



HATAY'DA YÜKSELMİŞ HOLOSEN KIYI ÇİZGİLERİ

Paleoekolojik ve Tektonik Değerlendirmeler

*P. A. Pirazzoli, J. Laborel, J. F. Saliège,
O. Erol, İ. Kayan, A. Person*

Çeviren: İLHAN KAYAN

Abstract

Holocene raised shorelines on the Hatay coasts (Türkiye): Palaeoecological and tectonic implications

The marks of two emerged shorelines (superimposed erosional notches, and in-situ bioconstructed rims with the vermetid (*Dendropoma*) on both sides of the Orontes Delta, near the border between Türkiye and Syria, are interpreted as representing the occurrence of two rapid uplifts during the late Holocene rather than representing eustatic fluctuations of climatic origin as claimed by previous authors in other areas of the eastern Mediterranean. The upper shoreline, which has an elevation of about +2.0 m south of the delta and which increases from +2.5 m to +3.0 m between 2 and 8 km north of the delta, has been radiocarbon dated (four dates) to between 5170 ± 190 and 2595 ± 100 yrs B.P. The lower shoreline, indicating a former relative sea level situated consistently at about +0.7 to +0.8 m, has yielded seven dates between 2910 ± 95 and 1345 ± 70 yrs B.P., the latter age being that of fossil oyster shells collected in growth position on a quay of the ancient harbour of Seleucia Pieria. If the possible contamination of some oyster shells is taken into account, the two uplift movements may be dated at around 2500 ± 100 yrs B.P. for the upper shoreline and to historical times for the lower shoreline, probably in July 526 A.D. when devastating earthquake damage was reported from all the Levant regions.

The age of the second uplift movement falls within the possible time span of a

major tectonic event, the Early Byzantine Tectonic Paroxysm (EBTP), which about 1500 yrs B.P. caused sudden relative sea-level changes in various areas of the eastern Mediterranean (Antikythira, western Crete, and Alanya area, the Lebanon, northern Cyprus, etc.).

In the Hatay region, the effect of the EBTP has been a reactivation of local fault lines, probably in connection with movements on the East Anatolian Fault system. This has contributed a new jerk to the long-term trend of uplift in this coastal area.

Çevirenin notu

Kıyı, belli bir zamanda denizle karayı, yani birbirinden bütünüyle farklı iki doğal ortamı ayıran bir çizgi veya daha doğrusu bir alan şerididir. Kuşkusuz bugün için bizi daha çok ilgilendiren, kıyı çizgisinin bugünkü konumudur. Haritalarımız bu çizgiyle şekillenir. Ancak konunun zaman boyutu gözönüne alındığında, kıyı çizgisinin çok önemli bir gösterge olarak, birçok bilim alanında yapılan araştırmalara ışık tutan bir özelliği ve değeri vardır. Kıyı, karaya ait jeolojik-jeomorfolojik, denize ait dinamik-oseanografik ve atmosfere ait meteorolojik-klimatolojik olay ve özelliklerin karşılıklı etkileşim yeridir. Gösterdiği şekil özellikleri bu etkileşimin denge durumuna bağlıdır.

Yeryüzünde karaların, okyanus ve denizlerin, iklimlerin çeşitli özellikleri zaman içinde devamlı olarak değiştiğine göre, bunlara bağlı olarak beliren kıyı çizgileri ve şekilleri de değişkendir. Konuya tersinden yaklaşırsa, kıyıda meydana gelen değişmelere ait bilgiler karada, denizde ve iklimde meydana gelen değişmeleri belirlemede, hatta geleceğe yönelik değerlendirmeler yapmada, belki de en güvenilir verileri oluşturur. Örneğin dünyanın daha sıcak olduğu, su bilançosunun denizler lehine geliştiği dönemlerde deniz seviyesi yükselir. Soğuk buzul dönemlerinde ise dünya denizleri alçalır. Böyle iklimik kökenli (östatik) seviye değişimleri dünya ölçüsünde (global) olaylardır. Buna karşılık yerkaşığı levha veya bloklarının yükselme, alçalma veya çarpılma şeklindeki hareketleri bölgesel veya yerel deniz seviyesi değişmelerine neden olur. Bunlar görelî (rölatif) değişimlerdir. Östatik ve tektonik hareketler bazen aynı yönde, bazen zıt yönde etkili olabilir.

Profilin yatık olduğu kıyı bölgelerinde, yükselen deniz, kıyı çizgisinin

karaya doğru sokulmasına neden olur. Yükselme durursa kıyıdaki sığ alanlar karadan taşınıp getirilen alüvyonlarla hızla dolarak yeniden, fakat daha yüksekte karalaşır. Kuşkusuz, bunun hızı ve tarzı da fiziki çevredeki özelliklerin başka önemli göstergeleridir (bitki örtüsü - erozyon ilişkisi, bunun iklime bağlı değişimleri veya insan eliyle değiştirilmesi gibi). Böyle yerlerde kıyı çizgisinin yatay ve dikey doğrultudaki değişimleri, bugünkü alüvyal kıyı düzlüklerinde yapılan sondajlardan sağlanan sedimentolojik bilgilerle saptanabilmektedir. Bununla birlikte, alçak profiller üzerinde deniz seviyesi değişmelerine bağlı kıyı çizgisi değişmelerini belirlemek çok kolay olmamaktadır. Çünkü küçük bir deniz seviyesi yükselmesiyle geniş bir alçak kıyı düzlüğü sığ bir denize, veya küçük bir deniz seviyesi alçalmasıyla sığ bir kıyı önü karaya dönüşebilmektedir. Günümüzde insan faaliyetlerine bağlı atmosfer ısınmasının sonucunda olabilecek deniz seviyesi yükselmesinden endişe duyulmasının nedeni de budur. Bütün dünyada alçak kıyılarda toplanmış bulunan en yoğun nüfuslu tarım ve sanayi alanlarının, bir metre kadar bir deniz seviyesi yükselmesiyle bile çok önemli problemlerle karşılaşması kaçınılmazdır. Bu nedenle, son zamanlarda uluslararası büyük araştırma projeleriyle deniz seviyesi değişimleri dünyanın her yerinde ayrıntılı olarak incelenmekte, nedenleri, gidişi hakkında bilgiler, sonuçlar sağlanmaya çalışılmaktadır.

Öte yandan kayalık kıyılarda deniz seviyesindeki değişimler bazen daha net olarak izlenebilmektedir. Dik falezlerde tektonik veya östatik yükselme ve alçalmalarla kıyı çizgisi yatay doğrultuda fazla yer değiştirmez. Buna karşılık dikey doğrultudaki, örneğin birkaç desimetre gibi küçük seviye değişimleri, kayalık falez yüzeyinde meydana gelen çoğunlukla biyolojik kökenli şekillerle kolayca belirlenebilir ve RC14 (radyoaktif karbon 14) gibi yöntemlerle eski kıyı çizgileri tarihlendirilebilir. Farklı kıyı çizgilerinin karşılaştırılmasıyla östatik-tektonik hareketlerin görece etkilerini ayırmak, özellikle yer kabuğunda meydana gelen yükselme, alçalma veya çarpılma şeklindeki blok hareketlerini kıyı boyunca izlemek mümkün olabilir. Halbuki iç bölgelerde küçük ölçülü genç yer kabuğu hareketlerinin jeomorfolojik etkilerini belirlemek hemen hemen imkânsızdır.

Akdeniz’de genel olarak gelgit genliğinin çok küçük olması kıyı çizgisinin dik kıyılarda dar bir şerit içinde şekillenmesini sağlamaktadır. Akdeniz havzasının subtropik iklim özelliklerine uyumlu, kayalık kıyılarda gelişme gösteren kalsiyum karbonat kavkılı littoral ortam canlılarının kıyı çizgisi üzerinde meydana getirdikleri biyo-erozyon ve biyo-konstrüksiyon şekilleri, eski ve güncel kıyı çizgilerinin belirlenmesinde en önemli verileri oluşturmaktadır.

Son yıllarda, hem alüvyal birikmenin hâkim olduğu kıyılarda, hem de dik falezli kıyılarda deniz seviyesi ve kıyı çizgisi değişmelerini farklı yöntemlerle belirlemeye ve değerlendirmeye yönelik araştırma projelerinde çalışmaktayız. Her iki yöntemde de tarihlendirme için daha çok radyokarbon 14 analizine imkân veren organik karbonat örneklerinden yararlanılmakta, değişik zamanlarda deniz seviyesi ve kıyı çizgisinin konumu paleocoğrafya haritalarına işlenerek genel sonuçlara varılmaya çalışılmaktadır.

Türkiye’de dik ve kayalık kıyılardaki biyolojik oluşumlara dayanılarak görelî deniz seviyesi değişmeleri üzerine yapılan çalışmaların sayısı çok azdır. Mevcutların çoğu da gözlemden ibarettir. Prof. Dr. D. Kelletat ile Alanya batısındaki çalışmamızda, bu konuda Türkiye’de ilk RC14 tarihlendirmesi yapılmış ve tektonik olaylar arasında bölgesel ilişkiler kurulmaya çalışılmıştır (1983, 1985). Hatay kıyılarımızdaki bu ekip çalışmamızda ise daha çok sayıda RC14 tarihlendirmesi yapma imkânı bulunmuş, bölgesel sonuçlarımızın tutarlı olduğu görülmüştür.

Bu yazıyı Türkçe olarak da yayınlamayı başlangıçta planlamıştık. Ancak uygulanan yöntemin alanımız için yeni olması ve alışılmış Türkçe karşılığı bulunmayan terimlerin çokluğu, önce bu konuda yöntemi tanıtan bir yazının yayınlanmasının daha yararlı olacağını düşündürdü. Öteyandan alüvyal alanlardaki araştırma projelerimize son yıllarda daha çok zaman ayırmak zorunda kalmamız, böyle bir ön yayın yapmamızı geciktirdi. Bu gecikmeyi daha fazla uzatmamak için Hatay kıyılarındaki çalışmamızın Türkçesini şimdilik kendi çerçevesi içinde yayınlamanın daha doğru olacağını düşündük.

Çeviride, coğrafya literatürümüzde çok alışık olmadığımız terimleri çoğu yerde açık, kısa cümleciklerle vermeye çalıştık. Buna rağmen

bazı anlam yetersizlikleri veya karışıklıkları olmasından endişe ediyoruz. Örneğin “rim”i Türkçe bir terimle karşılayamadık. Ortalama deniz seviyesinin hemen altında (sublittoral zonda), kayalara yapışarak yaşayan karbonat kabuklu çeşitli canlıların oluşturduğu biyolojik eklentiler, bir çıkıntı, bazen bir saçak şeklinde kıyı boyunca uzanırlar ve kıyı çizgisini belirginleştirirler. Bunu sözlük anlamıyla “çerçeve” gibi bir kelimeyle karşılamamanın yeterli olmayacağı düşüncesiyle şimdilik aynen, “rim” olarak kullandık.

“Dalga oyuğu” (notch) alışık olduğumuz bir terimdir. Ancak bunun oluşum bakımından farklı tipleri bulunmaktadır. Dalga oyuğunda dalga-sediment ikilisinin korrasif-abrasif etkisi hâkimdir. Bunu “surf notch” karşılığı kullanmak uygun olabilir. Buna karşılık “tidal notch” ve “bio-erosional notch” daha küçük ölçülü oyuklardır. Bunlar çevirimizde “oyuk” yerine “çentik” olarak ifade edilmiştir.

Dalga oyuğu zamanla gerilerse önünde abrazyon platformu şekillenebilir. Kıyı platformunun ders kitaplarımızdaki anlamı budur. Ancak fazla gerilememiş dalga oyuğunun veya bizim kullandığımız şekliyle “çentik”in tabanını (**bench**, trottoir) ifade edecek bir başka Türkçe kelime bulmakta da zorlandık. Tartışılmamış, alışılmamış yeni kelimeler kullanmak da istemedik. Bunun yerine yine açıklamalı cümlecikler ve sık sık parantez içinde özel terimi tekrarlayarak anlamı tam vermeye çalıştık.

Akdeniz kıyılarımızdaki dik kayalık kesimlerde biyoerozyon ve biyokonstrüksiyon şekillerinin özelliklerini, bunların incelenmesiyle ilgili yöntemlerin tanıtılmasını, terim önerilerimizi ve bunların tartışılmasını başka bir yazıya bırakıyoruz. Bu çevirinin amacı, konuyu ve elde edilen sonuçları daha fazla geciktirmeden meslektaşlarımıza ulaştırmaktır. Bu nedenle, okuyucularımızın ilgi ve dikkatlerini Hatay kıyılarımızdaki ilginç kıyı şekillerine, bunlardan sağlanan yerel ve bölgesel sonuçlara yönlendirmelerini diliyoruz.

Giriş

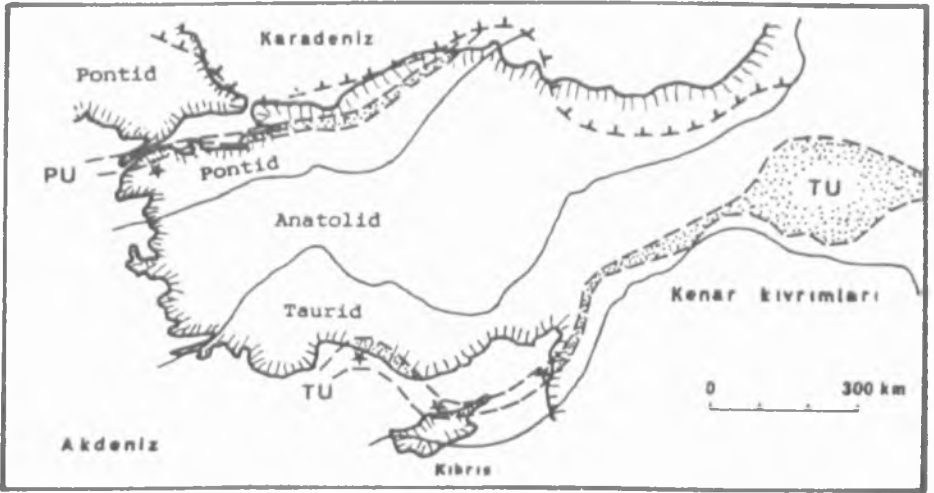
Hatay’da, Asi ırmağı deltasının yakınlarında Kuaterner’e ait yükselmiş kıyı çizgilerinin varlığı ilk olarak **Erol (1963)** tarafından bildirilmiştir. Yazar burada yükseklikleri 140 metreye kadar çıkan beş

kadar Pleistosen denizel formasyon kalıntısı ile +0.8, +1.4 ve +2.5 m ye yükselmiş üç Holosen kıyı izini tanıtmıştır. Ayrıca Erol (1969), antik Seleucia Pieria limanındaki (Şekil 3 de Lokalite 1) gözlemlerine dayanarak “deniz seviyesinin, Milat yıllarından beri en az 80 cm alçaldığını” ifade etmiştir.

Öteyandan Flemming (1978), Seleucia Pieria’da ve hatta Antalya doğusundaki güney Anadolu kıyılarının hiçbir yerinde, deniz seviyesinde görelî bir değişme olduğuna dair bir gözleminin bulunmadığını kaydetmektedir.

Hatay’daki Holosen kıyıları Dalongeville - Sanlaville (1979 a, b) tarafından da incelenmiş ve Çevlik yakınlarında +0.8, +2.0 ve +2.8 m yüksekliklerdeki üç eski deniz seviyesine ait yükselmiş kıyı şekilleri üzerinde durulmuştur.

Değişik yazarlar tarafından belirtilen, Holosen kıyı çizgilerinin yüksekliklerindeki farklılığın nedenlerini açıklamak, özellikle deniz seviyesindeki yerel değişimleri tarihlendirmek ve bunlarla ilgili tektonik etkileri ortaya çıkarmak için, Mayıs 1988 de Hatay



Şekil 1. Türkiye'nin sadeleştirilmiş jeolojik yapı birimleri. (Sawamura 1971 den değiştirilerek)

PU : Pontid ara yükselim kuşağı

TU : Torid ara yükselim kuşağı

* Holosen'de yükseldiği belirlenen yerler.

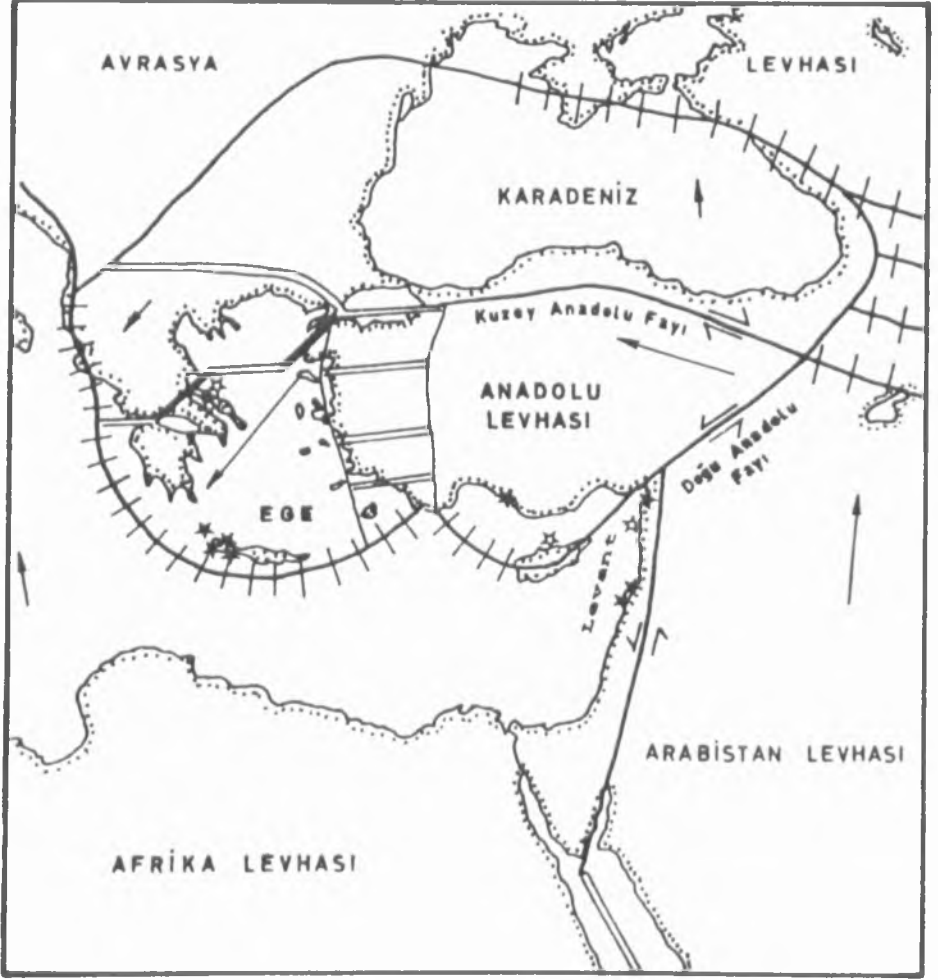
kıyılarında bir hafta süreyle bir arazi çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar sırasında mineralojik analizler ve radyokarbon tarihlenmeleri için gerekli örnekler toplanmıştır.

Jeodinamik özellikler

Araştırma alanı Akdenizin kuzeydoğu köşesinde, Türkiye'nin Suriye sınırına komşu Hatay ilinde bulunur. Bu alan yapısal olarak **Ketin (1966)** tarafından Torid jeolojik kuşağı içinde gösterilmiştir. **Sawamura (1971)** Pontidlerde ve Toridlerde ikişer dış subsidans kuşağı ile bunlar arasında birer orta yükselme kuşağı ayırmıştır (**Şekil 1**). Toridler ortasındaki yükselme kuşağı Antakya yakınında Hatay bölgesini katederek batıda denize dalar. Alanya çevresinde yeniden kıyı boyunca görülen kuşak, Antalya doğusunda tekrar denize dalarak kaybolur. **Şekil 1** de Toridler arası yükselme kuşağının denizdeki bölümü, Kıbrıs'ın kuzey kıyılarını içine alacak şekilde, **Sawamura (1971)** tarafından düşünülen biraz daha güneyde gösterilmiştir. Çünkü **Dreghorn (1981)** burada Bizans döneminden beri yer kabuğunda yükselme olduğunun arkeolojik delillerini bulmuştur.

Arabistan ve Anadolu tektonik levhalarının sınırını çizen Doğu Anadolu Fayı, **McKenzie (1972)** ye göre Hatay kuzeyinde iki kola ayrılır. Bunlardan biri Afrika ile Anadolu levhaları arasındaki sınırdır ve deniz altında Kıbrıs'a doğru uzanır. İkincisi Afrika ve Arabistan levhalarını ayıran Ölüdeniz Fayına bağlanmak üzere (**Perinçek - Çemen 1990**) karada güneye doğru uzanır (**Şekil 2**). Bu nedenle, üç yer kabuğu levhasının birleştiği bir alanda bulunan Hatay bölgesinde tektonik ve sismik hareketlerin şiddetli olması doğaldır.

Hatay ilinin merkezi Antakya (eski Antioch), antik çağlarda yüzyıllarca süreyle doğu âleminin en önemli kentlerinden biri olmuştur. Son 2000 yıl boyunca kent yedi kere depremlerle yıkılmış ve yeniden inşa edilmiştir. Bunlardan muhtemelen 526 tarihinde meydana gelen büyük depremden sonra kent artık eski ihtişamını hiçbir zaman kazanamamıştır (**Brown 1969**). Bu deprem Akdeniz'in doğusunda (Levant) yüz kadar kenti tahrip etmiş ve Antioch'un Seleucia Pieria limanını artık kullanılamaz duruma getirmiştir.

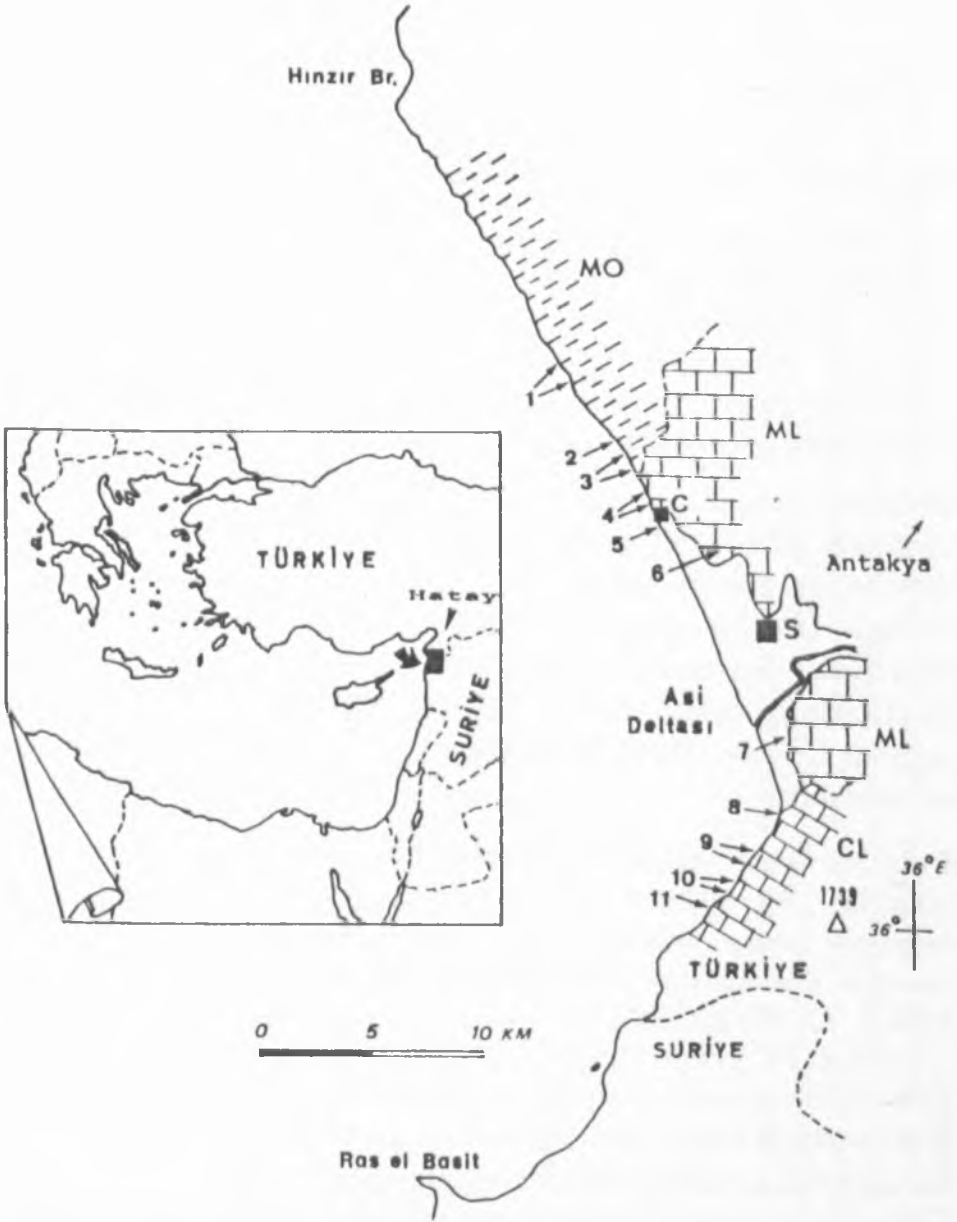


Şekil 2. Anadolu ve çevresindeki levha sınırları ve hareket doğrultuları (McKenzie 1972 den sadeleştirilerek). Siyah yıldızlar günümüzden 1500 yıl kadar önce yükseldiği belirlenen kıyı kesimlerini, beyaz yıldızlar günümüzden 1500 yıl kadar önce muhtemelen yükselmiş kıyıları göstermektedir.

Holosen kıyıları

Çalışma alanı Asi ırmağı delta ovasının iki tarafında uzanmaktadır. Deltanın kuzeyindeki kıyının 8 km lik bir bölümü incelenmiştir. Burada yapımı süren yeni kıyı yolu, daha önce erişilmesi mümkün olmayan ofiolit falezlerin dibine ulaşılmasını mümkün kılmıştır. Delta ovasının güneyinde ise, 20 Mayıs 1988 günü, uygun hava şartlarında,

Keldağ'ın (Akçadağ veya Kılıç dağı) dik kalker falezleri boyunca birkaç noktada karaya çıkarak çalışmak mümkün olabilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanının lokasyon haritası. 1 den 11 e kadar olan rakamlar metinde sözü edilen örnek noktalarını göstermektedir. C: Çevlik, S: Samandağı, MO: Mesozoik ofiolitleri, ML: Orta Miosen kalkerleri, CL: Kretase kalkerleri.

Deniz seviyesini belirlemede kullanılan veriler

Hatay bölgesinde yükselmiş Holosen kıyılarını belirlemede kullanılan veriler deniz aşındırma çentikleri (dalga oyuğu = **notch**) ve dalga aşındırma platformları (dalga oyuğunun tabanı = **bench** anlamında) ile biyolojik oluşumlu eklentilerin (**bioconstructed rim**) kalıntılarıdır.

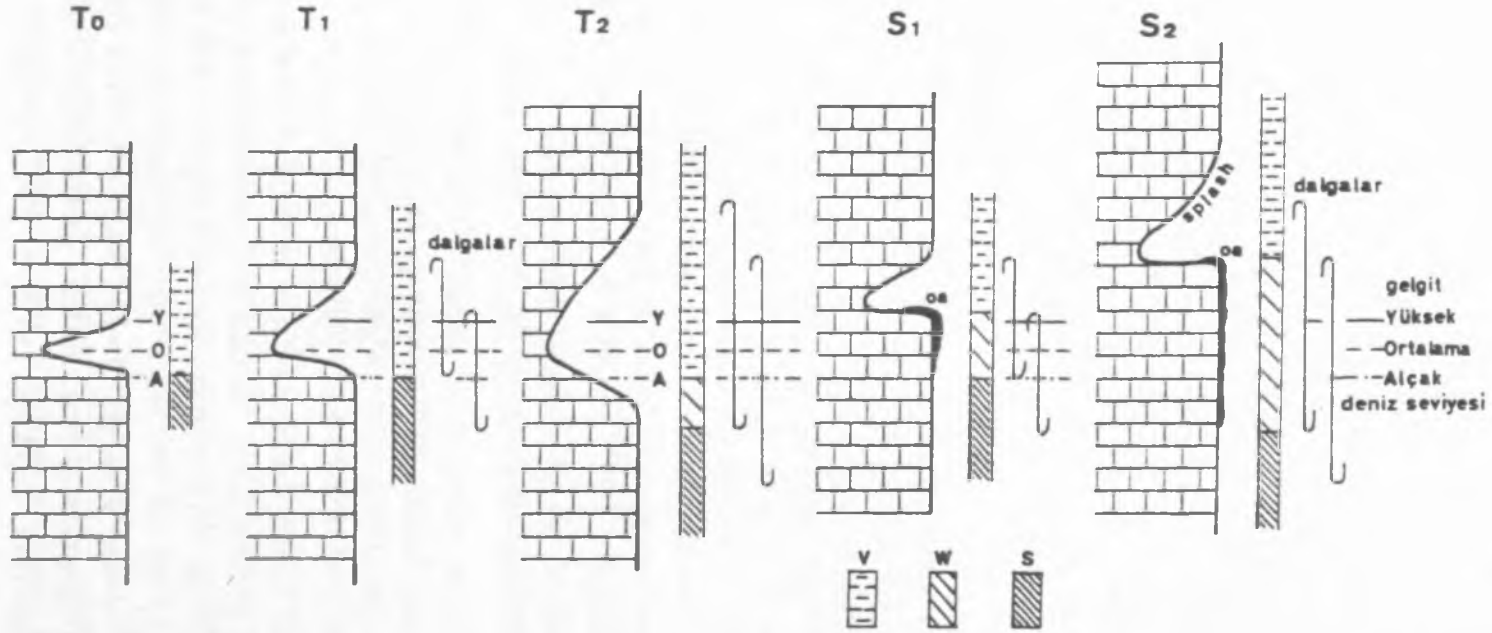
Deniz seviyesini belirleyici olarak denizel aşındırma

Kalkerli kıyılarda deniz seviyesinde devamlı çizgiler şeklinde uzanan çentikler (çentik, dalga oyuğunun küçüğü anlamında kullanılmıştır), yaygın olarak görülen ve iyi bilinen bir oluşumdur. Eskiden bunların kimyasal erimeyle meydana geldiği kabul edilirdi. Bugün ise genellikle gelgit zonunda yaşayan çeşitli denizel organizmaların neden olduğu biyoerozyonla şekillendikleri bilinmektedir.

Ortalama deniz seviyesinde değişme olmayan yerlerde çentik profilinin şekli yerel gelgit genliği, kıyının dış etkilere açık olma durumu, anakayanın sertliği gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Pirazzoli 1986a). Örneğin gelgit genliğinin çok küçük olduğu denizlerin kıyılarındaki iyi korunmuş sert kalker falezlerde çentik tam bir yatay çizgi şeklinde uzanır ve falez dikliğine derince oyulmuş dar bir oluk şeklinde bulunur. Bunlar deniz seviyesini çok doğru olarak belirleyen oluşumlardır.

Dalgalar deniz seviyesi üzerindeki falez yüzeyini su püskürterek ıslatırlar. Bu ıslanma düzenli olursa gelgit sınırı içinde kalan biyolojik zonlar yukarıya doğru yayılır. Bu durum deniz seviyesi üzerinde biyoerozyona neden olur ve çentik yukarıya doğru genişler (Şekil 4). Gelgit etkisinin çok belirsiz olduğu denizlerde, tavan yüksekliği bu şekilde artsa bile, gelgit çentiğinin tabanı hemen hemen yatay kalır. Çentiğin başlangıç ve dip kısımları arasındaki seviye farkı yaklaşık olarak gelgit genliğinin yarısı kadar bir değerde kalır. Bu durumda, ortalama deniz seviyesine karşılık gelen çentiğin en dip noktasındaki yükseklik, çentik profilinde alçak bir konumda bulunur.

Dalgaların diğer etkisi anakaya üzerine yapışan organik birikimin gelişimi üzerine olur. Bu organik birikimler biyoerozyonu



Şekil 4. Gelgit genliğinin çok az olduğu bir alanda, dik bir kalker falez üzerinde, dış etkilere açıklık derecesine göre oluşan denizel çentik profillerindeki morfolojik çeşitlilik. T₀, T₁ ve T₂ dalga etkisinin artmasına uygun olarak değişen gelgit çentiği profilleridir (Tidal notch). S₁ ve S₂ kırılan dalgaların vurduğu falezdeki profillerdir (Surf notch). oa: Kalker yüzeyi aşmaktan koruyan organik birikim. V: Islanıp kuruyan zon. W: Devamlı olarak ıslak zon. S: Devamlı olarak su altında bulunan zon. Çentik profilinde en iç nokta gelgit çentiklerinde ortalama deniz seviyesinde, kırılan dalgalı yerlerdeki çentiklerde ise ortalama deniz seviyesinin üstündedir.

engelleyerek anakayayı korur. Organik eklentilerle kaplanan çentiğin dış kenarı (**rim**) üzerinde dalga platformu (**surf bench**) şekillenmeye başlar ve dalgalardan sıçrayan sular ortalama deniz seviyesinin üzerinde çentiğin (**surf notch**) gelişmesine yardım eder. Bu oluşum **Focke (1978)** ve **Pirazzoli (1968a)** tarafından açıklanmıştır. Dalga çentiğinin tabanında gelişen dalga platformunun yüksekliği, dalga etkisinin o yerdeki şiddet ve düzenine bağlıdır. Bu etkiler kısa mesafeler içinde değişebilir. Alize rüzgârlarına açık tropikal kıyılarda yüksek gelgit (gelim) seviyesinden 2 m yükseğe kadar uzanan platformlar vardır. Buna karşılık Akdeniz’de dalga platformlarının yüksekliği, genellikle ortalama deniz seviyesinin sadece birkaç desimetre yukarısında bulunur. Özellikle Doğu Akdeniz kıyılarında (Levant) Fransız yazarların “trottoirs” olarak adlandırdıkları platformlar böyledir.

Asi deltasının güneyinde, kıyıdan birkaç km mesafede 1739 m yüksekliğe ulaşan Keldağ’ın dik falezli ve çok girintili çıkıntılı kıyıları uzanır. Burada korunaklı yerlerdeki bazı çentik profillerinde yapılan incelemelerden Holosene ait yükselmiş iki kıyı çizgisinin varlığı anlaşılmıştır. Bunlardan alçak olanı dalgaların ulaşabildiği bir seviyede olduğu için genellikle iyi korunmamış, aşınmıştır. Bununla birlikte, küçük kumsalların kenarlarında vermetid’lerle (karbonat kabuklu kurtlar) çerçevelemiş çukurluklar, havuzcuklar önceki deniz seviyesinin yüksekliğinin +0.7 ile +0.8 m kadar olduğunu açıkça göstermektedir. +2.0 ile +2.2 m deki daha yüksek kıyı çizgisi ise iyi korunmuş gelgit çentikleri ile birkaç yerde saptanmıştır (**Foto 1**).

Buna karşılık, Çevlik yakınındaki küçük bir kalker yapılı kıyı kesiminde eskiye ait birçok deniz seviyesi izleri bulunmaktadır. Ancak, dalgaların aşındırma etkisi nedeniyle bunların tam olarak ölçülüp değerlendirilmesi mümkün olamamıştır.

Örneğin **Foto 2** de, Çevlik yakınında dalga etkisinin fazla olduğu bir kalker kıyı kesimi görülmektedir. Burada erozyonla oluşmuş çizgiler yaklaşık şu seviyelerde ölçülmüştür: A= +0.4 m, B= +0.9 m, C= +1.4 m, D= +2.35 m ve E= +2.8 m. Bunlardan A, bugünkü ortalama deniz seviyesine göre şekillenmiş dalga platformu (**bench**) görünümündedir. Dalga çentiği (**surf notch**) konumundaki A-B zonu ise bugünkü dalgaların sıçrattığı sularla şekillenmiştir. Aynı

özelliikteki C-D yaklaşık +1 m deki eski ortalama deniz seviyesine göre şekillenmiştir. E ise yaklaşık +2.4 m deki eski ortalama deniz seviyesine göre şekillenmiş ve kısmen aşınmış bir dalga platformunun iç kısmını temsil etmektedir. Burada üçüncü bir yükselmiş kıyı çizgisini gösteren bir delil bulunmamaktadır.

Çevlik limanı yakınındaki yükselmiş şekiller, yeni liman mendirekleri yapılmasının neden olduğu çevresel değişmelerle karışmış, yorumu zorlaşmıştır. Dalgalara açık bir ortamda oluşan çentikler (**notches**), platformlar (**benches**) ve biyolojik eklentiler (**bioconstructed rims**), şimdi mendireklerin arkasında bu ortamdan çok uzakta, sakin sular içinde kalmıştır.

Sonuç olarak, yükselmiş aşınma şekilleri çalışma alanında Holosen'de bugünkünden yüksek iki ayrı deniz seviyesinin olduğunu göstermektedir. Yüksek olan, özellikle Asi deltasının güneyinde daha belirgindir. Yüksekliği Keldağ kıyılarında $+2.1 \pm 0.1$ m ve Çevlik yakınında $+2.5 \pm 0.3$ m dir. Daha alçak olan deniz seviyesi daha az belirgindir ve yüksekliği Keldağ kıyılarında $+0.7$ ile $+0.8$ m, Çevlik yakınında $+1.0 \pm 0.3$ m kadar kabul edilebilir. Çevlik kuzeyindeki ofiolit yapılı kıyılarda özellik gösteren bir aşınım şekli saptanmamıştır.

Biyolojik eklentilerle oluşan şekiller (bioconstructed rims)

Genellikle vermetid'lerden oluşan organik eklentiler, yeşil taşları, bazen de sert kalker falezleri deniz seviyesinde sert bir kaya çıkıntısı şeklinde (rim) çerçeveler.

Hatay bölgesindeki biyojenik oluşumlar, dikkati çeken bazı özellikleriyle Akdenizin diğer biyolojik kıyı şekillerinden ayrılır. Bugünkü deniz seviyesi yakınındaki alt kenar (**rim**), bugünkü deniz seviyesiyle ilgili görünmektedir. Ancak maalesef bunlar ölüdür ve incelenen alanda hiç hayat belirtisine rastlanmamıştır. Bunun nedeni, özellikle Çevlik kuzeyinde, kıyı yakınındaki sularda bugünkü kuvvetli karışım olabilir. Vermetid'ler stenohalin açık deniz hayvanlarıdır. Geçici bir gömülme onların ölümüne neden olabilir (Laborel 1986). Görüldüğü kadarıyla buradaki yeni kıyı yolu yapımı, normal durumda sadece Asi ırmağının bahar taşkınları sırasında çoğalan kıyı yakım

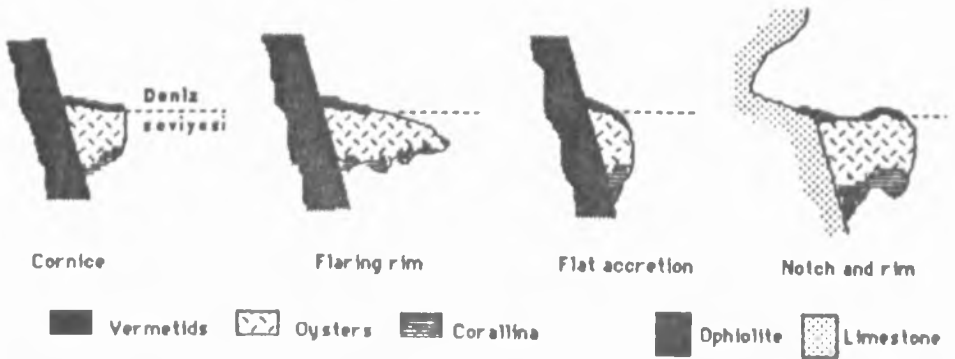
sudaki silt oranını ve türbülansı artırmıştır.

Arazi çalışmalarımız rüzgârlı günlere rastladığı için altta bulunan ölü rim'leri ayrıntılı çalışmak mümkün olamamıştır. Fakat ulaşabildiğimiz yükselmiş iki rim sisteminden aldığımız örnekler, bunların dış ve iç morfolojileri ile yapılarını inceleme imkânı vermiştir. Bu biyolojik oluşumlar, bugüne kadar Akdeniz'de tanımlanan bütün diğer biyojenik oluşumlardan belirgin olarak farklıdır (Laborel 1987).

Organik eklenti çizgileri (rim) genellikle 0.2-0.3 m kalınlıktadır. Bazı durumlarda 0.5 m, hatta 1 m kalınlıkta olabilmektedir. Rim'lerin üst yüzeyleri dışa doğru eğimlidir. Yer yer organizmalar kaya yüzeyinden 1 m ye kadar genişlikte ve birkaç desimetre kalınlıkta saçak şeklinde çıkıntılar yapabilmektedir (Şekil 5, Foto 3).

Kaya kırıldığında, oluşumun karışık yapısı ortaya çıkmaktadır. Üst kısımda yoğun bir monospesifik vermetid (*Dendropoma petraeum*) gelişimi görülür. Bunlar genellikle kalkerli alglerin bulunmaması ile dikkati çeker. Vermetid katmanı genellikle incedir ve biyokonstrüksiyon yüzeyinde küçük bir rim oluşturur.

Vermetid'lerin altında, onlarla oldukça kaynaşmış durumda, küçük oyster (istiridye) lerden oluşan yoğun bir katman vardır. Rim'in üste doğru saçak şeklinde genişleyen profilinin, bu oyster tabakasının büyüklüğüne bağlı olduğu anlaşılmaktadır. Oyster türleri henüz belirlenmemiştir. Ancak bunlar arasında, bugün Akdeniz bölgesinde



Şekil 5. Sert anakaya üzerinde vermetid-oyster formasyonlarının değişik profil ve yapıları. Kalker kayalarda rim'in arkasındaki çentik dalga çentiği (Surf notch) üpidir.

varlığı bilinmeyen Indo-Pacific kökenli bir tür olan *Hyotissa hyotis* (L.) in bazı özelliklerini gösterenler bulunmaktadır (P. Arnaud, sözlü bilgi, 1988).

Rim'in çıkıntı yapan alt bölümü çok serttir ve şekli bazen kısa, birleşik sarkıtlara benzemektedir. Bunlar kırıldığında *Corallina* rim'leri için tipik olan, aktif gelişme durumunda bir alg yapısı görülmüştür. Buna göre, rim'in tektonik etkilerle deniz seviyesine göre yukarıya doğru itilişi sırasında biyolojik erozyon olmadığı açıkça anlaşılmaktadır.

Biyoloji-ekoloji

Rim'lerde canlı organizmalar bulunmadığı için biyolojik inceleme yapılamamıştır. Ancak, yükselmiş rim'lerden iyi korunmuş olan alttakinin incelenmesiyle bunların yapısal gelişmelerini anlamak mümkün olabilmektedir.

Önce kayalara oyster'lerin yerleşmesiyle kaya yüzeyinde hızla kalın bir kaplama oluşmuştur. Oyster kavkuları küçüktür (2-3 cm) ve sıkışık bir istiflenme gösterir. Kumsallara yakın olan kıyı kesimlerinde kavkılar arasındaki boşluklar kalsitleşmemiş kumlu bir dolgu ile dolmuştur.

Gelişimin son aşamasında oyster rim'inin üst bölümü, herhangi bir aşınma süreci ile kesintiye uğramadan, ince bir *Dendropoma* tabakası ile kaplanmıştır. Alt bölümde ise gölge seven *Corallina* algleri yoğun bir gelişme göstermiştir.

Vermetid'lerle ortak yaşayan kalkerli alglerin çok az gelişmesi, oluşumun Asi ırmağı ağzı çevresindeki bir alanda sınırlanması ve yer yer önem kazanan pekişmemiş kumlu dolgu (matriks), vermetid-oyster karışımı oluşumların açık deniz biyolojik oluşumları olmadığını, tatlı su varlığını gerektirdiğini göstermektedir.

Oyster'lerin, vermetid'lerden daha alçakta, yani sublittoral zonda gelişmeleri ilginçtir. Bu, Akdeniz bölgesi dışında gözlenen farklı bir durumdur. Akdeniz bölgesi dışında oyster oluşumları genellikle vermetid'lerden daha yüksek bir seviyede, mid-littoral zonda gelişir. Bu farklılık Pérès (1982) ye göre, Akdeniz bölgesinde gelgit

etkisinin eksikliği ile açıklanabilir.

Bugüne yakın olanlarla fosil rim çizgileri üzerinde yapılan gözlemlere göre, her rim çizgisinin stabil bir deniz seviyesinde geliştiği kuşkuludur. Rim'ler, küçük deniz seviyesi değişimleri olurken, kalkerli organizmaların farklı tiplerinin üstüste gelişmesiyle oluşmuş görünmektedir. Ayrıca, vermetid'lerle oyster'ler arasındaki geçişin tedrici olması, bu iki türün aynı süre içinde beraber geliştiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, kıyı boyunca biyolojik yapıda üç farklı çizgi (rim şeridi) izlenebilmektedir. Bunlar **bugünkü deniz seviyesinde, +0.7** ile **+0.8 m** arasında (yer yer kuvvetli dalgalarla fazla su sıçrama alanlarında +1.4 m ye kadar çıkabilmektedir) ve Asi deltasının güneyinde **+2.0** ile **+2.2 m** arasında (deltanın kuzeyinde 2. - 8. km ler arasındaki kıyı kesiminde 2.5 - 3.0 m ye kadar çıkabilmektedir) uzanmaktadır. Deltanın kuzeyindeki tedrici yükselme sadece birkaç noktada gözlenmiş olup, daha fazla araştırılması gerekir. Bununla birlikte, yapılan sistematik ölçümler, bugünkü oluşumların eskilerin kopyası olduğunu göstermiştir. Buna göre, farklı seviyedeki kıyı izlerinin, kıyıda dış etkilerde eskiye göre bir değişme olmasıyla değil, burada kıyı bölgesinin güncel tektonik çarpılması ile ilgili olduğu anlaşılmaktadır.

Pleistosen kıyı çizgileri

Erol (1963) tarafından tanımlanan denizel Pleistosen formasyonlarından bazıları 1988 deki arazi çalışmamız sırasında incelenmiş olup, bunlardan iki örnek aşağıda açıklanmıştır:

1) Mağaracık yakınında (Lokalite 6), bir kalker formasyonunun denize bakan tarafında, bugünkü deniz seviyesinden 45 m kadar yükseklikte, iyi korunmuş, devamlılık gösteren denizel bir çentik uzanır (**Foto 4**). Buradaki ölü falezin dibinde denizel kum ve toprak yüzeyinde bol miktarda kavkılar vardır. Bu kıyı çizgisi, **Erol (1963)** tarafından Tyrrhenian olarak kabul edilmiştir. Ancak bugüne kadar bu döneme ait herhangi bir kılavuz fosil bulunamamıştır. Radyometrik bir tarihleme de yapılmamıştır.

2) Cilli yakınında (Lokalite 7), bugünkü deniz seviyesinden 60 m kadar yükseklikte, littoral özellikte bir depo bulunmaktadır (Foto 5). İyi tabakalanmış, sertleşmiş eolien kumların (A) altında çimentolanmış plaj kumları görülür. Bunların içindeki yuvarlak denizel çakıllardan oluşan ince aratabakalar (B), muhtemelen fırtına depolarını temsil etmektedir. Rekristalize oyster kavkaları, kalker anakayaya yaşama konumunda tutunmuş olarak görünmektedir (C). Bunlar, bu tarihlendirilmemiş Pleistosen kıyısında eski gelgit zonunun yerini belirtmektedir. Eski deniz seviyesi tam olarak B ve C arasına konulabilir.

Keldağ kıyıları boyunca eski kıyı çizgisi ile ilişkili çeşitli izler bulunmaktadır. Bunlardan daha önce tanıtılmamış olan deniz mağaraları, denizel konglomeralar gibi oluşumlar denizden yaklaşık 12 m yüksekliklere kadar izlenebilmektedir. Karaya çıkmanın mümkün olduğu Lokalite 11 de çok iyi korunmuş bir çentik $+12.2 \pm 0.3$ m de ölçülmüştür (Foto 6). Fakat bu eski kıyı çizgisini tarihlendirmeye yarayacak herhangi bir materyal bulunamamıştır.

Buraya kadar belirtilen veriler ve yapılan değerlendirmeler, bu alandaki yükselme hareketlerinin en az orta Kuaterner'den beri sürdüğünü açıkça göstermektedir.

Radyometrik tarihlendirmeler

Holosen organik oluşumlarının radyokarbon tarihlendirmeleri Paris VI Üniversitesinde yapılmıştır. Yarılanma süresi 1950 den itibaren 5568 yıl alınmıştır. Karbonat yaşları izotopik düzeltme yapılmadan hesaplanmıştır. Çünkü Lokalite 11 den alınan canlı vermetid örnekleri üzerinde yapılan incelemeler, deniz seviyesinden alınan bugünkü vermetid karbonatlarındaki RC14 ün spesifik radyoaktif konsantrasyonunun (örnek 8KE6, relatif RC14 aktivitesi $108.0 \pm 1\%$), Akdenizin yüzey sularındaki çözünmüş RC14 mineralinin izotopik içeriğine çok yakın olduğunu göstermiştir.

Yükselmiş biyolojik oluşumlardan (bioconstructions) onüç örnek tarihlendirilmiştir. Bunların sonuçları Çizelge 1 de verilmiştir.

En üst Holosen kıyı çizgisi Keldağ kıyılarında iki yerde (örnek 8KE1

ve 8KE2) ve Çevlik kuzeyinde de iki yerde (örnek 8CV8 (Foto 7) ve 8CV2 (Foto 8)) tarihlendirilmiştir.

En az yükselmiş kıyılara ait Çevlik yakınındaki biyolojik rim'lerden (bioconstructed rims) alınıp tarihlendirilen örnekler şunlardır:

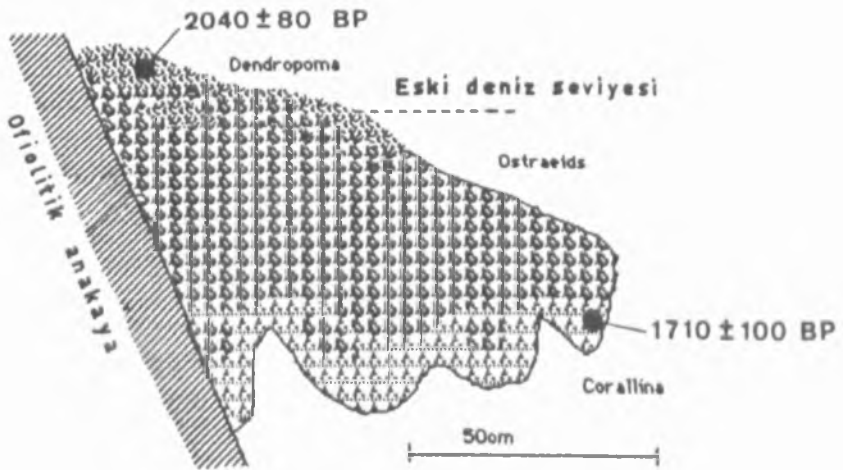
a) En üst kıyı çizgisini tarihlendirmek için kullanılan 8CV2 örneğinin alındığı profilden ikinci bir örnek (örnek 8CV3).

b) Çok ilginç bir biyolojik korniş (bioconstructed cornice)'in üst yüzünden bir örnek (örnek 8CV4) ve aynı kornişte Corallina'nın hakim olduğu alt kısımdan bir örnek (örnek 8CV11) (Foto 3, Şekil 6).

c) Diğer rim'lerden biraz daha yüksekte gelişmiş, izole bir biyolojik rim'in üstünden bir örnek (örnek 8CV1).

d) Bugünkü ile +0.8 m rim'i arasında gelişmiş izole bir biyolojik oluşumdan iki örnek: üstteki vermetid katmanından (örnek JL3A) ve oyster kavkı kütesinden (örnek JL3B).

Seleucia Pieria'da (Lokalite 5), özellikle antik rıhtım yakınında bazı yükselme izleri görülmektedir. Bunlar rıhtımın taş bloklarında bugünkü deniz seviyesinden birkaç desimetre yüksekte Lithophaga oyukları ve rıhtımın dış tarafında denizel aşınım izleri ile korunaklı yerlerde hâlâ yaşama konumunda yapışık duran oyster kavkılarıdır



Şekil 6. Foto 3 deki vermetid-oyster rim'inden enine kesit.

(Foto 9). Bu fosil oyster'lerin (*Hyotissa hyotis* (L.)?) erişebildiği maksimum yükseklik bugünkü ortalama deniz seviyesinden yaklaşık 0.75 ± 0.1 m yukarıdır. Bunlar günümüzden 1345 ± 70 yıl önceye tarihlenmiştir.

Keldağ kalker kıyılarının başlangıcında, kumsal yakınında (Lokalite 8), küçük bir *Dendropoma vermetid* rim'i günümüzden 2290 ± 95 yıl önceye tarihlenmiştir. Bu, $+0.75$ m yükseklikte, kalker anakayaya yapışık biyolojik oluşumlu bir kornişin üstünde, eski bir oyuğu (pool) çerçeveler. Halbuki aynı korniş bloğunun $+0.55$ m seviyesinden alınan oyster örneği günümüzden 2685 ± 100 yıl önceye tarihlenmiştir.

Oyster tarihlerinin güvenilirliği

Tarihlendirilen örneklerin güvenilirliğini kontrol etmek için, özellikle yükselme hareketlerinin zamanını belirlemesi umulanlar üzerinde ayrıntılı mineralojik analizler yapılmıştır. Bunların sonuçları **Çizelge 2** de gösterilmiştir. Çoğunlukla oyster kavkılarında oluşan örneklerin bazılarında, tarihlendirmeden önce kumlu dolgu temizlenememiştir.

Oyster kavkı örneklerinden çoğunda iki tip kalsit çimento bulunmasına karşılık sadece eser miktarda aragonit görülmüştür. Oyster'ler mağnezyumsuz kalsit gizli organizmalar iken (Mackenzie ve ar. 1983 e göre $<2\%$ $MgCO_3$), rekristalizasyon oluşumunun görülmesi veya heterojen minerallerin karışımı anlamlıdır. Sadece oyster kavkılarında oluşan ve 99% üzerinde mağnezyumsuz kalsitten oluşan 8CV10 numaralı örneğe tam olarak güvenilebilir. Bunun verdiği tarih, **M.S. 526** da olan tarihi deprem ve bunun sonucunda meydana gelen ani bir yükselmeye uymaktadır. Bu örnek mineralojik bir referans olarak kullanılmıştır. 25% mağnezyumlu kalsitten oluşan JL3B örneği rekristalizasyon düşündürmekte veya daha muhtemel olarak, tarihlendirmeden önce temizlenemeyen eski karbonatlı kumların katkısından etkilenmiş görünmektedir. Örnek 8KE5 de rekristalizasyon ve/veya eski karbonatlı materyalin katkısı nedeniyle biraz daha eski tarih vermiştir.

Sonuç olarak, mineralojik analizler göstermektedir ki, muhtemelen güvenilir olan 8CV10 numaralı örnek hariç, oyster örneklerinin çoğu

Yer No (Şekil 1)	Enlem (K)	Boylam (D)	Örnek No.	Materyal ^a	Yüksektib (m)	Eski deniz seviyesi	Yaş (yıl) Bugünden Önce	Lab. No
1	36°13'	35°50'	8CV7	V,O	+0.9	+0.8±0.1		
1	36°13'	35°50'	8CV8	V	+3.0	+3.0±0.2	2595±100	Pa-775
1	36°13'	35°50'	8CV9	V,O	+0.85	+0.8±0.1		
2	36°11'	35°51'	8CV6	V	+1.4	+0.8±0.1		
2	36°11'	35°51'		Notch	+0.8	+0.8±0.2		
3	36°11'	35°52'	8CV2	V	+2.5	+2.5±0.1	4800±80	Pa-779
3	36°11'	35°52'	8CV3	V,O	+0.8	+0.8±0.1	2050±60	Pa-823
3	36°11'	35°52'	8CV4	V	+0.8	+0.8±0.1	2040±80	Pa-782
3	36°11'	35°52'	8CV5	V,O	+0.65	+0.8±0.1		
3	36°11'	35°52'	8CV11	V,A,O,C	+0.4	+0.8±0.1	1710±100	Pa-781
3	36°11'	35°52'	JL3A	V	+0.8	+0.8±0.3	2410±60	Pa-776
3	36°11'	35°52'	JL3B	O	+0.4	+0.8±0.3	2830±60	Pa-774
4	36°10'	35°52'	8CV1	V	+1.2	+0.8±0.1	2315±80	Pa-822
4	36°10'	35°52'		Surf beach	+2.4	+2.5±0.3		
4	36°10'	35°52'		Surf bench	+1.0	+1.0±0.3		
5	36°09'	35°53'	8CV10	O	+0.75	+0.8±0.1	1345±70	Pa-771
5	36°09'	35°53'		Lithophaga holes	+0.4	≥ +0.4		
6	36°09'	35°54'		Pleistocene notch	+45°	+45°		
7	36°05'	35°56'		Pleistocene beach	+60°	+60°		
8	36°03'	35°56'	8KE4	V	+0.72	+0.75±0.1	2290±95	Pa-769
8	36°03'	35°56'	8KE5	O	+0.35	+0.75±0.1	2685±100	Pa-778
8	36°03'	35°56'		Notch	+2.3	+2.2±0.2		
9	36°02'	35°55'	8KE1	A,V	+2.0	+2.0±0.1	5170±190	Pa-773
9	36°02'	35°55'		Notch	+2.0	+2.0±0.1		
10	36°01'	35°54'	8KE2	A,V,O	+2.0	+2.0±0.1	2910±95	Pa-780
10	36°01'	35°54'	8KE3	A	+0.7	≥ +0.7		
10	36°01'	35°54'		Notch	+2.0	+2.0±0.1		
11	36°00'	35°54'	8KE6	Live V	±0			Pa-767 ^d
11	36°00'	35°54'		Notch	+2.0	+2.0±0.2		
11	36°00'	35°54'		Pleistocene notch	+12.2	+12.2±0.3		

Çizelge 1. Hatay kıyı bölgesinden tarihlendirilen örneklerin listesi. Örnekler biyolojik oluşumlu kıyılardan (biyokonstrüktif rim) ve deniz seviyesini gösteren diğer oluşumlardan alınmıştır.
a) V: vermetid (*Dendropoma*), O: oyster (istiridyе), A: kalkerli algler, C: koral algleri.
b) Yükseklikler bugünkü benzer oluşumlardan yukarıya doğru ölçülmüştür.
c) Cep alümetresi kullanılarak tahmin edilmiştir.
d) Atmosferik nükleer patlamadan sonra.

Örnek	Materyal	Belirlenen yaş (yıl Bugünden Önce)	Kalsit			Aragonit %	
			C %	Mole MgCO ₃	MgC %	Mole MgCO ₃	
8CV11	V,A,O,C,	1710 ±100	50	1.4	49	14.8	~ 1
JL3B	O	2830 ±60	74	0.5	25	14.0	~ 1
8CV10	O	1345 ±70	> 99	1.6	-		< 1
8KE5	O, kavkı		65	1.6	35	12.6	nadir
8KE5	Bütün örnek	2685 ±100					
8KE5	Dolgu mater.		50	2.2	50	10.8	nadir
8KE2	A,V, O	2910 ±95	20	1.4	65	14	15

Çizelge 2. Ostrea kavkuları içeren örneklerin mineralojik analiz sonuçları (V = vermetid, A = kalkerli alg, O = oyster, C = koral alg).

(JL3B, 8KE5 ve 8CV11 gibi), gerçeğinden biraz daha eski yaş vermektedir.

Yerel sonuçlar

Tarihlendirilen bütün deniz seviyesi verileri **Şekil 7** ye yerleştirilmiştir. Bundan çıkarılabilecek bazı sonuçlar şunlardır:

1) Deniz seviyesi bugünkü konumuna günümüzden **5200** yıl önce erişmiştir. Bunu izleyen 2000 yıl için tarihleme yoksa da, en üst kıyı çizgisindeki organik eklentilerin gelişimi ve iyi belirgin aşınım çentikleri ve platformlar, deniz seviyesinin günümüzden **3000** yıl öncesine kadar hemen hemen sabit kalmış olduğunu göstermektedir.

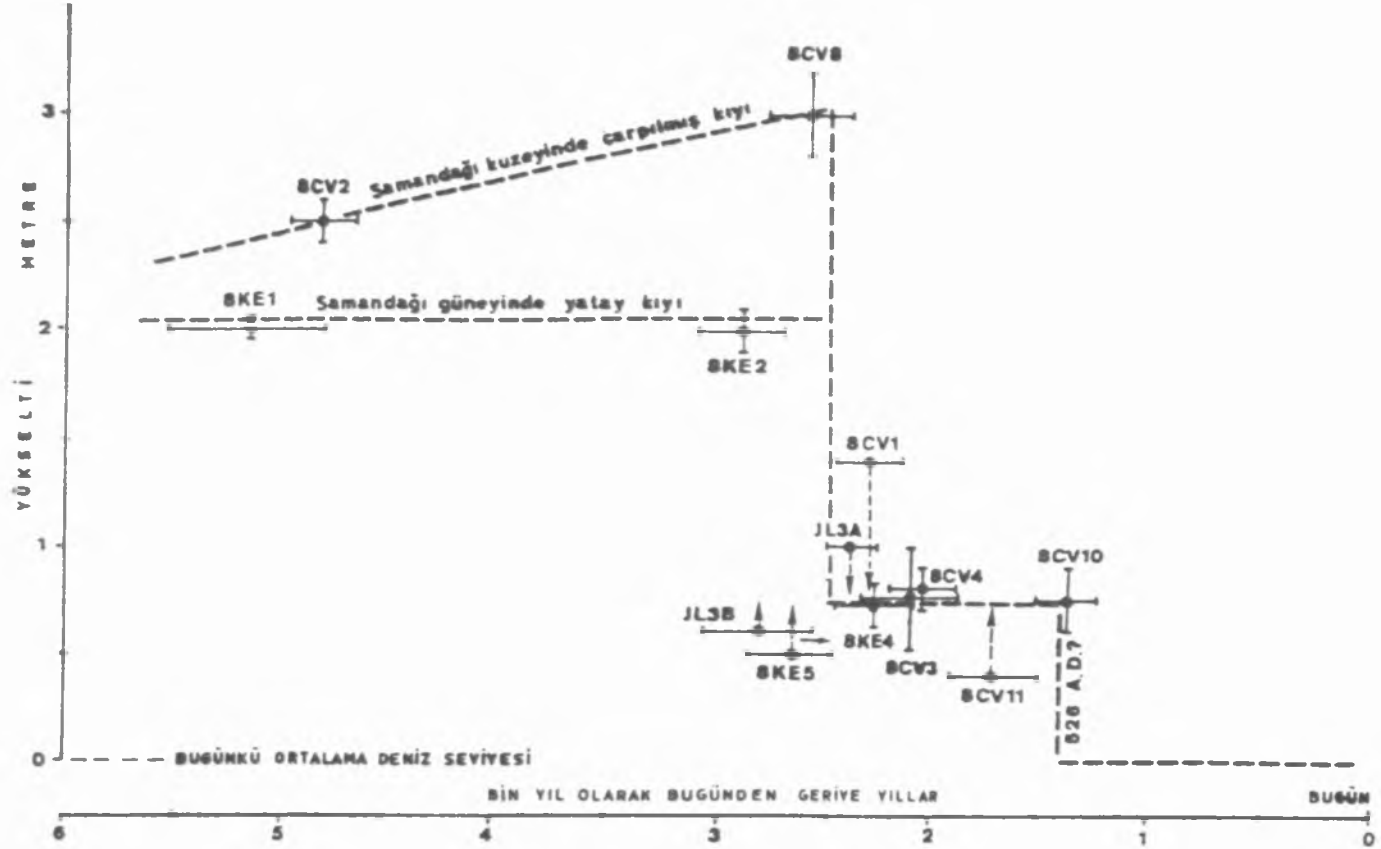
2) Günümüzden önce **2800** ile **2500** yıl arasındaki süre içinde, Asi ırmağı delta ovasının güneyinde kıyuyu **1.2** m kadar yükselten bir sismotektonik olay meydana gelmiştir. Deltanın kuzeyindeki Çevlik'te bu yükselme **1.7** m kadardır ve kuzeye doğru artarak Lokalite 1 yakınında **2.2** m yi bulmaktadır. Bunun nedeni muhtemelen yerkabuğundaki tektonik çarpılmadır.

Eğer radyokarbon tarihlerindeki standart sapmada **2** s esas alınır, sismotektonik yükselme tarihi günümüzden **2795** ile **2720** yıl önceki tarihler arasına rastlar. Bununla birlikte JL3B ve 8KE5 örneklerinden sağlanan tarihler, çimentolanmış karbonat kumlarının varlığı veya rekristalizasyon nedeniyle gerçeğe göre biraz daha eski çıkmıştır. Buna göre yükselme için daha uygun tarih, günümüzden yaklaşık **2500±100** yıl önce olmalıdır.

3) Bu yükselmeden sonra, **+0.7** ile **+0.8** m arasında **1000** yıl kadar değişmeden kalan yeni deniz seviyesinde, yeni biyo-konstrüktif rim'ler ve erozyon şekilleri gelişmiştir.

4) **M.S. 6.** yüzyılın ortalarında, muhtemelen **526** da yeni bir sismotektonik olay, incelenen kıyı bölgesini bütünüyle düzenli olarak **0.7** ile **0.8** m kadar yükseltmiştir. Bu olay bütün Levant bölgesinde yıkıcı bir deprem ve tsunami tahribatı olarak kaydedilmiştir.

5) **M.S. 6.** yüzyıldan beri nisbi deniz seviyesi oldukça stabil kalmış, böylece bugünkü deniz seviyesinde yeni organik eklentilerin gelişmesi



Şekil 7. Hatay kıyıları için mevcut deniz seviyesi verilerine göre zaman yükselti diyagramı.

Yatay çizgiler: 1σ standart sapmaya göre tarihler

Kesik çizgiler: nisbi deniz seviyesi değişimi.

mümkün olmuştur. Ancak, bugünkü deniz seviyesindeki rim, yükselmiş kıyılardaki en büyük biyokonstrüksiyon kalıntularından daha küçüktür.

6) Bugünkü deniz seviyesinde biyokonstrüktif rim'lerin gelişimi, muhtemelen çok yakın bir geçmişte, resif yapıcılarının ölmesiyle sona ermiştir. Özellikle bunların en iyi gelişme alanı olan Asi deltasının kuzeyinde görülen bu durum, kıyı sularında silt artışına neden olan insan etkilerine bağlanabilir.

Diğer bölgelerdeki sismotektonik olaylarla ilişkiler

Türkiye'de, bu çalışmada incelenen alan dışında, yükselmiş Kuaterner kıyı çizgilerinin, Çanakkale ve güney Anadolu'nun orta bölümünde bulunduğu çeşitli yazarlarca bildirilmiştir. Buralar, **Sawamura (1971)** nın belirttiği Pontid ve Torid kuşaklarındaki "orta yükselim zonları"nın Ege ve Akdeniz kıyılarını kestiği iki farklı alandır (**Şekil 1**). Çanakkale çevresinde yükselmiş denizel Kuaterner depolarının varlığı 19. yüzyıldan beri bilinmektedir. **Erol-Nuttall (1975)** ve **Erol-İnal (1980)** tarafından burada birçok yükselmiş fluvial, acıslu ve denizel ortamlara ait depoların oluşturduğu sekiler belirlenmiş ve ayrıntılı olarak haritalanmıştır. Burada Holosende deniz seviyesinin +1.5 ile +2 m ye kadar yükseldiğini gösteren bazı belirtiler vardır, ancak radyometrik tarihlendirme yapılmamıştır.

Güney Anadolu'da, Alanya ile Silifke arasında yükselmiş sekiler ve kumsallar **ArDOS (1969)** ve **Dalongeville-Sanlaville (1979a)** tarafından tanıtılmıştır. Alanya yakınında **Kelletat - Kayan (1983)** günümüzden 1545 ± 40 yıl önce meydana gelen ve sonucunda bir dalga platformunun 0.5-1.3 m yükselmesine neden olan, muhtemelen sismotektonik bir olayın delillerini bildirmektedirler. Bu hareket Hatay'da 6. yüzyılda meydana gelen sismotektonik yükselme ile hemen hemen aynı tarihe rastlamaktadır.

Delongeville-Sanlaville (1979a), Silifke'nin biraz kuzeydoğusunda yükselmiş bir dalga platformu (surf bench, trottoir) bulunduğunu yazmışlardır. Ancak, 1988 de yaptığımız incelemede, bu platformun gerçekte, kıyı boyunca dalgalarla işlenen yatay bir kalker tabakasının üst yüzeyi olduğu anlaşılmıştır. Bu yapısal platformun dış kenarında,

bugünkü deniz seviyesine göre şekillenen ve vermetid rim'leri ile çerçeveselenen bir küçük dalga platformu (surf bench) gelişmekle birlikte, burada bunların eskiden oluşmuş benzerlerine ait bir bulgu yoktur. Halbuki bu zon bugünkünden yüksek bir deniz seviyesinde biyokonstrüktif şekillerin gelişmesi ve yükseldikten sonra korunması için çok uygun görünmektedir. Bu gözlemlere göre, Silifke kuzeydoğusundaki alanın yükseldiğini düşünmek için yeterli veri yoktur.

Türkiye dışında, Hatay'da incelenenlere benzeyen iki yükselmiş kıyı çizgisi Lübnan'da bulunmuştur. Burada yükselmiş kumsallar, dalga platformları, çentikler ve vermetid rim'leri yaklaşık +2.0 ile +2.2 m de ve +0.8 m de iki deniz seviyesini göstermektedir. Üst kıyı çizgisi "Zennadian" Sanlaville (1977) tarafından günümüzden 3090 ± 80 yıl öncesine tarihlenmiştir. Alt kıyı çizgisi "Tabarjan" ise aynı yazar tarafından günümüzden 1635 ± 130 , 1560 ± 140 ve 1480 ± 50 yıl öncelere tarihlenmiştir. Lübnan'daki ve Hatay'daki iki yükselmiş kıyı çizgisinin aynı oldukları ve bu iki yerde görelî deniz seviyesi değişmelerinin birbirine çok uyduğu dikkati çekmektedir. Bu durum, aynı şekilde tekrarlanan dikey hareketlere, radyokarbon tarihlemeleriyle doğrulanmış ilginç ve nadir bir örnek oluşturur. Bu hareketler 250 km yi aşan uzunlukta (Türkiye'de Çevlik kuzeyinden, en azından Lübnan'da Beyrut'a kadar), ana kıtasal levha sınırına paralel, uzunlamasına bir litosfer bloğunu etkilemiştir.

Güney Yunanistan'da günümüzden 1530 ± 40 yıl önceki tarihlerde meydana gelen büyük bir sismotektonik olay, Girit batısında ve Antikythira adasında saptanmış ve birbirine uyan dokuz radyokarbon tarihlemesi ile doğrulanmıştır (Thommeret ve ar. 1981, Pirazzoli ve ar. 1982). Burada 200 km uzunlukta bir litosfer bloğu bütünüyle 9 m yükselmiş ve ani bir sıçrama hareketi ile doğuya doğru çarpılmıştır.

Lübnan'da, Hatay'da, Alanya yakınında, Girit'te ve Antikythira'da ve muhtemelen böyle değişmelerin henüz saptanmadığı başka yerlerde hemen hemen aynı zamanda meydana gelen deniz seviyesindeki görelî değişmeler, Sanlaville (1977) tarafından Lübnan için ifade edildiği gibi, östatik (klimatik) kökenli olamaz. 1500 yıl kadar önce meydana gelen hızlı yükselme ve çarpılmaların nedeni açıkça

tektoniktir ve bunlar Pirazzoli (1986b) tarafından Geç Kuaterner'de benzeri olmayan ve "Erken Bizans Tektonik Paroksizması (EBTP)" olarak adlandırılan büyük bir olayın sonucudur. Bunun nedeni, Afrika ve Eurasia levhalarının ani yaklaşımı, buna katılan Arabistan ve Anadolu levhalarının göreceli hareketleri, Güney Ege ada yayının (Hellenic Arc) altındaki okyanusal kabuktaki bindirme (subduction thrust) ve sonuç olarak Akdenizi sınırlandıran birçok litosfer bloğunun yeniden ayarlanmasıdır.

Hatay bölgesinde EBTP'nin etkisi, muhtemelen Doğu Anadolu Fay sisteminin hareketleri ile bağlantılı olarak, yerel fay çizgilerinin yeniden canlanması şeklinde olmuştur. İncelenen kıyı bölgesinde Pleistosen'den beri şekillenen kıyı çizgilerinin değişik yüksekliklerde izlenmesi, sıçrama şeklindeki son yükselme olayının, bölgede eskiden beri devam eden yükselme eğilimindeki tektonik hareketlerin son etkisi olarak değerlendirilebilir.

EBTP sırasında Doğu Anadolu Fayının muhtemel canlanması, 1500 yıl kadar önce, Akdeniz dışında çok geniş bir alanda, başka ilgili sismotektonik olaylar da meydana getirmiş olmalıdır (Şekil 2). Özellikle Anadolu levhasının göreceli bir hareketi ve belli bir gecikme ile de olsa, Kuzey Anadolu Fayı boyunca tektonik kıvrımlanmalar olduğu düşünülmelidir. Buna bağlı dikey hareketler kıyı boyunca tanınabilir işaretler bırakmış olabilir. Bu nedenle Çanakkale çevresinde deniz seviyesindeki geç Holosen değişimleri dikkatle tarihlendirilmeli ve fay sisteminin kuzey Egedeki devamı boyunca (Dewey - Şengör 1979) Holosen kıyı çizgileri sistemli olarak incelenmelidir.

Teşekkür

Bu araştırma, Avrupa Topluluğu Komisyonu'nun Araştırma Programı'nın, 1986-1990 Çevre Koruma Alanındaki maddi desteği ile yapılmıştır (DG-12, contract EV4C-0067-F). Hatay Valisi Sayın Hanefi Demirkol, Samandağı Kaymakamı Sayın Salman Yurdaer ve Samandağı Hal Müdürü Sayın Süleyman Gümüş'e arazi çalışmalarımız sırasında gösterdikleri ilgi ve yardımları için teşekkürlerimizi sunarız.

Yazarlar

P.A. Pirazzoli (CNRS-URA 141, Laboratoire de Géographie Physique, France)

J. Laborel (Université de Aix-Marseille II, Faculté des Sciences de Luminy, France)

J. F. Saliège (SOHO URA 388 du CNRS, Université Pierre et Marie Curie, Département de Géologie Océanique, France)

O. Erol (İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü)

İ. Kayan (Ege Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü)

A. Person (SOHO URA 388 du CNRS Université Pierre et Marie Curie, Département de Géologie Océanique, France)

Bu yazıya konu olan çalışma aşağıda belirtilen kuruluşlara bağlı araştırma projeleri çerçevesinde yapılmıştır:

— Commission of European Communities Project "Investigation of Past and Future European Sea-Level Changes and their Impacts",

— IGCP Project 274 "Coastal Evolution in the Quaternary",

— Activities of Task Group 4 "Paleoseismicity of the Late Holocene" of the Inter-Union Commission on the Lithosphere,

— The INQUA Commissions on Shorelines and Neotectonics.

Çalışma "Holocene raised shorelines on the Hatay coasts (Türkiye): Palaeoecological and tectonic implications" adı ile Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Hollanda tarafından "Marine Geology, 96 (1991) 295-311" de yayınlanmıştır. Başvurumuz üzerine Elsevier yayın kuruluşundan makalenin Türkçe olarak tekrar basılması için izin alınmıştır. Kendilerine teşekkür ederiz.

Referanslar

- ARDOS, M. 1969 Problèmes géomorphologiques du versant sud du Taurus central (Turquie méridionale). Méditerranée, 3: 233-256.
- BROWN, J. P. 1969 The Lebanon and Phoenicia. Vol. I, Beirut.
- DALONGEVILLE, R. - SANLAVILLE, P. 1979a Les rivages holocènes de Turquie méridionale. Bull. Lab. Rhodan. Geomorphol. 4-5: 5-15.
- DALONGEVILLE, R. - SANLAVILLE, P. 1979b Les changements de la ligne de rivage en Méditerranée orientale, à l'époque historique. Exemple de la côte levantine. In: Salamine de Chypre, Histoire et Archéologie. Colloq. Int. CNRS. No 578: 19-32.
- DEWEY, J. F. - ŞENGÖR, A. M. C. 1979 Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. Geol. Soc. Am. Bull. 90: 84-92.
- DREGHORN, W. 1981 Recent uplift in northern Cyprus. Geol. Mijnbouw. 60: 281-284.
- EROL, O. 1963 Asi nehri deltasının jeomorfolojisi ve Dördüncü Zaman deniz-akarsu sekileri (Die Geomorphologie des Orontes-Deltas und der anschliessenden Pleistozänen Strand- und Flussterrassen, Provinz Hatay, Türkei) Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Yay. Sayı 148: 110 s (with plates).
- EROL, O. 1969 Osservations on Anatolian coastline changes during the Holocene. A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi. Coğrafya Araştırmaları Dergisi 2: 89-102 (in Turkish and English).
- EROL, O. - NUTTALL, C. P. 1975 Çanakkale yöresinin bazı denizel Kuvaterner depoları (Some marine Quaternary deposits in the Dardanelles area, Türkiye) A. Ü. Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi. Coğrafya Araştırmaları Dergisi 5-6: 27-103.
- EROL, O. - İNAL, A. 1980 Çanakkale yöresi Karacaviran köyü çevresindeki Kuvaterner depoları ve denizel fosilleri (Quaternary deposits and marine fossils north of Karacaviran village in the

Dardanelles area, Türkiye) *Jeomorfoloji Dergisi* 9: 1-35 (in Turkish with English summary).

FLEMMING, N. C. 1978 Holocene eustatic changes and coastal tectonics in the northeast Mediterranean: implications for models of crustal consumption. *Philos. Trans. R. Soc. London* 289 (1362): 405-458.

FOCKE, J. W. 1978 Limestone cliff morphology on Curaçao (Netherlands Antilles), with special attention to the origin of notches and vermetid/coralline algal surf benches ("cornices", "trottoirs"). *Z. Geomorphol.* 22 (3): 329-349.

KAYAN, İ. - KELLETAT, D. - VENZKE, J-F. 1985 Küstenmorphologie der Region Zwischen Karaburun und Fiğlaburun, Westlich Alanya, Türkei. *Beiträge zur Geomorphologie des Vorderen Orients. Beihefte zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients. Reihe A, Nr. 9: 17-70. Erläuterungen zur TAVO-Karte A III 6.1-6.3, Geomorphologische Beispiele. Dr. Ludwig Reichert Verlag, Wiesbaden.*

KELLETAT, D. - KAYAN, İ. 1983 Alanya batısındaki kıyılarda ilk C14 tarihlendirmelerinin ışığında Geç Holosen tektonik hareketleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni. C 26: 83-87.*

KETİN, İ. 1966 Tectonic units of Anatolia, Asia Minor. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi* 66: 23-34.

LABOREL, J. 1986 Vermetid gastropods as sea-level indicators. In: O. van de Plassche (Editor). *Sea-level Research: A manuel for the Collection and Evaluation of Data. Geo Books, Norwich : 281-310.*

LABOREL, J. 1987 Marine biogenic constructions in the Mediterranean. *Sci. Rep. Port-Cros Natl. Park.* 13: 97-126.

MACKENZIE, F. T. - BISCHOFF, W. D. - BISHOP, F. C. - LOIJENS, M. - SCHOONMAKER, J. - WOLLAST, R. 1983 Magnesian calcites: low-temperature occurrence, solubility and solid-solution behaviour. In R.J. Reeder (Editor), *Carbonates:*

Mineralogy and Chemistry. Rev. Mineral. 11: 97-144.

- MACKENZIE, D. 1972 Active tectonics in the Mediterranean region. Geophys. J.R. Astron. Soc. 30: 109-185.
- PÉRÈS, J. M. 1982 Zonation and organism assemblages. In: O. Kinne (Editor), Marine Ecology: An Integrated Treatise on Life in the Oceans and Coastal Waters. Wiley, Chichester, Vol. 5, Part 1.
- PERİNÇEK, D. - ÇEMEN, İ. 1990 The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in southeastern Türkiye. Tectonophysics. 172: 331-340.
- PIRAZZOLI, P. A. 1986a Marine notches. In: O. van de Plassche (Editor), Sea-level Research: A manual for the Collection and Evaluation of Data. Geo Books, Norwich : 361-400.
- PIRAZZOLI, P. A. 1986b The Early Byzantine Tectonic Paroxysm. Z. Geomorphol. Suppl. 62: 31-49.
- PIRAZZOLI, P. A. - THOMMERET, J. - THOMMERET, Y. - LABOREL, J. - MONTAGGIONI, L. F. 1982 Crustal block movements from Holocene shorelines: Crete and Antikythira (Greece). Tectonophysics 86: 27-43.
- SANLAVILLE, P. 1977 Etude Géomorphologique de la Région Littorale di Liban. Publ. Univ. Liban, Sect. Etud. Géogr., Beyrouth, 859 p (with 9 maps).
- SAWAMURA, K. 1971 Notes on the tectonic development of Turkey. Bull. Geol. Surv. Jpn. 22 (12): 23-30 (in Japanese, with English abst.).
- THOMMERET, Y. - LABOREL, J. - MONTAGGIONI, L. - PIRAZZOLI, P. A. 1981 Late Holocene shoreline changes and seismotectonic displacements in western Crete (Greece). Z. Geomorphol. Suppl. 40: 127-149.



Foto 1. +2.0 m deki eski kıyı çizgisine ait gelgit çentiği (N). Çentiğin mağara içine doğru devamında, aynı seviyedeki organik eklentiler bir çizgi boyunca küçük bir çıkıntı (rim) oluşturmaktadır (R). Bu çizgi günümüzden 2910 ± 95 yıl önceye tarihlendirilmiştir. Lokalite 10.

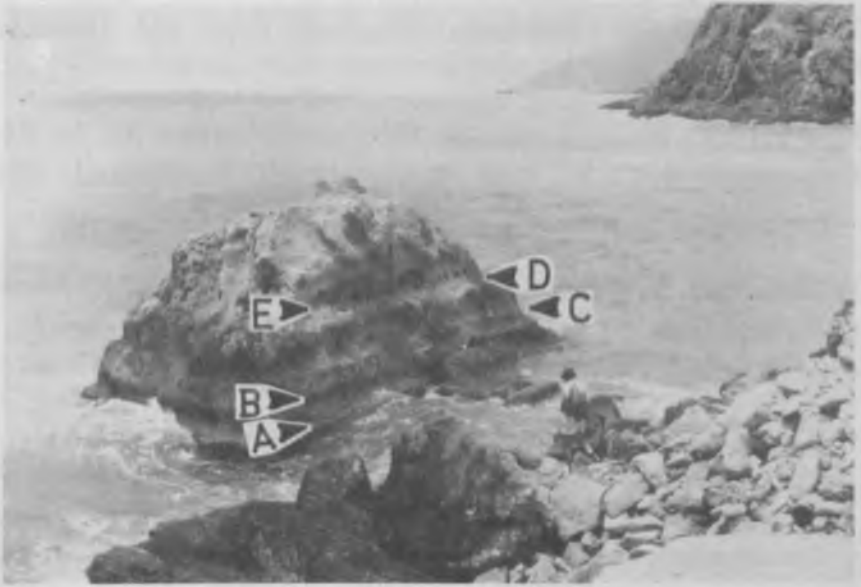


Foto 2. Çevlik yakınında üç farklı deniz seviyesine ait izlerin birarada görünümü (Lokalite 4). Fotoğraf P. Sanlaville'den alınmış, harfler bu yazının yazarları tarafından konulmuştur.



Foto 3. Bugünkü deniz seviyesinde bulunan benzerlerinden 0.8 m kadar yüksekte, ilginç bir biyolojik oluşumlu (bioconstructed) çıkıntı (aynca bkz. Şekil 6). Lokalite 3.



Foto 4. Mağaracık yakınında (Lokalite 6), bugünkü deniz seviyesinden 45 m kadar yüksekte, Miosen kalkerlerini kesen Pleistosen kıyı çizgisi (okla gösterilmiştir).



Foto 5. Cilli yakınında bugünkü deniz seviyesinden 60 m kadar yüksekte Pleistosen kıyısı. A: eolien kumlar, B: plaj depoları, C: gelişme pozisyonunda fosil oyster kavkaları.



Foto 6. Geç Kuaterner deniz seviyelerinde oluşmuş kıyı aşınım şekilleri. A: +12.3 m deki çentik, B: +2 m deki çentik. +0.8 m seviyesi burada belirgin değildir (Lokalite 11).



Foto 7. Lokalite 1 de üstüste üç biyolojik oluşumlu rim. +3.0 m deki A günümüzden 2595±100 yıl önceye tarihlenmiştir. İyi görünmeyen B ise +0.8 m dedir. C: sıfır çizgisidir.

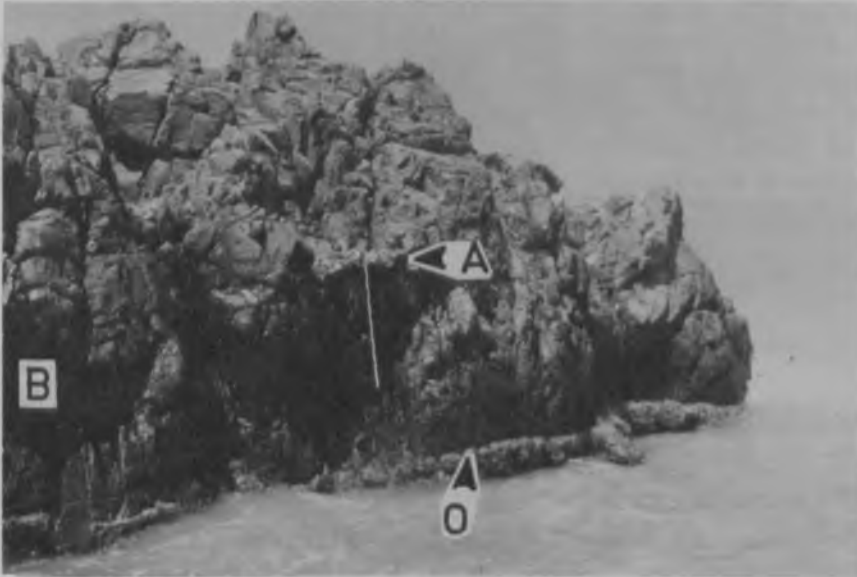


Foto 8. Lokalite 3 de üstüste iki biyolojik oluşumlu rim. +2.5 m deki A günümüzden 4800±80 yıl önceye tarihlenmiştir. C: sıfır seviyesidir. Gölgede iyi görünmeyen B ise +0.8 m de bir ara rim'dir ve günümüzden 2050±60 yıl önceye tarihlenmiştir. Resimdeki düşey ölçek çizgisi 1.6 m dir.



Foto 9. Antik Seleucia Pieria liman mendireğinin dışında aşınım izleri. Ok ve küçük fotoğraf +0.75 m ye kadar çıkan ve günümüzden 1345±70 yıl önceye tarihlenen, yaşama konumundaki oyster kavkılarından alınan örneğin yerini göstermektedir.