



Türkiye'nin Akdeniz Sahillerindeki yalıtışlarının Holosen deniz düzeyi oynamaları ve tektonizma açısından önemi

Beachrock formations on the Mediterranean Coast of Turkey: Implications for Holocene sea level changes and tectonics

**Attila ÇİNER¹, Stéphane DESRUELLES², Eric FOUACHE³, Erdal KOŞUN⁴
& Rémi DALONGEVILLE⁵**

1. Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara (aciner@hacettepe.edu.tr)
2. J.E. 2532 Dynamiques des systèmes anthropisés, U. de Picardie, Jules Verne, Amiens, France
3. Université Paris 12 - Val de Marne, EA 435 Géonat, F 94010 Créteil Cedex, France
4. Akdeniz Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya
5. CNRS-Maison de l'Orient et de la Méditerranée, UMR 5133 Archéorient, Lyon, France

ÖZ

Akdeniz kıyısındaki Finike ile Suriye sınırı arasında kalan kıyı şeridi, kum ve çakıl boyutlu pekişmemiş sedimanların gelgit arası bölgede bulunan karbonat çimento sayesinde çok hızlı bir şekilde taşlaşması sonucu oluşan yalıtışlarının gözlemlendiği bir bölgedir. Bu çalışma kapsamında çeşitli derinliklerde bulunan yalıtışlarından ¹⁴C yaş tayinleri elde edilmiş ve gözlenen diğer jeomorfolojik, jeolojik ve arkeolojik veriler aracılığı ile Akdeniz kıyısının son 5000 senelik deniz seviyesi değişimleri zaman ve mekan boyutunda ortaya konulmuştur.

Çalışma alanı aynı yaş gurubuna ait benzer seviyedeki yalıtışlarının ve dalga aşındırma oyuk ve düzlüklerinin gruplanması temeline dayanan 5 bölgeye (I-V) ayrılmıştır: I) En batıdaki Finike yalıtışı ile Andriake ve Kekova Batıkşehir harabelerinin bulunduğu bölüm Roma dönemi sonrası meydana gelen depremler sonucu bugün -1.5 m ile -4 m kadar deniz altında bulunmaktadır. II) Finike-Antalya-Çimtur arasında -0.8 m ile -2.2 m deniz altında bulunan ve 3 ayrı nesile ait yalıtışı seviyelerinden en üstte olanı M.S. 4-7 yy arasında bugünkü konumuna ulaşmıştır. III) İncekum ile Adana'nın güneyindeki Karataş-Osmaniye Fay Zonu arasında kalan bölgede yalıtışları deniz seviyesinin biraz üstündedir. Ayrıca dalga aşındırma düzlüklerinin İncekum'da günümüzden 1815-1545 yıl kadar önce 0.5 m ile 1.2 m arasında yükseldikleri bilinmektedir. IV) İskenderun Körfezi'nin güney ve kuzeyi ile sınırlı bu bölgede iki değişik nesile ait yalıtışları (0.3 m ile -0.8 m (M.S. 4-7 yy arası) ve -0.7 m ile -1.7 m arası)

bulunmaktadır. V) İskenderun Körfezi'nin güneyinden Suriye sınırına kadar olan sahil şeridinde yalıtışları gözlenmemekte ancak 3 ayrı deniz seviyesine ait dalga oyukları güncel deniz seviyesinin 2.9 m, 1.4 m ve 0.8 m kadar üzerinde bulunmaktadır. Bunlardan en üstte olanının günümüzden 2500 ± 100 yıl, en aşağıda olanının ise M.S. 5-6 yy'da bugünkü konumlarına yükseldikleri bilinmektedir.

Çalışma alanına zaman boyutunda bakıldığında ise toplam 4 değişik deniz seviyesi sabitlenmesi görülmektedir: 1) En eski deniz seviyesi (?Orta Holosen) -3 m (± 0.5 m) civarındaki yalıtışları ile temsil edilir. 2) Deniz seviyesinin ikinci defa durağan hale geldiği M.Ö. 5-7 yy arasında oluşan yalıtışları da bugün denizin -2 m (± 0.5 m) kadar altındadırlar. V. Bölge'de 2 m ile 3 m'de bulunan dalga oygu izleri de yine bu zaman aralığına aittirler. 3) Üçüncü deniz seviyesi sabitlenmesi ve bunun sonucu olarak bugün II. Bölge'deki Kemer'de ve IV. Bölge'deki Gözcüler'de -0.4 m (± 0.5 m) derinlikte bulunan yalıtışlarının oluşumu M.S. 4-6. yy'lar arasında gerçekleşmiştir. Bugün deniz altında kalmış kimi Roma dönemi sonrası yapıları (I. Bölge) ve II. Bölge'de -0.5 m ile -1.2 m deniz altında bulunan yalıtışları ile V. Bölge'de 0.8 m deniz üstünde bulunan dalga aşındırma oyuklarının da M.S. 4-6 yy'lar arasında bugünkü konumlarına geldikleri bilinmektedir. III. Bölge'de 0.5 civarında bulunan aşındırma düzlüğü ise M.S. 2-6 yy'lar arasında tarihlenmektedir. 4) Güncel deniz seviyesine en geç Selçuklu (M.S. 12 yy) ve olasılıkla Erken Bizans döneminden sonra (M.S. 4-7 yy) ulaşıldığı tespit edilmiştir. Toplanan veriler çalışma alanında son 5000 senelik dönemde deniz seviyesinde meydana gelmiş değişimlerin nedenlerinin iklimsel ve/veya glasyo-östatik olmasından ziyade tektonik kaynaklı olduklarının kanıtı olarak yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yalıtış, ^{14}C yaş tayini, dalga aşındırma düzlüğü, deniz seviyesi değişimi, tektonik, Holosen, Akdeniz.

ABSTRACT

Beachrocks, which rapidly form along intertidal zones by early carbonate cementation, can be used in Holocene sea level change and neotectonic studies, as their formation requires vertical stabilization of the shoreline. In this paper, three generations of beachrocks at different depths between Finike and the Syrian border are ^{14}C dated and a mid-Holocene to recent sea level change history is tentatively proposed.

The beachrocks and raised shorelines in the study area are geographically subdivided into five areas: I) The westernmost beachrock in Finike Bay and Roman ruins of Andriake and Batıkşehir which are found submerged -1.5 m to - 4 m below after post-Roman earthquakes. II) Three beachrocks levels observed between Finike-Antalya and Çımtur, the uppermost beachrock indicating sea level stabilization at c. AD 400-700. III) Between İncekum and Karataş-Osmaniye Fault Zone where beachrocks above sea level are also observed. In İncekum surf benches between 0.5 m and 1.2 m were previously dated as 1815 BP to 1545 BP. IV) The southern and northern part of İskenderun Bay limits this area. Two generations of beachrocks, corresponding to two fossil intertidal zones are distinguished here: the first between 0.3 m and -0.8 m (c. AD 400-700) and the second between -0.7 m and -1.7 m. V) No beachrocks are present along the Levant coast of Turkey. However two erosional notches were

previously dated as 2500 ± 100 BP (2.9 m) and c. AD 500-600 (0.8 m). A possible third notch at 1.4 m is undated.

Four relative sea level stands are recognized in the study area: 1) The earliest sea level (?mid-Holocene) is represented by beachrocks at -3 m (±0.5 m). 2) The second stabilization of the sea level occurred c. AD 500-700 and is represented by beachrocks at -2 m (±0.5 m). The raised shoreline represented by an erosional notch at 2 m and 3 m near Samandağ (Area V) also belongs to this period. 3) The third stabilization of sea level and the formation of beachrocks at -0.4 m (±0.5 m) as in Kemer (Area II) and Gözcüler (Area IV) date back to c. AD 400-600. Several Roman ruins (Area I) and a notch at 0.8 m (Area V) are known to have been raised to their present positions between c. AD 400-600. The bench at 0.5 m (Area III) is known to have developed around AD 200-600. 4) The sea level reached its present position at the latest after the Selchukid era (c. AD 1200) and most probably after the Early Byzantine period (c. AD 400-700). Our data indicate that the major causes of sea level changes observed along the Turkish Mediterranean coast during the last 5000 years can be attributed to local tectonics rather than to climate and/or glacio-eustacy.

Keywords: Beachrock, ¹⁴C dating, sea level changes, notch, tectonics, Holocene, Mediterranean.

GİRİŞ

Ülkemizin Akdeniz kıyısındaki Finike-Samandağ arasında uzanan kıyı şeridi, yaygın yalıtış (beachrock) oluşumları nedeni ile gerek Holosen deniz seviyesi değişimleri, gerekse neotektonik aktivitenin izlerinin gözlenebildiği ideal bir bölgedir. Doğu Akdeniz'de bulunan yalıtışları ve bunların Holosen deniz seviyesi ile olan ilişkileri çeşitli araştırmacıların ilgisini çekmiş olmasına rağmen (Négris, 1903; Cayeux, 1914; Flemming, 1969; Kelletat, 1975; Blackman, 1982a, b) kesin ve nicel yaş verilerinin eksikliği önemli bir sorun olarak durmaktadır. Yerel tektonik, östatik ve glasyo-hidro-östatik (Lambeck ve Purcell, 2005), faktörlerin neden olduğu bölgesel bağıl deniz seviyesi değişimleri sadece jeolog ve jeomorfoloğların değil, anılan kıyı şeridi boyunca birçok antik yerleşimin yer alması sebebiyle, arkeoloğların da ilgisini çeken bir konudur.

Bir kıyı kumsalını oluşturan kum ve çakıl boyutlu sedimanların gelgit arası (intertidal) bölgede bol miktarda bulunan

karbonat çimento sayesinde çok hızlı bir şekilde taşlaşması sonucu oluşan yalıtışları, tüm Akdeniz'e kıyısı bulunan ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de gözlenmektedirler (Avşarcan, 1997). Ülkemizde yalıtışlarının oluşumları ve coğrafi dağılımları konusunda çeşitli çalışmalar bulunmasına rağmen yalıtışlarının yaşları ile ilgili nicel ilk ve tek veri Gelibolu'daki Arıburnu yalıtışı üzerinde yapılan OSL çalışmasıdır (Erginal vd., 2008). Bu çalışmanın amacı Akdeniz sahil kesimi boyunca öncelikle yalıtışlarından olmak üzere, vermetidid resifleri, dalga oyukları veya kıyı çentikleri (notch), biyolojik eklenti (bio-constructed rim) ve dalga aşındırma düzlüğü (surf bench) olarak tanımlanan aşınma yüzeylerinden ¹⁴C yöntemi kullanılarak elde edilecek yaş tayinleri aracılığı ile tahminen son 5000 yılda gerçekleşmiş olan deniz seviyesi değişimleri ile bölgenin gelişimine önemli etkileri olduğu düşünülen neotektonik aktivitenin kronolojisinin ortaya konulmasına yardımcı olmaktadır.

YALITAŞI OLUŞUM ALANLARI VE MEKANİZMALARI

Tanım

Yalıtışları, kıyı bölgesinin gelgit arası kesiminde kum ve çakıl boyutlu sedimanların karbonat çimento (Mg kalsit veya aragonit, Bricker, 1971) ile bağlanarak taşlaşması sonucu oluşmuş sedimanter yapılardır (Vousdoukas vd., 2007). Kıyı önü ve kıyı gerisinde kıyıya paralel bir şekilde ve denize doğru belirli bir eğimle (genelde 2-5° arası) dalan ve kalınlığı birkaç 10 cm'den 2 m'ye varan tabakalar halinde bulunan sedimanların çok hızlı bir şekilde taşlaştıkları ve yalıtışlarını oluşturdukları bilinmektedir (Neumeier, 1998; Vieira ve Ros, 2007). Genelde birkaç yüzyıl içinde taşlaştıkları tahmin edilse de (Dalongeville ve Sanlaville, 1984; Neumeier, 1998), Emery vd., (1954), II. Dünya Savaşı sırasında kullanılmış mühimmat parçalarının tamamen yalıtışları içinde korunduğu tabakalar gözlemlenmişlerdir. Ayrıca birkaç sene gibi çok kısa bir sürede taşlaşmış yalıtışlarının varlığı da bilinmektedir (Frankel, 1968; Easton, 1974; Chivas vd., 1986). Yalıtışları, sadece kıyı şeridinin doğasını kumsal bir sahilden kayalık alanlara dönüştürmekle kalmayıp, aynı zamanda sahilin ekolojisini (Brattström, 1992) ve morfolojisini (Cooper, 1991) de etkilemektedirler.

Literatürde yalıtışlarının kesin yaşları ile ilgili veriler çok kısıtlıdır. Özellikle yalıtışları içindeki karbonat çimento ve/veya yalıtışının içerdiği fosil kavkılardan elde edilmiş ¹⁴C yaşlarının çoğu günümüzden 1000 ile 5000 sene önceki zaman aralığına aittir (Vousdoukas vd., 2007). Bugünkü deniz seviyesine yakın konumda bulunan bazı yalıtışlarının daha genç yaşlar verdiği durumlar da bilinmektedir. Bunun yanı sıra ¹⁴C yöntemi ile ölçülen yalıtışlarının

içindeki bağlayıcı çimentonun içerebileceği daha yaşlı fosil kavkılarının ölçülen yaş aralığını “daha yaşlıya” doğru kaydıracağı (Chivas vd., 1986) ve dolayısı ile yalıtışlarının, bu çalışmada yapmak istediğimiz gibi, eski deniz seviyesi değişimlerinin çalışılması sırasında kullanılmalarında daha dikkatli olunması gerektiği de belirtilmiştir (Hopley, 1986; Kelletat, 2006). Yalıtışları, oluşumları sırasındaki deniz seviyesini ± 0.5 m hassasiyetinde göstermeleri nedeni ile özellikle Kuvaterner deniz seviyesi ve neotektonik çalışmalarında önemli veri sağlamaktadırlar (Yalıtırak vd., 2002; Bezerra vd., 2004). Kimi yalıtışlarının üst kısımlarında gözlenebilen hava kabarcığı kaçma yapıları (*keystone vugs*) sayesinde, deniz seviyesinin o zamanki konumu \pm birkaç 10 cm hassasiyetinde tahmin edilebilmektedir (Beaudoin, 1954; Dunham, 1970).

Yayılm

Amiral Francis Beauford'un 1811-1812 yılları arasında Datça'dan Gazipaşa'ya kadar olan kıyı şeridi boyunca yaptığı gözlemlere dayanan “*Karamania, or a brief description of Asia Minor and the Remains of Antiquity*” (Beauford, 1818) isimli kitap yalıtışlarından “taşlaşmış sahil” (*petrified beach*) olarak bahsetmekte ve konu ile ilgili sadece ülkemizin değil dünyanın ilk referans kitabı olma özelliğini taşımaktadır (Avşarcan, 1997). İlk başlarda karbonat çimento içeren yalıtışlarının genelde tropikal-subtropikal bölgelerde oluştuğu kanısı hakim olmakla birlikte (Ginsburg, 1953; Russell, 1959) ılıman (Rey vd., 2004) ve ender de olsa soğuk iklime sahip bölgelerde (Kneale ve Viles, 2000) de yalıtışlarının oluşabildikleri bilinmektedir.

Akdeniz'deki Teke kıyılarını tanımlarken “taşlaşmış sahil” tanımını kullanan

Spatt ve Forbes (1847) yalıtışlarının kıyıdaki çakıllar arasından süzülen sulardaki kirecin çökmesinin sonucu meydana geldiğini belirtmişlerdir. Daha yakın zamanda ise Taillefer (1964) Mersin yakınlarındaki Viranşehir'de ve Goudie (1966) ise İskenderun Körfezi'ndeki Arsuz'da yalıtışlarının varlığından bahsetmektedir. Türk bilim insanlarının yalıtışları ile ilgili gözlemler ve bölümler içeren yayınları (İnandık, 1971; Erinç, 2001; Erol, 1971, 1983; Kayan, 1988, 1993) da zaman içinde artmıştır. Özellikle Bener (1974)'in Gazipaşa sahil kesiminde gözlenen yalıtışları hakkında gerçekleştirdiği kapsamlı doktora çalışması ile Avşarcan (1997)'in Türkiye kıyılarındaki yalıtışları hakkındaki gözlemleri, konusu sadece yalıtışları olan önemli yayınlardır. Ülkemizde yalıtışlarına özellikle Akdeniz sahil kesimi boyunca (Bener, 1974; Avşarcan 1997; Desruelles vd., 2006, 2009) ve Kuzey Kıbrıs'ta (Ertek ve Erginal, 2005) yoğun şekilde rastlanmaktadır. Bunun yanı sıra Ege Denizi'nin (Erol, 1971; Erginal vd., 2008), Marmara Denizi'nin (Erol, 1971; Meriç vd., 1995; Ertek ve Erginal, 2003) ve Karadeniz'in belirli noktaları ile (Ertek, 2001) İznik Gölü'nün (Kayan, 1993) Ulubat Gölü'nün (Mater vd., 2001) kıyılarında da yalıtışları tanımlanmıştır.

Yalıtışlarının Oluşumları ile İlgili Kuramlar

Yalıtışlarının oluşumlarını fiziko-kimyasal (Ginsburg, 1953; Moore, 1973; Hanor, 1978; Meyers, 1987) veya biyolojik (Webb vd., 1999; Neumeier, 1999) etmenlere bağlayan çeşitli araştırmalar bulunmasına rağmen konu ile ilgili henüz bir fikir birliği sağlanamamıştır. Önerilen oluşum mekanizmaları başlıca 4 ana grupta toplanabilir:

1. Çimentonun, CaCO_3 'ün tatlı sudan (Russell, 1959; Milliman, 1974) veya deniz suyundan (Ginsburg, 1953; Gischler ve Lomando, 1997) doğrudan çökmesi,

2. Tatlı su ile deniz suyunun karışması ile oluşan CaCO_3 satürasyonu sonucu (Schmalz, 1971; Hanor, 1978; Bernier vd., 1997),

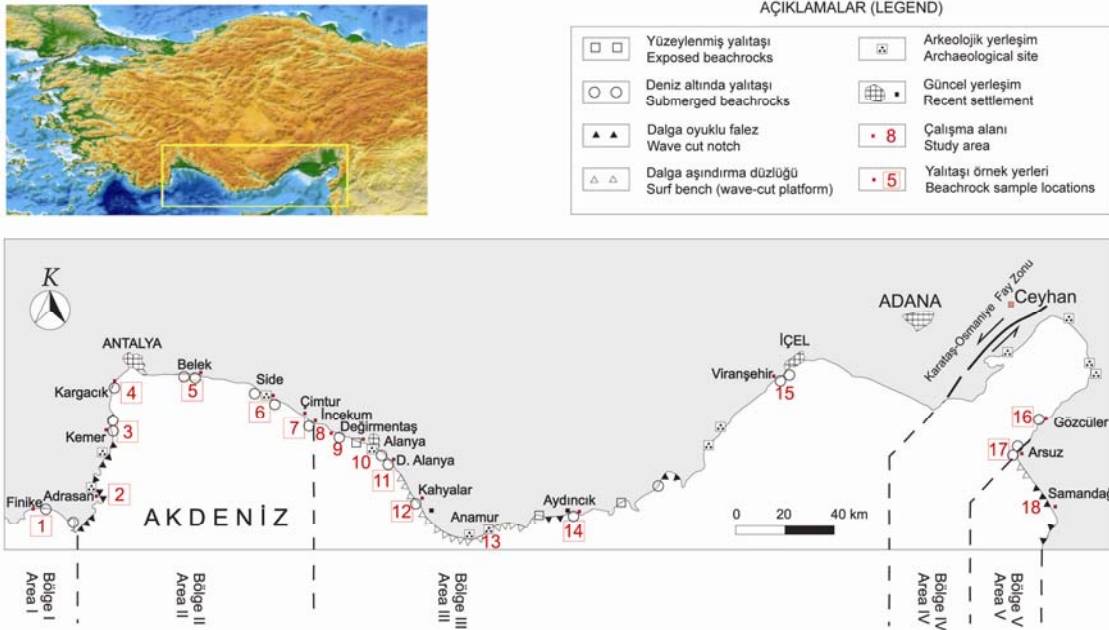
3. Yeraltı suyundan CO_2 salımı (*de-gassing*) sonucu doymun hale gelen CaCO_3 'ün çökmesi (Hanor, 1978; Matthews, 1971),

4. Alglerin fotosentezi (Nesteroff, 1956; Bernier vd., 1990), alglerin taneler etrafında sarmalanması (Cloud, 1952; Maxwell, 1962) ve bakterilerin etkisi (Pentecost ve Riding, 1986; Neumeier, 1998, 1999) gibi biyolojik etkinlikler sonucu yalıtışlarının oluştuğu öne sürülmüştür.

Akdeniz'de gözlenen yalıtışlarının oluşum mekanizmaları ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğu bunların deniz suyu ile meteorik suyun karışımı ve CO_2 salımından ziyade, deniz suyundan ve/veya tatlı sudan doğrudan CaCO_3 çökelişi sonucu oluştuğunu öne sürmektedir (Milliman, 1974; Voudoukas vd., 2007).

KAPSAM VE YÖNTEM

Çalışma kapsamında Finike ile Suriye sınırı arasında kalan toplam 18 alanda çalışmalar yapılmış, 12 yerden 44 adet yalıtış örneği alınarak karadan denize doğru kroki kesitler çizilmiş ve yalıtışları ile diğer jeomorfolojik birimler haritalanmıştır (Şekil 1). Bunun yanı sıra hem güncel kıyı boyunca uzanan hem de 1-4 m kadar su altında ve/veya su üstünde kalmış yalıtışlarından ^{14}C yaş tayini amaçlı örnekler alınmıştır.



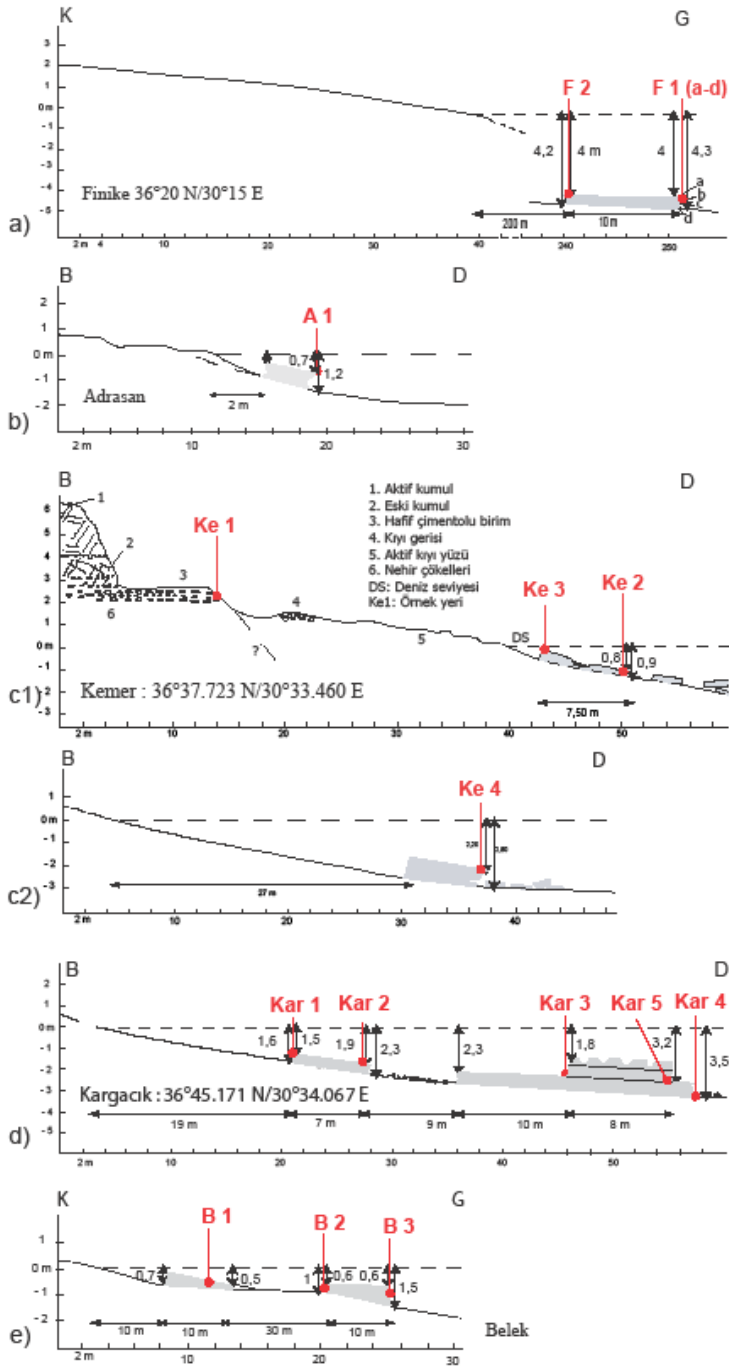
Şekil 1: Akdeniz kıyı şeridi boyunca çalışılan yerleri gösterir harita.

Figure 1: Study locations along the Turkish Mediterranean coast.

Alanların birbirleri ile karşılaştırılabilmesi amacı ile örnekleme ve kroki kesit çıkarma işlemleri hep aynı yöntem kullanılarak yapılmıştır. Buna göre mümkünse 3 ayrı nesile ait (kıyı boyunca, deniz altında ve varsa kıyı gerisinde yüzeleyen) yalıtışlarının olduğu alanlar seçilmeye çalışılmıştır. Her alanda GPS ile konum, topoğrafya ve batimetri ile ilgili bilgiler toplanmıştır. Gözlemler yapılırken güncel deniz seviyesinin o anki durumu özellikle tam deniz hizasında yaşadıkları bilinen güncel vermetidid resiflerinin konumları ve diğer veriler göz önüne alınarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Akdeniz’de önemli bir gelgit aktivitesi olmamasına rağmen ($\pm 0.2-0.3$ m arası) barometrik dalgalanmaların yıllık ± 0.5 m kadar olabildikleri bilinmektedir (Desruelles vd., 2009). Bu nedenle çizilen kroki kesitlerde gösterilen yalıtışlarının dikey konumlarında ± 20 cm kadar hata payı olabileceği varsayılmıştır. Bunun yanı

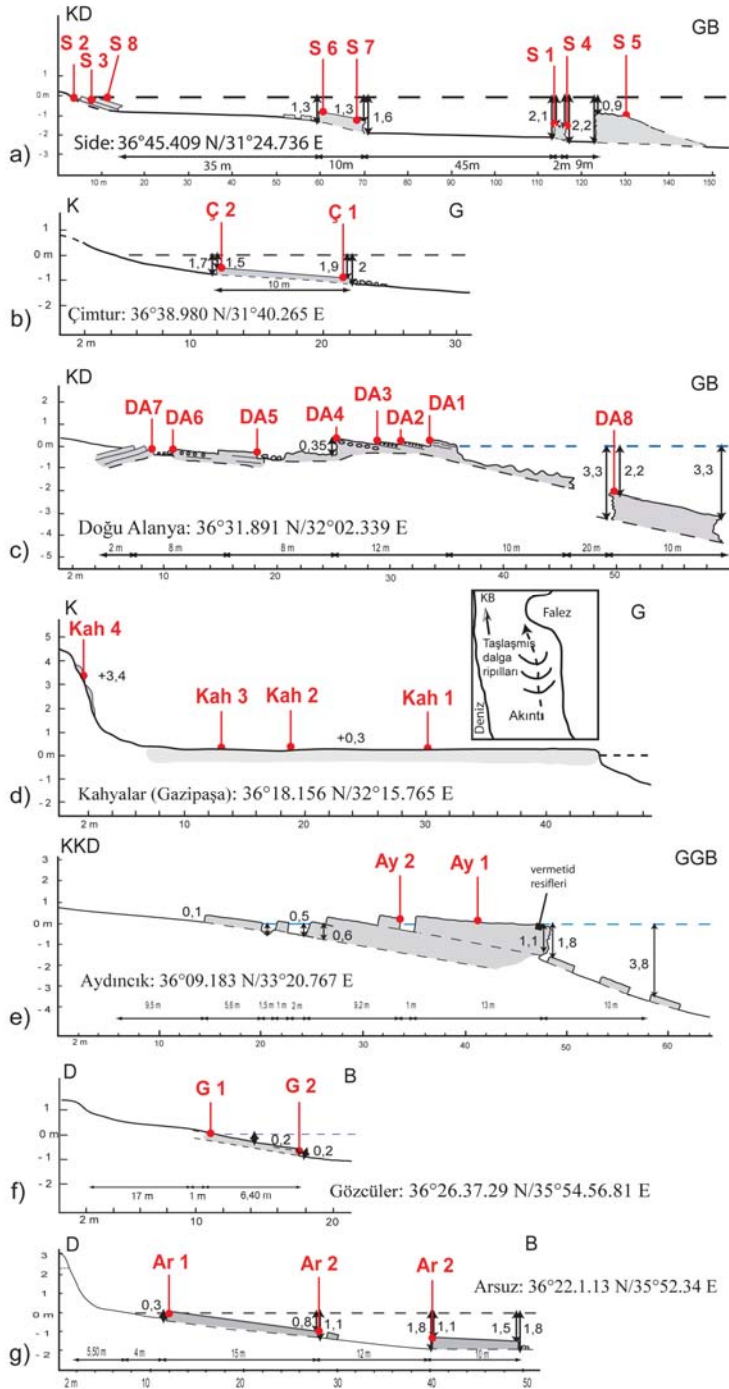
sıra her alanın jeomorfolojik ve hidrolojik ortamları da not edilmiştir.

Her alan için güncel sahilin en üst kesiminden deniz altındaki en derin yalıtışının bulunduğu yere kadar kroki kesit çıkarılmış ve yalıtışlarının adet, eğim, kalınlık, litoloji ve derinlik gibi bilgileri toplanmıştır (Şekil 2 ve 3). Bir nesile ait yalıtışları setinin onlarca tabakadan oluşabildiği göz önüne alındığında, en ortada bulunan yalıtışı tabakasının o seti temsil ettiği varsayılmıştır. Amacımız bir nesile ait yalıtışlarının yaşını bulmaktan ziyade değişik zaman dilimlerinde (değişik nesillere ait) oluşmuş yalıtışlarının yaş tayinlerinin yapılması ve deniz seviyesi oynamalarının zaman ve mekan içindeki gelişmelerinin saptanması olmuştur. Buna karşın, aynı nesile ait bir yalıtışı sisteminin ne kadar süre ile varlığını sürdürdüğünün tespit edilmesinin mümkün olduğunu düşündüğümüz kimi yerlerde yalıtışı setinin en üstünde (teorik olarak en yaşlı)



Şekil 2: Çalışılan alanların kroki kesitleri: a) Finike; b) Adrasan; c1-c2) Kemer; d) Kargacık; e) Belek.

Figure 2: Schematic cross sections of the beachrock study areas: a) Finike; b) Adrasan; c1-c2) Kemer; d) Kargacık; e) Belek.



Şekil 3: Çalışılan alanların kroki kesitleri: a) Side; b) Çimtur; c) Doğu Alanya; d) Kahyalar (Gazipaşa); e) Aydıncık; f) Gözcüler; g) Arsuz.

Figure 3: Schematic cross sections of the beachrock study areas: a) Side; b) Çimtur; c) Doğu Alanya; d) Kahyalar (Gazipaşa); e) Aydıncık; f) Gözcüler; g) Arsuz.

ve en altında (teorik olarak en genç) bulunan tabakalardan da örnekleme yapılmıştır. ^{14}C yaş tayini için toplanan örneklerin önemli bir kısmı bu uç noktalardan birinden ve bazen de her ikisinden alınmıştır. Yüzeide bulunanlar ile deniz seviyesinin 1 m kadar altında kalan yalıtışları çekiç ve keski yardımı ile alınırken, 1 m'den daha derinde bulunan örnekler yalıtışlarının çok sert ve kırılmaya dirençli olmaları nedeniyle ancak tüplü dalış sayesinde toplanabilmışlerdir.

Literatürde tanımlanan yalıtışları ile ilgili tüm yaş tayinlerinin ve çoğu gözlemin bugünkü deniz seviyesine yakın konumda ve/veya tamamen karada bulunan yalıtışlarından yapılmış olmaları göz önüne alınırsa bu çalışma deniz altında bulunan yalıtışlarından da sistematik gözlem ve örneklemenin yapıldığı dünyadaki ender çalışmalardan biri olma özelliğini de taşımaktadır. Deniz altında yapılan çalışmalarda sahilden koparak derine kaymış parçaların değil de yerinde olan tabakaların haritalanmasına ve örneklenmesine özen gösterilmiştir.

Çalışılan yalıtış oluşumları Akdeniz sahil kesiminin en önemlilerini içermekle birlikte amacımız tam bir envanter çıkartma olmamıştır. Bir alanda (İncekum) eski dalga aşındırma düzlüğünde gözlenen vermetidid resiflerinden örnek alınmış, diğer bir çalışma alanı olan Samandağ'da ise yalıtışları gözlenmemesine rağmen önemli miktarda bulunan ve deniz seviyesinin o zamanki konumunu gösteren çeşitli seviyelerdeki dalga oyukları haritalanmıştır. Ayrıca deniz seviyesinin geçmiş dönemlerini gösteren ve çalışılan bölgeler arasında kalan arkeolojik alanlardaki veriler (Andriake, Batıkşehir, Alanya, Anamuryum) de kayda geçirilmiştir.

Toplanan 44 adet yalıtış örneğinin 38'inden ince kesitler yapılmış ve bunlar polarize mikroskop, elektron mikroskopu ve katodoluminesans teknikleri yardımı ile incelenmişlerdir. Uygun karbonat çimentonun ayırt edilebildiği örneklerden Polonya'nın Mickiewicz Üniversitesi Poznan Radyokarbon Laboratuvarı'nda ^{14}C yaş tayini analizleri gerçekleştirilmiştir. İnce kesitlerin hazırlaması Fransa'nın Lille Üniversitesi Jeoloji Laboratuvarı'nda, deniz suyu örneklerinin analizleri ise Paris-Sud Üniversitesi'nde (Orsay) yapılmıştır.

AKDENİZ SAHİLİNDE YALITAŞLARI

Bölgesel Jeoloji

Türkiye'nin Akdeniz sahilinin önemli bir kesimi Toros Dağları'na paralel bir şekilde uzanır. Bu kaynak alanlardan türeyen çeşitli litolojilerden oluşmuş sedimanlar yalıtışlarında bariz bir şekilde gözlenmektedir. Büyük çoğunluğu karbonat kayaçları içeren birimlerin genel dağılımları batıdan doğuya doğru şu şekildedir:

Çalışma alanının en batısında bulunan Finike Körfezi'nin kuzeyinde Geç Kretase-Paleojen yaşlı Beydağları karbonat platformu yer alır (Poisson, 1977). Çoğunlukla kireçtaşlarından oluşmuş Mesozoik yaşlı allokton birimler ise Kemer ile Antalya arasında yüzeyleler (Robertson, 2000). Antalya ve doğusundaki Miyosen havzalarında (Aksu, Köprüçay ve Manavgat) ise mercan resifleri içeren kaba klastik malzemeler (Akay vd., 1985; Çiner vd., 2008; Flecker vd., 2005; Karabıyıkoglu vd., 2000) gözlenir. K-G uzanımlı genç tektonik hatlar ile sınırlanmış bu havzalardaki (Deynoux vd., 2005) çökeller uyumsuz olarak Pliyosen

yaşlı flüvyal sedimanlar (Poisson vd., 2003) ve özellikle de Antalya şehri civarında Kuvaterner yaşlı tufalar tarafından üzerlenirler (Burger, 1990; Koşun ve diğ., 2005). Manavgat havzası'nın doğusunu oluşturan Alanya Masifi ise metamorfik kayalardan oluşur (Okay ve Özgül, 1984). Daha doğuya doğru ise Miyosen yaşlı Mut ve Adana havzaları derin denizel malzeme ve mercan resifli kireçtaşları içerirler (Şafak vd., 2005; Yetiş vd., 1995). Çukurova'nın bulunduğu bölge ise kıyı boyunca güncel delta sedimanları ile kaplı olup doğuda GB-KD uzanımlı Aslantaş Fay Zonu tarafından sınırlanmıştır. Kretase yaşlı ofiyolit ve kireçtaşı içeren bir masif de İskenderun'un güneyinde yüzeylenmektedir (Boulton ve Robertson, 2007).

Çalışma Alanlarının Tanımı

Çalışma kapsamında Türkiye'nin Akdeniz sahili batıdan doğuya tamamen taranmış ve birçok alanda gözlemler yapılmıştır. Öncelikle yalıtışları ile ilgilenilmiş olmakla birlikte Orta Holosen'den itibaren deniz seviyesinin bağlı durumunu gösterebilecek her türlü arkeolojik ve jeomorfolojik yapılar da gözlenmiş ve gerekli yerlerden örneklemeler yapılmıştır (Şekil 1).

Andriake-Finike (Bölge I-1)

Finike ilçesinin batı girişinde birkaç yüz metre eninde ve D-B uzanımlı güncel plajda yalıtışlarına rastlanılmamışsa da yapılan denizaltı dalışlarında sahilden 250 m kadar açıkta ve -4 ile -4.5 m derinlikte, kalınlığı 20 ile 50 cm arasında değişen yalıtış tabakaları gözlenmiştir (Şekil 2a ve 4a). Güncel plaja paralel bir

konumda birkaç km yanal devamı olan tabakalar sualtında da takip edilebilmektedirler. Yalıtışları genelde çapı 5-10 cm'yi bulan kireçtaşı çakıllarının kum boyu sedimanlar içinde taşlaşması sonucu oluşmuşlardır.

Finike Körfezi'nin 30 km kadar batısında yer alan Eski Yunan ve Roma dönemlerine ait (M.Ö. 2 yy ve M.S. 6 yy arası; Fouache vd., 1999, 2005a) Andriake antik kentinde (Demre eski limanı) kısmen deniz altında kalmış tarihi bir kesme taş ocağında -1.5 m derinlikte eski dalga oygu izi bulunmaktadır (Şekil 4b). Kullanılan çekiç izlerinden ocağın Roma dönemine ait olduğu tahmin edilmektedir (Bessac, 1988). Birkaç km batıya doğru gidildikçe yine Roma dönemine ait Batıkşehir antik şehrindeki yapıların temellerini daha da derinde (-2 ile -3 m) görmek mümkündür.

Adrasan-Olimpos-Faselis (Bölge II-2)

Adrasan, Olimpos ve Faselis arasında kalan koylardan sadece K-G uzanımlı Adrasan koyunda kıyı çizgisinden 2 m kadar açıkta ve -0.5 ile -1.2 m derinlikte uzanan birkaç yalıtış tabakası gözlenmiştir (Şekil 2b). Sahilde kireçtaşı çakılları ile ince kum boyutu malzeme bulunmasına rağmen yalıtışının tane boyu ince kumdur.

Olimpos antik şehrinin bulunduğu alanda ise limana ait yapıların temelleri plaj çakılları tarafından 0.5 m kadar örtülmüştür. Ayrıca Faselis antik şehrinin kuzey limanında bulunan su kanallarının temelleri de 0.5 m kadar deniz altında bulunmaktadır (Fouache vd., 1999).



Şekil 4: a) Finike’de -4.5 m derinlikte dalgıç tarafından çekiç ve keski ile yalıtışı örneği alımı; b) -1.5 m deniz altında kalmış Roma dönemi Andriake taş ocağı; c) Kemer sahilinde kısmen yüzeylemiş yalıtışı mostrası; d) Kemer’de deniz altında kalan (-2.2 m) yalıtışının görüntüsü (örnek Ke4); e) Kargacık’ta deniz altından (-3.5 m) örnek alımı; f) Kargacık Kar4 no’lu yalıtışı örneği; g) Side yalıtışlarının arazi görünümü.

Figure 4: a) Beachrock sampling by hammer and chisel at -4.5 m in Finike; b) Roman Era quarry site at -1.5 m; c) Subaerially exposed beachrock in Kemer; d) Submarine beachrock at -2.2 m in Kemer (sample Ke4); e) Submarine beachrock sampling at -3.5 m in Kargacık; f) Sample Kar4 taken in Kargacık; g) Field view of Side beachrocks.

Kemer (Bölge II-3)

K-G uzanımlı bir sahil kesimi içinde 3 değişik seviyeye ait (0 m, -1 m ve -2.2 m'de) yalıtışları bulunur (Şekil 2c ve 4c,d). Tabaka kalınlıkları 80 cm'yi bulan ve çeşitli kayalardan türemiş (kireçtaşı ve ofiyolitler) yassı çakılların (3-5 cm) sağlam bir çimento ile tutturulmuş oldukları gözlenmiştir. Kum boyu malzeme de kimi zaman çakıllar arasında matriks şeklinde ve kimi zaman da birkaç 10 cm kalınlığında ve yanal devamsız kumtaşı tabakaları şeklinde bulunmaktadır.

Kargacık (Çarşak) (Bölge II-4)

Antalya-Kemer yolu arasında tünellerin bulunduğu bölgenin hemen yanında Kargacık güncel plajında yalıtışlarına rastlanılmamışsa da yapılan denizaltı dalışlarında sahilden 20 ile 60 m açıkta ve -1.5 ile -3.5 m derinlikte 2 farklı döneme ait yalıtışları gözlenmiştir (Şekil 2d ve 4e). Yalıtışları güncel plaja paralel bir konumda olup bileşimleri çoğunlukla çakıl ve daha az oranda ince taneli sedimanlardan oluşan güncel sedimanlara benzerlik göstermektedir. Denizaltında bulunan yalıtış tabakalarında (özellikle -3.5 m'de) çakıl boyu malzeme çok boldur. Alınan 5 adet örneğin tümü kireçtaşlarından türemiş çakıltaşlarıdır (Şekil 4f). Çakıllar çok iyi yuvarlanmış olup yer yer kaba kum matriks destekli, yer yer ise tane desteklidirler. Deniz seviyesinin 2 m altında bulunan yalıtış tabakalarının üstü çapı 1 m'yi bulabilen dairesel ve küvet şeklindeki oyuklar ile kaplıdır. Bu gözlemden, taşlaşmış bir yalıtış üzerinde bu oyukların oluşabilmesi için o dönemki deniz seviyesinin göreceli olarak uzun bir süre sabit kalmasının gerektiği sonucu çıkarılmıştır.

Belek (Bölge II-5)

Antalya'nın oteller bölgesi olarak bilinen Belek beldesi'nin sahil kesiminde ender de olsa deniz

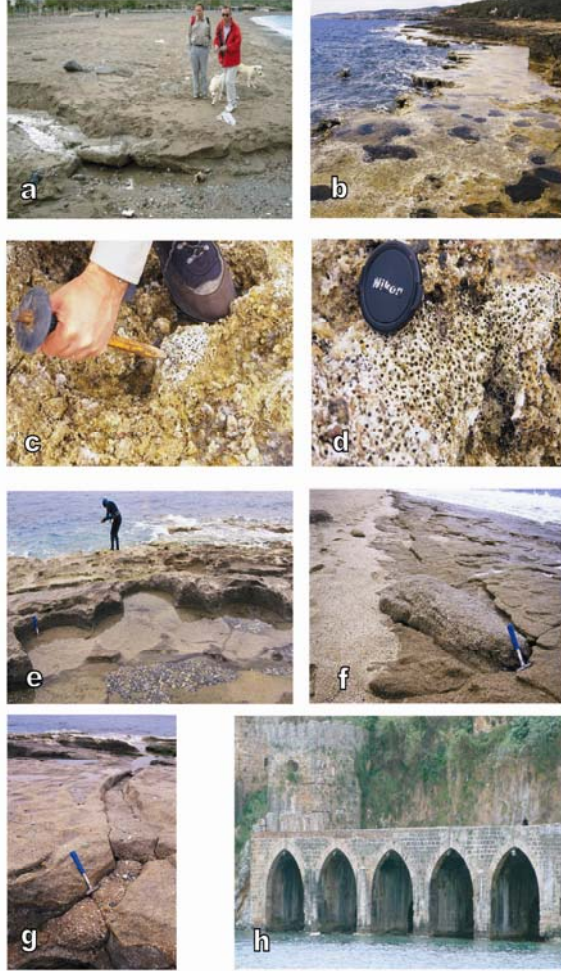
seviyesine çok yakın bir konumda (Şekil 2e) yalıtışları gözlenmiştir. Genelde ince taneli kireçtaşı taneciklerinden (kalkarenit) oluşan yalıtışlarında taneler arası boşlukta çimentodan ziyade mikritin hakim olduğu görülmektedir.

Side (Bölge II-6)

Side antik kentinin birkaç km doğusundaki Side Palace ve Club Robinson otelleri arasında kalan alanda hem güncel hem de eski (deniz altında) yalıtışları kıyıda 100 m kadar açıkta ve -1 ile -2 m derinlikte yaygın olarak gözlenirler (Şekil 3a ve 4g). Güncel plaj D-B uzanımlı olup küçük tatlı su girişleri ile kesilir. Güncel yalıtışları birçok tabakadan oluşmakta ve denizin iç kısımlarına doğru yayılmaktadırlar. Tabaka kalınlıkları 20-70 cm arasında değişen ve genelde kaba kum ve ince çakıl boyutunda malzemedan oluşan güncel yalıtışlarının yayılımı kıyıya paralel olmaktan ziyade bir yay şeklindedir. Manavgat nehrinin zaman içinde yer değiştirmesi sırasında oluşan deltanın bu şekilde dağılmış yalıtışlarını oluşturduğu düşünülmektedir. Olasılıkla 3 değişik nesile ait olan yalıtışlarından alınan örnekler oksidasyondan kaynaklanan kırmızı-kahverengi bir çimento sayesinde çok iyi taşlaşmış durumdadırlar.

Çımtur (Okurcalar) (Bölge II-7)

Side ile İncekum arasında kalan sahil kesiminde yer alan Okurcalar Beldesi-Çımtur Tesisleri mevkinde seyrek de olsa yalıtışlarına rastlanmıştır. Çımtur plajında yalıtışları yüzeyde olmayıp güncel plajın kumları altında kalmışlardır (Şekil 3b ve 5a). 10-20 cm kalınlığındaki bu yalıtışları denizaltına doğru devam etmekte olup tane boyu küçük kireçtaşı çakılları içeren kaba kumdur.



Şekil 5: a) Çimtur'da güncel plaj çökelleri altında kalmış yalıtışı ve dalgaların etkisi ile parçalanmış yalıtışı blokları (jeologların arkasında); b) İncekum burnunda gözlenen dalga aşındırma düzlüğü; c) İncekum'da deniz seviyesinden 0.5 m kadar yukarıda gözlenen ve ^{14}C yaş tayini için örneklenen vermetidid resifi ve d) vermetid resifi yakın görüntüsü; e) Alanya'nın batısında (Değirmentaş mevki) gözlenen yalıtışları ve değirmentaşı olarak kesilmiş tabakalardan arda kalan dairesel oyuklar; f) Alanya şehrinin (arka planda Alanya Kalesi) batısında gözlenen yalıtışları. Güncel plaj sedimanları (sol üst taraftaki ayak izlerinin olduğu alan) ve yalıtışları birbirine çok benzer bileşimdedirler; g) Alanya yalıtışları içindeki bir çatlağı doldurarak oluşmuş ikinci nesil yalıtışı (çatlak içindeki sedimanlar daha kaba malzemeden oluşmaktadır); h) Alanya yarımadasında bulunan Selçuklular döneminden kalma tersanelerin görünümü ve güncel deniz seviyesi ile olan uyum.

Figure 5: a) Beachrocks lying under the actual beach sediments and broken beachrock blocks (behind the geologists) in Çimtur; b) Surf bench at İncekum; c) Vermetidid reef exposed at 0.5 m above sea level in İncekum; d) close up view of the Vermetidid reef sampled for ^{14}C age determination; e) Circular holes left behind as beachrocks were cut off for millstone use in western Alanya (Değirmentaş locality); f) Beachrocks in eastern Alanya (Alanya Castle on the background). Unlithified actual beach sediments (footprints on the upper left corner of the picture) have similar sediment composition as the beachrocks; g) Second generation beachrock that formed within the fracture of an earlier beachrock in Alanya (coarser sediments are found within the fractured area); h) Selchukid Era shipyards in Alanya peninsula and their harmony with the present sea level.

İncekum (Bölge III-8)

İncekum ile Alanya arasında kalan sahil kesiminde iyi gelişmiş ve korunmuş durumda güncel ve yükselmiş dalga aşındırma düzlükleri veya biyo-erozyon platformları bulunur (Şekil 1 ve 5b). Bu dalga aşındırma düzlüklerinin üst kısımları karstik aşınım sonucu çapları ve derinlikleri 30-50 cm arasında değişen (kimi yerlerde 1 m'yi bulabilen) çukurluklar ile kaplıdır.

Akdeniz kıyısı boyunca çalışılan çeşitli yerlerde deniz seviyesindeki anakayaya tutunarak koloniler oluşturan vermetidid resiflerine (*Dendropoma petraeum*) bu kıyı boyunca sıkça rastlanmıştır. *Dendropoma petraeum* gelişebildiği alan nedeni ile (genelde deniz seviyesi ile 15 cm kadar deniz altında yaşayabilen bir koloni) güncel ve eski deniz seviyesi ölçümünde çok kesin ve dolayısıyla önemli bir veri olarak kullanılmaktadır (Laborel ve Laborel-Deguen, 1994). Alanya'nın batısındaki İncekum burnunda yalıtışları bulunmamakla birlikte dalga aşındırma düzlükleri üzerinde hem güncel hem de deniz seviyesinden 0.5 m ile 0.8 m kadar yukarıda fosil vermetidid resifleri gözlenmiş ve ¹⁴C yaş tayini amaçlı örnek alınmıştır (Şekil 5c,d).

Değirmentaş (Batı Alanya) (Bölge III-9)

Alanya'nın 5 km batısında isimsiz küçük bir koyda gözlenen (tarafımızdan Değirmentaş olarak adlandırılmıştır) yalıtışlarının özellikle kaba kum boyutunda olanları tahmin ettiğimiz kadarı ile bölge insanları tarafından değirmentaşları için ocak görevi görmüştür (Şekil 1 ve 5e). Gerek koyun küçüklüğü gerek ise hemen yakınında bulunan Alanya'nın batı ve doğusunda gözlenen çok bol miktardaki yalıtış oluşumlarına olan yakınlığı nedeni ile bu koydan örnek alınmamıştır.

Alanya (Bölge III-10)

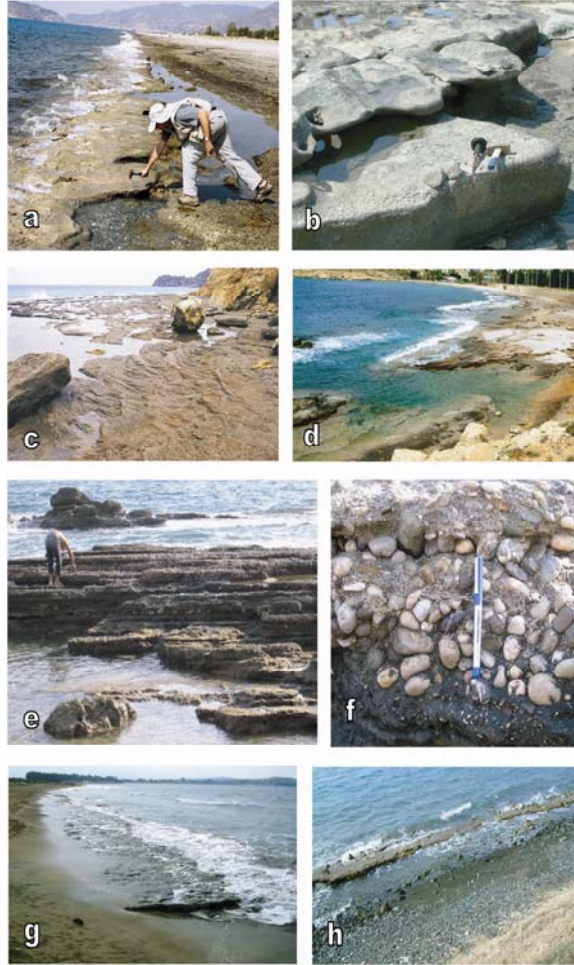
Alanya kentinin batı girişindeki plaj boyunca çoğu zaman yanal devamlı ve enleri birkaç on

metreyi, kalınlıkları ise birkaç metreyi bulabilen yalıtış oluşumları bulunmaktadır (Şekil 1). Güncel sedimanlar ile yalıtışlarının bileşimleri çok benzerlik göstermektedir (Şekil 5f, g). Şehrin doğu çıkışında da kilometrelerce devam eden bu yalıtışları Doğu Alanya başlığı altında bir sonraki bölümde detaylı olarak (kroki ve örnekleme) çalışılmış olduğu için çok daha küçük olan batı plajından kroki çıkarılmamış ve örnek alınmamıştır.

Bunun yanı sıra Alanya kalesinin içinde yer alan Selçuklular döneminden kalma tersanelerin taban seviyelerinin güncel deniz seviyesi ile hemen hemen aynı oldukları gözlenmiş ve en azından M.S. 12. yy'dan beri bu bölgede bağıl deniz seviyesinde gözle görülür bir değişikliğin olmadığı sonucuna varılmıştır (Şekil 5h).

Doğu Alanya (Bölge III-11)

Alanya doğusu ile Gazipaşa arasında kalan 50 km'lik sahil kesimi yalıtışlarının Türkiye'de en yaygın şekilde buldukları bölgedir (Şekil 1). Alanya'nın doğu çıkışında başlayan KB-GD doğrultulu bu plajda kilometrelerce yanal devamlı yalıtışları bulunmaktadır. Eski yalıtışlarına ise -3.5 m derinliğe kadar rastlanmıştır (Şekil 3c ve 6a). Tane boyu genelde ince kum olup çakıltı ağırlıklı yalıtışları da gözlenmiştir. Sahil şeridinin kilometrelerce devam ettiği göz önüne alındığında her türlü tane boyundan yalıtışlarına rastlanması doğaldır. Tanelerin çoğu kireçtaşından türemiş olmakla birlikte önemli miktarda kuvars içeren yalıtışları da mevcuttur. Tabaka kalınlıkları genelde 20-30 cm arasında değişmekle birlikte aynı nesile ait birçok tabakanın üst üste gelmesi sonucu yalıtışlarının toplam kalınlığı birkaç metreyi bulabilmektedir. Tabakalar üzerinde küvetler şeklinde aşındırma oyukları da sıkça gözlenmektedir (Şekil 6b).



Şekil 6: a) Alanya doğusundaki plajlarda yanall devamlı ve kalın mostralar veren yalıtaşlarının görünümü; b) Alanya yalıtaşı tabakaları üzerinde gelişmiş aşınma izleri; c) Kahyalar'da gözlenen yalıtaşları denizin anakayaya çarparak geri dönerken oluştuğu için beklenenin tersine 3-5 derece kadar karaya doğru eğimli görülmektedirler; d) Aydıncık koyunda gözlenen yalıtaşları; e) Toplam kalınlığı yer yer 2 m'yi geçen Aydıncık yalıtaşı tabakaları; f) Aydıncık güncel kumsalında gözlenen tane boyu ve litolojinin aynı yalıtaşlarında da gözlenmektedir. Çakıllardaki biniklenme ana akıntı yönünün fotoğrafın solundan sağa (denizden karaya) doğru olduğunu göstermektedir; g) Gözcüler halk plajında yalıtaşlarının görünümü; h) Arsuz yalıtaşlarının yol kenarından görünümü.

Figure 6: a) Laterally continuous and thick beachrock exposures on the eastern Alanya coastline; b) Erosional features that developed on the Alanya beachrock beds; c) Contrary to expectations, beachrocks in Kahyalar are inclined 3-5 degree towards the continent as they developed by backwash after waves hit the nearby cliff; d) Aydıncık bay beachrocks; e) The total thickness of Aydıncık beachrocks exceeds 2 m in places; f) Similar lithologies and sediment sizes are observed in Aydıncık beachrocks and actual beach sediments. Imbrications observed on the pebbles indicate a current direction from left to right of the picture (from sea towards the continent); g) Gözcüler beachrocks; h) Arsuz beachrocks seen from the main road.

Kahyalar (Gazipaşa) (Bölge III-12)

Alanya-Gazipaşa arasında yalıtışlarının yanı sıra önemli dalga aşındırma düzlükleri de gözlenir. Gazipaşa'nın 5 km kadar batısında kalan Kahyalar ofiyolit kayalardan oluşan bir falez ile sınırlanmış 50 m kadar eni olan bir koydur. Sahilde bulunan yalıtışlarının bazıları denizin anakayaya çarparak geri dönerken oluşmuş olmaları nedeni ile beklenenin tersine denize doğru değil de karaya doğru eğimli görülmektedir (Şekil 3d ve 6c). Yalıtışları genelde kireçtaşı ve ofiyolitlerden türemiş ince kum-küçük çakıl boyutundaki malzemeler içerirler. KB-GD uzanımlı olan sahil kesiminde çok az eğimli olan (birkaç derece) ve zaman zaman ters yöne doğru gelişmiş yalıtışları örneklenmiştir.

Anamuryum (Bölge III-13)

Anamuryum antik kentinde yalıtışları bulunmamasına rağmen M.S. 7. yy'da inşa edilmiş bir Roma dönemi yapısının deniz tarafındaki temeli deniz seviyesi ile uyumlu gözükmektedir (Şekil 1). İnşa edildiği dönemde en azından deniz seviyesinde olduğunu varsayabileceğimiz bu yapı M.S. 7. yy'dan bu yana deniz seviyesinde gözle görülür bir oynama olmadığına işaret etmektedir.

Aydıncık (Bölge III-14)

Anamur'dan 50 km kadar doğuda bulunan Aydıncık kasabasına kadar olan sahil şeridi falezlerden oluşmakta ve sık aralıklarla denizin anakayayı deniz seviyesine kadar aşındırarak oluşturduğu güncel dalga aşındırma düzlükleri sergilemektedir. Aydıncık içindeki küçük plaj da takriben 20 m eninde olup anayol ve traverten anakaya ile sınırlıdır (Şekil 3e ve 6d). Tabaka kalınlıklarının 10 cm ve toplam kalınlığın 2 m

olduğu aynı döneme ait yalıtışlarının bir kısmı deniz altında kalmıştır (Şekil 6e). Denizin 3-4 m altında gözlenen yalıtışları da yine aynı dönemin ürünü olup dalgalar ile parçalanmış ve sahilden yuvarlanmış bloklardan oluşmaktadır. 3-8 cm çapında çoğunluğu kireçtaşı çakıllar ile ince kum boyutu malzemeden oluşan yalıtışları ana akıntı yönünü gösteren biniklenmeler (*imbrication*) içerirler (Şekil 6f). Bunun yanı sıra güncel deniz seviyesinin önemli bir göstergesi olan vermetidid resifleri bu kıyıda da gözlenmiştir.

Viranşehir (Mersin) (Bölge IV-15)

Aydıncık ile Mersin arasında kalan kıyı şeridi ise erişimi imkansız birkaç küçük sahil dışında tamamen falezler ile kaplıdır. Kıyı boyunca gözlenen birkaç küçük yalıtış mostrası dışında ender de olsa dalga aşındırma düzlükleri gözlenir. Mersin şehri içindeki Viranşehir'de ise çok az da olsa bulunan yalıtışları sahil düzenlemesi, iskele yapımı gibi nedenler ile yok edilmişlerdir. Daha doğruya doğru, Mersin ile İskenderun arasındaki sahil ise çoğunlukla Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin güncel alüvyonları ve delta sedimanları ile kaplı olup yalıtış oluşumlarına rastlanılmamıştır.

Gözcüler (Bölge IV-16)

İskenderun'un 25 km kadar güneyindeki Arsuz kasabasına inen sahil yolu boyunca da ender de olsa yalıtışları bulunmaktadır. En yoğun gözlemlendiği alan ise Gözcüler halk plajıdır (Şekil 3f ve 6g). Amanos dağlarından türemiş ince çakıl-kum boyutundaki kireçtaşı ve ofiyolitik kayalardan oluşan yalıtışları çok iyi tutturulmuş olup deniz seviyesinin hemen üstünde kalan 20 cm kalınlığındaki yalıtış tabakasının üst kısmı kıyıya dik aşınma oyukları ile kaplıdır.

Arsuz (Bölge IV-17)

Arsuz kasabası girişindeki anayol, deniz ile çamurtaşlarından oluşan ve bu nedenle aşınan ve gerileyen falez arasından geçmektedir. Yolun hemen alt yanında kalan ve eni birkaç metreyi geçmeyen dar plajlarda çeşitli yalıtış mostraları gözlenmektedir (Şekil 3g ve 6h). Güncel plajın eğimi yalıtışlarının eğimi olan 5 dereceden biraz daha fazladır. İki döneme ait ve genelde kaba kum-ince çakıl boyutundaki ofiyolit ve kireçtaşı çakıllarından oluşan yalıtışlarının birincisi tam deniz seviyesi ile -1 m'de, ikincisi ise denizin -1 ile -2 m kadar altında bulunmaktadır.

Samandağ (Bölge IV-18)

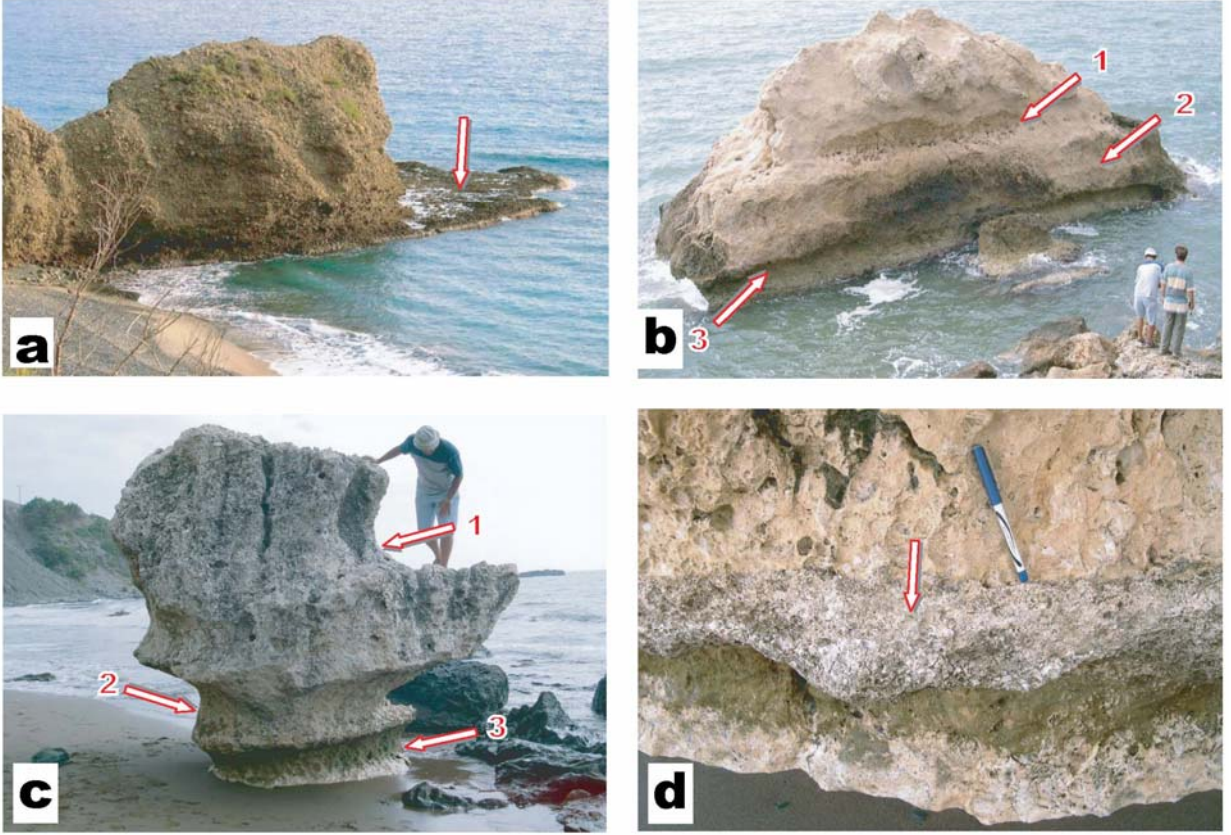
Arsuz'dan sonra Suriye sınırı yakında bulunan Samandağ kasabasına giden takriben 50 km uzunluğundaki stabilize sahil yolu dalga aşındırma düzlükleri ve dalga oyuklarının (Şekil 7a,b) Akdeniz'de en iyi gözlemlendiği yer olarak tanımlanabilir. Samandağ'ın doğusundan denize dökülen Asi Nehri'nin oluşturduğu delta düzlüğü (Orontes Deltası) boyunca devam eden kilometrelerce uzunluğundaki sahil de dahil olmak üzere hiçbir yerde yalıtış oluşumlarına rastlanmamıştır. Bölgenin tektonik ve/veya östatik hareketliliğini ortaya koyan ve deniz seviyesinin değişik zamanlardaki konumlarını gösteren dalga aşındırma düzlükleri ile dalga oygu izleri ve bunların üzerinde gelişen biyolojik eklentiler özellikle kireçtaşlarında (ofiyolit kayalarda izler daha az belirgindir) deniz seviyesinin 0.8 ile 2.5-3 m kadar üzerinde çok iyi korunmuşlardır (Şekil 7c,d). Daha az bariz olsa da 1.4 m seviyesinde de bir başka dalga oygu izi bulunmaktadır.

Samandağ ve civarında çeşitli araştırmacıların (Erol, 1963, Dalongeville ve Sanlaville, 1979; Pirazzoli vd., 1991) gözlemleri ve yaş tayinleri bulunmaktadır. Gerek çalışmamızın kapsamının daha ziyade yalıtışları olması gerekse Pirazzoli vd., (1991)'de toplam 13 adet ¹⁴C yaş tayini sonucu bulunması nedeni ile bu alanda yaş tayini amaçlı örnekleme yapılmamış ve bu yaşlar çalışılan alanlardaki yalıtışları ile deneştirme amaçlı kullanılmıştır.

LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Arazi çalışmaları sırasında alınan 44 adet yalıtış örneğinin detay makroskopik incelemesinden sonra bunların toplam 38'inden Fransa'nın Lille Üniversitesi Jeoloji Laboratuvarı'nda ince kesitler hazırlanmıştır. Örnekleme sırasında mümkün olduğunca çimento içeren yalıtışları seçilmeye çalışılmış olmakla birlikte, Akdeniz sahil kesiminde gözlenen litolojilerin genellikle kireçtaşı olmasından dolayı bol miktarda mikritin de bağlayıcı malzeme olarak bulunması kaçınılmaz olmuştur. 2005 yazında deneme amaçlı topladığımız yalıtışlarının mikroskopik incelemeleri sonucu mikritin çok yaygın olarak bulunduğu ve bu durumun da ¹⁴C yaş tayini için elverişli bir sonuç olmadığı bilindiğinden bu konuda özen gösterilmeye çalışılmıştır.

Hazırlanan örnekler sırasıyla polarize mikroskopta, elektron mikroskobunda ve katodoluminesans (Amieux vd., 1989) tekniği ile incelenmiştir. Amaç yalıtışlarını oluşturan tanelerin ve taneler arasındaki bağlayıcı malzemenin (çimento, matriks) detay özelliklerini ortaya koymak ve ¹⁴C yaş tayini için elverişli çimento ayıklamak olmuştur.



Şekil 7: a) Samandağ kuzeyinde çakıltaşlarında gelişmiş güncel dalga aşındırma düzlüğü; b) Samandağ yakınlarında 3 değişik deniz seviyesine ait dalga oyukları: 1 (2.90 m) ve 3 (0.80 m) numaralı dalga oyukları olasılıkla Pirazzoli vd. (1991) tarafından sırası ile günümüzden 2500 ± 100 yıl önce ve M.S. 551 yılındaki deprem ile oluştuğu belirtilen seviyelere karşılık gelmektedir, 2 numaralı dalga oyuğu (1.40 m) ise yaşlanmamış olup bilinmeyen bir zaman dilimine ait deniz seviyesini göstermektedir; c) Samandağ sahil kesiminde deniz seviyesinin geçmiş konumlarını gösteren dalga oyuklu kireçtaşı mantar kaya (1 ve 3 numaralı seviye yaşları yukarıda verilenler ile aynıdır); d) Samandağ yakınlarındaki mantar kaya üzerinde gözlenen 1 numaralı dalga oyuğu kenarında gelişmiş biyolojik eklenti.

Figure 7: a) Actual surf bench that developed on the conglomerates to the north of Samandağ; b) 3 notches indicating different sea level stands near Samandağ: the 1st notch (2.90 m) developed around 2500 ± 100 BP and the 3rd notch (0.80 m) probably developed after the 551 AD earthquake (Pirazzoli et al., 1991). The 2nd notch at (1.40 m) is undated; c) Limestone mushroom rock near Samandağ showing 3 different positions of sea level (1st and 3rd notches have the same ages as above); d) Bioconstructive rims that developed on the 1st notch of the limestone mushroom rock.

İnce Kesit Sonuçları

İncelemeler sonunda toplanan örneklerin birçoğunun kireçtaşlarından (ve daha az miktarda ofiyolit kayaçlarından) türemiş kum-çakıl boyu sedimanlar ile değişik oranlarda bulunabilen çeşitli boydaki fosil kavkılarından (bioklast) oluştuğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra birçok örnekte taneler arasındaki boşluğu dolduran matriksin ve sedimantasyon ile yaşıt ve/veya daha sonra çökelmiş kil boyu karbonat çamurunun (mikrit) varlığı da gözlenmiştir. Çalışılan toplam 18 alanın 12'sinde gözlenen yalıtışlarından yapılan ince kesitlerde gözlenen birincil çimento, sparit çimento ve taneler arasını dolduran mikrit detaylı olarak tanımlanmıştır.

Gelgit arası alanda çökelen birincil çimento

Birincil çimento magnezyumca zengin kalsit (HMC -*High Magnesium Calcite*-) veya aragonit kristallerinden oluşmuştur. Bu çimento yalıtışlarının oluşumu ile eşzamanlı olup denizel veya denizel-tatlı su karışımı kökenlidir (Heckel, 1983; Longman, 1980; Neumeier, 1998). Bu tür çimentolar taneleri kaplarlar. Freatik bölgede sedimanları 1-10 µm boyutunda kristaller ile kaplayan bu çimento türü en iyi Kemer, Side ve Kahyalar'daki yalıtışlarında gözlenmektedir. Vadoz bölgede gözlenen sarkık şekilli sparitik kalsit çimento (Şekil 8a) ve freatik bölgede gözlenen yelpaze ve iğne şekilli aragonit çimento (Şekil 8b) bunlara iyi birer örnektir.

Kalsit spar çimento

Magnezyum oranı düşük (LMC: -*low magnesium calcite*-) kalsit kökenli bu tür çimento genelde 10 µm'den iri kristallerden oluşur ve sarkıt şeklindeki kalsit sparları olarak gözlenir. Side'den toplanan örneklerde yoğun olarak bulunurlar (Şekil 8c). Meteorik vadoz ortamın tipik göstergelerinden olan bu tür çimentoların gelgit üstü (*supratidal*) bölgede meteorik kökenli

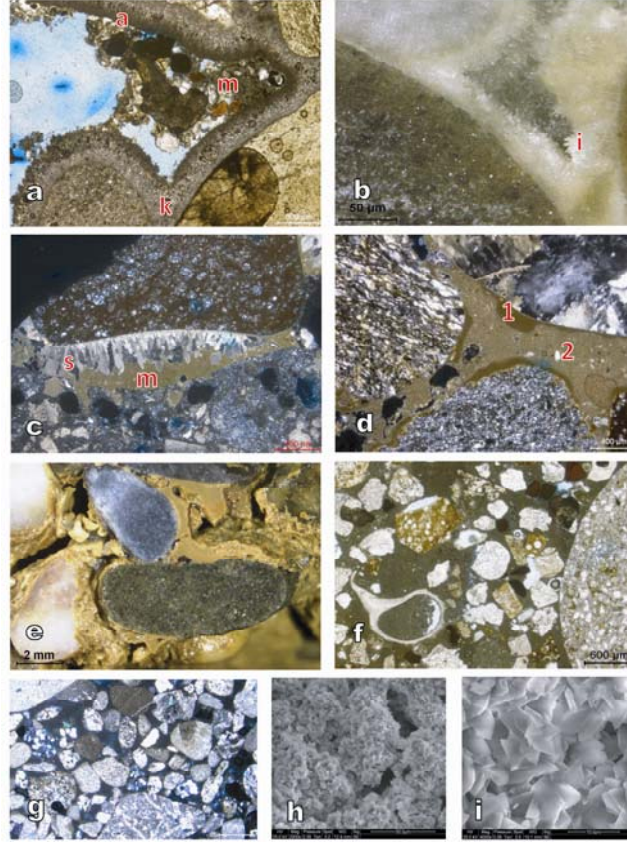
suların dolaşımı sırasında çökdikleri bilinmektedir.

Taneler arası mikrit dolgusu

Mikrit diyajenetik kökenli olmayıp, gelgit arası bölgede oluşum aşamasındaki yalıtışlarının gözeneklerinin arasını sahildeki diğer sedimanlar ile eşzamanlı ve/veya hemen sonraki bir taşınma ile gelerek doldurmuştur. Mikrit, içinde çeşitli küçük karbonat tanecikleri ve bioklastların da bulunduğu, ara sıra laminalı olacak şekilde taneler arası boşluğu kısmen veya tamamen doldurur halde gözlenmiştir (Şekil 8d,e,f). Bu tür sedimantasyon ile eşzamanlı mikritin vadoz zonda sıkça bulunduğu bilinmektedir (Purser, 1980). Ender de olsa tanelerin birbirlerine dokunduğu ve mikrit ve/veya çimentonun çok az miktarda bulunduğu örneklerle de rastlanmıştır (Şekil 8g). Çalışma bölgesinde gözlenen yalıtışlarının ince kesit ve elektron mikroskobu görüntüleri de bol miktarda mikritin varlığına işaret etmektedir (Şekil 8h,i).

Yalıtışlarının ¹⁴C Yaş Tayinleri

Gelgit arası bölgede diyajenez sonucu tutturulmuş yalıtışlarında bulunan karbonat çimentoyu oluşturan kalsit (ve aragonit) ¹⁴C yaş tayini için en güvenilir mineral olarak kabul edilmektedir. Yapılan arazi örneklemeleri sırasında mümkün olduğunca çimento içeren yalıtışları seçilmeye çalışılmış olmakla birlikte litolojilerin genellikle kireçtaşı olmasından dolayı bol miktarda mikritin de bağlayıcı malzeme olarak bulunduğu gözlenmiştir. Mikritin varlığı bir sahildeki sedimanların gelgit arası bölgede yalıtışına dönüşmesine neden olan karbonat çimentonun gelişmesine bir engel teşkil ettiği için ¹⁴C yaş tayini çalışması için genelde istenmeyen bir durumdur. Ayrıca mikrit sadece deniz seviyesinde bulunmayıp sahilin her kesiminde



Şekil 8: a) Kemer yalıtışlarında metamorfik bir kayaç parçasının etrafını saran kalsit çimento (k), aragonit çimento (a), ve mikrit çamurunun (m) polarize mikroskop görüntüsü (örnek Ke4); b) Kemer yalıtışlarında taneler etrafını saran iğne şekilli (i) kalsit kristalleri (örnek Ke2); c) İri kristalli magnezyum oranı düşük sparitik kalsit (s) çimento ve taneler arasını dolduran mikrit (m) (Side); d) Side örneklerinde bulunan ve taneler arası boşluğu dolduran 2 tür mikritin polarize mikroskop görüntüsü: taneleri kısmen sarmalayan koyu renkli ve bioklast içeren mikrit (1) ve daha açık renkli, bioklast oranı daha az ancak litik oranı yüksek mikrit (2); e) Finike yalıtışlarında taneler arası boşluğu dolduran mikritin binoküler mikroskop görünümü (örnek F1d); f) Küçük kayaç parçaları ve bioklastlarca zengin mikrit (Side, örnek S6); g) Çok az miktarda ve/veya hiç çimento ve mikrit içermeyen yalıtışının polarize mikroskop görüntüsü (Aydıncık); h-i) Kargacık örneklerinde taneler arası boşluğu doldurur şekilde gözlenen mikritin elektron mikroskop görüntüleri. Magnezyumca zengin kalsit ve aragonitten oluşmuş “köpek dişi” kristallerinin boyu 5 mikron civarındadır.

Figure 8: a) Thin section view of the calcite cement (k), aragonite cement (a) and micritic mud (m) around a metamorphic rock fragment in Kemer (sample no: Ke4); b) Needle shaped calcite crystals (i) from Kemer beachrocks (sample no: Ke2); c) Large crystals of low magnesium sparry calcite cement (s) and micrite (m) filling in between pores in Side samples; d) Polarised microscope view of 2 types of micrites from Side samples: dark brown micrite with bioclasts partially enveloping the grains (1), lighter brown colored micrite with fewer bioclasts and abundant lithic fragments (2); e) Binocular microscope view of pore filling micrite in Finike beachrocks (sample no: F1d); f) Micrite rich in lithic fragments and bioclasts in Side (sample no: S6); g) Thin section view of Aydıncık beachrocks where very few and/or no micrite is observed between the pores; h-i) Electron microscope views of pore filling micrite in Kargacık samples. Magnesium rich calcite and aragonitic ‘dog fish’ crystal sizes are around 5 microns.

çeşitli boyuttaki sedimanlar ile birlikte de bulunabilir. Dolayısı ile mikrit kullanılarak yapılacak yaş tayini yalıtışının diyajenetik olarak taşlaşmasından ziyade sedimanların taşlaşmadan önce o alana taşınım yaşını da verebileceği gerçeği nedeni ile çalışmamızda kullanılmamıştır.

İnce kesitleri yapılan 38 örneğin ancak 8'inde az veya çok oranlarda çimentoya rastlanmıştır. Karbonat çimentonun bulunduğu örneklerde de taneleri çevreleyen kristallerin boyu genelde çok küçük olup 5 ile 100 µm arasında değişmektedir. Hızlandırılmış Kütle Spektrometre'sinde (AMS) ¹⁴C ölçümü için gerekli olan 20 mg çimentonun elde edilebilmesi için örneğin durumuna göre değişik çimento elde etme yöntemleri denenmiştir.

Çimentoyu oluşturan kristallerin nispeten iri olduğu 3 örnekte binoküler mikroskop altında ve öğütme yapılmadan yeterli miktarda kalsit elde edilebilmiştir. Çimento içeren geri kalan 5 örneğin çimentolarının çok daha küçük boyutlu ve/veya çok sert olmaları nedeni ile bu yöntem uygulanamamıştır. Bu örnekler kırılarak mümkün olduğunca bileşenlerine (çakıl, kaba kum) ayrılmışlardır. Boşlukları dolduran mikrit ayıklanmış ve taneler etrafını saran zar şeklindeki çimento kazınarak 20 mg kalsit çimento elde edilmeye çalışılmıştır. 6 adet örnekte ise ultrason yöntemi, petrol ve/veya asitte bekletme gibi yöntemler kullanılarak taneler fiziksel ve kimyasal yollardan birbirinden ayrılmaya çalışılmıştır. Beklenen ayrışmanın yeterince sağlanamaması üzerine bu örnekler plastik çekiç yardımı ile ufalanmışlar ve elekten geçirilmişlerdir. En küçük tane boyutunu oluşturan bölümü binoküler mikroskopta incelenmiş ve gerekli olan 20 mg çimentonun

elde edilmesi bu şekilde mümkün olmuştur. Geri kalan diğer örneklerde ya çok az çimento elde edilebilmesi ve/veya diajenik olmayan karbonat kökenli malzemenin fazlalığı nedeni ile yukarıda açıklanan yöntemler uygulanamamıştır.

Bunun yanı sıra bir bölgede birden fazla döneme ait yalıtış örneklerinin yaşlandırılması çalışmamız açısından anlamlı olacağı için sadece bu şarta uyan yerlerdeki örnekler yaş tayini için seçilmiştir. Bunlardan Kemer ve Side'deki örnekler aragonit çimentodan, Gözcüler'deki örnekler ise gelgit arası magnezyumca zengin kalsit çimentodan seçilmiştir.

Çalışma sırasında gerçekleştirilen taneler arasındaki çimento ayırıştırma işlemi toplam üç alandaki (Kemer, Side, Gözcüler) yalıtışlarında yaş tayini yapılabilmesi için gereken miktarda çimento ayıklanabilmesi ile sonuçlanmıştır. Toplam oniki alandan yalıtış örnekleme yapıldığı göz önüne alındığı taktirde üç alan ile ilgili yaş tayini için elverişli çimentonun çıkarılabildiği olması az bir oran (25%) olarak görülebilir. Bununla birlikte kireçtaşlarının baskın olarak bulunduğu yerlerde çimento yerine çoğunlukla mikritin bulunmasının ¹⁴C yaş tayinleri için zorluklar çıkardığı da bilinen ve beklenen bir durumdur.

Yalıtışları haricinde, Alanya'nın batısındaki İncekum'da güncel dalga aşındırma düzlüğünün 50-80 cm kadar üstünde bulunan bir vermetidid resifi fosilinin de ¹⁴C yaş tayini yapılmıştır. Sonuç olarak toplam 19 adet yalıtış örneği ve İncekum'dan alınan 1 fosil vermetidid resifi örneğinin ¹⁴C analizleri Polonya'nın Mickiewicz Üniversitesi Poznan Radyokarbon Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Elde edilen yaşlar Hughen vd., (2004) ¹³C/¹²C izotop yüzde değerine göre kalibre edilmiştir.

Okunum kolaylığı açısından Çizelge 1’de ^{14}C analizleri yapılan tüm örneklerin sonuçları verilmemiş sadece bu çalışma kapsamında kullanılan değerlere yer verilmiştir. Çalışma alanının en doğu kesimini kapsayan Hatay kıyılarında ve Türkiye-Suriye sınırının hemen 10 km kadar güneyinde çeşitli seviyelerde gözlenen ve dalga oygu izleri ile vermetidid resiflerinden elde edilmiş (Pirazzoli vd., 1991; Pirazzoli, 2005; Sanlaville, 1977; Sanlaville vd., 1997) yaş tayinlerinin de bulunduğu göz önüne alındığında Akdeniz sahil şeridi boyunca çeşitli alanların maruz kaldığı göreceli deniz seviyesi değişikliklerinin elde veriler ışığında yorumlanması mümkün olmuştur.

Toplam olarak 4 alandan (3 yalıtışı ve 1 vermetidid fosili) elde edilen yaş tayini sonuçlarından çıkarılabilen ilk önemli sonuç Side hariç yaş verilerinin tatminkar ve stratigrafik olarak anlamlı oluşudur (Çizelge 1). Anlamlı yaş verileri ilerideki bölümlerde detay olarak tartışılacağı için burada ele alınmamıştır. Buna karşın Side’de hem stratigrafik hem de aynı

seviyelerdeki örneklerin yaşlandırmaları tamamen tutarsızdır. Deniz seviyesinden alınmış bir örneğin yaşının denizin 1.4 m altından alınmış bir örnekten daha genç olması gerekirken bunun tam tersi gözlenmektedir. Bunun yanı sıra denizin 0.9 m kadar altında bulunan ve aynı nesile ait olduğu bilinen tabakalardan alınan örnekler de anlam yapmayan yaşlar vermektedirler. Bu sonuçlar ışığında Side yaş tayini sonuçlarının bu çalışmada kullanılmamasına karar verilmiştir. Her ne kadar yalıtışlarına benzese de bu tabakaların bir olasılıkla Manavgat nehrinin zaman içinde yer değiştirmesi sırasında çökelen delta sedimanlarından meydana gelmiş olabilecekleri alternatif bir yorum olarak öne sürülebilir. Bu tabakaların tıpkı yalıtışları gibi çok hızlı bir taşlaşma sürecinden geçtikleri gözlenmiştir. Tabakaların diğer alanlardaki yalıtışlarında gözlenenin aksine kıyıya paralel değil de bir yay (*convex*) şeklinde gelişmiş olmaları da nehir ağzında çökelen sedimanlarda tipik olarak gözlenen bir durumdur.

Çizelge 1: Çalışılan alanlardaki örneklerden elde edilmiş ^{14}C yaşları.

Table 1: ^{14}C ages obtained from samples collected in study areas.

Örnek no Sample no	Örnek derinlik (m) Sample depth (m)	^{14}C yaşı (BP) ^{14}C age (BP)	Kalibre yaş Calibrated age	^{13}C (‰)
Ke2	- 0.8	1685 ± 30	669-773 AD	-4.1
Ke3	0	1925 ± 35	435-534 AD	4.2
Ke4	- 2.2	2785 ± 30	659-502 BC	4.4
İncekum vermet fosili	+ 0.5	2255 ± 40	19 BC-200 AD	-
G1f	0	1774 ± 29	606-667 AD	2.5
G2d	+ 0.2	1830 ± 35	547-636 AD	-1.4
G2f	+ 0.2	1920 ± 35	439-537 AD	0.4

Deniz Suyu Analizleri

^{14}C yaş tayini sonucu elde edilen değerlerin deniz rezervuar etkisini ölçmek ve bu şekilde örneklerin yaş tayinlerinin hata payı en düşük seviyede tutulabilmesi amacı ile Kemer'den 5 adet deniz suyu örneği alınmıştır (Çizelge 2). Dr. Marc Massault (Université Paris-Sud, UMR 8148 IDES, Orsay, France) tarafından gerçekleştirilen ölçümlerde biri dışındaki (TUR-1) tüm örneklerin tatlı su içermeyen tipik deniz suyu karbon izotopik bileşimine sahip oldukları anlaşılmaktadır. Bu örneklerin ^{13}C ve ^{14}C içerikleri atmosferik CO_2 ile gaz değişim dengesinde (*gas exchange equilibrium*) bulunan tipik deniz suyu değerine sahiptir. Diğer yandan TUR-1 örneğinin ise C3 bitki örtüsünden kaynaklanan CO_2 içeren bir yeraltı suyunun önemli oranda katkısını içerdiği anlaşılmaktadır. Olasılıkla birkaç bin yıl yaşındaki bu yeraltı suyu katkısı nedeni ile bu deniz suyu örneği ^{13}C ve ^{14}C izotopları açısından fakirleşmiştir.

YALITAŞLARININ BÖLGESEL DAĞILIMI

Finike'nin batısından başlayıp Türkiye'nin Suriye sınırına kadar olan bölgede gözlemlenen ve deniz seviyesinin yaklaşık son 5000 yıllık

değişik konumlarını gösteren yalıtışları, dalga oygu izleri ve deniz seviyesinde gelişmiş biyolojik eklentilerden elde edilen sonuçlar grafik olarak özetlenmiştir (Çizelge 3). Bu çalışma kapsamında elde edilen ^{14}C yaş tayini verilerinin yanı sıra çeşitli araştırmacıların bölge genelinde elde ettikleri yaş aralıkları ile arkeolojik kalıntılarda yapılan gözlemlerin sonuçları da bu çizelgeye eklenerek Türkiye'nin Akdeniz kıyı şeridinin son 5000 yıllık deniz yüzeyi değişimlerinin kapsamlı bir dökümü çıkarılmaya çalışılmıştır.

Kuzey yarımküredeki buzulların erimelerini tamamlamaları neticesinde günümüzden yaklaşık 6000 yıl kadar önce en üst noktasına ulaştığı tahmin edilen transgresyon sonrası deniz seviyesinde östatik ve/veya glasyo-östatik önemli bir değişikliğin olmadığı kabul gören bir yaklaşımdır (Pirazzoli, 2005). Özellikle Samandağ (Hatay) ile Lübnan'a kadar uzanan kıyı boyunca günümüzden 6000-3000 yılları arasında deniz seviyesinin 30 cm hata payı içinde sabit kaldığına dair birçok kanıt bulunmaktadır (Pirazzoli vd., 1991; Sanlaville, 1977; Sanlaville vd., 1997; Morhange et al., 2006).

Çizelge 2: Kemer'de alınan su örneklerinin denizsuyunu yaşlı gösterme etkisinin anlaşılması için gerçekleştirilmiş analizleri. ¹Fraksinyasyon düzeltmesi yapılmış ^{14}C aktivitesi.

Table 2: Seawater ageing analyses results obtained from Kemer. 1. Fraction corrected ^{14}C activity.

Örnek no Sample no	$^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$	^{14}C (pmc) ¹	Düzeltilmiş radyokarbon yaşı (BP) Corrected radiocarbon age (BP)
TUR-1	-12.14	88.42 ± 0.32	+990 ± 30
TUR-2	-0.18	102.93 ± 0.40	-230 ± 30
TUR-3	-0.59	103.44 ± 0.37	-270 ± 30
TUR-4	0.13	103.39 ± 0.40	-270 ± 30
TUR-5	0.23	103.75 ± 0.40	-295 ± 30

¹ Fraksinyasyon düzeltmesi yapılmış ^{14}C aktivitesi (fraction corrected ^{14}C activity).

Buna karşın global deniz seviyesinin matematik modellemelerini yapan bazı araştırmacılar son 6000 yılda deniz seviyesinde 3 m'ye varan bir yükselimin mümkün olduğunu öne sürmektedirler (Nakada ve Lambeck, 1988; Lambeck ve Purcell, 2005). Lambeck (2002)'ye göre ise deniz seviyesinde gözlenen glasyo-östatik yükselimin önemli bir bölümü günümüzden 6000-3000 yılları arasında gerçekleşmiştir. Arazi verilerine dayanmaması nedeni ile Pirazzoli (2005) tarafından eleştirilen bu yaklaşım ve içerdiği sonuçlar kanımızca da en azından çalışma alanımızda yaptığımız gözlemler ile uyuşmamaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin güney sahillerinde çeşitli seviyelerde gözlenen ve daha genç yaşta oldukları (bu çalışma da dahil olmak üzere) kanıtlanan yalıtışları ve dalga aşındırma düzlüklerinin bu transgresyonun sona ermesinden sonra oluştuğu kabul edilmiştir.

Akdeniz'in tümünde olduğu gibi Türkiye kıyılarında da gelgit etkisi yok denecek kadar az olup genelde ortalama 30-40 cm arasında kabul edilmektedir (Kellat, 2006). Bu nedenle çalışma alanı içinde çeşitli seviyelerde gözlenen yalıtışlarının östatik ve/veya iklimsel nedenlere bağlı olarak yükselen veya alçalan bir deniz seviyesini belirtmesinden ziyade yerel ve/veya bölgesel tektonik hareketler neticesinde bugünkü konumlarına ulaştıkları düşünülmektedir.

Çalışma alanı boyunca 3 ayrı nesile ait (kıyı boyunca, su altında ve su üstünde) yüzeyleyen yalıtış seviyeleri ve en az 2 durağan deniz seviyesini gösteren dalga oygu izlerinin bugün deniz seviyesinin üstüne yükselmiş bulunmaları da tektonik aktivitenin yoğunluğuna işaret etmektedir. Ancak MTA tarafından yayınlanmış Türkiye diri fay haritası (Şaroğlu

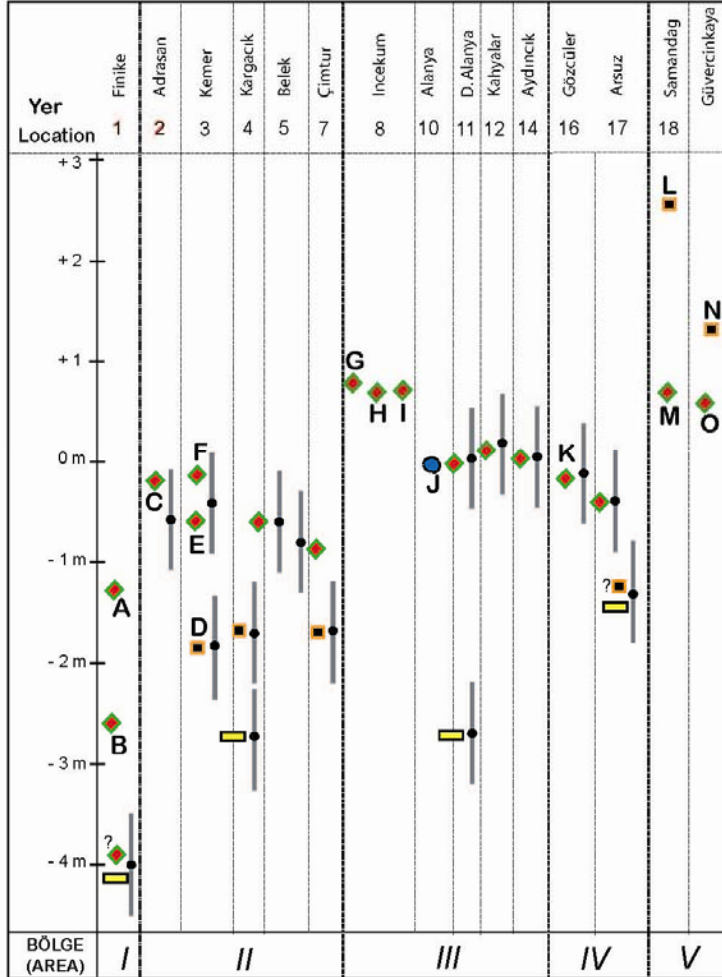
vd., 1992) çalışma alanımız boyunca Adana'nın güneyindeki Karataş-Osmaniye Fay Zonu haricinde önemli bir fay hattının bulunmadığını göstermektedir. Yine MTA tarafından yayınlanan değişik ölçekli bölgesel jeoloji haritalarında ise çeşitli büyüklüklerde faylar görülmesine rağmen olasılıkla Doğu Anadolu Fay'ına bağlı birkaç fay haricinde yalıtışlarının bugünkü konumlarını açıklayabilen ve kontrol eden bariz bir fay hattına rastlanmamıştır. Sonuç olarak elde edilen bu haritalar ışığında çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz verileri yorumlamak pek mümkün gözükmemektedir. Bu nedenle yalıtışlarının bölgesel dağılımlarının sınırlarının çizilmesi sırasında bilinen herhangi bir fay hattından ziyade aynı yaş grubuna ait yalıtış ve dalga oygu izlerinin sualtı veya su üstünde buldukları konumlar göz önüne alınmıştır. Diğer bir deyişle çalışma alanı aynı yaş grubuna ait benzer seviyedeki yalıtışlarının gruplanması temeline dayanan ve birbirinden en azından son birkaç bin yıldır tektonik olarak nispeten farklı hareket ettiği tahmin edilen 5 ana bölgeye (I-V) ayrılmıştır (Çizelge 3).

I. Bölge

Çalışma alanının en batısındaki bu bölge Finike Körfezi'nde denizin -3.5 m ile -4.5 m altında bulunan yalıtış seviyesi ile Körfez'in birkaç km batısında yer alan Andriake ve Kekova batıkşehir harabelerinin -1.5 m ile -3 m kadar deniz altında kalmış arkeolojik kalıntıları ile temsil edilir (Çizelge 3). Andriake'deki Roma taş ocağında -1.5 m derinlikte gözlenen eski dalga oygu izi (Fouache vd., 1999, 2005a) ve Kekova batıkşehir'deki yapıların bugünkü konumları bu bölgenin Roma döneminden sonra (M.S. 4 yy sonrası) göçmüş olabileceğini göstermektedir.

Çizelge 3: Çalışma bölgesinde gözlenen yalıtışları ve dalga aşındırma düzlüklerinden elde edilmiş ^{14}C yaşları ve bunların bölgeler arası denetirilmesi.

Table 3: Correlation of ^{14}C ages obtained from beachrocks and surf benches in the study area.



A	Andriake (Roma taş ocağı, Roman quarry) Fouache et al., 1999, 2005	●	M.S. 10-12 yy sonrası (post 10-12 centuries)
B	Batıkşehir (Roma yapıları, Roman buildings)	◆	M.S. 4-7 yy arası (between 4-7 AD)
C	Olimpos & Phaselis liman yapıları (harbour buildings) Fouache et al., 1999	■	M.Ö. 3-7 yy arası (between 3-7 AD)
D	M.Ö. 659-502 (659-502 BC)	▭	Diğerlerine göre daha yaşlı ancak kesin yaş yok (Relatively older but no quantitative age exists)
E	M.S. 435-534 (435-534 AD)		Yalıtışlarının bulunduğu gelgit arası bölgenin yüksekliği (1m) Intertidal area elevation where beachrocks are exposed (1 m)
F	M.S. 669-733 (669-733 AD)	●	Yalıtışının alt ve üst sınırındaki gelgit arası bölgenin orta noktası (Central point of the intertidal area where upper & lower parts of beachrocks are exposed)
G	M.Ö. 19 - M.S. 200 (19 BC - 200 AD)		
H	Günümüzden 1815 yıl önce, (1815 BP) Kelletat & Kayan, 1983		
I	2690 BP & 1545 BP, Kelletat & Kayan, 1983		
J	M.S. 12 yy Selçuklu liman yapıları (12 century Seljukid boat sheds)		
K	M.S. 439-537 & M.S. 606-667 (439-537 AD & 606-667 AD)		
L	Günümüzden 2500 ±100 yıl önce (2500 ±100 BP) Pirazzoli et al., 1991		
M	Günümüzden 1345 ±70 yıl önce (1345 ±70 BP) (M.S. 526 Antakya depremi, Antakya earthquake; Pirazzoli 2005)		
N	M.Ö. 4700-760 (4700-760 BC), Pirazzoli, 1996		
O	Günümüzden 1890 ±55 yıl önce (1890 ±55 BP), Dalongeville et al., 1993		

Finike Körfezi'nde -3.5 m ile -4.5 m derinlikte bulunan yalıtışı örneklerinden karbonat çimento ayıklanamadığı için kesin bir yaş vermek mümkün değildir. Bu yalıtışları olasılıkla Roma dönemi öncesine ait daha eski bir deniz seviyesine işaret etmektedirler. Diğer bir olasılık ise Fethiye Körfezi'nin bugün bulunduğu konum ile ilgili olabilir. Geniş bir alüvyon ovası önünde gelişen Körfez ve gerisinde bulunan ekili alanlar batıdaki sağlam kaya zeminler üzerine oturmuş Andriake ve Batıkşehir'in tersine bol miktarda pekişmemiş sediman içermektedir. Fethiye Körfezi'ndeki bu yalıtışlarının antik yerleşimlerin yapımı sırasındaki deniz seviyesini temsil ettiği ve Roma dönemi sonrası daha hızlı çökerek bugünkü konumlarına ulaştıkları hipotez bazında da olsa öne sürülebilir.

II. Bölge

Finike Körfezi'nin doğusundan Side'nin doğusunda bulunan Çımtur'a kadar olan bölge çeşitli derinliklerde ve üç nesile ait yalıtışları (0 m ile -1 m; -1.2 m ile -2.3 m; -2.2 m ile -3.2 m arası) ile temsil edilir (Çizelge 3). Bölgenin en batısında bulunan Adrasan Körfezi'nde 0 m ile 1m deniz altında bulunan yalıtışları ile hemen kuzeyindeki Olimpos ve Faselis antik şehirlerindeki liman yapılarının denizin -0.5 m kadar altında bulunmaları yaş tayini yapılamayan bu yalıtışlarının da yine Roma dönemi sonrası meydana gelen depremler sonucu çökmüş olabileceğine işaret etmektedir.

Bu çalışma kapsamında detay yaş tayinlerinin yapılabildiği Kemer plajı boyunca gözlenen iki yalıtışı nesline ait tabakalar stratigrafik olarak anlamlıdır. Adrasan'da gözlenen yalıtışı seviyesine benzer bir seviye burada da bulunmuş ve tabakanın deniz seviyesinde bulunan kesimi yalıtışının oluşum

yaşını M.S. 435-534 (örnek Ke3) yılları arasında verirken denizin -1 m kadar altına kalan uç kısmı ise beklendiği gibi biraz daha yaşlı (M.S. 669-733; örnek Ke2) bir yaş aralığı vermiştir. Kemer'de -1.4 m ile -2.8 m derinlikte bulunan yalıtışları ise daha yaşlı olup (M.Ö. 659-502; örnek Ke4) daha eski bir dönemin deniz seviyesine işaret etmektedir (Çizelge 3).

II. Bölge içinde iki ayrı nesile ait yalıtışlarının görüldüğü bir başka alan da Kargacık sahilidir. Buradaki yalıtışlarından yaş tayini yapılamamış olmasına rağmen stratigrafik olarak üstte olan (-2 m civarı) yalıtışının -3 m civarında bulunandan daha genç olması gerektiği ve olasılıkla da aynı derinlikte ve yaş tayini yukarıda verilen Kemer'deki (M.Ö. 659-502; örnek Ke4) daha yaşlı yalıtışının olduğu dönemde deniz seviyesini temsil ettiği düşünülmektedir. Çımtur'da da benzer derinlikte (-1 m ile -2 m arası) bulunan yalıtışlarının yine bu döneme ait olması olasıdır.

Belek'te gözlenen yalıtışları da Kemer'de yaş sonuçları bilinen en genç yalıtışları (Roma dönemi sonrası) ile benzer derinlikte olup olasılıkla aynı dönemin deniz seviyesine aittirler.

III. Bölge

İncekum ile Adana'nın güneyinde bulunan KD-GB uzanımlı Karataş-Osmaniye Fay Zonu arasında kalan tüm sahil kesimi Bölge III altında tanımlanmıştır. Türkiye'de gözlenen en yaygın yalıtışı mostraları Alanya ile Kahyalar (Gazipaşa) arasında kalan sahil kesimi olup yalıtışları kilometrelerce ve neredeyse kesintisiz bir şekilde devam ederler. Ayrıca yalıtışlarının gelgit arası bölgede bulunan merkezi noktalarının -diğer bölgelerde gözlenenin aksine- deniz seviyesi veya biraz daha üstünde gözlendiği tek alan olması nedeniyle burası I. ve II. Bölge'den bariz bir şekilde farklılık göstermektedir (Çizelge

3). Daha eski bir deniz seviyesine işaret eden (ancak kesin yaş tayini yapılamayan) ve denizin - 2.2 m ile -3.3 m altında bulunan bir yalıtış seviyesi de Alanya'nın doğusunda yaygındır.

Yalıtışlarının yanı sıra Alanya'nın batısındaki İncekum burnunda deniz seviyesinin 0.5 m kadar üstünde çok iyi gelişmiş dalga aşındırma düzlükleri ve M.Ö. 19 - M.S. 200 yılları arasında bir ¹⁴C yaşı elde ettiğimiz vermetidid resifleri bulunur (Çizelge 3). Kelletat ve Kayan (1983) da İncekum'un 1 km kadar doğusundaki Fığla burnunda yaptıkları çalışmada deniz seviyesinin 0.5 m ile 1.3 m üstünde biyo-erozyon platformları gözlemişlerdir. 0.5 m seviyesinden aldıkları stromatolitik kalker alglerinden (*Neogoniolithon notarisii*) yaptıkları ¹⁴C yaş tayinleri bizim elde ettiğimiz yaş sonucu ile benzerlik göstermektedir. Buna göre alglerin anakaraya yapışık en eski bölümleri günümüzden 2690 yıl, aşınmamış en dıştaki bölümleri ise 1545 yıl öncesine aittir (Kelletat ve Kayan, 1983). Yazarlar aradaki 900 yıllık farkı da tektonik bakımdan sakin ve alglerin gelişebildiği sabit bir deniz seviyesine bağlamakta ve 0.5 m'lik yükselimi günümüzden 1500 sene kadar önce gerçekleşen tektonik aktiviteye bağlamaktadırlar. Her ne kadar III. Bölge'de çok yaygın şekilde bulunsalar da gerek yeterli çimentonun olmaması gerekse içerdikleri mikrit nedeni ile yalıtışlarından yaş sonuçları elde edilememiştir. Buna rağmen yaş tayinleri bulunan dalga aşındırma düzlükleri ile benzer seviyelerde yer alan yalıtışlarının da yine aynı dönemde yükseldikleri öne sürülebilir.

Anamur'daki Anamuryum antik kentinde gözlemlediğimiz bir M.S. 7. yy yapısının temelleri deniz seviyesine yakın bir konumdadır. Ayrıca Alanya Kalesi'nin yanında bulunan Selçuklu dönemine ait (M.S. 12 yy) gemi

hangarları bugünkü deniz seviyesi ile uyumludur. Bu gözlemlerden en azından M.S. 7. yy'dan sonra ve kesin olarak Selçuklu döneminden bu yana (M.S. 12-13 yy) deniz seviyesinde belirgin bir değişikliğin olmadığı sonucu çıkarılabilir.

Aydıncık'tan doğuya doğru çok ender yalıtış ve dalga aşındırma düzlükleri gözlenmiştir. Viranşehir'de bulunan ancak kentsel yapılaşma sonucu tahrip edilmiş yalıtışları ise güncel deniz seviyesi ile uyumludur. Seyhan ve Ceyhan nehirlerinin taşıdığı sedimanların da Mersin'den İskenderun'un kuzeyine kadar olan sahil boyunca olası yalıtışlarını örttüğü varsayılmış ve bu nedenle Aydıncık'tan Karataş-Osmaniye Fay Zonu'na kadar olan kesim de III. Bölge'nin kapsamında ele alınmıştır.

IV. Bölge

Karataş-Osmaniye Fay Zonu ile İskenderun'un güneyindeki Arsuz'a kadar olan sahil şeridi IV. Bölge olarak ayrılmıştır. Burada III. Bölge'de gözlenenin aksine yalıtışları Gözcüler plajında deniz seviyesi civarındadır. Yalıtışlarının sahil tarafında kalan tabakası M.S. 439-537 (örnek G2f) yaş aralığını verirken aynı tabakanın denizin 20 cm kadar altında kalan kısmı M.S. 606-667 (örnek G1f) yaş aralığını vermektedir (Çizelge 1).

Arsuz'da ise iki nesile ait yalıtışları (0.2 m ile -0.8 m ve daha derinde -0.7 m ile -1.7 m arasında) su altında bulunmaktadır. Deniz seviyesinin en azından iki dönem sabit kaldığının kanıtı olan bu yalıtışlarından yaş sonucu alınamamış olmasına rağmen üstte bulunan nesil Gözcüler'dekiler ile aynı seviyede olup olasılıkla aynı döneme aittir. Gözcüler yalıtışlarındaki yaş aralıkları İskenderun Körfezi'nin -en azından güney kesiminin- M.S. 4 ile 7 yy'dan sonra birkaç 10 cm'yi bulan bir çökmeye uğradığını

göstermektedir. Bu hareketliliği takip eden dönemde ise deniz seviyesinde bir değişikliğin olmadığı söylenebilir.

V. Bölge

Arsuz'dan güneydeki Suriye sınırına kadar olan sahil kesiminde yalıtışları gözlenmemesine rağmen geçmiş deniz seviyelerine ait yükselmiş dalga aşındırma düzlükleri ve dalga oygu izleri bu bölgeyi diğerlerinden kesin bir şekilde ayırır. Yaptığımız arazi çalışmaları sonucunda 2 ve hatta kimi yerlerde 3 seviyede dalga oygu izlerinin var olduğu görülmüştür. Bunlardan en iyi gelişmiş olanı deniz seviyesinden 2.5 ile 3 m civarında diğeri ise 0.6 m ile 0.8 m yukarıdadır (Şekil 7). Bir diğer dalga oygu izi de 1.4 m civarında görülmesine rağmen bu aşınma yüzeyi pek açık olmayıp sadece Çevlik Limanı'nın kuzeyinde gözlenmiştir.

Bölgede ilk çalışmayı gerçekleştiren Erol (1963)'e göre de 0.8 m, 1.4 m ve 2.5 m'de toplam 3 adet Holosen deniz seviyesine ait iz bulunmaktadır. Benzer şekilde Dalongeville ve Sanlaville (1979) de 0.8 m, 2 m ve 2.9 m yükseklikte deniz seviyesine ait jeomorfolojik yapılar gözlemlemişlerdir. Buna karşın Samandağ ve çevresinde en son çalışmayı gerçekleştiren Pirazzoli vd., (1991)'ye göre ise sadece 2 adet eski kıyı çizgisi bulunmakta olup üçüncü bir deniz seviyesi sabitlenmesi hakkında yeterli kanıt yoktur. Yazarlara göre özellikle Asi Nehri'nin oluşturduğu delta düzlüğünün (Orontes deltası) güneyinde 2.1 m ile 2.5 m yükseklikte bulunan dalga oygu izleri en belirgin olanlarıdır. Bunların üzerinde gelişmiş biyolojik eklentilerde bulunan vermetidid (*Dendropoma*) ve ıstıridye (*Hyotissa hyotis* (L.)?) fosillerinden elde edilen ^{14}C yaş tayini sonuçlarına göre yaklaşık yaşı günümüzden 2500 ± 100 yıldır. Daha az belirgin olan alttaki deniz seviyesi izi de

ortalama 0.75 ± 0.1 m olarak ölçülmüş ve günümüzden 1345 ± 70 yıl önce (M.S. 5-6 yy) olarak yaşlandırılmıştır.

Sonuç olarak V. Bölge diğer bölgelerde gözlemediğimiz aksine 2 önemli yükselim geçirmiş ve son yükselimin gerçekleştiği M.S. 5-6 yy'dan (Pirazzoli vd., 1991) günümüze deniz seviyesinde belirgin bir değişiklik olmamıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında yalıtışlarında ve arkeolojik yerleşimlerde yaptığımız gözlemler ve yaş ölçümleri ile dalga aşındırma düzlüklerinde ve oyuklarında daha önce yapılan çalışmalardan derlenen ^{14}C yaşları (Kelletat ve Kayan, 1983; Pirazzoli vd., 1991) aracılığı ile Türkiye'nin Akdeniz kıyısında gözlenen deniz seviyesi değişimlerinin yaklaşık son 5000 yıllık gelişimi ortaya konmuştur.

Yalıtışları ve dalga aşındırma düzlüklerinin denizaltı veya deniz üstünde buldukları konumlar göz önüne alınarak çalışma alanı toplam 5 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1, Çizelge 3):

- En batıda bulunan Finike Körfezi'ndeki yalıtış seviyesi ve Roma harabelerinin bulunduğu I. Bölüm olasılıkla Roma dönemi sonrası (Erken Bizans) meydana gelen depremler sonucu bugünkü deniz altında buldukları (-1.5 m ile -4 m arası) konuma ulaşmıştır.

- Finike-Antalya-Çimtır arasında kalan II. Bölge'de ise 3 ayrı nesile ait ve su altında çeşitli derinliklerde bulunan yalıtış seviyelerinden en üstte olanı M.S. 4-7 yy arasında bugünkü konumuna ulaşmış olup tektonik aktivitenin yoğunluğuna işaret etmektedir.

- İncekum ile Adana'nın güneyindeki Karataş-Osmaniye Fay Zonu arasında kalan III. Bölge ise (Alanya'da deniz altında bulunan daha eski bir yalıtış seviyesi haricinde) yalıtışlarının genelde bugünkü deniz seviyesi ve üstünde bulunduğu bir alan olarak diğer bölgelerden ayrılır. Ayrıca deniz yüzeyinin 0.5 m ile 1.2 m kadar üzerinde bulunan ve vermetidid fosillerinden elde edilen sonuçlara göre M.S. 2. yy ile günümüzden 1815 ile 1545 yıl önceki aralığında (Kelletat ve Kayan, 1983) deniz seviyesinde olduğu bilinen dalga aşındırma düzlükleri de bu bölgenin batısında (İncekum) bulunmaktadır.

- İskenderun Körfezi'nin güney ve kuzeyi ile sınırlı IV. Bölge'de bulunan iki değişik nesile ait yalıtışlarının deniz seviyesinde olanları M.S. 4-7 yy arasındaki bir deniz seviyesi sabitlenmesine tanıklık etmektedir.

- V. Bölge'de yalıtışları gözlenmemekte ancak 2 ayrı deniz seviyesine ait dalga oyukları güncel deniz seviyesinin 2-3 m ile 0.8 m kadar üzerinde bulunmaktadır. Pirazzoli vd., (1991)'ye göre bunlardan en üstte olanı günümüzden 2500 ± 100 yıl önce, daha aşağıda olanı ise M.S. 5-6 yy'da bugünkü konumlarına yükselmişlerdir.

Çalışmamızın konusunu oluşturan Türkiye'nin tüm Akdeniz kıyısına mekan boyutunda genel olarak bakıldığı zaman batıdan doğuya doğru gidildikçe aynı dönemin deniz seviyesine ait olduğu tespit edilmiş yalıtış ve/veya dalga aşındırma düzlüklerinin adeta bir basamak gibi değişik seviyelerde buldukları gözlenmektedir (Şekil 1, Çizelge 3). Bu görüntünün zaman boyutunda ise toplam 4 değişik deniz seviyesinden bahsetmek mümkündür:

Kesin yaşı bilinmemekle birlikte (?Orta Holosen) en eski deniz seviyesi -3 m (±0.5 m) civarında bulunan yalıtışları tarafından temsil edilir. Çizelge 3'de dikdörtgen ile işaretlenmiş olan bu döneme ait yalıtışları II. ve III. Bölge'de bulunmaktadır. Bir olasılıkla I. Bölge'de daha da derinde gözlenen yalıtış seviyesi de bu dönemde oluşmuştur.

Deniz seviyesinin ikinci defa durağan hale geldiği bir diğer zaman diliminde oluşan yalıtışları da bugün denizin -2 m (±0.5 m) kadar altında bulunmaktadır. Kemer'de elde ettiğimiz ¹⁴C yaş sonuçlarına göre bu yalıtışları M.Ö. 5-7 yy civarında oluşmuşlardır. Diğer alanlardaki aynı derinlikteki yalıtışlarının da bu döneme ait olma olasılıkları yüksektir (Çizelge 3). Bunun yanı sıra V. Bölge'de yine bu zaman aralığına ait (Pirazzoli vd., 1991) dalga oygu izleri 2 m ile 3 m kadar bugünkü deniz yüzeyinin üstünde bulunmaktadır.

Üçüncü deniz seviyesi sabitlenmesi ve bunun sonucu olarak bugün II. Bölge'deki Kemer'de olduğu gibi -0.4 m (±0.5 m) derinlikte bulunan yalıtışlarının oluşumu M.S. 4-6. yy'lar arasında gerçekleşmiştir. IV. Bölge'deki Gözcüler'de yine aynı seviyede gözlenen yalıtışlarından elde ettiğimiz yaş bulguları da yine aynı zaman aralığını vermektedir. Bugün I. Bölge'de deniz altında kalmış kimi Roma dönemi sonrası yapıları ile II. Bölge'de -0.5 m ile -1.2 m deniz altında bulunan yalıtışları ve V. Bölge'de 0.8 m deniz üstünde bulunan dalga aşındırma oyuğunun da M.S. 4-6 yy'lar arasında bugünkü konumlarına geldikleri bilinmektedir.

Gözlemlerimiz Türkiye'nin Akdeniz kıyılarındaki deniz seviyesinin bugünkü konumuna (dördüncü deniz seviyesi sabitlenmesi) en geç Selçuklu (M.S. 12 yy) ve hatta olasılıkla Erken Bizans döneminden sonra

(M.S. 4-7 yy) ulaştığını göstermektedir. Bu tarihten beri de deniz seviyesinde önemli bir değişiklik olduğuna dair bir veriye rastlanmamıştır.

Küresel ölçekli deniz seviyesi değişimlerinin bir çok nedeni olup konu Lambeck (2005)'de detaylı olarak ele alınmıştır. Kısaca söylemek gerekirse çalışma konusunu ilgilendiren zaman boyutunda deniz seviyesini en hızlı şekilde değiştirebilecek etmenlerin başında buzulların erimesi (glasyo-östatik) ve yerel tektonizma gelmektedir. Son Buzul Çağı (günümüzden 21000 yıl kadar önce) sırasında günümüze kıyasla 3 kat daha fazla buzulun bulunduğu ve Holosen'de başlayan ısınmanın etkisi ile buzulların çok hızlı bir şekilde erimeye başlayarak deniz seviyesini günümüzden 6000 sene kadar önce 120 m yükselterek tektonik olarak aktif olmayan bölgelerde takriben bugünkü seviyesine getirdiği genelde kabul gören bir yaklaşımdır. Buna karşın buzullardaki erimenin etkisinin çok daha fazla olduğunu savunan kimi araştırmacılar (Lambeck ve Purcell, 2005) deniz seviyesi değişimlerinin glasyo-östatik etkisinin hala devam ettiğini öne sürmektedirler. Tektonik etkinin olmadığı kabul edildiği takdirde Lambeck ve Purcell (2005) modeli Türkiye'nin güney sahillerinde son 2000 senede 40 cm, son 6000 senede ise 2-3 m'yi bulan bir deniz seviyesi yükselimi olması gerektiğini belirtmektedir. Buna karşın çalışma alanımız boyunca gözlemlenen metre boyutundaki (-4 m ile 3 m arası) deniz seviyesi değişimlerine ait jeomorfolojik veriler glasyo-östatik etkinin hala devam ettiği varsayılabilir. Ancak kanımızca ancak yoğun bir tektonik aktivite ile açıklanabilir.

Çalışma alanı boyunca birçok yerde ve değişik seviyelerde gözlenen yalıtışları,

arkeolojik yapılar ve dalga aşındırma ve oygu izleri daha önce de belirtildiği gibi tektonik aktiviteler sonucu bugünkü konumlarına gelmişlerdir. Çalışma alanı haricinde örneğin Yunan adalarından Mikonos-Delos ve Rhene'de denizin -2.5 m kadar altında bulunan yalıtışları M.Ö. 4 yy olarak yaşlandırılmış olup benzer bir yaş aralığı (M.Ö. 659-502) Kemer'de yine benzer derinlikte bulunan yalıtışlarında da gözlenmektedir (Desruelles vd., 2006, 2009; Fouache vd., 2005b). Her iki alan da tektonik olarak farklı konumlarda bulunsalar bile anlaşıldığı kadarı ile birbirine yakın zamanlarda gelişen tektonik aktivitelere maruz kalmışlardır.

Özellikle üçüncü deniz seviyesi sabitlenmesi olarak adlandırdığımız zaman diliminde (M.S. 4-7 yy'lar arası) oluşan yalıtışları ile dalga aşındırma ve oygu izleri sadece çalışma alanımızda değil Doğu Akdeniz'in birçok kesiminde de benzer şekilde tektonik hareketlilik sonucu değişik konumlarda bulunmaktadır. Örneğin Girit adasının güneybatı kıyılarında günümüzden 1550 sene kadar önce gerçekleşen ve 9 m'yi bulan yükselmelere neden olan depremin (Thommeret vd., 1981) Akdeniz'in çeşitli kesimlerinde göçme ve yükselmelere sebep olduğu çeşitli çalışmalarda önerilmiştir (Pirazzoli, 1986; Pirazzoli vd., 1996; Morhange vd., 2006; Stiros, 2001). Bunun yanı sıra Pirazzoli vd., (1994) Yunan adalarından Cephalonia'da M.S. 350-710 yılları ile Zante'de M.S. 200-500 yılları arasında 1 m'ye yakın bir yükselme ve Levkas'da ise M.S. 500-700 yılları arasında geliştiği tahmin edilen bir çökmenin olduğundan bahsetmektedir. M.S. 4. yy'ın ortaları ile M.S. 6.yy'ın ortalarında yoğunlaşan bu "deprem fırtınası" ("*tectonic storm*", Stiros, 2001) Pirazzoli (1986) tarafından Erken Bizans Tektonik Paroksizması (EBTP: *Early Byzantine Tectonic Paroxysm*) olarak

adlandırılmıştır. Kuşadası'nın yakınında bulunan Sisam adasında 2.3 m yüksekliğinde gözlenen dalga aşındırma düzlüğü de Stiros vd., (2000) tarafından aynı döneme yaşılandırılmıştır.

EBTP dönemine atfedilen depremlerin benzerleri sadece Ege Denizi'nde değil Türkiye-Lübnan arasında kalan Levant kıyısı boyunca da gözlenmektedirler (Pirazzoli vd., 1996; Morhange vd., 2006). Türkiye sınırından 10 km kadar güneyde ve Suriye'de bulunan Güvercinkaya'da 0.6 m'de gözlenen bir dalga aşındırma düzlüğündeki vermetidid fosilinden ölçülen ¹⁴C yaşı (günümüzden 1890±55 yıl önce veya M.S. 280-580) da benzer bir zaman aralığındaki tektonik hareketliliğe işaret etmektedir (Fouache ve Dalongeville, 1998). Aynı şekilde Morhange vd., (2006)'nin Lübnan sahillerindeki 0.8± 0.4 m'de bulunan dalga aşındırma yüzeylerinde tespit ettikleri günümüzden 1750-2000 yıl önceki zaman aralığı da EBTP'ya yakın bir zaman aralığına denk gelmektedir. Bir başka çalışma ise Adriyatik kıyılarının kuzeydoğusunun (Hırvatistan) Roma dönemi sonrası tektonik olarak 1.5 m göçtüğünü belirtmektedir (Antonoli vd., 2007). Kanımızca birbirinden tektonik olarak çok farklı konumlarda bulunan bu alanlarda gelişmiş depremleri karşılaştırmak doğru bir yaklaşım değildir. Ancak eldeki deprem verilerinin M.S. 4-6 yy arasında yoğunlaşması yine de ilginç bir gözlemdir.

Bu çalışma kapsamında ilk defa olarak Türkiye'nin Akdeniz kıyılarında çeşitli derinliklerde bulunan yalıtışları ¹⁴C yaş tayinleri, jeomorfolojik, jeolojik ve arkeolojik veriler aracılığıyla birbirleri ile denştirilmiş ve karşılaştırılmıştır. Son 5000 yılda deniz seviyesinde meydana gelen değişimler zaman ve mekan boyutunda ortaya konmuş ve bu

değişimlerin iklimsel ve/veya glasyo-östatik olmasından ziyade tektonik kaynaklı oldukları gözlenmiştir.

EXTENDED SUMMARY

Beachrocks are early carbonate cemented shoreline sedimentary bodies which can be up to 1 m thick and several km long. Because the lithification occurs in intertidal zones and their formation requires vertical stabilization of the shoreline, they can be used in evaluating Holocene sea level change and neotectonic studies. Beachrocks are common features along the Mediterranean coast of Turkey (Figure 1). Up to 3 different generations of beachrocks at different depths can be observed between Finike and the Syrian border. In the study presented here, cements from beachrocks were extracted and two sites were ¹⁴C dated (Table 1 & 2; Figures 8). A mid-Holocene to recent sea level change history is tentatively proposed (Figures 2 & 3; Table 3). According to their positions, the beachrocks and raised shorelines characterized by surf benches and notches of similar ages are geographically subdivided into 5 areas:

I- The westernmost beachrock in Finike Bay and the Roman ruins of Andriake and Batıkşehir that are becomesubmerged -1.5 m to -4 m below sea level after post-Roman earthquakes (Figure 4).

II- Three different layers of beachrocks are found between Finike and Çimtur. The uppermost beachrock indicates sea level stabilization at c. AD 400-700 (Figure 5).

III- The third area stretches from İncekum to the Karataş-Osmaniye Fault Zone. It is the only area where the central axes of the reconstructed intertidal zones have emerged. In

addition, in İncekum surf benches between 0.5 m and 1.2 m are dated as c. AD 200 and 1815 BP - 1545 BP (Kelletat & Kayan, 1983) (Figure 5 & 6).

IV- The southern and northern part of İskenderun Bay limits this area. Two generations of beachrocks, corresponding to two fossil intertidal zones are distinguished here: the first one lies between 0.3 m and -0.8 m (c. AD 400-700) and the second one between -0.7 m and -1.7 m (Figure 6).

V- Although no beachrocks are present along the Levant coast of Turkey down to the Syrian border, two emerged shorelines with erosional notches have been dated as 2500 ± 100 BP (2.9 m) and c. AD 500-600 (0.8 m) by Pirazzoli et al. (1991) (Figure 7). A less obvious third undated notch is also observed at 1.4 m.

As many as four relative sea level positions are recognized in the study area:

1. The earliest sea level (? mid-Holocene) is represented by beachrocks at -3 m (±0.5 m). They are found in Areas II & III. The beachrock in Area I is at a depth of -4 m and also probably belongs to this group (Table 3).

2. The second stabilization of the sea level occurred c. AD 500-700 and is represented by beachrocks at -2 m (±0.5 m). The raised shoreline represented by an erosional notch at 2 m and 3 m near Samandağ (Area V) also belongs to this period (Pirazzoli et al., 1991).

3. The third stabilization of the sea level and the formation of beachrocks at -0.4 m (±0.5 m) as in Kemer (Area II) dates back to c. AD 400-600. The beachrocks that developed at similar elevations in Gözcüler (Area IV) are also contemporaneous. Several Roman ruins (Area I) and notches at 0.8 m (Area V) are all known to

have been raised to their actual positions between c. AD 400-600 (Pirazzoli et al., 1991). Similarly, the surf bench at 0.5 in Area III probably developed between c. AD 200-600 (Kelletat & Kayan, 1983; Desruelles et al., 2009).

4. The sea level reached its present position at the latest after the Selchukid Era (c. AD 1200) and most probably after the Early Byzantine period (c. AD 400-700). After that no significant sea level change is observed.

Our data indicate that the major causes of sea level changes observed along the Turkish Mediterranean coast during the last 5000 years can be attributed to local tectonics rather than to climate and/or glacio-eustasy. Interestingly enough, the third sea level position, dated as c. AD 400-600, coincides well with several other tectonically controlled sea level changes reported all along the Eastern Mediterranean known as Early Byzantine Tectonic Paroxysm (Pirazzoli, 1986). Even though it is impossible to compare earthquakes that occurred in different tectonic contexts, their timing is noteworthy.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma TÜBİTAK (Proje no: 104Y261) ve Ankara Fransız Büyükelçiliği aracılığı ile Fransız Dışişleri Bakanlığı MALRHO programı ve tarafından desteklenmiştir. İncekesitler ve mikroskop çalışmaları Université des Sciences et Technologies-CNRS, Villeneuve d'Ascq, Fransa'da gerçekleştirilmiştir. Deniz suyu ve tatlı su analizlerini yapan Dr. Marc Massault (Université Paris-Sud, Fransa) ve bunları yorumlamamıza yardım eden Dr. Serdar Bayarı (Hacettepe Üniversitesi) ile bu çalışmaya yapıcı eleştirileri ile katkıda bulunan hakemler Dr.

Mustafa Karabıyıkoglu (Van 100. Yıl Üniversitesi) ve Dr. A. Evren Erginal'a (Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi) teşekkür ederiz.

DEĞİNİLEN BELGELER

Akay, E., Uysal, S., Poisson, A., Cravatte, J. & Müller, C., 1985. Antalya Neojen havzasının stratigrafisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 28, 2, 105-119.

Amieux, P., Bernier, P., Dalongeville, R., de Medwecki, V., 1989. Cathodoluminescence of carbonate-cemented Holocene beachrock from the Togo coastline (West Africa): an approach to early diagenesis. Sedimentary Geology, 65, 261-272.

Antonioli, F., Anzidei, M., Lambeck, K., Auriemma, R., Gaddi, D., Furlani, S., Orru, P., Solinas, E., Gaspari, A., Karinja, S., Kovacic, V. & Surace, L. 2007. Sea-level change during the Holocene in Sardinia and in the northeastern Adriatic (central Mediterranean Sea) from archaeological and geomorphological data. Quaternary Science Reviews, 26, 2463-2486.

Avşarcan, B., 1997. Yalıtış oluşumu ile ilgili kuramlar ve Türkiye kıyılarındaki yalıtışlarının bazı özellikleri. İ. Ü. Coğrafya Dergisi, 5, 259-282.

Beaudoin, R., 1954. Géologie des sables alvéolaires de l'Ancien Monde. Bulletin de la Société Géologique de France, Série 6, IV, 571-484.

Beauford, F., 1818. Karamania, or a brief description of Asia Minor and the Remains of Antiquity, R. Hunetr, London.

Bener, M., 1974. Antalya-Gazipaşa Kıyı Kesiminde Yalıtış Oluşumu. İ.Ü. Edebiyat Fak. Yayınları. No: 1758.

Bernier, P., Bonvallot, J., Dalongeville, R. & Prieur, A., 1990. Le beach-rock de Temae (Ile de Moorea-polynésie française): signification géomorphologique et processus diagénétiques. Zeitschrift für Geomorphologie N.F, 34 (4), 435-450.

Bernier, P., Guidi, J.-B. & Bottcher, M.E., 1997. Coastal progradation and very early diagenesis of ultramafic sands as a result of rubble discharge from asbestos excavations (northern Corsica, western Mediterranean). Marine Geology, 144 (13), 163-175.

Bessac, J.-C., 1988. Problems of identification and interpretation of tool marks and ancient marbles and decorative stones. In: Herz, N and Waelkens, M. (eds), Classical Marble, Geochemistry, Technology and Trade.

Bezerra, F.H.R., Amaral, R.F., Lima-Filho, F.P., Ferreira, A.V., Sena, E.S. & Diniz, R.F., 2004. Beachrock fracturing in Brazil. J. Coastal Research, 42, 169-182.

Blackman, D.J., 1982a. Ancient harbours in the Mediterranean, part 1. International Journal of Nautical Archaeology, 11(2), 79-104.

Blackman, D.J., 1982b. Ancient harbours in the Mediterranean, part 2. International Journal of Nautical Archaeology, 11(3), 185-211.

Boulton, S.J. & Robertson, A.H.F., 2007. The Miocene of the Hatay area, S Turkey: Transition from the Arabian passive margin to an underfilled foreland basin related to closure of the Southern Neotethys Ocean. Sedimentary Geology, 198 (1-2), 93-124.

- Brattström, H., 1992. Marine biological investigations in the Bahamas. Littoral zonation at three Bahamian beachrock localities. *Sarsia*, 77, 81-109.
- Bricker, O.P., 1971. Introduction: beachrock and intertidal cement. In: Bricker, O.P. (ed), *Carbonate Cements*. John Hopkins Press, Baltimore, M.D., 1-3.
- Bürger, D., 1990. The travertine complex of Antalya Southwest Turkey. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementary Bulletin*, 77, 25-46.
- Cayeux, L., 1914. Les déplacements de la mer à l'époque historique. *Revue scientifique*, 19, 577-586.
- Chivas, A., Chappell, J., Polach, H., Pillans, B. & Flood, P., 1986. Radiocarbon evidence for the timing and rate of island development, beach-rock formation and phosphatization at Lady Elliot Island, Queensland, Australia. *Marine Geology*, 69, 273-287.
- Çiner, A., Karabıyıköğlü, M., Monod, O., Deynoux, M. & Tuzcu, S., 2008. Late Cenozoic sedimentary evolution of the Antalya Basin, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17, 1-42.
- Cloud Jr., P.E., 1952. Preliminary report on geology and marine environments of Onotoa Atoll, Gilbert Islands. *Atoll Res. Bull.*, 12, 1-73.
- Cooper, J.A.G., 1991. Beachrock formation in low latitudes: implications for coastal evolutionary models. *Marine Geology*, 98 (1), 145-154.
- Dalongeville, R. & Sanlaville, P., 1979. Rivages holocènes de la Turquie méridionale. *Bulletin du Laboratoire Rhodanien de Géomorphologie*, 4-5, 5-15.
- Dalongeville, R. & Sanlaville, P., 1984. Essai de synthèse sur le beach-rock. In: *Le beach-rock, actes du colloque de Lyon*. Travaux de la Maison de l'Orient, 8, De Boccard, Paris, 161-167.
- Desruelles, S., Fouache, E., Dalongeville, R., Çiner, A., Pavlopoulos, K., Koşun, E., Coquinot, Y. & Potdevin, J.-L., 2006. New data on the sea level rise since the mid-Holocene in the East Mediterranean (Greece and Turkey): the submerged beachrock lines. *Colloque SEALAIX'06*. Sea level changes: Records, Processes and Modeling, CEREGE, Giens (France), 25-29 septembre 2006.
- Desruelles, S., Fouache, E., Çiner, A., Dalongeville, R., Pavlopoulos, K., Koşun, E., Coquinot, Y. & Potdevin, J.L., 2009. Beachrocks and sea level changes since Mid-Holocene: Comparison between the insular group of Mykonos-Delos-Rhenia (Cyclades, Greece) and the southern coast of Turkey. *Global and Planetary Change*, 66, 19-33.
- Deynoux, M., Çiner, A., Monod, O., Karabıyıköğlü, M., Manatschal, G. & Tuzcu, S., 2005. Facies architecture and depositional evolution of alluvial fan to fan-delta complexes in the tectonically active Miocene Köprüçay Basin, Isparta Angle, Turkey, in: Kelling, G., Robertson, A.H.F., van Buchem, F. (Eds.), *Cenozoic Sedimentary Basins of South Central Turkey*. *Sedimentary Geology*, 173, 1.4, 315-343.

- Dunham, R.J., 1970. Keystone vugs in carbonate beach deposits. Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol., 45, 845s.
- Easton, W.H., 1974. An unusual inclusion in beachrock. J. Sediment. Petrol. 44, 693-694.
- Emery, K.O., Tracey, J.I.J. & Ladd, H.S.A., 1954. Geology of Bikini and nearby atolls. U.S. Geological Survey Prof. Pap. 260 (260A), 265.
- Erinç, S., 2001. "Jeomorfoloji II" (Güncelleştirilenler T.A. Ertek & C. Güneysu), DER Yay., İstanbul.
- Erol, O., 1963. Observations on Anatolian coastline changes during the Holocene. Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 2, 89-102.
- Erol, O., 1971. Gelibolu Yarımadasında Yalıtış Teşekkülleri. Ankara Üniversitesi Coğrafya Araştırma Dergisi, 3-4, 1-12.
- Erol, O., 1983. Historical changes on the coastline of Turkey. In: C.F.E. Bird & P. Fabbri (eds). Coastal Problems in the Mediterranean Sea, Proc. Symp. Venice, 10-14 May 1982, I.G.U. Comm. on the Coastal Env., 95-108.
- Ertek, T.A., 2001. Sahilköy-Şile Arasındaki Kıyılarda Genç Tektonik Hareketler ve Yalıtış Oluşumu. Türkiye Kuvaterneri Çalıştayı, İTÜ Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü, İstanbul, 24-31.
- Ertek, T.A. & Erginal, A.E., 2003. "Physical properties of beachrocks on the coasts of Gelibolu Peninsula and their contribution to the Quaternary sea level changes. (Gelibolu Yarımadası kıyılarındaki yalıtışlarının fiziksel özellikleri ve Kuaterner deniz seviyesi değişimlerine katkısı). Turkish Journal of Marine Science, 9, 1, 31-49.
- Erginal, A.E., Kıyak, N.G., Bozcu, M., Ertek, A., Güngüneş, H., Sungur, A., & Türker, G., 2008. On the origin and age of the Arıburnu beachrock, Gelibolu Peninsula, Turkey. Turkish Journal Earth Sciences, 17, 803-819.
- Ertek, T.A. & Erginal, A.E., 2005. K.K.T.C. Kıyılarında Yalıtış Oluşumları. TURQUA, Türkiye Kuvaterner Sempozyumu V, 02-03 Haziran 2005, Bildiriler, İ.T.U. Avrasya Yerbilimleri Enst., İstanbul, 71-72.
- Flecker, R., Poisson, A. & Robertson, A.H.F., 2005. Facies and palaeogeographic evidence for the Miocene evolution of the Isparta Angle in its regional eastern Mediterranean context. Sedimentary Geology, 173, 1.4, 277-314.
- Flemming, N.C., 1969. Archaeological evidence for eustatic change of sea level and earth movements in the Western Mediterranean during the last 2000 years. Geological Society of America Special Paper, Boulder, 109, 125s.
- Fouache, É. & Dalongeville, R., 1998. De la nécessaire prise en compte des sédiments dans la connaissance des variations récentes de la ligne de rivage. Exemples d'Aghios Andreas (Grèce) et de Guverdjine Kaya (Syrie). Géomorphologie: relief, processus, environnement, 2, 131-140.
- Fouache, É., Sibella, P. & Dalongeville, R., 1999. Holocene variations of the shoreline between Antalya and Andriake (Turkey).

International Journal of Nautical Archaeology, 28(4), 305-318.

- Fouache, É., Sibella, P. & Dalongeville, R., 2005a. Harbours and Holocene variations of the shoreline between Andriake and Alanya (Turkey). *Méditerranée*, 104, 1.2, 87-94.
- Fouache, E., Desruelles, S., Pavlopoulos, K., Dalongeville, R., Coquinot, Y., Peulvast, J.-P. & Potdevin, J.-L., 2005b. Beachrocks as indicators of Late Holocene sea-level rise in Mykonos, Delos and Rhenia Islands (Cyclades, Greece). *Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementary volume*, 137, 37-43.
- Frankel, E., 1968. Rate of formation of beach rock. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 4, 439-440.
- Ginsburg, R.N., 1953. Beach rock in South Florida. *Journal of Sedimentary Petrology*, 23, 85-92.
- Gischler, E. & Lomando, A.J., 1997. Holocene cemented beach deposits in Belize. *Sedimentary Geology*, 110(3-4), 277-297.
- Goudie, A. 1966. A preliminary examination of the beach conglomerates of Arsuz, South Turkey. *Geographical Articles, Geogr. Depart. Cambridge University* 6, 6-9.
- Hanor, J.S., 1978. Precipitation of beachrock cements: mixing of marine and meteoric waters vs. CO₂ degassing. *Journal of Sedimentary Petrology*, 48, 489-501.
- Heckel, P.H., 1983. Diagenetic model for carbonates rocks in Midcontinent Pennsylvanian eustatic cyclothems. *Journal of Sedimentary Petrology*, 53, 3, 733-759.
- Hopley, D. 1986. Beachrock as a sea-level indicator. In: D. van de Plassche (ed), *Sea Level Research: a manual for the collection and evaluation of data*, Geo Books, Norwich, 157-173.
- Hughen, K.A., Baillie, M.G.L., Bard, E., Beck, A.J.W., Bertrand, C.J.H., Blackwell, P.G., Buck, C.E., Burr, G.S., Cutler, K.B., Damon, P.E., Edwards, R.L., Fairbanks, R.G., Friedrich, M., Guilderson, T.P., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Bronk Ramsey, C., Reimer, P.J., Reimer, R.W., Remmele, S., Southon, J.R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F.W., van der Plicht & J., Weyhenmeyer, C.E., 2004. MARINE04 marine Radiocarbon age calibration 26-0 ka BP. *Radiocarbon*, 46, 1059-1086.
- İnandık, H., 1971. *Deniz ve Kıyı Coğrafyası. I. Ü. Coğrafya Enst. Yayın.*, 47.
- Karabıykoğlu, M., Çiner, A., Monod, O., Deynoux, M., Tuzcu, S. & Örcen, S., 2000. Tectono-sedimentary evolution of the Miocene Manavgat Basin, Western Taurids, Turkey, in: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.A.D. (Eds.), *Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area*. Geological Society of London Special Publication, 173, 271-294.
- Kayan, İ., 1988. Late Holocene sea-level changes on the Western Anatolian coast. In: *Quaternary Coastal Changes*. P.A. Pirazzoli, & D.B. Scott (eds.). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 68, 205-218.
- Kayan, İ. 1993. Kuvaterner çalışmalarına İznik Gölü örneği. *Türkiye Kuvaterneri, İTÜ, Maden Fak. Jeoloji Mük.Böl. TÜBİTAK-GloteK*, 8-11.

- Kelletat, D., 1975. Eine eustatische Kurve für das jüngere Holozän, konstruiert nach Zeugnissen früherer Meeresspiegelstände im östlichen Mittelmeergebiet. *Neue Jahrbücher für Geologie und Paläontologie*, 6, 360-374.
- Kelletat, D., 2006. Beachrock as sea-level indicator? Remarks from a geomorphological point of view. *J. Coastal Research*. 22 (6), 1555-1564.
- Kelletat, D. & Kayan, İ., 1983. Alanya batısındaki kıyılarda ilk 14C tarihlendirmelerinin ışığında Geç Holosen tektonik hareketleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 26, 83-87.
- Kneale, D. & Viles, H.A., 2000. Beach cement: incipient CaCO₃ cemented beachrock development in the upper intertidal zone, North Uist, Scotland. *Sedimentary Geology*, 132, 165-170.
- Koşun, E., Sarıgül, A., ve Varol, B. 2005. Antalya Tufalarının Litofasiyes Özellikleri. *MTA Dergisi*, 130, 57-70.
- Laborel, J. & Laborel-Deguen, F., 1994. Biological indicators of relative sea-level variations and co-seismic displacements in the Mediterranean region. *J. Coastal Research*, 10, 395-415.
- Lambeck, K., 2005. External Geophysics, climate and environment (Climate). Sea-level change through the last glacial cycle: geophysical, glaciological and palaeogeographic consequences. *C. R. Geoscience*, 336 (2004) 677-689
- Lambeck, K., 2002. Sea level change from mid Holocene to Recent time: an Australian example with global implications. In: *Ice Sheets, Sea Level and the Dynamic Earth*, Geodynamics Series, 29. American Geophysical Union, Washington, DC, 33-50.
- Lambeck, K. & Purcell, A., 2005. Sea level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas. *Quaternary Science Reviews*, 24, 1969-1988.
- Longman, M. W., 1980. Carbonate diagenetic textures from nearsurface diagenetic environments. *Bulletin of the American Assoc. of Petroleum Geologists*, 64, 461-487.
- Mater, B, Turoğlu, H., Uludağ, M., Yıldırım, C. & Cürebal, I., 2001. Manyas ve Uluabat Göllerinin Kuaternerdeki Evrimi ve Sonuçları: I.Ü. Araştırma Fonu Proje No:1186/070998, İstanbul.
- Matthews, R.K., 1971. Diagenetic environments of possible importance to the exploration of cementation fabric in subaerially exposed carbonate sediments. In: Bricker, O.P. (Ed.), *Carbonate Cements*. Johns Hopkins Press, Baltimore, 127-132.
- Maxwell, W.G.H., 1962. Lithification of carbonate sediments in the Heron Island Reef, Great Barrier Reef. *J. Geol. Soc. Aust.*, 8, 217-238.
- Meriç, E., Yanko, V. & Avşar, N., 1995. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin foraminifer faunası. İzmit Körfezi Kuvaterner istifi (Ed. E. Meriç), 105-151.
- Meyers, J.H., 1987. Marine vadose cementation by cryptocrystalline magnesian calcite -

- Maui, Hawaii. *J. Sedimentary Petrology*, 57, 558-570.
- Milliman, J.D. 1974. *Marine Carbonates*. Springer-Verlag, Berlin, 375s.
- Moore, C.H., 1973. Intertidal carbonate cementation Grand Cayman, West Indies. *J. Sedimentary Petrology* 43, 591-602.
- Morhange, C., Pirazzoli, P.A., Marriner, N., Montaggioni, L. & Nammour, T., 2006. Late Holocene relative sea-level changes in Lebanon, Eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 230, 99-114.
- Nakada, M. & Lambeck, K., 1988. The melting history of the late Pleistocene Antarctic ice sheet. *Nature*, 333, 36-40.
- Négris, P., 1903. Régression et transgression de la mer depuis l'époque glaciaire jusqu'à nos jours. *Revue Universitaire des Mines*, 3, 249-281.
- Nesteroff, W.D., 1956. Le substratum organique dans les dépôts calcaires; sa signification. *Bull. Soc. Geol. France*, 6, 381-389.
- Neumeier, U., 1998. Le rôle de l'activité microbienne dans la cimentation précoce des beachrocks (sédiments intertidaux). *Terra environ.*, 12, 1-183.
- Neumeier, U., 1999. Experimental modelling of beachrock cementation under microbial influence. *Sedimentary Geology*, 126 (1-4), 35-46.
- Okay, A. & Özgül, N., 1984. HP-LT metamorphism and the structure of Alanya Massif, in: Dixon, J.E., Robertson, A.H.F. (Eds.), *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*. Geological Society of London Special Publication, 17, 429-440.
- Pentecost, A. & Riding, R., 1986. Calcification in cyanobacteria. In: Riding, R. (Ed.), *Biomining in Lower Plants and Animals*.
- Pirazzoli, P.A., 1986. The Early Byzantine Tectonic Paroxysm. *Z. Geomorphol., Suppl.*, 62, 31-49.
- Pirazzoli, P.A., Laborel, P., J., Saliege, J.F., Erol, O., Kayan, İ. & Person, A., 1991. Holocene raised shorelines on the Hatay coasts (Turkey): Palaeoecological and tectonic implications, *Marine Geology*, 96, 295-311.
- Pirazzoli, P.A., Stiros, S.C., Laborel, J., Laborel-Deguen, F., Arnold, M., Papageorgiou, S. & Morhange, C., 1994. Late Holocene shoreline changes related to palaeoseismic events in the Ionian Islands (Greece). *Holocene*, 4, 397-405.
- Pirazzoli, P. A., Laborel, J. & Stiros, S. C., 1996. Earthquake clustering in the Eastern Mediterranean during historical times. *J. Geophys. Research*, 101 (B3), 6083-6097.
- Pirazzoli, P.A., 2005. A review of possible eustatic, isostatic and tectonic contributions in eight late-Holocene relative sea level histories from the Mediterranean area. *Quaternary Science Reviews*, 24, 18-19, 1989-2001.
- Poisson, A. 1977. *Recherches géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie)*. Ph.D. thesis, Université Paris Sud-Orsay, 795s (yayınlanmamış).
- Poisson, A., Wernli, R., Sağular, E.K. & Temiz, H., 2003. New data concerning the age of the Aksu Thrust in the south of the Aksu valley, Isparta Angle (SW Turkey):

- consequences for the Antalya Basin and the Eastern Mediterranean. *Geological Journal*, 38, 311-327.
- Purser, B.H., 1980. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents, tome 1. Editions Technip, Paris, 366 s.
- Rey, D., Rubio, B., Bernabeu, A.M. & Vilas, F., 2004. Formation, exposure, and evolution of a high-latitude beachrock in the intertidal zone of the Corrubedo complex (Ria de Arousa, Galicia, NW Spain). *Sedimentary Geology* 169 (1-2), 93-105.
- Robertson, A.H.F., 2000. Mesozoic-Tertiary tectonic-sedimentary evolution of a south Tethyan oceanic basin and its margins in southern Turkey, in: Bozkurt, E., Winchester, J.A., Piper, J.A.D. (Eds.), *Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area*. Geological Society of London Special Publication, 173, 97-138.
- Russell, R.J., 1959. Caribbean beach rock observation. *Zeitschrift für Geomorphol.*, 3, 227-236.
- Şafak, Ü., Kelling, G., Gökçen, N. & Gürbüz, K., 2005. The mid-Cenozoic succession and evolution of the Mut Basin, southern Turkey, and its regional significance. *Sedimentary Geology*, 173 (1-4), 121-150.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. & Kuşçu, İ., 1992. Türkiye diri fay haritası. MTA yayını, Ankara
- Sanlaville, P., 1977. Étude géomorphologique de la région littorale du Liban. Thèse doctorat d'État, Université de Brest, Publ. Univ. Libanaise, Beyrouth, 2, 859 s.
- Sanlaville, P., Dalongeville, R., Bernier, P. & Evin, J., 1997. The Syrian coast: a model of Holocene coastal evolution. *J. Coastal Research*, 13 (2), 385-396.
- Schmalz, R.F., 1971. Formation of beachrock at Eniwetok Atoll. In: Bricker, O.P. (Ed.), *Carbonate Cements*. Johns Hopkins Press, Baltimore, 17-24.
- Spratt, T. & Forbes, E., 1847. *Travels in Lycia, Milas and the Cibyratis*, II-John van Voorst, Paternoster Row, London.
- Stiros, S.C., 2001. The AD 365 Crete earthquake and possible seismic clustering during the fourth to sixth centuries in the Eastern Mediterranean: a review of historical and archaeological data. *J. Structural Geology*, 23, 545-562.
- Stiros, S.C., Laborel, J., Laborel-Deguen, F., Papageorgiou, S. Evin, J. & Pirazzoli P.A., 2000. Seismic coastal uplift in a region of subsidence: Holocene raised shorelines of Samos Island, Aegean Sea, Greece, *Marine Geology*, 170, 41-58.
- Taillefer, F., 1964. Morphologie littorale et grès de plage à Viranşehir près de Mersin (Turquie). *Revue géographique de l'Est*, 4, 393-398.
- Thommeret, Y., Thommeret, J., Laborel, J., Montaggioni, L. F. & Pirazzoli, P. A., 1981. Late Holocene shoreline changes and seismo-tectonic displacements in Western Crete (Greece): *Zeitschr. f. Geomorph.*, N.F, Suppl. Bd., 40, 127-149.
- Vieira, M.M. & Ros, L.F.D., 2007. Cementation patterns and genetic implications of Holocene beachrocks from northeastern Brazil. *Sedimentary Geology*, 192 (3-4), 207-230.

- Vousdoukas, M.I., Velegrakis, A.F. & Plomaritis, T.A., 2007. Beachrock occurrence, characteristics, formation mechanisms and impacts. *Earth Science Review.*, 85, 23-46.
- Webb, G.E., Jell, J.S., Baker, J.C., 1999. Cryptic intertidal microbialites in beachrock, Heron Island, Great Barrier Reef: implications for the origin of microcrystalline beachrock cement. *Sedimentary Geology*, 126, 317-334.
- Yaltırak, C., Sakıncı, M., Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Galleb, B., Ülgen, U.B., 2002. Late Pleistocene uplift history along the outwestern Marmara Sea determined from raised coastal deposits and global sea-level variations. *Marine Geology*, 190 (1-2), 283-305.
- Yetiş, C., Kelling, G., Gökçen, S.L. & Baroz, F., 1995. A revised stratigraphic frame for later Cenezoic sequences in the northeastern Mediterranean region. *Geologische Rundschau*, 84, 794-812.
-
- Makale Geliş Tarihi : 18 Haziran 2009
Kabul Tarihi : 22 Eylül 2009
- Received* : June 18, 2009
Accepted : September 22, 2009