

3 ŞUBAT 2002 EBER VE ÇAY DEPREMLERİ ÖN RAPORU

GİRİŞ

Her ilki deprem kaynak mekanizması, odak derinlikleri kırık yırtılma biçimleri, kırık uzunlukları, artçı deprem dağılımları, dalga formları, P-S farklılıkları, yanıt spektrumları ve hasar dağılımı açısından incelendiğinde 11:26'da olan deprem: ilk depremin bir artçı depremi değil, aksine ikinci ayn bir depremi olduğu açıkça görülür.

ANAŞOK - ARTÇI DEPREMLER

Eber depreminin dış merkezi, KB-GD doğrultulu Sultandağır fayı ile KD-GB doğrultulu Üçkuyu fayının kesişim bölgesine karşılık gelen Eber-Çay ilçesi arasında; Çay depreminin dış-merkezî ise Çay-Maltepe batısı arasında kalan fay parçasının batı ucunda» Çay batısı-Maltepe-Kadıköy arasında yer almıştır.

Artçı depremler» doğuda Eber ile batıda Çobanlar arasında kalan yaklaşık 50-60 km uzunluğunda bir hat boyunca dağılım göstermektedir. $M=6.0$ büyüklüğünde tek bir depremin bu kadar uzunlukta artçı deprem dağılımı göstermesi mümkün değildir. Ege Çöküntü bölgesinde son yüzyılda olan en büyük deprem, Gediz depremi ($M_s=7.2$), 30 km uzunlukta bir yırtılmaya neden olmuştur. Diğer yandan i Ekim 1995 Dinar depremi ($M=6.0$) ve 15 Aralık Akşehir depremi ($M=5.8$) yaklaşık 10-15 km uzunlukta bir yırtılma oluşturmuş ve artçı depremler bu kırık boyunca yoğunlaşmıştır,

Artçı depremler, Eber ve Çay-Çobanlar arası olmak üzere iki ana bölgede dağılım göstermektedir. Her iki depremin artçı depremlerinin aynı istasyondaki P-S farklılıklarında da 2 - 3 saniye gibi bir farklılık görülmektedir. Artçı depremlerin Eber-Çobanlar arasında bir hat boyunca uzanması, bu hat boyunca derinde yırtılma oluşturduğu anlamına gelmemektedir. Çünkü artçı depremler odak derinlikleri, fay mekanizmaları ve dalga formları açısından incelenecek olursa; özellikle daha batıda Çobanlar civarında olan depremlerin artçı depremler olmadığı görülür. Her iki deprem, derinde Eber« Maltepe batısında yırtılmaya neden olduğu için, bu kırık hemen batısında uzanan diğer fay parçası

Ramazan DEMİRTAŞ - Yıldız İRAVUL - Müjdat YAMAN!

üzerinde bazı depremleri' tetikleyebilir. Bu artçı depremlerden bazıları da Sultandağır silsilesini oluşturan sağlam ana kayalar üzerinde yer alan gevşek suya doymun afüyyal çökeller içerisinde gelişen yüzeysel gerilmelerle ilgili olup, odak derinliğindeki faylarına ile ilgili değildir.

Hasar Dağılımında Etkili Jeolojik Etkenler

1) Hasar-Deprem Karakteristik ilişkisi : 15 Aralık 2000 Akşehir depremi ($M=5.8$) hasan, sadece Akşehir gölünün güneydoğusunda Adırs kasabası ile Yaşarlar köyü civarında yoğunlaşmıştır. Eğer 03 Şubat 2002 Eber depremi ($M=6.2$) tek bir deprem olsaydı, hasar sadece Sultandağır ve Eber civarında yoğunlaşması gerekecekti, Fakat 03 Şubat 2002 Sultandağır depreminden ($M=6.2$) 2 saat 15 dakika sonra olan ikinci 03 Şubat 2002 Çay depremi ($M=5.8$) Çay, Bolvadin ve Çobanlar ilçelerinde hasara neden olmuştur. Her iki depremde hasar, Eber-Çay-Çobanlar-Sümenli arasında fay doğrultusuna paralel bir hat boyunca yoğunlaşmıştır. İlk Eber depreminde hasar Eber ile Çay arasında kalan yerleşim yerlerinde gelişmiştir., İkinci Çay depreminde ise hasar, Çay-Maltepe-Kadıköy-Çobanlar-Sümenli arasında yer alan yerleşim yerlerinde gelişmiştir.

2) Hasar-Yaptı ilişkisi : Hasar dağılımında birçok etkenler etkili olmuştur. Etkili olan etkenler başında yapı ve jeoloji önemli rol oynamıştır., Depremlerin etkili olduğu yerleşim yerlerinde hasar» genellikle kerpiç yapılarda ağır olmuştur., Betonarme yapılardaki ağır hasar ise depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerine uygun yapamamasından ileri gelmiştir.

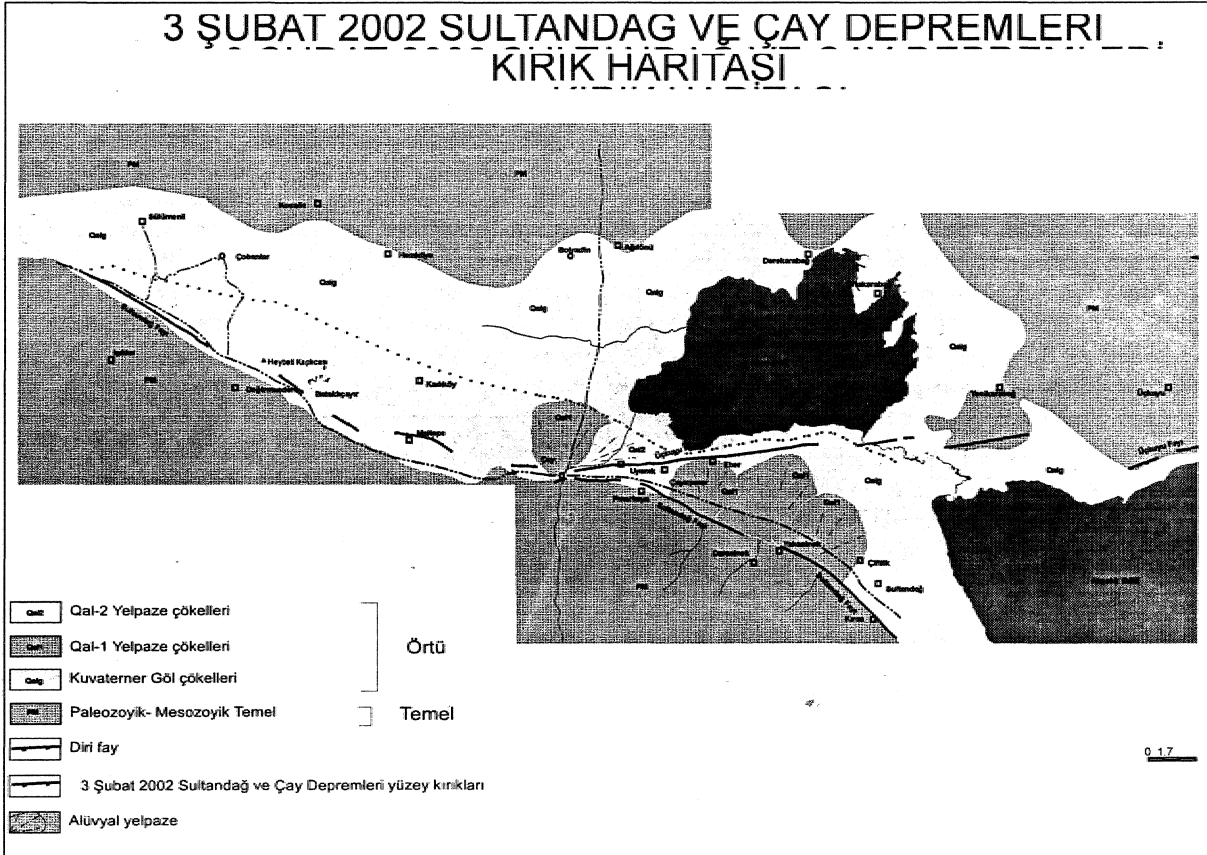
3) Hasar - Zemin ilişkisi : Depremde etkili olan diğer önemli etken ise yerleşim yerlerinin bulunduğu zeminle ilgilidir. Ağır hasar gören Eber, Çayırpınarve Çay yerleşim yerleri, yaklaşık 250-300 m kalınlıkta gevşek-suya doymun alüvyal çökeller; Maltepe ve Kadıköy gibi yerleşim yerleri ise göl-akarsu (bataklık) çökelleri üzerinde bulunmaktadır. Depremi, bu çökellerde yer hareketini kat kat büyütmüş ve hasarın ağır olmasına neden olmuştur. Bir başka

değişle Alkarçay havzası: (Akşehir gölü-Eber gölü gibi) içerisinde yer alan yerleşim yerleri, Susitandağı ve Emirdağı'nın sağlam kayalarından oluşan tepeler üzerinde bulunan yerleşim yerlerine göre daha fazla hasar görmüştür. Örneğin Sultandağı, Yakasinek, Deresinek, Çayın eteklerde bulunan kesimleri, Bolvadin, Cumhuriyet gibi yerleşim yerleri ve köylerde hasar çok az ya da hiç olmamıştır. Buna karşılık, gevşek çökeller üzerinde yer alan Çayın Alyon-Konya yolunun kuzeyinde kalan kesimleri, Çay sanayi sitesi, Çayırpınar, Eber, Maltepe ve Kadıköy,, Maltepe-Çobanlar arasında ve Batakhkçayın üzerinde yer alan ağıllar gibi yerleşim yerlerinde hasar daha ağır olmuştur,

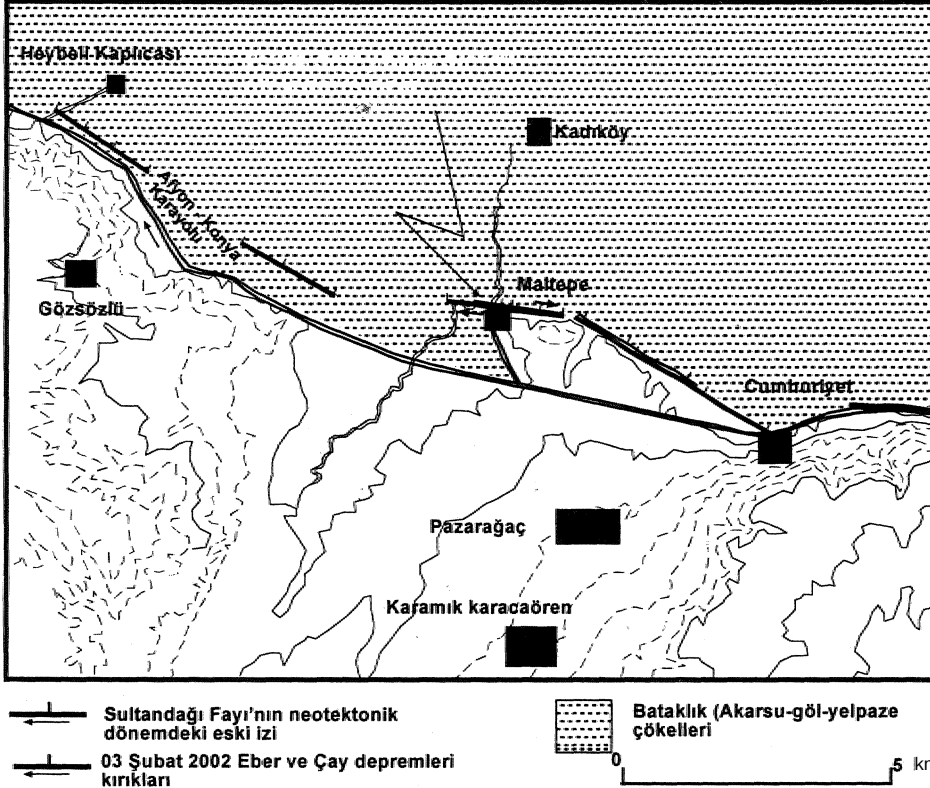
4) *Hasar - Topografya - Fay geometrisi - Odaklanma Etkisi - Dalga yayılma yönü ilişkisi* : Diğer yandan topografya, fay geometrisi, odaklanma etkisi, dalga yayılma yönü ve dalga mekaniği hasarın ağır olmasına neden olmuştur. Örneğin Çobanlar» Hamidiye ve Sülümenli'deki ağır hasar yukarıda söz edilen etkenlerden illeri gelmiştir. Bilindiği gibi

dalgalar fay düzlemi boyunca yayılırlar. 03 Şubat 2002 depremlerine neden olan kırık DGD-BKB doğrultusunda gelişmiştir. Dolayısıyla dalgalar bu doğrultu boyunca (fay boyunca) yayıldıkları için, bu doğrultu boyunca yer alan yerleşim yerlerinde hasar ağır olmuştur. Buna karşılık fay düzlemine dik hat boyunca yer alan yerleşim yerlerinde hasar az olmuştur. Benzer şekilde, fayın düşen bloğu yani göl tarafında bulunan yerleşim yerlerinde hasar ağır; buna karşılık yükselen bloğu yani dağ tarafında bulunan yerleşim yerlerinde hasar az olmuştur. Diğer yandan kırığın başlangıç ve bitiş noktalarında yer alan yerleşim yerlerinde kırılma mekanizması nedeniyle hasar ağır olmaktadır. Bu nedenle, kırığın doğusunda yer alan Eber, Çayırpınar; batısında yer alan Maltepe, Kadıköy, Çobanlar ve Sülümenli'de hasar ağır olmuştur. Çünkü kırığın her ilki ucunda anormal bir stres (gerilme) yüklenimi olur.

Diğer yandan Sülümenli, Hamidiye ve Çobanlar, ovanın dağlık keşime geçiş olan etek bölgelerinde yer almaktadır. Etek bölgeleri,, farklı jeolojik



Şekil 1. 03 Şubat 2002 Eber ve Çay Deprem kırıkları ve yakın civarının neotektonik haritası.



Şekil 2: 03 Şubat 2002 yüzey kırığının izlediği ve yeni bir fayın olmadığını gösteren 750 m sağ yönlü Çay'da gözlenen kliniğin! 8 km kuzeybatısında

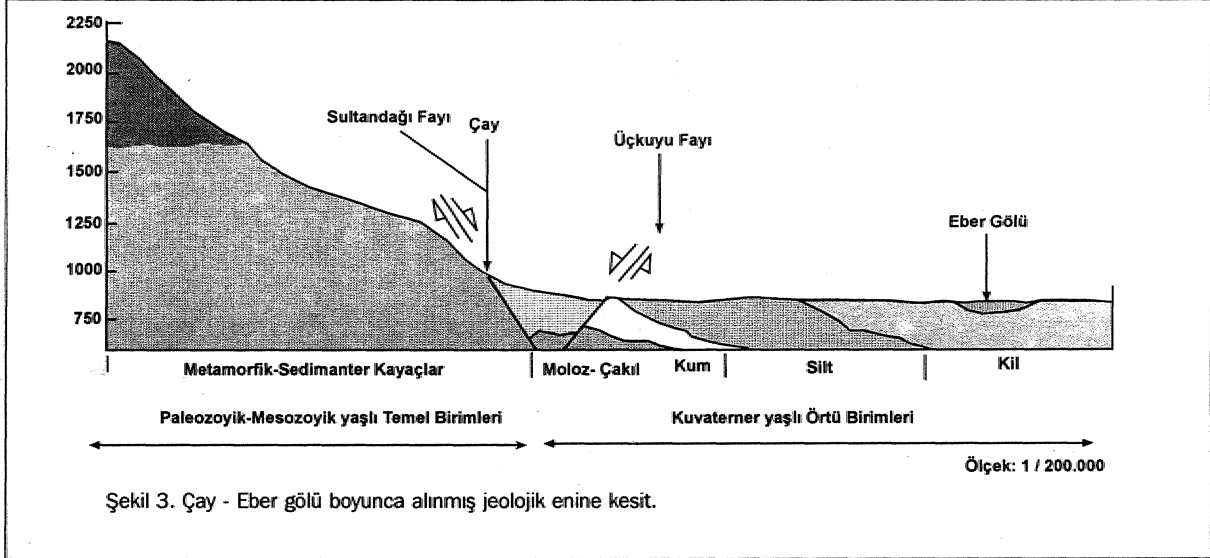
birimlerin geçiş yerleri (alüvyonlardan kayalara geçiş bölgesi) olduğu için, dalgalar bu kesimde yüzeye çıkarlar ve üzerinde yer alan yerleşimi yerlerinde ağır hasara neden olurlar. Sülümenli'deki hasarını nedenlerinden biri de dalgaların odaklanma etkisidir. Sülümenli KD-GB doğrultulu düşük kotlu bir tepe üzerinde bulunmaktadır. Bu tepenin hemen KD'sunda Emirdağıart uzanmaktadır. Dalga bu iki tepe arasında farklı şekilde kırılarak, yansıyarak ve büyüyerek yüzeye çıkmıştır. Bu etki sonucu Sülümenli'nin GİD'sunda yer alan İstiklal mahallesi ağır hasar görmüştür.

YÜZEY PAYLANMASI

Kırık yırtılma süreci (fayın deprem üretme mekanizması) açısından depremler yorumlanacak olursa; 03 Şubat 2002 Eber-Sultandağı depremi (09:11) ve 03 Şubat 2002 Çay depremi (11:26), yüzeyin 5-10 km derinliklerinde Sultandağı fayının Eber-Çay-Maltepe arasında kalan parçası üzerinde yaklaşık 20 km uzunluğunda yırtılmaya neden

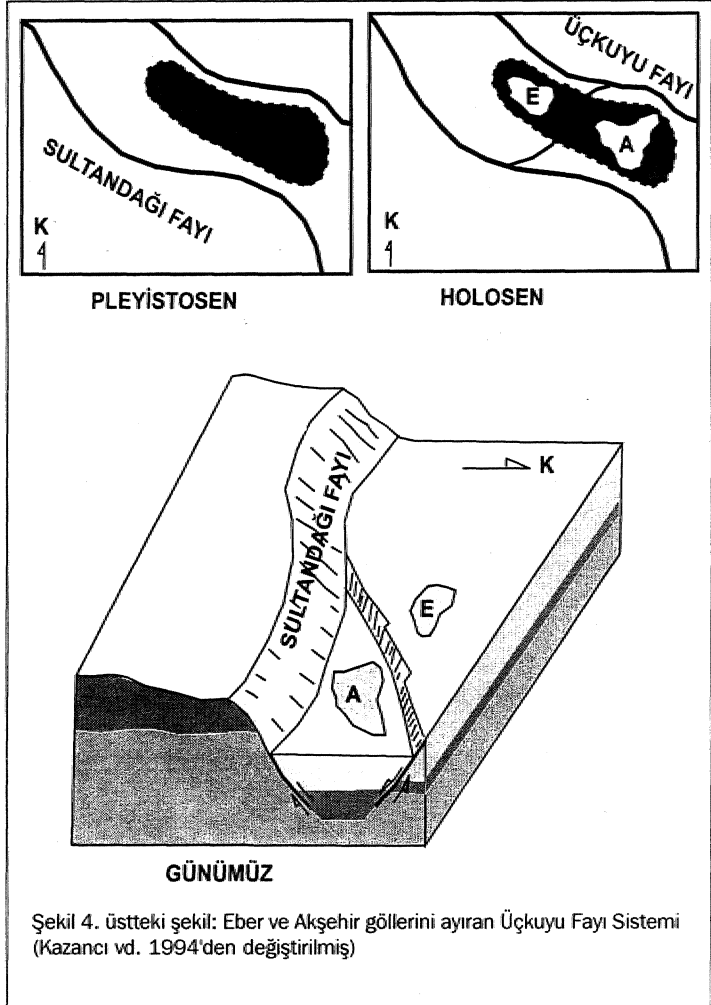
olmuştur (Şekil 1). Ancak her iki deprem yüzeyde» Çay civarında ve Maltepe köyü-Cumhuriyet köyü arasında olmak üzere iki bölgede kırık oluşturmuştur. Çay merkezde (Cedit Mahallesi) asfalt yolu kesen ve Çay deresi ile Çay merkezi doğusu arasında uzanan yaklaşık 1 km uzunluğunda bir kırık gelişmiştir. Bu 1 km ilk hat boyunca doğudan batıya K83D, K40D, K60D ve K88D doğrultular ölçülmüştür. Kırık boyunca maksimum 20-30 cm; ortalama 5-10 cm'lik düşey atımlar gelişmiştir.

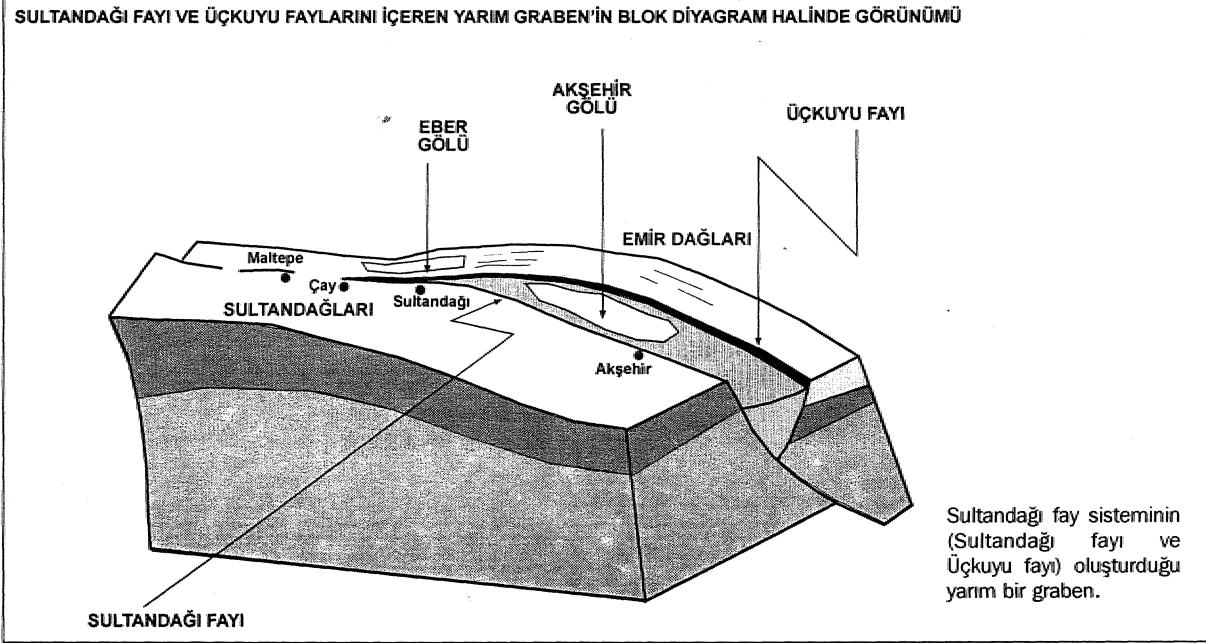
Gerenlik çeşmesi (Cumhuriyet köyünün 2.5 km batısı) ile Maltepe köyü 500 m batısı arasında uzanan yaklaşık 5 km; uzunluğunda bir kırık gözlenmiştir. Kırığın doğusundan batısına doğru sırasıyla K82B, K60B ve K70B doğrultular ölçülmüştür (Şekil 1). Yerel topografya ve sola sıçramaya bağlı olarak kırık boyunca 5-10 cm ters atımlar ve 2-3 cm sağa yanıl atımlar gözlenmiştir. Maltepe civarında bu fayın en azından Neotektonik dönemi başlangıcından bu yana diri olduğunu gösteren tipik fay topografyası gelişmiştir. Aynı yerde İnli-Maltepe-Kadıköy arasında GB-KD yönünde akan sulu dere» 03 Şubat 2002 deprem kırığının geliştiği kesimde yaklaşık 750 m (oluşumundan günümüze kadar) sağ yönlü olarak yer değiştirmiştir (Şekil 2). Her iki deprem, KB-GD doğrultulu Sultandağı Fayı ile KD-GB doğrultulu Üçkuyu Faylarını içeren Sultandağı Fay sistemine uygun fay parçaları üzerinde yırtılmalar geliştirmiştir. Bir başka deyişle her iki depremi, Sultandağı Fayı ile dar açılar yapan KD-GB ve KB-GD doğrultulu fay parçaları



özerinde kırıklar oluşturmuştur. Yani her iki deprem, yeni bir fay oluşturmamıştır. Aksine anakaya derinliklerinde SoStandağı fayının üzerinde yer alan yaklaşık 300-500 km kalınlıkta alüvyal yelpaze çökelleri içerisinde kırıklar oluşturmuştur (Şekil 3). Bu kırıklar her iki depremin odak derinliklerinde Sultandağı fayına birleşmektedir.

Heybeli Termal Tesislerinde depremin dördüncü günü (Çarşamba) 35 m uzunluğunda K35D doğrultunu bir kırık boyunca sıcak su çıkışları olmuştur. Kaplıca sularının debisi artmıştır. Kırık boyunca çıkan yeni sıcak suların sıcaklığı 41, kaplıca suyunun sıcaklığı 56 derece olarak ölçülmüştür. Bu doğrultu, Üçkuyu fayının doğrultusu ile uyumludur. Zaten Akarçay havzası içerisinde Sultandağı fayına dik KD-GB doğrultulu kısa uzunlukta kırıklar yer almaktadır. Yaklaşık 10 bin yıl önce Akşehir ve Eber gölleri birleşik tek bir gölden oluşuyordu. Daha sonra KD-GB doğrultulu Üçkuyu fayı tarafından göl ikiye ayrılmış ve Eber gölü, Akşehir gölüne göre 10 m yükseltilmiştir (Şekil 4). Akarçay havzası içerisinde Sultandağı fay boyunca KD-GB doğrultulu birçok kısa kırık yer almaktadır. Benzer şekilde bu tür faylar boyunca Iğın (Çavuşçu gölü) gölü'nde Akşehir gölünden ayrılmıştır.





GELECEK DEPREM POTANSİYELİ

Orta - Üst Miyosen (günümüzden 10-15 milyon yıl önce) yaşlı Sultandağı fayı yaklaşık 60 km - 90 km uzunlukta olup, en az 5 ya da 6 ayrı fay parçasından oluşmaktadır (Şekil 5). Fay doğuda Doğanhisar yakınlarından başlamakta, Ilgın ve Argıthani yakın güneyinden geçerek Akşehir ve Sultandağı içerisinden geçmekte ve Çay batısında sonlanmaktadır. Fayın doğuda yer alan Doğanhisar-Reis arasında kalan parçası, 26 Eylül 1921 tarihinde $M_s=5.9$ büyüklüğünde bir depremle, Reis-Akşehir arasında kalan parçası 21 Şubat 1946 tarihinde $M_s=5.7$ büyüklüğünde bir depremle, Akşehir-Sultandağı arasında kalan parçası, 15 Aralık 2000 tarihinde $M_l=5.8$ büyüklüğünde bir depremle ve Sultandağı-Çay arasında kalan parçası ise 3 Şubat 2002 tarihinde $M=6.2$ ve $M=5.8$ büyüklüğünde Eber-Sultandağı ve Çay depremleri ile yırtılmıştır (Şekil 5). Yakın gelecekte ise Çayın batısında (Maltepe batısı-Çobanlar güneyi) kalan parçasında da benzer büyüklükte bir deprem olma olasılığı yüksek görünmektedir.

Fay uzunluğu-fay parçası-büyüklik ilişkisine bakıldığında Sultandağı fayı, 10-15 km uzunlukta en az 5 ya da 6 ayrı fay parçasından oluşmaktadır. Bu nedenle her bir fay parçası en büyük $M=5.5$ ile $M=6.2$ arasında değişen depremlere neden olmuştur. Sultandağı fayı 1900-2002 yılı içerisinde deprem etkinliği yüksek bir diri fayı oluşturmaktadır. Bu fayın değişik parçaları üzerinde 1900-2002 yılı ara-

sında; 25» 44, 2 yıl ve 2 saat 15 dakika gibi aralıklarla büyüklükleri $M=5.5$ ile $M=6.2$ arasında değişen depremler olmuştur. Bu durum fay boyunca depremlerin belirli zamanlarda yoğunlaştıklarını ve farklı fay parçalarında birbirine yakın zaman aralıklarında yinelenmelerini göstermektedir. Sultandağı fayının yıllık kayma hızı 0.2 mm gibi çok düşük olduğu için, depremlerin yinelenme aralıkları oldukça uzun görünmektedir. Bir başka deyişle 1900-2002 yılları arasında Sultandağı fayı sismik olarak oldukça etkin olurken, gelecek birkaç yüzyıl-birkaç bin yıl (en az 500 yıl) içerisinde oldukça sakin olacağı düşünülmektedir. Nitekim Sultandağı fayı boyunca son 15 milyon yıl içerisinde toplam, düşey atımın 900 m, olması da bu durumu desteklemektedir. Benzer şekilde Sultandağı fayı, neotektonik dönemi içerisinde (son 5 milyon yıl-günümüz) arasında 500 m'lik düşey atım, 750 metrelik sağ yanal atım meydana getirmiştir. Bu durumda fay boyunca biriken yıllık kayma hızı 0.1 mm/yıl olarak hesaplanmıştır. 03 Şubat 2002 tarihinde olan iki deprem ortalama 10 cm düşey atım, 1-2 cm sağ yönlü yatay atım oluşturmuştur. Fayda 0.1 mm/yıllık bir kayma hızı ile 10 emik atım 1000 yılda birikebilir. Bir başka deyişle, Eber, Çay ya da Akşehir merkezli bu büyüklükte bir depremin olması için en azından 500-1000 yılın geçmesi gerekir. Ancak bu yinelenme aralıklarının sadece Sultandağı Fayının yukarıda söz edilen parçaları için geçerli olacağını hatırlatmakta fayda var., Bir başka

deyişle, Sultanclağı Fayı boyunca yer alan ilçeler,, komşu bölgelerde yer alan diğeri faylarda (Kumdanlı Fayı» Tatarlı Fayı gibi) oluşabilecek depremlerden etkilenebilir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen bulgular aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

1) 03 Şubat 2002 günü iki saat aralıklarla iki deprem olmuştur.

2) Her iki depremlerimde doğuda Eber ile batıda Maltepe köyü batısı arasında yaklaşık 20 km uzunluğunda bir yırtılmaya neden olmuştur,

3) Depremler, yüzeyde doğuda Çay merkezde 1 km uzunlukta; Çay batısında Gerenlik çeşmesi (Cumhuriyet 2 km 1KB) ile (Maltepe Köyü batısında 5 km uzunluğunda yüzey kırıkları oluşturmuştur.

4) Kırık boyunca maksimum 20-30 cm; ortalama 5-10 cm'lik düşey atımlar gelişmiştir. Yerel topografya ve salla sıçramaya bağlı olarak kırık boyunca 5-10 cm ters atımlar ve 2-3 cm sağa yanal atımlar gözlenmiştir.

5) İni-Maltepe-Kadıköy arasında GB-KD yönünde akan sulu dere, 03 Şubat 2002 deprem kırıklarının geliştiği kesimde yaklaşık 750 m (oluşumundan günümüze kadar) sağ; yönlü olarak yer değiştirmiştir.,

6) Her iki deprem, KB-GD doğrultu Sultancıağı Fayı ile KD-GB doğrultu Oçkuyu Faylarını içeren Sultancıağı Fay sistemine uygun fay parçaları öze-

rinde yırtılmalar geliştirmiştir. Bir başka deyişle her iki depremi» Suttancıağı Fayı ile dar açılar yapan KD-GB ve KB-GD doğrultu Eu fay parçaları üzerinde kırıklar oluşturmuştur. Yani her iki deprem, yeni bir fay oluşturmamıştır. Aksine anakaya derinliklerinde Sultancıağı fayının üzerinde yer alan yaklaşık 300-500 km kalınlıkta alövyal yelpaze çökelleri içerisinde kırıklar oluşturmuştur. Bu kırıklar her iki depremin odak derinliklerinde Sultancıağı fayına birleşmektedir.

7) Heybeli Termal Tesislerimde depremin dördüncü günü (Çarşamba) 35 m uzunluğunda K35D doğrultu bir kırık boyunca sıcak su çıkışları olmuştur. Kaplıca sularının debisi artmıştır.

8) Depremler, Sultancıağı Fayı boyunca doğudan batıya doğru göç etme eğilimi göstermiştir. Bu fayın değişik parçaları üzerinde 1900-2002 yılı arasında; 25, 44, 2, yıl ve 2 saat 15 dakika gibi aralıklarla büyüklükleri M=5.5 ile M=6.2 arasında değişen depremler olmuştur. Bu durum fay boyunca depremlerin belirli zamanlarda yoğunlaştıklarını ve farklı fay parçalarında birbirine yakın zaman aralıklarında yinelenmelerini göstermektedir. Yakın gelecekte ise» Çayın batısında (Maltepe batısı-Çobanlar güneyi) kalan parçasında da benzer büyüklükte bir deprem olma olasılığı yüksek görünmektedir.

9) Sultancıağı faysı, neotektonik dönem içerisinde (son 5 milyon yıl-günümüz) arasında 500 m'lik düşey afim, 750 metrelik sağ yanal atım meydana getirmiştir, Bu durumda fay boyunca biriken yıllık kayma hızı 0.1 m/m/y olarak hesaplanmıştır.

03 Şubat 2002 tarihinde olan iki deprem ortalama 10 cm düşey atım, 1-2 cm sağ yönlü yatay atımı oluşturmuştur. Fayda 0,1 mm/yıllık bir kayma hızı ile 10 cm'lik atım 1000 yılda birikebilir. Bir başka deyişle, Eber, Çay ya da Akşehir merkezli bu büyüklükte bir depremin olması için en azından 500-1000 yılın geçmesi gerekir. Ancak: bu yinelenme aralıklarının sadece Sultancıağı Fayının yukarıda söz edilen parçaları için geçerli olduğunu hatırlatmakta fayda var.

