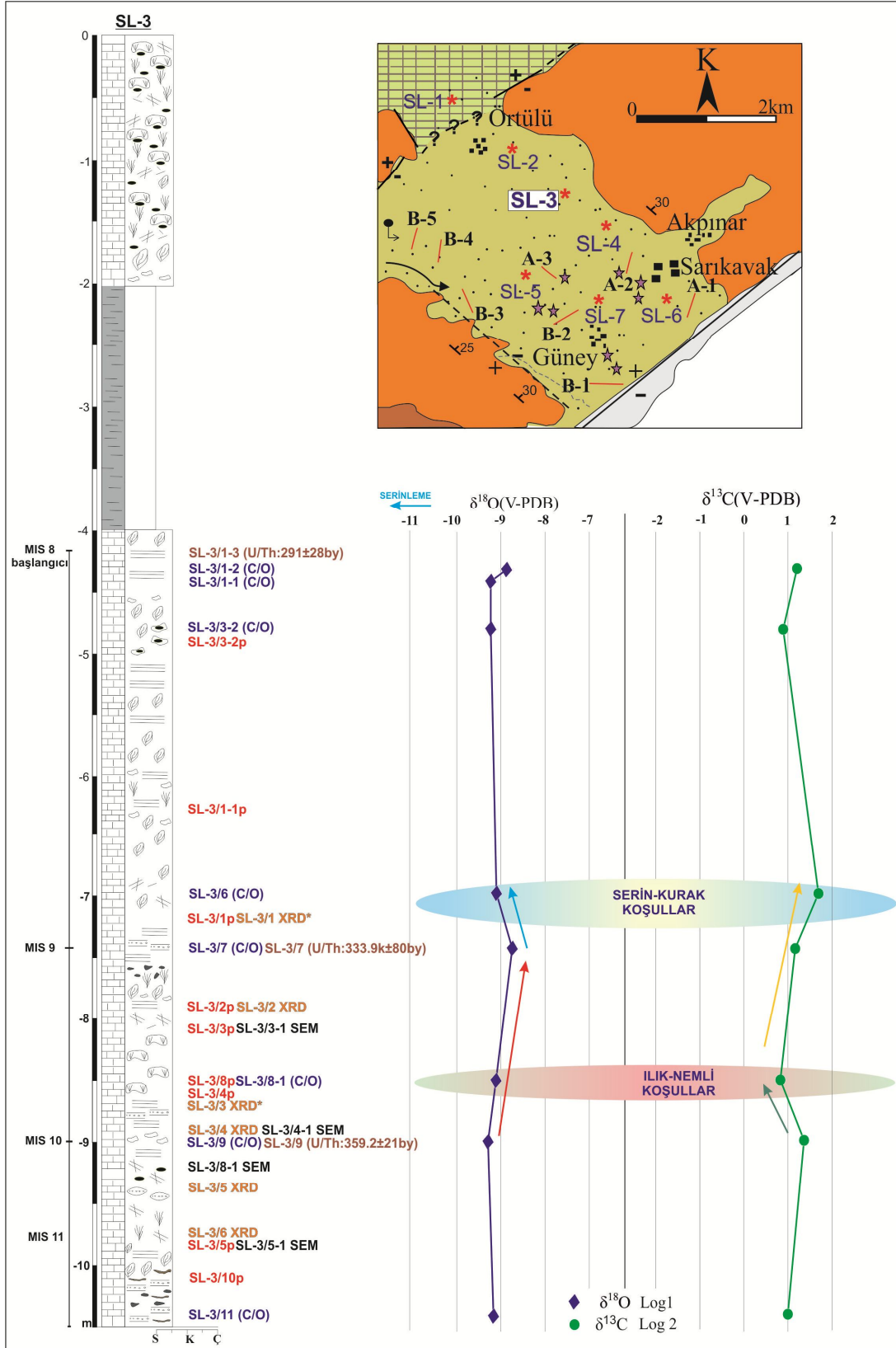
5.4.5.2.3. SL-3 Sondajı

SL-3 sondajı ve yüzey ölçülü kesitinin üç seviyesinden U/Th analizine bağlı yaş bulgusu elde edilmiştir ve bu sonuçlara göre bu SL-3 noktasındaki traverten çökeli 359±21 by'den daha önce başlamış ve 291±28by'den daha sonra sonlanmış olduğu görülmüştür. SL-3 kesitinde eski toprak (paleosol) seviyesi gözlenmemiştir. Kesitin, Denizel İzotop Evre aralığı (MIS) ise MIS 11 ile 8 aralığında yer almaktadır (Şekil 79). 7 adet SL-3 no'lu sondajdan olmak üzere toplam 8 örnekten $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop analizi sonucu elde edilmiş ve kesite ait $\delta^{18}\text{O}$ duraylı izotop analizi sonuçları -10 ile -8 arasında yer aldığı görülmüştür. $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerleri kesit boyunca 0 ile +2 arasındadır ve belirgin bir değişim izlenmemiştir. Ancak karbon değerlerinde bir salınımın varlığından söz edilebilir. Daha ılıman iklim koşullarının gözlemlendiği MIS 11 Denizel İzotop Evresinden soğuk olan MIS 10 evresine $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine dayalı olarak, sıcaklık değerlerinde bir değişimden söz etmek mümkün olmamıştır. MIS 10 süreci boyunca, benzer sıcaklık koşullarında ancak $\delta^{13}\text{C}$ değerlerine göre, nemli ortamsal koşulların bu süreç boyunca giderek azaldığından söz edilebilir (Şekil 79). MIS 10'da MIS 9'a doğru $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinde az da olsa bir artış izlenmiştir ve MIS 9 evresinin başlarında serin ve kurak iklimsel koşulların varlığından söz etmek mümkündür (Şekil 79). Duraylı izotop analizleri sonucuna göre, MIS 9 boyunca (MIS 8 evresi başına kadar) bu iklim ve ortamsal koşulların devam ettiği söylenebilir.

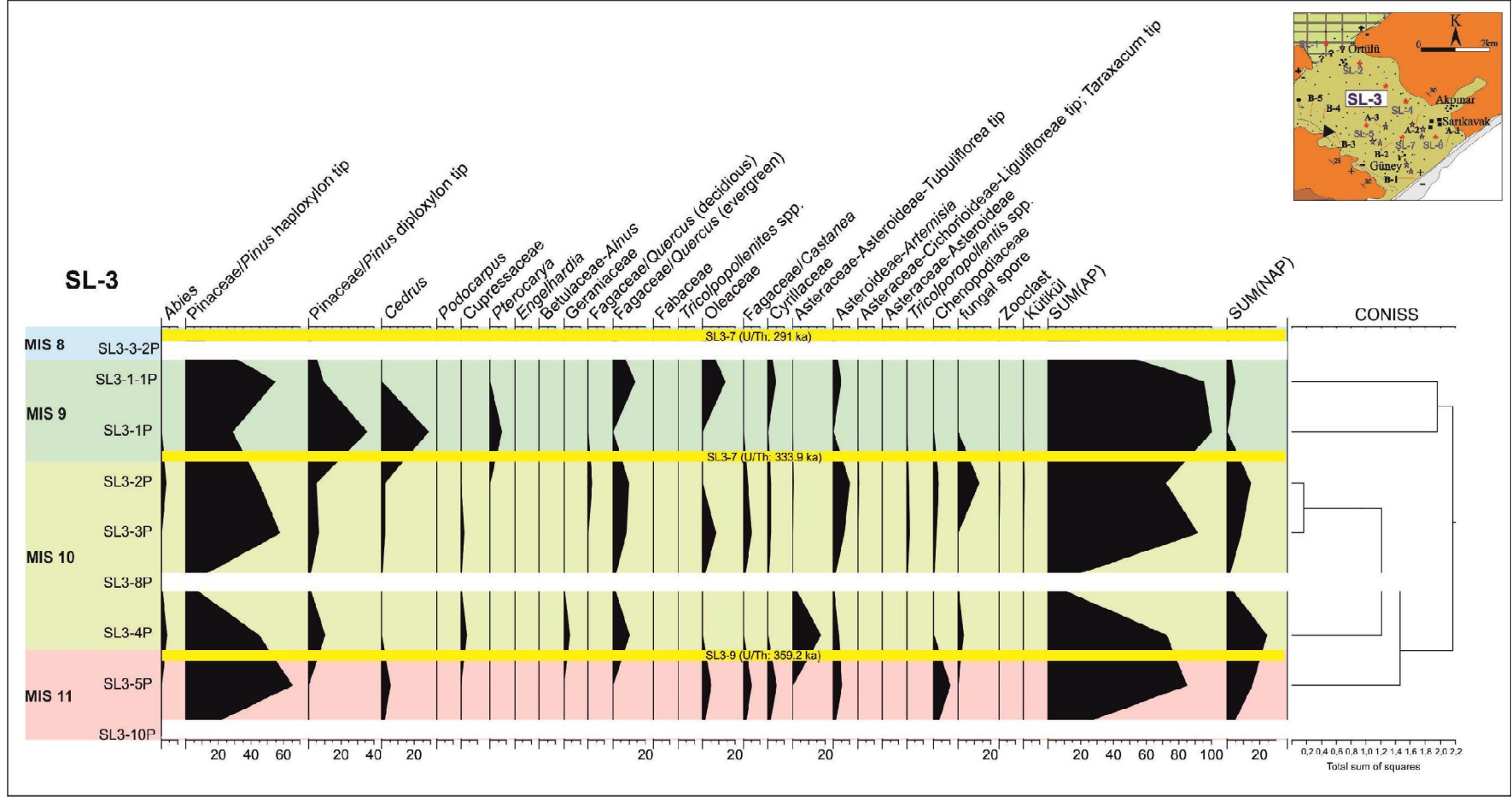
Bu kesit boyunca 9 adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiş ve örneklerin hepsi traverten düzeylerinden alınmıştır. Bu örneklerin 3 adedi palinolojik bulgulara dayalı iklimsel ve ortamsal yorum yapmaya olanak sağlayacak bolluk ve çeşitlilik sunmamaktadır (SL3-3/2P, SL3-8P ve SL3-10P). Yeterli miktarda sporomorf içeren örneklerin spor ve polen yüzde bolluklarını gösterir diyagram TİLİA programı ile oluşturulmuştur (Şekil 80). Buna göre, MIS dönemlerinin değişimlerinin gözlemlendiği kesit boyunca, her ne kadar oksijen ve karbon izotop değerlerinde belirgin değişim izlenmemiş olsa da, palinolojik bulgular dönem geçişlerinde

bitki örtüsünde farklılaşma olduğunu göstermektedir. MIS 11 süreci, ova ve orta yükseltili alanlar ve nemli koşullarda gelişim gösteren *Pinus* (Çam) haploxyton tip pollenin bolluğu ile temsil edilmektedir, ayrıca yine gymnosperm olan *Cedrus* (Sedir) az bol olarak MIS 11 dönemine ait örneklerin içerisinde gözlenmiştir. Bu gymnosperm polenlere orta bollukta, daha sıcak koşullarda gelişmeye eğilimi olan Oleaceae (Zeytingiller), *Castanea* (Kestane) ve Cyrillaceae eşlik etmektedir. Otsul formlar bu dönemde *Artemisia* (Pelin), Asteraceae (Papatyagiller)-Asteroideae-Tubuliflorea tip ve Chenopodiaceae ile temsil edilmektedir ve bu formların varlıkları ortamsa kurak koşulların varlığını göstermektedir. MIS 10 sürecinde, serin ve yüksek paleotopoğrafyada yayılım gösteren *Abies* (Kökнар) ve Pinaceae/*Pinus* (Çam) *diploxyton* tip ve ayrıca Pinaceae/*Pinus* (Çam) *haploxyton* tip ve Cupressaceae (Servigiller) ile temsil edilen koniferlere ait polenlerin çeşitliliği gözlenmiştir (Şekiller 80, 81, 82 ve 83). Ayrıca MIS 10 soğuk olan Denizel İzotop Evresinde bir önceki dönemde sıcak koşullarda yayılım gösteren bitkilerin yokluğu dikkat çekicidir. Serin ve kurak iklim koşullarında gelişebilen *Artemisia* (Pelin) formunun MIS 10 süreci boyunca artış göstermesi bu Denizel İzotop Evresinde soğuk koşullar nedeniyle ilgili olmalıdır. Ayrıca MIS 10 boyunca, sıcak olan MIS 9 evresine doğru iklimsel koşullarda ısınmanın etkileri izlenmektedir (Şekil 80). MIS 9 süreci boyunca (MIS 8 Denizel İzotop Evresine kadar) SL-3 sondaj kesitinin alındığı alanda, gymnosperm polenlerin bolluğu ve çeşitliliği ve kurakçıl formların azalması ve bazı formların gözlenmemesi nedeniyle daha sıcak ve nemli iklim koşullarının varlığı izlenmektedir (Şekiller 80, 81, 82 ve 83).

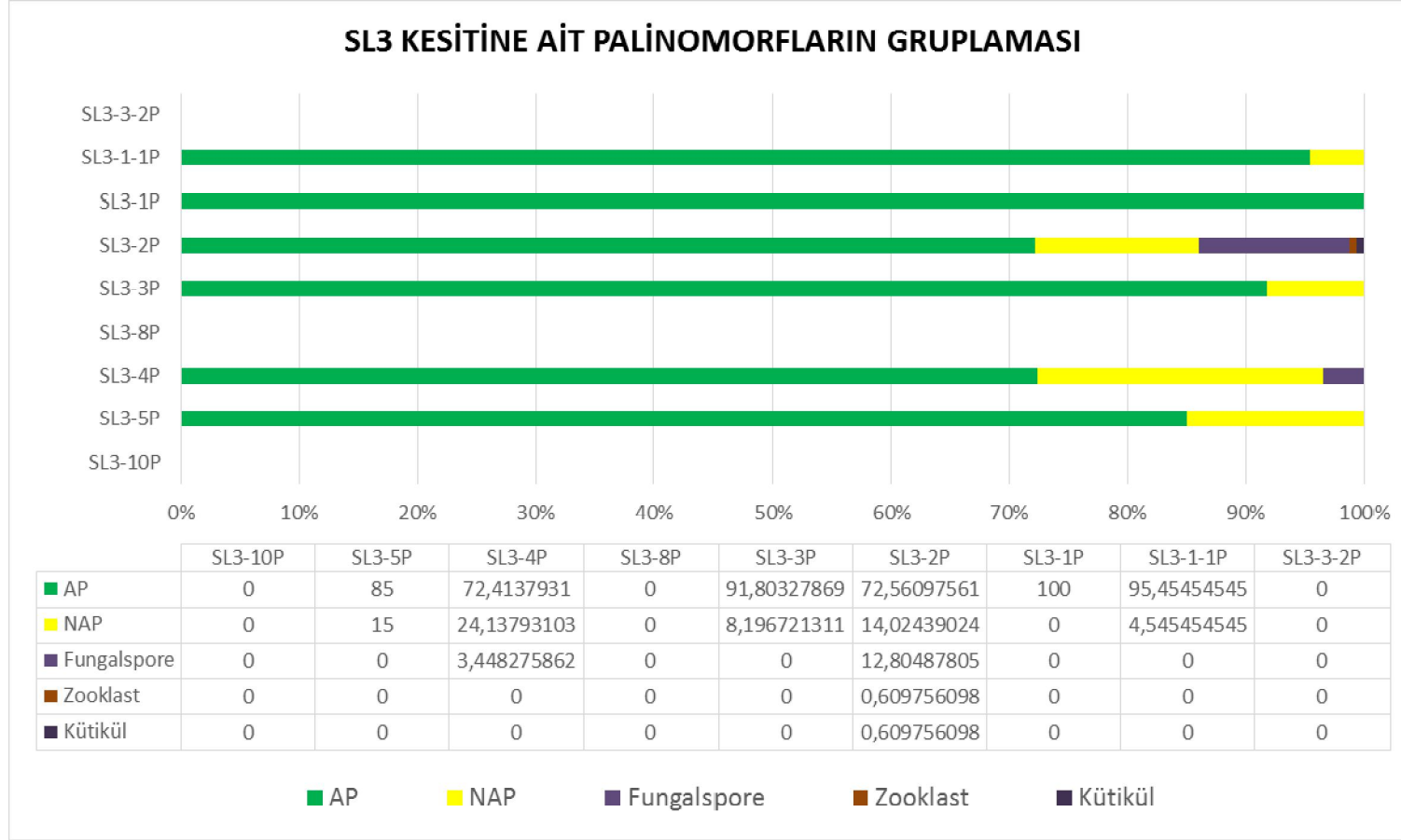
SL-3 sondajı boyunca, duraylı izotop ve palinolojik bulgular ışığında, MIS 11-MIS 9 süreci boyunca AP yüzdesin bezer bir yüzde bolluk trendi izlenirken, NAP yüzde bolluğunda belirgin bir azalış gözlenmiştir. Kesit boyunca, Asteraceae (Papatyagiller)-Asteroideae, Asteraceae-Cichorioideae, *Artemisia* (Pelin), Geraniaceae (Turnagagasıgiller)-*Scabiosa* ve Chenopodiaceae ile temsil edilen NAP yüzde bolluğunun azalışı ortamda odusun ağaçların bollaştığına işaret etmektedir (Şekil 80).



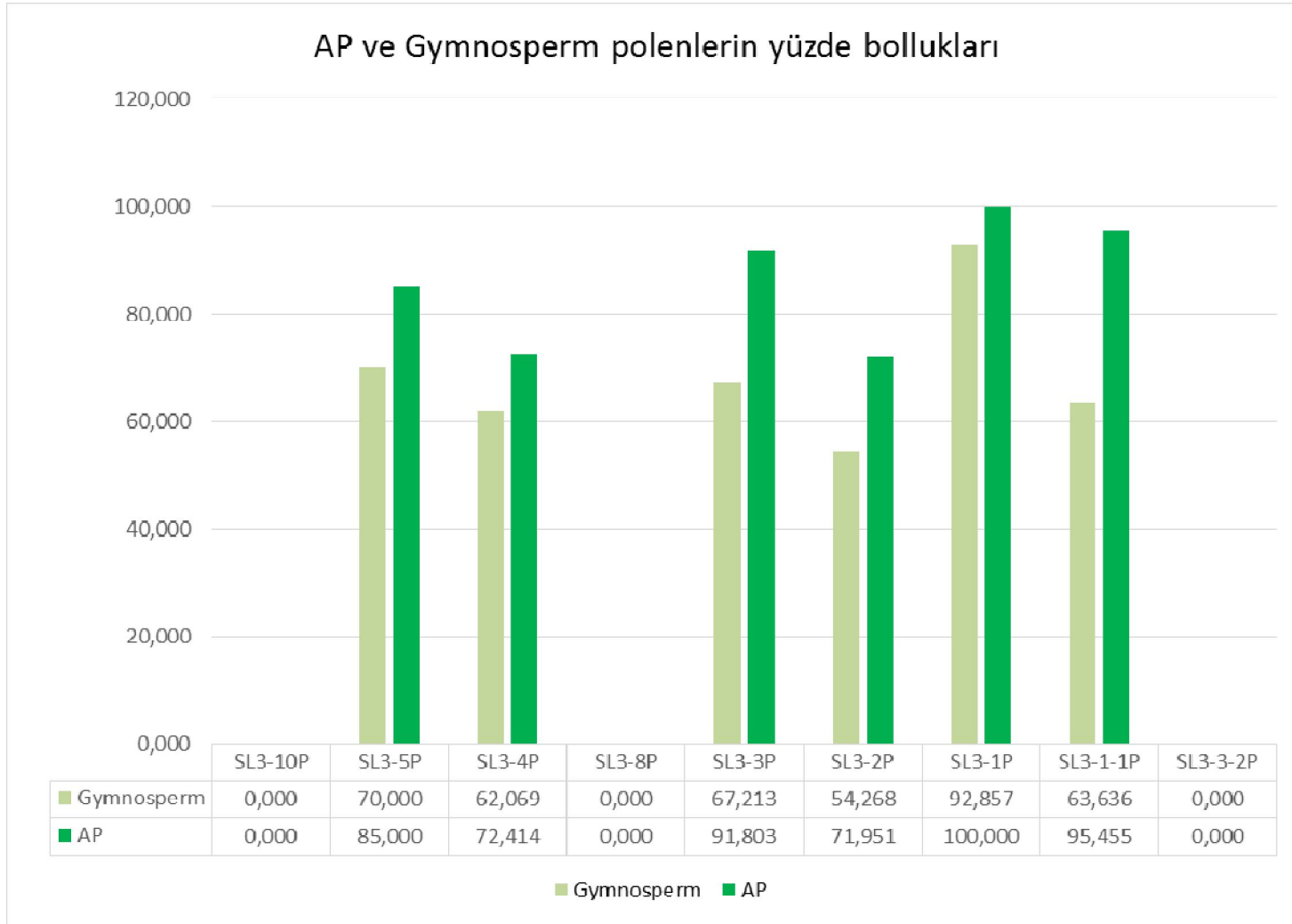
Şekil 79. SL-3 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).



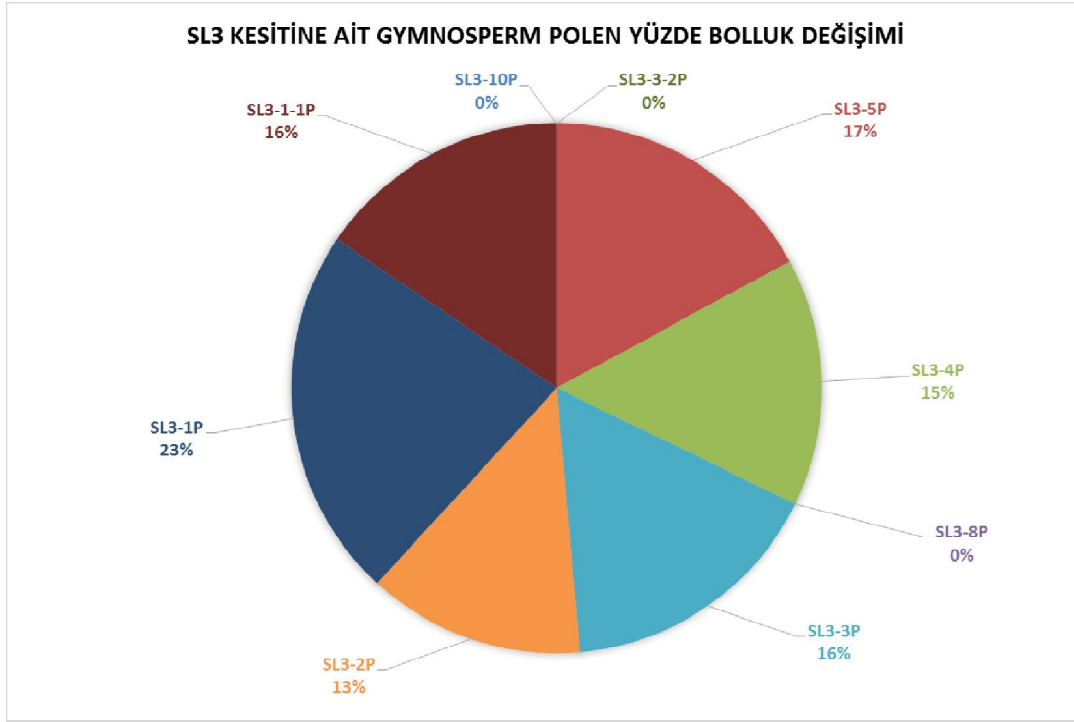
Şekil 80. SL-3 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren diyagram.



Şekil 81. SL-3 sondajına ait palinomorfaların yüzde bolluklarını gösteren diyagram



Şekil 82. SL-3 sondajına ait AP ve gymnosperm polenlerin yüzde bolluklarını gösteren diyagram



Şekil 83. SL-3 kesitine ait palinolojik örneklerin gymnosperm yüzde bolluklarını karşılaştırma diyagramı.

5.4.5.2.4. SL-4 Sondajı

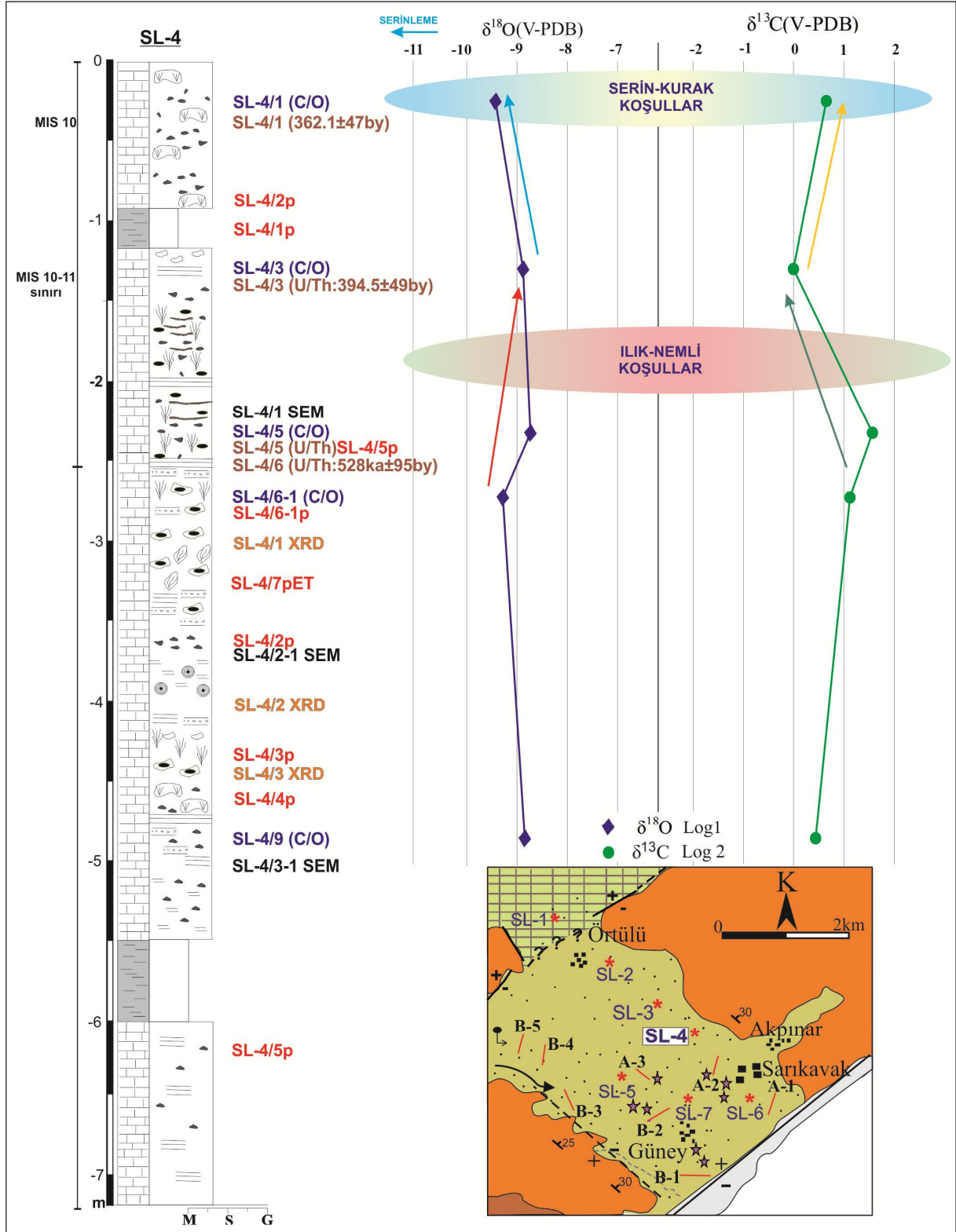
SL-4 sondajına ait kesitinden U/Th yaş analizine bağlı elde edilen yaşlar arasında bazı tutarsızlıklar bulunmaktadır. Bu sonuçlara göre bu SL-4 kesitinin 2.5 m seviyesinden alınan yaş, tufa-traverten çökeliiminin 528 ± 95 by'den daha önce bir zaman aralığında başlamış olabileceğini ve 394 ± 49 by'den daha yakın bir zamanda sonlanmış olduğunu göstermektedir. Ancak U/Th yönteminin belli yaş aralığında daha sağlıklı sonuçlar verdiği düşünülürse, hata payı oldukça yüksek olan (528 ± 95 by) bu yaş verisinin kullanılması sakıncalı bulunmuştur (Şekil 84). SL-4 sondaj logundan elde edilen bazı yaş verileri hata payları en az olana göre değerlendirilerek kesin yargı oluşturabilecek sonuçlardan kaçınılmıştır.

SL-4 kesitin (-5 ile -6)m' sinde ve (-1)m'sinde olmak üzere iki adet eski toprak seviyesi tanımlanmıştır. Uranyum/Toryum izotop analizlerine göre bu karbonat çökeli, Denizel İzotop Evre aralığı MIS 11 ile MIS 10 arasında çökeliimine devam etmiştir (Şekil 84).

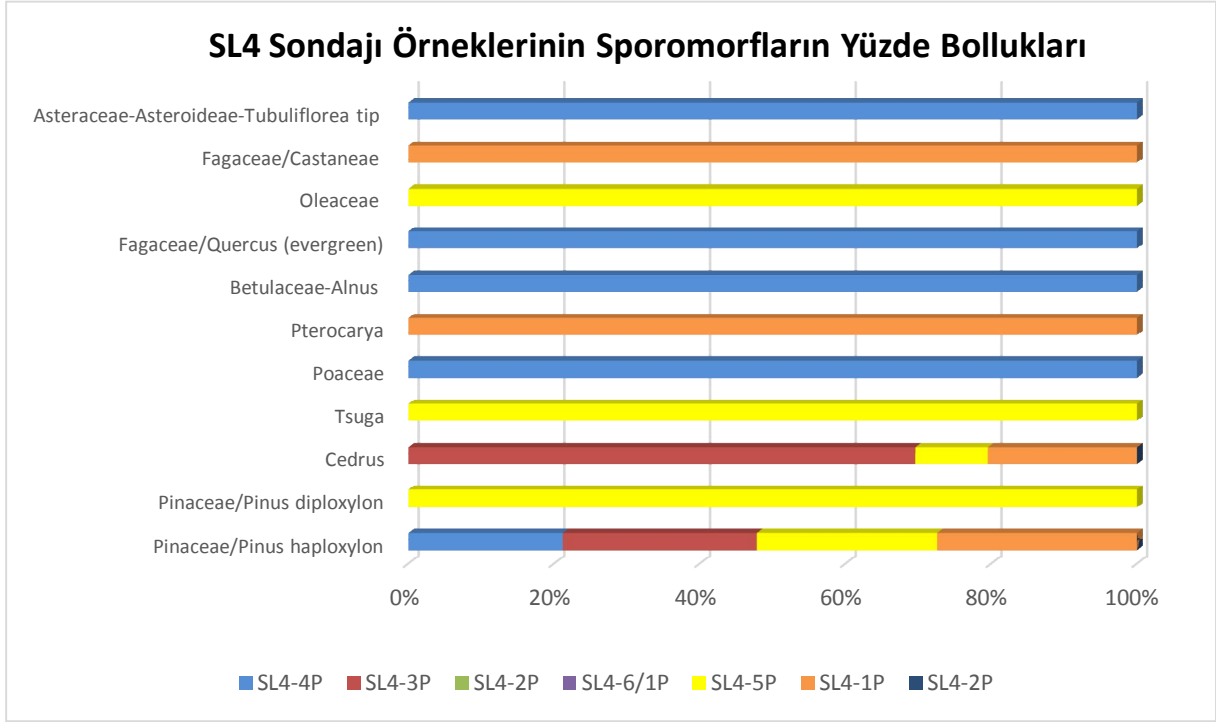
SL-4 sondajının -5 ile 0 metreleri arasında toplam 5 noktadan alınan traverten örneğine $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop analizi yapılmıştır. Kesitin tabanı MIS 11 sürecinden önce başlar ve bu süreçte ait iki örnekten $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotopları sonucu elde edilmiştir (Şekil 84). Bu kesite, MIS 11 sürecinden önce (-7) ile (-2.5) metreleri arasında ve bu zaman içerisinde $\delta^{18}\text{O}$ izotop

değerlerinde az oranda (-9'dan -10 değerine doğru) azalış gözlenmiştir. $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerindeki bu azalış kısa süreli bir artışı ile devam eder bu süreç ise MIS 11 başlarından gözlenmiştir (Şekil 84). SL-4 kesitinde traverten çökelinin devam ettiği, MIS 11 Denizel İzotop evresi boyunca $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde önce bir artışı ve sonrasında bir azalış süreci gözlenmektedir. Bu durum MIS 11 evresi boyunca iklimsel koşullardaki küçük salınımlar nedeniyle ilgili olabileceği düşünülmektedir (Şekil 84).

SL-4 kesiti boyunca, dokuz adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiştir. Örneklerin 1 tanesi eski toprak seviyelerine ait olup, kalan 5 tanesi traverten düzeylerinden alınmıştır (Şekil 84). İncelenen dokuz adet örneğin içerisinde yorum yapılabilecek yüzde ve çeşitlilikte sporomorf içermediği gözlenmiştir. Tanımlanan tüm polen içeriği Şekil 84'de yüzdelenerek grafikte gösterilmiştir. Örneklerin çoğu, özellikle gymnosperm polenlerin (*Pinus* (Çam) silvestris ve haploxylon tipleri bolluğu, *Cedrus* (Sedir) ve *Tsuga* (Suga)) çeşitliliği ile temsil edilmektedir (Şekil 85). Otsul formlar sadece Asteraceae (Papatyagiller)-Asteroideae alt ailesine ait formlar ve Poaceae (Buğdaygiller)'den oluşmaktadır. Ayrıca odunsu angiosperm polenler ayrı tanımlanmıştır (Oleaceae (Zeytingiller), *Pterocarya* (Kantlı Ceviz) ve *Alnus* (Kızılağaç)). Akarsu kenarında gelişim gösteren, *Alnus* (Kızılağaç) formunun varlığı SL4-4P örneğinin derlendiği traverten oluşumu sırasında akarsu ile beslenmenin varlığı şeklinde yorumlanabilir (Şekiller 84 ve 85).



Şekil 84. SL-4 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).

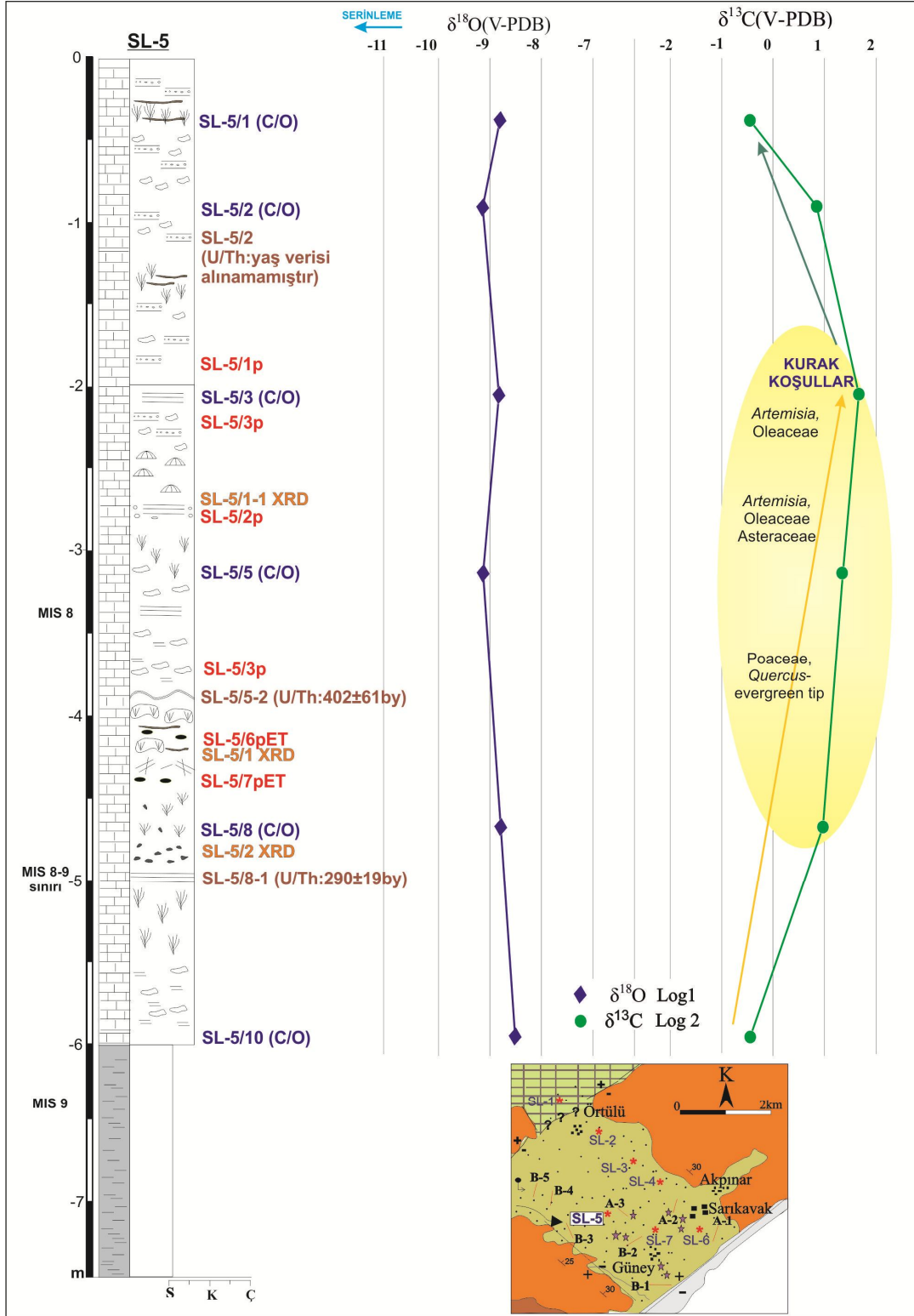


Şekil 85. SL4 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.

5.4.5.2.5. SL-5 Sondajı

SL-5 sondajına ait kesitin tavan, orta ve alt seviyelerinden analize uygun örnekler seçilip gönderilmiş olmasına rağmen sadece karotun orta ve alt seviyelerinden U/Th yaş veriler elde edilmiştir (Şekil 86). Ancak kesitin orta seviyesinden elde edilen yaş verisindeki hata payı yüksekliği (402 ± 61 by) sağlıklı bir yorum yapmayı olanaksız kılmıştır. Buna göre, SL-5 sondajına ait traverten çökeli 290±19 by'den daha önce bir dönemde başlamış olduğunu söylemek mümkündür.

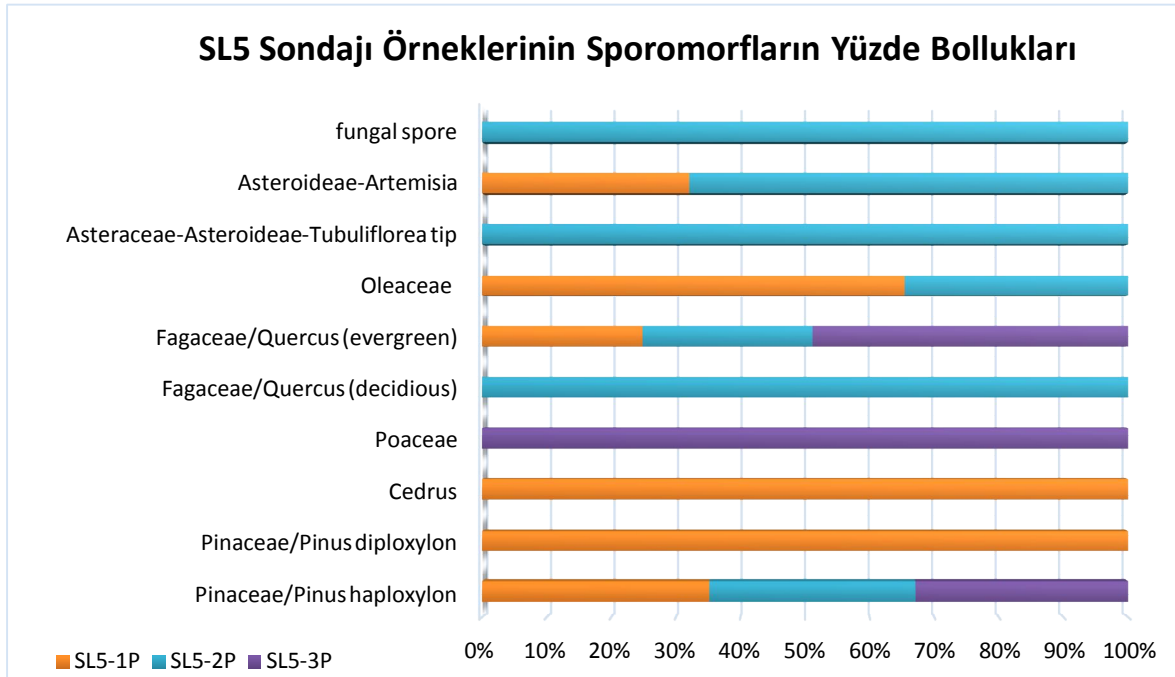
SL-5 kesitin (-6 ve -7.5)m' sinde ve bir adet eski toprak seviyesi (paleosol) tanımlanmıştır. İzotop analizlerine göre bu kesitte gözlenen traverten çökeli, MIS 8 ve MIS 9 evresinde depolanmaya devam ettiğini göstermektedir (Şekil 86).



Şekil 86. SL-5 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).

SL-5 sondajının -6 ile 0.5 metreleri arasında toplam 6 noktadan alınan traverten örneğine $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop analizi yapılmıştır (Şekil 86). MIS 8 ve MIS 9 geçiş süreci boyunca, $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde az oranda (-9'dan -8 değeri arasında) değişim gözlenmiştir. $\Delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerindeki bu benzer değerler ve izlenen küçük değişim MIS 9 sürecindeki küçük iklimsel değişimlerle ilgili olmalıdır (Şekil 86). SL-5 kesitinde traverten çökelinin devam ettiği, MIS 8 Denizel İzotop evresi boyunca $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinde önce bir artış ve sonrasında bir azalış süreci gözlenmektedir. Bu durum MIS 9 evresi boyunca ortamsal koşullarda gözlenen değişimle ilgili olmalıdır (Şekil 85). Kesitin (-7.5) metresinden (-2) metresine kadar nemliliğin az olduğu ortamsal koşulları işaret ederken, (-2) ile 0 metreleri arasında nemliliğin belirgin bir artış gösterdiği ortamsal koşullardan söze edilebilir (Şekil 86).

SL-5 kesiti boyunca, altı adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiştir. Örneklerin hepsi traverten düzeylerinden (Şekil 86) ve $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinin daha pozitif olduğu karbonat çökelmelerinden alınmıştır. İncelenen altı adet örneğin içerisinde yorum yapılabilecek yüzde ve çeşitlilikte sporomorf içermediği gözlenmiştir ve tanımlanan tüm polen içeriği Şekil 87'de yüzdelenerek grafikte gösterilmiştir. Örneklerin çoğu, özellikle gymnosperm polenlerin (*Pinus* (Çam) silvestris ve haploxylon tipleri ve *Cedrus* (Sedir)) bolluğu ile temsil edilmektedir (Şekil 87). Otsul formlar Poaceae (Buğdaygiller), Asteraceae (Papatyağiller)-Asteroideae-Tubulifloreae tip ve Asteraceae-*Artemisia* (Pelin)'dan oluşmaktadır. Ayrıca odunsu angiosperm polenler ayrı tanımlanmıştır (Oleaceae (Zeytingiller), *Quercus* (Meşe) yaprak dökken ve her daim yeşil tipleri) (Şekiller 86 ve 87).



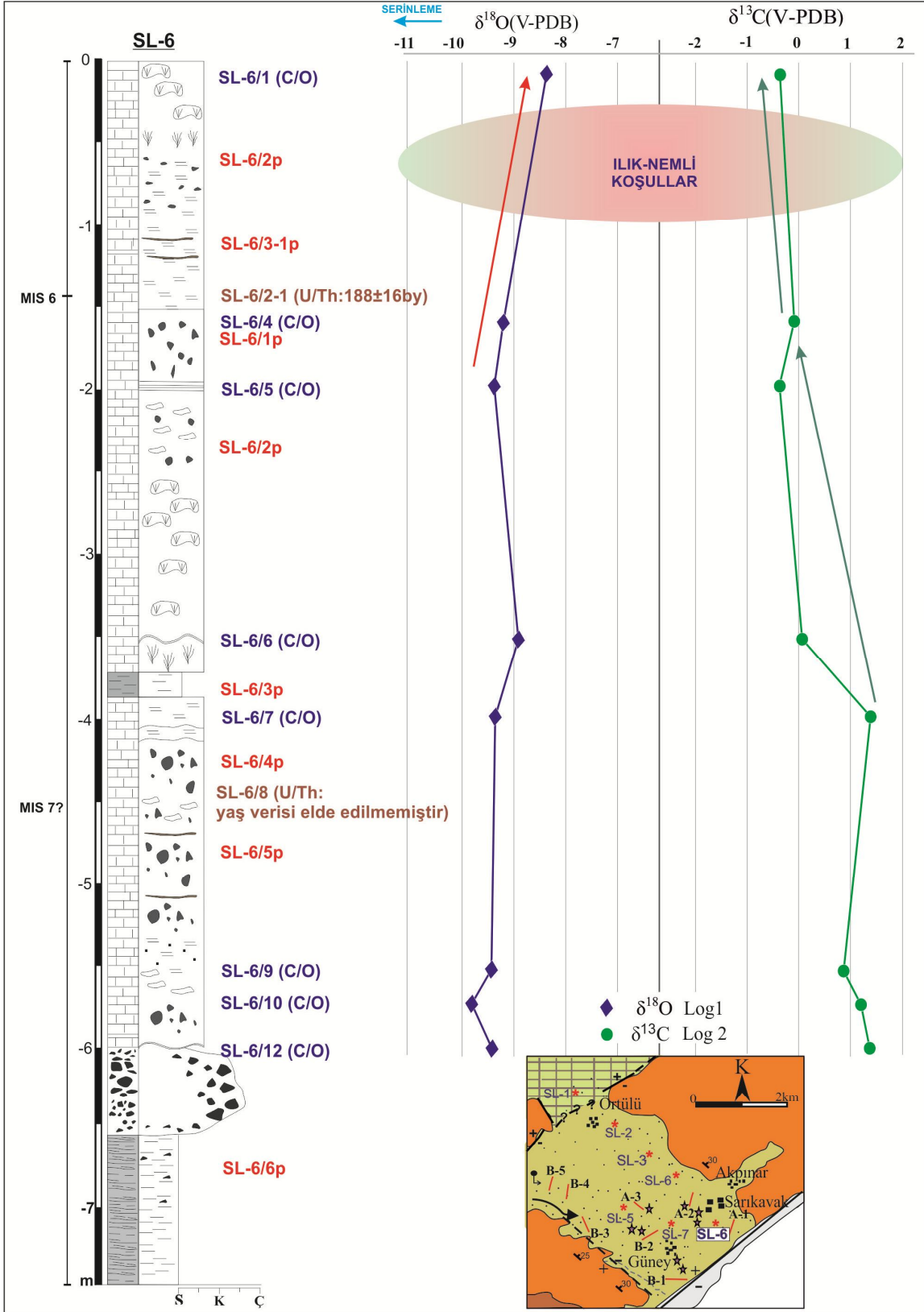
Şekil 87. SL-5 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.

5.4.5.2.6. SL-6 Sondajı

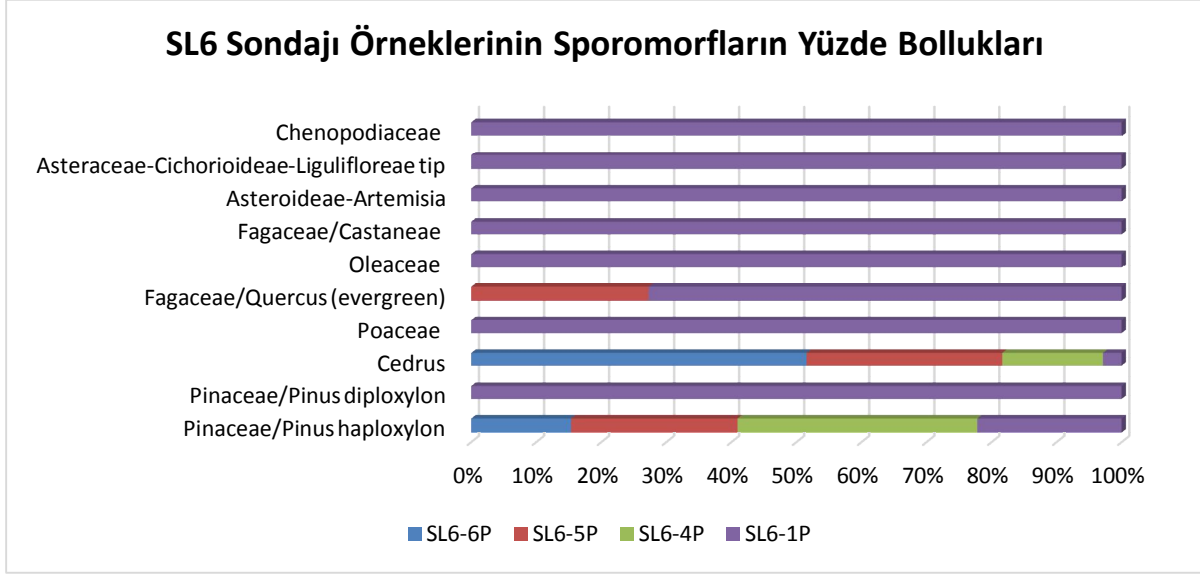
SL-6 sondajına ait kesitin bir seviyesinden (-1.5 metresinden) U/Th analizine bağlı yaş bulgusu elde edilmiş ve bu sonuçlara göre SL-6 noktasındaki traverten-tufa çökelinin 188 ± 16 by'den daha önce başlamış ve yine 188 ± 16 by'den daha genç bir zaman aralığında çökelmiş olmalıdır. SL-6 kesitinin (-3 ile -4)m' sinde ve -6.5 ile -7.5m'sinde olmak üzere iki adet eski toprak (paleosol) seviyesi gözlenmiştir (Şekil 88). U/Th analizlerine göre bu kesitin, Denizel İzotop Evre aralığı MIS 6 ile MIS 7(?) arasında yer aldığını söylemek mümkündür. (Şekil 88).

SL-6 sondajının -6 ile 0 metreleri arasında toplam 8 noktadan alınan traverten örneğine $\delta^{13}C$ ve $\delta^{18}O$ izotop analizi yapılmıştır. Kesitin tabanı MIS 7 (?) süreci ile başlamakta ve bu sürece ait 7 örnekten $\delta^{13}C$ ve $\delta^{18}O$ izotop sonuçlarına göre $\delta^{18}O$ izotop değerlerinde az oranda (-10'dan -8 değerine doğru) bir artış gözlenmiştir. Ayrıca bu süreç boyunca, $\delta^{13}C$ değerlerinde belirgin bir azalış izlenmiştir. Bu süreç MIS 7a alt fazında gözlenen ısınma ve nemli koşullarla ilgili olmalıdır. Bu etki MIS 6 evresinin başlangıcında da devam ettiği söylenebilir (Şekil 88).

SL-6 kesiti boyunca, sekiz adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiştir. Örneklerin iki tanesi eski toprak seviyelerine ait olup, kalan 6 tanesi traverten düzeylerinden alınmıştır (Şekil 88). İncelenen sekiz adet örneğin içerisinde yorum yapılabilecek yüzde ve çeşitlilikte sporomorf içermediği gözlenmiştir. Tanımlanan tüm polen içeriği Şekil 89'da yüzdelenerek grafikte gösterilmiştir. SL-6 sondajından alınan palinolojik örneklerin çoğu, özellikle gymnosperm polenlerin (*Pinus* (Çam) *silvestris* ve haploxylon tipleri bolluğu ve *Cedrus* (Sedir)) bolluğu ile temsil edilmektedir (Şekil 89). Otsul alanlarda yayılım gösteren formlar Asteraceae (Papatyagiller)-Cichorioideae, *Artemisia* (Pelin), Poaceae (Buğdaygiller) ve Chenopodiaceae'den oluşmaktadır. Odunsu angiosperm polenler Oleaceae (Zeytingiller), *Castanea* (Kestane) ve *Quercus* (Meşe) evergreen tip ile temsil edilmektedir (Şekil 89).



Şekil 88. SL-6 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).

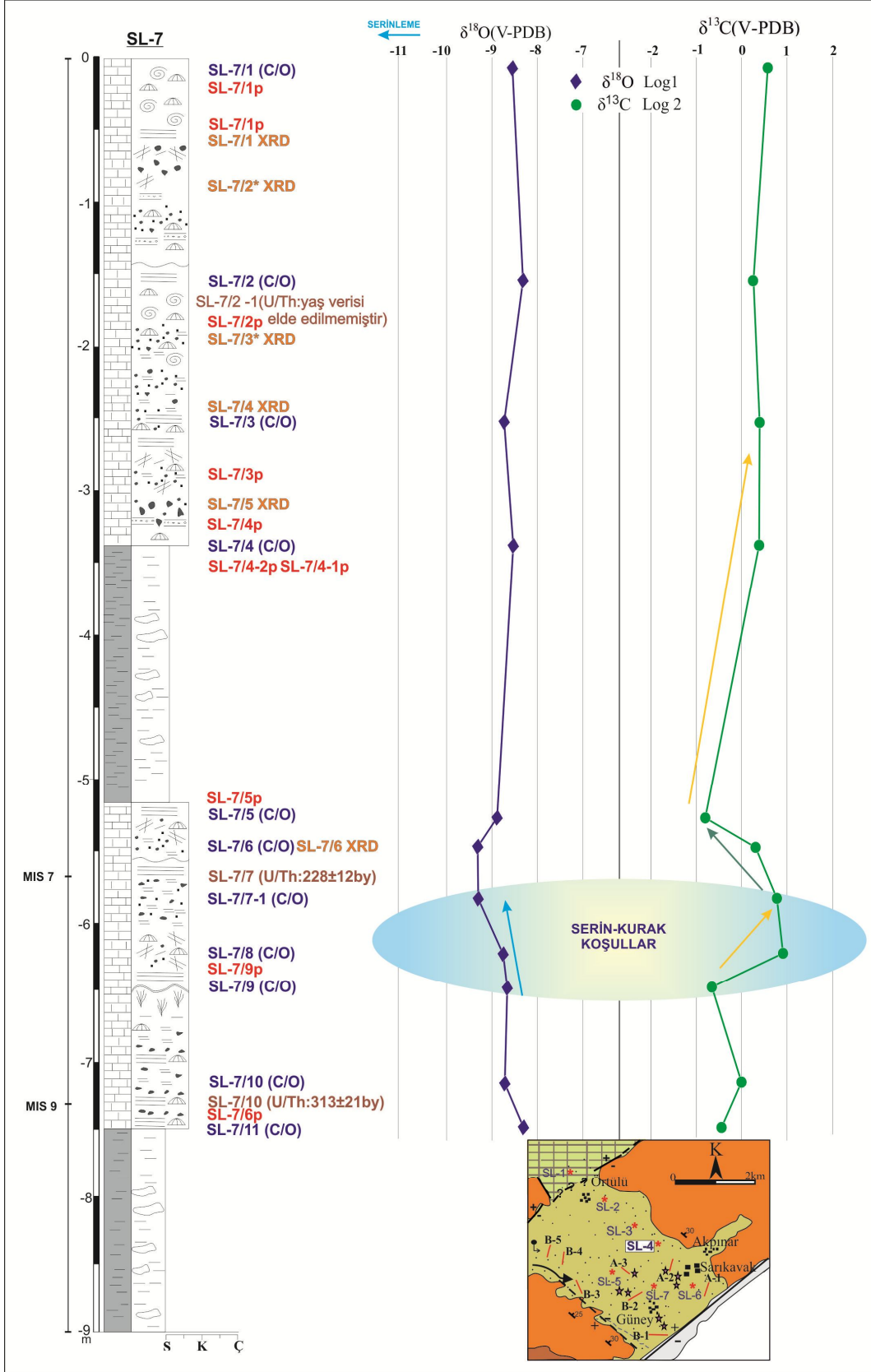


Şekil 89. SL-6 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.

5.4.5.2.7. SL-7 Sondajı

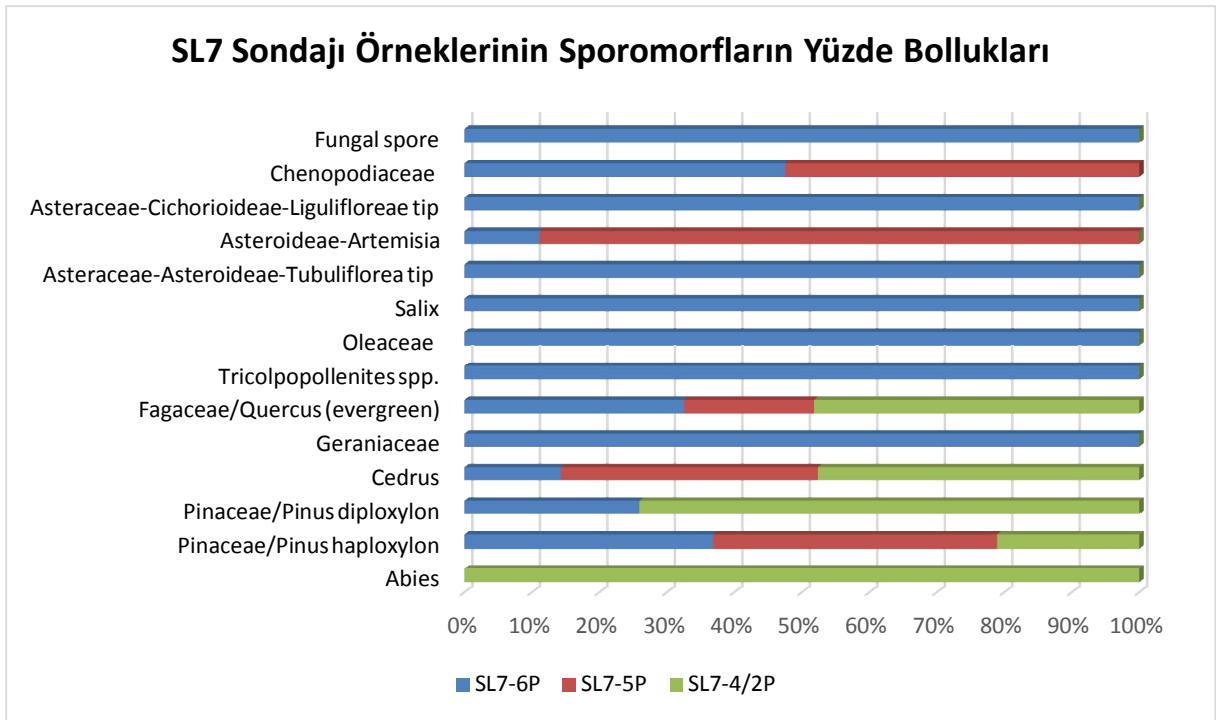
SL-7 sondajına ait kesitin iki seviyesinden U/Th analizine bağlı 2 adet yaş bulgusu ve bu sonuçlara göre SL-7 noktasındaki traverten-tufa çökelinin 313 ± 21 by'den daha önceki bir dönemde başlamış olabileceği ve bu çökellerin, 228 ± 12 by'den daha genç bir zaman aralığında sonlanmış olabileceğini söylemek mümkündür. SL-7 kesitin -7.5 ile -9m' sin de ve -3 ile -5,5m'sin de olmak üzere iki adet eski toprak (paleosol) seviyesi gözlenmiştir (Şekil 90). U/Th izotop analizlerine göre bu kesitin Denizel İzotop Evre aralığı, MIS 9 ile 7 arasında yer aldığı görülmektedir (Şekil 90).

SL-7 sondajının -7.5 ile 0 metreleri arasında toplam 11 noktadan alınan traverten örneğine $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop analizi yapılmıştır. Kesitin tabanı MIS 9 süreci ile başlar ve bu sürece ait bir örnekten ve MIS 8- MIS 7 sürecine ait 10 örnekten $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotopları sonucu elde edilmiştir (Şekil 90). Bu kesite, MIS 9'dan MIS 8 sürecine $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde az oranda (-8'dan -10 değerine doğru) azalış gözlenmiştir. Ayrıca bu süreç boyunca, $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde belirgin bir artış izlenmiştir. $\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ izotopları sonuçlarına göre bu süreçte belirlenen serin ve kurak iklimsel koşullar, MIS 8 döneminde gözlenen soğuk iklim koşulları ile ilgili olmalıdır. MIS 7 Denizel İzotop Evresi'ne geçişte, daha sıcak ve nemli iklimsel koşullara geçiş izlenmiştir. MIS 7 evresinin alt fazlarının yer aldığı kesitin devamında $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerinde benzerlik izlenmiştir. Ancak $\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerinde göreceli olarak bir artış gözlenmiştir. Bu değerlerine bağlı olarak kesitin devamında MIS 7 süreci boyunca iklimsel koşullarda belirgin bir değişim izlenmezken, yağış miktarına bağlı olarak nemliliğin azalmasından söz edilebilir (Şekil 90).



Şekil 90. SL-7 sondajından elde edilmiş duraylı izotop analiz ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$) sonuçlarının sondaj kesiti boyunca değişimi ve U/Th radyometrik yaş verileriyle karşılaştırılması ($\delta^{13}\text{C}$ ve $\delta^{18}\text{O}$ sayısal değerleri için Tablo 4'e bakınız).

SL-7 kesiti boyunca, 10 adet örnek palinolojik çalışma amaçlı derlenmiştir. Örneklerin üç tanesi eski toprak seviyelerine ait olup, kalan 7 tanesi traverten düzeylerinden alınmıştır (Şekil 90). İncelenen 10 adet örneğin içerisinde yorum yapılabilecek yüzde ve çeşitlilikte sporomorf içermediği gözlenmiştir. Tanımlanan tüm sporomorf içeriği Şekil 91’de yüzdelenerek grafikte gösterilmiştir. SL-7 sondajından alınan palinolojik örneklerin çoğu, özellikle gymnosperm polenlerin (*Abies* (Köknar), *Pinus* (Çam) silvestris ve haploxyllon tipleri bolluğu ve *Cedrus* (Sedir)) ve otsul alanları temsil eden polenlerin (Asteraceae (Papatyagiller)-Cichorioideae ve Tubulifloreae tipleri, *Artemisia* (Pelin), Geraniaceae (Turnagagasıgiller) ve Chenopodiaceae) bolluğu ile temsil edilmektedir (Şekil 91). Odunsu angiosperm polenlerden Oleaceae (Zeytingiller), *Salix* (Söğüt) ve *Quercus* (Meşe) evergreen tip örnekler içerisinde tanımlanmıştır (Şekil 91). SL7-6P örneğinde gözlenen *Abies* (Köknar) formunun varlığı kesitin başında gözlenen MIS 8 dönemindeki serin iklimsel koşullarından etkisi ile ilgili olmalıdır (Şekiller 90 ve 91).



Şekil 91. SL7 sondajına ait palinomorf bolluklarını yüzde bolluklarını gösteren grafik.

6. TARTIŞMA

6.1. Çalışma Alanının Paleootamsal Gelişimi

Örtülü travertenleri ve Sarıkavak tufalarının paleootamsal gelişimleri, yapılan ayrıntılı sedimentolojik incelemeler sonucunda yorumlanmaya çalışılmıştır. Çalışma alanındaki bu karasal karbonatlar, birbirinin devamı şeklinde arazide belirgin bir şekilde gözlenmektedir. Önceki bölümlerde elde edilen ölçülü stratigrafik kesitlerle ayrıntılı olarak verilen traverten ve tufa litotipleri, fasiyesleri ve çökeltme ortamları, bu bölümde bir bütün olarak değerlendirilmiş ve benzer depolanma sisteminde çökelen bu karasal karbonatlar ile karşılaştırılmalı olarak sunulmuştur.

6.1.1. Örtülü Travertenlerinin Depolanma Sistemi

Sarıkavak-Örtülü Bölgesi'nde terkedilmiş traverten ocağında yapılan arazi çalışmaları ve sondaj loglarından elde edilen veriler ışığında, Örtülü travertenlerinin Acıgöl Grabeni'ni kuzey fayı olarak bilinen Maymundağı fayı'na paralel gelişen sintetik faylara yakın, sığ bir göl ortamında çökelmiş olabileceği görülmüştür (Şekil 92). Traverten çökeliği sırasında yer yer bol miktarda kırıntı girdilerinin gözlemlendiği, eski toprak (paleosol) seviyeleri de görülmektedir (Şekil 93). Paleosol seviyeleriyle birlikte bu karasal karbonatlarda karstik boşluklar da oldukça yaygındır. Karstik boşlukların içerisinde mikro boyutta dikitler gelişmiştir. Konglomera, kumtaşı, silttaşı gibi kiremit kırmızı rengindeki kırıntılı birim, traverten çökellerinin altında tipik moloz akması şeklinde gözlenmektedir. Havza-dışı taneler, ortalama 12 cm, maksimum 20cm çapında, egemen olarak Oligosen konglomeralarına ait kireçtaşı, harzburjit, dünit gibi çakıllardan oluşmaktadır. Litotipler, hafif yamaç, teraslı yamaç, havuz düzlüğü, sığ, otsul havuz, çalı düzlüğü fasiyeslerini karakterize etmektedir. Bu fasiyeslerin, yanal ve düşey yönde devamlılığı ve birbirleriyle olan ilişkileri incelendiğinde, Örtülü travertenlerinin yamaç ve çöküntü depolanma sistemleri içerisinde oluştukları görülmüştür. Örtülü travertenleri, hem yatay laminalanma (mikritik traverten) ve hem de topoğrafya ile uyumlu bir şekilde hafif eğimli bir laminalanma sunmaktadır (Şekil 93). Güneye doğru eğimli laminalanmalarda gözlenen mikro teraslı, kristalin kabukların (crystalline crust) varlığı, suyun akış hızına bağlı olarak ani bir depolanmanın gerçekleştiğini göstermektedir. Örtülü travertenlerinde çalı (shrub) litotipi oldukça belirgin olarak gözlenmektedir. Bu litotipinin varlığı, Örtülü travertenlerinin, çalkantılı suların oluşturduğu sığ bir havuz ortamında depolanmış olabileceğini düşündürmektedir. Örtülü travertenlerinde gözlenen bir diğer belirgin özellik, kahverengi, kiremit kırmızısı renklerinde çakıl, silt, kil gibi kırıntılıların, bu çökeltme ortamını hızlı bir şekilde doldurmuş olmasıdır. Moloz akması gibi görünen bu tabakalanmasız istif, traverten çökeliğinin çeşitli nedenlerle durmasıyla birlikte çökeltme ortamına taşınarak havzayı neredeyse tamamen doldurmuştur. Paleosol seviyesi, moloz

akması gibi görünen bu kırıntılı birim ile traverten çökelleri arasında yer almaktadır. Bu travertenler, güneye doğru (Acıgöl Grabeni'ne doğru) tufa oluşumlarına geçiş göstermektedir ve tüm topografyayı bu gözenekli tufa oluşumları örtmektedir.



Şekil 92. Terkedilmiş traverten ocağından Örtülü Travertenlerinin panoramik görünümü (GB'dan KD'ya bakış).



Şekil 93. Örtülü travertenlerinde belirgin olarak gözlenen paleosol seviyeleri ve klastik çökellerin görünümü (Doğudan batıya bakış).

Örtülü traverten çökelleri, dünyanın çeşitli yerlerindeki traverten oluşumlarıyla benzerlikler göstermektedir. Özellikle tektonik hareketlenmenin yoğun olarak gözlemlendiği İtalya'nın merkez ve güney bölgelerinde hidrotermal kaynaklar geniş bir alana yayılmaktadır (Craig, 1963; Guo ve Riding, 1998; Bertini vd., 2008; Facenna vd., 2008; Brogi ve Capezzuoli, 2009; Pedley, 2009; Capezzuoli vd., 2014). Toskana Bölgesindeki Rapolano Terme'deki travertenler, Geç

Pleyistosen döneminde başlayıp günümüze kadar çökeline devam etmektedir (Guo ve Riding, 1998). İlk defa Rapolano Terme'deki travertenlerde rastlanan ve belirgin bir morfolojik özellik sunan çalı litotipi, Örtülü travertenlerinde de belirgin olarak gözlenmiştir. Gürlek-Kocabaş ve Örtülü travertenleri gibi, Rapolano Terme'deki traverten çökellerini oluşturan suların kaynağını Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı kireçtaşları oluşturmaktadır (Guo ve Riding, 1998). Bagni di Tivoli'deki travertenler de (Roma'nın 30 km doğusunda) morfolojik olarak güneye doğru eğimli bir çöküntü havzasında (yamaç ve çöküntü depolanma sistemi), Orta-Üst Pleyistosen döneminde çökelmişlerdir (Facenna vd., 2008).

6.1.2. Sarıkavak Tufalarının Depolanma Sistemi

Sarıkavak Bölgesi'nde yapılan arazi çalışmaları, tufaların iki farklı depolanma sistemi içerisinde geliştiklerini göstermiştir. Akarsu ve akarsu-palustrin depolanma sistemi içinde çökelen bu karasal karbonatların açıklamaları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

6.1.2.1. Akarsu Depolanma Sistemi

Sarıkavak'taki tufa çökelleri, örgülü (braided), baraj/şelale (barrage/cascade) ve set (dammed) sistemleri içerisinde gelişmiştir. Bilindiği üzere, akarsu depolanma sistemi dünyada en yaygın olarak görülen tufa sistemidir ve birçok araştırmacılar bu sistemin iyi bir şekilde anlaşılması üzerine yoğunlaşmışlardır.

Arenas-Abad vd., 2010; Vanquez-Urbez vd., 2011 ve Pedley (1990, 2009) "akarsu modeli" olarak ve Arenas-Abad vd. (2010) "baraj-şelale sistemi biçiminde gelişen veya gelişmeyen akarsu modeli" olarak tanımlamışlardır. Tufa çökelleri, aktif akarsu akışına bağlı olarak çökeler ve genellikle örgülü kanallarla yakından ilişkilidir. Taşkın düzlüklerinin de görüldüğü bu sistemde, Sarıkavak tufa çökelleri, topoğrafyaya uygun olarak tüm çalışma alanını örtmektedir (Şekiller 94 ve 95). Büyük ve küçük kanallar, intraklast tufa (Lic) ve onkolit (Lo) ile birlikte konglomera (g) ve kumtaşı (S) gibi kırıntılılar, kanalın dip kısımlarında birikirler. Stromatolitik başlar (kafalar), hızlı akışın olduğu kesimlerde yaygın olarak görülmektedir. Benzer tufa oluşumları, genellikle akarsu göl sistemi içerisinde gelişen Antalya tufalarında görülmektedir.



Şekil 94. Sarıkavak akarsu (fluviyal) tufalarının arazideki görünümü (GD'dan KD'ya bakış).



Şekil 95. Sarıkavak tufalarının güncel akarsu kenarlarındaki görünümü (Sarıkavak Köyü mevki)

6.1.2.2. Akarsu-palustrin Depolanma Sistemi

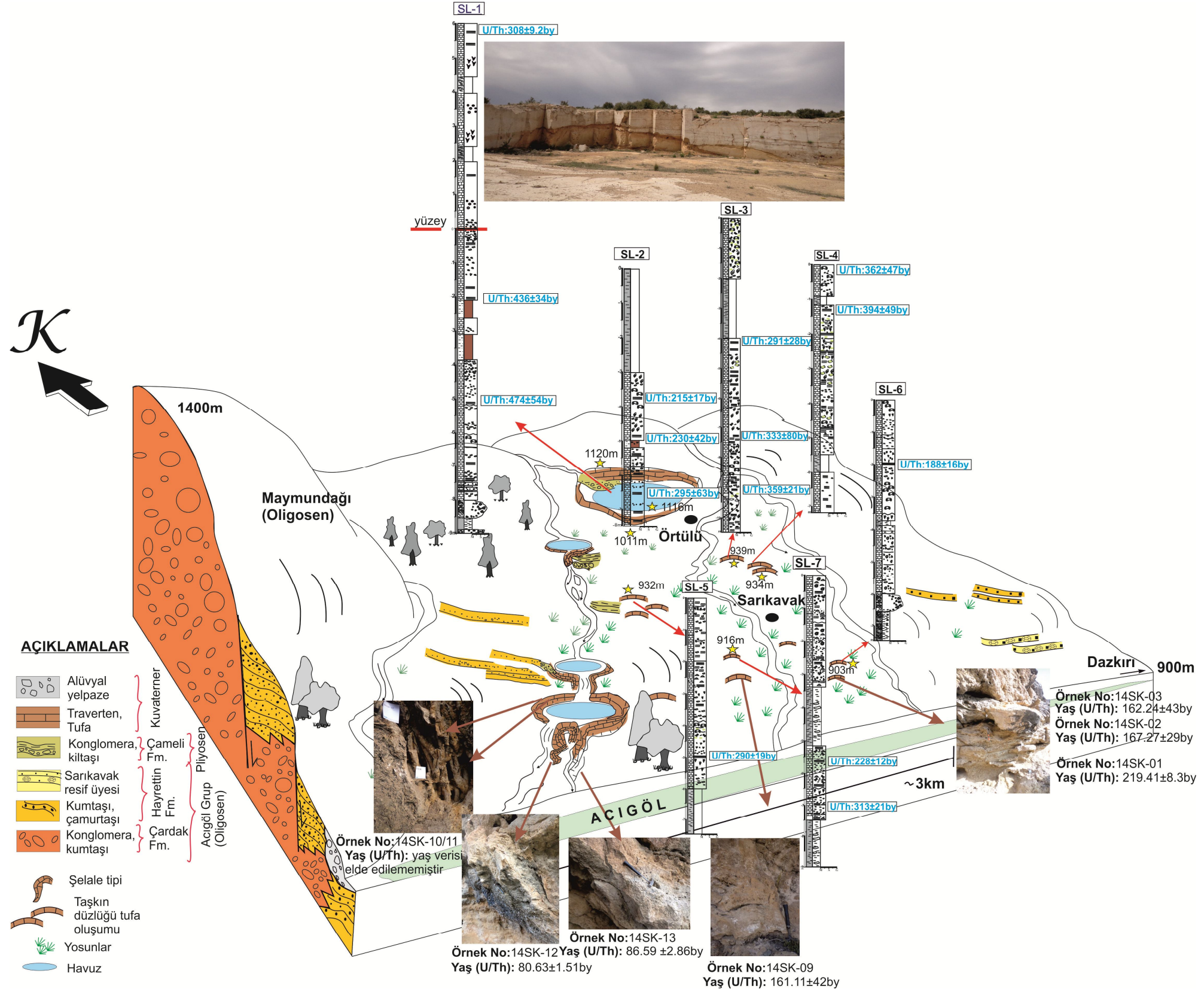
Sarıkavak tufa çökelleri, yer yer akarsu-palustrin ortamını da karakterize etmektedir. Bu sistem, Pedley (1990), Pedley vd., (2003), Ortiz vd., (2009), HENCHİRİ (2014) tarafından tanımlanan “akarsu-paludal tufa modeli” ni ve Arenas-Abad vd., (2010) tarafından tanımlanan “akarsu-palustrine modeli” ni yansıtmaktadır. Buna göre, bu sistemde çökelmiş tufalar başlıca konglomera (G) ve ince kırıntılılardan oluşmaktadır. Fitoklastlar (Lph) ve düşey gelişen bitki sapları (Lvs) özellikle set alanlarının üst kesimlerinde yaygın olarak görülmektedir. Ostrakod ve mollusk gibi hayvansal ve charofitler gibi bitkisel kalıntılar içeren mikritik tufa oluşumları, çalışma alanındaki tufaların taşkın alanı düzlüklerinde gözlenmektedir (Şekil 96). Kötü boylanmalı kırıntılılar ve çamurlu ara seviyeler çalışma alanında yaygın olarak gözlenmektedir. Sapropelitik seviyeler, ince taneli, daha koyu renkli organik maddece zengin bir fasiyes (Lst) olarak, çakıl, kum ve silt gibi kırıntılılarla ara katkılı bir şekilde çalışma alanında gözlenmektedir. Siyah renkli sapropelitik tufalar, mikrobiyal laminalar şeklinde kalın organik maddece zengin oluşuklardır. Bu depolanma sistemi, genellikle durgun, sığ, mevsimsel kuruyan gölcükler ve bataklık ortamını yansıtmaktadır (Arenas vd., 2010; HENCHİRİ, 2014). Taşkın düzlüklerindeki durgun sular ve terkedilmiş kanallar, sapropelitik organik maddelerin çökelebileceği anoksik koşullara neden olmaktadır (Arenas-Abad vd., 2010). Palustrin koşullar, kanal kenarlarında, kanallar arası alanlarda ve geniş taşkın düzlüklerinde oluşmaktadır. Sarıkavak tufalarına benzer oluşuklar, İspanya’da (Pedley vd., 2003) Gafsa, GB-Tunus (HENCHİRİ, 2014) ve İspanya’nın İberia Bölgesi’nde (Valero-Garcés vd., 2008) belirgin olarak görülmektedir.



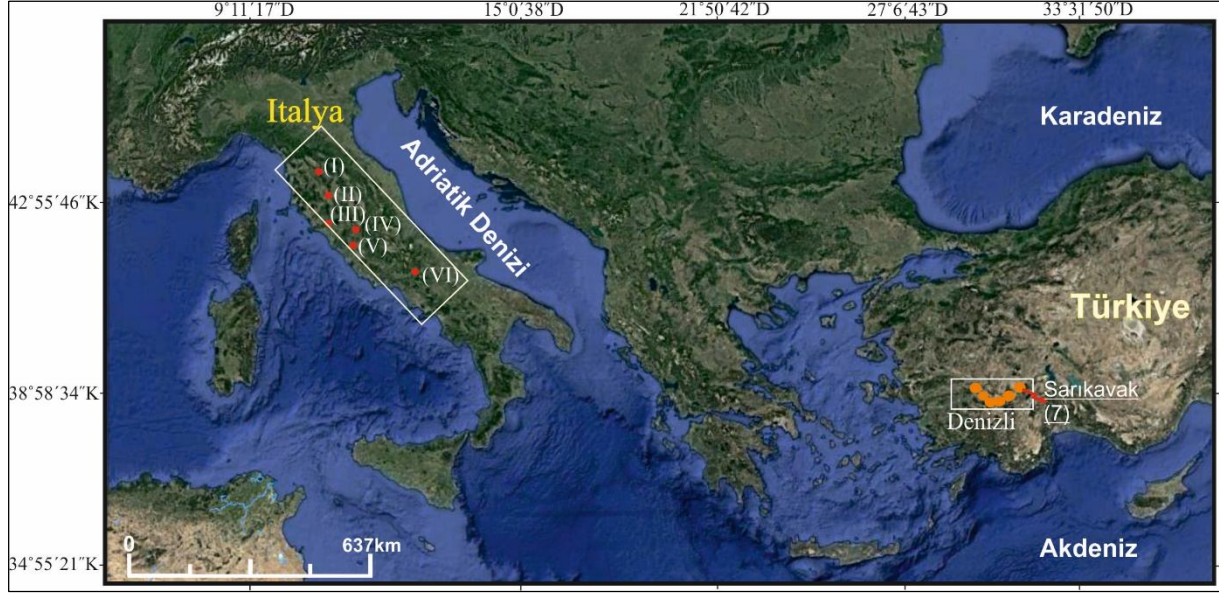
Şekil 96. Sarıkavak tufalarının eski akarsu yatağı ve taşkın düzlüklerindeki görünümü (Güneyden kuzeye doğru bakış).

Sondaj loglarının dışında yüzeyde mostra veren tufa çökellerinden de ölçülü stratigrafik kesitler çıkartılmış ve elde edilen değerlendirmeler ışığında Sarıkavak-Örtülü alanına ait olası oluşum mekanizmasını gösteren bir blok diyagram oluşturulmuştur (Şekil 97). Blok diyagrama göre, bu karasal karbonatlar havzanın kuzeyinden güneyine doğru gençleşerek çökelişini sürdürmekte ve Acıgöl Grabeni'nin kuzey sınırını oluşturan ana fay (Maymundağı Fayı) önüne kadar yaklaşık 400 bin yıl ($474 \pm 54 \text{by}$ - $80 \pm 1.5 \text{by}$) çökelişini sürdürmüştür. (Şekil 97). En genç tufa çökeli "şelale tipi" tufa yapısı ile graben sınırında belirgin bir morfoloji sunmaktadır.

Çalışma alanında yer alan karasal karbonat çökelleri, tektonik hareketleri ve graben sistemleri ile GB-Türkiye'ye benzerlikler sunan İtalya'nın orta kesimlerindeki karasal karbonatlarla karşılaştırılmıştır (Şekil 98). Buna göre, Acıgöl Grabeni'ne komşu KB-GD uzanımlı Denizli Grabeni'nin kenar kesimlerinde oluşan traverten-tufa çökelleriyle (Gölemezli, Akköy, Pamukkale, Honaz, Gürlek-Kocabaş, Kaklık), İtalya'nın orta kesimlerindeki diğer önemli traverten-tufa alanları (Rapolano Terme, Bagnoli Valdelsa, Ellera, Middle Velino valley, Bagni di Tivoli, Rocchetta a Volturno) karşılaştırılmıştır (Tablo 6). Litotipleri, fasiyes değişimleri, fauna ve flora, kalınlıkları, yaşları, tektonik kontrolleri ve depolanma sistemleri alt başlıkları altında birbirleriyle korele edilmişlerdir (Tablo 6).



Şekil 97. Çalışma alanı içerisinde yer alan karasal karbonat çökeltilerinin (tufa-traverten) depolanma sistemlerini ve elde edilen yaş verilerini gösteren blok diyagram



Şekil 98. GB-Türkiye’de (Denizli ve Acıgöl Grabenleri) belirgin bazı traverten-tufa çökelleri ile İtalya’da bulunan benzer çökellerin karşılaştırmalı yer bulduru haritası.

Tablo 6. Sarıkavak-Örtülü traverten- tufa çökellerinin Denizli Havzası ve orta İtalya'daki belirgin bazı traverten- tufa çökelleriyle karşılaştırılması (İtalya'daki lokasyon numaraları için Şekil 98'e bakınız)

Lokasyon	GB-TÜRKİYE							İTALYA					
	Denizli Havzası						Acıgöl Havzası	Toskana Bölgesi (Orta İtalya)					
Tanımlama	Gölemzli (Çakır 1999; Özkul vd., 2013)	Akköy (Altunel, 1994; Özkul vd., 2002; Altunel & Karabacak, 2005; Uysal vd., 2007, 2009; De Flippis vd., 2012; 2013)	Pamukkale (Altunel & Hancock, 1993a,b; Ekmekçi vd., 1995)	Honaz (Horvatinić vd., 2005; Brogi & Capezzuoli, 2009; Özkul vd., 2013)	Gürlek-Kocabaş (Özkul vd., 2002, 2013; Tokar vd., 2015)	Kaklık (Balık) (Özkul vd., 2002, 2013; Van Noten vd., 2013; Claes vd., 2015)	Örtülü-Sarıkavak (Toker 2017; Bu Çalışmada)	Rapolano Terme (Guo & Riding, 1998; Brogi & Capezzuoli, 2009; Brogi vd., 2010; Capezzuoli vd., 2014) ①	Bagnoli Valdelsa (Capezzuoli vd., 2008; Ricci vd., 2014) ②	Ellera (Pazzaglia vd., 2013) ③	Middle Velino Valley (Soligo vd., 2002) ④	Bagni di Tivoli (Chafetz & Folk, 1984; Guo & Riding, 1998; Facenna vd., 2008; Pedley, 2009; De Flippis vd., 2013) ⑤	Rocchetta a Volturno (Branaccio vd., 1992; Galubie' vd., 1993; 2008; Violanta vd., 1994; Pedley, 2009) ⑥
Litotip	Traverten; -düşey bantlı, -Paralel laminalı -ince zarflar, Eski toprak (paleosol)	Traverten; -tabakalı, -çalı tipi, -kristalin kabuk -lithoklast -ince zarflar -gaz baloncukları Eski toprak (paleosol)	Traverten; -kristalin kabuk, -çalı, -pizoidler, -ince zarflar, -gaz baloncukları, -mikritik (laminalı), -havza dışı taneler Eski toprak (paleosol)	Tufa; -Uzunlamasına gelişen borular -briyofitler, -yosunlar, Traverten; - kristalin kabuk, -Paralel tabk. (laminalı), Eski toprak (paleosol)	Travertine; Gürlek; -laminalı, -gaz baloncukları, -kamuş tipi, -ince zarflar, -havza için tane, -gastropods, Eski toprak (paleosol) Kocabaş; -kristalin kabuk, -düşey bantlı	Tufa; -çalı, -briyofitler Travertine -kristalin kabuk -mikritik, -çalı tipi, -ince zarflar, -kamuş tipi, -gaz baloncukları, -litoklast, -havza dışı taneler, paleosol	Tufa; -makrofitler -uzunlamasına bitki sapları -briyofitler -fitoklastlar, Traverten; -çalı tipi, -pizoidler, -havza içi taneler, -havza dışı taneler, paleosol	Traverten; -kristalin kabuk, -çalı tipi, -ince zarflar, -kamuş tipi, -breş, paleosol	Tufa; -gözenekli marn tufa -konglomera ve kum -makrofitler Traverten; -laminalı -bakteriyal çalı -lksait zarf mercereleri peloidal çamurtası	Tufa; -intraklastik kireçtaşı -fitoklast -onkoidal kçt. -stromatolitler -bioklastik kçt. -masif marl -fitoherm -briyofitler -kömür-organikçe zengin çamur	Traverten; -yatay (laminalı) -kalkerli fitoklastik kum -havza-dışı taneler (akarsu konglomeraları)	-bakteriyal çalı tipi -intraklastlar, -pizoidler	Tufa; -yosunlar -briyofitler -stromatolitik lamina Traverten; -mikrohermal stromatolitler -fitoklastik traverten
Fasiyes	-yamaç -çatlak sırtı	-çatlak sırtı	-hafif eğimli -teraslı yamaç	Tufa; -yamaç Traverten; -sirt tipi	Gürlek; -bataklık havuz fasiyesi -havuz düzlüğü Traverten; -hafif yamaç -şelale fasiyesi -çalı düzlüğü -bataklık havuz	Tufa; -tümsek fasiyesi -Onkolitik tufa -Stromatolitik tufa -Fitoklastik tufa -Intraklastik tufa -Havza-dışı taneler -Sapropelitik tufa	Tufa; -Yosun (moss) -Onkolitik tufa -Stromatolitik tufa -Fitoklastik tufa -Intraklastik tufa -Havza-dışı taneler -Sapropelitik tufa	-Teraslı yamaç -Hafif yamaç -şelale -Çalı düzlüğü -bataklık havuz -kamuş tümsek	Tufa; -fitohermal/ fitoklastik Traverten; -laminalı -bakteriyal/ siyanobakteriyal	Tufa; -intraklastik kçt. -fitoklastik tufa -onkoidal kçt. -stromatolitik tufa -bioklastik kçt. -fitoherm tufa briyofitler -mikritik kçt.-marn	-hafif (smooth) yamaç -teras yamaç -şelale	-çalı düzlüğü fas. -bataklık havuz fasiyesi -çalı fasiyesi, -Teraslı tümsek -yamaç tümseği fasiyesi	Tufa; -geniş tünnek tipi fasiyesi -dik teraslı -yamaç ve şelale -baraj Traverten; -yamaç fasiyesi -havuz-teras fasiyesi -şelale
Fauna	----	----	-yeşil mikrobial -algal yaygılar	-Ostrakodlar -algal yaygılar	-Gastropodlar, -Yengeç parçaları	Diatom, -gastropodlar, -bakteriyal filamentler, -düzensiz radyal pizolitler	-Ostrakodlar -algal yaygılar	- Ostrakodlar -Gastropodlar	- Ostrakodlar -Gastropodlar	-Omurgalılar -Gastropodlar -Ostrakodlar, -Mollusc	-Ostrakodlar	-Plethora (tiny oval bodies), -mavi-yeşil algler, -kırmızı- yeşil algler, -mantarlar	chironomid oygular ve <i>Oocardium stratum</i> -Diatomeler
Flora	----	-polen (?)	-polen (?) -çalıllar	-çalılar, -dallar (bitki gövdeleri ve sapları) -Charofitler	AP: Pinaceae:Pinus, Abies NAP: Grassland species Asteraceae Poaceae	-Briyofitler -bitki kalıpları -otullar -çalılar -Charofitler	-çalılar, -dallar (bitki gövdeleri) -Charofitler -Arboreal (AP) ve nonarboreal (NAP) polenler	arboreal (AP) ve nonarboreal (NAP) polenler	sporadik polen taneleri (<i>Engelhardtia</i> , <i>Carya</i> , <i>Liquidambar</i> , <i>Tsuga</i> and <i>Zelkova</i>), Mantar sporeları, <i>Pseudoschizaea</i> sp.	-Yaprak fosilleri -Poaceae -Cyperaceae -Asteraceae -Cichorioideae	---	-Yaprak fosilleri, -odunsu bitkiler, -çalılar, -dallar (bitki gövde ve sapları)	-Fossil yosunlar, <i>Bryum pseudotriquetrum</i> <i>Myriophyllum spicatum</i> L. with charophytes - <i>Charoneurum commutatum</i> - <i>Eucadium verticillatum</i>
Kalınlık (m)	~35	~25	~50	~30	~40	~75	~20	~50	~16	~30 (genç birim) ~120 (yaşlı birim)	~50	~90	~100
Yaş (bin yıl)	344-611	16-73	24-400	164-175 (genç tufa) >500 (yaşlı tufa)	85-231(Gürlek) 90-400(Kocabaş)	>500	80-474	24-157	6-16	115	5-114	30-115	75
Tektonik kontrolü	KB-GD gidişli Akköy Fayı	KB-GD gidişli Akköy Fayı	KB uzanımı Pamukkale Fayı	Doğu-batı uzanımı Honaz Fayı	birkaç KB uzanımı fay aktif olmayan çatlak sırtları, D-B Honaz fayı	KB gidişli normal fayların segmentleri ve parçaları	KD-GB uzanımı Acıgöl Gabeni'ni sınırlayan Maymundağı fayı ve sentetik faylar	KKB-GGD Rapolano Fayı (normal fay)	Alp dağ zincirinin yükselmesi ile oluşan iki sırt arasındaki doğusunu normal faylar	KB-GD gidişli normal faylar (havzanın kuzey ve güney sınırlayan)	KB-GD boyunca uzanan fay ve D-B yönlü sınırlayan faylar	K gidişli sağ-yanal sismik olarak aktif fay	bölgesel tektonik yapılar ve Alp dağ zincirinde yükselmeler
Depolanma sistemi	Tümsek tipi depolanma sistemi	-Tümsek tipi dep. sistemi -Yamaç depolanma sistemi	Yamaç depolanma sistemi	Tufa; -şelale -bataklık Traverten; Yamaç dep. sistemi	Gürlek; Çöküntü dep.sis. Kocabaş; Tümsek dep. sistemi	Tufa; -Akarsu (baraj ve şelale) Traverten; Çöküntü dep.sis. Yamaç dep.sis.	Tufa; -Akarsu, -Akarsu-paludal Traverten; Çöküntü dep.sis. Yamaç dep.sis.	-Yamaç dep. sis. -Çöküntü dep. sistemi -Paludal -Akarsu-göl	Tufa; alüvyal/paludal Sığ havuz- depolanma sistemi	-Taşkın alüvyal düzlüğü -Akarsu-göl -Paludal	Yamaç depolanma sistemi	-Yamaç depolanma sistemi -Çöküntü dep. sistemi	-Yüksek eğimli ve kademelili akarsu -Sığ düzlüğü -havuz tabanı -tünnek tipi dep.sistemi (Pedley, 2009)

6.2. Çalışma Alanının Paleoklimsel Değişimleri

Günümüzdeki iklimsel değişimleri daha iyi anlayabilmek için geçmişteki iklimsel salınımları iyi anlamak ve değerlendirmek gerekmektedir. Bu sebeple son yıllarda iklim değişimlerine duyarlı çökeller, tüm ayrıntıları ile incelenmekte ve elde edilen veriler ışığında günümüz ve gelecekteki iklimsel öngörüler sağlıklı bir şekilde yapılmaktadır. Buzullardan elde edilen karot verileri, iklimsel değişimi hassas bir şekilde yansıtan en uygun oluşumlardır ve buzulların olmadığı yerlerde karasal karbonatlar özellikle speleotem, tufa gibi çökeller eski iklim kayıtları (paleoklim) konusunda sağlıklı veriler sunabilmektedirler.

Kuvaterner dönemi, Pleyistosen ve Holosen katlarının buzul (MIS 2,4,6,8 ve10 gibi) ve buzul-arası (MIS 1,3,5,7,9 ve 11 gibi) dönemlerden oluşmaktadır. Yaşadığımız buzul-arası dönemi ve gelecekte yaşanması beklenen iklimsel değişimleri daha iyi anlayabilmek için geçmişte varolan olan buzul-arası ve buzul dönem geçişlerini, sıcak dönemlerin yaklaşık süresini iyi anlamak ve yorumlamak gerekmektedir. Buzul-arası dönemler (MIS 11, 9, 7 ve 5) gibi ilk ana sıcak periodlar, traverten ve tufa gibi karasal karbonatların çökelimlerinde bir artışa neden olmuşlardır. Bununla birlikte bu karasal karbonatlar, buzul dönemler boyunca da yer yer çökelimlerine yavaş da olsa devam etmişlerdir (Toker vd., 2015; Toker, 2017; Özkul vd., 2013). Günümüze (MIS 1) en çok benzeyen MIS 11 buzul-arası döneminin, Sarıkavak tufa ve traverten çökelimleri içinde bulunmuş olması yapılan çalışmanın önemini bir kez daha arttırmıştır. Buna ek olarak, diğer buzul arası dönemleri de (MIS 5, 7, 9 gibi) yapılan bu çalışmada rastlamak mümkün olmuştur.

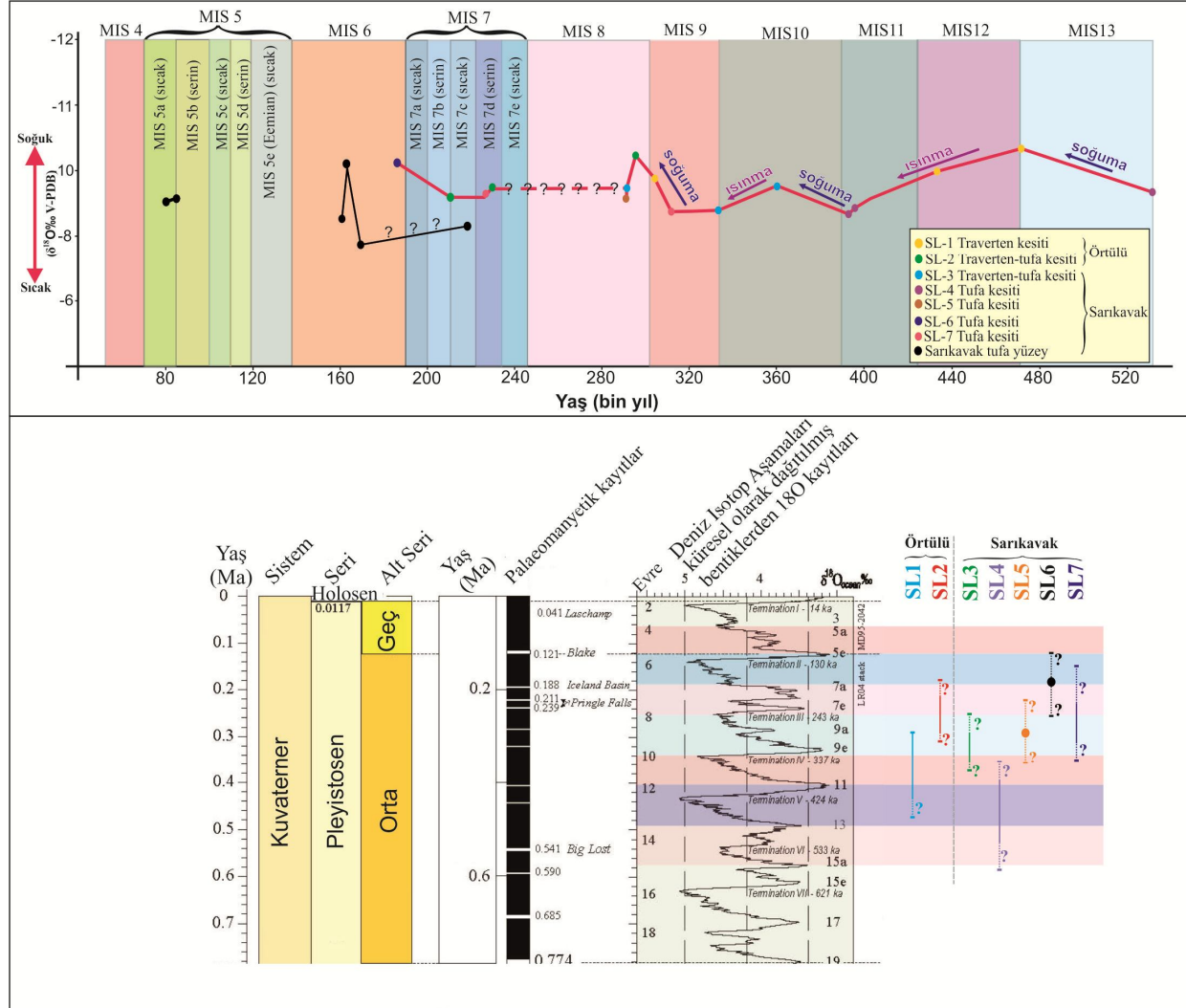
Elde edilen U/Th radyometrik yaş verilerine göre, Sarıkavak karbonat çökeli, MIS 13 (buzul-arası) ile başlayıp, MIS 5 (buzul-arası) döneminde son bulunduğu görülmüştür (Şekil 99).

Bu çalışmada gerek yüzeyden alınan ve gerekse sondaj loglarından elde edilen çökelimlerden elde edilen yaş ve $\delta^{18}\text{O}$ izotop verileri ışığında bölgedeki paleoklimsel salınımlar aydınlatılmaya çalışılmıştır. Buna göre, Sarıkavak karasal karbonatları (tufa ve traverten), bölgedeki genişleme tektoniğinin etkisiyle (Acıgöl Grabeni'nin oluşumu ve sintetik fayların gelişimi), yaklaşık 500 bin yıl önce sığ bir havuz ortamında MIS 13 buzul-arası (sıcak) dönemde çökeliğine başlamıştır. Örtülü traverten kesitinden (SL-1) elde edilen U/Th yaş verisi, MIS 13 (buzul-arası) ile MIS 12 (buzul) geçişi boyunca (~474±54by) traverten çökeliğinin devam ettiğini göstermektedir. MIS 12 (buzul) boyunca traverten çökeliği sürmüş olsa da eski toprak (paleosol) seviyelerinin yoğunluğu, bu dönemde zaman zaman

çökelimlerin duraksadığını ve çevresinden kil, silt gibi polen içeriği yüksek kırıntılıları bünyesine kattığını söylemek mümkündür.

Orta Pleyistosen döneminde çökelmeye başlamış olan traverten-tufa çökeli, tektonik hareketlerin ve iklimsel salınımların etkisiyle zaman zaman durduğu düşünülmektedir. Çökme sırasında ve duraksadığı dönemlerde ortama giren spor ve polenler, bölgenin paleovejetasyonu ve paleoiklimi hakkında önemli ipuçları vermektedir. Buna göre nemli ve sıcak olan dönemlerde odunsu ağaçlara ait polenleri ve sporların varlığı izlenirken, serin ve kurak olan süreçlerde kurakçılığın temsil eden otsul formların (*Ephedraceae* “Zambakgiller”, *Artemisia* (Pelin), *Asteraceae* (Papatyagiller), *Geraniaceae* (Turnagagasıgiller)) varlığı gözlenmektedir. Ayrıca serin iklim koşullarında yayılım gösteren *Abies* (Köknar) gibi gymnosperm polenlerin varlıkları izlenmektedir. Çalışma alanında yapılmış 7 adet sondaj karot verilerinden derlenen palinolojik bulgular ile oksijen/karbon izotop değerleri, MIS dönemlerindeki iklimsel dalgalanmalarla ilgili olarak birbirleriyle uyumluluk göstermektedir. Ancak Sarıkavak tufaları gibi karasal karbonat çökellerinde, denizel alanlarda olduğu gibi iklimsel dalgalanmalar net bir şekilde yakalanamasa da soğuk ve sıcak değişimlerine bağlı periyodlar bitki örtüsü üzerinde etkisini göstermiştir. Gerek karbon değerleri gerekse palinolojik bulgular Pleyistosen zamanında kurak koşulların hep var olduğunu ancak bazı süreçlerde bu kuraklaşmanın, yağış miktarına bağlı olarak azaldığını göstermektedir. Kuraklaşmanın azaldığı zaman aralığı içerisinde daha nemli koşulların hakim olduğu, gymnosperm polenlerin miktarındaki artış ile uyumluluk göstermektedir.

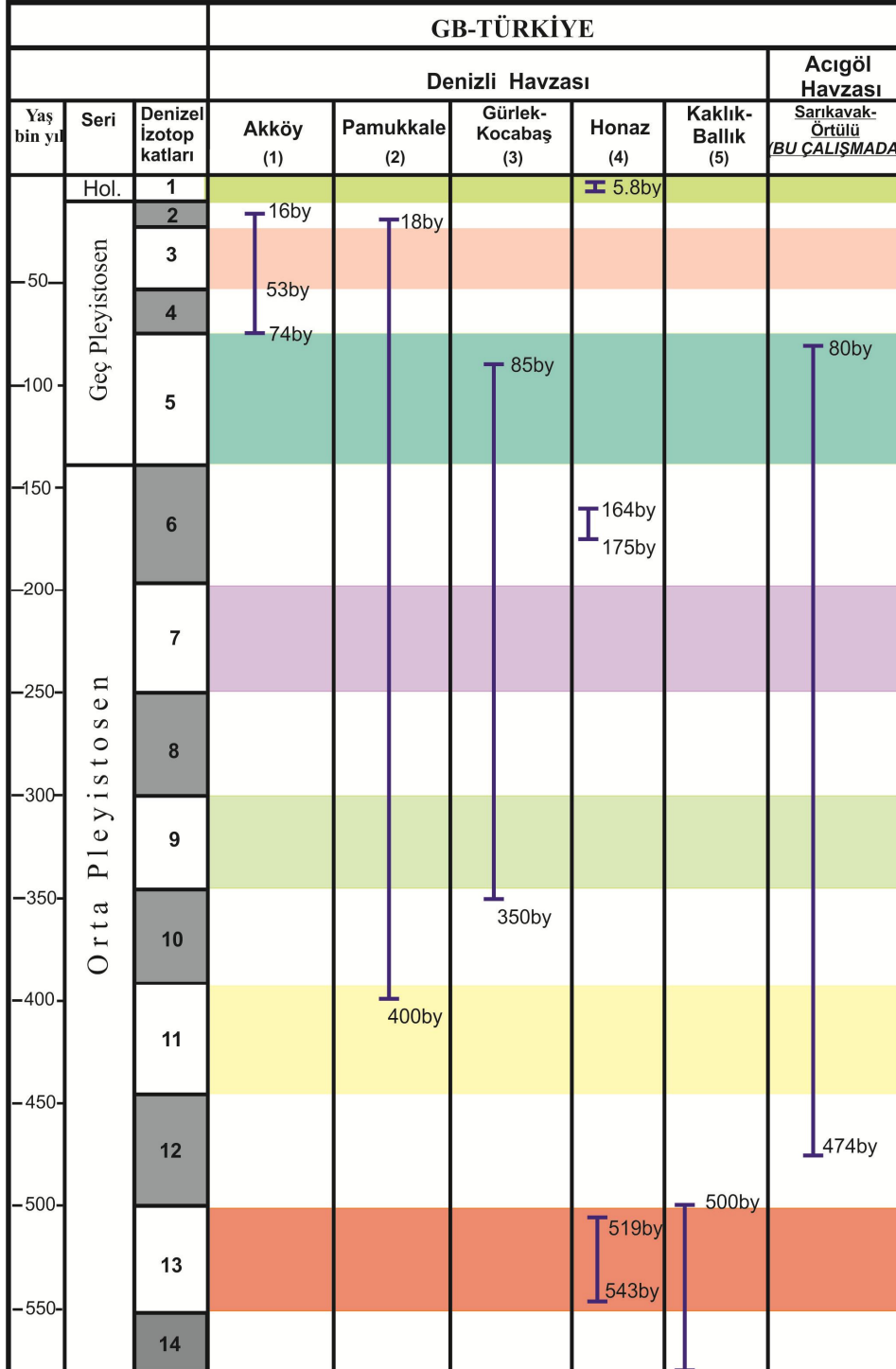
Sarıkavak alanında oksijen yüzdesine bağlı olarak oluşturulan Şekil 98’de, yüzey örneklerinden elde edilen bulgular ile sondaj karotlarından elde edilen bulgular, yüzeydeki tufa çökellerinin atmosferik koşulların etkisine maruz kalması nedeniyle ayrı olarak kendi içinde değerlendirilmiştir. Bu etki nedeniyle MIS 6 denizel izotop sürecinde, yüzey örneklerinin zamansal olarak değişimine bakıldığında serin olması gereken süreçte sıcaklık artışının daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda Pleyistosen döneminde denizel izotop sürecinde alt fazların ve birbirini takip eden iklimsel koşullarının varlığı da göz ardı edilmemesi gerekmektedir.



Şekil 99. Elde edilen U/Th radyometrik yaş verilerine göre, Sarıkavak karasal karbonat çökeltilerinin MIS dönemleri ve Sarıkavak-Örtülü alanından alınan sondajların zamansal konumları

Ayrıca çalışma alanındaki Sarıkavak karasal karbonat çökellerindeki yaş verileri (U/Th), Denizli Grabeni'nde yer alan belirgin traverten-tufa çökellerinden elde edilen yaş verileri ile karşılaştırılıp eski iklim değişikliklerindeki buzul ve buzul-arası geçişleri yakalamak mümkün olmuştur. Bu tabloya göre, Denizli Grabeni'ndeki karasal karbonatlar, doğudan batıya doğru gençleşmekte olduğu görülmüştür. Ayrıca, Sarıkavak- Örtülü traverten-tufa çökellerinin depolanma yaşı, Denizli Grabeni'nin en doğu kısmında yer alan Kaklık ve Honaz traverten-tufa çökellerinin depolanma yaşı ile yakınlık göstermektedir. Kaklık ve Honaz traverten-tufa çökelleri yaklaşık 500 bin yıldan daha önce bir zaman dilimi içinde çökeliyor, Örtülü traverten çökellerine ait sondajlardan elde edilen U/Th yaş verisi, bu karbonat çökellerinin yaklaşık 474±54 bin yıl önce depolanmaya başladığını söylemek mümkündür. Ayrıca bu karbonatlardan elde edilen 528±95 by yaş verisi, hata payının oldukça yüksek oranda görülmesinden dolayı dikkate alınmamış ama yine de bir veri olarak eklenmiştir. Kaklık, Honaz ve Sarıkavak traverten-tufa çökelleri, MIS 13 (buzul-arası) dönemde çökelmeye başlamışlar, Kaklık ve Sarıkavak karasal karbonat çökelişi Orta Pleyistosen döneminde sonlanmış olmasına rağmen Honaz karbonat çökelişi Holosen'e kadar devam etmiştir (Tablo 7).

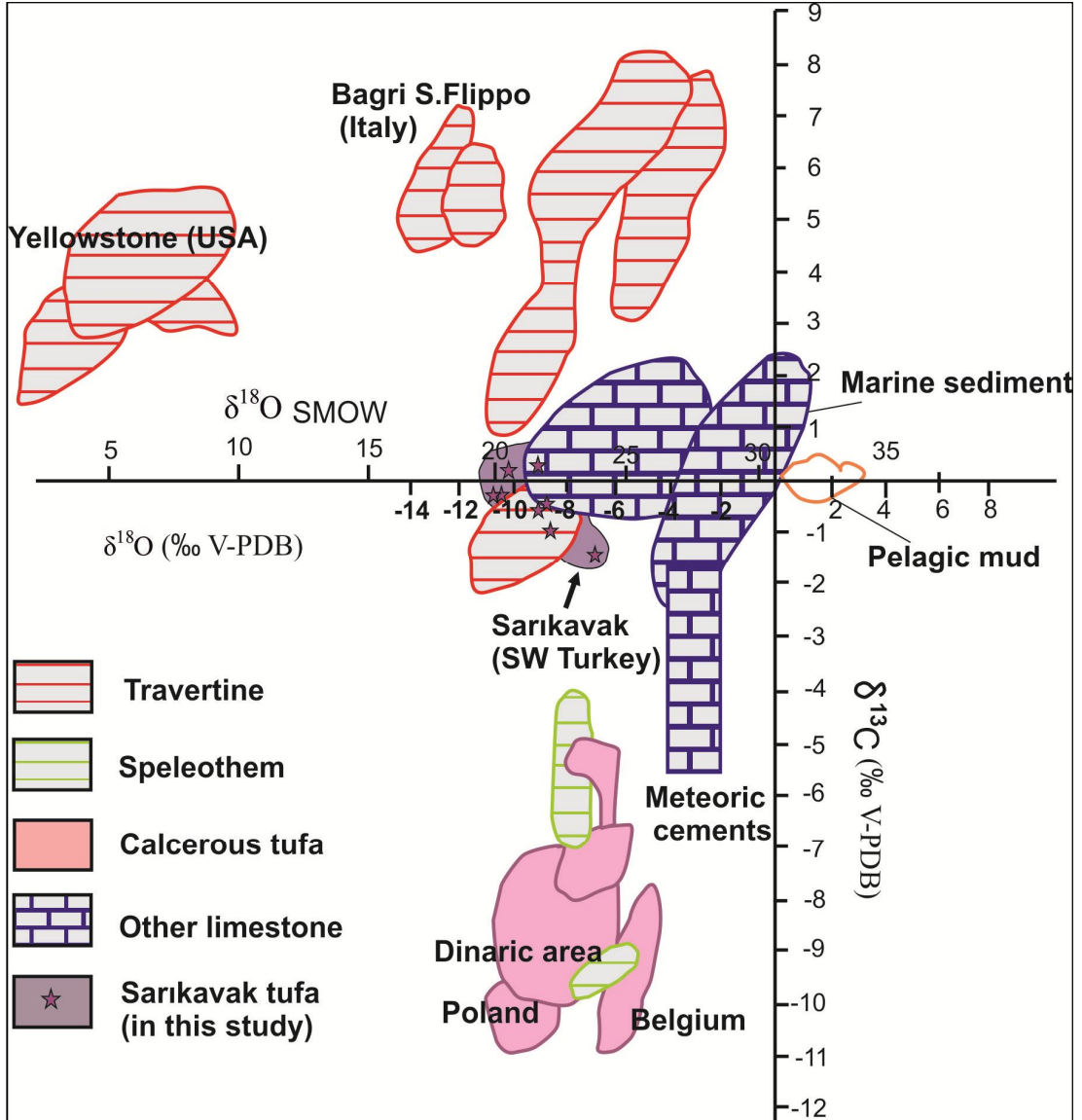
Tablo 7. Sarıkavak-Örtülü karasal karbonat çökellerinden elde edilen yaş ve Denizel İzotop Evrelerinin (MIS) Denizli Grabeni'nde yeralan bazı önemli traverten-tufa çökelleriyle karşılaştırılması. (1) Altunel (1994); Özkul vd.(2002); Altunel ve Karabacak (2005); Uysal vd.,(2007,2009); De Flippis vd. (2012; 2013); (2) Altunel ve Hancock (1993a,b); Ekmekçi vd. (1995), (3) Özkul vd. (2013; Toker vd., 2015), (4) Horvatincic vd.(2005); Brogi ve Capezzuoli (2009); Özkul vd. (2013), (5) Özkul vd. (2002, 2013); Van Noten vd. (2013); Claes vd. (2015).



6.3. Karasal Karbonat Çökellerinde İzotopik Sinyaller

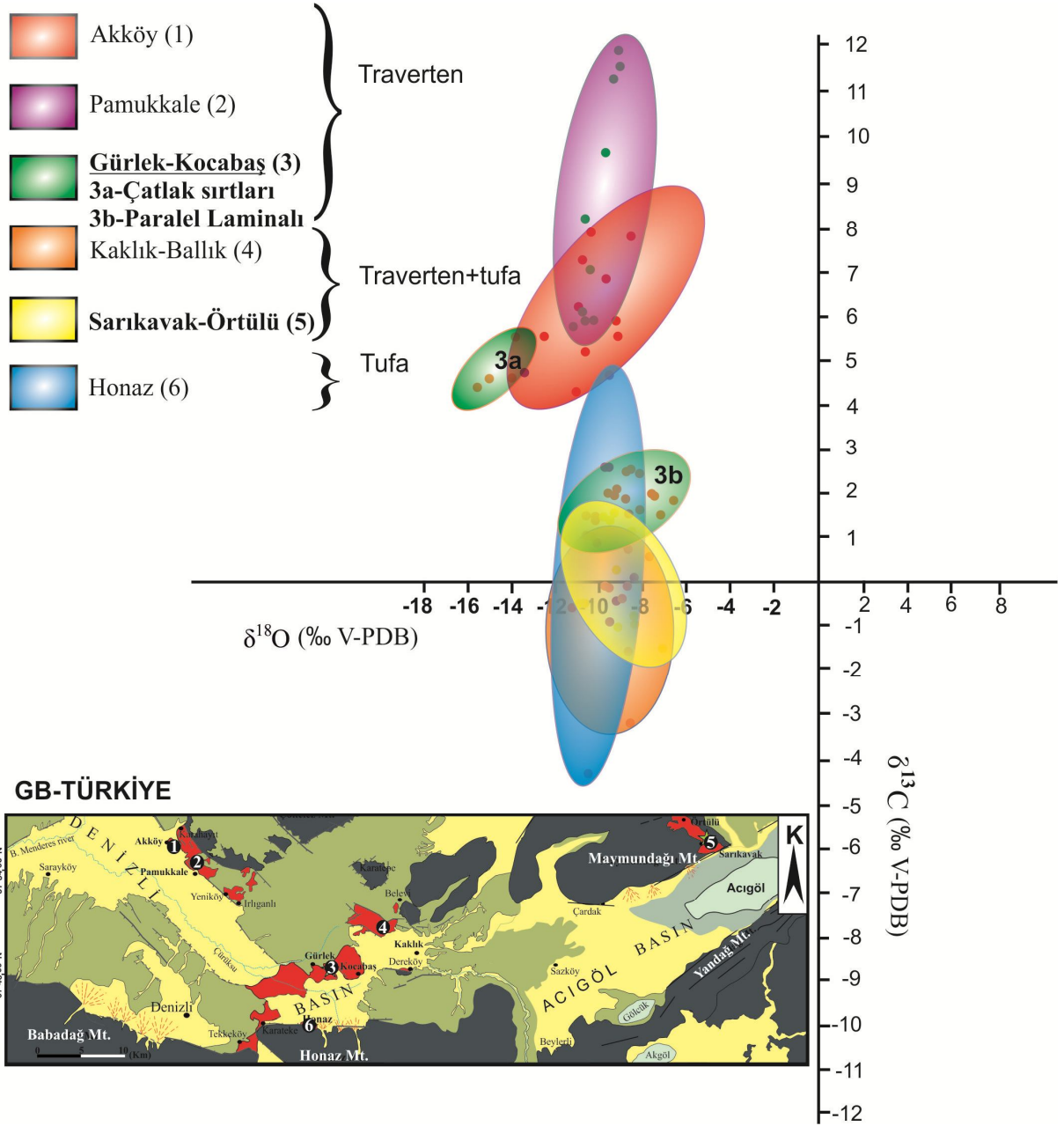
Tufalarda, duraylı izotopik sinyaller, ortam ve iklim kayıtlarında kullanılan en önemli araçlardan biridir (Andrews vd., 1997). Dünyadaki çeşitli tufalardaki izotop değerlerine bakıldığında $\delta^{18}\text{O}$ değerleri genellikle -8 ile -5 ‰ V-PDB arasındadır (Andrews vd.,1997; Pentecost, 2005). Buna ek olarak, karbon izotop değerleri yaygın olarak, -4 ve -12 (‰ V-PDB) olarak belirlenmiştir (Andrews vd., 1997). Karbon değerlerindeki değişim, akış sırasında sıcaklığın düşmesi, buharlaşma, toprak zonundan veya yüzey sularından katılım yanında, fotosentez gibi biyojenik süreçlerle de mümkün olabilmektedir (Chafetz vd., 1991; Guo vd., 1996).

Çalışma alanının temel konusunu oluşturan Sarıkavak tufalarının duraylı izotop dağılımları incelendiğinde, $\delta^{18}\text{O}$ değerleri -7.49 ile -10.83 (‰ V-PDB) arasında iken $\delta^{13}\text{C}$ değerleri -1.63 ile +1.54 (‰ V-PDB) arasında değişmektedir. Elde edilen bu duraylı izotop değerleri, birleştirilmiş plot diyagram üzerinde gösterilmiş ve tufa izotop değerlerinin, travertenlere çok yakın değerler içerdiği belirlenmiştir (Şekil 100).



Şekil 100. Karasal (traverten, tufa ve mağara) ve denizel (denizel kireçtaşı, pelajik çamur) karbonatlardan elde edilen $\delta^{18}\text{O}$ (V-PDB) ve $\delta^{13}\text{C}$ (V-PDB) değerlerinin birleştirilmiş plot programda gösterilmesi (Gandin ve Capezzuoli, 2008; Toker, 2017).

Sarıkavak karasal karbonat çökelleri, GB-Türkiye’de çalışma alanına komşu Denizli Havzası içinde yüzlek veren belirgin derecede göze çarpan traverten ve tufa çökellerine ait duraylı izotop verileri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 101). Bu çökeller, sırasıyla batıdan doğuya doğru; Akköy, Pamukkale, Gürlek- Kocabaş (çatlak sırtlarından (1) ve paralel laminalı havuz (2)), Kaklık-Ballık travertenleri and Honaz tufa çökelleridir.



Şekil 101. Çalışma alanına ait traverten-tufa çökellerinin, Denizli Havzası'nda yer alan bazı karasal karbonat çökellerine ait $\delta^{18}\text{O}$ (V-PDB) ve $\delta^{13}\text{C}$ (V-PDB) değerlerinin birleştirilmiş plot programda gösterilmesi

Bu diyagrama göre, Gürlek-Kocabaş karbonat oluşumlarının izotop verilerine bakıldığında çatlak sırtlarındakiler (1) ile havuz, sığ göl (2) ortamında çökelmiş travertenler ile farklılıklar görülmektedir (Şekil 101). Örtülü travertenleri gibi sığ göl veya çöküntü depolanma sistemi içerisinde çökelmiş Gürlek-Kocabaş travertenleri, çatlak sırtlarındakilere göre daha az negatif $\delta^{18}\text{O}$ izotop değerlerine sahiptir. Bu değişimin, göl gibi kapalı bir ortamda çökelen laminalı travertenlerin çökeltme ortamındaki buharlaşmanın daha fazla olması ile ilişkili olduğu

düşünülebilir. Bazı duraylı izotop verileri Akköy ve Pamukkale travertenleri ile Gürlek - Kocabaş çatlak-sırtlarına ait travertenlerin değerleri ile benzerlikler göstermektedir (Şekil 100).

$\delta^{13}\text{C}$ izotop değerlerine bakıldığında, Pamukkale ve Akköy travertenleri diğer karbonat çökellerine göre daha pozitif değerlere sahiptir (Şekil 91). Gürlek-Kocabaş çatlak-sırtı travertenlerinin $\delta^{13}\text{C}$ değerleri, göreceli olarak Sarıkavak-Örtülü ve Gürlek-Kocabaş laminalı karasal karbonatlardan daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Karbon izotop değerlerindeki değişimlere bakarak paleoiklimsel salınımlar hakkında kesin yargılarda bulunmak hataya neden olabilir. Ancak alglerin bol miktarda bulunduğu sıcak, nemli iklim koşullarında ^{12}C miktarındaki zenginleşme, aynı zamanda dereceli olarak $\delta^{13}\text{C}$ değerinin de azalmasına (daha negatif değer) neden olmaktadır (Guo vd., 1996; Mischke ve Zhang, 2008). Bir başka deyişle göreceli olarak karbon izotop değişimindeki artış, tufa oluşum ortamındaki siyanobakteri, klorofitler gibi alglerin fotosentetik aktiviteleri sonucunda ^{12}C miktarındaki azalımıyla ilişkili olup, daha kurak bir dönemi de işaret edebilir. Bununla birlikte, yüksek $\delta^{13}\text{C}$ değerleri, kaynak suyunun derin kökenli ağır CO_2 ile yüklü olmasıyla da ilişkilendirilebilir (Kele vd., 2011; Özkul vd., 2013). Bu ağır CO_2 , karbonat ana kayaçlarının (Likya naplarına ait Paleozoyik yaşlı kireçtaşları) çözünmesiyle çökeltme suyunun içine karışmaktadır (Kele vd., 2011; Özkul vd., 2013; Özkul vd., 2014). Ancak tufa çökellerindeki $\delta^{13}\text{C}$ değerleri, travertenlerin değerlerine göre daha geniş bir aralıkta yer almaktadır. Genel olarak, az pozitif ve daha negatif değerler, CO_2 taşıyan suların, derin dolaşımli meteorik (yüzey) sularla karışarak tufa çökeltimini gerçekleştirmesi olarak yorumlanabilir.

7. SONUÇLAR

115Y493 no'lu bu proje kapsamında Batı Anadolu'da KD-GB uzanımlı Acıgöl Grabeni'nin kuzey kenarında yüzlek veren Sarıkavak tufa ve Örtülü traverten çökelleri, iki ayrı başlık altında incelenmiş, detaylı sedimentolojik çalışmalar yapılarak litotipleri, fasiyesleri ve fasiyes ilişkileri, depolanma sistemleri belirlenmiştir. Buna ek olarak, bu karasal karbonat çökellerinin paleoortamsal ve paleoklimsel gelişimi, sondaj verilerinden elde edilen yaş, izotop ve polen verileriyle de deneştirilmiştir. Bununla birlikte, bu karbonatlar, bölgede yer alan bazı önemli traverten-tufa çökelleriyle ve bu çökellerle büyük benzerlikler sunan İtalya'daki önemli traverten-tufa alanlarıyla karşılaştırılmıştır. Elde edilen tüm sonuçlar, aşağıda maddeler halinde verilmektedir.

1. Örtülü traverten çökelleri yaklaşık 500by (by=1000yıl) önce (Orta Pleyistosen) tektonik hareketlenmeye bağlı olarak çatlaklardan sızan karbonatça zengin suların bir çöküntü (sığ havuz) depolanma sistemi içerisinde, Oligosen yaşlı molas karakterinde genellikle ofiyolit ve kireçtaşlarından türemiş olan Acıgöl Grubu'na ait konglomeraların üzerine gelerek çökeline başlamıştır. Bu karasal karbonatlar, çeşitli etkenlere bağlı olarak (su geliminde azalma, kuraklık gibi) yer yer çökelimlerini durdurmuş ve organik maddece zengin kalın eski toprak (paleosol) seviyeleri depolanmıştır.

2. Bu traverten çökellerinin ayrıntılı sedimentolojik incelemeleri sonucunda 6 litofasiyes belirlenmiştir. Bunlar; laminalı traverten, kamış tipi traverten, havza-içi taneli traverten, konglomera-çamurtaşı, havza-dışı taneli traverten ve eski toprak (paleosol)'dır.

3. Sarıkavak tufa çökelleri, traverten çökellerinin devamı şeklinde graben sınırına kadar devam etmektedir. Tufalardan elde edilen U/Th yaş verilerine göre, yaklaşık 80 ± 1.5 by önce bölgede tufa çökeli tamamen durduğunu söylemek mümkündür.

4. Sarıkavak tufaları üzerinde yapılan ayrıntılı sedimentolojik çalışmalar, bu tufa çökellerinin yer yer taşkın düzlüklerinin gözlemlendiği ve bazı yerlerde bataklık ortamının daha baskın görüldüğü, basamaklar halinde havzanın kuzeyinden (Örtülü Köyü) güneyine doğru (Acıgöl graben havzası) enerjinin kimi zaman artıp kimi zaman azaldığı akarsu ortamında çökelmiş olabileceğini göstermektedir. Graben sınırında şelale tipi tufa oluşumu, çalışma alanında oldukça belirgin bir görünüm sunmaktadır.

5. Çalışma süresince, hem yüzeydeki traverten ve tufa çökelleri ve hem de toplam 7 ayrı noktadan yaklaşık 10'ar metrelik sondajlardan elde edilen karot verileri üzerinde çalışılmıştır. Sondaj karotlarından sistematik olarak örneklemeler yapılarak yaş (U/Th), duraylı izotop, polen, XRD, petrografik analizler gerçekleştirilmiştir. Ayrıca toplam 9 adet tufa örneğinin SEM görüntüleri çekilerek kalsit kristallerinin öhedral yapısı ortaya konmuştur.

6. Proje kapsamında yapılması planlanan XRD analizi sonucunda, bu karasal karbonat çökellerine ait örneklerdeki karbonat minerallerinin bütünüyle kalsit ile temsil edildiği belirlenmiş, ancak bazı örneklerde karbonat minerallerine bolluk sırasına göre kil, kuvars ve feldispat minerallerinin eşlik ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, bazı örnekler içerisinde geniş ve yayvan pik sunan amorf ve/veya yarı-kristalin bir fazı temsil eden, allofan türü bileşenler saptanmıştır. Allofan türü bu bileşenlerin varlığı, bu bölgede yüzeysel hidrotermal oluşumların olasılığını düşündürmektedir.

7. Sarıkavak tufalarının duraylı izotop dağılımları incelendiğinde, $\delta^{18}\text{O}$ değerleri -7.49 ile -10.83 (‰ V-PDB) arasında iken $\delta^{13}\text{C}$ değerleri -1.63 ile +1.54 (‰ V-PDB) arasında değiştiği görülmüş ve travertenlere oldukça yakın sonuçlar vermiştir. $\delta^{18}\text{O}$ değerlerinin kendi içerisindeki daha az negatife doğru geçişi, kapalı bir çökeltme ortamında iklimsel salınımına bağlı olarak artan buharlaşma (evaporasyon) ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

8. Sondaj karotlarına ait örnekler üzerinde palinolojik analizler yapılmış ve karbonatların içerisinde oldukça zor elde edilen palinomorf ilk kez bu çalışma ile belirlenmiştir. Paleosoller içerisinde sıklıkla rastlanan polen ve spor verileri, ne yazık ki karbonatlar içerisinde nadir olarak gözlenmektedir. Bu çalışmada, en zengin palinomorf içeriği SL-1 sondajından elde edilmiştir. Buna göre; SL-1 örneklerinde, gymnospermlerden (açık tohumlu bitkiler) 5 cins ve angiospermlerden (kapalı tohumlu bitkiler) 11 aile ait 15 polen taksası (genellikle cins düzeyinde) belirlenmiştir. Ayrıca çok sayıda non-polen palinomorf formlar ve zooklast varlığı da gözlenmiştir. MIS 13 (?) sürecinde, *Abies* (Kökner), *Pinaceae/Pinus* (Çam) *haploxyton* ve *diploxyton* tipleri, *Cedrus* (Sedir) ve *Podocarpus* (Taşporsuğu) ile temsil edilen koniferlere ait polenlerin bolluğu gözlenmiştir. SL-1 sondajına ait kesitte MIS 13 (?)'den MIS 12'ye geçişin hangi metrede olduğu açık değildir ve MIS 12-11 süreçlerine ait gymnosperm polenlerin (*Pinus* (Çam) *haploxyton* tip ve *Cedrus* (Sedir)), yüzde bolluğunun ile temsil edilen sadece bir adet örnek (SL1-2P) yeterli miktarda palinomorf içermektedir. MIS 12-MIS 9 süreci boyunca AP yüzdesin düzenli bir azalış izlenirken, NAP (Asteraceae (Papatyagiller)-Asteroideae, Asteraceae-Cichorioideae, *Artemisia* (Pelin), Geraniaceae-*Scabiosa* (Turnagagasıgiller) ve Chenopodiaceae) yüzde bolluğunda belirgin bir artış gözlenmiştir. Bu yorum, $\delta^{13}\text{C}$ değerlerinde gözlenen belirgin artış ile belirlenen ağaçsızlaşma

sürecini desteklemektedir. SL-3 sondajı boyunca, duraylı izotop ve palinolojik bulgular ışığında, MIS 11-MIS 9 sürecinde odunsu bitkilerin yüzdesinin kendi içinde benzer bir yüzde bolluk trendi izlenirken, otsul formların yüzde bolluğunda belirgin bir azalış belirlenmiştir. SL-2, SL-4, SL-5, SL-6 ve SL-7 kesitleri boyunca, incelenen örnekler içerisinde yorum yapılabilecek yüzde ve çeşitlilikte sporomorf içermediği gözlenmiştir. Örneklerde *Abies* (Köknar), *Cedrus* (Sedir), *Castanea* (Kestane), *Oleaceae* (Zeytingiller), *Carpinus* (Gürgen), *Cathaya*, *Pinus* (Çam) *silvestris* ve haploxylon tipleri, *Poaceae* (Buğdaygiller), *Asteraceae* (Papatyagiller)-*Asteroideae*-*Tubulifloreae* tip ve *Artemisia* (Pelin) içerdiği polenler tanımlanmıştır. Ayrıca SL-4 kesitinde tufa oluşumu sırasında *Alnus* (Kızılağaç) formunun varlığı nedeniyle akarsu ile beslenmenin varlığının olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

9. İklim değişimlerine duyarlılığı yüksek olan bu tip karasal karbonat çökelleri (traverten, tufa, speleotem gibi) üzerinde yapılan her bilimsel çalışma, ülkemizin Kuvaterner Dönemi'ne ışık tutması açısından büyük bir öneme sahiptir.

KAYNAKLAR

- Akkiraz, S., Akgün, S., 2005. "Palynology and age of the Early Oligocene units in Çardak–Tokça Basin, Southwest Anatolia: paleoecological implications", *Geobios*, 38, 283–299.
- Altunel, E., Hancock, P.L., 1993. "Morphology and structural setting of Quaternary Travertines at Pamukkale, Turkey". *Geological Journal*, 28, 335 – 346.
- Altunel, E., 1996. "Pamukkale travertenlerinin morfolojik özellikleri, yaşları ve neotektonik önemleri", *MTA Dergisi*, 118, 47-64.
- Andrews, J.E., Riding, R., Dennis, P.F., 1997. "The stable isotope record of environmental and climatic signals in modern terrestrial microbial carbonates from Europe". *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 129, 171-189.
- Andrews, J.E., Pedley, H.M., Dennis, P.F., 2000. "Palaeoenvironmental records in Holocene Spanish tufas: stable isotope approach in search of reliable climatic archives". *Sedimentology*, 47, 961-978.
- Andrews, J.E., 2006. "Palaeoclimatic records from stable isotopes in riverine tufas: synthesis and review", *Earth-Science Reviews*, 75, 852104.
- Arenas, C., Gutierrez, F., Osácar, C., Sancho, C., 2000. "Sedimentology and geochemistry of fluvio-lacustrine tufa deposits controlled by evaporate solution subsidence in the central Ebro Depression, NE Spain". *Sedimentology*, 47, 883–909.
- Arenas, C., Cabrera, L. Ramos, E., 2007. "Sedimentology of tufa facies and continental microbialites from the Palaeogene of Mallorca Island (Spain)". *Sed. Geol.*, 197, 1–27.
- Arenas-Abad, C., Vazquez-Urbez, M., Pardo-Tirapu, G., Sancho-Marcen, C., 2010. "Fluvial and associated carbonate deposits. In: *Carbonates in Continental Settings: Facies, Environments, and Processes*" (Eds A.M. Alonso Zarza and L.H. Taner), *Dev. Sedimentology*, 61, 133–175.
- Arenas, C., Vazquez-Urbez, M., Auqué, L., Sancho, C., Osácar, C., Pardo, G., 2014a. "Intrinsic and extrinsic controls of spatial and temporal variations in modern fluvial tufa sedimentation: A thirteen-year record from a semi-arid environment". *Sedimentology*, 61, 90-132.
- Arenas, C., Vazquez-Urbez, M., Pardo, G., Sancho, C., 2014b. "Sedimentology and depositional architecture of tufas deposited in stepped fluvial systems of changing slope: Lessons from the Quaternary Añamaza valley (Iberian Range, Spain)". *Sedimentology*, 61, 133-171.
- Auqué, L., Arenas, C., Osácar, C., Pardo, G., Sancho, C., Vázquez-Urbez, M., 2013. "Tufa sedimentation in changing hydrological conditions: the River Mesa (Spain)". *Geological Acta*, 11, 1, 85-102.
- Bertini, A., Minissale, A., Ricci, M., 2008. "Use of Quaternary travertines of central-southern Italy as archives of paleoclimate, paleohydrology and neotectonics", *Il Quaternario* 21 (1B), 99-112.

- Bertini, A., Minissale, A., Ricci, M., 2014. "Palynological approach in upper Quaternary terrestrial carbonates of Central Italy: anything but a "mission impossible"", *Sedimentology*, 61, 200–220.
- Beug, H. J., 2004. "Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete", Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, Germany, 542 s.
- Bozkurt, E., 2000. "Timing of the extension on the Büyük Menderes graben, western turkey and its tectonic implications. Tectonics and magmatism in Turkey and surrounding area", *Geological Society*, 173, Special Publications, 385-403, London.
- Bozkurt, E., 2003. "Origin of NE-trending basins in western Turkey". *Geodinamica Acta* 16, 61-81.
- Brindley, G.W., 1980. "Quantitative x-ray mineral analysis of clays. In: *Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification*" (G.W. Brindley, G.Brown, eds.), Mineralogical Society, London, 411-438.
- Broggi, A., Capezzuoli, E., 2009. "Travertine deposition and faulting: the fault-related travertine fissure- ridge at Terme S. Giovanni, Rapolano Terme (Italy)". *International Journal of Earth Science Geol. Rundsch* 98: 931-947.
- Capezzuoli, E., Gandin, A., Pedley, M., 2014. "Decoding tufa and travertine (fresh water carbonates) in the sedimentary record: The state of the art". *Sedimentology*, 61, 1-21.
- Chafetz, H.S., Folk, R.L., 1984. "Travertines: Depositional morphology and the bacterially constructed constituents". *Journal Sedimentary Petrology*, 54, 1, 289 – 316.
- Chafetz, H.S., Rush, P.F., Utech, N.M., 1991. "Microenvironmental controls on mineralogy and habit of CaCO₃ precipitates: an example from an active travertine system", *Sedimentology* 38, 107–126.
- Cipriani, N., Maleasani, P., Vannucci, S., 1977. "I travertini dell'Italia Centrale", *Boll. Serv.Geol. Ital.*, 98: 85-115.
- Craig, H., 1963. "The isotopic geochemistry of water and carbon in geothermal areas, In: E.Tongiorgi (Editor), *Nuclear Geology in Geothermal Areas*" – Spoleto 1963. CNR, Pisa, pp.17-53.
- Çakır, Z. 1999. "Along-strike discontinuity of active normal faults and its influence on Quaternary travertine deposition: Examples from western Turkey". *Turkish Journal of Earth Science*, 8, 67-80.
- Erdtman, G., 1943. *An Introduction to Pollen Analysis*. USA. Chronica Botanica Company. 238 s.
- Facenna, C., Soligo, M., Billi, A., Filippis, L.D., Funiciello, R., Rosetti, C., Tuccimei, P., 2008. "Late Pleistocene depositional cycles of the Lapis Tiburtinus travertine (Tivoli, central Italy): possible influence of climate and fault activity", *Global and Planetary Change*, 63, 299-308.
- Fægri, K., Iversen, J. 1989. *Textbook of pollen analysis*. 4th edition. John Wiley & Sons Ltd. 328, Norway.

- Ford, T.D., Pedley, H.M., 1996. "A review of tufa and travertine deposits of the world", *Earth Sci. Review*, 41, 117-175.
- Flugel, E., 2004. "Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application", Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 976.
- Gandin, A., Capezzuoli, E., 2008. "Travertine versus Calcareous tufa: distinctive petrologic features and stable isotope signatures". *Ital. J. Quatern. Sci.* 21, 125–136.
- Gandin, A., Capezzuoli, E., 2014. "Travertine: Distinctive depositional fabrics of carbonates from thermal spring systems". *Sedimentology*, 61, 264-290.
- Garnett, E.A., Andrews, J.E., Preece, R.C., Dennis, P.F., 2004. "Climatic change recorded by stable isotopes and trace elements in a British Holocene tufa". *Journal of Quaternary Science*, 19, 251-262.
- Glover, C., Robertson, A.H.F., 2003. Origin of tufa (coolwater carbonate) and related terraces in the Antalya areas, SW Turkey. *Geological Journal*, 38, 1-30.
- Göktaş, F., Çakmakoğlu, A., Tari, E., Sütçü, Y. F., Sarikaya, H., 1989. *Çivril –Çardak Arasının Jeolojisi (Geology of Çivril-Çardak Region]*. MTA Raporu, 8701, 107pp.
- Guo, L., Riding, R., 1994. "Origin and diagenesis of Quaternary travertine shrub fabrics, Rapolano Terme, central Italy", *Sedimentology* 41, 499-520.
- Guo, L., Andrews, J., Riding, R., Dennis, P., Dresser, Q., 1996. "Possible microbial effects on stable carbon isotopes in hot-spring travertines", *Journal of Sedimentary Research* 66, 468–473.
- Guo, L., Riding, R., 1998. "Hot-spring travertine facies and sequences, Late Pleistocene Rapolano Terme, Italy", *Sedimentology*, 45, 163-180.
- Guo, X., Chafetz, H.S., 2014. "Trends in $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values in lacustrine tufa mounds: Palaeohydrology of Searles Lake, California", *Sedimentology*, 61, 221-237.
- Hancock, P.L., Chalmers, R. M.L., Altunel E., Çakir, Z., 1999. "Travertines: using travertines in active fault studies", *Journal of Structural Geology*, 21, 903-916.
- Helvacı C., Alçiçek, M.C., Gündoğan, İ., Gemici, Ü., 2013. "Tectonosedimentary Development and Palaeoenvironmental Changes in the Acıgöl Shallow-Perennial Playa-Lake Basin, SW Anatolia, Turkey", *Turkish J. Earth Sci.*, 22, 173-190.
- Henchiri, M., 2014. "Quaternary paludal tufas from the Ben Younes spring system, Gafsa, southwestern Tunisia: Interactions between tectonics and climate", *Quaternary International* 338, 71-87.
- İslamoğlu, Y., Hakyemez, A., 2010. "Oligocene History of the Çardak-Dazkırı Sub-basin (Denizli, SW Turkey): Integrated Molluscan and Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy", *Turkish Journal of Earth Science*, vol.19, 473-496.
- Jones, B., Kahle, C.F., 1986. "Dendritic calcite crystals formed by calcification of algal filaments in a vadose environment", *Journal of Sedimentary Petrology* 56, 217-227.

- Kazancı, N., Boyraz, S., Özkul, M., 2012. "Late Holocene terrestrial tephra record at western Anatolia, Turkey: possible evidence of an explosive eruption outside Santorini in the eastern Mediterranean", *Global and Planetary Change* 80–81, 36–50.
- Kele, S., Özkul, M., Gökgöz, A., Forizs, I., Baykara, M.O., Alçiçek, M.C. and Nemeth, T., 2011. Stable isotope geochemical and facies study of Pamukkale travertines: new evidences of low-temperature nonequilibrium calcite-water fractionation. *Sed. Geol.*, 238, 191–212.
- Koçyiğit, A., 2005. "Denizli-graben horst system: basin fill, structure, deformational mode, throw amount and episodic evolutionary history, SW Turkey", *Geodinamica Acta*, 18/3-4, 167-208.
- Koşun, E., Sarıgül, A., Varol, B., 2005. "Antalya Tufalarının Litofasiyes Özellikleri", *MTA Dergisi*, 130, 57-70.
- Koşun, E., 2012. "Facies Characteristics and Depositional Environments of Quaternary Tufa Deposits, Antalya, SW Turkey", *Carbonates and Evaporites*, 27, 3-4, 269-289.
- Lojen, S., Dolenc, T., Vokal, B., Cukrov, N., Mihelčić, G., Papesch, W., 2004. "C and O stable isotope variability in recent freshwater carbonates (River Krka, Croatia)", *Sedimentology*, 51, 361-375.
- Ludwig, K.R., Paces, J.B., 2002. "Uranium-series dating of pedogenic silica and carbonate, Crater Flat, Nevada", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 66,3, 487-506.
- Maher, B. 1998. "Magnetic properties of modern soils and Quaternary loessic paleosols: palaeoclimatic implications", *Paleogeography, paleoclimatology, paleoecology*, 137, 25-54.
- Meixiang, Z., Wei, T., 1987. "Surface hydrothermal minerals and their distribution in the Tengchong geothermal area, China", *Geothermics*, 16, 2, 181-195.
- Miall, A.D., 1977. "A review of the braided river depositional environment", *Earth Science Review*, 13, p. 1-62.
- Mischke, S., Zhang, C.J., 2008. "A laminated tufa carbonate from the mid Holocene of the Quilian Mountains and its potential for palaeoclimate inferences", *Episodes*, 31, 4, 401-407.
- Montoyo, P.D., Rull, V. Ve Geel, B., 2010. "Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297.
- Moore, P. D., Webb, J. A. ve Collinson, M. E. 1991. *Pollen analysis*. 2nd edition.
- Mutlu, H., Kadir, S., Akbulut, A., 1999. "Mineralogy and water chemistry of the Lake Acıgöl (Denizli), Turkey", *Carbonates and Evaporites* 14, 91–99.
- Ortiz, J.E. Torres, T., Delgado, A., Reyes, E., Díaz-Bautista, A., 2009. "A review of the Tagus river tufa deposits (central Spain): age and palaeoenvironmental record", *Quaternary Science Reviews* 28, 947-963.
- Özkul, M. Varol, B., Alçiçek, M.C., 2002. "Depositional environments and Petrography of Denizli Travertines", *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, 125, 13-29.

Özkul, M., Gökgöz, A., Horvatinčić, N., 2010. "Depositional properties and geochemistry of Holocene perched springline tufa deposits and associated spring waters: a case study from the Denizli province, Western Turkey", In: Pedley, H.M. (Ed.), *Tufas and Speleothems: Unravelling the Microbial and Physical Controls*: The Geological Society, London. Special Publications, 336, pp. 245–262.

Özkul, M., Kele, S., Gökgöz, A., Shen, C.C., Jones, B., Baykara, M.O., Fórizs, I., Németh, T., Chang, Y.W., Alçıçek, M.C., 2013. "Comparison of the Quaternary travertine sites in the Denizli extensional basin based on their depositional and geochemical data", *Sedimentary Geology*, 294, 179-204.

Özkul, M., Gökgöz, A., Kele, S., Baykara, M.O., Shen, C.C., Chang, Y.W., Kaya, A., Hançer, M., Aratman, C., Akın, T., Örü, Z., 2014. "Sedimentological and Geochemical characteristics of a fluvial travertine: A case from the eastern Mediterranean region", *Sedimentology*, 61, 291-318.

Pedley, H.M., 1990. "Classification and environmental models of cool freshwater tufas", *Sediment. Geol.*, 68: 143-154.

Pedley, H.M., Gonzalez-Martin, J.A., Ordonez Delgado, S., Garcia del Cura, M.A., 2003. "Sedimentology of Quaternary 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 Mediterranean region: a testing ground for freshwater carbonate concepts and developments", *Sedimentology*, 56, 221–246.

Pentecost, A., 1993. "British travertines: a review", *Proc. Geol. Assoc.*, 104: 23-39.

Pentecost, A., 1995. "Quaternary travertine deposits of Europe and Asia Minor", *Quat. Sci. Rev.*, 14: 1005-1028.

Pentecost, A., Bayarı, S., Yeşertener, C., 1997. "Phototropic microorganisms of the Pamukkale travertine, Turkey; their distribution and influence on travertine deposition", *Geomicrobiology Journal*, 14, 264-283.

Pentecost, A., 2005. *Travertine*. Springer, Berlin, 445.

Ruhe, R.V., 1970. *Soil, paleosols and environment*, In: W.Dort and J.Knox Jones (eds) Wright, H.E., Frey, D.G. Princeton University Press, Princeton, NJ, 755-764.

Sözbilir, H., 1997. "Stratigraphy and Sedimentation of the Tertiary Sequences in the Northeastern Denizli Province (Southwest Turkey)", (Doktora Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.

Sözbilir H. 2002. "Revised stratigraphy and facies analysis of the Palaeocene–Eocene supra-allochthonous sediments and their tectonic significance (Denizli, SW Turkey)", *Turkish Journal of Earth Sciences* 11, 1–27.

Sözbilir, H., 2005. "Oligo-Miocene extension in the Lycian orogen: evidence from the Lycian molasse basin, SW Turkey", *Geodinamica Acta*, 18/3-4, 255-282.

Sullivan, D.G., 1989. *Human induced vegetation change in western Turkey: pollen evidence from central Lydia*. University of California Phd thesis, Berkeley.

Şenel, M., 1997. Denizli-J9 Quadrangle, 1:100.000 ölçekli Jeoloji haritası ve açıklamaları, MTA Yayınları,

Toker, E., 2009. "Acıgöl-Çardak (Denizli) Grabeninin kuzeyindeki Tersiyer Çökellerinin Tektono-Sedimanter Gelişiminin İncelenmesi", (Doktora tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, 242pp.

Toker, E., Akkiraz, M.S., Yağmurlu, F., Akgün, F., Örçen, S., 2012. "Sedimentary Properties of the Middle-Late Eocene Formations outcropping in Çardak, Burdur and İncesu, SW Turkey". Turkish Journal of Earth Science, vol.20, 335-374.

Toker, E., Kayseri-Özer, M.S., Özkul, M., Kele, S., 2015. "Depositional system and palaeoclimatic interpretations of Middle to Late Pleistocene travertines: Kocabaş, Denizli, SW Turkey", Sedimentology, 62, 5, 1360-1383.

Toker, E., 2017. "Quaternary fluvials tufas of Sarıkavak area, southwestern Turkey: Facies and depositional systems", Quaternary International, Non-marine Carbonates, Special Issue 437, 37-50.

Uysal, I.T., Feng, Y., Zhao, J., Altunel E., Weatherley D., Karabacak, V., Cengiz, O., Golding S.D., Lawrence M.G., Collerson K.D., 2007. "U-series dating and geochemical tracing of late Quaternary travertine in co-seismic fissures", Earth and Planetary Science Letters, 257, 450–462.

Uysal, I.T., Feng, Y., Zhao, J., Işık, V., Nuriel, P., Golding, S.D., 2009. "Hydrothermal CO₂ degassing in seismically active zones during the late Quaternary". Chemical Geology, 265, 442-454.

Valero-Garcés, B.L., Moreno, A., Navas, A., Mata, P., Machín, J., Delgado Huertas, A., González Sampériz, P., Schwalb, A., Morellón, M., Cheng, H., Edwards, R.L., 2008. "The Taravilla lake and tufa deposits (Central Iberian Range, Spain) as palaeohydrological and palaeoclimatic indicators", Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 259 (2–3), 136–156.

Vazquez-Urbez, M., Arenas, C. and Pardo, G., 2011. "A sedimentary facies model for stepped, fluvial tufa systems in the Iberian Range (Spain): the Quaternary Piedra and Mesa valleys". Sedimentology, 59, 502–526.

Vermoere, M. Degryse, P., Vanhecke, L., Muchez, Ph., Paulissen, E., Smets, E., Waelkens, M., 1999. "Pollen analysis of two travertine sections during the early Holocene in Baskoy (southwestern Turkey): implications for environmental conditions during the early Holocene", Review of Paleobotany and Palynology, 105, (1-2), 93-110.

Violante, C., Ferreri, V., D'Argenio, B., Golubic, S., 1994. "Quaternary Travertines at Rocchetta a Voltumo (Isema, Central Italy): Facies analysis and Sedimentary Model of an Organogenic system" In: Field Trip AI Guidebook for the 15th International Association of Sedimentology Regional Meeting.

Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2002. "Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaşlı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası: Denizsuyu-kayaç etkileşimine bir örnek", C.Ü.Müh. Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri, 19, 81-98.



Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Elmas, A., 2000. "When did the western Anatolian grabens begin to develop? Tectonic and magmatism in Turkey and their surrounding area", Geological Society in London, 173, 353-384.

Zanchi, A., Kissel, C., Tapırdamaz, C., 1990. "Deformazione Continentale Neogenico-Quaternaria in Anatolia Occidentale: Nuovi Dati Strutturali" Member Society of Geology Italy, 45, 481-488.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	EZHER TAGLIASACCHI
Proje No:	115Y493
Proje Başlığı:	Sarıkavak Tufa Çökellerinin Kökensele İncelemesi Ve Paleoklimsel Açıdan Önemi, Gb-Türkiye
Proje Türü:	3001 - Başlangıç AR-GE
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	MİNE SEZGÜL KAYSERİ ÖZER
Danışmanlar:	MEHMET ÖZKUL
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	PAMUKKALE Ü. MÜHENDİSLİK F. JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/11/2015 - 15/11/2017
Onaylanan Bütçe:	87872.0
Harcanan Bütçe:	56149.79
Öz:	<p>Bu çalışmada, GB-Türkiye'de Neotektonik dönemde, bölgede egemen olan genişleme rejimi sonucunda KD-GB uzanımlı Acıgöl Grabeni'nin kuzey kuzeyinde yüzlek veren Sarıkavak tufa çökellerinin sedimantolojik özellikleri ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Çalışma alanı içerisindeki karasal karbonat çökellerinin (tufa-traverten), litotiplerini ve fasiyes değişimlerini belirlemek ve ayrıca bu çökeller üzerinde gerçekleştirilen radyometrik yaşlandırma (U/Th yöntemi), duraylı izotop verileri ve palinolojik bulgular ile bölgenin paleoortamsal ve paleoklimsel gelişimine ışık tutmak, projenin temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaçla, arazi ve laboratuvar çalışmaları sırasıyla gerçekleştirilmiş, elde edilen tüm veriler bir bütün olarak değerlendirilmiştir. Buna ek olarak, mikro fasiyes analizi, element ve mineral bileşimleri (XRD), ince kesitler ve taramalı elektron mikroskop (SEM) analizleri ile bu tufa çökellerinin daha mikro ölçekte incelemeleri gerçekleştirilmiştir.</p> <p>Çalışma alanı içerisinde yer alan traverten ve tufa oluşumları birbirleriyle geçişli bir şekilde arazide net bir biçimde gözlenmektedir. Acıgöl Grabeni ile sınırlandırılmış bu karasal karbonatlar, bölgenin tektonik hareketliliğine göre çökelişini sürdürmüştür.</p> <p>Sarıkavak tufa çökelleri, yaklaşık 500 ka (ka: 1000 sene) önce buzul-arası dönemde (MIS13), çöküntü depolanma sistemi veya sığ bir havuz ortamında depolanmaya başlamış ve yaklaşık 200ka boyunca karasal karbonat çökelişini çeşitli nedenlerle (tektonizma, iklimsel salınımlar gibi) kesintiye uğramıştır. Çökeliş ortamında görülen paleosol seviyeleriyle karbonat çökelişiminin kesintiye uğradığı dönemlerde kalın bir istif oluşturmuştur. Bununla beraber, çalışma alanı içerisinde gerek yüzeyden ve gerekse 7 ayrı noktadan yaklaşık 10?ar m kalınlıkta yapılan sondaj verileri sonucunda, bu karasal karbonatlar, akarsu tufa çökelleri olarak (yer yer paludal kesimlerin de gözlemlendiği) graben kenarına kadar MIS5 (buzul-arası) boyunca devam etmişlerdir. Palinoloji bulgularına göre kurak koşulların genelde hakim olduğu, ancak yağış miktarına bağlı olarak artan nemli koşullar nedeniyle bitki örtüsünü değişim gösterdiğini söylemek mümkündür. U/Th radyometrik yaş verileri, duraylı izotop verileri (?13C ve ?18O) ve palinolojik sonuçlar birlikte yorumlanarak, çalışma alanının paleoortamsal gelişimi ve paleoklimsel salınımları ilk kez bu çalışmada ortaya konmuştur. Bu proje çalışması ile Türkiye'nin Kuvaterner Jeolojisi çalışmalarına önemli bir katkı sağlanmıştır.</p>
Anahtar Kelimeler:	tufa,traverten,duraylı izotop,U/Thyaşlandırma,palinoloji,paleoortam,paleoklim,Sarıkavak, GB-Türkiye
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır

Projenin Yapılan Yayınlar:	<p>1- The Quaternary Travertines in the Örtülü Area, SW- Turkey: Facies And Depositional Environment (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),</p> <p>2- Orta-Geç Pleyistosen Yaşlı Gürlek-Kocabaş (Denizli) ve Örtülü (Afyon) Travertenlerinin Sedimantolojik Özellikleri ve Paleoklimatik Gelişimine ait ilk bulgular (GB-Türkiye) (Makale - Diğer Hakemli Makale),</p> <p>3- The palaeoenvironmental development of Middle-Late Pleistocene Gürlek-Kocabaş and Örtülü travertine deposits (SW-Turkey) (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Poster Sunum),</p> <p>4- The Quaternary Travertines in the Örtülü Area, SW- Turkey: Facies And Depositional Environment. (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),</p> <p>5- Kuvaterner yaşlı karasal karbonat çökellerinin ilk bulguları, Sarıkavak, Afyon (GB-Türkiye)/Preliminary results of Quaternary terrestrial carbonate deposits in Sarıkavak area, Afyon (SW-Turkey) (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),</p>
----------------------------	---

TÜBİTAK