

TARİHSEL VERİLER IŞIĞINDA MARMARA DENİZİNDE DEPREŞİM DALGALARI (TSUNAMİLER)

**Yıldız ALTINOK¹, Ahmet Cevdet YALÇINER²,
Bedri ALPAR³, Şükrü ERSOY⁴**

¹İ.Ü, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Müh. Bl., 34850, İstanbul

²ODTÜ, İnşaat Müh. Bl., Deniz Müh. Araş. Merk., 06531, Ankara

³İ.Ü, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enst., 34470, İstanbul

⁴İ.Ü, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Müh. Bl., 34850, İstanbul

ÖZET

Kocaeli 1999 depremi ile ortaya çıkan depreşim dalgası hareketleri Marmara Denizi kıyı alanları üzerindeki potansiyel bir tehlikeyi bir kez daha gözler önüne sermiştir. Kataloglar, basılı eserler ve bunların dışında yaptığımız arşiv taramaları, çoğunluğu İzmit ve Gemlik körfezleri, Kapıdağ Yarımadası, İstanbul ve Gelibolu kıyılarında yoğunlaşmak üzere Marmara Denzinde tarih boyunca 30'un üzerinde depreşim dalgasının oluştuğunu göstermiştir. Bu bilgiler, Marmara Denizi depreşim dalgaları modelleme çalışmalarında denizin morfolojik, jeolojik ve jeofizik özellikleri ile birlikte göz önüne alınıp, değerlendirilmesi gereken verilerdir.

1. GİRİŞ

17 Ağustos 1999 Kocaeli Depreminin yaşattığı felaket Marmara Denizi'nin depremselliğini bir kez daha güncel hale getirmiştir. Marmara Denizi, Kuzey Anadolu fay (KAF) zonunun batı uzantısında, bünyesinde çeşitli kırıklar bulunduran tektonik çatısı tam olarak henüz belirlenememiş karmaşık bir havzadır. Erzincan'ın doğusundan başlayarak, Kuzey Anadolu boyunca ilerleyen ve tüm orojenik bölgelerini rasgele kesen sağ-yanal doğrultu atım özellikli KAF zonu 31° Doğu boylamının batısında 3 kola ayrılır. Karada Yenişehir ile Edremit arasında yer alan güney kola karşılık, orta kol Geyve'den Bandırma'ya kadar Marmara kıyı çizgisini izler ve Bayramiç'ten Ege Denizine girer. Kuzey kol ise İzmit Körfezi, derin Marmara çukurlarını ve Saros Körfezini geçerek, Kuzey Ege çukuruna yönelir (Mercier et al., 1989). Anadolu levhasının batıya kaçışı ile Avrasya ve Anadolu levhaları arasında oluşan KAF kuzey kolunun, küresel konumlama sistemi (GPS)

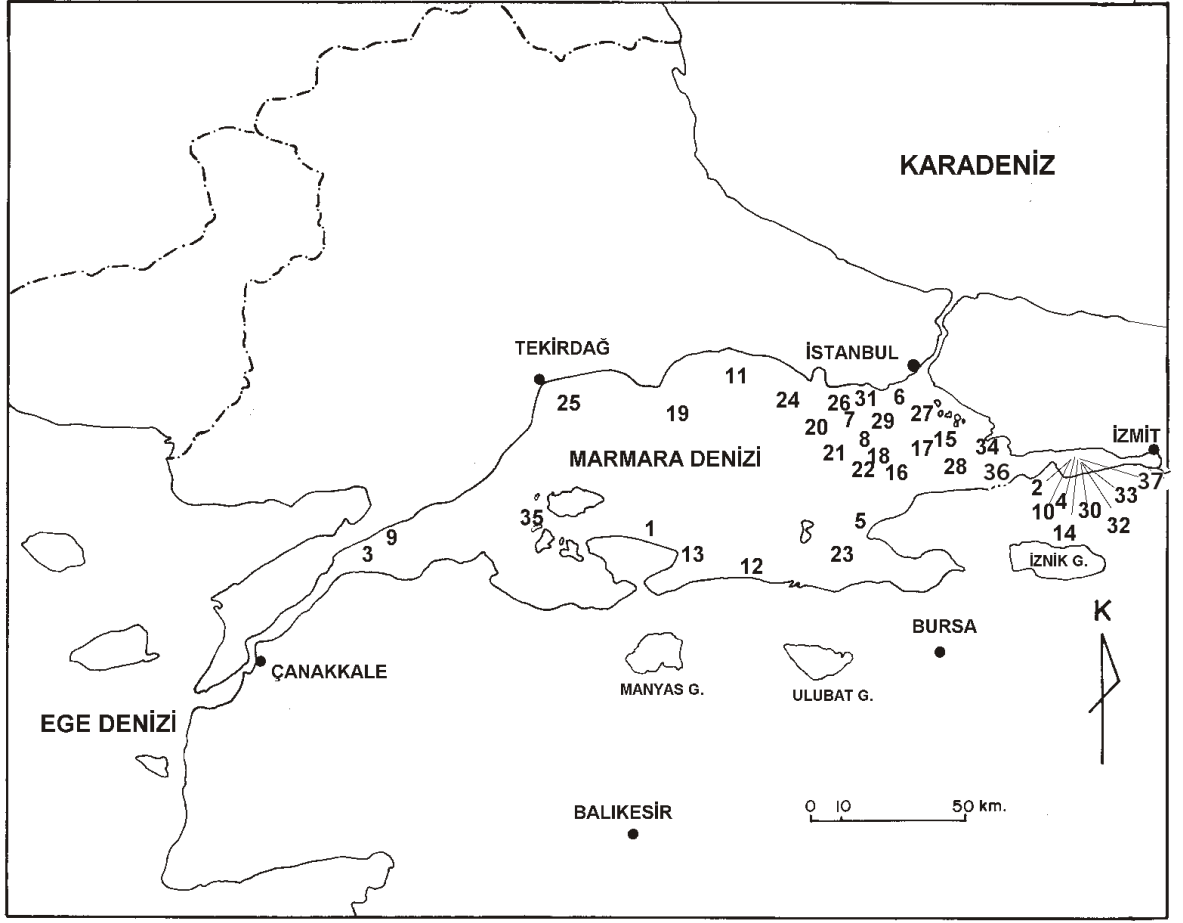
verilerine göre yılda yaklaşık 25 mm mertebesinde (Stein ve diğ., 1996; Straub ve Kahle, 1997) olan tektonik hareketinin bu alan boyunca oluşturduğu seküler gerilme alanı Marmara Denizi ve çevresindeki büyük depremlerin asıl nedenidir.

KAF kuzey kolu üzerinde oluşan 17 Ağustos 1999 Kocaeli ve 12 Kasım 1999 Düzce Depremleri ardından merkezi Marmara Denizinde olacak deprem veya depremlerin beklentisi bir anda artmıştır. Bu nedenle Marmara tektonik çatısı hakkındaki görüşler önem kazanmıştır. Marmara Denizinin hipsografik ve morfolojik yapısı bölgenin tektonik özellikleri hakkındaki ilk verileri ortaya koymaktadır. Marmara Denizinde kıtasal şelf alanları hakimdir (% 57). Güney şelfi kuzeydekine göre 3 katı daha geniş (32 km) olduğundan, şelfler arasında kalan ve şelf alanlarından dik yamaçlarla inilen üç büyük Marmara çukuru kuzey kıyıya daha yakındır. Derinlikleri 1100 metreden daha fazla olan ve bünyesinde KAF kuzey kolunu ve bunlara bağlı tali fayları barındıran bu çukurlar birbirlerinden çevrelerine göre birkaç yüz metre daha yüksek olan fay kontrollü eşikler ile ayrılmaktadır.

Depremin Marmara Denizi içindeki hangi fay yada zayıflık zonu üzerinde ve ne büyüklükte olacağı sorusu beraberinde çeşitli görüşleri getirmiştir. Bunlardan en önemlisi, Marmara Denizinin altında hiçbir haritada görülmeyen hafifçe konveks doğu-batı uzanan büyük bir fayın olduğu ve İstanbul'u vuracak 8'e yakın büyüklükte bir deprem yaratacağı görüşüdür (Le Pichon ve diğ., 1999). İstanbul'un %62±15 olasılıkla 30 yıl içinde oluşacak ve büyüklükleri yaklaşık Kocaeli Depremininki kadar olacak bir veya iki depremi beklediğini iddia eden model görüşler de vardır (Hubbert-Ferrari ve diğ., 1999; Parsons ve diğ., 2000). Bu görüşlere karşılık Okay ve diğ., (1999), olası bir depremde, Doğu Marmara'da öne sürdükleri aktif kuzey ve güney sınır fayları ile Armutlu fayından hangisinin kırılacağına önceden bilinmeyeceğini ileri sürmüşlerdir.

Bu görüşler her ne kadar olasılıkları belli oranda olan modeller çerçevesinde de kalsalar, Marmara ve çevresinin deprem etkinliğinin gerek tarihsel, gerekse aletsel dönemde yüksek olduğu açıktır. Tarihsel dönemde M.Ö 2100-M.S 1900 yılları arasında Marmara ve çevresinde yaklaşık 300 deprem olmuştur (Soysal ve diğ., 1981). Bunların arasında en büyükleri 10.09.1509 İstanbul, 22.05.1766 İstanbul, 10.07.1894 İstanbul, 04.01.1935 Erdek ve Marmara Adaları ($M_S=6.4$), 18.03.1953 Yenice-Gönen ($M_S=7.2$), 18.09.1963 Doğu Marmara ($M_S=6.3$), 06.10.1964 Manyas ($M_S=6.9$), 22.07.1967 Adapazarı-Mudurnusuyu ($M_S=6.8$) depremleridir. Bir bölgede gelecekte büyüklüğü en az geçmişte olmuş en büyük depremin büyüklüğü kadar olacak bir deprem oluşma çekincesi olduğuna göre, kaçınılması olanaksız gelecek Marmara depremleri bölgenin önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Belli kriterlere sahip, olası büyük bir depremle Marmara'da depreşim dalgası (tsunami) oluşma olasılığı da ayrı bir konu olarak güncelliğini korumaktadır. Türkiye kıyılarında 3000 yılı aşkın bir sürede 90'ın üzerinde depreşim dalgasının olduğu ve bu dalgaların üçte birinin Marmara Denizinde yer aldığı belirlenmiştir (Altınok ve Ersoy, 2000b; Altınok, 2000c). İzmit Körfezi, İstanbul kıyıları, Gemlik Körfezi, Kapıdağ Yarımadası ve Gelibolu kıyıları depreşim dalgalarının yoğunlaştığı yerler olarak gösterilmektedir. Bunlardan M.S. 120-1999 yılları arasında oluşmuş depreşim dalgaları tarihsel sıra ile numaralandırılarak Çizim 1 de gösterilmiştir.



Çizim 1. M.S. 120-1999 yılları arasında Marmara Denizinde oluşan depreşim dalgaları. Sıra numaraları zamana göre dir (Altınok ve Ersoy, 2000)

17 Ağustos 1999 Kocaeli Depreminin İzmit Körfezinde yaratmış olduğu dalga hareketleri Marmara'da oluşan depreşim dalgalarına son bir örnektir. Bilimsel bakımdan en ayrıntılı çalışılmış olan bu son depreşim dalgasını da dikkate alarak, Marmara kıyılarını etkilemiş geçmişteki depreşim dalgalarının tek tek ayrıntılı olarak çalışılması konuya önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu çalışmada Marmara Denizinde geliştiği ve kıyı alanlarında etkili olabildiği bilinen küçük çaplı depreşim dalgası hareketleri yetersiz veriler nedeniyle dikkate alınmamıştır. Bunların genel özellikleri beraberlerinde hiçbir tektonik etkinliğin olmamasıdır. Çoğunluğu da Doğu Marmara ve İzmit Körfezi içinde oluşmakta ve kıyılarda dalgaları gözleyen kişiler tarafından genellikle denizaltı geçişi etkisi ile ortaya çıktığı biçiminde yorumlanmaktadır. Eğer bu tür olağan dışı dalgaların periyodu (iki dalga arasındaki zaman dilimi) 12 saniye'den daha uzun ise, bu dalgaların nedeni kıta yamaçlarında oluşan sualtı heyelanlarıdır. Marmara Denizinde tortul birimlerin çökme hızının bölgesel değişiklikler gösterdiği iyi bilinmektedir. Bu değer Doğu Marmara'da 1000 yılda 100 cm (Evans ve diğ., 1989), İzmit Körfezindeki ise 1000 yılda 70 cm dir (Ergin ve Yörük, 1990). Çağatay ve diğ. (2000) ise, Marmara Denizinde 1000 yılda oluşan ortalama çökme hızını şelf bölgelerinde 40, yükselimlerde 10 ve çanaklarda 100-200 cm olarak hesaplanmıştır. Bölgelere göre bu farklılığın nedeni dik kıta yamaçlarında oluşan sualtı heyelanlarının çukurlardaki yumuşak çamurlu çökellerin depolanma hızını artırmasıdır (Alpar ve Yaltrak, 2000a). Özellikle depremler sırasında geometrik olarak Kuzey Anadolu fay zonunun kuzey

koluna bağlı ve kıta yamaçlarının morfolojileri ile bütünleşik olan dekolmanlar harekete geçmekte ve kıta yamaçları üzerinde önemli denizaltı heyelanları oluşturmaktadır. Bu sualtı heyelanlarının yarattığı dalga hareketleri kıyı alanlarında etkili olmaktadır (Alpar ve Yaltrak, 2000a).

2. MATERYAL VE METOD

Kıyıları 8333 km yi bulan Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğu dikkate alındığında, gerek tarihsel bilgiler gerekse son 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi ile oluşan İzmit Körfezi depreşim dalgaları, konuya hak ettiği önemin verilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada, öncelikle yayınlanmış Türkçe ve batı dillerindeki kaynaklar kullanılmıştır. Bu kaynakların orijinal kaynaklarına elverdiği ölçüde ulaşılmaya çalışılmış ve bu nedenle Başbakanlık Osmanlı Arşivi, kilise kayıtları, çeşitli kütüphanelerdeki eski gazete ve dergiler araştırılmıştır. Osmanlı Arşivi ve eski gazetelerdeki Osmanlıca yazıların tercümeleri, özellikle Osmanlıca yazı dilinin yüzyıllar arasında farklılıklar göstermesi nedeniyle güç bir çalışmayı gerektirmektedir. Kilise kayıtlarına ulaşmak için yapılan girişimlerde de bazı zorluklar yaşanmıştır. Örneğin, İstanbul Süryani kilisesine ait arşivlerin yakın zamanlarda Vatikan'a gönderildiği Monsenior Yusuf Sağ'dan öğrenilmiştir. Arşiv ve kütüphanelerdeki çalışmaların yanı sıra basılmış roman, günlük, hatırat, makale ve belgesel türü çeşitli kaynaklar izlenmiştir. Söz konusu çalışmalar devam etmektedir.

Sunulan çalışma içinde, bu güne kadar ulaşılan ve fiziksel tanımlamaları yapılmış yeni bilgiler ve önceki çalışmalarda elde edilen bilgiler ortak olarak derlenmiştir. Önemli eklemelerden birisi, yayınlanmış çalışmalarda yer 04.01.1935 tarihinde Erdek ve Marmara Adaları Depreminde oluşan depreşim dalgası ile ilgili bilgilerdir.

3. MARMARA DENİZİNDE ETKİLİ OLMUŞ BAZI DEPREŞİM DALGALARI

Özellikle Güney Ege'de değiştirilmiş Mercalli ölçeğine göre şiddeti VIII den büyük olan depremlerin depreşim dalgası hareketlerine neden olduğu bilinmektedir (Pararas Carayannis, 1992). Bu depreşim dalgası hareketlerinin daha küçük ölçeklileri de Kuzey Ege ve Marmara Denizi içinde oluşmaktadır. Marmara Denizinde M.S 120-1999 yılları arasında 30 u aşkın depreşim dalgası oluşmuştur (Çizim 1). Bunlar arasında kaynakların elverdiği ölçüde bilgilendiklerimizden bazıları aşağıda sunulmuştur.

120/128 Kapıdağ Yarımadası, İznik ve İzmit'te etkili olan deprem Kapıdağ Yarımadasında depreşim dalgası hareketleri yaratmıştır (Guidoboni ve diğ., 1994).

24.08.358 Marmara'da oluşan büyük depremle, İzmit'te depreşim dalgaları görülmüştür (Guidoboni ve diğ., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1991).

26.01.447 İstanbul ve İzmit'te etkili olan depremde, İzmit'te deniz pek çok ölü balık karaya atılmış, denizin çekilmesi ile gemiler karaya oturmuştur (Guidoboni ve diğ., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1991).

24/25/26.09.477/480 Çanakkale, İstanbul, İzmit, Gelibolu, Bocaada'yı etkileyen depremde İstanbul'da depreşim dalgası oluşmuş ve kıyı alanlarına zarar vermiştir (Guidoboni ve diğ., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1991)).

15.08.553 İstanbul ve İzmit körfezinde etkili olmuştur (Soysal ve diğ., 1981; Soysal., 1985). Soysal, (1985) e göre deniz 2000m ilerlemiştir.

14.12.557 İstanbul ve İzmit Körfezinde etkili olmuştur (Ambraseys, 1960; Soysal ve diğ., 1981; Soysal, 1985). Soysal (1985)'e göre deniz 3000m içeri ilerlemiştir.

26.10.740 İstanbul, İzmit, İznik ve Trakya'nın etkilendiği depremde bazı yerlerde deniz çekilmeleri gözlenmiştir (Guidoboni ve diğ., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1991).

10.989 Marmara Denizinin doğusunda oluşan depremde depreşim dalgaları oluşmuştur (Soysal, 1985; Ambraseys ve Finkel, 1991).

14.10.1344 Marmara Denizi, İstanbul, Trakya kıyıları, Gelibolu'da etkili olan depremde, depreşim dalgası hareketleri olmuştur (Heck, 1947; Ambraseys, 1960; Ambraseys, 1962; Antonopoulos, 1978; Soysal ve diğ., 1981; Papadopoulos ve Chalkis, 1984; Soysal, 1985; Papazachos ve diğ., 1986). Deniz 2000 metre içeri ilerlemiştir (Ambraseys, 1962; Papadopoulos ve Chalkis, 1984).

10.09.1509 İstanbul'da oluşan deprem, İstanbul ve Marmara kıyılarında depreşim dalgası yaratmıştır (Heck, 1947; Ambraseys, 1960; Ambraseys, 1962; Antonopoulos, 1978; Soysal ve diğ., 1981; Papadopoulos ve Chalkis, 1984; Soysal, 1985; Papazachos ve diğ., 1986; Ambraseys ve Finkel, 1995). Deprem sırasında oluşan dalgalar İstanbul surlarını aşmıştır. Depremün büyüklüğü 8.0 civarında, oluşan dalğanın tırmanma yüksekliği 6.0m den fazladır (Öztin ve Bayülke, 1991). İstanbul ve Galata surlarını aşan dalgalar şehrin sokaklarında ilerlemiştir (Orgun, 1941).

05.04.1646 İstanbul'da etkili olan depremde depreşim dalgaları oluşmuştur (Heck, 1947; Ambraseys, 1962; Antonopoulos, 1978; Soysal ve diğ., 1981; Papadopoulos ve Chalkis, 1984; Soysal, 1985; Papazachos ve diğ., 1986). Soysal (1985)'e göre 05.04.1641 de olan bu depreşim dalgası ile 136 gemi harap olmuştur.

09.1754 İzmit Körfezinde olan büyük depremle oluşan depreşim dalgaları hasar yaratmamıştır (Ambraseys ve Finkel, 1991).

22.05.1766 Marmara Denizinde depremle birlikte depreşim dalgaları oluşmuştur (Ambraseys, 1962; Antonopoulos, 1978; Papadopoulos ve Chalkis, 1984; Shebalin ve diğ., 1974; Soysal ve diğ., 1981; Soysal, 1985). Oluşan depreşim dalgaları İstanbul Boğazı kıyılarında ve Mudanya Körfezinde zarara neden olmuştur (Ambraseys ve Finkel, 1995).

10.07.1894 Depremle oluşan depreşim dalgaları İstanbul'da etkili olmuştur (Ambraseys, 1962; Karnik, 1971; Antonopoulos, 1978; Soysal ve diğ., 1981; Papadopoulos ve Chalkis, 1984; Papazachos ve diğ., 1986; Kuran ve Yalçner, 1993; Öztin, 1994). Eginitis (1894)'e göre bazı yerlerde deniz 50 metre kadar çekilmiş ve geri dönmüş fakat sahil sınırı değişmemiştir. Mihailovic (1927)'e göre ise, deniz suyu kabarmış ve 200m sahile taşmıştır. Prens Adaları civarında ve Büyükçekmece'den Kartal'a kadar

olan alanda depreşim dalgaları gözlenmiştir. Depremin büyüklüğü 7 den küçük, dalganın tırmanma yüksekliği 6.0 metreden azdır (Öztin ve Bayülke, 1991). Karaköy ve Azapkapı köprüleri bile sular altında kalmıştır (Batur, 1994). Yeşilköy’de deniz önce depremden yaklaşık on dakika kadar önce geriye çekilmiş ve çok geçmeden dev dalgalar sahile vurarak 3 sıra eve kadar ulaşmış, ön sırayı alıp götürmüştür (Batur, 1999).

04.01.1935 Marmara Adası’nın batısındaki Hayırsız Ada’da depremlerle beraber sismik dalgaların düdüğü binası yıkılmış, sahildeki birçok kaya parçaları denize dökülmüş ve sular kabarmıştır (Milliyet Gazetesi, 1935).

18.09.1963 Dış merkezi denizde olan Çınarcık, Yalova civarında etkili olan bu depremden sonra Mudanya Körfezinde doğu-batı doğrultusunda sahil şeridinde deniz dibi kabuklarına rastlanmıştır (Özçiçek, 1996). Bandırma’da deniz dalgaları 1 metre kadar yükselerek kıyı duvarlarını aşmıştır (Kuran ve Yalçiner, 1993). Oluşan dalgalar fazla büyük değildir (Akşam Gazetesi, 1963).

17.08.1999 İzmit Körfezi depreşim dalgası hareketleri

17 Ağustos 1999 de oluşan $M_w=7.4$ büyüklüğünde $h=15-17$ km odak derinliğindeki Kocaeli Depremi İzmit Körfezinde depreşim dalgası yaratmıştır. 35 gözlem yerinde yapılan araştırmada depreşim dalgası bulgularına ulaşılmıştır. Bu bulgulara göre; İzmit Körfezinin her iki kıyısında deniz önce çekilmiştir. Kuzey kısmında dalganın kıyıdaki tırmanma yüksekliği (runup) 1 metreden 2.5 metrenin üzerine kadar ulaşmış güney kısmında Kavaklı-Seymen arasındaki kıyının dışında Kılıç Deltasına kadar olan şeritte 1 metreden 2.5 metreye kadar değişen tırmanma yükseklikleri saptanmıştır (Tablo 1). Değirmendere’de dalga yüksekliğinin 10 metrenin üzerine ulaştığı belirlenmiştir. Yalova’ya doğru depreşim dalgaları bulguları kaybolmaktadır. Oluşan depreşim dalgasının periyodu 1 dakikadan daha azdır (Yalçiner ve diğ., 1999). Bu depremlerle karada 120 ve denizde ise yaklaşık 50 km olmak üzere en az 170 km uzunlukta ve ortalama 2.7 metrelilik sağ yanal doğrultu atımlı faylanmanın olduğu bilinmektedir. Yapılan saha çalışmalarında 3.2 km uzunlukta K60B doğrultusunda doğrultu atım bileşenli oblik normal faylanma gösteren Kavaklı Fayı ve 200m uzunlukta K80B doğrultusunda doğrultu atım bileşenli normal faylanma gösteren Kiler Burnu Fayı izlenmiştir (Altınok ve diğ., 1999).

İzmit Körfezinde yapılan sığ sismik yansıma çalışmalarında Kocaeli Depreminde kırılarak İzmit Körfezini gevşeyen bükümlerle aşan doğrultu atımlı faya bağlı olarak gelişen normal faylanmaların varlığı da saptanmıştır (Alpar ve diğ., 1999; Şengör ve diğ., 1999, Alpar ve Yalçiner, 2000b). Bunlardan en önemlileri Hersek deltasının doğu ve batısındaki sismik kesitlerde gözlenen normal faylardır (Alpar, 1999).

Kavaklı-Seymen arasındaki kıyı alanının bir kısmının denize göçmesi ve denizin bu bölgede ilerlemesinin nedeni 2-2.5 metrelilik düşey atım gösteren Kavaklı fayının varlığına bağlı gözlenmektedir. Kirazlıyalı, Değirmendere, Halidere, Ulaşlı ve Karamürsel’de oluşan kıyı heyelanları özellikle güney kıyıda depreşim dalgası tırmanma yüksekliklerinin saptanmasında sorunlar yaratmakla beraber, oluşan depreşim dalgasının güney kıyıya yakın bir yerde geliştiği bulgular arasındadır (Altınok ve diğ., 2000a). Kocaeli Depremi ile İzmit Körfezinde gelişen depreşim dalgaları fazla büyük olmadığından kıyılarda da yoğun bir hasar yapmamıştır (Yalçiner et al, 2000).

Tablo 1. İzmit Körfezindeki depreşim dalgası hareketlerinin parametreleri. Asteriks sembolü depreşim dalgası hareketlerinin oluştugu ancak yeterince belirlenemeyen yerleri göstermektedir (Altınok ve diğ., 1999; Altınok ve diğ., 2000d; Yalçınmer ve diğ., 2000).

Yer	Deniz Çekilme mesafesi (m)	Deniz ilerleme mesafesi (m)	Tırmanma Yüksekliği (m)
Darıca		4	> 1
Eskihisar		15	> 1
Dilovası			2
Tavşancıl	*	25-30	1.5
Hereke		30	1.80
Şirinyalı		15	> 2
Kirazlıyalı		*	2.5
Yarımca	15-20	> 60	2.5
Körfez		100	
Kiler Point		20	2.5
Derince Port			2-2.5
Çene Suyu	80	60	2 ?
Izmit, Marina	40	25	
Seymen	2 ?	50	
Kavaklı		300 ?	
Değirmendere	150 ?	35 ?,	2.5
Halidere	15	60	0.8
Ulaşlı		> 5	2
Güzelyalı	10-15	4	1.25
Defne Mah.	*	4	1.5
Karamürsel	*	*	
Kaytazdere		15 ?	
Hersek		>30	
Havuzdere	* ?	*	
Topçular	*	*?	2 ?
Topçular açıkları			

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Tarihsel bilgiler Marmara Denizi'nde depreşim dalgalarının oluştugunu ortaya koymaktadır. Türkiye kıyılarında 3000 yılı aşkın bir sürede oluşan 90 kadar depreşim dalgasının üçte biri Marmara Denizinde yer almıştır. Marmara'da depreşim dalgası hareketlerinin oluşma mekanizmaları ve bunların kıyı alanları üzerindeki etkileri, son İzmit Körfezi depreşim dalgası bilgilerinin rehberliğinde tarihsel depreşim dalgaları ilgili bilgilerin geliştirilmesi, deniz içinde deprem üretecek aktif fayların, depreme ya da başka etkilere bağılı olarak oluşılabilecek heyelan ve göçmelerin belirlenmesi, multi-beam

batimetrik ölçümlerle deniz altı topoğrafyasının ayrıntılı olarak ortaya konması ve bu bilgilerden yararlanarak bilgisayarda modelleme çalışmalarının yapılması ile daha güvenilir duruma getirilebilecektir. Bu modelleme çalışmalarının sonuçlarına göre Marmara kıyıları boyunca depreşim dalgasının etkili olduğu saptanan bölgelerinde, tarihsel depreşim dalgası izlerinin ve tortullarının trench çalışmaları yapılarak araştırılması, gereklidir.

Geometrik anlamda Marmara'nın KAF kuzey kolu ile bütünleşik dik kıta yamaçlarında oluşan sualtı heyelanları nedeniyle gelişebilen ve kıyı alanlarında etkili olabilen çeşitli depreşim dalgası hareketleri araştırılmalıdır. Alpar, Yalçiner, Özbay, (2000)'de bu konuya yönelik çalışmanın ilk sonuçları verilmektedir. Bazı küçük heyelanlar ile ortaya çıkan depreşim dalgaları bazen depremler için haberci nitelik gösterebilirler. Bu durum Japonya'da bazı depremlerden önce ve İzmit Körfezinde ise, 17 Ağustos 1999 tarihinden önce de gözlenmiştir. Bu nedenle denizlerdeki su düzeyi ve dalga ölçüm ağımıza, uzun dönemli dalgaları ölçen sistemlerin de eklenmesi artık büyük önem kazanmıştır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu No. 1268/050599 Projesi kapsamında desteklenmektedir.

KAYNAKLAR

AKŞAM Gazetesi, 20 Eylül 1963.

ALPAR, B., (1999). Underwater signatures of the Kocaeli Earthquake (August 17th 1999), Turkish Journal of Marine Sciences 5: 111-130.

ALPAR, B., YALTIRAK, C., AKKARGAN, Ş., (1999), Kuzey Anadolu Fay zonu ve 17 Ağustos 1999 Depreminin İzmit Körfezi ve Marmara çıkışı genç çökelleri üzerindeki etkileri, Aktif Tektonik Araştırma Grubu, 3. Toplantısı Bildiri Özetleri Kitapçığı, 45 Kasım 1999 Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, s.9

ALPAR, B., YALTIRAK, C., (2000a), Çınarcık çukuru ve çevresinin morfotektoniği, 1. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü TÜBİTAK, 30 Mayıs-2 Haziran 2000, Bildiri Özleri Kitapçığı, s 58-59, ODTÜ- Ankara.

ALPAR, B., YALTIRAK, C., (2000b), Tectonic setting of the Eastern Marmara Sea, Nato Advanced Research Seminar, Integration of Earth Sciences Research on the 1999 Turkish and Greek Earthquakes and Needs for Future Cooperation Research, 14-16 Mayıs 2000, İstanbul Abstracts, pp. 9-10

ALPAR, B., YALÇINER, A.C. ÖZBAY, I., (2000), Marmara Denizinde Potansiyel Heyelan Alanları ve Bunlara İlişkin Depreşim Dalgası (Tsunami) Oluşum ve Hareketleri, 3. Ulusal Kıyı Mühendisliği Sempozyumu, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, 5-7 Ekim 2000, Çanakkale, (baskıda)

ALTINOK, Y., ALPAR, B., ERSOY, Ş., YALÇINER, A.C., (1999), Tsunami generation of the Kocaeli Earthquake (August 17th 1999) in the İzmit Bay: coastal observations, bathymetry and seismic data, Turkish J. Marine Sciences, 5, 130-149.

ALTINOK, Y., TINTI, S., ALPAR, B., ERSOY, Ş., YALÇINER, A.C., BORTOLUCCI, E., ARMIGLIATO, A., (2000a), How did the Kocaeli Earthquake generate tsunami in the İzmit Bay; a tectonic model from coastal observations and seismic data, European Geophysical Society 25th General Assembly, 25-29 April 2000, Nice, France, Geophysical Research Abstracts, CD Vol.2.

ALTINOK, Y., ERSOY, Ş., (2000b), Tsunamis observed on and near the Turkish coast, *Natural Hazards* 21 (2-3), Kluwer Academic Publishers (baskıda)

ALTINOK, Y., (2000c), Marmara'da deprem dalgaları, tsunami, Marmara'da Deprem ve Jeofizik Toplantısı Kitabı, 28 Haziran 2000, İstanbul, 39-45.

ALTINOK, Y., TINTI, S., ALPAR, B., YALÇINER, A.C., ERSOY, Ş., BORTOLUCCI, E., ARMIGLIATO, A., (2000d). The Tsunami of August 17, 1999 In the İzmit Bay, Turkey, *Natural Hazards* (baskıda).

AMBRASEYS, N.N., (1960), The seismic sea wave on July 9, 1956, in the Greek Archipelago, *J.Geoph. Res.*, 65, 1257-1265.

AMBRASEYS, N.N., (1962), Data for the investigation of the seismic seawaves in the Eastern Mediterranean, *Bull. Seism.Soc. Am.*, 52, 895-913.

AMBRASEYS, N.N., FINKEL, C.F. (1991), Long term seismicity of Istanbul and of the Marmara Sea region, *Terra Nova*, 3, 527-539.

AMBRASEYS, N.N., FINKEL, C., (1995), The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas. A Historical Review, 1500-1800, Eren Yayıncılık, İstanbul.

ANTONOPOULOS, A., (1978), Contribution to the knowledge of tsunamis in the Eastern Mediterranean from ancient times until the recent, *Ann. Geol. Des. Pays. Helleniques, Le serie TXXIX/2*, 740-757.

BATUR, A., (1994), Bir depremin yüzyıl dönümü, *İstanbul Dergisi*, 10, 24-33.

BATUR, A., (1999), Muharrem ayında bir salı günü, *Cogito, Deprem Özel Sayısı, Sayı 20*, 4259, Yapı ve Kredi Yayınları, İstanbul

ÇAĞATAY, M.N., GÖRÜR, N., ALGAN, O., EASTOE, C., TCHAPALYGA, A., ONGAN, D., KUHL, T., KUŞÇU, İ., (2000). Late glacial-Holocene palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and Black Seas, *Marine Geology* 167: 191-206.

EGINITIS, D., (1894), 1310 Zelzelesi Hakkında Rapor, Çev: Bogos, İstanbul, 21 Ağustos 1310 Başbakanlık Arşivi Gn. Md.lüğü, Yıldız Esas Evrakı 14, Evrak C. Zarf 126. Karton 11. S. 129 (el yazması).

ERGİN, M., YÖRÜK, R. (1990), Distribution and texture of bottom sediments in a semienclosed coastal inlet, İzmit Bay, from the Eastern Sea of Marmara (Turkey). *Estuarine Coastal and Shelf Science* 30: 647-654.

EVANS, G., ERTEN, H., ALAVİ, S.N., VON GUNTEL, H.R., ERGİN, M., (1989), Superficial deep water sediments of the eastern Marmara Basin, *GeoMarine Letters*, 9: 27-36.

GUIDOBONI, E., COMASTRI, A., TRAINA, G., (1994), Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to 10th Century, Istituto Nazionale di Geofisica, Rome.

HECK, N.H., (1947), List of seismic sea waves, Bull. Seism. Soc. Am., 37, 269286.

HUBERT-FERRARI, A., BARKA, A., JACQUES, E., NALBANT, S.S., MEYER, B., ARMIJO R., (2000), Seismic hazard in the Marmara Sea region following the 17 August 1999 İzmit Earthquake, Letters to Nature, 269-273.

KARNİK, V., (1971), Seismicity of the European Area, Vol.2, Reidel Publishing Co., Dordrecht-Netherlands.

KURAN, U., YALÇINER, A.C., (1993), Crack propogations earthquakes and tsunamis in the vicinity of Anatolia, in S.Tinti (Ed)5th International Tsunami Symposium, 1991, Tsunamis in the World, Kluwer Academic Publishers, pp. 159-175.

LE PICHONX., TAYMAZ, T., ŞENGÖR, A.M.C. (1999), Büyük Marmara fayı: Niçin, nerede ve ne olabilir. Cumhuriyet, Bilim Teknik, Deprem Özel Sayısı, 20 Kasım 1999, 661, pp. 811.

MERCIER, J.L., SOREL, D., VERGELY, P., (1989), Extensional tectonic regimes in the Aegean basins during the Cenozoic, Basin Research, 2: 49-71.

MIHAILOVIC, J., (1927), Memoir-Sur les Grands Tremlement de Terre de la Mer de Marmara, Beograd, 215-222.

MİLLİYET Gazetesi, 12 İkincikanun (1935).

OKAY, A.I., DEMİRBAĞ, E., KURT, H., OKAY, N., KUŞÇU, İ. (1999), An active deep marine strike-slip basin along the North Anatolian fault in Turkey, Tectonics, 18: 129148.

ORGUN, Z., (1941), 1509 (Hicri 915) senesinde İstanbul'u baştan başa harap eden zelzele ve şehri tamir için alınan tedbirler, Arkitekt Neşriyatı, İstanbul.

ÖZÇİÇEK, B., (1996-1997), 18 Eylül 1963 Doğu Marmara Depreminin Etüdü, Jeofizik, Cilt 1,6978.

ÖZTİN, F., BAYÜLKE, N., (1991), Historical earthquakes of İstanbul, Kayseri, Elazığ, in Proc. Of the Workshop on Historical Seismicity and Seismotectonics of the Mediterranean Region, 10-12 Oct. 1990, İstanbul, Turkish Atomic Energy Authority, Ankara, pp.150-173.

ÖZTİN, F., (1994), 10 Temmuz 1894 İstanbul Depremi Raporu, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Gn. Md.lüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.

PAPADOPULOS, G.A., CHALKIS, B.J., (1984), Tsunamis observed in Greece and the surrounding area from antiquity to the present times, Marine Geology, 56, 309-317.

PAPAZACHOS, B.C., KOUTITAS, Ch., HATZIDIMITRIOU, P.M., KARACOSTAS, B.G., PAPAIOANNOU, Ch.A., (1986), Tsunami hazard in Greece and the surrounding area, Annales Geophysicae, 4B, 1, 79-90.

PARARAS-CARAYANNIS, G., (1992), The Tsunami Generated from the Eruption of the Volcano of Santorin in the Bronze Age, Natural Hazards, 5: 115-123.

PARSONS, T., TODO, S., STEIN, R., BARKA, A., DIETERICH., (2000), Heightened odds of large earthquakes near İstanbul; An interaction-based probability calculation, Science, 288: 661-665.

SHEBALIN, N.V., KARNIK, V., HADZIEVSKI, D., (1974), Catalogue of Earthquakes, Unesco, Skopje, Yugoslavia

SOYSAL, H., SIPAHIOĞLU, S., KOLÇAK, D., ALTINOK, Y., (1981), Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (MÖ 2100-MS 1900) Tubitak, TBAG proje No.341, İstanbul

SOYSAL, H., (1985), Tsunami (deniz taşması) ve Türkiye kıyılarını etkileyen tsunamiler, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni, 2: 59-67.

STEIN, R.S., BARKA, A.A., DIETERICH, J.H., (1996), Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 earthquake stress triggering, Geophysical J. Int., 128: 594604.

STRAUB, C., KAHLE, H.G., (1997), Recent crustal deformation and strain accumulation in the Marmara Sea region, NW Anatolia, inferred from repeated GPS measurements. In: Schindler, C., Pfister, M. (Eds.), Active Tectonics of Northwestern Anatolia-The Marmara Poly-Project. VdF Hochschulverlag AG der ETH, Zürich, pp. 417-447.

ŞENGÖR, A.M.C., DEMİRBAĞ, E., TÜYSÜZ, O., KURT, H., GÖRÜR, N., KUŞCU, İ., (1999), İzmit Körfezinin deniz altında kalan resminin jeolojik yapısı, Cumhuriyet Bilim Teknik, 14 Aralık 1999, pp.17-18.

YALÇINER, A.C., SYNOLAKIS, C., BORRERO, J., ALTINOK, Y., WATTS, P., IMAMURA, F., KURAN, U., ERSOY, Ş., KANOĞLU, U., TINTI, S., (1999), Tsunami generation in İzmit Bay by 1999 İzmit Earthquake, Proc. of the International Conference on Kocaeli Earthquake, ITÜ, Dec. 25, 1999 İstanbul, pp. 217-221.

YALÇINER, A.C., ALTINOK, Y., SYNOLAKIS, C., (2000), Tsunami waves in İzmit Bay after the Kocaeli Earthquake, Earthquake Engineering Research Institute, Special Issue of Earthquake Spectra ,Vol.2, Chap. 13 (baskıda)

ABSTRACT

The disaster that has been experienced by the August 17th Kocaeli Earthquake has once more put forth the seismic activity in the Marmara Sea. Its strike-slip ground movement with small amount of vertical component generated a tsunami in a closed body of the Izmit Bay. Together with other events the probable occurrence of a tsunami as a result of an earthquake in the Marmara Sea is another subject which is still hot. When evaluating the tsunami potential of Marmara Sea, historical data reveal that throughout the last 2000 years more than 30 tsunamis have occurred in this sea. And again they have clustered in İzmit Bay, İstanbul shores, Gemlik Bay, Kapıdağ Peninsula and Gelibolu shores. The tsunami created by the 17 August 1999 Kocaeli Earthquake is the last example of such Marmara tsunamis. Taking into consideration this last well-known tsunami, the study of historical Marmara tsunamis separately and in detail, should contribute considerably to the subject.