

# PALEOSİSMOLOJİK ÇALIŞMALARA BİR ÖRNEK: İZMİT-KULLAR HENDEK ÇALIŞMASI

**250**-300 yıl gibi göreceli olarak daha uzun aralıklarla tekrarlanan büyük depremleri üreten fayların geçmişteki davranışlarını inceleyen ve gelecekteki deprem tehlikesini belirleyen bilim dalına PALEOSİSMOLOJİ adı verilmektedir. Deprem üreten diri faylar boyunca hendek açma yöntemi, paleosismolojinin en çok kullandığı yöntemlerinden biridir. Bu yöntem, yüzey kırığı oluşturmuş eski depremlerin genç çökeller içindeki izlerinin araştırılıp bulunmasına dayanır.

Aşağıda, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi sonrası Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ) İzmit-Sapanca arasındaki segmentinin orta kesiminde yapılmış olan hendek çalışması örnek uygulama olarak verilmiştir.

## Hendek yerinin tektonik konumu

KAFZ'nun İzmit-Sapanca arasındaki segmenti üzerinde büyük depremlerin hangi sıklıkta olduğunu ve gelecekte ne zaman bir deprem olabileceğinin kestirimi amacıyla, 2 Ekim 1999 tarihinde, 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminin oluşturduğu yüzey kırığının Kullar-Rahmiye köyü arasında (Gölcük'ün 10 km doğusu), (4m genişliğinde x 4m derinliğinde x 15m uzunluğunda) bir hendek açılmıştır (Şekil 1).

Yüzey kırığı, hendek yeri ve civarında 1 km'lik bir hat boyunca sürekli olarak izlenebilmektedir. Kırık boyunca ağaç dizileri, içme suyu boruları ve küçük debili dereler ve bir caminin duvarı yanal yönde 2.5-3 m ötelenmiştir. Burada yüzey kırığı sola basamak yaparak



Hendek çalışmasından görünüm.

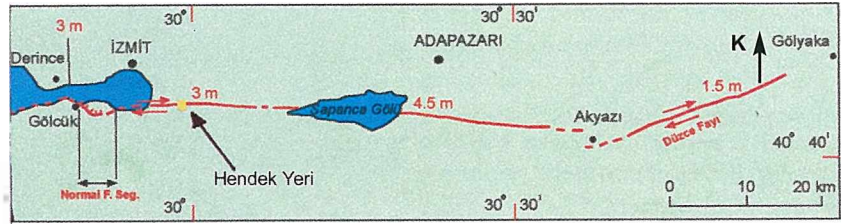
20-30 m genişlikte bir zon içinde uzanmaktadır (Şekil 2). Basamağı oluşturan her bir segment, sağ yönlü doğrultu atımlı faylara özgü sağı basamak yapan daha küçük fay segmentlerinden oluşmaktadır. Bu kademeli fay segmentleri arasında Riedel yırtılma şekillerinin her biri belirgin olarak gözlenmektedir. Özellikle sıkışma yönünü veren 20-30 cm yükseltilmiş küçük basıncı sırtları (mole-track) çok açık olarak görülmektedir (Şekil 2).

Hendek yeri ve civarında tek-

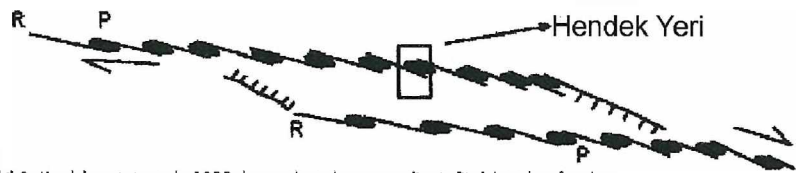
rarlı fay hareketi sonucu, 1999 yüzey kırığının güneyinde kalan bölge, kuzeyine göre daha düşük seviyede bulunmaktadır.

## Hendek duvarlarının stratigrafisi

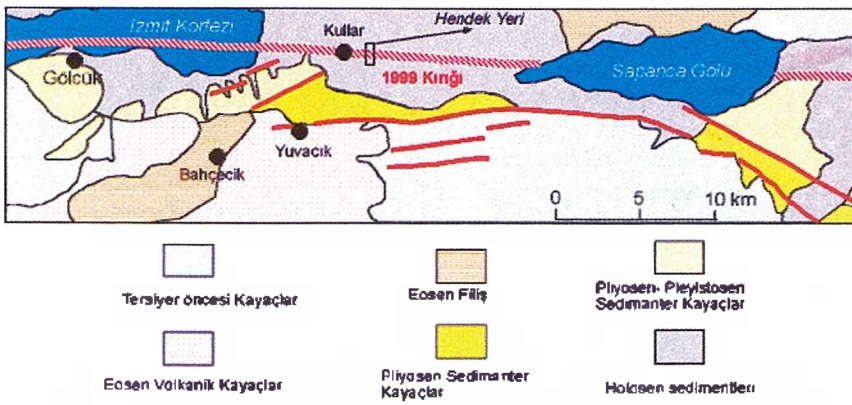
Hendek ve civarında neotektonik döneme ait birimlerin temelini Eosen yaşlı volkanik kayalar ve fliş oluşturmaktadır. İzmit Körfezi ile Sapanca Gölü arasında Pliyosen ve Kuvaterner yaşlı birimler geniş bir alanda KAFZ boyunca yüzey-



Şekil 1. 17 Ağustos 1999 depremi yüzey fay anması ve hendek yeri. Rakamları, yüzey kırığının farklı segmentlerinde ölçülmüş en büyük yatay atımları göstermektedir.



Şekil 2. Hendek yeri civarında 1999 depremi kırığı boyunca gelişmiş Riedel yırtılma formları.



Şekil 3. İzmit-Sapanca segmenti'nin basitleştirilmiş jeolojik haritası. Çapraz kırmızı-beyaz çizgiler, 1999 yüzey kırığını göstermektedir.

lenmektedirler. Bu birimler, bataklık, akarsu ve göl ortamı çökeltilerine temsil edilmektedir (Şekil 3).

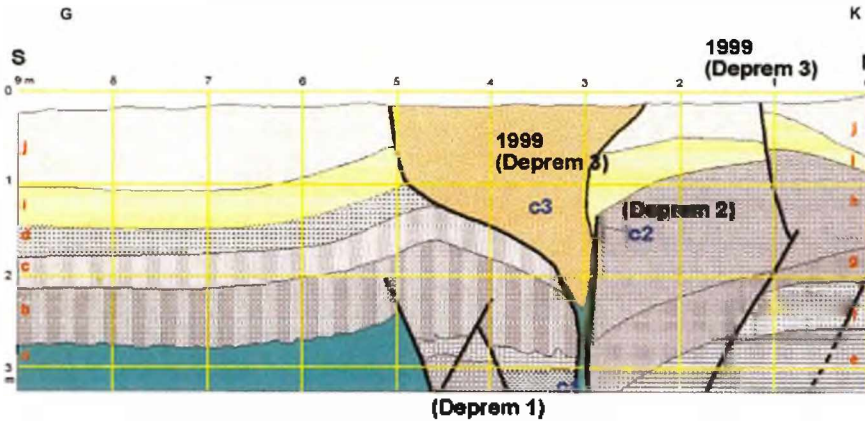
Şekil 4 ve Şekil 5 incelendiğinde, hendek duvarlarında bataklık (a), akarsu (e-h) ve toprak (i ve j) gibi üç farklı çökelin olduğu anlaşılır (Şekil 4 ve 5). Bataklık ortamında körfez çamuru depolanmıştır. Kuzey Anadolu Fayı'ndaki tekrarlı hareketler (depremler) sonucu, fayın güney bloğundaki körfez çamurları yükselmiştir. Yükselmiş çamur tabakası, bir fay dikliği oluşturmuştur. Tekrarlanan fay hareketiyle bu dikliğin yüksekliği artmış ve diklik tabanında akarsu çökeltileri (Şekil e-h) oluşmaya başlamıştır. Daha sonra devam eden yükselme sonucu, akarsu yatağını değiştirmiş ve ayrışma seviyesi ile güncel toprak içeren kalın bir birim, fayın hem kuzey, hem de güney bloğundaki akarsu

ve bataklık çamurlarının üzerine uyumsuz olarak gelmiştir.

## Hendek duvarlarındaki eski deprem izlerinin yorumlanması

Hendek duvarlarının görüntüsü ölçekli olarak Şekil 4 ve Şekil 5'te çizilmiştir. Aşağıda verilen yorumlar sözü edilen bu şekillerin değerlendirilmesiyle elde edilmiştir.

Hendek duvarlarındaki en eski deprem izi (Deprem 1), fayların belirli seviyelerde sona ermesi ve düşey atımlardaki ani artışlar kullanılarak tanımlanmıştır. Bu deprem sonucu, fay zonu boyunca körfez çamurları (a) ile akarsu çakılları (e) yanyana gelmiştir. Bu depremle güney blokta körfez çamurları 60 cm yükselerek kuzey blokta birimlerin üzerine bindirmiştir. Bu nedenle, güney blokta



Şekil 4: Hendek'in batı duvarı. (a-j harfleri hendek duvarlarında gözlenmiş tabakaları ve c1, c2 ve c3 suskunluk dönemlerinde fay sarplığının aşınması sonucu fay zonu boyunca birleşmiş malzemeleri (kolüvyal kamaları) göstermektedir)

## Hendek Açma Yöntemi

Deprem üreten diri faylar boyunca hendek açma yöntemi, paleoseismolojik çalışmalarda en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntemin esası, yüzey kırığı oluşturmuş eski depremleri kaydeden genç çökeltiler içinde deprem izlerinin araştırılıp bulunmasına dayanır.

Hendek açılırken aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır.

(a) Fayın izi birkaç metrelik bir hassasiyetle saptanır.

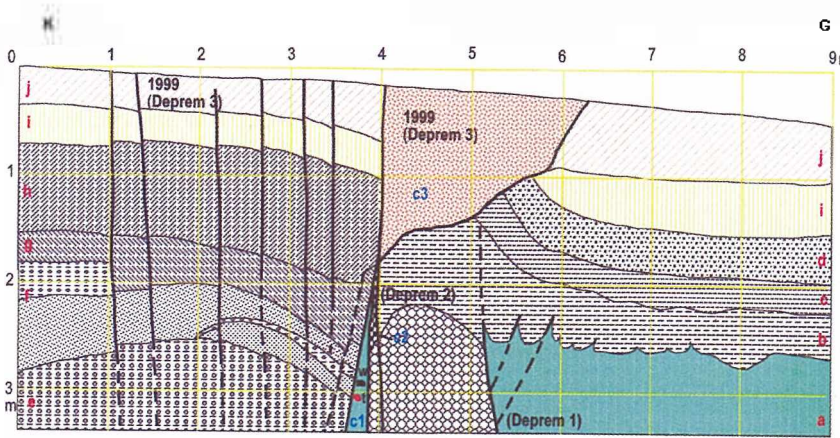
(b) Deprem izlerinin jeolojik kayıtlarda saklanması sağlayacak uygun çökeltme alanları seçilir.

(c) Bu izleri tarihlendirebilecek odun parçaları ve organik malzeme içeren alanlar araştırılır.

Bu nedenle, hendekler genellikle fayın her iki tarafında çökelmiş alüvyon istifinde, fayın tipine bağlı olarak farklı şekillerde açılır. Hendek Eğim atımlı faylarda (normal ya da ters faylar) düşey yer-değiştirme miktarını saptamak için fay izine dik, doğrultu atımlı faylarda ise deprem öncesi yanyana bulunan izlerin yatay ve düşey yönde ne kadar yer-değiştirdiğini belirlemek için fayın izine dik ve paralel olacak şekilde açılır.

Hendekler, genellikle 20-30 m uzunlukta, 3-4 m derinlikte ve 1-4 m genişlikte açılır ve fay tarafından etkilenmemiş yerlere ulaşılan değin açılmaya devam edilir. Hendek açıldıktan sonra, deprem izlerinin belirgin olarak görülmesini sağlamak için, el araçları ya da kürekle düzgün yüzeyler elde edilinceye kadar hendek duvarları sıyrılır ve düzeltilir. Deprem izleri, renkli çivilere süslenecek görünür hale getirilir. Daha sonra beyaz ipler kullanılarak hendek duvarları 1 metrelik karelere ayrılır. Karelaaj ağı, duvarlardaki kesitlerin çizilmesi ve aynı yerde açılmış diğer hendeklerdeki yapıların karşılaştırılması amacı ile oluşturulur. Bu kesitler 1:20 ölçekli olarak milimetrik kağıtlara çizilir. Aynı zamanda duvarlardaki çökeltiler ve yapılar arasındaki ilişkiler yorumlanır. Hendekte belirlenen her bir eski depremin jeolojik kayıtları incelenir ve fay izlerinin geometrisi, hareketin tipi ve deformasyon miktarı değerlendirilir. Eski bir deprem sırasında zemin yüzeyi, o depremin horizonu olarak kabul edilir. Hendek çalışmalarında son ve en kritik aşama, eski deprem horizonlarını tarihlendirmektir. Her bir eski deprem horizonunun yaşı, o horizonun alt ve üstündeki çökeltiler yaşı ile sınırlıdır.

Bu yöntemle her bir fay parçasığında geçmişte kaç büyük depremin olduğu, bu depremlerin hangi sıklıkla tekrarlandığı ve bir sonraki depremin ne zaman (yaklaşık  $\pm 10$  yıl) olabileceği konusunda bilgiler elde edilebilir.



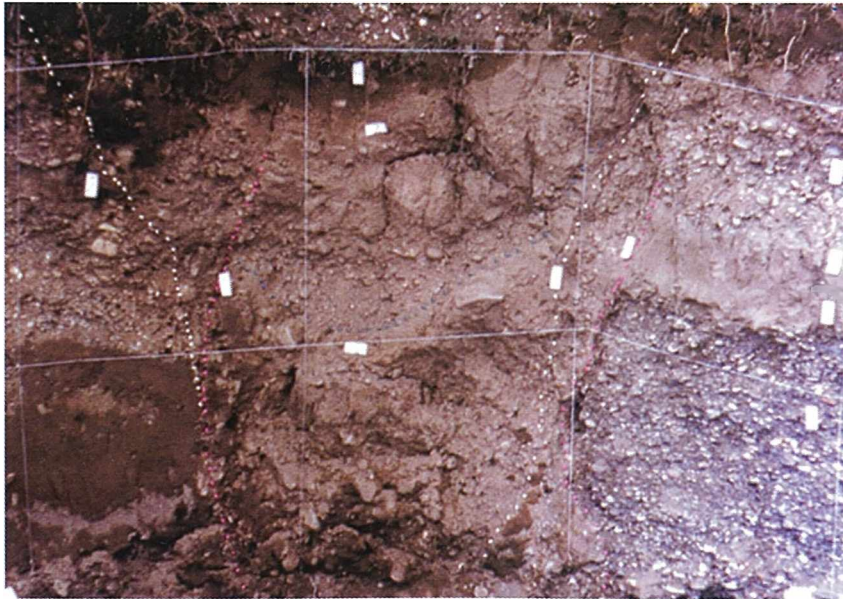
Şekil 5: Hendeğin doğu duvarı.

yüzeyin 4 m altında bulunan çamurlar, kuzey blokta daha derinlerde yer aldığı için gözlenememiştir. Bu ilişki, sağ yönlü doğrultu atımlı faylanmanın önemli bir ters bileşenin olduğunu belgelemektedir. Birkaç fay kolcuğu, çamurun üstünde bulunan killi ve siltli birimler (b-d) içinde sona ermiştir. Ayrıca bu deprem sonucu, fay zonu boyunca çamurlar alev yapısı sergileyecek şekilde çakıl seviyesinin üzerine kadar yükseltilmiştir.

İkinci deprem izi (Deprem 2) tabakaların bükülmesi, kolüvyal kamalar (c2) ve tabakaların sürüklenmesi gibi jeolojik ölçütler kul-



Kullar-Rahmiye Köyü hendeğinin doğu duvarı



Abant hendeği (doğu duvarı) (Dereceören-Abant Gölü arası) Hendeğin duvarlarında 1944, 1957 ve 1967 deprem izleri dahil 6 deprem saptanmıştır. Egemen sağ yönlü doğrultu atımlı olduğu deprem izlerinin önemli miktarda ters bileşenleri bulunmaktadır.

lanılarak tanımlanmıştır. İkinci deprem, güncel toprak seviyesinin (j) altında yer alan, canlı izlerinin bulunduğu, açık renkli toprak (i) depolandıktan sonra meydana gelmiştir. Çünkü bu deprem sonucu açılmış yarığın içine bu eski toprak seviyesinden aşınma sonucu oluşan malzeme (kolüvyal kama c2) dolmuştur. Ayrıca bu deprem ve önceki depremde kuzey blokta tabakalar aşağıya, güney blokta tabakalar ise yukarıya doğru bükülerek sürüklenmişlerdir.

Üçüncü deprem (Deprem 3),

yani 17 Ağustos 1999 depremi, hendek duvarlarında gözlenen tüm tabakaları keserek yüzeye kadar erişmiş birkaç paralel fay kolcuğunun izleri kullanılarak tanımlanmıştır. Bu deprem izi, hendek duvarlarında 6 metrelik bir zon içinde gelişmiştir. Bu deprem sonucu, fayın güneyindeki tabakalar, kuzeydeki tabakalar üzerine 20 cm civarında bindirmiştir. Killi tabakalar içinde 17 Ağustos 1999 depreminin hareketini gösteren kayma çizikleri çok belirgin olarak gözlenmiştir. Fay düzlemi ve kayma çiziklerinin yönelimleri K 70 B 80 GB ve R (Rake: kayma açısı)= 20KB ölçülmüştür. 20°lik KB'ya yanyatım, doğrultu atımlı faylanmadaki ters bileşene işaret etmektedir. 17 Ağustos 1999 ve öncesin-

deki depremler, yüzeye yakın kesimde büyük bir yarık oluşturarak, daha sonraki izleyen suskunluk dönemlerinde fay sarplığından türemiş malzemelerle (c3) doldurulmuştur.

## Eski depremlerin tarihlendirilmesi

Hendek duvarlarında 1999 öncesinde meydana gelmiş eski depremlerin tarihlendirilmesi için belirlenen deprem seviyelerinden dört örnek alınmıştır. Ancak örneklerin C14 yöntemiyle tarihlendirilmesi henüz yapılamamıştır. Ana fay zonu boyunca bu deprem izlerinin tarihlendirilmesinde kullanılacak bolca odun ve seramik parçaları ve ayrıca kömürleşmiş malzeme ile organik maddeler alınmıştır. Tarihlendirme yapıldıktan sonra bu depremlerin ne zaman oluştuğu ve hangi sıklıklarla tekrarlandıkları konusunda ayrıntılı bilgiler elde edilebilecektir.

## Hendek duvarlarından elde edilen bulgular

Özetle yukarıda belirtilen bu hendek çalışmasından elde edilen saha bulguları çerçevesinde aşağıdaki ön değerlendirmeler yapılmıştır:

(1) Hendek duvarlarında 17

## Yaşlandırma (Tarihlendirme) Teknikleri

Eski depremleri ve yamulmayı kaydeden çökeller ile jeomorfolojik yapıların yaşlandırılması, paleosismolojik araştırmaların en önemli kısmını oluşturur.

Paleosismolojide yaşlandırmada kullanılan en yaygın yöntem, C14 tekniğidir. Kuvaterner yaşlı kıtasal çökeller, C14 yaşlandırılması için uygun kömür parçaları, organik tabakalar ve toprak seviyeleri içerir. Genellikle C14 yaşlandırma tekniğinde birkaç gram kömürlü kısım veya her zaman bulunmayan bolca zenginleşmiş malzemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Yakın geçmişte paleosismolojik araştırmalarda, özellikle C14 yaşlandırmasında önemli gelişmeler, İvme Kütle Spektrometrelerin (İKS) kullanılmaya başlanmasıyla olmuştur. İKS yaşlandırması, geleneksel yaşlandırma tekniklerinden daha pahalı olmakla birlikte, sadece birkaç miligram karbon kullanılması gerektirmektedir. Laboratuvarda yapılan C14 ölçümleri, genellikle C12 / C13 oranı esas alınarak düzeltilmektedir. Bu oran, genç malzemelerden türeyen örneklerin muhtemel kirlenmesi hakkında bilgiler sağlamaktadır. Ayrıca C14/C12 atmosferik oranı, zaman içerisinde sabit olmadığı için laboratuvarda elde edilen radyokarbon yaşı, yaşı bilinen odun örneklerinden türetilmiş olan kalibrasyon eğrilerinin kullanılmasıyla takvim yıllarına dönüştürülmektedir. Ancak kalibrasyon eğrilerinde büyük düzensizlikler bulunmakta ve gerçek radyokarbon yaşı elde edilememektedir. Yaşlandırmada kullanılan örneğin rezervuardaki C12/C14 oranında sonraki değişiklikler veya normal bir başlangıç oranı, ölçülen yaş üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Gerçekten, rezervuarlar karbonatlı anakayalardan veya özellikle göller veya buzul dönemleri esnasındaki su kütlelerinin büyüklüğünden yüksek derecede etkilenir. Ayrıca, güncel ya da eski karbonlu örneklerin gömülme sırasında

muhtemel kirlenmesi de sözkonusudur. Özellikle kirlenme, örneğin gerçek yaşına, kirlenmenin tipine ve miktarına bağlı olarak eşit olmayan etkiler meydana getirebilir. Son olarak, kabukların yaşlandırılmasında birincil aragoniti, daha sonraki rekristalize olmuş olanlardan ayırmak çok ince bir iştir. Bu yüzden bazen gerçek yaş, çok daha genç bir yaş olarak elde edilebilir.

Faylanmış yüzeylerin yaşlarının tahmin etmede önemli gelişmeler, toprak gelişimi ve toprak kimyasının çalışılmasıyla sağlanmıştır. Toprak kimyası, dokusu, kalınlığı esas alınarak birkaç bölgeden toprak krono-serisi elde edilmiş ve bazı örneklerde bazı kesin yaşlandırılmalarla sınırlandırılmıştır. Bazı bölgeler için pedojenik kalsiyum karbonatın gelişme derecesi, toprak gelişiminin bir belirtisi olarak kullanılmaktadır.

Faylanmış çökellerin yaşlandırılmasında ümit verici diğer bir yöntem, termolüminesans (TL) yöntemidir. Bu yöntem, güneş ışığını iyonize eden termolüminesans özelliği gösteren kuvars ve feldispat gibi minerallere dayanmaktadır. TL yaşı, laboratuvarda, termolüminesans özelliği sıfır oluncaya kadar örnek ısıtılarak ölçülür ve yaşlandırmaya hassas mineral tanelerinin gömülme zamanından başlayarak yeniden inşa edilir. Faunalı kıyasal çökellerde amino-asit rasimizasyonu ve epimerizasyonu Kuvaterner kronolojisi hakkında önemli bilgiler sağlayabilir. Bununla birlikte, belli bir türün rasimizasyonu sıcaklık ve kinetik modele bağlı olduğundan, bu yöntemde sayısal yöntemlerle tanımlanan iyi kalibrasyon noktalarına ihtiyaç duyulur.

Son olarak, ağaç halka analizleri, eski depremlerin yaşlandırılması için kullanılabilir. Bu yöntem, sismojenik bir fayın yakınında yer alan ağaçlardaki halkaların, faydaki büyük bir depremin oluşumu esnasında gelişiminde görülen karışıklıkların incelenmesi esasına dayanır. Ağaç halka gelişiminde karışıklıklar meydana getirebilen kuraklık, fırtınalar, seller gibi diğer tüm sebeplerin elenmesi zorunluluğu vardır. Bu tür bir çalışmaya, ağaç halkası gelişimini doğrudan eş-sismik deformasyondan ileri gelen karışıklık belirtileri durumunda yaş, büyüklük, topoğrafik ve jeolojik konumlara dayanarak seçilen çok sayıda ağaçların tahrip olmayan çekirdek kısımlarından örneklerin alınması ile başlanır. Bu çalışmada ne az iki ağaçta, eş zamanlı olarak gelişen karışıklıkları belgeleyecek birkaç numune denetimli yaşlandırma ve dikkatli kontroller yapılır. Bu yöntemin uygulanabilirliği, eski depremlere göre ağaçların yaşları, faya olan yakınlıkları, fayın lokasyonu gibi birkaç faktörle sınırlı kalır. Fakat bu yöntem, dünyanın bazı bölgelerinde oldukça ümit verici sonuçlar vermektedir.



Uçtepeler-Yırcıncı tipi hendek (Bolu havzası güneyi-Uçtepeler basınç sırtı) Bu hendek 1944 öncesi iki büyük deprem saptanmıştır. Deprem kırıkları, sağ yönlü doğrultu atımlı faylanmış karakterinde olup önemli miktarda ters bilersen içermektedir.

Ağustos 1999 Kocaeli Depremi'nden önce meydana gelmiş en az iki depremin izi tanımlanmıştır.

(2) Bu belirleme, KAFZ'nun bu bölümünün en azından birkaç bin yıldır aktif olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bu depremde yeni bir fay oluşmamıştır. Ancak 1999 Kocaeli depremi 20 metre genişlikte bir zon içinde gelişmiştir. Bu zonda önceki deprem izleri bir sonrakinin güneyinde yer almış ve gençleşme kuzey doğru gelişmiştir.

(3) 1999'daki ve önceki depremleri üreten tekrarlanan fay hareketi sonucu yüzeyde zonun orta kesimi aşağıya doğru düşmüş görünmektedir. Ancak bu görüntü hendek derinliklerinde düşme yerine, bindirme şeklinde görünmektedir. Aslında her üç depremde de güney blok yükselerek kuzey üzerine bindirecek şekilde pozitif bir çiçek yapısı oluşturmuştur (Şekil 6). Doğrultu atımlı faylanmanın ters bileşeninden kaynaklanan bu yükselen, parçalanmış ve ezilmiş orta kesim, depremleri izleyen uzun suskunluk dönemlerinde aşınmaya uğrayarak ve sanki yüzeyde orta kesim çökmüş görüntüsünü veren bir topoğrafya geliştirmiştir (Şekil 6). Bu oluşuma çok benzer görüntüler, 1980 yılında Cezayir'de meydana gelen El-As-



Mudurnu Hendeği-2 (Taşkesti-Çayköy, Bolu) Hendeğinde 1967 depremi öncesi 4 büyük depremi saptanmıştır. Deprem kırıklarında egemen doğrultu atımın yanında önemli miktarda ters bileşen bulunmaktadır.

nam depreminde de gözlenmiştir.

(4) Yukarıda belirtilen mekanizma, KAFZ'nun İzmit-Sapanca arasındaki segmentinin transtansiyonel karakterden daha çok transpresyonel bir karakterde olduğuna ve bu bölümün genişlemeden daha çok sıkıştığına işaret etmektedir. Bu sıkışma sonucunda bölgesel bir yükselme başlamıştır. Ancak, çok yavaş bir şekilde gelişen bu yükselme devam etmektedir. 17 Ağustos 1999 depreminde yüzey kırığında 20 cm'lik ters bileşen gözlenmiştir. 1999 benzeri depremlerin bu segmentte 280 yıl aralıklarla (tarihsel deprem kayıtlarından bu segmenti kırmış son

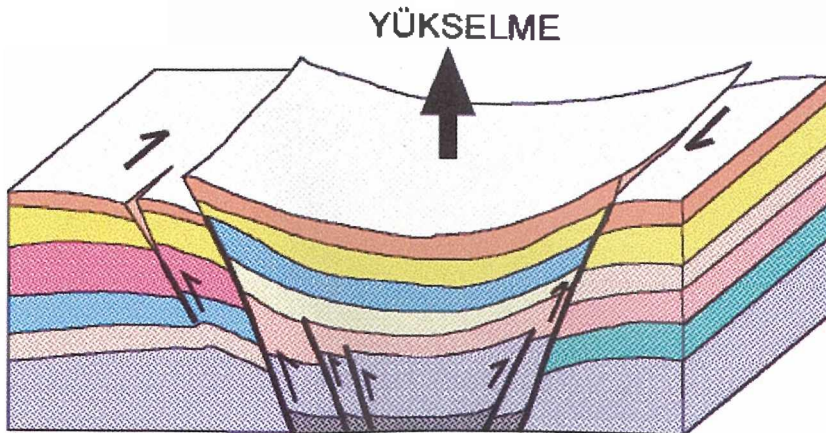
depremin 1719'da olduğu saptanmıştır) tekrarlandığı varsayılırsa, hendek duvarlarından, yıllık yükselme 0.7 mm olarak elde edilir.

CSEM, HARWARD ve DAD tarafından verilen ana şoka ait odak mekanizması çözümleri ters bileşenli (kayma açısı = 15°) doğrultu atımlı faylanmayı göstermektedir. Diğer yandan, hendek duvarlarında körfez çamurlarının yüzeyden 5 m derinlikte yer alması, bu bölgenin yükselmekte olduğunu gösteren bir kanıttır.

Ayrıca bazı araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmalar ve hendek duvarlarından elde edilen bulgular bu savı desteklemektedir. Bunlar;

Micheal vd. (1989) Kuzey Anadolu Fayı'nın batı kesiminde 1999 Kocaeli Depremi'nin meydana geldiği bölge ve yakın civarında, arazi'deki fay düzlemleri ölçümlerinden elde edilmiş gerilim verileri, bu bölgede Erken Tersiyer ile günümüz arasında dört sıkışma döneminin olduğuna işaret etmektedir.

Kato (1988), Sapanca Gölü'nün güneybatısında ve Sapanca Gölü-İzmit Körfezi arasında D-B doğrultulu ters faylar boyunca yüzeylenen Pliyosen yaşlı birimlerin, bu

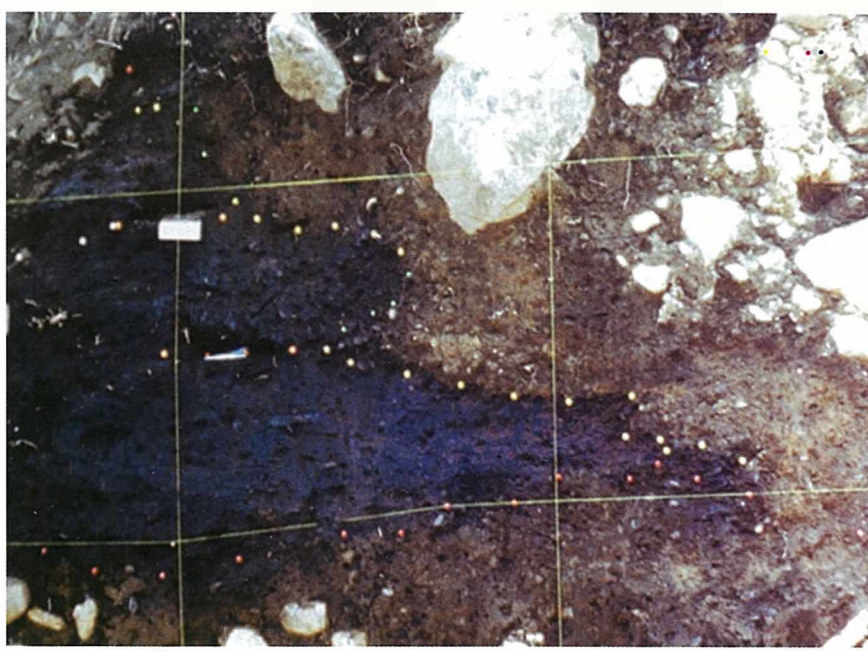


Şekil 6. Kullar yöresinde incelenen hendeğin duvarlarında gelişmiş pozitif çiçek yapısını gösteren blok diyagramı.

bölgede en azından KAFZ'nun oluşumundan bu yana, genişlemeden öte, sıkıştığını ifade etmektedir. Ayrıca aynı araştırmacı, Gölcük doğusunda, Başiskele'nin 1 km batısındaki bir yol yarmasında faylanmadan dolayı genç çökellerin güneye doğru sürüklendiğini belirtmiştir.

Erendil vd. (1988), Armutlu bloğunda, özellikle doğu kesiminde, KD-GB doğrultulu uzanan bir dizi tepe ve çukurluk alanların bulunduğunu belirtmektedir. Araştırmacılar, bu bölgede, KD-GB doğrultulu kıvrım eksenlerinin ve bu doğrultuda uzanan birçok ters faylanmanın yer aldığını ve bu durumun bu bölgede KB-GD doğrultulu bir sıkışmaya işaret ettiğini ifade etmektedirler.

Özetle, ilk sonuçlar ve tarihsel deprem kayıtları (1719 depremi), KAFZ'nun İzmit-Sapanca fay segmentinde, 17 Ağustos 1999 (M=7.4) benzeri depremlerin 250-300 yıl aralıklarla tekrarlandığını göstermektedir. Ayrıca, 1999 depremi yüzey kırığında ölçülen 4.5 metrelik yanal atım ve GPS ölçüm-



Itogawa-Shizuoka hendeği (Merkezi Japonya) Hendeğe kaluviyal kama kullanılarak üç ayrı deprem saptanmıştır. Egemen doğrultu atımın olduğu deprem ve izlerinde önemli miktarda ters bileşenler bulunmaktadır.

lerinden elde edilmiş 16 mm/yıl'lık kayma hızı, bu tekrarlanma aralığını doğrulamaktadır. Bu depremlerin oluşum tarihleri ve hangi sıklıklarla tekrarlandıkları hakkında daha ayrıntılı bilgiler ancak C14 yöntemiyle yapılacak tarihlendirme çalışmalarından sonra elde edilebilecektir.

#### **Değerlenen Belgeler**

- Demirtaş, R., Erkmen, C. and Yılmaz, R., 1999a. Preliminary results of the trench studies on the 1999 rupture of the İzmit Bay, İzmit, NW Turkey. Earthquake hazard and risk in the Eastern Mediterranean, Nicosia, Northern Cyprus, 1999 (in press).
- Erendil, M., Kuşçu, İ., and Kato, H., 1988. Tectonics of the Armutlu Peninsula (Turkey); Aspects of the western North Anatolian Fault Zone. Report of Int. Res. and Develop. Coop. ITIT Project no: 8513, 59-65.
- Kato, H., 1988. Some remarks on geologic and tectonic features of the western part of the North Anatolian Fault, NW Turkey. Report of Int. Res. and Develop. Coop. ITIT Project no: 8513, 1-16.
- Micheal, G., Neugebauer, J., and Bingöl, E., 1989. Paleostress changes at the North Anatolian Fault from the Earlier Tertiary to the Subrecent; The Dokurcun region, Turkey. Zschau and Ergünay (eds.), Turkish-German Earthquake Research Project, 18-83.

#### **Ramazan DEMİRTAŞ**

Dr., Afet İşleri Genel Müdürlüğü,  
Deprem Araştırma Dairesi

#### **Cenk ERKME**

Jeoloji Mühendisi, Afet İşleri Genel Müdürlüğü,  
Deprem Araştırma Dairesi

Ismelpaşa hendeği batı duvar (Kalviyal kamaların yakından görünümü) Deprem izlerinde egemen doğrultu atımın yanında önemli miktarda normal bileşen bulunmaktadır.