



Hersek Deltasında Paleosismik Kazılar

Istanbul ve çevresine ait tarihsel deprem kayıtları Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) bir parçası olan Yalova segmentinin 1509'dan bugüne değin üç kez hareket etmiş olabileceğini gösteriyor. Buna karşın bu segmente ait yüzey kırıklarının, sözkonusu depremler sırasında Hersek yarımadasını mı kestiği yoksa Marmara açıklarında mı yer aldığı hala üzerinde tartışılan bir konu. Bu çalışmada 17 Ağustos Kocaeli depreminin ardından hava fotoğrafları gözden geçirilerek, bölgenin ayrıntılı yapısal jeoloji haritası güncellendi. Buna ek olarak paleosismik fay kazıları (trench) biçiminde yapılan keşiflerle Yalova segmentinin üzerinde meydana gelmiş en son depremlerin ne zaman olduğunun belirlenmesi amaçlanıyordu. Bu bilgi KAF üzerindeki deprem göçünün devam edip etmediğinin belirlenmesi açısından son derece önemliydi.

KUZEY DOĞU ANADOLU Fayı'nın bir parçası olan Yalova segmenti, İstanbul'un yaklaşık 50 km güney doğusunda yer alıyor (Şekil 1). Segmentin yakın çevresinde büyük yerleşim alanları bulunuyor. Dolayısıyla bu segment üzerinde gerçekleşecek bir depremin, felakete dönüşme olasılığı yüksek. Tarihsel deprem kayıtları Marmara bölgesinde gerçekleşen 1509, 1719 ve 1894 depremleri sırasında Yalova segmenti üzerinde çeşitli yüzey kırıklarının gerçekleşmiş olabileceğini gösteriyor. KAF üzerinde tarihsel depremlerin batıya doğru göçü, 1939 Erzincan depremiyle başlamış (Mw 7,9), en son 1999 Kocaeli (Mw 7,4) ve Düzce (Mw 7,1) depremleriyle devam etmişti. Ancak bugüne değin Yalova segmenti üzerinde belirgin bir kırık gözlenmemişti. Bu nedenle Yalova segmentinin denizde mi kaldığı yoksa Hersek deltasından mı geçtiği, üzerinde sıkça tartışılan bir konu olmuştu.

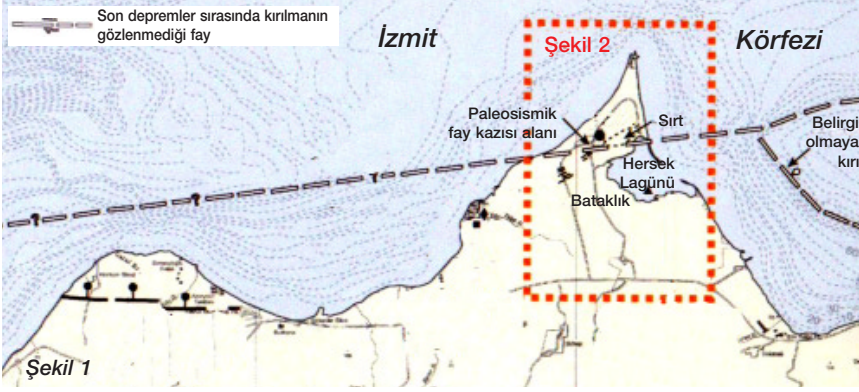
İşte bu çalışmayla, Ekim 1999'da Hersek deltasında gerçekleştirilen paleosismik fay kazıları, genel olarak bu konudaki benzer tartışmalara katkıda bulunma amacını taşıyordu. Çalışmanın hedeflerini daha ayrıntılı olarak şöyle sıralayabiliriz. Yalova segmentinin Hersek deltasını kesip kesmediğini belirlemek ve 17 Ağustos Kocaeli depremi sırasında bu bölgede herhangi yüzey kırığının oluşup oluşmadığını belirlemek; bu segment üzerinde tarihsel ve tarih öncesi dönemde olmuş depremleri belirlemek ve bunlar arasında tarihsel bir sıralama belirlemek; geç Holosende yani günümüzden bir

kaç bin yıl önce gerçekleşmiş yer değiştirmenin hızını belirlemek; yine Holosen stratigrafisine bakarak meydana gelmiş kaymaları ve bunların (neden oldukları depremlerin) büyüklüğünü tahmin etmek. Başka bir deyişle bu segment üzerindeki en son depremin 1894 depremi mi yoksa 1700'lerdeki depremlerden biri mi olduğunu belirlemek, bölgenin deprem riskinin belirlenmesi açısından son derece önemliydi.

Yer Şekilleri

Bölgeye hakim yer şekillerinin incelenmesi ve hava fotoğraflarına dayanılarak yapılan değerlendirmeler, Hersek yarımadasındaki topografik çizgiselliklerin yani yer şekillerinin çizgisel geometrisinin Yalova segmentiyle doğrudan ilişkili olduğunu gösteriyor. Bunun yanı sıra Hersek lagününün geometrisinin ve bulunduğu bölgenin, daha güneydeki Gölcük segmentiyle



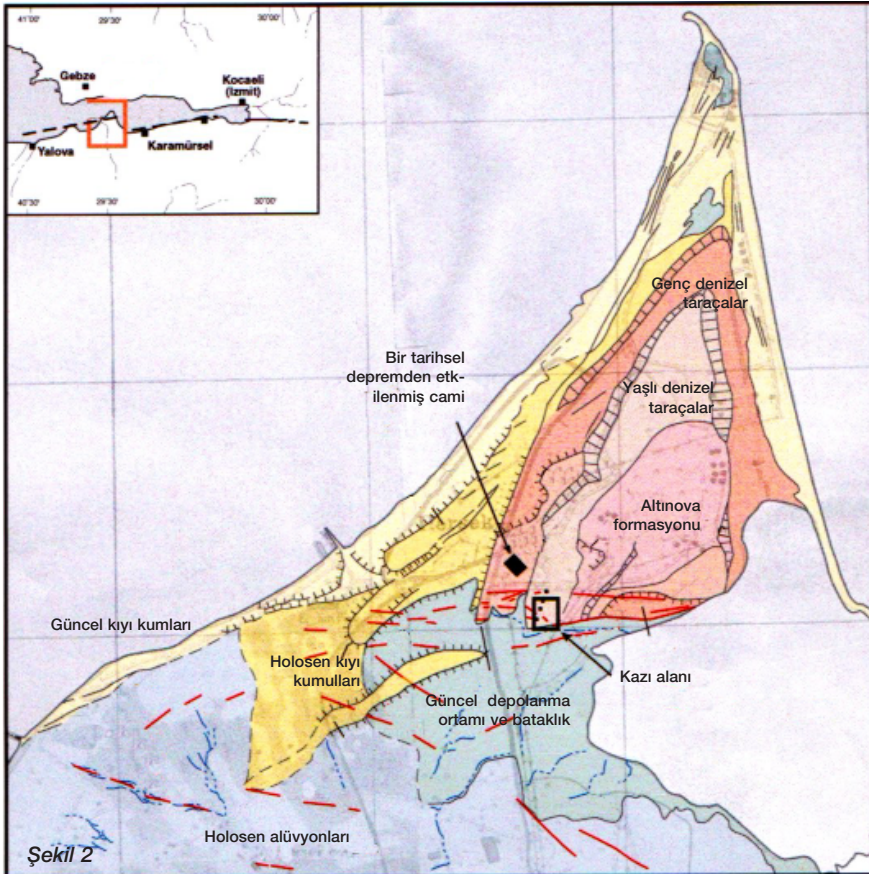


kuzeydeki Yalova segmenti arasında gelişmekte olan bir çek-ayır havza modelinin (pull-apart basin) kontrolünde geliştiği söylenebilir.

Paleosismik fay kazıları ve yaş belirllemeye yönelik radyokarbon çözümlemeleri, bölgedeki durumun anlaşılması için 17 Ağustos depreminin hemen ardından gerçekleştirilen arazi gözlemleri, haritalama çalışmaları, hava fotoğraflarının değerlendirilmesi ve yer şekillerinin incelenmesi gibi çalışmalara önemli katkılar sağlayabilecek çalışmalardı.

Bu amaçla Hersek lagününün kuzey batısında ikisi birbirine paralel, diğer ikisi de bunlara dik doğrultuda toplam dört fay kazısı yapıldı (Şekil 2).

Uzunlukları 20 m'den 33 m'ye kadar değişen bu kazıların derinlikleriyse, bölgedeki yeraltı suyunun yüze yakın olması nedeniyle 1,5-2 m kadardı. Her kazı için, kazı duvarındaki stratigrafik ilişkileri (katmanların birbirleriyle ilişkilerini) gösteren ayrıntılandırılmış çizimler (kesitler) hazırlandı. Fay kazıları sırasında toplanan veriler, bu kesitleri üzerinde genelleştirilerek bir araya getirildi (Şekil 3,4,5,6). Kazılarda gözlenen birkaç stratigrafik üniteden toplanan kemik ve kömürleşmiş bitki kalıntıları üzerinde yapıla Hızlandırılmış Kütle Spektroskopisi (Accelerator Mass Spectroscopy) radyokarbon analizleriyle de bu katmanların depolanma (oluşma) zamanları belirlenmeye çalışıldı.

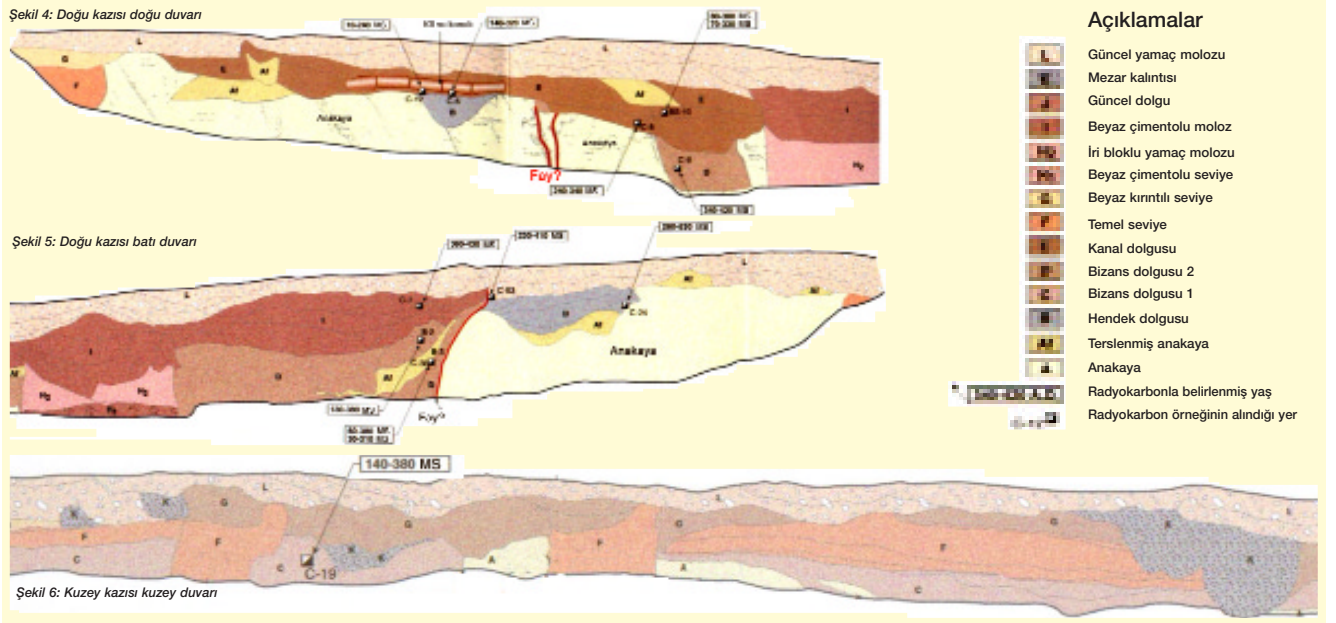


Fay Kazıları

31 m uzunluğundaki batı kazısının doğu duvarında gözlenen katmanlar ve bu katmanlar arasındaki ilişkiler Şekil 3'te gösteriliyor. Diğerlerinde olduğu gibi batıdaki kazıda da en altta Altınova Formasyonu adıyla bilinen, bir kaya birimi bulunuyor. Bol fosilli denizel taraça tortullarından oluşan bu kaya biriminin (anakaya), bugünküne benzer bir çevresel ortamda, 290-480 milyon yıl arasında depolandığı düşünülüyor. Kazının kuzeydeki bölümünde anakayanın üzerine kırmızı tuğla, cam, kemi parçaları, deniz kabukluları, kırmızı ve beyaz harç parçaları gibi yoğun arkeolojik kalıntılar barındıran kahverangi-grikahverengi killi bir birim yayılıyor.

Şekil 4 ve Şekil 5'te, 27 metre uzunluğundaki doğu kazısının hem doğu hem de batı duvarında gözlenen katmanlar ve katmanlar arası ilişkiler gösteriliyor. Bu kazının en dikkate değer özelliği, anakayayla arkeolojik kalıntılar içeren birim arasındaki sınırın yaklaşık dik olması. Bu yapı, her ne kadar burada bir faylanma olduğu kuşkusunu doğursa da, bu fay benzeri yapının MS 3. ya da 4. yüzyılda yapılmış bir kazıyla bu biçimi almış olma olasılığı daha yüksek gibi gözüküyor. Bunun yanında yüzlerce yıl önce yapılmış benzer kazıların ve anakayanın üzerini örten arkeolojik kalıntıların, daha önce gerçekleşmiş, olası bir faylanmanın izlerini silmiş olabileceği de düşünülüyor. Buna karşın sözkonusu kalıntıları içeren birimler arasındaki ilişkilerin, bozulmamış yani muntazam oluşu ve bu birimden alınan örnekler üzerinde yapılan radyokarbon yaş tahminlerine göre burada MS 4. yüzyıldan buyana herhangi bir faylanmanın olmadığı söylenebilir.

Bununla birlikte bölgedeki tektonik deformasyona ait en güçlü kanıtlar doğu kazısında gözleniyor. Burada Altınova formasyonunun geç Pleistosen'de 78 derecelik bir açıyla kuzeye doğru eğimlendiği ve Bizans dönemine ait bir su kanalının da bozulmuş olduğu gözleniyor. Su kanalındaki izler, yapının kullanıldığı dönemde suyun kuzeye doğru aktığını başka bir deyişle kanalın kuzeye doğru eğimli olduğunu gösteriyor. Buna karşın kanalın kazı içinde gözlenen bölümünün eğimi



1-2 derece güney yönünde. Kanalın ilk eğiminin en az 1 dereceyle (>1) kuzeye doğru olması gerektiği gözönüne alınacak olursa, buradaki tektonik kökenli eğimlenmenin en az 3 derece olarak, 1600-2000 yıl önce gerçekleşmiş olduğu söylenebilir.

Genellikle anakaya üzerine yayılan arkeolojik kalıntıların gözlemlendiği kuzey ve güney kazılarındaysa, olası bir fayla ilgili herhangi bir yapıya rastlanmıyor (Şekil 6).

Bölgeye hakim yer şekili incelemeleri ve hava fotoğraflarına dayanılarak yapılan değerlendirmelerle destekleyerek fay kazılarının sonuçlarını şu biçimde özetleyebiliriz: Bölgede,

fayın biçimlendirdiği yer şekillerinin (jeomorfolojik yapılarıdaki çizgiselliğin) varlığı; Yalova segmentinin, Hersek yarımadasını doğu-batı doğrultusunda kestiğini gösteren önemli bir kanıttır. 17 Ağustos depremi sırasında, Yalova segmentinin geçtiği bu bölgede belirgin bir yüzey kırığına rastlanmamıştır ve bu da bir bakıma söz konusu deprem sırasında Yalova segmentinin hareket etmediğini gösteriyor. Yalova segmentinin kuzeyindeki geç Pleistosen'de oluşmuş denizel taraça tortul kayalarının (290-480 milyon yıl önce) tektonik nedenlerle güneye doğru 78 derece eğimlendiğini ve doğu yarımada ortada çıkan Bizans dönemine

ait bir su kanalının en az 3 derecelik bir açıyla güneye doğru eğimlendiği belirlenmiştir. Ayrıca kazılarda sıkça rastlanan arkeolojik kalıntılar, bölgenin geç Holosendeki evrimi sırasında yaşamış olabileceği olası bir depremin izlerini ortadan kaldırmış durumda. Bu nedenle çalışma alanında ne en son depremin izlerini sunacak doğal katmanlar arası ilişkiler gözlenebiliyor, ne de yalova segmentinin 1700-1800'lerdeki depremlerle olan ilişkisini gösterecek ipuçlarına rastlanıyor.

Hersek deltasının, Yalova segmentinin karada gözlemlendiği tek bölge olması nedeniyle, bu bölgede önümüzdeki Temmuz ayında yeniden başlayacak benzer amaçlı çalışmaların, bu konudaki sorulara yanıt bulununcaya kadar sürdürülmesi planlanıyor.

Bu çalışmaya sağladıkları katkılardan dolayı A. Kaya, T. Dawson, B. Kardeş, S. Sel, T. Rockwell, S. Lindval, R. Zeeb, J. Holmberg, Z. Ayşe Akyl ve Ahmet Güleç'e teşekkür ederiz.

Robert C. Witter¹, William R. Lettis¹, Jeff Bachhuber¹, Aykut Barka², Emre Evren², Ziya Çakır², William D. Page³, James Hengesh⁴
¹William Lettis&Associates, Inc.
²Istanbul Technical University Department of Geology Istanbul,
³Pacific Gas&Electric Co. 4.Dames & Moore, San Francisco

Kaynaklar

- Barka, A. A. 1996. Slip distribution along the North Anatolian fault associated with large earthquakes of the period 1939 to 1967, Bulletin of the Seismological Society of America, 86:1238-1254.
- Barka, A. A., and Kadinsky-Cade, K. 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics, 7(1):663-684.
- Erol, O., and Cetin, O. 1995. Evolution of the Marmara Sea from Late Miocene to Holocene (An interpretation under the light of some new radiometric dating), in Quaternary Sequence in the Gulf of Izmit, Meric, E. (ed), 313-341.
- Sakinc, M., and Simav, B. 1989. Stratigraphy of Late Pleistocene (Tyrhenian) sediments in the south of the Gulf of Izmit and neotectonic characteristics of the region, Geological Bulletin of Turkey, 32:51-64.
- Stein, R. S., Barka, A. A., and Dieterich, J. H. 1997. Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering, Geophysical Journal International, 128:594-604.

