

YALITAŞI OLUŐUMUYLA İLGİLİ KURAMLAR VE TÜRKiYE KİYİLARINDAKİ YALITAŞLARININ BAZI ÖZELLİKLERİ

*Bora Avşarcan**

Giriő :

Yalıtaşı terimi, dar anlamda, tropikal ve subtropikal, daha kısıtlı olarak da ılıman bölgelerin kıyılarında yer alan gevşek depoların kireçli bir çimento ile tutturulması sonucu meydana gelen kumtaşı veya çakıtaőı özelliğindeki yeni oluşuklar için kullanılmaktadır. Bunların doğal oluşum ortamı, gel-git genliğinin fazla olduğu kıyılarda kabaca gel-gitarası kuőak, Akdeniz gibi gel-gitin önemsiz (ort. 30cm) olduğu kıyılarda ise ortalama deniz düzeyi veya her iki durum için de dalga serpintisinin erişebildiği biraz daha yüksek kesimdir. Bu kesim, başka kelimelerle, kıyı bölgesinin zaman zaman denizle örtülen kısmı, yani ön ve art kıyı adı altında tanınan kesimlerine karşılık gelen kuőaktır. Bu kuőağın genişliği, bir yandan kıyı profiline, bir yandan da deniz düzeyinde çeşitli nedenlerle düşey doğrultuda meydana gelebilecek oynamaların genliğine bağlı olarak bir kıyıdan diğerine farklılık gösterir.

Bu kuőak aynı zamanda karasal ve denizsel ortamlar arasında bir geçiő kuőađı konumunda olduğu için yalıtaşı oluşukları bu farklı ortamlara ait etken ve süreçlerin izlerini taşırlar. Daha sonra değinileceği üzere, yalıtaşı oluşumunu inceleyen araőtırcılar arasında belki de bu nedenle geniş görüş ayrılıkları belirmiőtir. Öte yandan, bu oluşukların yukarıda belirtilen sınırlar dıőına taőmıő bir konumda gözlenmeleri, deniz düzeyi dalgalanmalarını araőtıranlar için özendirici bir neden olmuőtur.

* Dr. Bora Avşarcan, Coğrafya Bölümü, Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi.

Yalıtaşı oluşumu üzerine yapılan çalışmalar gözden geçirildiğinde bazı ilginç sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Bu konuda dünya ölçüsünde yaptığı araştırmalarla tanınan Russell, McIntire ile birlikte çıkardıkları «Southern Hemisphere Beach Rock» isimli yazılarında (1965), Charles Darwin'in Brezilya kıyılarına ait ve yalıtaşı tanımına uygun gözlemlerinin de yer aldığı 1841 tarihli raporunu, bu konuda yapılmış ilk araştırma olduğunu ileri sürmektedir. Yine, bu konuda Yunanistan kıyılarında yaptığı çalışmalarla tanınan Higgins, «The Encyclopedia of Geomorphology»ye (Fairbridge, 1968) yazdığı «Beachrock» maddesinde, Kaptan Moresby'nin Maldiv Adaları kıyılarında yalıtaşı tanımlanmasına uygun oluşuklarla ilgili 1853 tarihli raporunu, bu konudaki araştırmaların çok eskilere uzandığını vurgulamak için örnek olarak göstermektedir. Yalıtaşlarına dolaylı da olsa değinen eski çalışmaları çoğaltmak olanaklıdır. 19. Yüzyılın ortalarından 20. yüzyılın başlarına kadar yapılan, hemen hepsinin tropikal bölgelerde keşif gezisi niteliğindeki incelemelerden bu konuya değinenlerin oldukça eksiksiz bir listesi Russell'in yukarıda belirtilen yazısında yer almaktadır. Öte yandan, Anadolu kıyılarında yapılan incelemelere ait literatürün taranması başka bir gerçeği ortaya koymaktadır. Özellikle denizciler ve arkeologlarca iyi bilinen Amiral Francis Beaufort, 1811-1812 yılları arasında gerçekleştirdiği çalışmalarını topladığı «Karamania, or a brief description of the Southern Coast of Asia Minor and of the Remains of Antiquity»'sinde Yalıtaşlarından «Petri-fied Beach» şeklinde bahsetmiştir (1818). Araştırmacı, bu oluşukları gözlediği Datça Yarımadası'ndan Gazipaşa kıyılarına kadar bir çok yeri isim vererek sıralamış ve özellikle Gazipaşa civarında geniş bir yayılıma sahip olan yalıtaşlarının, oluşum süreçleriyle ilgilenenler için bulunmaz bir fırsat olduğunu vurgulamıştır. Araştırmacı, bunların oluşumlarını, kıyı gerisindeki kalker ve marn yapılı araziye yaran derelerin sularından türeyen kireçli sulara bağlamıştır. Yukarıda verilen bilgilerin ışığı altında, Beaufort'un incelemesi, Türkiye kıyılarındaki yalıtaşı ile ilgili çalışmaların ilki olduğu gibi olasılıkla, dünya literatürüne giren ilk araştırma olarak gözükmektedir.

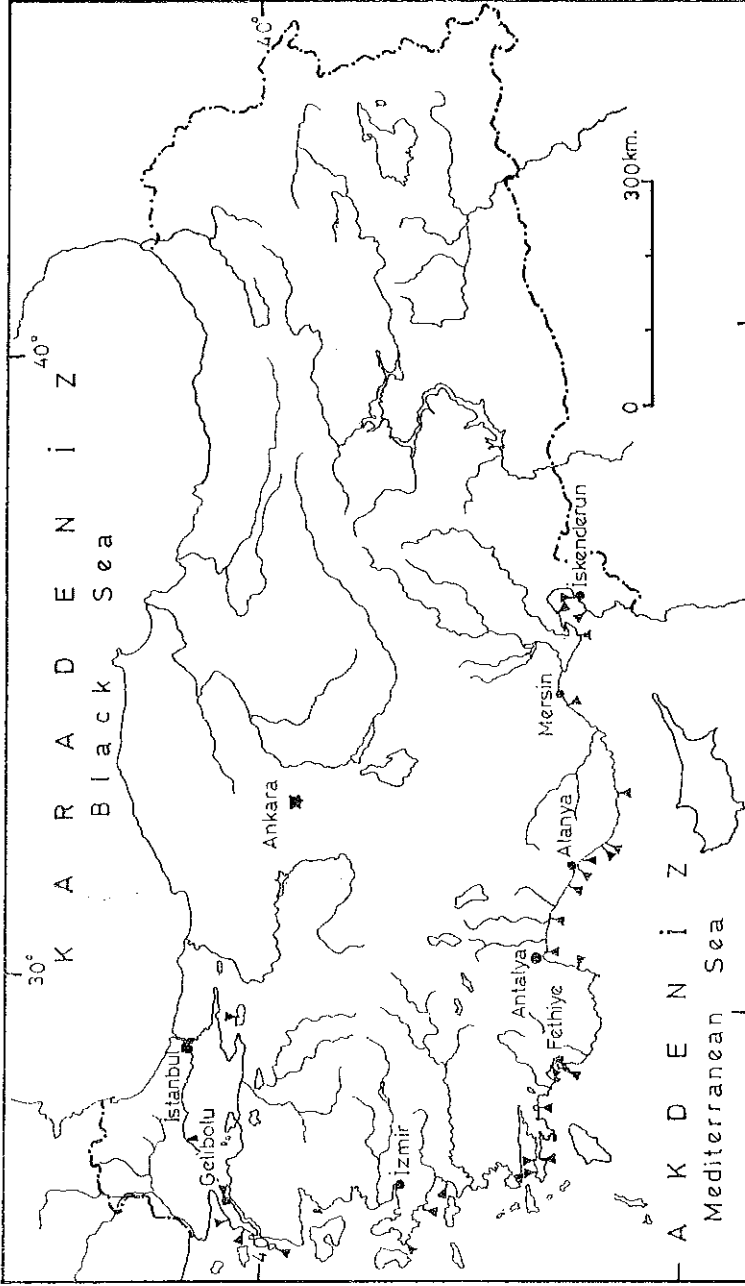
Yine Akdeniz'in Teke kıyılarındaki yalıtaşları ile ilgili gözlemleri de içeren bir diğer eski çalışma Spratt ve Forbes'a aittir

(1847). Araştırmacılar 1840-1842 yılları arasında yaptıkları çalışmalarını, iki cilt halinde, «Travels in Lycia, Milyas, and the Cibyratis» adı altında yayımlamışlardır. İkinci ciltte, bu oluşukları, Beaufort gibi, «Petrified Beach» şeklinde tanımlayarak bunların, kıyıdaki çakılların arasından süzülen suların içerdiği kirecin çökmesi ile oluştuklarını belirtmişlerdir.

Görüldüğü gibi, yalıtalarının Türkiye kıyılarındaki varlığının dikkati çekişi 19. yüzyılın başlarına kadar geriye gitmektedir. Ancak, bu oluşukların modern anlamda ele alınıp incelenmesi çok yakın sayılabilecek bir geçmişte gerçekleşebilmiştir. Bunlardan ilk ikisi yine yabancı araştırmacılara, Taillefer (1964) ve Goudie'ye (1966) aittir. Taillefer, Mersin'in batısında Mezitli Köyü civarında Viranşehir adıyla anılan antik Pompeipolis'in, Goudie ise İskenderun Körfezi'nin güney kıyılarında yer alan Uluçınar'ın (Arsuz) yalıtalarını, pek ayrıntıya girmeden, incelemişlerdir. Daha sonra yapılan kıyı jeomorfolojii çalışmalarında konunun önemi anlaşılacak yalıtaları ile ilgili bölümler de içeren bazı yayınlar ortaya çıkmıştır. Bunlar arasından, İnandık (1967, 1971), Erinç (1968, 1971, 1973), Bener (1970, 1974), Erol (1972, 1983, 1989, 1992), Mülazımoglu (1979), Kayan (1985, 1987, 1988a, 1988b, 1993) ve Avşarcan'ın (1991) çalışmaları sayılabilir. Bu araştırmalar içinde konusu doğrudan yalıtası olması nedeniyle Bener'in çalışması özellikle belirtilmesi gerekir. Araştırmacı, Antalya-Gazipaşa arasındaki kıyı şeridinde yalıtası oluşumunu etkileyebileceğini düşündüğü koşulları ayrıntılı olarak incelemiştir.

Dağılımları ve bulunuş durumları

Yalıtası oluşukları, Türkiye'nin Akdeniz, Ege ve Marmara kıyılarında, güneydoğuda İskenderun Körfezi'nden kuzeybatıda Sarcos Körfezi, Gelibolu ve Tekirdağ'a kadar uzanan uzun bir kıyı şeridi boyunca, bazan yoğun bazan da seyrek lekeler halinde bir dağılım şekli sergilemektedir (Şekil 1). Bu dağılımda oluşum bakımından belirgin bir düzen saptanamamaktadır. Bunların gözleendiği kesimlerde hem kıyının hem de ardülkenin niteliklerinin pek o kadar belirleyici oldukları sanılmamaktadır. Yani, yalıtaları geniş kıyı ovalarının plajlarında oluşabilecekleri gibi dik, falezli ki-



Şekil 1 — Türkiye kıyılarında yalıtılmış gözlendiği başlıca yerler.

yıllarda da gözlenmektedir. Öte yandan ardülkenin kalker yapılı olup olmaması önemli değildir.

Türkiye’de yalıtışı oluşukları sadece deniz kıyılarında gözlenmemekte, İznik Gölü gibi tatlısu ortamında da şaşırtıcı bir biçimde ortaya çıkmaktadır.

Yalıtışlarının Türkiye’deki örneklerinin bulunuş durumları diğer sıcak deniz kıyılarındakilerden pek farklı bir görünümde değildir. Bu oluşuklar kıyılarımızda tabaka benzeri, örneğin beton bir plakayı andıran, bir yapı sergilerler (Foto 1). Bunlar tek bir

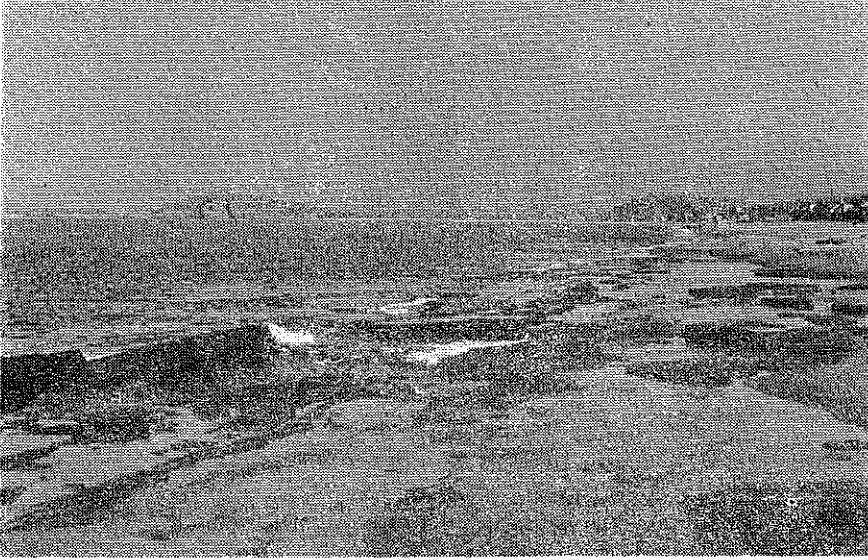


Foto 1 — Yalıtışlarının plakalar geklinde tipik yüzlenmeleri. Kıyıda yataya yakın, denize doğru hafif eğimlidir. Resmin sol tarafında gevşek malzemenin alttan oyulması sonucu plakalar çarpılmıştır (Fethiye Körfezi).

plakadan oluşabilecekleri gibi üst üste birkaç plaka dizisinden de meydana gelebilirler. Kıyılarımızda gel-git genliğinin önemsiz olmasından her bir plakanın kalınlığı 5-30 cm arasındadır. Bu plakalar hafif bir eğimle denize doğru dalarlar. Doğal durumları bozulmamış olanlarında bu eğimin değeri, kıyılarımızda 2-7° arasında değişmektedir. Bunların ilksel yüzeyleri, genelde, yalıtışını oluşturan kıyı deposunun stratifikasyonundan daha basıktır. Bu ne-

denle yalıtışı plakalarının yüzeyleri abrazyon yüzeyi görünümünü andırır. Bununla beraber, dalga erozyonu sonucu yalıtışının içindeki iri tanelerin de kesildiği gerçek abrazyon yüzeylerinin oluşması nadir bir olay değildir. Ayrıca bu yüzeylerde çeşitli köklerdeki erime ve aşınma süreçleri (mekanik, biyolojik ve kimyasal) sonucu oluşmuş mikroküsta, mikrokarst, çukur ve kanal gibi ilginç şekiller sıkça izlenebilir (Foto 2).

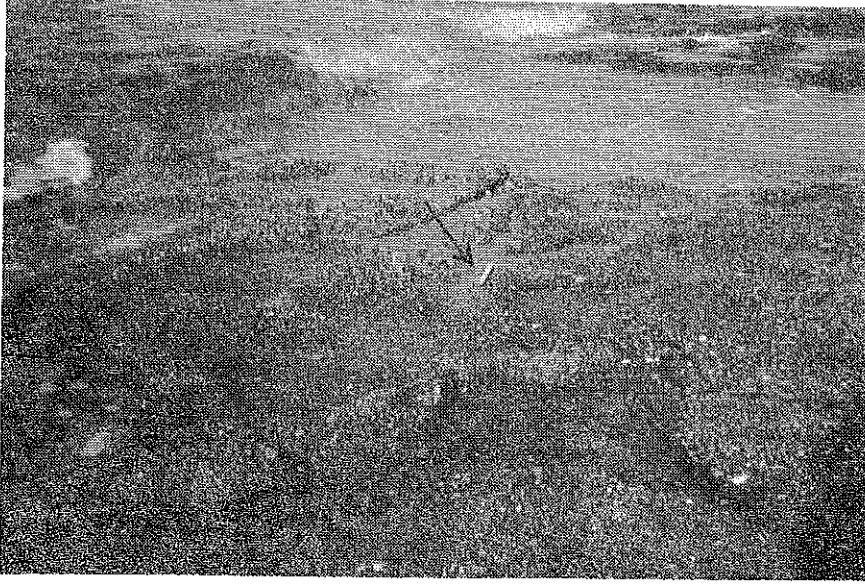


Foto 2 — Yalıtışlarının üzerindeki gevşek kum-çakıl örtüsünün sıyrılmasından sonra kimyasal, biyolojik ve mekanik süreçler sonucu oluşan erozyon çukurları (Side batısı). Ölçek olarak konulan kalem 13cm uzunluğundadır

Yalıtışı tabakalarının doğrultuları kabaca kıyı çizgisine paralel olduklarından, özellikle birkaç tabaka serisinden meydana gelenleri, kıyı boyunca birbiri ardışına dizilmiş şeritler halinde uzanırlar. Bunlar gerileyen, bir kıyı çizgisi boyunca tekrarlanan yalıtışı oluşumu olarak açıklanabilir. Bunların üzerinde yapılacak ayrıntılı bir çalışma, eski kıyı çizgisinin rekonstrüksiyonunda yardımcı olabilir.

Genel olarak yalıtışlarının kıyıdağı gevşek örtünün altından ortaya çıkışı, dalga erozyonunun etkili olduğu gerileyen kıyıları

da gerçekleşir. Buralarda yeralan yalıtışı tabakaları, alttaki gevşek malzemenin dalgaların etkisiyle oyulması sonucu, bunların çapıldıkları, kırıldıkları ve hatta deniz dibine doğru kaydıkları sıkça gözlenir. Bu durum Türkiye kıyılarında çok rastlanan bir olaydır. Örneğin Gazipaşa ile Antalya arasındaki kıyı şeridinde yer yer deniz düzeyinden 2 m aşağıda parçalanmış ve çarpılmış yalıtışı blokları yer almaktadır. Bener (1974) bunların bugünkü konumlarını genç tektoniğe bağlamaktaysa da dalga etkisi olasılığı da düşünülebilir. Bu durumun bir diğer benzeri de Ege'de, Sığacık Körfezi'nin doğu kıyılarında, Doğanbey Köyü civarının kıyı kesiminde gözlenmektedir. Burada beton bir plaka gibi 2-3° lik bir açıyla denize doğru uzanan büyük bir yalıtışı bloğu, hemen önünde kırık bir parçası ve denizin 5-6 m dibinde parçalanmış, çarpılarak dikilmiş diğer parçaları yer almaktadır.

Petrografik Özellikleri :

Yalıtışını oluşturan malzeme, tane boyutu bakımından, ince kumdan büyük bloklara kadar geniş bir sınıf aralığını kapsar. İri taneler çok kez bu oluşuğun çatısını kurarken inceleri bunlar arasındaki boşluğu çimento ile birlikte doldurarak matriks görevi üstlenirler. Litolojik açıdan, baskın tane boyutuna göre, ince kumtaşı, kaba kumtaşı veya çakıltası özelliği taşıyabilirler (Foto 3). Ancak sadece mil veya kil boyutunda tanelerden oluşmuş yalıtışı bilinmemektedir. Mineralojik bakımdan, yalıtışını oluşturan taneler, türedikleri kayaç cinsine göre, çok çeşitli özellikte olabilirler. Türkiye gibi adeta bir kayaç müzesini andıran bir ülkede, yalıtışları, kalker çakılından peridotit çakılına, kuvars kumundan kavkı kumuna kadar, hemen herçeşit kayaç kırıntısı içerebilirler. Ayrıca yapısına, bunların daha yaşlı olanlarının parçaları girebileceği gibi eski çanak-çömlek kırıkları, antik yapı elemanları da katılabilir. Kısaca, yalıtışlarının petrografik yapısı, içinde oluştukları kıyı deposu ile hemen hemen özdeştir.

Yalıtışlarının çimentosu kural olarak kalker bileşimindedir. Bununla beraber araştırmacılar arasında çimentonun mineralojik yapısı ile ilgili olarak bazı görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Bunlardan, Emery ve Cox (1956), Kaye (1959), Russell (1959, 1962),

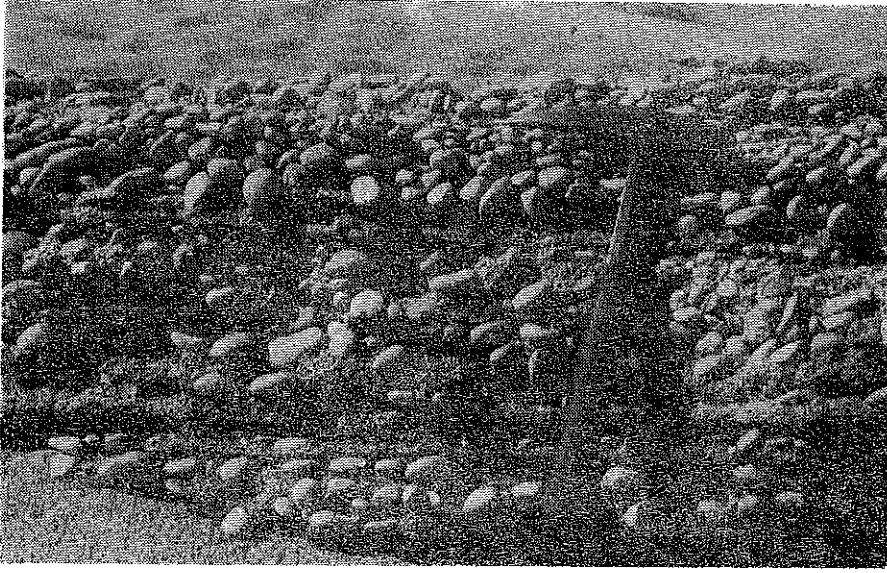


Foto 3 — Bir yalıtışı plakasının yakından görünüşü (Belceğiz Koyu, GB Anadolu). Bu örnekte kıyı deposunun stratifikasyonu çok iyi korunmuş olup malzeme, denizsel ve tekrar işlenmiş akarsu çakıllarıyla iri kumların karışımından oluşmuştur. Çekic sapı 30cm.

Russell ve McIntire (1965) ve Boekschoten (1963) yalıtışı çimentosunun kalsit olduğunu ileri sürmektedirler. Buna karşın, Daly (1920), Ginsburg (1953), Illing (1954), Rusnak (1960), Friedman (1964), Multer (1971), Moore ve Billings (1971) aragonitin ilksel çimento olduğunu savunmaktadırlar. Aynı şekilde, çimentonun hem aragonit hem de magnezyum oranı yüksek kalsit ($MgCO_3$, % 10-14 mol) olabileceği pek çok araştırmacı tarafından desteklenmektedir (Stoddart ve Cann, 1965; Taylor ve Illing, 1969, 1971; Tietz ve Müller, 1971; Moore, 1971; Friedman ve Gavish, 1971; Schmalz, 1971; Ebanks, 1975; Scoffin ve McLean, 1978). Diğer taraftan, Ranson (1965), çimentonun zamanla aragonitten kalsite ve amorf $CaCO_3$ dönüşebileceği düşüncesindedir. Taylor ve Illing (1969) magnezyumlu kalsitin aragonitin bir değişim ürünü olabileceğini; Stoddart ve Cann (1965) ise iki aşamalı bir çimentolanma sürecini varsayarak ilksel bağlanmanın aragonitle, sonra da boşlukların kalsitle doldurulacağını ileri sürmüşlerdir. Bu sonucu

araştırıcılar, normal koşullarda imento olarak, tatlı sudan kalsitin, deniz suyu gibi iyon yoğunluğu yüksek olan tuzlu sudan ise aragonitin okeleceğini vurgulamaktadırlar. Türkiye kıyılarının çeşitli kesimlerinden alınan yaıtası örneklerine önce boyama teknikleri uygulanmış, daha sonra elektron mikroprobu ve X-ışını difraktometresi ile analizleri yapılmıştır. Sonuçta bu örneklerin hepsinde de imento olarak magnezyum oranı yüksek kalsit saptanmıştır (Foto 4). Kalsitin yapısına giren $MgCO_3$ 'ın oranı, örnekten örneğe, hatta aynı örnekte bile bazı sapmalar olmakla birlikte, molekül % si 12-14 civarındadır. Bu sonuç diğer Akdeniz lkelerinin kıyılarında yapılan incelemelerin sonuçlarıyla da uyumludur (rn. Gavishi ve Friedman, 1969; Alexandersson, 1969, 1972; Friedman ve Gavish, 1971; Kellatat, 1975, 1979). Diğer taraftan gel-git arası kuşağın üstünde yeralan bazı yaıtası örneklerinde magnezyum oranı düşük kalsit kristalleri de gözlemiştir. Bunlar ikincil olarak boşluk dolgusu şeklinde olup rekristalize bir özellik taşırlar. Bu durum sözkonusu yaıtası bloklarının karasal koşulların etkisi altında kalmasıyla açıklanabilir.

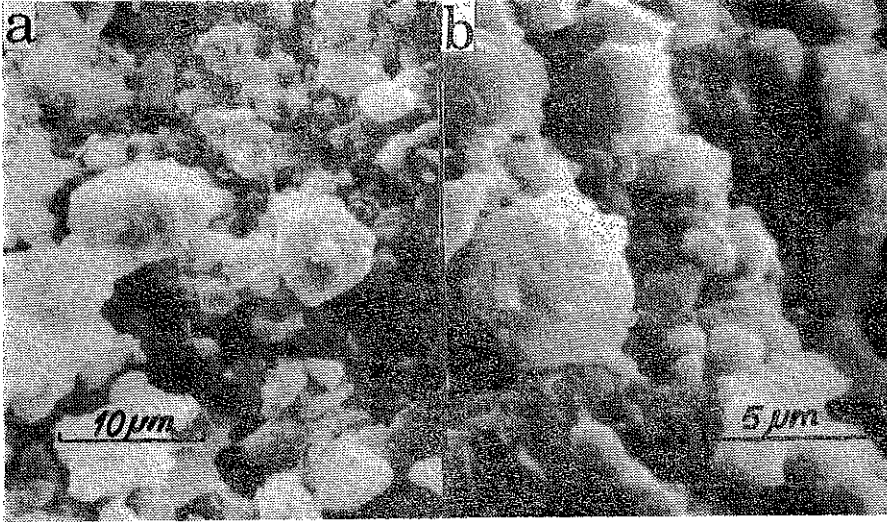


Foto 4 — Yaıtası imentosunun elektron mikroprobu ile elde edilmiş mikrofotozu, a) Side civarındaki yaıtalarına ait (1800 kere büyütülmüş), b) Belceğiz Koyu'ndakilere ait (4000 kere büyütülmüş).

Yalıtışı Oluşumu :

Yalıtışı oluşumu üzerine çok sayıda araştırma bulunmasına karşın, bunların çimentolaşmalarını sağlayan ortam koşulları ile ilgili tartışmalar hala sürmektedir. Bu konuda gerçekten akla yatkın birkaç kuram (teori) ileri sürülmüştür. Toplu özet bilgi için şu yazarların eserlerine başvurulabilir : Ginsburg (1953), Kaye (1959), Guilcher (1961), Russell (1962) Stoddart ve Cann (1965), Higgins (1968), Bricker (1971), Bathurst (1975), Scaffin ve Stoddart (1983), Dalongeville (1984), ve Hopley (1986).

Yalıtışı oluşumu ile ilgili kuramlar 4 ana grup halinde toplanabilir :

- 1) Buharlaşan yeraltı suyundan fiziko-kimyasal çökeltme,
- 2) Buharlaşan deniz suyundan fiziko-kimyasal çökeltme,
- 3) Yeraltı suyu ile deniz suyunun karışmasından fiziko-kimyasal çökeltme,
- 4) Biyolojik etkinliğin doğrudan veya dolaylı denetimi altında çökeltme.

1 — Buharlaşan yeraltı suyundan fiziko-kimyasal çökeltme :

Gözlem niteliğindeki incelemelerle eskiden beri bilinen (örn. Beaufort, 1818; Sparr ve Forbes, 1847; Lyell, 1853) ve ileri sürülen bu fikir, Kuenen'in (1953), özellikle Russell'in (1959, 1962, 1963, 1965) katkılarıyla yalıtışı oluşumunu açıklayan kuramlardan biri haline gelmiştir. Bu konu Erinç (1972) tarafından da ayrıntılı olarak işlenmiştir.

Başka kelimelerle, yeraltı suyundan inorganik çökeltme şeklinde de ifade edilebilecek bu görüşe göre; yalıtışına yolaçan çimentolaşma için kireççe zengin bir yeraltı suyunun varlığı esas nedendir. Bunun için ardükenin kalker yapılı olması olumlu bir koşuldur; ancak salt gerekli de değildir. Çünkü kıyı depolarının çok kez içerdiği kalkerli kayaç parçaları, kavkı ve mercan kırıntıları gibi kalkerli malzeme, bunların yüzeylerinin matlığı ve erime çentiklerinin de işaret ettiği üzere, yeraltı suyunu kireççe yeteri kadar zenginleştirebilir. Buna karşın, yeraltı suyu tablası düzeyinin üstünde yer-

alan aynı malzeme, aralarından süzülen kireççe aşırı doygun deniz suyunun eritici özelliğinin azlığından genellikle parlak bir görünümdedir. Yalıtışları kireççe zengin bu yeraltı su tablası boyunca oluşurlar. Daha açık bir ifade ile, yalıtışları oluşumunun başlangıç hali yeraltı su tablasının tavan kesiminde gözlenir. Burada yeraltı kum ve çakıl taneleri, başlangıç halindeki yalıtışını oluşturmak üzere, kalsit bir zarla kaplanarak tanelerin birbirine deydği noktalardan tuturulur. Taneler arasında kalan boşluklar daha sonra bazı dış etkenlerle demir ve diğer bazı maddeler içeren kalsiyum karbonat çimento ile doldurulur. Çimentolaşmanın oluşması, başka kelimelerle, $CaCO_3$ 'ün çökmesi için yeraltı suyunun sıcaklığı çok önemli bir etkidir. Yeraltı suyu sıcaklığının düşük olması kirecin eriyik halde kalmasını arttıracığından çökme olmaz. Aksine yeraltı suyu sıcaklığının yükseldiği kesimlerde eriyik kirecin çimento halinde çökmesi gerçekleşir. Bu oluşumda deniz suyunun sıcaklığı, en azından oluşum halindeki yalıtışı için önemli değildir.

Russell'ın geliştirdiği bu kuram, özellikle iklimik ve jeomorfolojik yönden bazı eleştirilere açıktır. Devamlı bir yeraltı suyu tablasından yoksun kurak bölgelerin ve küçük adaların kıyılarında halen gelişmekte olan yalıtışı oluşumlarına bu modeli uygulamak olanaksız görülmektedir.

2) Buharlaşan deniz suyundan fiziko-kimyasal çökme :

Yalıtışı çimentosunun denizsel kökenli olduğu görüşü, olasılıkla ilk defa Amerikalı doğa ve yerbilimci J. D. Dana (1849) tarafından ileri sürülmüştür (Russell ve McIntire, 1965; Bricker, 1971; Scoffin ve Stoddart, 1983). Başka kelimelerle, kalsiyum karbonatın deniz suyundan inorganik olarak çökmesi şeklinde de ifade edilebilecek bu görüş araştırmacılar arasında gittikçe daha fazla taraftar toplamaktadır (örn. Daly, 1924; Ginsburg, 1953; Kaye, 1959; Emery, 1962; Friedman, 1964; Stoddart ve Cann, 1965; Moore ve Bilings, 1971; Taylor ve Illing, 1969, 1971; Multer, 1971; Tietz ve Müller, 1971; Hopley, 1986).

Bu görüşe göre, yalıtışına yol açan çimentolaşma, denizin çekik olduğu (gel-git, rüzgâr etkisi ve seşş olayı dikkate alınarak) ve gündüzün kıyıdaki yüzey sıcaklığının yükseldiği sırada gevşek depoların taneleri arasındaki deniz suyunun buharlaşmasıyla iyonik

yoğunluğunun artması sonucu oluşmaktadır. Kural olarak tropikal ve subtropikal sığ denizlerde eriyik haldeki CaCO_3 'ün aragonit ve magnezyum oranı yüksek kalsit şeklinde çökeldiği deneylerle ortaya konmuştur. Bu bölge kıyılarında oluşan yalıttaşlarının çimentosunda da aynı kimyasal bileşim saptanmıştır. Buna karşın tatlı su ortamındaki çökeltme magnezyum oranı düşük kalsittir (MgCO_3 , $< \%5$ mol) (Bathurst, 1975; Scoffin ve Stoddart, 1983). Bu nedenle yalıttaşlarının büyük çoğunluğunun denizsel kökenli oldukları ileri sürülmektedir (Stoddart ve Cann, 1965; Scoffin ve Stoddart, 1983; Hopley, 1986). Yalıttaşını oluşturan kalkerli tanelerin yüzeylerinde erime izlerinin bulunmayışı bu sonucu destekler gözükmemektedir. Ancak çökeltmenin sadece deniz suyunun baharlaşması ile olduğu kabul edilirse, kıyılarda bu yolla oluşmuş çimentolaşmanın daha yaygın gözlenmesi gerekirdi.

Yeraltı suyu ile deniz suyunun karışmasından fiziko-kimyasal çökeltme

Bu görüşün ilk belirtileri Kaptan Moresby'nin (1835, Bricker, 1971) Maldiv Adaları ile ilgili raporundan sezilmekle birlikte, yalıttaş oluşumuna bir kuram olarak sokuluşu Gardiner'in (1903, Scoffin ve Stoddart, 1983) çalışmalarıyla gerçekleşmiştir. Bu kuram daha sonra birçok araştırmacı tarafından desteklenerek geliştirilmiştir (Boekschoten, 1963; Bloch ve Trichet, 1966; Schmalz, 1971; Moore, 1973). Schmalz'ın Pasifik'deki Eniwetok Atolu'nde elde ettiği deneysel bulguya göre, çimentolaşma kıyıdaki gevşek depoların altında meteorik kökenli su ile deniz suyunun karıştığı kesimde, yeraltı suyu tablasının tavanında veya hemen üstündeki bir konumda meydana gelmektedir. Karışan farklı kökenli bu suların ortak özellikleri herikisinin de kireççe aşırı doymun oluşlarıdır. Bu nedenle karışma anında doymunlukları daha da artacağından çökeltme gerçekleşebilecektir. Moore (1973) Batı Hint Adaları'nda Grand Cayman'daki yalıttaşlarında yürüttüğü araştırmalarında da aynı sonuca ulaşmıştır. Denizsel kökenli oluşumlardaki gibi bu kurama göre oluştuğu düşünülen yalıttaşlarının çimentosunda aragonit ve magnezyum oranı yüksek kalsit saptanmıştır. Buna karşın, Hanor (1978), farklı iki suyun karışımının yalıttaş oluşumunda belirleyici bir süreç olmadığını, çimentolaşmanın ki-

reççe zengin yeraltı suyundan çözünmüş CO₂'in çıkışını yeterli bulmaktadır. Araştırmacı, CO₂ çıkışının gel-gitin yeraltı suyu tablasında (suyla doymun kesim, phreatic zone) meydana getirdiği salınımlarla canlanacağı düşüncesinde olup ayrıca kuru kesimde (vadose zone) pompalama şeklindeki etkisiyle gaz çıkışının daha da artacağını varsaymaktadır. Ancak, yeraltı suyunun CaCO₃ ve CO₂ bakımından yeterli düzeye gelebilmesi için, deniz suyuna karışmadan önce karada belli bir süre oyalanmasının gerektiği işaret edilmektedir (Matthews, 1971). Bu nedenle yeraltı suyu akışının hızlı olduğu yerlerde, hem yeterli CO₂ çözemeyeceği hem de CaCO₃ eritemeyeceğinden çimentolaşma meydana gelemeyecektir. Bu kurama da bir öncekinde olduğu gibi, yeraltı suyundan yoksun kurak bölge kıyılarına ve küçük adalara uygulanması olanaksız görülmektedir.

4) *Biyolojik etkinliğin doğrudan ve dolaylı denetimi altında çökeltme*

Bu kurama ait ilk fikirlerin Darwin'in, Brezilya kıyılarında yeralan ve bugün yalıtışı tanımına uyan oluşuklarla ilgili gözlemleri sırasında ortaya atıldığı anlaşılmaktadır. Araştırmacı, 1841 tarihli yazısında organik kalıntıların çürümesiyle yalıtışı oluşumu üzerinde biyolojik bir etkinin sözkonusu olabileceğini düşünmüştür (Scoffin ve Stoddart, 1983). Aynı şekilde, Daly (1924), yalıtışlarının organik kalıntı bakımından zengin kıyı depolarında yeraldığını işaret ederek ilksel çimentolaşmayı, dolayısıyla oluşum yerlerini denetleyici bir rol üstlendiğini ileri sürmüştür. Daha sonra yalıtışı oluşumunda biyolojik süreçlerin de rol aldığı düşüncesi pek çok araştırmacı tarafından desteklenmiştir (Cloud, 1962; Nesteroff, 1954; Ranson, 1955; Kaye, 1959; Guilcher, 1961; Maxwell, 1962; Dalrymple, 1965; Chilingar, v.d. 1967; Krumbein, 1979; Bernier, v.d., 1990). Ancak yalıtışı oluşumunda biyolojik etkinliğin mekanizması henüz tam anlamıyla açıklığa kavuşmamıştır. Diğer bazı araştırmacılar, örneğin Russell ve McIntire (1965), Davies ve Kinsey (1973), Milliman (1974) organik kökenli çimentolaşmayı kabul etmemektedirler. Bununla beraber, biyolojik süreçler çok kez mikro-ortam koşullarını sağladıklarından, bunların yalıtışı çimentolaşmasına yol açan çökeltme üzerinde tetikleyici bir etkisi olabileceği düşünülebilir.

Yalıtaşlarının deniz düzeyi göstergesi olarak kullanılmaları

Özellikle Akdeniz gibi gel-git genliğinin önemsiz olduğu kıyılarda, yalıtaşlarından eski deniz düzeylerinin saptanması için faydalanılması gerçekten ilginç bir yaklaşımdır. Ancak bu yaklaşımın uygulanması sırasında beraberinde çözülmesi gereken bazı sorunlar getirmektedir. Bu sorunlar aslında birbirleriyle girift bir şekilde ilişkilidirler. Anlatımda kolaylık sağlayacağından, bunlar aşağıda 3 ana başlık altında toplanarak belirtilecektir :

- 1) Yalıtaşlarının oluşum düzeylerinin yükseltilemeleri ile ilgili sorunlar,
- 2) Yalıtaşlarının yaşlandırılmalarıyla ilgili sorunlar,
- 3) Kıyının gel-gitarası kuşağında yer alan diğer oluşuklarla karıştırılmasından kaynaklanan sorunlar.

1) Yalıtaşlarının oluşum düzeylerinin yükseltilemeleri ile ilgili sorunlar

Yalıtaşlarının oluşumuna yol açan çimentolaşma düzeylerinin üst ve alt sınırlarını saptamak her zaman kolay bir iş değildir. Kuramsal olarak, yalıtaşlarının doğal oluşum ortamları gel-gitarası kuşakta yer alır. Bu sınırın en üst düzeyi, fırtına dalgalarının neden olduğu su serpintilerinin ulaşabildiği biraz daha yüksek bir kesime karşılık gelebilir. Ancak bu ikinci durumda yaygın bir yalıtaşı oluşumunu beklemek zayıf bir olasılıktır. Çünkü bu durum yılda bir kaç kere tekrarlanabilir ve Türkiye kıyılarında yalıtaşlarının oluşamayacağı bir döneme, çoğunlukla kış aylarına rastlamaktadır. Eğer bugünkü deniz düzeyine göre yüksekte kalmış yalıtaşı blokları yüzlemekteyse, bunların eski deniz düzeyleri ile ilişki kurulmalarına geçilmeden önce, bu blokların fırtına dalgalarıyla fırlatılma olasılığı gözönünde tutularak doğal duruş konumları incelenmelidir. Aksine yalıtaşı blokları deniz dibinde gözleniyorsa, bunların bu konumlarının dalga sürüklemesinden mi kaynaklandığını, yoksa eski deniz düzeyine karşılık gelen yalıtaşı mı olduğunu saptamak için yine aynı incelemeler gereklidir.

Yalıtaşı oluşukları arasında, özellikle gerileyen kıyılarda, sık sık terselenmiş bir stratigrafik ilişki gözlenmektedir. Yani daha eski bir oluşum daha yenisini üzerlemektedir (bu konuda daha ayrıntılı bilgi için bak. Russell ve McIntire, 1965; Schmalz, 1971; Erinç, 1972). Ayrıca Türkiye kıyılarının bir çok kesimlerinde genç tektoniğin etkileri, son deniz düzeyinin yükselmesini izleyen dönemdeki salınımlar yalıtaşlarının yükselti ilişkilerini daha da karmaşık hale sokmaktadır.

2) Yalıtaşlarının yaşlandırılmalarıyla ilgili sorunlar

Yalıtaşlarının kesin yaşlandırılması son derece güç bir konudur. Yalıtaşları yapılarında çoğunlukla kavkı veya mercan kırıntılar gibi organik materyaller de bulunur. Bunların yaşları, dikkatli bir örnekleme ile seçildiklerinde (özellikle rekristalize olanlarından kaçınarak), radyoaktif karbon tekniği ile oldukça güvenilir sınırlar içinde belirlenebilmektedir. Bulunan yaş, organizmanın ölümünden sonra geçen süreye karşılık gelir. Organik kalıntının kıyı depoları arasına karışmak üzere taşınması için geçen süre tam olarak bilinmese de, bunun birkaç yıldan fazla olabileceği düşünülmektedir. Ancak bu organik kalıntının yaşı ile yalıtaşı oluşumuna yol açan çimentolaşma süreci arasında yüzlerce hatta binlerce yıllık bir fark olabilir. Yalıtaşının yaşı, seçilen en yeni organik kalıntının yaşından daha genç olacaktır. Bu nedenle yalıtaşı yapısına giren organik kalıntının yaşı, aynı zamanda bu oluşuğun maksimum yaşı olarak sayılması gerekecektir. Türkiye kıyılarında örneklerine sıkça rastlanan, yalıtaşı yapısına girmiş ve yaşları azçok bilinen antik yapı elamanları ile çimentolaşma arasındaki zaman ilişkisi için de bu durum geçerlidir.

Yalıtaşının en düşük yaşı doğrudan çimentonun tarihlenmesiyle elde edilebilir. Ancak bu süreçte de bazı teknik zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu teknik zorluklardan birisi, yalnız sonuç vermemesi için, radyoaktif karbon (veya ESR, TL gibi yöntemlerden birisi) yaş saptanmasında kullanılmak üzere ince taneciklerin karışmadığı yeterli miktardaki çimento malzemesinin elde edilmesi sırasında ortaya çıkmaktadır. Değeri ise, yalıtaşı gözenekleri arasından süzülen suyun karbonat değişimi sonucu çimentolaşmayı devamlı olarak gençleştirmesinden kaynaklanmaktadır.

3) *Kıyının gel-gitarası kuşağında yer alan diğer oluşuklarla karıştırılmasından kaynaklanan sorunlar :*

Kıyılarının gel-gitarası kuşağında görünüşleri yalıtışına benzer, çimentolaşmış diğer oluşukların araştırmacıları bazan yanılttıkları ender duyulan bir olay değildir. Bunların yalıtışları ile ilgisi bulunmadığı gibi, oluşumlarında da deniz düzeyi ile en azından doğru ilişkilere yoktur. Bunlardan tropikal kıyılarda olanlarının çoğuna Türkiye kıyılarında rastlanmaz. Türkiye kıyılarında yalıtışı görünümünü andıranları Pleyistosen'e ait taşlaşmış kumullar (eoliyanit), çimentolaşmış çakıllı kıyı ve bazan da taraça depolarıdır. Bu depoların hepsinin de çimentoları kalkerlidir. Bunlar, son transgresyonda kıyılarının boğulmaları sonucu gel-gitarası kuşakta kalmışlardır. Bunların tanısında çok dikkatli davranılmalıdır. Yalıtışı konusunda uzmanlaşmış araştırmacılar bile yanılabilmektedirler. Örneğin, Russell ve McIntire (1965) Florida kıyılarında yalıtışı şeklinde algıladıkları oluşuklar daha sonraki çalışmalarda mercan kayaları (Milliman, 1974), Avustralya kıyılarının bazı kesimlerindeki Pleyistosen'e ait silis çimentolu akarsu depoları oldukları anlaşılmıştır (Hopley, 1986).

Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı yalıtışlarının eski deniz düzeylerinin birincil göstergesi olarak kullanılması sakıncalıdır. Bu yaklaşımın, olanaklar elverdiğince, kıyıda denizsel kökenli çeşitli türdeki oyuklar, biyolojik çentik (bio-erosional notch), biyolojik eklenti (bio-constructed rim), antik yapıların konumları gibi diğer kanıtlarla birlikte uygulanması daha doğru sonuç verecektir. Kayan'ın Datça Yarımadası'nda (1988) ve İznik Gölü'nde (1993) gerçekleştirdiği çalışmalar, bu konuya iyi örnekler oluşturmaktadır.

Katkı belirtme

Yalıtışı çimentolarının X-ışını difraktometresi ve elektron mikroprobu ile analizlerinde, teknik yardımlarını gördüğüm Şişecam Araştırma Merkezinden sayın Akif Özcan'a teşekkürlerimi bildiririm.

BİBLİYOGRAFYA

- ALEXANDERSSON, T., 1969. Recent littoral and sublittoral high-Mg calcite lithification in the Mediterranean-Sedimentology, 12, 47-61.
- , 1972. Mediterranean Beachrock Cementation : Marine Precipitation of Mg-Calcite.
- In : The Mediterranean Sea : A Natural Sedimentation Laboratory (D. J. Stanley, ed.), Dowden Hutchinson and Ross Inc., Stroudbury, Pennsylvania, 203-223.
- AVŞARCAN, B., 1991. Fethiye Körfezi ve Çevresinin Jeomorfolojisi.-İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enst. (Basılmamış doktora tezi).
- BATHURST, R.G.C. 1975. Carbonate Sediments and their Diagenesis.-Development in Sedimentology 12. 2nd Enlarged Edition, Elsevier, Amsterdam.
- BEAUFORT, F., 1818. Karamania or a brief description of the South Coast of Asia Minor and of the Remains of Antiquity (During a Survey of that coast, under the orders of the Lords Commissioners of the Admiralty, in the years 1811 and 1812) - R. Hunter, London.
- BENER, M., 1974. Antalya-Gazipaşa Kıyı Kesiminde Yalıtışı Oluşumu.-İ.Ü. Ed. Fak. Yay. No 1758, Coğr. Enst. Yay. No. 75 (1970 Doçentlik Tezi) .
- BERNIER, P., BONVALLOT, J., DALONGEVILLE, R., PRIEUR, A., 1990. Le beachrock de Temae (Île de Moorea-Polynésie française) Signification géomorphologique et processus diagenétiques.-Z. Geomorph. N. F., 34 : 4, 435-450.
- BLOCK, J. P., et TRICKET, J. 1966. Un exemple de grés de plage (Côte Ligure italienne)-Mar. Geol. 4, 373-77.

- BOEKSCHOTEN, G. J., 1963. Some geological observations on the coast of Crete.-*Geol. Mijnbouw*, 42, 241-47.
- BRICKER, O. P., (Ed.) 1971). *Carbonate Cements*.-John Hopkins University, Studies in Geology, No. 19, Baltimore.
- CHILINGAR, G. V., BISSEL, H. J. and WOLF, K. H. 1967. Diagenesis of Carbonate rocks, - In : *Diagenesis in Sediments* (G. Larson and G. V. Chilingar, eds), Elsevier, Amsterdam, 179-322.
- CLOUD, P. E., 1959. Geology of Sapiian, Mariana Islands, 4. Submarine topography and shoal water ecology.-*U.S.G.S. Prof. Pap.* 280-K, 361-445.
- CLOUD, P.E., 1962. Behaviour of calcium carbonate in sea water.-*Geochim. Cosmochim. Acta.* 26, 867-884.
- DALONGEVILLE, R. (Ed.), 1984. Le beach-rock. - Actes du colloque «Beach-rock», Lyon, 1983, T. M. O, 8, Maison de l'Orient.
- DALRYMPLE, D. W., 1965. Calcium carbonate deposition associated with blue-green algal mats, Baffin Bay, Texas.-*Inst. Marine Sci. Pub.* 10, 187-200.
- DALY, R. A., 1920. Origine of Beachrock.-*Carnegie Inst. Washington Yearbook* 1919, 18, 192.
- DALY, R. A., 1924. The Geology of American Samoa.-*Carnegie Inst. Publ.* 340, 95-143.
- DANA, J. D. 1849. United States Exploring Expedition, during the Years 1838, 1839, 1840, 1841, 1842, under the Command of Charles Wilkes, U.S.N. : vol. 10.-*Geology*, Philadelphia.
- DARWIN, C., 1841. On a Remarkable Bar of Sandstone off Pernambuco on the Coast of Brazil.-*London, Edinburgh and Dublin Philosoph. Mag. J. Sci.* 19, 257, 261.
- DAVIES, P. J., and KINSEY, D. W. 1973. Organic and inorganic factors in recent beachrock formation, Heron Island, Great Barrier Reef.-*J. Sed. Petrol.* 43, 59-81.

- EMERY, K. O. and COX, D. C. 1956. Beachrock in the Hawaiian Islands.-Pacific Sci. 10, 382-403.
- EMERY, K. O. 1962. Marine geology of Guam.-U. S. G. S. Profes. Paper, 403-13.
- ERİNÇ, S., 1968. Jeomorfoloji I (Genişletilmiş 2. baskı)- İ. Ü. Coğrafya Enst. YaYy. No. 23, İstanbul.
- ERİNÇ, S., 1972. eomorfoloji II (Genişletilmiş 2. baskı)- İ. Ü. Coğrafya Enst. Yay. No. 23, İstanbul.
- ERİNÇ, S. 1973. Türkiye'nin Şekillenmesinde Neotektoniğin Rolü ve Jeomorfoloji-Jeodinamik ilişkileri (Geomorphological evidence of neo-tectonic in Turkey).-Jeomorf. Derg. 5, 11-14-15-25.
- EROL, O., 1972. Gelibolu Yarımadasında Yalıtışı Teşekkülleri.- A.Ü. Coğr. Araş. Derg., 3-4, 1-2.
- EROL, O., 1983. Historical Changes on the Coastline of Turkey.- In : Coastal Problems in the Mediterranean Sea, Proc. Symp. Venice, 10-14 May 1982 (C.F.E. Bird and P. Fabbri, eds.) I.G.U., Comm. on the Coastal Env., 95-108.
- EROL, O., 1989. Zonality of the Actual Coastal Processes in Turkey.- Essener Geogr. Arbeiten, 18, 283-295.
- EROL, O., 1992. Datça Yarımadası Kıyılarında Küçük Deniz Canlılarının Oluşturdukları Kireçtaşlarının Çevresel Ekoloji Yönünden Önemi (Biogenic features on the coastline of the Datça Peninsula of Turkey and their environmental ecological importance).-In : Datça Yarımadası Çevre Sorunları Sempozyumu, 6-9 Haziran 1992, İzmir, 9 Eylül Ü. Müh. Fak. Çev. Müh. Böl. Yay. (Baskıda).
- FRIEDMAN, G. M., 1964. Early diagenesis and lithification in carbonate sediments.-J. Sed. Petrol. 34, 777-813.
- FRIEDMAN, G.M., and GAVISH, E. 1971. Mediterranean and Red Sea (Gulf of Aqaba) Beachrocks.-In : Carbonate Cements (O.P. Bricker, ed.), The Johns Hopkins Univ. Studies Geology No. 19, Baltimore, 13-16.

- GARDINER, J.S., 1903. The Fauna and Geography of the Maldivic and Laccadive Archipelagos I, Cambridge Univ. Press, London, 341-46.
- GAVISH, E., and FRIEDMAN, G.M. 1969. Progressive diagenesis in Quaternary to Late Tertiary carbonate sediments: Sequence and time scale.-J. Sed. Petrol. 39, 980-1006.
- GINSBURG, R.N., 1953. Beachrock in Southern Florida.-J. Sed. Petrol. 23, 85-92.
- GOUDIE, A. 1966. A preliminary examination of the Beach Conglomerates of Arsuz, South Turkey. Geographical Articles, Geogr. Depart. Cambridge University, 6, 6-9.
- GUILCHER, A., 1961. Le «beachrock» ou grès de plage.-Ann. Geogr., 70, 113-125.
- HANOR, J.S., 1978. Precipitation of Beachrock cements: mixing of marine and meteoric waters versus CO₂ degassing.-J. Sed. Petrol. 48, 489-501.
- HIGGINS, C.G., 1968. Beachrocks.-In: The Encyclopedia of Geomorphology (R. W. Fairbridge, ed) Reinhold, New York, 70-73.
- HOPLEY, D., 1986. Beachrock as a sea-level indicator.- In: Sea-Level Research: a manual for the collection and evaluation of data (D. van de Plassche, ed.), Geo Books, Norwich, 157-173.
- ILLING, L. V. 1954. Bahamian calcareous sands.-Am. Ass. Pet. Geol. Bull., 38, 1-95.
- İNANDIK, H. 1967, 1971. Deniz ve Kıyı Coğrafyası.-İ. Ü. Coğr. Enst. Yay. No. 47.
- KAYAN, İ., KELLATAT, D. ve VENSKE, J.-F. 1985. Küstenmorfologie der Region zwischen Karaburun und Fıglaburun Westlich Alanya, Türkei.-In: Beiträge zur Geomorphologie des Vorderen Orients (H. K. Barth, ed) Erläuterungen zur TAVO-Karte A III 6.1-6.3, Geomorphologische Beispiele, Dr. L. R. Verlag, Wiesbaden, 19-70.

- KAYAN, İ., 1987. Arkeolojik Jeomorfoloji Açısından Yenişehir ve İznik Havzalarının Çevre Özellikleri.-In : V. Araştırma Sonuçları Toplantısı II., Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara, 115-16, 219, 211-219.
- KAYAN, İ., 1988 a. Datça Yarımadasında «Eski Knidos» Yerleşmesini Etkileyen Doğal Çevre Özellikleri.-A. Ü. Coğr. Araş. Derg, 11, 50-70.
- KAYAN, İ., 1988 b. Late Holocene Sea-Level Changes on the Western Anatolia Coast.-In : Quaternary Coastal Changes (P. A. Pirazzoli and D. B. Scott, eds) Special issue of Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol., 68, 205-218.
- KAYAN, İ., 1993. Kuvaterner Araştırmalarına İznik Gölü Örneği.-In : Türkiye Kuvaterneri, Workshop Bildiri Özetleri, İ.T.Ü., Maden Fak., Jeoloji Müh. Böl. TÜBİTAK-GloTek. İstanbul, 8-11.
- KAYE, C. A., 1959. Shoreline features and Quaternary shoreline changes, Puerto Rico.-U.S.G.S. Prof. Pap. 317 B, 49-140.
- KELLETTAT, D., 1975. Beobachtungen an holozänen Beachrock-Vorkommen des Peloponnes, Griechenland.-Würzb. Geogr. Arb., 43, 44-54.
- KELLETTAT, D. 1979. Geomorphologische studien an der Küsten Kretas. Beiträge zur regionalen Küstenmorphologie des Mittelmeerraumes.-Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-phys. Kl. 3 : 32, 1-105.
- KRUMBEIN, W. E., 1979. Photolithotropic and chemoorganotropic activity of bacteria and algae as related to beachrock formation and degradation (Gulf of Aqaba, Sinai).-Geomicrobiology J., 1, 134-203.
- KUENEN, P. H., 1933. Geology of Coral Reefs.-The Snellius Expedition in the eastern part of the Netherlands East-Indies, 5 : 2.
- LYELL, C. 1853. Principles of Geology 9 th edit, Boston, 757-758.

- MATTHEWS, R. K., 1971. Diagenetic environments of possible importance to the explanation of cementation fabric in sub-aerially exposed carbonate sediments.-In : Carbonate Cements (O. P. Bricker, ed), The Johns Hopkins Univ. Studies in Geology, No. 19, Baltimore, 129-132.
- MAXWELL, W. G. H., 1962. Lithification of carbonate sediments in the Heron Island Reef, Great Barrier Reef. Jour. Geol. Soc. Australia, 8, 217-238.
- MOORE, C. M. and BILLING, G. K., 1971. Preliminary model of beachrock cementation, Grand Cayman Island B.W.I.-In : Carbonate Cements (O. P. Bricker, Ed.), the Johns Hopkins University Studies in Geology, No. 19, 40-43.
- MOORE, C. H., 1973. Intertidal carbonate cementation Grand Cayman, West Indies.-J. Sed. Petrol., 43, 591-602.
- MORESBY, R. 1835. Extracts from Commander Moresby's report on the northern atolls of the Maldives.- Jour. Roy. Geogr. Soc., 5, 398-404.
- MORITA, R. Y., 1976. Anaerobic microbial calcite formation, Great Barrier Reef Studies (Abstract), Joint Oceanographic Assembly, Edinburgh 1976.-FAO, Rome, 117.
- MULTER, H. B., 1971. Holocene cementation of skeletal grains into Beachrock, Dry Tortugas, Florida.- In : Carbonate Cements, The Johns Hopkins Univ. Studies in Geology, No. 19, Baltimore, 25.
- MÜLAZİMOĞLU, N., 1979. İskenderun Körfezi Tabanı, Kıyıları ve Çevresinin Kuaterner Jeolojisi ve Jeomorfolojisi.- İ. Ü. Coğr. (Basılmamış doktora tezi).
- NESTEROFF, W. D., 1954. Sur la formation des grés de plage ou «beachrock» en Mer Rouge. Compt. Acad. Sci., Paris, 238, 2547-2548.
- RANSON, G. 1955. La consolidation des sédiments calcaires dans régions tropicales.- Compt. Rend. Acad. Sci., Paris, 240, 640-642.

- RUSNAK, G. A., 1960. Sediments of Laguna Madre, Texas.- In : Recent Sediments, North - West Gulf of Mexico, 1975-1958. Tulsa, Am. Assoc. Petrol. Geologists, 153-196.
- RUSSELL, R. J., 1959. Caribbean beachrock observation.-Z. Geomorph., N. F. 3, 227-236.
- RUSSELL, R. J., 1962. Origin of beachrock.- Z. Geomorph., N. F., 6, 1-16.
- RUSSELL, R. J., 1963. Beach Rock.-J. Tropic. Geogr., 17, 24-27.
- RUSSELL, R. J., and McINTIRE, W. B. 1965. Southern Hemisphere Beach Rock.-Geogr. Rev. 55, 17-45.
- SCAFFIN, T. P., and Stoddart, D. R. 1983. Beachrock and intertidal cement.-In : Chemical Sediments and Geomorphology : precipitates and residua in the near-surface environment (A. S. Goudie and K. Pye, eds) Academic Press, London, 401-425.
- SCHMALZ, R. F., 1971. Formation of Beachrock at Eniwetok Atoll.- In : Carbonate Cements (O. P. Bricker, ed), the Johns Hopkins Univ. Studies Geology No. 19, Baltimore, 17-24.
- SPRATT, T. A. B. and FORBES, E. 1847. Travels in Lycia, Milyas, and the Cibyratis, II.-John Van Voorst, Paternoster Row, London.
- STODDART, D. R. and CANN, J. R. 1965. Nature and origin of beachrock.-J. Sed. Petrol.35, 243-247.
- TAILLEFER, F. 1964. Morphologie littorale et grès de plage à Viranşehir près de Mersin (Turquie).-Revue Géographie de l'Est 4, 393-398, Nancy.
- TAYLOR, J. C. and ILLING, L. V. 1969. Holocene intertidal calcium carbonate cementation, Qatar, Perisan Gulf.-Sedimentology, 12, 69-107.
- , 1971. Development of recent cemented layers within intertidal sand-flats, Qatar, Persian Gulf.-In : Carbonate Cements (O. P. Bricker, ed), the Johns Hopkins Univ. Studies in Geology, No. 19, Baltimore, 27-29.

———, 1971. Variation in recent beachrock cements, Qatar, Persian Gulf. In : Carbonate Cements (O. P. Bricker, ed), The Johns Hopkins Univ., Studies in Geology, No. 19, Baltimore, 32-33.

TIETZ, G. and MÜLLER, G. 1971. High-magnesian calcite and aragonite cementation in recent beachrocks, Fuenteventure, Canary Island, Spain. In : Carbonate Cements (O. P. Bricker, ed), The Johns Hopkins Univ. Studies Geology, No. 19, Baltimore, 4-5.