

GELİBOLU YARIMADASI BATI KIYILARINDA ALVEOLAR AYRIŞMANIN KÖKENİ ÜZERİNE İLK BULGULAR

A. Evren ERGİNAL*, Ahmet GÖNÜZ*, Mustafa BOZCU**, A. Suat ATEŞ*** ve Ziya S. ÇETİNER**

ÖZ.- Gelibolu Yarımadası'nın batı kesiminde, Suvla Koyu kuzeyinde yer alan Büyükkemikli Burnu'nda alveolar ayrışmayı karakterize eden çeşitli spesifik ayrışma şekilleri gözlenmiştir. Arazi bulguları ve analitik veriler Oligosen kumtaşları üzerinde gelişen alveolar ayrışmanın karbonat çimentolu, biyotit ve plajiyoklaz bakımından zengin, orta-ince tekstürlü kumtaşları üzerinde yoğunluk kazandığını göstermektedir. Alveolizasyon ideal olarak 33-40° arasında denize doğru eğimli kumtaşı tabakalarının yüzeylerinde gelişmektedir. Ayrıca ayrışmanın kumtaşındaki mikro gözenek ve mikro çatlak sistemleri ile ilişkili olduğu ve gelgit içi zon boyunca biyojen kökenli şekillenme ile desteklendiği anlaşılmaktadır. Mayıs-Ağustos periyodunda etkili olan buharlaşma koşulları nedeniyle dalga yıkama zonu içerisinde tuz ayrıştırması etkilidir. Ayrıca güney sektörlü rüzgar etkisini dik açıyla alan tabaka alanları üzerinde ise elips şekilli ayrışma hücreleri ve tafoni oluşumları egemendir. Poligonal çatlak sistemlerinin demir oksit sıvanımından dolayı sertleşmiş olan kenar kısımları alveolizasyonu sınırlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Alveol, tuz ayrıştırması, biyojen ayrışma, gelgit içi zon, Gelibolu Yarımadası

GİRİŞ

Alveolar ayrışma; rüzgar erozyonu, eksfoliasyon, donma-çözülme, tuz ayrıştırması ve yağışa bağlı olarak, özellikle kumtaşları üzerinde tipik olarak gelişen balpeteği şekilli çözülme şekilleri için kullanılan teknik bir terimdir. Ağırlıklı olarak kumtaşlarında gelişen bu özel ayrışma süreci, jeomorfolojik, jeolojik, klimatolojik ve bilhassa kıyı bölgelerinde hidrodinamik ve biyolojik faktörlerin denetiminde oluşan, çok farklı boyut ve şekillerde balpeteği (honeycomb) biçimli erime boşlukları ile bunların boyutu 1 m ve daha büyük olanlarına karşılık gelen tafoni oluşumları ile temsil edilir. Bu şekillerin oluşumu konusunda ilk gözlemler Darwin (1839) ve Dana (1849) tarafından Avustralya'da yapılmış, alveolar ayrışma terimi yanında bal peteği çözülmesi (honeycomb weathering), kaya kafesi (stone lattice) gibi değişik tanımlamalar öne sürülmüştür. Konuyla ilgili tanımlama ve teoriler, Mustoe (1982), Turkington

ve Phillips (2004) ve Turkington ve Paradise (2005) tarafından detaylı olarak ele alınmıştır.

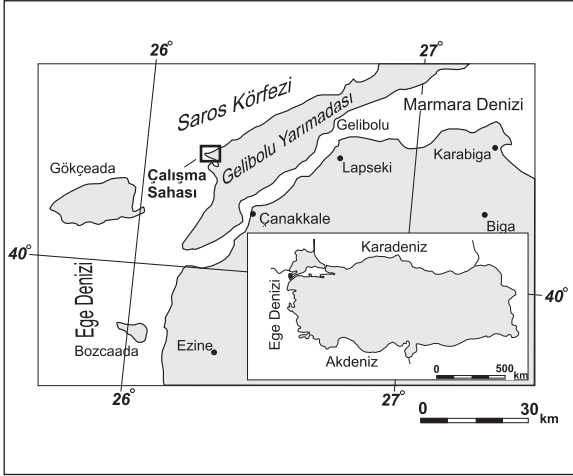
Mevcut çalışmalara göre alveolar ayrışma değişik iklim koşulları altında, diyorit, tuf, aglomera ve kumtaşı gibi oldukça farklı kayaç türleri üzerinde gelişebilmektedir. Bunlar arasında, en çok rastlandığı için, en önemlisi olan kumtaşı üzerindeki alveolar ayrışmaya ait çok sayıda örnek vardır (Scherber, 1927; Bouchart, 1930; Rondeau, 1965; Mustoe, 1982; Kelletat, 1980; Mellor ve diğerleri, 1997; McBride ve Picard, 2004; Turkington ve Paradise, 2005). Bugüne dek en çok kabul edilen görüş alveolizasyonun tuz ayrıştırması denetiminde geliştiğidir (Evans, 1970; Bradley ve diğerleri, 1978; Mc Greevy, 1985; Cooke ve diğerleri, 1993). Alveolar ayrışmanın kökeni konusunda halen bir fikir birliğine varılmakla birlikte, bu konuya yönelik olarak Türkiye kıyılarında henüz bir çalışma yapılmamıştır.

* Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale. aerginal@comu.edu.tr - ahmetgonuz2@yahoo.com

** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale. mbozcu@comu.edu.tr; ziyac@comu.edu.tr

*** Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale. asuatates@yahoo.com

Bu çalışmada, Gelibolu Yarımadası'nın batı kesiminde, Suvla Koyu kuzeyinde yer alan Büyükkemikli Burnu'nda tespit edilen alveolar ayrışma çok disiplinli bir yaklaşımla ele alındı. Oligosen kumtaşları üzerinde gözlenen alveolar ayrışma sahasında (Şekil 1) alveoller ve tafoniler kıyı



Şekil 1- Yer bulduru haritası

çizgisinden +15 m seviyeye kadar geniş yer kaplar. Şekil ve boyut bakımından farklı alveollerin geliştiği bu kuşakta alveoller ve tafonilerin morfolojik özellikleri, kumtaşlarının petrografik yapısı ve kumtaşları üzerinde gözlenen eklem ve kırık sistemlerinin sistematiği incelendi. Ayrıca biyoerozyonel topluluğun birincil üreticileri olan mikroskobik epilit ve endolit organizmalar arasındaki ilişkiden kaynaklanan biyoerozyon ele alınarak, alveol ve tafoni çukurlarına yerleşen makroendolitik ve yüzey faunasının topluluk yapısı belirlenmeye çalışıldı. Deniz suyu ve deniz tuzu etkisi ile alveolar ayrışma arasındaki ilişki, iklim elemanlarının kumtaşı ayrışması üzerindeki etkileri, kumtaşları üzerindeki siyanobakteri yoğunluğu, çözülme süreçleri üzerinde sıcaklık, pH, tuzluluk gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal faktörler üzerinde duruldu. Çalışma, incelenen alanda ayrışma üzerinde etkili olan jeomorfolojik, petrografik, yapısal, biyolojik ve deniz suyu/deniz tuzu etkileri konusunda devam etmekte olan araştırmanın ön bulgularını içermektedir.

İNCELEME ALANININ GENEL JEOLÖJİK VE JEOMORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Önem (1974) ve Sümengen ve Terlemez (1991) tarafından jeolojisi detaylı olarak çalışılan inceleme alanı ve çevresinde Eosen-Oligosen yaşlı birimler yayılım gösterir. Sahada geniş mostralar veren ve üzerinde alveolar ayrışmanın geliştiği kumtaşları, Kellog (1973) tarafından Korudağ formasyonu içinde değerlendirilmiş olup, kırılgan sarı renkli, laminalı, orta ve kalın tabaka kalınlığına sahiptir. Tabaka doğrultuları genel olarak K 50 D, eğim değeri 38-50 GD'dur (Levha I, Şekil 1). İçinde kalsit dolgular ve özellikle demir birikiminden kaynaklanan dirençli kabukların geliştiği ortogonal ve poligonal çatlak sistemleri egemen olarak KD-GB ve KB-GD doğrultuludur (Levha I, Şekil 2). Kumtaşı, Gökçen (1967) ve Kellog (1973) tarafından Keşan formasyonu olarak adlandırılan siltli masif çamurtaşı istifini uyumlu olarak üzerler.

Sahanın jeomorfolojisi genel olarak batı ve güneybatı yönünde hafifçe alçalan alçak plato düzlükleri ve bunlar arasında özellikle killi ve siltli birimler üzerinde gelişmiş yayvan yamaçlı vadiler ve küçük koylar ile temsil edilir. Ağırlıklı olarak kumtaşından oluşan Büyükkemikli Burnu, Üst Eosen ve Oligosen yaşlı kumtaşı, kireçtaşı ve silttaşlarından oluşan ve kuzeydoğudaki Karakol Dağı'ndan (141 m) güneybatıya doğru alçalan platonun bir uzantısını meydana getirir. KD-GB yönünde uzanan platonun kuzeybatıya bakan yamaçları 20° - 90° arasında eğimlidir. Bununla birlikte eğim genellikle 50° yi aşar. Sahada yüksek falezli kıyı tipi egemen olup, silttaşının yüzeylendiği kesimlerde küçük koylar gelişmiştir. Büyükkemikli Burnu'nun güney kesiminde tabaka eğimlerinin güneydoğuya doğru olması nedeniyle tabaka yüzeyleri boyunca dalga aşındırması etkindir. Bu nedenle falez önlerinde yer alan abrazyon platformları geniş yer kaplar.

YÖNTEM

Alveolar ayrışmanın kökeni ve ayrışmayı yönlendirici faktörleri ortaya koymak amacıyla alveol

oluşumunun gözlemediği ve gözlenmediği kumtaşlarından örnekler alındı. Alınan örneklerin standart ince kesitleri çıkarıldı ve Folk ve diğerleri (1970) sınıflamasına göre tanımlamaları yapıldı. Aynı örneklerin EDS (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy), SEM (Scanning Electron Microscopy) analizleri yapılarak ayrışma üzerinde etkili olan mineralojik bileşim, çimento maddesinin türü ve sıklığı ile element bileşimi incelendi. Ayrıca 22 ayrı noktada yapılan ölçümler ile sahadaki kumtaşları üzerinde çatlakların sistematiği ve geometrisi araştırıldı. Kıyı zonunda gözlenen biyolojik türlerin belirlenerek kıyı şekillenmesi üzerindeki rolü açısından toplanan türler gruplandırıldı ve bunların ayrışma üzerindeki etkileri değerlendirildi. Alınan deniz suyu örneğinin ICP-AES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy) analizi yapılarak deniz suyu bileşiminin ayrışma üzerindeki etkisi araştırıldı (Çizelge -1).

Çizelge 1- İnceleme alanında alveolar ayrışmanın geliştiği kesimden alınan deniz suyunun jeokimyasal analiz sonuçları.

Parametre	Değer
T(°C)	18.3
EC (µS/cm)	48300
pH	8.9
TDS (mg/kg)	29700
Na ⁺ (mg/kg)	6915.7
K ⁺ (mg/kg)	680.4
Ca ⁺⁺ (mg/kg)	403.8
Mg ⁺⁺ (mg/kg)	1095.3
Cl ⁻ (mg/kg)	15862.7
SO ₄ ⁻ (mg/kg)	2469.7

ÖN BULGULAR

İnceleme alanında alveolar ayrışmayı hazırlayıcı ve hızlandırıcı faktörlerin sunulduğu bu çalışmada erişilen ön bulgular aşağıda açıklanmaktadır:

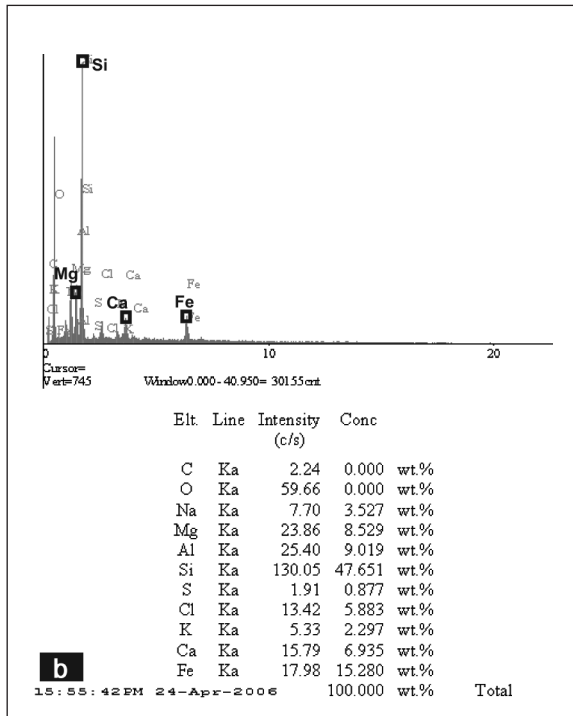
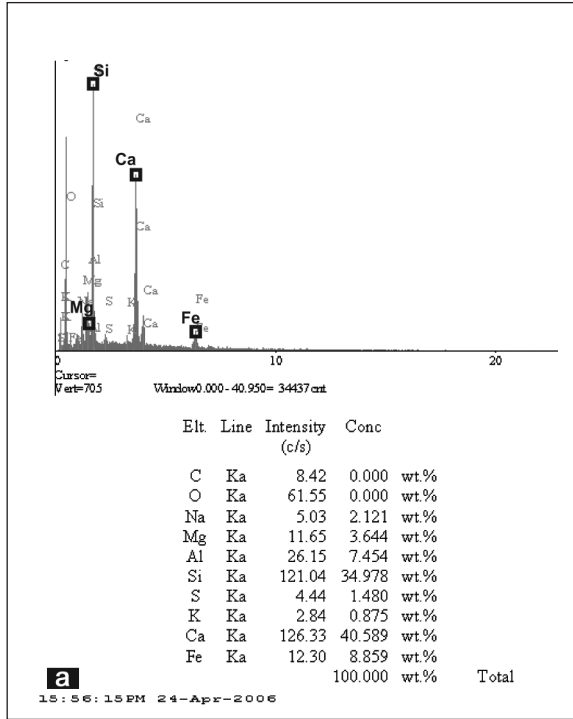
Kumtaşının petrografik özelliklerinin alveolar ayrışmaya etkisi

Alveolar ayrışmanın geliştiği kumtaşı, Folk ve diğerleri (1970) sınıflamasına göre karbonat çimentolu, kil ve klorit mineral matriksli sarımsı renkte kuvarsarenit ve subgrovak türündedir. Kuvars, plajiyoklaz ve daha az oranda biyotit ve muskovit mineralleri içeren kayaç ayrıca bol miktarda serpantin, çört ve metamorfik kayaç kırıntıları içeren orta-ince taneli bir tekstüre sahiptir. Kayanın ayrışma üzerindeki denetleyici rolü özellikle kil, plajiyoklaz ve biyotit minerallerinin bulunma oranına bağlıdır. Alveolizasyonun geliştiği ve gelişmediği kumtaşlarının ince kesitlerinin karşılaştırılmasında görüldüğü gibi, kumtaşında plajiyoklaz ve biyotit miktarının artması alveolar ayrışmanın gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Alveolar ayrışmanın yoğun olarak geliştiği kumtaşı, karbonat çimentolu, ince taneli kuvarsarenit bileşimindedir. Kayaç plajiyoklaz açısından zengin olup taneli doku gösterir (Levha I, Şekil 3). Alveol oluşumu gözlenmeyen kumtaşı örneğinde ise dalgalı sönmeli, yuvarlağımsı ve genelde köşeli kuvars teneleri egemendir (Levha I, Şekil 4). Mikalar, çubuksu, bir yönde iyi dilinim gösteren az orandaki muskovitten oluşur. Çimento maddesi sıkı karbonat çimento olup, kayaç mikalı subgrovak türündedir.

Alveolar ayrışmanın gelişimi öncelikle kumtaşında mineral taneleri ve kaya kırıntılarını birbirine bağlayan karbonat çimentonun varlığı ile ilgilidir. Bu durum alınan kayaç örneklerinin EDS analizlerinden de anlaşılmaktadır. Daha yüksek oranda Ca⁺⁺ içeren kumtaşında alveol gelişimi daha yoğun gelişmiştir (Çizelge - 2a). Element analizi sonuçları, kayada demir ve magnezyum gibi erimeyi yavaşlatan unsurların varlığını da göstermektedir. Bu durumda Ca⁺⁺ miktarı az, buna karşın Mg⁺⁺ ve Fe⁺⁺ açısından zengin olan kumtaşlarında alveolizasyon durdurmakta veya önemli ölçüde sınırlandırılmaktadır (Çizelge - 2b).

Kaya örneklerinin taramalı elektron mikroskop görüntüleri incelendiğinde, kumtaşının mikrogözenek ve mikroçatlak içeriğinin de oluşum üze-

Çizelge 2-a-b Kayaç örneklerinin EPS analizi

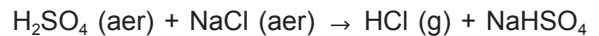


rinde denetleyici olabileceği görülmektedir. Alveol gelişiminin çok yoğun olduğu kumtaşına ait görüntü incelendiğinde kayacın mikro gözenek ve bu gözenekler arasında izlenen mikro çatlaklar açısından zengin olduğu görülür (Levha II, Şekil 1). Gözenek boyutları genel olarak 50-100 µm arasında olup, elips şekilli gözenekleri birbirine bağladığı gözlenen çatlaklar 100-400 µm arasında uzunluğa sahiptir. Alveolizasyonun gelişmediği kumtaşında ise, kayacın mika pulları açısından zengin olduğu ve daha kesif yapıları bir karbonat çimentoya sahip olduğu görülmektedir (Levha II, Şekil 2).

Deniz suyu ve tuzunun alveolar ayrışma ile ilişkisi

Kurak dönemdeki güçlü buharlaşma koşullarında kristalize olan tuzun kaya yüzeyi ve alveol duvarlarında yarattığı basınç ile alveolar ayrışma arasındaki kuvvetli ilişki en çok kabul gören görüştür (Evans, 1970; Bradley ve diğerleri, 1978; Mc Greevy, 1985; Cooke ve diğerleri, 1993; Rodriguez-Navarro ve diğerleri, 1999). İnceleme alanında kurak dönemde (Temmuz-Ağustos 2006) yapılan gözlemler dalgayla savrulan deniz suyunun 5 m yüksekliğe kadar eriştiğini göstermektedir. Nitekim, belirtilen yükseltiler arasında kumtaşı tabaka yüzeylerinde, çatlaklarda ve alveol içlerinde tuz birikimi yoğun olarak gözlenmektedir. Deniz suyunun içerdiği tuzun ayrışma üzerindeki rolünü ortaya koymak amacıyla bazı jeokimyasal analizler yapılmıştır.

Deniz suyundan alınan örneğin ICP analizi sonuçlarına göre higroskopik olarak bilinen NaCl dalga ile püskürtülen ana bileşendir ve önemli kimyasal reaksiyonlara yol açabilmektedir (Andrews ve diğerleri, 2004). ICP analizleri sonucunda elde edilen değerler Çizelge 1'de sunulmuş olup, alveolar ayrışmanın gelişimi ile ilgili olarak aşağıdaki reaksiyonun etkili olduğu öne sürülebilir:



Buna göre deniz suyu aerosol oluşumuna farklı derecede etki edebilir. Bu durum, ayrışma-

nın hızlanacağı daha asid bir ortam yaratacaktır. Reaksiyonun geçerliliğini doğrulamak amacıyla PHREEQC programı kullanılmış (Parkhurst ve Appello, 1999), böylece kimyasal ürünlerin dağılımını ve konsantrasyonunu belirlemek mümkün olmuştur. T (°C), pH ve ortalama major element konsantrasyonları gibi fiziksel ve kimyasal parametrelere dayalı olarak hesaplamalar yapılmıştır. Sonuçta Na⁺ ve Cl⁻ hem serbest iyonlar hem de iyon çiftleri (NaCl[°]) olarak mevcuttur ve bu durumda alveolar ayrışmaya yol açacak olan asidik ortamı sağlayan reaksiyonun ana bileşeni durumundadır.

Alveolar ayrışma şekillerinin morfolojik ve morfometrik özellikleri

Çalışma sahasında alveolar ayrışma ile ilgili mevcut literatürde tartışılan oluşumlara ait birçok örnek (dairevi ve elips şekilli alveol, kaplumbağa sırtı yapısı, tendril, tafoni vb.) bulunmaktadır. Oluşan şekiller arasında, dairevi, yer yer çatlak sistemleri denetiminde elips şekilli olan ayrışma hücreleri egemendir. Ancak bu şekillerin dağılışında ve boyut özelliklerinde kumtaşının petrografik özellikleri yanında biyojen etkiler, tabaka eğimi, tuz ayrıştırması, rüzgara açık olma durumu ve liken ayrıştırması gibi farklı etkenlerin rol oynar. Bu amaçla seçilen bir hat boyunca deniz seviyesi ile Büyükkemikli Burnu'nun maksimum 15 m yükseklikteki seviyesi arasında 4 ayrı noktada, alveollerin derinlik, genişlik ve uzunluk ölçümleri dikkate alınarak 50'şer alveol ölçümü gerçekleştirilmiştir.

İlk iki ölçüm sahası gelgit içi kuşakta, 0-1 m yükselti basamağında yer alır. Bunlardan ilkinde, K60D doğrultu ve 37° GD dalışlı kumtaşı tabakaları üzerinde yapılan ölçümlerde alveollerin 15 mm - 65 mm uzunluk, 15 mm - 50 mm genişlik ve 10 mm - 45 mm derinliğe sahip oldukları görülmektedir. Dairevi ve elips şekilli alveoller egemen olmakla birlikte *Semibalanus balanoides* ve *Littorina neritoides* türlerinin yoğun yaşadığı kısımlarda alveol duvarlarının genişlemekte ve şekillerin morfolojisi biyojen erozyon nedeniyle bozulmaktadır (Levha II, Şekil 3).

Aynı yükselti aralığında yapılan diğer bir ölçüm petrografik ve yapısal açıdan farklılık göstermeyen kumtaşı tabaka yüzeyinde yer alır. Burada en önemli değişim alveol boyutlarındaki büyümedir. Bu fark kumtaşı yüzeyinde *Balanus* topluluklarındaki ve bunların besin maddesi olan mavi-yeşil alg kolonilerindeki yoğunluk artışından kaynaklanır. Bu kesimde alveol duvarları ve tabanları yeşil alglerden yoğun olarak *Enteromorpha* sp., *Rhizoclonium tortuosum* ve *Cladophora sericea*, mavi-yeşil alglerden *Calotrix confervicola*, küresel bir form olarak *Calotrix confervicola*, diatomelerden *Amphora* sp. ve *Navicula* sp. tarafından büyük oranda işgal edilmiştir. Ölçümler alveollerin uzun eksenlerinin 3.5 cm-10 cm arasında değiştiğini, genişliğin 2.5 cm-8 cm arasında olduğunu, derinliğin ise 1.5-6 cm arasında olduğunu göstermektedir. Özellikle derinlikteki artış ve iç içe gelişmiş huni (funnel) şekilli, yer yer birleşik alveol oluşumları belirleyici morfolojik özelliklerdir. Ancak bunda esas rol deniz suyunun püskürttüğü tuzun alveol taban ve duvarlarında birikerek kurak devrede kristalize olması suretiyle yaptığı ayrıştırma etkisidir. Bu nedenle alveol duvarlarının incelenerek zamanla delindiği ve zamanla birleştiği görülmektedir (Levha II, Şekil 4 ve 5). Değişik boyuttaki alveolleri işgal eden *Semibalanus balanoides* (Linnaeus, 1758), *Euraphia depressa*, *Euraphia depressa* (Poli, 1795) ve bir gastropod olan *Littorina neritoides* (Linnaeus, 1758) gibi denizel türler de biyojenik açıdan alveolizasyonu hızlandırmakta, ancak oluşan şekillerin morfolojisini bozmaktadır (Levha II, Şekil 6).

Üçüncü ölçüm noktası N70E doğrultulu, 30-38° ile güneydoğuya eğimli kumtaşı tabakaları üzerinde yer alır. Deniz seviyesinden itibaren 1-5-m arasındaki yükseltide yer alan bu kesimde ayrışma hücrelerinin uzunluğu 2 mm - 8,5 mm, genişliği 1.5 mm - 6 mm ve derinliği ise 1 mm-4 mm arasında değişir (Levha III, Şekil 1). Kırık sistemlerinin kesiştikleri kesimlerde ve güneybatı rüzgarlarının etkisini doğrudan karşılayan tabaka alınlarında ise uzamış ayrışma hücreleri yoğun (Levha III, Şekil 2). Kalınlığı 20 cm'den az

olan tabakaların düzlemleri boyunca tafoni oluşumları gözlenmiştir (Levha III, Şekil 3). Ayrıca düzenli alveol çukurlarının yanında en azından bir yüzü açık olan ve alçak ve daha ince hücre duvarlarına sahip olan alveoller (tendriller) (Levha III, Şekil 4) ve şekli nedeniyle kaplumbağa sırtı olarak nitelendirilen alveolar ayrışma örnekleri de (Levha III, Şekil 5) tahrip olmakta olan kumtaşı yüzeylerinde yer yer görülmektedir.

Alveolar ayrışma ile ilişkisini araştırmak amacıyla seçilen son ölçüm noktası Büyükkemikli Burnu'nun denizden 15 m yüksekteki en yüksek seviyesinde liken topluluklarının bulunduğu kesimde yer alır. K85D doğrultulu ve 32° güneydoğuya eğimli kumtaşı tabaka yüzeyinde yapılan ölçümlerde alveol uzunlukları 3.5 mm - 1 mm, genişlikleri 2.5 mm - 1 mm ve derinlikleri 3 mm-11m arasında değişmektedir. Dairevi ve çok küçük boyutları ile göze çarpan bu ayrışma hücreleri *Xantoria* sp. tarafından yoğun olarak işgal edilmiştir (Levha III, Şekil 6).

DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Mevcut petrografik ve fiziko-kimyasal analiz sonuçlarına göre aşağıdaki sonuçlara varmak mümkündür.

İnceleme alanında alveolar ayrışma kumtaşının mineralojik bileşimi, tekstürü, ve karbonat çimentosunun varlığı ve sıklık derecesi ile ilgilidir. Alveoller düzenli olarak plajiyoklaz ve biyotit açısından zengin ince taneli, karbonat çimentolu kumtaşında gelişmektedir.

Kumtaşının element bileşimi alveolar ayrışmanın önemli bir parametresidir. Alveolar ayrışma Ca⁺⁺ bakımından fakir, ancak Mg⁺⁺ ve Fe⁺ bakımından daha zengin olan kumtaşlarında gelişmemekte veya çok zayıf gelişmektedir.

Kumtaşının mikrogözenek ve mikroçatlak içeriği oluşumu denetleyen önemli bir etkidir. Kumtaşındaki polygonal çatlak sistemleri ise birçok yerde demir oksit dolgu ile sertleştiği için ayrışmanın yanal gelişimini sınırlamaktadır.

Çalışma sahasında gelgit arası kuşakta bulunan irili ufaklı alveoler çukurluklardan alınan kazıntı ve sulu örneklerin içerisinde yeşil alg grubundan *Rhizoclonium tortuosum* ve *Cladophora sericea* yoğun şekilde, mavi yeşil alg grubundan ipliksi *Calotrix confervicola* ile küresel formlardan *Chorooccus minor*, diatome grubundan ise *Amphora* sp. ve *Navicula* sp. yoğun şekilde izlenmiştir. Bu algler topluluğu gastropodlardan bir grubun besin maddesidir. Devamlı ıslak kayaların üzerleri ve kenarlarında ise yeşil alglerden *Enteromorpha* sp. yoğun oranda gözlenmiştir. Kaya yüzeyinde mavi-yeşil ve sarımsı renklerin görüldüğü alanlarda patella ve balanus türlerinin yoğun olarak izlenmesi, kurumuş bazı alveollerin içerisinde tuz birikintilerinin bulunması, keza kuru alveollerin içerisinde mavi-yeşil renklerin siyah renge dönüşmesi ve çatlakları doldurması ve bu çok dar ortamlarda denizel organizmaların metabolizma artıklarını bırakmaları ve organik asit salgılamaları biyolojik korozyon olarak adlandırılan bu süreç sonucunda kumtaşı ayrışmaya maruz kalmaktadır. Ayrıca bu algleri besin maddesi olarak kullanan kaya kazıyıcıları olarak *Semibalanus balanoides*, *Euraphia depressa*, gastropod *Littorina neritoides* kumtaşı yüzeylerinde yoğun olarak gözlenmiştir. Bu denizel formların radulları karbonattan oluştuğu için, yaşamsal faaliyetleri sırasında karbonatlı kayaları ve kum taşlarını aşındırabilme özelliğine sahiptir. Sahada özellikle deniz seviyesinden itibaren ilk 1 metrelik yükselti kuşağında biyolojik ayrışma etkin olarak gerçekleşmektedir.

Yapılan 200 ölçüme göre alveol boyutları santimetrik boyuttan desimetrik boyuta kadar çeşitli büyüklüktedir. Alveoler genelde dairevi şekilli olup, çatlak denetimli ayrışma hücrelerinde elips şekiller egemendir.

İnceleme alanında Mayıs ve Ağustos ayları arasındaki kurak devrede tuz ayrıştırması etkindir. Tuz ayrıştırması sonucu alveol boyutlarında büyüme, alveol duvarlarında incelmeye ve huni şekilli alveol gelişimi söz konusudur. Rüzgarın tuzlu eriyiği hızla buharlaştırması nedeniyle, rüz-

garı dik alan tabaka alınlarında tuz ayırıştırması daha etkili olmakta, deniz suyu bileşiminin jeo-kimyasal açıdan etkisi ve özellikle NaCl° çiftleri ayrışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Bununla birlikte ayrışma sürecinin kinetiğinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından, örnekleme sayısının artırılarak pH ve tuzluluk ile denizel formaların metabolizma atıkları ve asitlerinin ayrışma üzerindeki etkilerinin tartışılacağı bir çalışma başka bir yayında sunulacaktır.

Yayına verildiği tarih, 30 Ekim 2006

DEĞİNİLEN BELGELER

- Andrews, J.E., Brimblecombe, P., Jickells, T.D., Liss, P.S., ve Reid, B.J. 2004. An Introduction to Environmental Chemistry. Blackwell Science, Oxford, U.K, 296p.
- Bouchart, J. 1930. Le probleme des "taffoni" de Corse el l'érosion alvéolaire. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, 3, 5-18.
- Bradley V.C., Hutton J.T. ve Twidale C.R. 1978. Role of salts in development of granitic tafoni. South Australian Journal of Geology, 86, 647-654.
- Cooke, R.U., Varren, A. ve Goudie, A. 1993. Desert Geomorphology. London: University College London Press, 526p.
- Dana, J.D. 1849. Geology. U.S. Exploring Expedition (1838-1842), V. 10, Philadelphia, C. Herman, 529 p.
- Darwin, C.R. 1839. Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of HMS Beagle round the world: New York, D. Appleton, 450.
- Evans, I.S. 1970. Salt crystallization and rock weathering: A review. Revue de Géomorphologie Dynamique, 19, 153-177.
- Folk, R.L., Andrews, P.B. ve Lewis, D.W. 1970. Detrital sedimentary rock classification and nomenclature for use in New Zeland. New Zeland Journal of Geology and Geophysics, 13. p. 955.
- Gökçen, L.S. 1967. Keşan bölgesinde Eosen-Oligosen sedimantasyonu, Güneybatı Türkiye Trakyası. MTA Dergisi, 69, 1-10.
- Kelletat, D. 1980. Studies on the age of honeycombs and tafoni features. Catena, 7, 317-325.
- Kellog, H.E. 1973. Geology and Petroleum prospects Gulf of Saros and vicinity southwestern Trace: Ashland Oil of Turkey, Inc. Türkiye Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Arşivi, Ankara (yayımlanmamış).
- McBride, E.F. ve Picard, M.D., 2004, Origin of honeycombs and related weathering forms in Oligocene Macigno Sandstone, Tuscan Coasts near Livorno, Italy. Earth Surface Processes and Landforms, 29, 713-735.
- Mc Greevy, J.P. 1985. A preliminary scanning electron microscope study of honeycomb weathering of sandstone in a coastal environment. Earth Surface Processes and Landforms, 10, 509-518.
- Mellor, A., Short, J. ve Kirkby, S.J. 1997. Tafoni in the El Chorro area, Andalucia, southern Spain. Earth Surface Processes and Landforms, 22, 817-833.
- Mustoe, G.E. 1982. The origin of honeycomb weathering. Geological Society of America Bulletin, 93, 108-115.
- Önem, Y. 1974. Gelibolu ve Çanakkale dolaylarının jeolojisi. TPAO Rapor No: 877, Ankara (yayımlanmamış).
- Parkhurst, D.L. ve Appello, A.A.J. 1999. User's guide to PHREEQC (version 2) - A computer program for speciation, batch action, one dimensional transport and inverse geochemical modeling: U.S. Geol. Survey, Water-resource Invest., pp. 99-4259.

- Rodriguez-Navarro, C., Doehne, E. ve Sebastian, E. 1999. Origins of honeycomb weathering: The role of salts and wind. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 111, 1250-1255.
- Rondeau, M.A. 1965. Formes d'érosion superficielles dan les grés de Fountainebleau: *Association de Géographes Français Bulletin*, 334/335, 58-66.
- Scherber, R. 1927. Erosionswirkungen an der toskanischen Felsküste. *Natur und Museum*, 62, 231-234.
- Sümengen, M. ve Terlemez, İ. 1991. Güneybatı Trakya yöresi Eosen çökellerinin stratigrafisi. *MTA Dergisi*, 113, 17-30.
- Turkington, A.V. ve Phillips, J.D. 2004. Cavernous weathering, dynamical instability and self-organization. *Earth Surface Processes and Landforms*, 29, 665-675.
- _____ ve Paradise, T.R. 2005. Sandstone weathering: a century of research and innovation. *Geomorphology*, 67, 229-253.
-

LEVHALAR

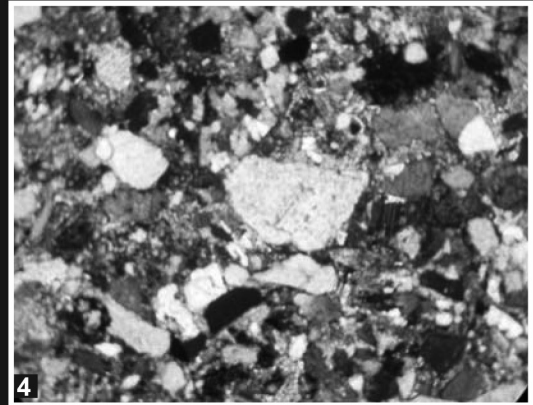
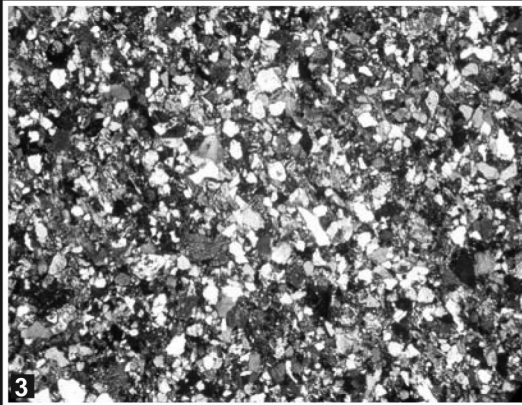
LEVHA - I

Şekil 1- Büyükkemikli Burnu'nda, üzerinde alveolar ayrışmanın geliştiği kumtaşlarından genel bir görünüm. Kirli sarı renkli, orta ve kalın tabaka kalınlığına sahip K 50 D doğrultulu kumtaşı tabakaları. Kumtaşı, siltaşı istifini uyumlu olarak üzerlemektedir.

Şekil 2- Denize doğru (güneydoğuya) eğimli kumtaşı tabakalarında eğim değerleri 38°- 50° arasında değişir. KD-GB ve KB-GD yönlü, ortagonal ve poligonal çatlaklarda demir birikiminden kaynaklanan dirençli kabuklar gelişmiştir. Bunlar çoğu yerde alveol oluşumunu sınırlamaktadır.

Şekil 3- Alveolizasyonun geliştiği kumtaşının ince kesiti. Kayaç ince taneli, taneli dokulu kuvarsarenit tir. Kayaçta granit veya metamorfik kayalardan türemiş kuvars ve plajiyoklaz dışında az oranda biyotit ve muskovit gözlenmektedir.

Şekil 4- Alveolizasyonun gelişmediği kumtaşının ince kesiti. Subgrovak türündeki kayaç, dalgalı sönmeli ve köşeli kuvars taneleri ile kayaç kırıntısı, plajiyoklaz, muskovit ve opak mineraller içerir. Kayaç klastik dokulu, sıkı karbonat çimentoludur.



LEVHA - II

Şekil 1- Alveolar ayrışmanın geliştiği kumtaşının taramalı elektron mikroskobu görüntüsü. Kayaçta mikrogözenek yoğunluğu görülmektedir. Ayrıca elips şekilli mikrogözenekler arasında uzunluğu 400 µm'u bulan mikroçatlaklar gözlenmektedir. Çatlaklar ayrışma nedeniyle 50 µm'a kadar genişlemiştir. Ölçek: 100 µm.

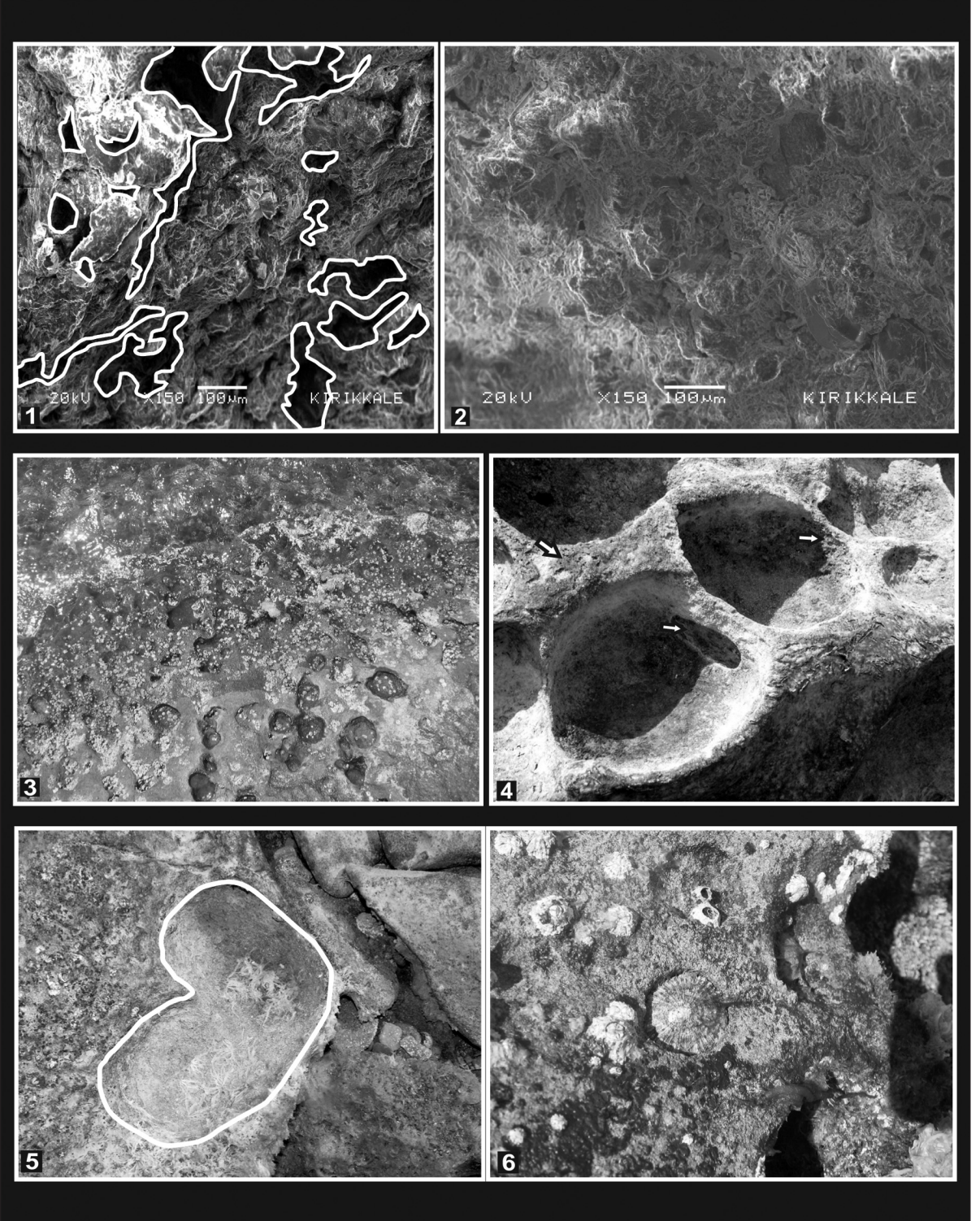
Şekil 2- Sıkı karbonat çimentolu ve muskovit açısından zengin kumtaşının taramalı elektron mikroskobu görüntüsü. Kayaçta mikrogözenek ve mikroçatlak oluşumu gözlenmemiştir. Ölçek: 100 µm.

Şekil 3- Gelgit içi zonda alveol duvarlarının morfolojisini bozan biyoerozyon etkisine bir örnek.

Şekil 4- İkinci ölçüm noktasında gelgit içi kuşakta alveol boyutlarındaki artış. Alg toplulukları alveollerin taban ve duvar kısımlarını bir zarf şeklinde örtmektedir. Bu kısımda alveol boyutlarındaki deniz suyundan sağlanan tuzun kurak dönemde kristalize olması sonucunda yaptığı ayrıştırma etkilidir. Şekilde ok ile gösterilen kısımlarda alveol duvarının inceldiği ve delindiği görülmektedir.

Şekil 5- Gelgit içi zonda yer alan birleşik alveolere bir örnek.

Şekil 6- Alveol diplerine ve duvarlarına yerleşen organizmaların alveolar ayrışmaya etkisi. Şekilde alg toplulukları üzerinde patella ve balanus türlerinin alveoleri işgal ettiği görülüyor.



LEVHA - III

Şekil 1- Deniz seviyesinden itibaren 1-5 m arasındaki yükseltide alveolar ayrışma hücreleri. Alveollerin birleştiği ve yer yer tendrillere dönüştüğü görülüyor.

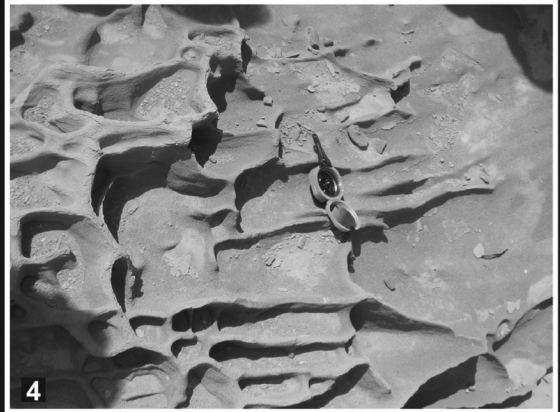
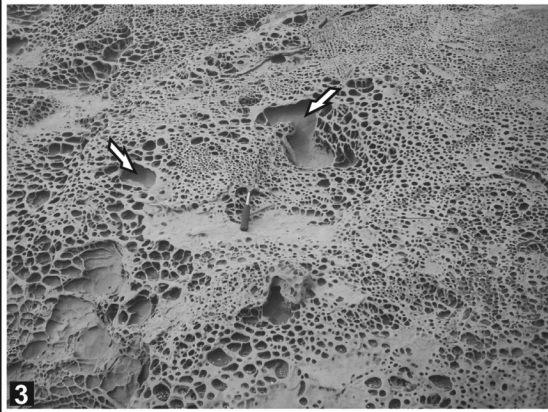
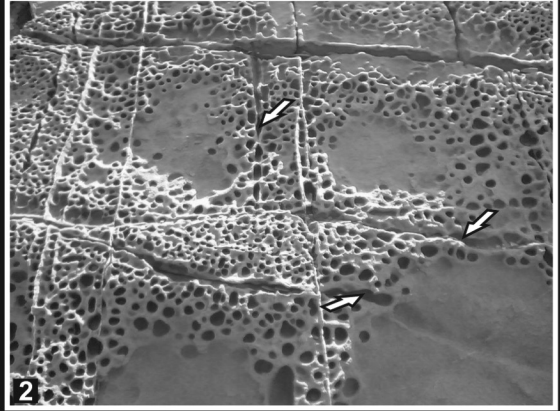
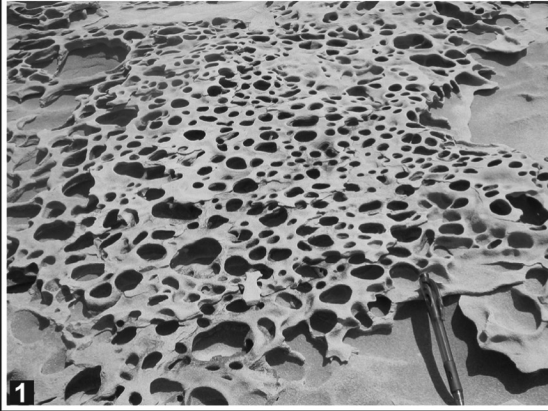
Şekil 2- Demir ve kalsit dolgulu ortogonal çatlaklar arasında alveoller. Alveollerin birleşerek genişlediği, oluşumun alttaki kumtaşı tabakaları üzerinde sürdüğü görülüyor. Oklar ise çatlaklar boyunca uzamış elips şekilli alveolleri göstermektedir.

Şekil 3- Şekil 2'ye yakın bir kesimde tafoni oluşumu başlangıcı. Özellikle rüzgar etkisine açık tabaka yüzeyleri ve alınlarında rüzgarın buharlaşmayı artırıcı etkisi alveol tabanlarındaki eriyik tuzun kristalizasyonunu hızlandırarak tafonilerin gelişmesini sağlamaktadır.

Şekil 4- Dikdörtgen şekilli ve çok kırılğan yapıdaki alveoller (tendril). Bu tür oluşumlarda alveol duvarları oldukça ince olup kapalı ayrışma hücrelerinden farklı olarak bir veya birkaç alveol duvarı yıkılmıştır.

Şekil 5- İnceleme alanında gözlenen kaplumbağa sırtı (turtleback) yapısına bir örnek. Bu tür yapıların gelişimi, genelde, fazla aşınan ve tafoni veya kovuk boyutuna erişen ayrışma hücrelerinin yanında aşınmaya karşı daha dirençli kısımların belirginleşmesi ile ilişkilidir.

Şekil 6- Büyükkemikli Burnu'nun yüksek düzlüğünde liken toplulukları (*Xantoria* sp.) altında çok küçük boyutları ile dikkat çeken alveoller.



bos sayfa