

9. SONUÇLARIN TARTIŞILMASI

Bu Rapor kapsamında "Türkiye Çevresi Denizlerde Tsunami Oluşum ve Hareketinin Modeller Yardımı ile Araştırılması" konusunda, tsunami (depreşim dalgası) tanımı, oluşum ve hareketi anlatılmış, Türkiye'de bu konuda yapılmış olan araştırmalar özetlenmiş, tsunami hareketini modelleyen üç ayrı model anlatılmış, çeşitli basen ve sınır koşulları için denenmiş, sonuçlar kuramsal değerlerle karşılaştırılmış ve Türkiye çevresi denizler için geliştirilmiş, ve uygulanmıştır.

Anlatılan modeller

- 1) TUNAMI-N2, yakın kıyı tsunami hareketlerini
- 2) TUNAMI-F1, uzak alan tsunami hareketlerini
- 3) TWO-LAYER ise denizaltı heyelanları nedeniyle tsunami oluşumu ve yakın kıyı hareketlerini incelemek üzere geliştirilen modellerdir.

Uygulama çalışmalarında, tarihsel belgelere ve deniz araştırmalarına dayanarak elde edilen veri tabanı kullanılarak, çeşitli senaryolar üzerinde Marmara denizi için ve Güney Batı Anadolu açıkları için çeşitli tsunami oluşumu, hareketleri ve kıyılardaki etkileri incelenmiştir.

Deprem, fırtına, taşkın veya sel kadar sık olmasa bile, doğal afetler arasında yer alan depreşim dalgası olayları, Türkiye kıyıları için, tarihteki olaylara göre daha önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Bu konuda bilgi üretmek, bu bilgiler ışığında denizleri ve kıyıları kullananlara sağlıklı bilgiler aktarmak gereklidir.

Ülkemiz çevresi denizlerde tsunami oluşturan bölgeler bulunmaktadır. Bunlar Marmara denizi, Ege denizinde ise Santorino (Thera) adası çevresi, Girit adasının batısı, güneyi, Rodos ve Girit adaları arası, Rodos adası doğusu, Dalaman açıklarında bulunan Dalaman baseni, Doğu Akdeniz ve İskenderun açıklarıdır. Bunlardan Dalaman Baseni 4300 m. su derinliği ile Akdenizin en derin yeridir. Bu basende ve başka derin bölgelerde denizaltı heyelanları ya da fay kırılmalarına bağlı tsunami oluşma olasılığı dikkate alınmalıdır.

TUBITAK YDABÇAG 60 Proje çalışmaları kapsamında, Türkiye çevresi denizler için geliştirilen modeller, yeni deniz araştırmaları ışığında kullanılarak olası tsunami olayları için yeni bilgiler elde edilebilecektir. Bu çalışma içinde öncelikle modellerin sağlıklı ve verimli çalışmaları sağlanmış ve denenmiştir. Bunlara ek olarak çeşitli olası senaryolar üzerinde uygulama yapılmıştır. Ancak bilinmelidir ki bu çalışmanın daha detaylı sonuçlar sağlaması için istatistiksel değerler kullanılarak yürütülecek

ihhtimal hesapları ile de birleştirilmesi gerekmektedir. Proje çalışmalarındaki uygulamalar ve sağlanan deneyimler işığında, aşağıda zetlene sonuçlar elde edilmiştir.

9.1. Yakın Kıyı Tsunami Modellemesi

Yakın kıyı tsunami modellemesi TUNAMI-N2 isimli yazılım yardımıyla incelenebilir. Bu yazılım, ülkemiz çevresi denizlerdeki çeşitli bölgeler için ayrı ayrı uygulanabilir durumdadır. Bu rapor kapsamında, Marmara denizi için uygulamalar yer almıştır.

Marmara denizinde olası tsunami senaryoları için, ınarcık ukuru çevresi dikkate alınarak, üç adet senaryo, örnek olarak sunulmuştur. Bu senaryolar, yeni deniz ölçümleri sonuçları kullanılarak Marmara denizinin diğer bölümleri için de çeşitlendirilebilir.

rnek olarak sunulan bu üç senaryoya göre, ınarcık ukuru bölgesinde oluşabilecek tsunami, kıyılarına 5 dakika sürede ulaşabilecektir. Kıyılarda yaratacağı su düzeyi değişimleri bazı kıyı şeritlerinde 6m. düzeyini aşabilecektir. Bu değerler, kıyıların belli bölümlerinde zarara ve belki de can kaybına yol açabilecek düzeyde değerlerdir. Ancak, bu senaryoların oluşma olasılığı hakkında sağlıklı veriler olmadığından, örnek olarak kabul edilmesi , olasılık hesapları yapılarak yeni senaryolar üzerinde çalışılması gereklidir.

9.2. Uzak Alan Tsunami Modellemesi

Uzak alan tsunami modellemesi TUNAMI-F1 isimli yazılım yardımıyla incelenebilir. Bu yazılım, ülkemiz çevresi denizlerdeki çeşitli bölgeler için ayrı ayrı uygulanabilir durumdadır. Bu rapor kapsamında, Rodos Dalaman arası bölgede olası tsunami modeli için örnek uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalarda 1856 ve 1926 depremlerinin varsayılan fay kırılma parametreleri kullanılarak, dalga oluşumu incelenmiş, dalga hareketi hesaplanarak, Data yarımadası ve Fethiye arasındaki kıyılardaki su düzeyi değişimleri, kıyı yakınlarında oluşacak en yüksek ve en düşük genlikler ve dalganın kıyılarına ulaşma zamanları, varsayılan senaryolar için bulunmuştur. Bu rnekler, bölgede yapılacak deniz araştırmaları sonuçları ve yer bilimcilerin görüşleri doğrultusunda çeşitlendirilebilir durumdadır..

9.3. Heyelan ve Fay Kırılmalarına Bağlı Yakın Kıyı Tsunami Modellemesi

Heyelan ve fay kırılmalarına bağlı yakın kıyı tsunami modellemesi çalışmalarında, Marmara Denizinde gerçekleştirilen çeşitli deniz araştırmalarının sonuçları, denizaltı heyelanları ya da göçme izleri incelenerek, olası heyelan alanları da düşünülerek değerlendirilmiştir. Marmara Denizi içinde her hangi bir bölgede meydana gelebilecek heyelan durumuna göre depreşim dalgası oluşumu ve hareketi için iki ayrı senaryo, bilgisayar modeli (TWO LAYER) kullanılarak olarak irdelenmiştir. Bu çalışmalar ışığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. 17 Ağustos 1999 Kocaeli depremi İzmit körfezinde depreşim dalgası yaratmıştır. Bu dalga özellikle orta basende belirgin olarak hareket etmiş, Kuzey kıyılarda Tütünciftlik ile Hereke arasında, Güney kıyılarda ise Değirmendere ile Karamürsel arasında etkili olmuştur.

İzmit körfezi için yapılan uygulamada 17 Ağustos 1999 depremi ile oluşan depreşim dalgası modellenmiştir. Modelleme çalışması sırasında tsunami oluşumu için (batimetrik ölçümler kullanılarak) çok çeşitli varsayımlar denenmiş ve sonuçlar elde edilmiştir. Model sonuçları, alan ölçümleri (kıyılardaki tırmanma yükseklikleri dağılımı) ve alan araştırmaları (dalğanın kıyıya gelme zamanı, dalğanın hareketi, dalga periyodu v.b konularda görgü şahitlerinin verdiği bilgiler) ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Gözlemler ve ölçümlerle en iyi uyuşan model sonuçları bu çalışmada verilmiştir. Bu sonuçlar, İzmit körfezi içindeki fayın davranışı ve olası denizaltı heyelanlarına yönelik deniz ölçümleri ile tam olarak uyuşmasa da, hidrodinamik parametreleri sağladığı için tartışılabilir durumdadır.

2. Marmara Denizinin Doğu bölümündeki, sığ ve orta-derin sismik kesitlerde açıkça gözlemlendiği üzere çeşitli sualtı göçmelerinin izleri vardır. Özellikle kıta yamaçları dibinde yer alan birikintiler belirgin görüntü vermektedir. Derinliğin hızlı değiştiği yerlerde göçme yapıları multibeam verilerinde yeterince belirgin olmamasına karşın, sismik verilerde belirgin durumdadır. Bu tür sualtı göçmelerinin tarihte hangi dönemde gerçekleşmiş olduğunu tahmin etmek kolay değildir. Ancak gelecekte de benzer biçimde gerçekleşme olasılığı göz ardı edilmemelidir.

3. Marmara Denizi tabanında bulunan üç ayrı derin baseni (Çınarcık, Marmara Ereğlisi ve Tekirdağ basenleri) çevreleyen yamaçlarda heyelan olması ve buna bağlı depreşim dalgası oluşması durumu göz ardı edilmemelidir.

4. Deniz altında ortaya çıkan heyelan ile oluşan depreşim dalgasının kıyılardaki etkileri, dalgayı oluşturan mekanizmanın büyüklüğü ve niteliğı, kıyılardaki deniz taban topografyası ve kıyı alanındaki kara topografyasının biçimi, kıyılarda bulunan yapıların önemi ve özellikleri ile doğru orantılıdır. Marmara denizinde depreşim dalgası oluşması durumunda, bu dalga 5 dakika içinde kuzey kıyılara ulaşabilecektir. Dalganın etki biçimi, sığ sularda şiddetli akıntılar, özellikle küçük tekne barınaklarında akıntılar ve su düzeyi değışimleri olarak görülecektir. Bu etkiler, yoğun olarak yapılaşmış ve yüksek düzeyde nüfus tarafından kullanılan Marmara kıyıları için önem verilmesi gereken tehlikeler arasında düşünölmelidir.

5. Heyelana bağılı yakın kıyı tsunami model çalışmaları, depreşim dalgasının Marmara denizinde sadece heyelan kaynaklı depreşim nedeniyle oluşması durumu, iki ayrı senaryo kullanılarak örneklendiştir. Bu iki senaryo uyarınca, depreşim dalgası kuzey kıyılara 5 dakikada, Güney kıyılara ise 10 dakikada ulaşabilecektir.

Ayrıntılı deniz araştırmaları kullanılarak, başka senaryoların da saptanması ve denenmesi, faylanma ile dalga oluşumu da düşünölerek modelin uygulanması ve sonuçların değılendirilmesi daha ayrıntılı sonuçlara ulaşmamıza yardımcı olacaktır