

TÜRKİYE KIYILARI VE YAKIN ÇEVRESİNİ ETKİLEYEN TSUNAMİLER

TSUNAMİS AFFECTING TURKISH COASTS AND NEAR SURROUNDINGS

Yıldız ALTINOK*, Şükrü ERSOY**

İ. Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 34850, Avcılar - İstanbul
İ. Ü. Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850, Avcılar - İstanbul

*Likyahlılar her nedense denizlerin tanrısı
Poseidon'u kızdırmışlar...Kızan Poseidon
Likyahlıları cezalandırmak için, kükreyip çıkmış
denizlerin dibindeki sarayından, üfledikçe
fırtınalar kopuyor, dalgalar tepeleri aşıyor,
ovanın içine dek gidiyormuş.*

Likya Efsaneleri (Barışcan, 1996)

ÖZ: Tarih boyunca depremler nedeniyle oluşan tsunamiler kıyı ülkesi insanlarına büyük kayıplar vermiştir. Bir deprem ülkesi olan Türkiye 8000 km'yi aşan kıyı şeridi ile tsunamilere de açık bir ülkedir. Tarihsel bilgiler, Türkiye ve yakın çevresinde 3000 yılın üzerindeki süreçte 80'nin üzerinde tsunaminin olduğunu göstermektedir. Bu bilgiler, tsunamilerin öncelikle Marmara Denizi; İstanbul ve İzmit Körfezinde, İzmir Körfezi ve çevresinde, Fethiye Körfezi ve çevresinde ve İskenderun Körfezinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır. Çalışmaya konu olan Türkiye ve yakın çevresinde olmuş tsunamilerden özellikle Marmara Denizinde etkili olmuş 10.9.1509 ve 10.7.1894 İstanbul Depremlerinin tsunamileri ve yakın geçmişte 26.12.1939 Erzincan Depreminin Fatsa'da oluşan, 3.9.1968 Bartın Depreminin Amasra'da oluşan tsunamiler dikkat çekicidir. Türkiye ve yakın çevresinde ortalama 41 yılda bir tsunami olayı yaşanmıştır. Tsunamilerden korunmak için, özellikle tsunamiye açık liman ve körfezlerde gerekli önlemlerin alınması uygun olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Tsunami, Türkiye kıyıları.

ABSTRACT: A long the decades tsunamis arising from earthquakes have caused great losses to humanity. Turkey, a country of frequent earthquakes and with its coasts longer than 8000 km is also expose tsunamis. Upon studying the historical documents, within a period of over 3000 years it has been observed that about 80 tsunamis have been affective on Turkish coasts and its near surroundings. These data reveal that tsunamis have primarily occurred in Marmara Sea; İstanbul and İzmit Bay, İzmir Bay and its surroundings, Fethiye Bay and its surroundings, and also İskenderun Bay. Among tsunamis that have occurred in Turkey and its near surrounding which is subject of study, particularly those following the 10.9.1509 and 10.7.1894 İstanbul Earthquakes which have been effective in Marmara Sea, and tsunamis that occurred in Fatsa and Amasra following the 26.12.1939 Erzincan and 3.9.1968 Bartın Earthquakes consecutively are worth attention. To avoid hazards of probable future tsunamis which reveal mean recurrence period of 41 years in Turkey and its near surroundings, necessary precaution should be taken at harbours and bays open to tsunamis.

Key Words: Tsunamis, Turkish Coasts.

GİRİŞ

1835'te Beagle Güney Şili kıyılarında Valvidya Limanına demirlenmişti. Darwin her zaman yaptığı gibi yeni türler hakkında araştırma yapıyordu. O anda ani-den çıkan rüzgar ağaçları sallarken toprak sallanmaya başladı. Garip bir bükülme hareketiyle toprakta önce

yarıklar olmuş sonra kapanmıştı. Depremin merkezi kuzeydeydi. Olanların dehşetini Talcahuano Limanına vardıklarında anladılar. Kıyıda insanlar gelmesi beklenen büyük dalgadan korunmak için yüksek yerlere kaçmış, ilk sarsıntıdan yarım saat sonra beklenen dalga gelmişti. Koca bir su duvarı - yürüyen bir dağ - büyük

bir gürültüyle sahile vurmuydu. dalga herşeyi önüne kapıp götürmüştü. Geri çekilirken bütün bunları alıp denize sürüklemiş ve bu sırada limandaki gemiler tekrar tabana vurmuydu. Sonra daha büyük ikinci bir dalga gelip çekilmiş onu daha büyük üçüncü dalga izlemişti. Dalga gelmeden denize açılabilen gemiler kurtulmuştu. Açıklarda ise deniz simsiyah ve sanki kaynıyormuş gibi gözüküyordu. İki yerde denizin yüzünden havaya duman sütunları fırlıyor, insana cehennemi anımsatan berbat bir sülfür kokusu etrafa yayılıyordu. Çok sayıda balık ta zehirlenmişti. Daha sonra bir girdap oluşmuş sanki denizin dibi yarılmış ve deniz, aşağıdaki büyük bir boşluğa akıyor gibi olmuştu. İzleyen günlerde saatte bir kaç gel git olayı meydana gelmişti (Darwin ve Beagle Serüveni, Moorehead, 1996).

Yukarıda Charles Darwin'in gözlemlediği tsunami felaketi çağlar boyu kıyı insanlarına kayıplar verdirmiş ve efsanelerine konu olmuştur. Tsunami ile ilgili ilk bilgiler M.Ö. 6. yüzyıldan önce Anoxagoras, Democritos, Aristotle, Strabo ve Pliny ile başlar. M.Ö. 5. yüzyılda Thucydides tsunamilere depremlerin neden olduğu görüşünü ileri sürmüştür. Orta çağda İbni Sina ve Omar Al Alam'da bu görüşün üzerinde durmuşlardır. Aynı görüş Darwin ve diğer araştırmacılar tarafından paylaşılmıştır. Tsunami konusunda araştırmaların büyük çoğunluğunu Japon araştırmacılar gerçekleştirmiştir.

Doğu Akdeniz'de tsunami ile ilgili ilk yazılı dokümanları, Suriye'de M.Ö. 2000 yılına ait Ugarit'te ve M.Ö. 1370 yılına ait Ras Shamra'da bulunan tabletlerdir (Ambraseys, 1962).

Tsunamilerin coğrafik dağılımlarında % 80 ile ilk sırayı Pasifik Kıyıları almakta, bunu daha sonra Atlantik, Akdeniz kıyıları izlemektedir. Bazı iç denizlerde de gözlenen tsunamiler vardır. Tarihsel bilgiler kıyı ülkelerinde oluşan tsunamilerin felaketler yarattığını göstermektedir. M.Ö. 1480'de Doğu Akdeniz'de Minoan Uygarlığı Thera Volkanının oluşturduğu tsunami ile yok olmuştur (Soysal, 1985). 15 Haziran 1896'da Japonya'da "Meiji Büyük Sanriku" Tsunamisi 21000 kişinin ölümüne neden olmuş tsunami sözcüğünün tüm ülkelerde yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Çok yakın geçmişte yaşanan, 3 Haziran 1994 Doğu Jawa Tsunamisi; kıyından 200 km ötede oluşan deprem nedeniyle 13,2 m'ye ulaşan deniz dalgaları oluşturmuş ve 200 kişinin ölümüne 400'ün üzerinde kişinin yaralanmasına ve 1000'in üzerinde evin yıkılmasına neden olmuştur (Yalçıner, 1994).

TSUNAMI VE TSUNAMI ÖZELLİKLERİ

Tsunami Japon dilinde liman dalgası demektir. "Gel-git dalgası (tidal wave)", "sismik deniz dalgası (seismic - sea wave)" gibi tanımlamalar kullanılmakla birlikte "gelgitlerin sebep olduğu dalgalar olmadığı gibi yalnız depremler nedeniyle de oluşmamaktadır. Oluşum

nedenleri; deniz tabanındaki depremler, volkan patlaması, zemin kayması ve nükleer patlatma gibi olaylardır.

TSUNAMI ÖZELLİKLERİ :

- Tsunami oluşturan depremler (tsunamigenic earthquakes) sığ odaklıdır (h<100 km).

- Genellikle deprem büyüklükleri M>6.0 olan deniz altındaki faylanmalarla ilişkili depremler tsunami oluşturabilmektedir.

- Genellikle eğim atımlı faylanmalarla oluşan depremlerde görülür. Bununla birlikte doğrultu atımlı faylanmalarla oluşan depremlerin de tsunami oluşturabildikleri gözlenmiştir.

- Tsunami yaratan depremleri artçı şoklar izler. Depremin neden olduğu deformasyon alanı artçı şok alanına denktir.

- Tsunami yaratan bir depremde; deniz dibinde oluşan deformasyon, depremin büyüklüğü, odak derinliği ve depremin odak mekanizması ile yakından ilgilidir. Tablo 1'de depremlerle ilgili tsunami oluşumu şeması gösterilmektedir.

- Deniz dibi deformasyonu sonucu açığa çıkan enerji su partiküllerinin sürüklenmesi sonucu dalga hareketiyle iletilir. Tsunami dalgası, matematiksel model kurularak incelenebilir. Bu modellerde şunlar dikkate alınmalıdır.

Tsunami dalgası, gravite etkisiyle ilerleyen bir su dalgasıdır. Genlik ve faz dispersiyonu ile ilgili olarak uzun gravite dalgası çözümünde 3 yol vardır.

Doğrusal eşitlikler

Sonlu - genlik eşitlikleri

Boussinesq veya Kortweg-de Vries (KdV) eşitlikleri

Bu eşitliklerin uygunluğu 3 parametreye bağlıdır. Bunlar, su derinliği D, dalga boyu ve dalga genliği A'dır. Tsunami çalışmalarında doğrusal ve doğrusal olmayan eşitlikler kullanılır. Ancak kıta platformlarında başka bir deyişle su derinliğinin azaldığı yerlerde Boussinesq tip eşitliklerden yararlanılır.

$$\epsilon \equiv A/D; \quad \mu \equiv D^2/\lambda^2; \quad u \equiv \epsilon/\mu \quad (1)$$

u Ursell parametresidir.

ϵ genlik dispersiyonunun, μ faz dispersiyonunun ölçüsüdür.

$u \ll 1$ ise genlik dispersiyonu gözönüne alınmaz, doğrusal uzun dalga teorisi geçerlidir.

$u \equiv 1$ ise genlik ve faz dispersiyonu önemlidir. Boussinesq ve KdV eşitlikleri kullanılır.

$u \gg 1$ ise genlik dispersiyonu hakimdir. Sonlu genlik, doğrusal olmayan, uzun dalga teorisi uygundur (Murty, 1977).

- Tsunami tek bir dalga olarak oluşur, gravite kuvvetinin etkisinde kalarak ilerler. Tsunami dalgasının dalga boyu ve süresi çok değişik uzunluk ve sürelerde olabilir. Periyotları 5 - 60 dakika (Wiegel, 1976), dalga boyları 300 - 400 km ve yayılım hızları 250 - 300 m/sn'dir (Soysal, 1979).

- Açık denizde, tsunami oluştuğunda uzun dalga özelliğinden aynı hızla yol alır. Kıyıya yaklaştığında su derinliği azalacağından dalga hızı da azalarak, dalgaların kırılmasına yol açar. Üst üste binen dalgalar bir su duvarı oluşturarak tsunamiyi yaratacaktır. Tsunaminin ilk gelen dalgasının genliği fazla büyük değildir, ondan sonra gelen bir kaç dalga ile genlik büyür (Barber, 1969). İlk tsunami dalgasını izleyen ikincil dalgalar "tsunami coda" olarak adlandırılır. Şekil 1'de 4-5 Kasım 1952'de Midway Adasında tide-gage ile kaydedilen tsunami görülmektedir.

- Tsunami yaratan depremlerin, Imamura (1949) h_{max} maksimum dalga yüksekliği olmak üzere

$$m = \log h_{max} \quad (2)$$

olarak tanımladığı tsunami magnitudü için Iida (1956) bir tsunami skalası oluşturmuştur. Iida (1963) tsunami magnitudünü episantrdaki su derinliği ile

$$m = 1,66 \log D - 1,62 \quad (3)$$

olarak ilişkilendirilmiş ve Adams (1974) logaritmik doğrusal bir skala oluşturmuştur. Deprem magnitudü ile tsunami magnitudü arasında çeşitli doğrusal ilişkiler elde edilmiştir.

- Tsunami yaratan depremlerin diğer bir parametresi şiddetleridir. Soloviev (1970) maksimum dalga yüksekliği yerine ortalama dalga yüksekliği kullanarak tsunami şiddetini ortaya koymuştur.

$$i = \log_2(2h)^{1/2} \quad (4)$$

- Tsunami enerjisi ile tsunami magnitudü arasındaki ilişkiyi Takahasi (1951)

$$E_t = E_0 \times 10^{0,6m} \quad (5)$$

$$(E_0 = 2.5 \times 10^{21} \text{ ergs})$$

olarak vermiştir. E_t tsunami enerjisi; g gravite, q su yoğunluğu, r gözlem yeri ile tsunami kaynağı arası uzaklık, D su derinliği, h ortalama tsunami dalga yüksekliği, τ tsunami süresi olmak üzere

$$E_t = \pi r \cdot g \cdot r (gD)^{1/2} (\bar{h})^2 \tau \quad (6)$$

elde edilir. Sismik dalga enerjisi ile tsunami enerjisi arasında

$$E_s/E_t = 10 \quad (7)$$

olmak üzere ilişki vardır (Murty, 1977).

TÜRKİYE KIYILARINI ETKİLEYEN TSUNAMİLER

Tsunamilerin coğrafik dağılımlarının % 10'unu oluşturan Akdeniz tsunamilerinin büyük çoğunluğu Ege Denizi ve çevresinde olanlardır (Altınok ve Ersoy 1995). Bu dağılımın büyük bir kısmının Türkiye kıyıla-

rına isabet ettiği izlenmiştir. Bir deprem ülkesi olan Türkiye'de adalar ve boğazları da kapsayan 8333 km'lik kıyı şeridi vardır. Tarihsel bilgiler incelendiğinde Türkiye ve civarında tsunami yaratan depremlerin olduğu, can ve mal kayıplarına neden olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada ortaya konan tsunamiler tektonik kökenli depremlerin oluşturduğu tsunamilerdir (Ek). M.Ö. 1410 - M.S. 1968 yılları arasında yer alan Türkiye ve Kıbrıs'ta oluşan tsunamilerin etkili oldukları yerler Şekil 2'de görülmektedir. Tsunamilerin en yoğun olduğu yerler Marmara Denizi ve özellikle İzmit Körfezi, İstanbul ve çevresidir. Ayrıca, İzmir Körfezi ve çevresi, Fethiye Körfezi çevresi, kısmen Antalya ve İskenderun Körfezleri tsunamilerin oluştuğu yerlerdir.

Tsunamilerin Ek'de ve Şekil 3'de verilen kronolojik dağılımlarında 6. yüzyıldaki tsunami yoğunluğu dikkat çekicidir. Bunların büyük bir kısmı Marmara kıyılarında olmuş tsunamilerdir. Ayrıca 19. yüzyılın ikinci yarısında önemli sayıda tsunaminin olduğu görülmektedir (şekil-2). Bunların büyük bir kısmı Ege kıyılarımızda olmuş tsunamilerdir.

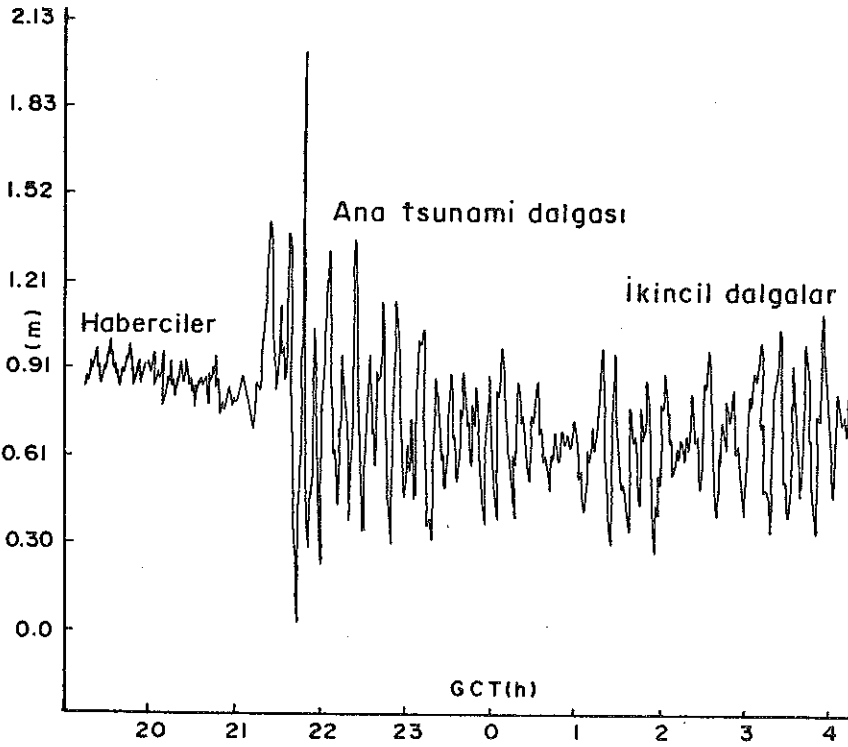
Gerek uzaysal gerekse zamansal dağılımlarda Marmara Denizi ve çevresi dikkat çekicidir. Tarihsel bilgilerde İzmit Körfezi ve İstanbul olarak belirtilen tsunamiler çoğunluktadır. Bu bilgiler arasında İstanbul için pek çok kaynağın belirttiği iki önemli tsunami üreten deprem vardır ki, biri 10.9.1509 diğeri 10.7.1894 İstanbul depremleridir.

10.9.1509 İstanbul Depremi:

Son 5 yüzyılda Marmara Denizi'nde olmuş en büyük depremlerden biridir. Bolu'dan Edirne'ye kadar hat-ta Mt. Athos'da hasara neden olmuştur. En fazla hasar İstanbul'da olmuştur. 1000'in üzerinde ev yıkılmış 4000 - 5000 insan hayatını kaybetmiş 10000 civarında kişi yaralanmıştır. Galata Köprüsü parçalanmış şehrin Pera ve İstanbul merkezi arasındaki surları dalgalar aşmış, kıyı-lar deniz basmasına uğramıştır (Ambraseys ve Finkel 1995). Yenikapı surlarını aşan dalgalar Aksaray'ı su baskınına uğratmış, İzmit Tersanesi'de deniz baskını nedeniyle sular altında kalmıştır. Şekil 4'de 10.9.1509 depreminin eşşiddet haritası görülmektedir. Bu depremin oluşturduğu tsunaminin dalga yüksekliğinin 6 m'yi aştığı deprem büyüklüğünün ise 8.0 civarında olduğu ileri sürülmüştür (Bayülke ve Öztin, 1990).

10.7.1894 İstanbul Depremi:

10 Temmuz 1894 günü saat 12.24'de İstanbul ve çevresinde hasar yapan Yanya, Bükreş, Girit, Yunanistan, Konya ve Anadolu'nun büyük kısmında hissedilen bu deprem İstanbul'da 474 kişinin ölümüne 482 kişinin yaralanmasına 1773 yapının hasar görmesine neden olmuştur (Öztin, 1994). Bu depremin Eginitis (1894)'e göre eşşiddet haritası Şekil 5'de gösterilmiştir. Aynı yazara göre sahil boyunca deniz sularının pek çok çalkalandığı bazı yerlerde denizin 50m kadar çekilip geri döndüğü



Şekil 1. 4-5 Kasım 1952 Midway Adasında gel-git ölçme cihazı ile kaydedilmiş tsunami (Zerbe, 1953).

Figure 1. Tsunami record of 4th - 5th October 1952 Midway Island Earthquake obtained from tide-gage (Zerbe, 1953).

görülmüştür. Bazı yerlerde ise deniz önce yükselmiş ve sonra çekilmiştir. Genellikle yükseldiği görülmüştür. Hiçbir yerde sahil sınırının daimi bir şekilde değiştiği görülmemiştir. Depremın büyük bir hissedilme alanı olmasına karşın merkezin çok derin olmadığı sanılmaktadır. Dutton ve Hayden yöntemiyle söz konusu derinliğin 34 km olduğu bulunmuştur. Mihailovic (1927)'ye göre ise; deniz suyu kabarmış 200 m sahile taşmış bir kaç dalgalanmadan sonra normal haline gelmiştir. Prens Adaları civarında, Büyükçekmece'den Kartal'a kadar olan alanda tsunami gözlenmiştir. Önce deniz çekilmiş sonra kuvvetli bir dalga kıyıya vurmuştur. Fakat bu küçük bir tsunamidir. Dalga yüksekliği 6 m'den az ve depremin büyüklüğü 7.0'den küçüktür (Bayülke ve Öztin, 1990).

Yakın geçmişte, Karadeniz'de gözlenen iki tsunami vardır. Bunlardan biri 26.12.1939 Erzincan Depremi sırasında gözlenen Fatsa Tsunamisi diğeri 3.9.1968 Bartın Depremi sırasında oluşan Amasra Tsunamisi'dir.

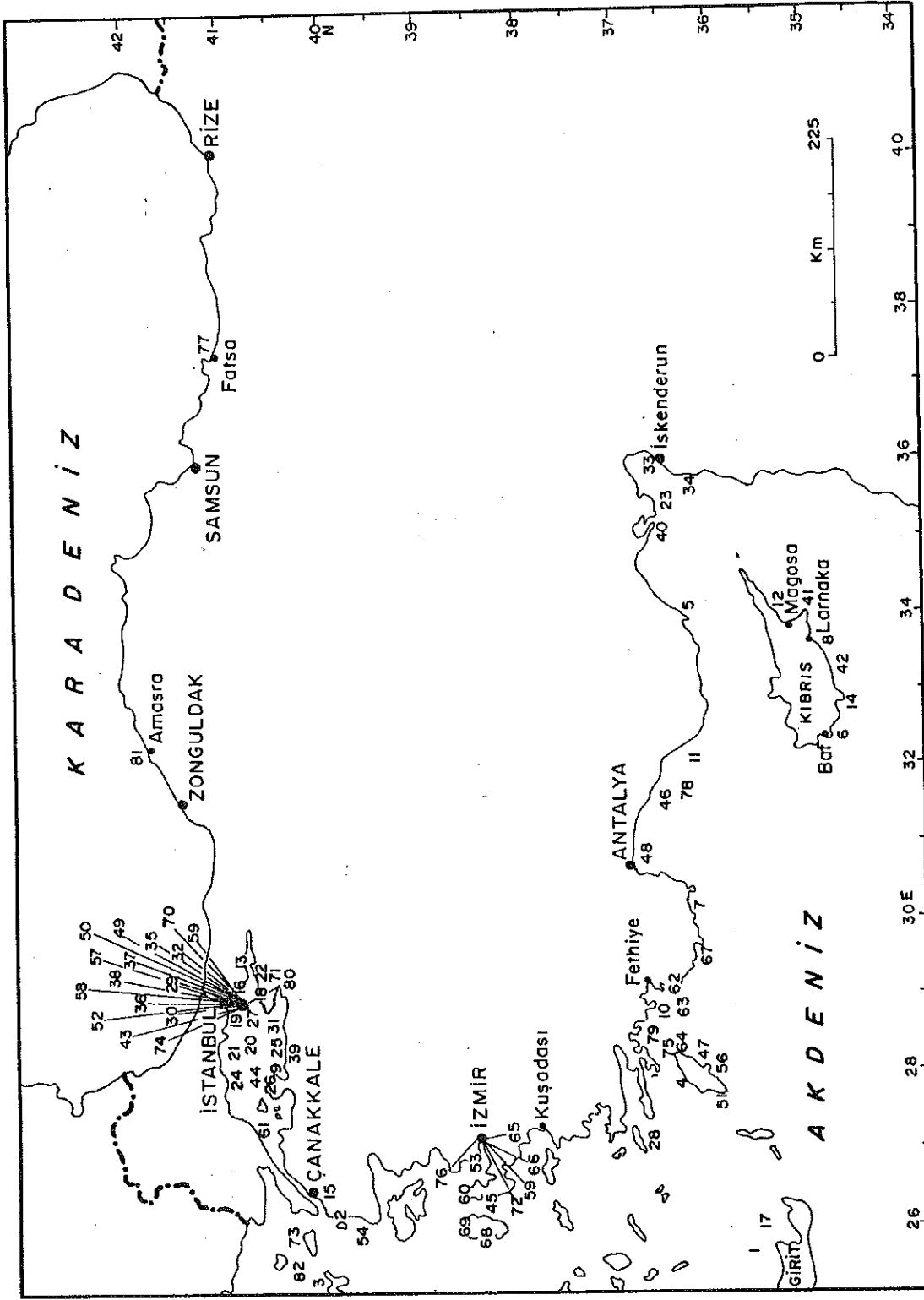
26.12.1939 Erzincan Depremi - Fatsa Tsunamisi:

26/27 Aralık 1939 yerel saatle 02'de $M_s=8.0$ büyüklüğündeki Erzincan Depremi çok yıkıcı depremler arasında anılabilir. Bu depremle 40000'e yakın kişi yaşamı-

nı yitirmiş, 12000'nin üzerinde konut çok ağır hasar görmüştür. Erzincan'dan Amasya'yakadar uzanan 400 km uzunlukta ve 15 - 20 km genişliğindeki bir kuşakta büyük tahribat görülmüş, 350 km uzunluğunda bir fay ortaya çıkmış, fayın üzerinde 4 m'ye yakın sağ yönlü yerdeğiştirme olmuştur. Sismik moment $M_0=58.0 \times 10^{26}$ dyn-cm. olarak saptanmıştır (Jackson ve McKenzie, 1988). Depremın etkileme alanı oldukça geniştir. Şekil 6'da eşşiddet haritası görülmektedir.

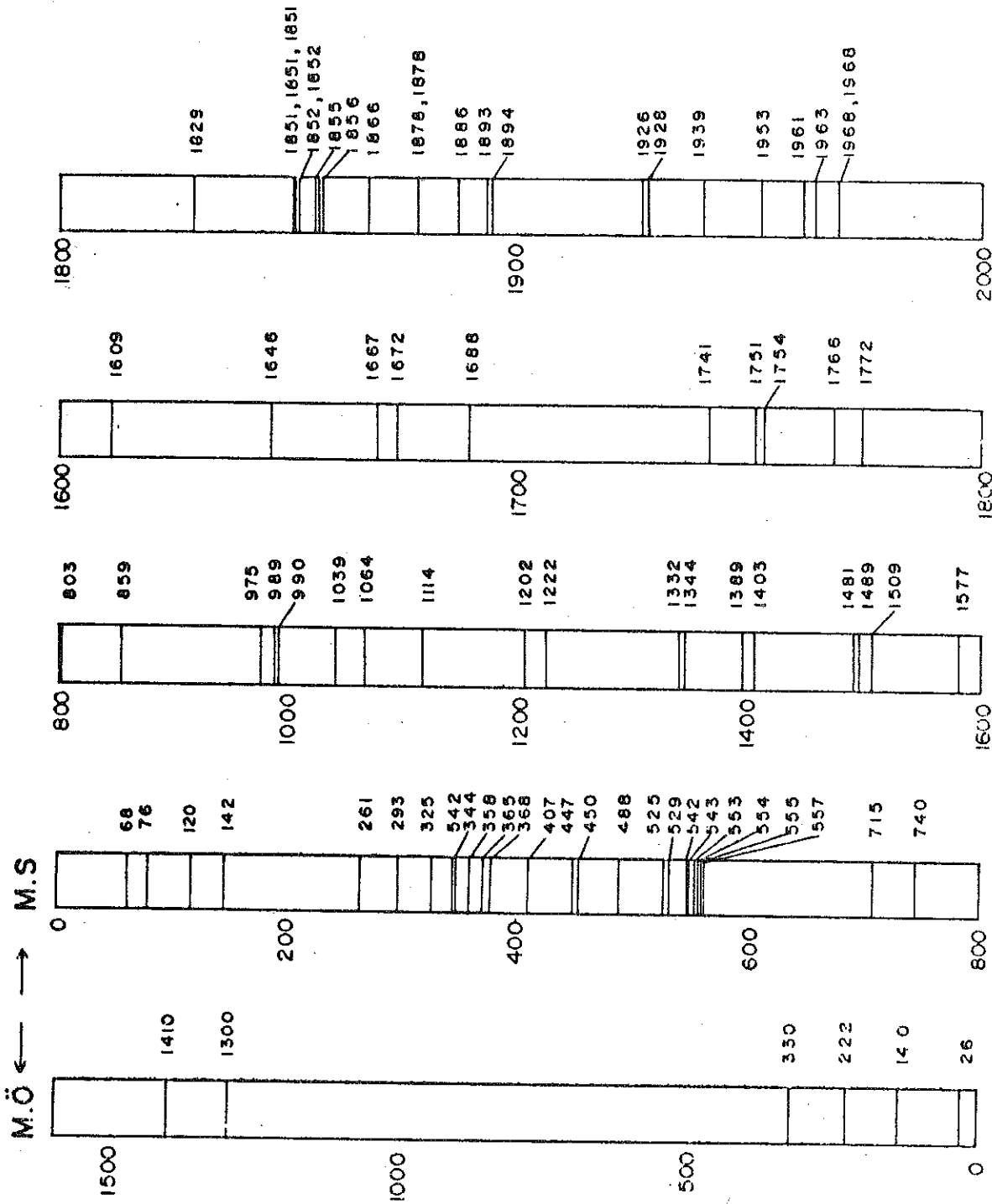
Bu deprem sırasında Fatsa'da gözlenen deniz hareketi ilginçtir. Parejas ve diğ (1942) nin belirttiğine göre; Fatsa Limanında kumsalda bulunan bir kişi (Ali Cap) depremin olduğu sırada içgüdüsel olarak suya girmek istemiştir. Suya girdiğinde deniz 50 m kadar geri çekildiğinden denize ulaşamamıştır. Bir süre sonra deniz geri geldiğinde, kıyı çizgisini 20 m kadar geçmiştir.

Ünye'de deprem esnasında deniz 100 m kadar çekilmiş ve o güne dek görülmemiş batık kayalar ortaya çıkmıştır. Giresun'da da deniz 50 - 60 saniye kadar geri çekilmiştir. Ayrıca Ordu ilinde, deprem sırasında limanda bulunanlar denizin önce hareketsizleştiğini 15 m kadar çekildiğini gözlemlemişlerdir. Balıkçılar gemilerin yüklemeye yerindeki mendirekten ıslanmadan geçebilmişlerdir. Deniz yüzeyi 5 - 10 dakika sonra eski yerine geri dönmüştür (Eyidoğan ve diğ. 1991).



Şekil 2. Türkiye ve yakın çevresinde M. Ö. 1410 - M.S. 1968 yılları arasında oluşmuş tsunamilerin etkili oldukları yerler. Rakamlar tsunamilerin Ek 1'de verilen kronolojik sırasını belirtmektedir.

Figure 2. Tsunamiogenic earthquake locations of Turkey and close surroundings during 1410 BC- 1968 AD. Chronological order was given in Appendix-1.



Şekil 3. Türkiye ve yakın çevresinde M.Ö. 1410 - M.S. 1968 yılları arasında oluşmuş tsunamilerin kronolojik gösterimi.

Figure 3. Chronological order of the tsunamigenic earthquakes of Turkey and close surroundings during 1410 BC-1968 AD. Chronological order was given in Appendix-1.

3.9.1968 Bartın Depremi - Amasra Tsunamisi

3.9.1968 günü yerel saatle 10.20'de Bartın Depremi olmuştur. Deprem $M_s = 6.6$ büyüklüğünde ve sismik momenti $M_0 = 3.9 \times 10^{25}$ dyn.cm'dir (Alptekin ve diğ. 1985). Orta büyüklükte bir deprem olmasına karşın 24 kişi hayatını kaybetmiş, yüzlerce kişi yaralanmış, 2000'in üzerinde ev tamamen, 2500 ev de kısmen yıkılmıştır. İstanbul, Ankara, Bursa ve Samsun'da duyulmuştur. Şekil 7'de Bartın Depremi eşsiddet haritası görülmektedir. P dalgası ilk hareketleri ile P ve SH dalgalarının ters çözüm yöntemi ile bu depremin kaynak mekanizmasının ters faylanma olduğu, odak derinliğinin 4 km olduğu bulunmuştur (Alptekin ve diğ. 1985).

Pınar (1995) bu depremin, kırılma oluşumunu inceleyerek, gerilme düşümleri sırasıyla 3.8 ve 2.5 mPa olan doğrultu - atımlı faylanma gösteren iki şokla oluştuğunu ileri sürmüştür.

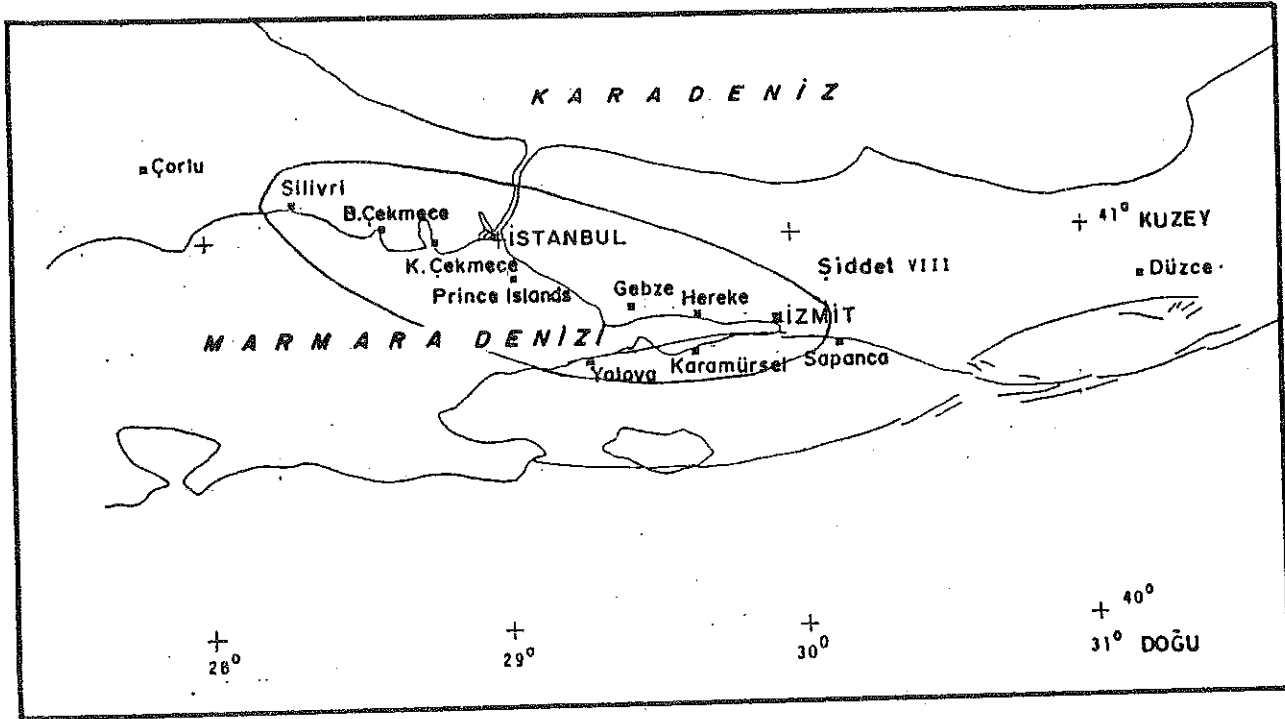
Bu deprem sırasında, Amasra - Çakraz arasındaki dik yamaçlı kıyı bölgesi biraz yükselmiş, yükselme olayı deniz kenarındaki kayalarda su seviyesi üzerine çıkmış midyeler ve deniz yosunlarıyla açık olarak gözlenmiştir. Yükselmenin miktarı ortalama 35 - 40 cm olarak kabul edilebilir (Ketin ve Abdüsselamoğlu, 1970). Wedding (1968)'de ise; 3.9.1968 günü saat 10.34'de Amasra Büyük Liman'dan, yani doğudan gelen küçük bir taşma dalgası, 100 m kadar karaya sokulmuş, 14 dakika sonra gelen ikinci dalga 50 - 60 m daha içeriye girmiştir. Bu

dalga kıyıda bir çok malzemeyi sürüklediği gibi bir çok kayığı da karaya oturtmuştur. Suyun sessiz ve durmak bilmeyen ilerlemesi korkutucu olmuştur. Dalganın gelişi, büyük olasılıkla Çakraz çevresindeki sahanın yükselmiş olmasındandır.

Tarihsel bilgiler; Türkiye ve yakın çevresinde tsunami üreten depremler olduğunu göstermektedir. Bu tsunamilerin etkin olacağı kapalı deniz, V ve U tipi koyların da varlığı bilinmektedir.

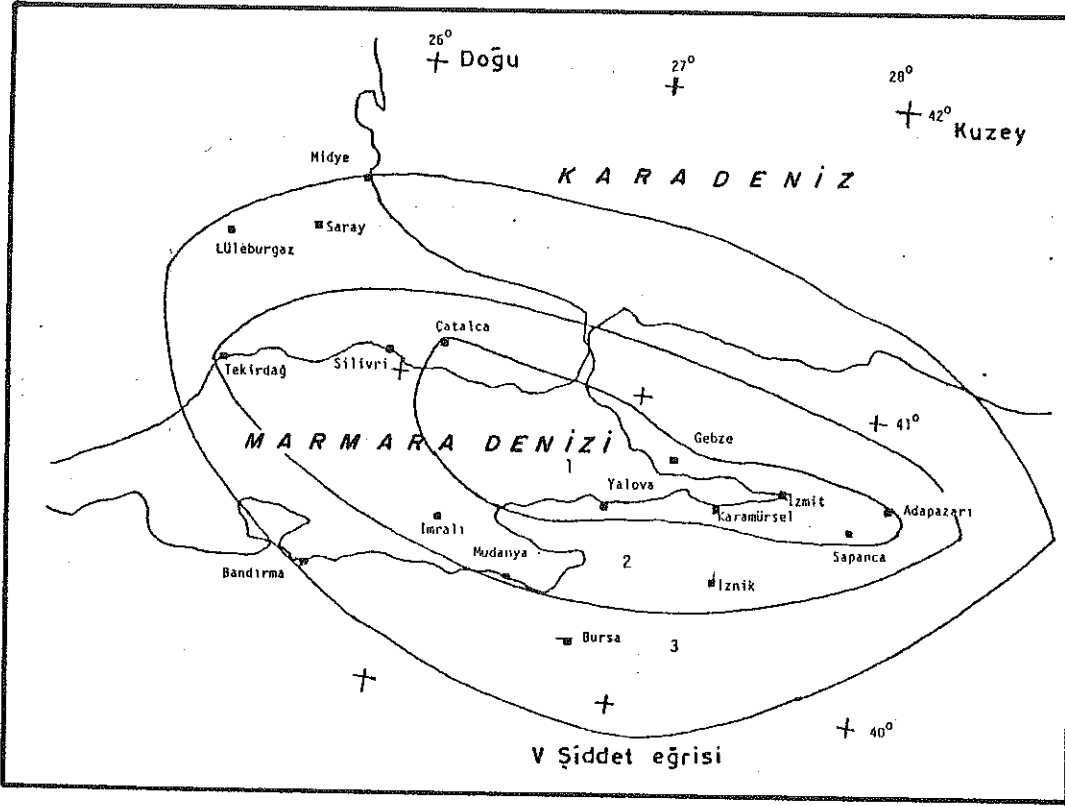
Tsunami hareketinin incelenmesine yönelik yapılan model çalışmalarda, belirli grid aralıklarında su derinliği değerleri ve deprem parametreleri başlangıç koşulları olarak kullanılarak zamana bağlı su düzeyi değişimleri hesaplanır. Çeşitli sınır koşullarında sayısal çözümlere giderek tsunaminin kıyılara ne zaman ve ne biçimde ulaşacağı bilgileri üretilir. Doğu Akdeniz için sayısal modelleme tekniği ile yapılan bir çalışmada Girit - Rodos arası bir tsunami kaynağı olarak alındığında İskenderun Körfezinde oluşacak dalganın frekans analizi yapılmıştır (Özsoy ve diğ. 1982).

Ege denizinde yapılan model çalışmada "1956 Güney Ege Tsunamisi" ve "Olası Andicithira Tsunamisi" kullanılmıştır. Birincisine göre KB-GD doğrultuda ilerleyen dalganın Anadolu kıyılarında önemli etki yaratmayacağı, ikincisinde Ege Adaları dalga kıran görevi yaparak Anadolu'yu koruyacağı ileri sürülmüştür. Ayrıca, Ege Denizinde oluşacak tsunami en çok 3 saatte kıyılara



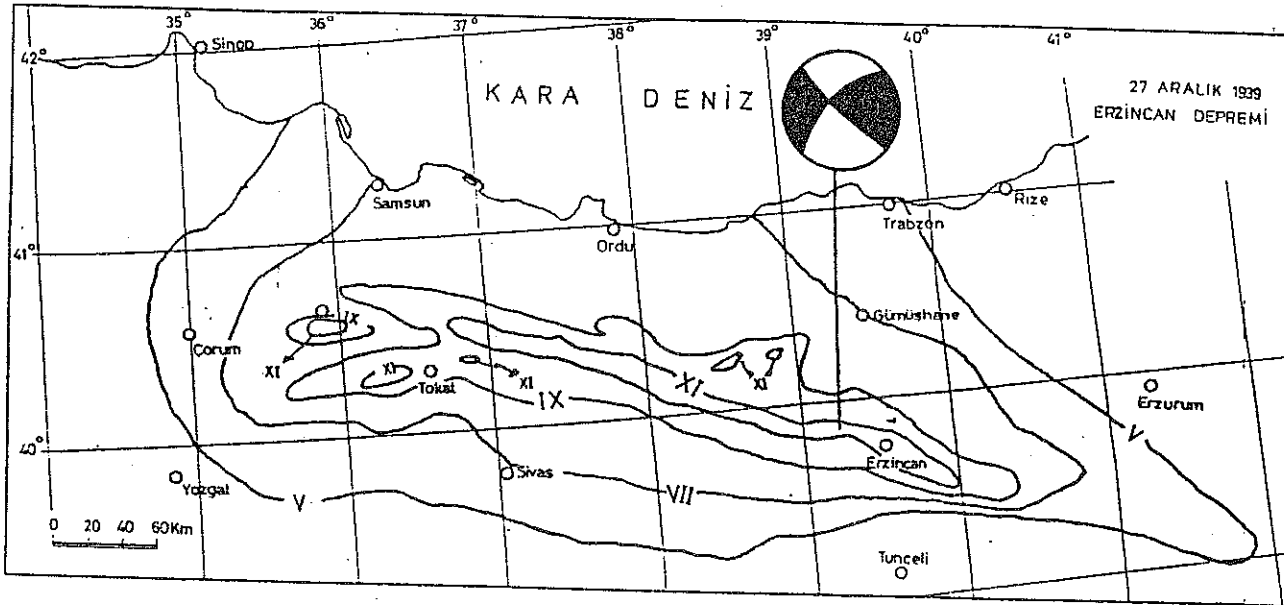
Şekil 4. 10.9.1509 İstanbul Depremi eşsiddet haritası (Bayülke ve Öztin, 1990).

Figure 4. Isoseismal map of Istanbul Earthquake, 10.9.1509 (Bayülke & Öztin 1990).



Şekil 5. 10.7.1894 İstanbul Depremi eşşiddet haritası (Eginitis, 1894). Harita hasar seviyesine göre 3 zona ayrılmıştır.

Figure 5. Isoseismal map of İstanbul Earthquake, 10.7.1894 (Eginitis, 1894). Based on damages, the map are divided into the three zones.



Şekil 6. 26.12.1939 Erzincan Depremi eşşiddet haritası (Pamir ve Ketin, 1941) ve depremin odak mekanizması (McKenzie, 1972). Odak mekanizması çözümü depremin doğrultu atımlı faylanma ile oluştuğunu göstermektedir.

Figure 6. Isoseismal map of Erzincan Earthquake, 26.12.1939 (Pamir & Ketin, 1941) and focal mechanism (McKenzie, 1972). Focal mechanism solution indicates strike-slip faulting.

ulaşacak V ve U şeklinde körfezlerde yansımalarla tüm gün boyunca dalgalanmalar devam edecektir (Yalçiner ve diğ. 1995). Marmara Denizinde 1894 Tsunamisine benzetilerek yapılan çalışmada, tsunaminin depremden 20 dakika sonra İstanbul'a ulaşacağı ortaya konmuştur. İzmir Körfezindeki bir tsunaminin 60 dakika içinde körfezin en uç noktasına ulaşacağı, İzmit Körfezine giren bir tsunaminin ise körfezdeki kıyılara 20 dakika sonra ulaşacağı saptanmıştır (Yalçiner, 1994). Karadeniz'de kinematik amaçlı modelleme çalışmalarında en kısa mesafede (Bulgaristan için) tsunaminin ulaşma süresi 5 - 7 dakika en uzak mesafede 2 - 2,5 saat kadardır (Ranguelov, 1996).

SONUÇLAR

Bu çalışmada kıyı ülkesi olan Türkiye ve yakın çevresinde 3000 yılı aşkın süreçte 80'in üzerinde tsunaminin olduğu belirlenmiştir. Oluşan tsunamilerin daha çok Marmara Denizi; İstanbul ve İzmit Körfezi, İzmir Körfezi ve çevresinde, Fethiye Körfezi ve çevresinde, İskenderun Körfezinde yoğunlaştığı görülmüştür. Yakın geçmişte Karadeniz'de 26.12.1939 Erzincan Depremi'nin oluşturduğu Fatsa Tsunamisi ve 3.9.1968 Bartın

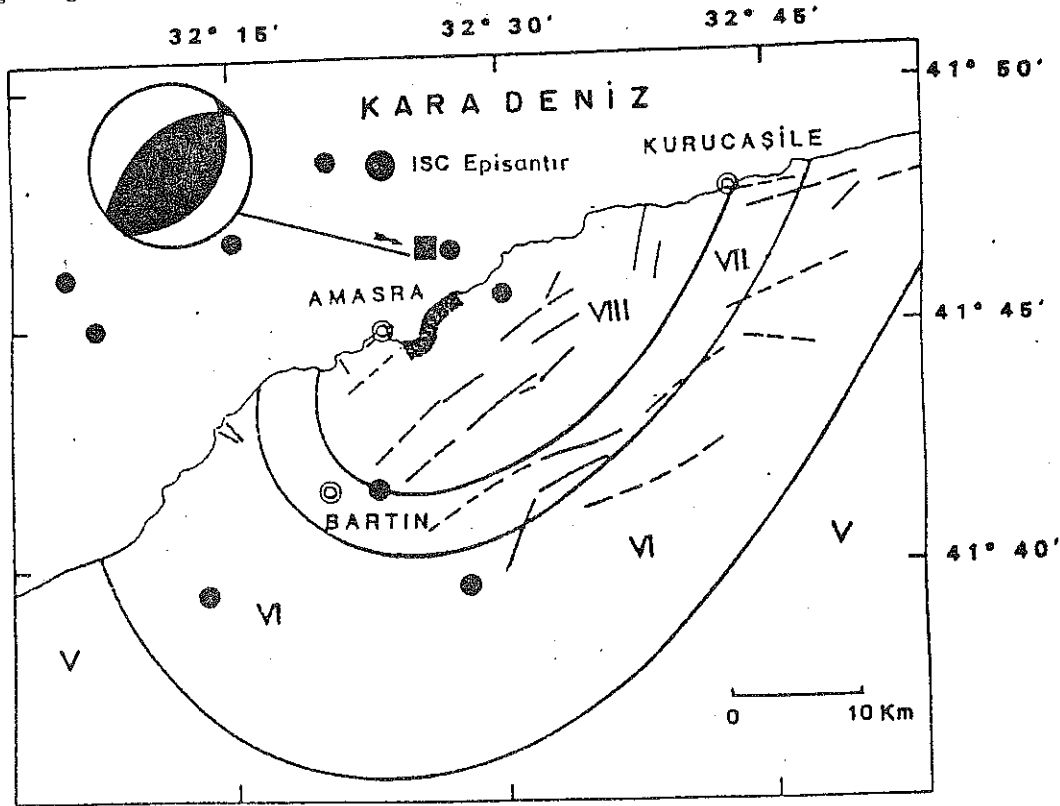
Depremi'nin oluşturduğu Amasra Tsunamisi dikkat çekicidir. Türkiye ve yakın çevresi için 41 yıllık ortalama yinelenme periyodu gösteren tsunamilerden korunmak için gerekli önlemleri almak yerinde olacaktır.

Bu önlemlerin en başında erken uyarı sistemi gelir. Deprem olduktan sonra en kısa sürede depremin yeri, büyüklüğü ve derinliği saptanarak kıyı yerleşim bölgelerindeki idari birimlere bilgi ulaştırılmalıdır. Öncelikle de tsunamiye uygun koy ve limanlarda dalga kıranlarla zararları aza indirmek yoluna gidilmelidir.

SUMMARY

First historical record about tsunamis was located on the tablets found in Syria (Ugarit) belonging to 2000 B.C.. On the other hand, Anaxagoras, Democritus, Aristotle, Strabo, Pliny and Thucydides in 6th-5th century BC; İbni Sina and Omar Al Alam in the Middle age; Darwin in 1835 pointed out some tsunamigenic events.

The meaning of tsunami in Japanese is harbour wave. Tidal wave, seismic sea wave are known as other names of tsunami. But, the term of tidal wave could not define correctly its origin. Submarine earthquakes and



Şekil 7. 3.9.1968 Bartın Depremi eşsiddet haritası ve odak mekanizması (Alptekin ve diğ. 1985). Odak mekanizması çözümü depremin baskın olarak ters faylanma ile olduğunu göstermektedir.

Figure 7. Isoseismal map of Bartın Earthquake, 3.9.1968 and its focal mechanism solution (Alptekin et. al., 1985). Focal mechanism solution indicates active thrust faulting.

landslides, volcanic activity and nuclear explosions are mainly reasons of tsunamigenic hazards. Submarine deformational energy spreads from a wave to another as a result of dragging of water particles. Tsunamigenic waves can be investigated by means of a mathematical model. There are three methods namely linear, infinite-amplitude and Boussinesq or Kortweg-de Vries (KdV) equations on solution of long gravity wave as related to amplitude and phase dispersion. These equations can be changeable as depending on water depth, amplitude and length of wave. Tsunami occurs as a single wave and progresses ahead with gravity. Period, length and velocity of the wave are 5-6 minutes, 300-400 km. and 250-300 m/sn, respectively.

Tsunamigenic earthquakes are especially caused by dip-slip faults in shallow depth ($h < 100$ km $M > 6.0$) and $M(6.0)$. Submarine deformation of tsunamigenic earthquake depends on magnitude, depth of hypocenter and focal mechanism of earthquake.

Turkey, a country of frequent earthquakes and with its coasts longer than 8000 km is also expose tsunamis. Upon studying the historical documents, within a period of over 3000 years it has been observed that about 80 tsunamis have been affective on Turkish coasts and its near surroundings. These data reveal that tsunamis have primarily occurred in Marmara Sea; İstanbul and İzmit Bay, İzmir Bay and its surroundings, Fethiye Bay and its surroundings, and also İskenderun Bay. Among tsunamis that have occurred in Turkey and its near surrounding which is subject of study, particularly those following the 10.9.1509 and 10.7.1894 İstanbul Earthquakes which have been effective in Marmara Sea, and tsunamis that occurred in Fatsa and Amasra following the 26.12.1939 Erzincan and 3.9.1968 Bartın Earthquakes consecutively are worth attention. To avoid hazards of probable future tsunamis which reveal mean recurrence period of 41 years in Turkey and its near surroundings, necessary precaution should be taken at harbours and bays open to tsunamis.

Early warning system can be used to avoid from the tsunamis. Epicenters, magnitude and focal depth of the occurred earthquake must be inform to the local authorities which are situated around the coastal area.

DEĞİNİLEN BELGELER

- 1) Adams, W.M., 1974, Tsunami anomalies and precursory phenomena having potential value as predictors. Proc. 5th World Conf. Earthquake Eng. 11: 2754 - 2762.
- 2) Alptekin, Ö., Nabalek, J.L ve Toksöz, M.N., 1985, 3 Eylül 1968 Bartın Depreminin Kaynak Mekanizması ve Karadeniz'in Aktif Tektoniği Hakkında Düşünceler, Deprem Araştırma Bülteni, Sayı 50, 5 - 28, Ankara.
- 3) Altinok, Y ve Ersoy, Ş., 1997, Tsunamis in the Aegean Sea and near surroundings, International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Regions, IES-CA -1995, Ed. Ö. Pişkin., M. Ergün., M. Y. Savaşcin., G. Tarcan, pp. 215-227, İzmir.
- 4) Ambraseys, N.N., 1960, The seismic sea wave of July 9, 1956 in the Greek Archipelago, 5, Geoph. Res., 65, 4, 1257 - 1265.
- 5) Ambraseys, N.N., 1962, Data for the investigation of the seismic sea-waves in the Eastern Mediterranean, Bull. Seism. Soc. Am. 52, 895 - 913.
- 6) Ambraseys, N.N. ve Finkel, C.F., 1995, The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas, A Historical Review, 1500 - 1800, Eren Yayıncılık, İstanbul.
- 7) 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 T. XXIX/2, 740 - 757, Atina.
- 8) Barber, N.F., 1969, Water Waves, Wykehem Publications Ltd., London & Winchester.
- 9) Barışcan, H., 1996, Likya Efsaneleri, İnkılap Kitabevi, İstanbul.
- 10) Bayülke, N ve Öztin, F., 1990, Historical earthquakes of İstanbul, Kayseri, Elazığ, Proceedings of the Workshop on Historical Seismicity and Seismotectonics of the Mediterranean Region, October 1990, İstanbul, Turkish Atomic Energy Authority, 1991, Ankara.
- 11) Eğinitis, D., 1894, 1310 Zelzelesi Hakkında Rapor, Çev: Boğos, İstanbul, 21 Ağustos 1310. Başbakanlık Arşivi Gn. Md.lüğü, Yıldız Esas Evrakı, Kısım 14, Evrak C. Zarf 126. Karton 11. S. 1 - 29 (El yazması).
- 12) Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z ve Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi, İ.T.Ü. Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl., İstanbul.
- 13) Guidoboni, E., Comastri, A. ve Traina, G., 1994, Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10 th Century, Instituto Nazionale di Geofisica, Rome.
- 14) Heck, N.H., 1947, List of seismic sea waves, Bull. Seism. Soc. Am., 37, 269 - 286.

- 15) Iida, K., 1956, Earthquakes accompanied by tsunamis occurring under the sea off the Islands of Japan, J. Earth. Sci., Nogoya Üniv., 4, 1 - 43.
- 16) Iida K., 1963, Magnitude, energy and generation mechanism of tsunamis and a catalogue of earthquakes associated with tsunamis, Ed. D. C. Cox. Proc. Tsunami Meetings Associated 10 th. Pac. Sci. Congr., Honolulu, Hawaii, Union Geod. Geophys. Monogr. 24.
- 17) Iida, K., 1969, The generation of tsunamis and the focal mechanism of earthquakes, Ed. W. M. Adams., Tsunamis in the Pacific Ocean, East-West Center Press, Honolulu, Hawaii.
- 18) Imamura, A., 1949, List of tsunami in Japon Zisin. Ser. 2, 2, 23 - 28.
- 19) Jackson, J ve McKenzie, D. P., 1988. The relationship between plate motion and seismic moment tensors, and the rates of active deformation in the Mediterreanean and Middle East, Geophys. Journal, 93, 45 - 73.
- 20) Karnik, V., 1971, Seismicity of the European Area. Vol. 2, Reidel - Publishing. Co., Dordrecht - Netherlands.
- 21) Ketin, İ ve Abdüsselamoğlu, Ş., 1969, Bartın Depreminin Etkileri, TJK Bülteni, Cilt XII, Sayı 1-2, 66 - 77.
- 22) Kuran, U ve Yalçınmer, A. C., 1993, Crack propogations earthquakes and tsunamis in the vicinity of Anatolia, Fifteenth International Tsunami Symposium, 1991. Ed: S. Tinti, Tsunamis in the World, 159 - 175, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- 23) McKenzie, D., 1972, Active tectonics of the Mediterreanean Region, Geophys. J. R. Ast. Soc., 30, 109 - 185.
- 24) Mihailovic, J., 1927, Memoir - Sur les Grands Tremblement de Terre de la Mer de Marmara, Beograd, p. 215 - 222.
- 25) Moorehead, A., 1996, Darwin ve Beagle Serüveni, Çev: N. Arık, Tubitak Popüler Bilim Yayınları - Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- 26) Moreria, V.S., 1971, Earthquakes and tsunamis in the European Area, H. Soysal arşivi, İstanbul.
- 27) Murty, T.S., 1977, Seismic Sea Waves Tsunamis, D. W. Frieseñ & Sons Ltd. Canada.
- 28) Özsoy, E., Ünlüata, Ü. ve Aral, M., 1982, Coastal amplification of tsunami waves in the Eastern Mediterreanean, 5. Physical Ocenography, 12, 2, 117 - 127.
- 29) Öztin, F., 1994, 10 Temmuz 1894 İstanbul Depremi Raporu, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Md.lüğü, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.
- 30) Pamir, H.N. ve Ketin, İ., 1941, Das Anatolische Erdbeben Ende 1939, Geolog. Rundschau 32, Hft 3, 279 - 287.
- 31) Papazachos, B.C., Koutitas, Ch., Hatzidimitriou, P. M., Karacostas, B.G. ve Papaioannou, Ch. A., 1986, Tsunami hazard in Greece and the surrounding area, Annales Geophysicae, 4B, 1, 79 - 90.
- 32) Parejas, I., Akyol, M. ve Altınlı, E., 1942, Le tremblement de terre d'Erzincan du 27 Decembre 1939 (secteur occidental), İ.Ü. Jeoloji Enstitüsü Neşriyatı. No, 10, 187 - 222 İstanbul.
- 33) Pınar, A., 1995, Rupture Process and Spectra of Some Major Turkish Earthquakes and Their Seismotectonic Implications, Ph. D. Thesis, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- 34) Rangelov, B., 1996, Earthquakes and tsunami hazards in the Black Sea, First Congress of the Balkan Society Sept. 23 - 27. 1996, Athens, Greece.
- 35) Soloviev, S.L., 1970, Recurrence of tsunamis in the Pacific, p. 149 - 163, Ed: W.M. Adams, Tsunamis in the Pacific Ocean, East-West Center Press, Honolulu, Hawaii.
- 36) Soysal, H., 1979, Tsunami (Deniz Taşması) ve Türkiye Kıyılarını Etkilemiş Tsunamiler, Deprem Araştırma Bülteni, Sayı 25, 45 - 46. Ankara.
- 37) Soysal, H., 1985, Tsunami (Deniz Taşması) ve Türkiye Kıyılarını Etkileyen Tsunamiler, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni, Cilt 2, 59 - 67, İstanbul.
- 38) Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D ve Altınok, Y., 1981, Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu (MÖ 2100 - MS 1900), TBAG Proje No.341, İstanbul.
- 39) Takahasi, R., 1951, An estimate of future tsunami damage a long the Pacific Coasts of Japan, Bull. Earthquake. Res. Inst., 29, 71 - 95.
- 40) Wedding, H., 1968, 3 Eylül 1968'de vukua gelen Bartın-Amasra Yersarsıntısı, M.T.A. Dergisi, s. 71, 135 - 141.

- 41) Wiegel, R.L., 1976, Tsunamis, Seismic Risk and Engineering Decisions, 225 - 283, Ed: C. Lomnitz ve E. Rosenblueth, Elsevier Scientific Publishing Company, Netherlands.
- 42) Wyss, M. ve Baer, M., 1981, Earthquake hazard in the Hellenic Arc, reprinted from Earthquake Prediction-An International Review, Maurice Ewing Series 4, American Geophysical Union, 153 - 172.
- 43) Yalçın, A.C., 1994, Denizin kıyıya taşıdığı felaket, tsunami, Tübitak, Bilim ve Teknik, 322, 48 - 58.
- 44) Yalçın, A.C., Kuran, U., Akyarlı, A. ve Imamura, F., 1995, An investigation on the propagation of tsunamis in the Aegean Sea by mathematical modeling, Sixteenth International Tsunami Symposium, 1993, Ed: Y. Tsuchiya ve N. Shuto, Tsunami Progress in Prediction, Disaster Prevention and Warning, 55 - 70, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- 45) Zerbe, W., 1953. The tsunami of November, 4. 1952 as recorded at tidal stations, U.S. Coast. Geol. Surv. Spec. Publ., 300: 62p.

Makalenin geliş tarihi : 26.5.1997

Makalenin yayına kabul edildiği tarih : 16.6.1997

Received May 26, 1997

Accepted June 16, 1997

EK
Türkiye Kıyıları ve Yakın Çevresini Etkileyen Tsunamiler

No	Tarih	Yer	Kaynaklar	Açıklamalar
1	MÖ. 1410	Girit'in KD'su	5, 7, 38	36.50K 25.50D Bafta (Kıbrıs) Venüs Tapınağı tahrip oldu.
2	MÖ. 1300	Çanakkale Yöresi, Truva	4, 5, 7, 37	
3	MÖ. 330	Limni Ad'nun KD'su	5, 7, 38	40.10K 25.25D (38)
4	MÖ. 222	Rodos, Kıbrıs, Korint	4, 5, 7, 38	36.50K-28.00D (38)
5	MÖ. 140	Akka, Tyr-Suriye	38	33.00K-35.00D, Tsunamiden Silifke Yöresi etkilendi. 34.75K-32.40D (38)
6	MÖ. 26	Baf-Kıbrıs	5, 38	
7	MS. 68	Finike, Patara, Likya	13	
8	76-78	Larnaka, Baf	4, 5, 7, 37, 38	
9	120-128	Salamis-Kıbrıs Kapıdağ Y.ad. İznik İzmit	13, 38	40.40K-29.70D, Tsunami bilgisi yok. (38)
10	142	Fethiye Körf., Kos Ad., Simi Ad.	5, 7, 37	
11	261-262	Anadolu'nun güney kıyıları	5, 7, 37, 38	Batı Anadolu (38)
12	293-306	Salamis-Kıbrıs	13, 38	306 (38), 33.50K-35.15D, Tsunami bilgisi yok. (38)
13	325	İzmit Körfezi	37	
14	342	Baf, Magosa-Kıbrıs	5, 7, 37, 38	34.75K-32.40D (38)
15	344	Çanakkale Yöresi, Trakya kıyıları	5, 7, 37	
16	24.8.358	Kocaeli, İznik, İstanbul	37, 38	40.75K-29.90D (38)
17	21.7.365	Girit, Yunanistan Batı Anadolu	14, 4, 5, 7, 38	35.00K-23.00D (38)
18	11.10.368	İznik ve Yöresi	13, 38	40.40K-29.70D, Tsunami bilgisi yok. (38)
19	1.4.407	İstanbul	13	
20	.11.447	Marmara Kıyıları, İstanbul, Erdek Körf. Marmara Adaları Çanakkale Kıyıları	5, 7, 31, 37	40.20K-28.00D
21	.1.450	Marmara Denizi İstanbul	5, 7, 37, 38	26.1.450 (38), 41.00K-29.00D, Tsunami bilgisi yok. (38)
22	26.9.488	İzmit Körf.	37, 38	40.80K-29.00D, Tsunami bilgisi yok. (38)
23	524 (525)	Anadolu'nun güney kıyıları Anazarba- Adana	37, 38	524, 37.20K-35.90D (38)
24	529 kış	Marmara'nın Trakya kıyıları	37	
25	542 kış	Batı Trakya kıyıları Bandırma Körf. Erdek	5, 7, 37	
26	6.9.543	Erdek, Bandırma Edremit Körf.	4, 37, 38	40.35K-27.80D (38) Edremit Körf. (37)
27	15.8.553	İstanbul, İzmit Körf.	37, 38	Deniz 2 mil ilerledi. (37)

28	15.8.554	Güneybatı Anadolu kıyıları, Kos, Mandalya Körf.	4, 5, 7, 31, 37, 38	40.75K-29.10D (38) 37.10K-27.70D (31)
29	15(16).8.555	İstanbul, İzmit Körf.	37	
30	14.12.557	İstanbul, İzmit Körf.	4, 37	14.12.558 (4) Deniz 3 mil ilerledi (37)
31	715	İstanbul, İzmit Körf.	37, 38	40.40K-29.70D (38)
32	26.10.740	Marmara kıyıları	4, 5, 7, 13, 14, 31, 37, 38	40.80K-29.00D (38) 40.70K-29.30D (31)
33	19.12.803	İskenderun Körf.	5, 7, 37	
34	.11.859	Suriye kıyıları Samandağ yakını	5, 7, 38	8.4.859, 36.25K-36.10D (38) Tsunami bilgisi yok (38)
35	26.10.975	İstanbul, Marmara kıyıları	5, 7, 37, 38	26.10.986 (38)
36	989	İstanbul, Marmara kıyıları	37, 38	
37	990	İstanbul, Marmara kıyıları	37	
38	.1.1039	İstanbul, Marmara kıyıları	5, 7, 37	
39	23.9.1064	İstanbul, Bandırma Körf.	37, 38	40.40K-28.90D (38)
40	10.8.1114	Ceyhan, Antakya, Maraş	38	
41	22.5.1202	Kıbrıs, Suriye kıyıları, Mısır	5, 7, 22, 38	20.5.1202 (22, 38)
42	.5.1222	Limasol, Baf-Kıbrıs	4, 5, 7, 37, 38	25.12.1222 (4) 34.75K-32.40D (38) Tsunami bilgisi yok (38)
43	12.02.1332	Marmara kıyıları İstanbul	5, 7, 37, 38	
44	14.10.1344	Marmara Denizi İstanbul	4, 5, 7, 14, 31, 37, 38	40.80K-28.80D (31)
45	20.03.1389	Sakız Ad. Midilli Ad. İzmir	4, 5, 7, 37, 38	Gelibolu Yöresi (38) 38.40K-26.30D (38)
46	16.11.1403	Anadolu'nun güney kıyıları	5, 7, 37	
47	3.5.1481	Rodos, Anadolu'nun güneybatı kıyıları	4, 5, 7, 37, 38	3.10.1481,
48	1489	Anadolu'nun güney kıyıları	5, 7, 37	
49	14.9.1509	İstanbul, Marmara kıyıları	4, 5, 6, 7, 14, 31, 37, 38	10.9.1509 (6) 40.80K-28.10D (31) 40.75K-29.00D (38) İstanbul surlarını aşan dalgalar kentini bir çok yerini Galata'yı sular altında bırakır. Binlerce can kaybı olur.
50	17.7.1577	İstanbul	6	
51	.4.1609	Rodos, Doğu Akdeniz	6	Deniz dalgalarından 10000'e yakın kişinin öldüğü belirtiliyor.
52	5.4.1646	İstanbul	4, 5, 7, 14, 31, 37, 38	Tsunami bilgisi yok (38) 136 gemi harap olur (37)
53	30.11.1667	İzmir Körf.	5, 7, 37, 38	38.40K-27.20D (38)
54	14.2.1672	Bozcaada, Kos	6, 38	.02.1672, 40.00K-26.00D (38)
55	10.7.1688	İzmir	5, 6, 7, 31, 38	38.40K-27.20D (38)

56	31.1.1741	Rodos	6	38.40K-26.90D (31) Deniz önce çekildi ve sonra kıyı 12 kez deniz basmasına uğradı.
57	15.8.1751	İstanbul	6	Tsunami bilgisi yok (38)
58	2.9.1754	İzmit, İstanbul	6, 38	Tsunami, İstanbul Boğ. ve Denizi. Mudanya Körf. etkili olmuştur
59	22.5.1766	İstanbul, Marmara Denizi	5, 6, 7, 37, 38	
60	24.11.1772	Sakız Ad. Foça	6	
61	23.5.1829	İstanbul, Gelibolu	5, 7, 37, 38	36.50K-29.10D (38)
62	28.2.1851	Fethiye, Kaya-Muğla, Rodos	5, 7, 31, 37, 38	36.50K-28.70D (31)
63	3.4.1851	Fethiye Körf.	5, 7, 37	
64	23.5.1851	Rodos	5, 7, 37	12.5.1951 (37)
65	12.5.1852	İzmir Körf.	5, 7, 37	
66	8.9.1852	İzmir Körf.	5, 7, 37	
67	13.2.1855	Fethiye	5, 7, 22, 37	(9.10.13).2.1855, Antalya-Kaş (22)
68	13.11.1856	Sakız Adası	5, 7, 37, 38	38.25K-26.25D, Rodos, Ege Denizi (38) Tsunami bilgisi yok (38)
69	2.2.1866	Sakız Adası	5, 7, 37, 38	38.25K-26.25D, Tsunami bilgisi yok (38)
70	19.4.1878	İzmit, İstanbul Marmara Denizi.	4, 5, 7, 37, 38	15.4.1878 (4), 40.70K-29.30D, Tsunami bilgisi yok
71	10.5.1878	İzmit, İstanbul Bursa	37, 38	Anadolu'nun güney kıyıları(37) Tsunami bilgisi yok (38)
72	27.8.1886	Mora Y.Ad.nın güney kıyıları, İzmir Sporatlar, Samadirek Ad. Kuzeyi, Trakya kıyıları	5, 7, 38 (38.25K-26.10D,)	27.11.1886, Tsunami bilgisi yok (38)
73	9.2.1893	Ad. Kuzeyi, Trakya kıyıları	4, 5, 7, 38	28.1.1893 (4, 38)
74	10.7.1894	İstanbul	5, 7, 10, 22, 29, 31, 38	40.60K-28.70D (31) Tsunami bilgisi yok (38)
75	26.6.1926	Rodos, güneybatı Türkiye, Achangelo ve Mısır'da hissedildi. Fetich, Karpathos Heraklion.	42	Sicilya-İtalya, Suriye, Filistin
76	31.3.1928	İzmir	5, 7	Deniz 50 m çekildi .20 m ilerledi (32).
77	26.12.1939	Fatsa-Karadeniz	22, 32, 34	Deniz 30 m ilerledi (34) 35.00K-32.00D
78	10.9.1953	Türkiye'nin güney kıyıları	26	
79	23.5.1961	İzmir, Marmaris	7	
80	3.9.1963	Yalova, Karamürsel	22	Deniz 1 m yükseldi. Kıyı duvarları etkilendi.
81	19.2.1968	Kılıç, Armutlu, Mudanya, Gemlik Bölgesi	26	39.40K-25.00D
82	3.9.1968 10.20	Kuzey Ege Amasra-Karadeniz	2, 21, 22, 34, 40	Deniz 3 m yükseldi (34) Deniz 12-15 m çekildi ve eski haline dönmedi (22)