

**FAYLARDA YIRTIILMA MODELİ - DEPREM DAVRANIŞI**  
**MARMARA DENİZİ'NDEKİ DEPREM TEHLİKESİNE**  
**ve**  
**RİSKİNE FARKLI BİR YAKLAŞIM**

**Ramazan DEMİRTAŞ**

*Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, Aktif Tektonik Grubu*

Faylarda, zaman içerisindeki yırtılma düzeni ve deprem davranışları, farklı fay tiplerine göre büyük farklılıklar gösterirler. Bir başka deyişle yanal atımlı faylardaki deprem davranışları ile normal atımlı faylardaki deprem davranışları birbirinden çok farklıdır.

Bu nedenle uzun bir fay boyunca depremlerin zaman içerisindeki dağılımlarının nasıl geliştiklerini anlamadan depremlerin batıya ya da doğuya ya da başka bir bölgeye göç ettiği ya da kaydığı söylenemez. Ayrıca, sadece kırıkların çok parçalı ya da tek parçalı olup olmamasına bakılarak Marmara Denizi içinde tek ve büyük bir deprem riskinin bulunup bulunmadığı da belirtilemez. Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) gibi uzun yanal atımlı fay sistemleri boyunca, sadece 50 ya da 100 yıl gibi kısa bir zaman aralığına bakılarak bir deprem göçünden ya da kaymadan bahsetmek olaya çok basit bir yaklaşım şekli olur.

Kuzey Anadolu Fay Sistemi'ndeki deprem tehlikesini ve riskini açığa çıkarmak için hem tarihsel hem de aletsel dönem içinde hasar-yapıcı depremlerin ( $M = 5.5$  ve daha büyük) yer-zaman içindeki nasıl dağılım gösterdiklerine bakmak gerekir.

1900 yılı aletsel dönem öncesi son 2500 yıllık tarihsel dönem içerisinde Kuzey Anadolu Fay Sistemi boyunca şiddetleri V (5) ile X (10) arasında değişen toplam 289 deprem meydana gelmiştir (Sipahioğlu 1984). Örneğin M.Ö. 300 ile M.S. 1700 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta kesiminde (30.50 D - 34.50 D boylamları ve 37.00 D ve 39.00 D boylamları arasında) şiddeti VIII (8) den büyük herhangi bir deprem olmamıştır. Buna karşılık fayın hem doğu hem de batı ucunda sismik etkinlik oldukça yüksek olmuştur. 1700 yılından öncesi 2000 yıl içerisinde

fayın batı ucunda yani Marmara Denizi ve yakın civarında şiddetleri 5 ile 10 arasında değişen toplam 234 deprem, doğu ucunda ise toplam 55 deprem meydana gelmiştir. Bu sonuç:

VI (6) şiddetindeki depremler	en az	1.23 yıl	en çok	47.2 yıl
VII (7) şiddetindeki depremler	en az	6.2 yıl	en çok	110.2 yıl
VIII (8) şiddetindeki depremler	en az	31.3 yıl	en çok	275.1 yıl
IX (9) şiddetindeki depremler	en az	159.9 yıl	en çok	733.5 yıl
X (10) şiddetindeki depremler	en az	513 yıl	en çok	1720.6 yıl

aralıklarla tekrarlandıklarını göstermektedir. Bu durum, yukarıda belirtilen tarihsel dönem içerisinde hem sayıca hem de şiddet açısından büyük depremlere sahne olmuş Marmara Denizi ve çevresi 1894 yılından bu yana şiddetli bir depreme maruz kalmamış olan riskli bir bölgeyi temsil etmektedir. Nitekim bu bölgede 1999 yılında büyüklükleri 7.4 ve 7.2 olan iki büyük yıkıcı deprem meydana gelmesi bu görüşü destekler gözükmektedir.

Diğer yandan Kuzey Anadolu Fay Sistemin'de depremler doğuya ya da batıya göç ediyor ya da kayıyor gibi bir basit yaklaşımla o bölgenin deprem tehlikesi ve riskinden söz etmek kolaya kaçmaktan başka bir yaklaşım değildir. Bir başka deyişle Kuzey Anadolu Fay Sisteminin bu kadar basit bir davranış göstermediğini anlamak için son 1000 yıl içerisinde olmuş üç büyük deprem serisini daha yakından incelemek gerekir.

Tarihsel dönem deprem kayıtları, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta kesimi boyunca 967-1045 ve 1667-1668 yılları arasında 1939-1967 yılları arasındaki deprem serisine benzer iki ana deprem serisinin olduğunu göstermektedir (Ambraseys ve Finkel 1988). 967-1045 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta kesimi boyunca 20 yıkıcı deprem olmuş ve bunlardan beşi yüzeyde kırık oluşturmuştur. 1667-1668 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta kesimi boyunca, en kısa 7 gün en uzun 3 ay aralıklarla tekrarlanan 9 büyük yıkıcı deprem olmuş ve fayın 600 kilometresi yırtılmıştır. 1939-1967 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta kesimi boyunca 6 büyük yıkıcı deprem olmuş ve 800 kilometresi yıkılmıştır.

Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta kesimi boyunca, bu üç farklı zamanda meydana gelen deprem serisi arasında geçen zaman süresine bakıldığında; 967-1045 ile 1667-1668 deprem serileri arasında 622 yıl; 1667-1668 ile 1939-1967 deprem serileri arasında ise 271 yıl geçmiştir. 967-1045 yılları arasında 78 yıl içinde 20 yıkıcı deprem olurken; 1667-1668 yılları arasında 1 yıl içinde 9 büyük yıkıcı deprem olmuş; 1939-1967 yılları arasında 28 yıl içinde 6 büyük yıkıcı deprem meydana gelmiştir.

Bu üç ana deprem serisi incelendiğinde; 78 yıl içinde 20 yıkıcı depremden ibaret ilk deprem serisinden sonra fayın orta kesiminde 622 yıl gibi oldukça uzun bir suskunluk dönemi geçmiş ve 1 yıl gibi oldukça kısa bir süre içinde 9 büyük depremden ibaret ikinci deprem serisi meydana gelmiştir. İkinci deprem serisinden sonra 278 yıl gibi daha kısa bir suskunluk dönemi geçmiş ve 28 yıl içinde 6 büyük yıkıcı depremden ibaret üçüncü deprem serisi meydana gelmiştir. Bu durum, levha hareketlerindeki yıllık kayma hızındaki değişimlere bağlı olarak; uzun bir suskunluk döneminden sonra oldukça kısa bir süre içerisinde çok sayıda depremin meydana geldiğini; daha kısa bir suskunluk döneminden sonra da oldukça uzun bir süre içinde çok sayıda depremlerin meydana geldiğini göstermektedir.

Diğer yandan 967-1045 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Sisteminin orta kesiminde deprem etkinliği görülürken; hem fayın batı hem de doğu ucunda 1509 depremi oluncaya kadar yaklaşık 464 yıl herhangi bir deprem meydana gelmemiştir. 1509-1667 yılları arasında geçen 158 yıl içinde Marmara Denizi içinde 1509 gibi çok büyük yıkıcı bir deprem olmuştur. Bu depremde fayın en az 400 kilometrelik bir kısmı yırtılmıştır. Fayın orta kesimi 622 yıl gibi oldukça suskun bir dönem yaşadktan sonra, 1667-1668 yılları arasında tekrar etkin bir döneme girmiştir. Bu deprem serisinden 58 yıl sonra fayın batı ucunda yani Marmara Denizi ve yakın civarında 1719 depremi ile başlayan, 1754, 1766a ve 1766b, 1872, 1878, 1894 ve 1912 yıllarında 8 büyük deprem meydana gelmiştir (Şekil 1). 278 yıl suskun kalan fayın orta kesiminde 1939-1967 yılları arasında 6 büyük deprem meydana gelmiştir. Bu üç deprem serisini kapsayan son 1000 yıllık dönem içinde fayın doğu ucunda 1784 depremi dışında büyük bir deprem meydana gelmemesi, fayın özellikle Erzincan doğusunda kalan kesiminin yüksek risk taşıdığını göstermektedir.

1900-2000 yılları arasında Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nde olmuş hasar-yapıcı depremlerin yer-zaman dağılımları incelendiğinde; 1900'li yılların başlarında fayın orta kesiminde yavaş yavaş deprem etkinlikleri gözlenmeye başlanmıştır (Şekil 2). Orta kesimde 1399-1967 deprem serisi oluşmadan önce batıda 1912 Şarköy-Mürefte depremi meydana gelmiştir. Daha sonra fayın orta kesiminde 1939-1967 deprem serisi olmuştur. Bu deprem serisinin hemen peşinden fayın batı ve daha sonra da doğu ucunda çok sayıda orta büyüklükte depremler meydana gelmiştir. 1912 depreminden sonra 77 yıl suskun kalan fayın batı ucunda 1999 yılında iki büyük deprem meydana gelmiştir.

Son yüzyıl ve tarihsel dönemde olmuş hasar yapıcı depremlerin yer-zaman dağılımları birlikte değerlendirildiğinde; fayın orta kesimindeki oldukça uzun suskunluk dönemleri sırasında fayın batı ucunda deprem etkinlikleri gözlenmekte; ve fayın batı ucundaki suskunluk dönemleri sırasında ise fayın orta kesiminde ana deprem serileri gelişmektedir. Buna karşılık fayın Erzincan doğusunda kalan doğu kesiminde ise ciddi büyük bir depremin olmadığı görülmektedir. Bu durum, fayın orta kesiminde 1939-1967 olan deprem serisi'nin hemen peşinden 1999 yılında iki büyük depremin olmasıyla, fayın doğu ucunda yani en son 1784 depreminin olduğu fay parçasının çok daha yüksek bir deprem riski taşıdığını göstermektedir.

Kısaca, hem tarihsel hem de aletsel dönemde olmuş hasar-yapıcı depremlerin yer-zaman dağılımları, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin doğuya ya da batıya göçmesi gibi basit bir davranış sergilemediğini açıkça göstermektedir. Bu davranış şekli, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin Marmara Denizi kesiminde de benzer şekilde olmaktadır. Örneğin Marmara Denizi içerisinde 1509 yılında 1939 Erzincan depremine benzer büyüklükte bir deprem ( $M=8$  ?) meydana gelmiş ve fayın yaklaşık 400 kilometrelik bir bölümü yırtılmıştır. 1509 depreminden sonra izleyen dönemde, 1719, 1754, 1766a ve 1766b, 1878 ve 1894 yıllarında Marmara Denizi içerisinde 1509 depremine karşılık gelebilecek 5 büyük deprem meydana gelmiştir. Bu durum, Marmara Denizi içerisinde de faylar bazen 1509 gibi tek bir depremle yırtılırken; bazen de aynı fay uzunluğu çok parçalı şekilde 5 depremle de yırtılmaktadır. Bu sonuç, fayın her zaman basit bir davranış göstermediğinin en büyük kanıtı oluşturmaktadır.

Böylece, depremler arasında muntazam bir tekrarlanma periyodundan söz etmek mümkün olmamaktadır. Marmara Denizi doğusunda karada yapılan paleosismolojik çalışma sonuçları da yüzey kırığı oluşturabilecek büyük depremlerin en az 200, en çok 770 ve ortalama 422 yıl aralıklarla tekrarlandığını göstermektedir. Ancak bu depremler arasında da düzenli bir tekrarlanma aralığı bulunmamaktadır (Demirtaş 2000). 1509 gibi bir depremin yeniden oluşabilmesi için en az 600 yıldan daha fazla bir zamanın geçmesi gerekmektedir. Ancak izleyen dönemlerde fayın çok parçalı davranış göstermesi 1509 gibi bir depremin tekrarlanma periyodunu uzatabilmektedir. Bu durumda Marmara Denizi içerisinde gelecek 30 yıl içinde bir deprem olma olasılığının %67 olduğunu söylemek pek fazla mümkün olmamaktadır. Marmara Denizi içerisinde ve yakın çevresinde 1509 depreminden sonra 1999 depremine kadar 7 büyük depremin olması; fayın son 500 yıl içerisinde çok parçalı davranış gösterdiğini ve yeniden 1509 gibi bir deprem ve izleyen 7 büyük depremden ibaret yeni bir deprem serisinin oluşabilmesi için en azından 600 yıl gibi bir suskunluk döneminin geçmesi gerekmektedir.

Diğer yandan Ege Bölgesinde yer alan faylar, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nden çok farklı davranışlar sergilemektedir. Bu nedenle Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile Ege bölgesinde olan depremler arasında doğrudan bir bağlantıdan söz edilemez. Ege bölgesinde birçok blokların yer alması, bu blokların faylarla sınırlanması ve bu faylar arasında yükselti ve çöküntü alanlarının bulunması, deprem davranışlarını doğrudan etkilemektedir. Ege bölgesindeki bu tür fay sistemleri nedeniyle, depremler ya bağımsız faylarda farklı zamanlarda (1970 Gediz, 1971 Burdur depremleri gibi) ya da komşu fay parçalarında tarihleri birbirine yakın bir çift depremler (örneğin 1969 Alaşehir, 1969 Demirci, 1970 Gediz depremleri) şeklinde meydana gelmektedir (Şekil 3).

Diğer yandan 1900-1980 yılları arasında Ege bölgesinde 33 hasar yapıcı deprem; 1980-2000 yılları arasında sadece 1995 Dinar depremi meydana gelmiştir. Bu durum her yıl Ege bölgesinde üç hasar-yapıcı depremin meydana geldiğini göstermektedir. Bu açıdan son 20 yıldır son derece sakin bir dönem geçiren Ege bölgesi, yüksek deprem riski taşımaktadır.

Daha da önemlisi, son 200-300 yıldır çok suskun dönem yaşayan Doğu Anadolu Fay Sistemi, Kuzey Anadolu Fay Sistemi ve Ege bölgesine oranla çok daha yüksek deprem riski taşımaktadır.

