

Doğu Anadolu'da ve Marmara çevresinde gelecekte olabilecek bazı büyük depremlerin olası episentr alanları

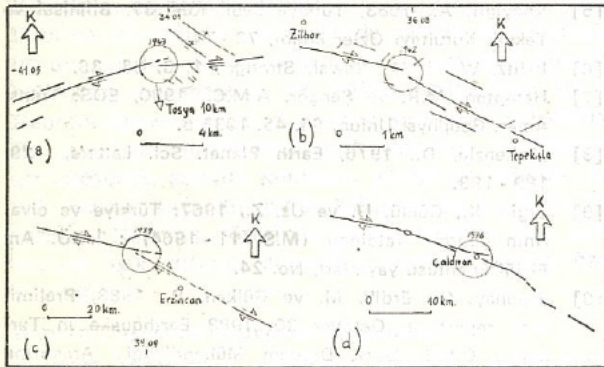
Aykut BARKA Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Temel Araştırmalar Dairesi, Ankara.

GİRİŞ

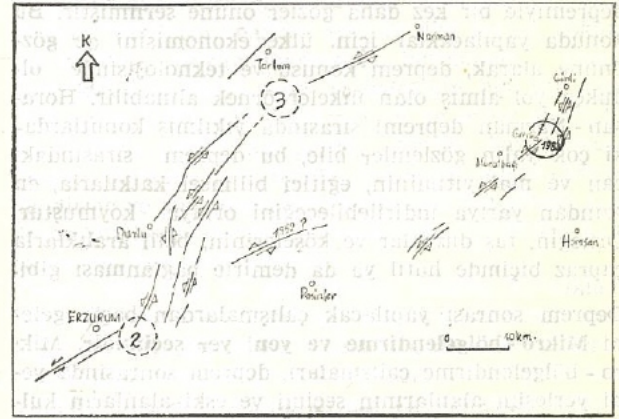
Büyük magnitüdü depremlerin önceden belirlenmesinin ilk adımı, bunların episentr alanlarının bulunmasıdır. Daha sonra bu alanlarda yapılan aletsel ve diğer çalışmalar sonucunda, olabilecek bir depremin önceden belirlenmesi olası olabilir. Ancak, bu alanlar bilinmediği takdirde binlerce kilometre uzunluğundaki deprem zonlarının aletsel donatımı, bugün gelişmiş ülkeler için dahi çok zor veya olanaksız olmaktadır. Ayrıca bu alanların önceden bilinmesi, gelişmekte olan ülkelerde, özellikle büyük endüstri alanlarının seçiminde (bara, nükleer santral vb.) büyük rol oynamaktadır. Barka [1,2], doğrultu atımlı faylar üzerinde oluşmuş büyük depremlerin episentr alanlarındaki fay geometrileri ile depremlerin magnitüdüleri arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koymuş, ve aynı alanların kaya tipi özellikleriyle, yerel ve bölgesel yükselmelerin varlığına dikkati çekmiştir. Bu makalede, Barka [2]'e paralel olarak geliştirilen yeni veriler değerlendirilecektir.

FAY GEOMETRİSİ - MAGNİTÜD İLİŞKİSİ VE İLGİLİ ÖRNEKLERİ

Barka [1,2] ve Barka ve Hancock [3], Kuzey Anadolu fayının, 1939 Erzincan depremi episentr alanında 20° , 1942 Erbaa depremi episentr alanında 15° ve 1943 Tosya depremi episentr alanında ise yaklaşık 14° içbükey doğrultu değiştirdiğini belirlemişlerdir. (Şekil 1). Bu verilere benzerlik gösteren, 1855 Bursa (?), 1912 Ganos, 1953 Yenice - Gönen, 1957 Abant ve 1967 Marduru depremleri eklenerek, ana fayın içbükey doğ-



Şekil 1 — Kuzey Anadolu fayı üzerinde meydana gelmiş olan (a) 1943 Tosya, (b) 1942 Erbaa, (c) 1939 Erzincan ve (d) 1976 Çaldıran depremlerinde episentr alanlarındaki (daireler) fayların içbükey doğrultu değiştirmeleri gösterilmektedir [1, 2, 3, 4, 5].



Şekil 2 — Erzurum - Horasan arasındaki genelleştirilmiş diki fay sistemleri; kapalı daire 1983 Horasan - Narman depreminin episentr alanı [5] ve kesik çizgili daireler, gelecekte olabilecek büyük depremlerin olası episentr alanlarını göstermektedir. Çentikli çizgiler depreme ilgili yüzey kırıklarını göstermektedir.

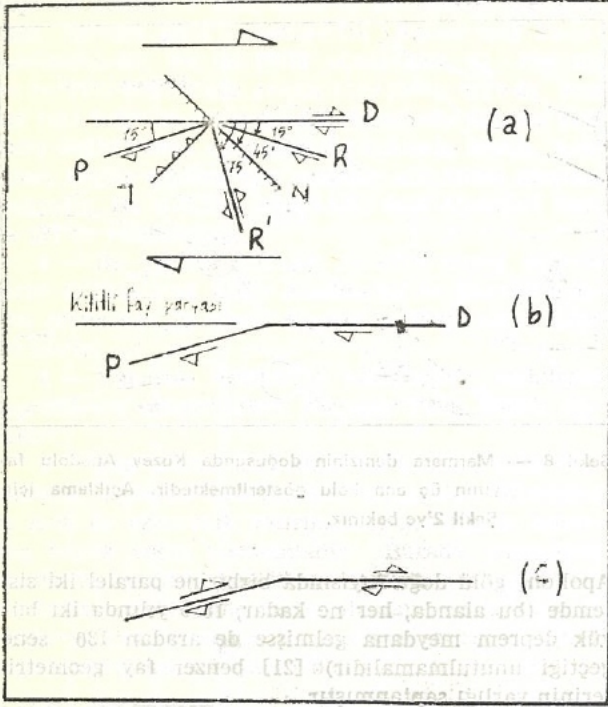
ruhtu değiştirmesinin açısal değeri ile, ilgili depremlerin magnitüdüleri arasında bir doğrusal (lineer) ilişkinin varlığı tartışılmıştır. Ayrıca bu alanların genellikle metamorfizmler içinde yer almasına ve bazı yükselmelerin (yerel ve bölgesel) varlığına dikkat çekilmiştir.

Yukarıdaki verilere ek olarak ülkemizde son meydana gelen 1976 Çaldıran depremi episentr alanında yine sağ yanal fayın yaklaşık 20° [4], (Şekil 1) ve 1983 Horasan - Narman depreminde de episentr alanında sol yanal ana fay sisteminin yaklaşık 20° içbükey doğrultu değiştirdiği görülmüştür [6] (Şekil 2).

Bütün bu veriler bize, fayların geometrisi ile kilitlenmeleri arasında, kurama uygun olarak doğada da bir ilişkinin olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Fayların doğrultu değiştirmesinin olası, başlıca nedenleri şunlardır :

a) Anizotropi, faylanmanın var olan kırık sistemlerini kullanması.

b) Bir kayma zonunda (shear zone) çeşitli özellikte birçok ikincil faylar gelişebilmektedir [7, 8] (Şekil 3a). Örneğin R, R', P ve T gibi. Ana fay parçaları kilitlendiğinde fay yukarıdaki kırıklardan doğrultusu yakın olan birini kullanabilmektedir. Bu da çoğunlukla P kırığı olmaktadır (Şekil 3b, c).



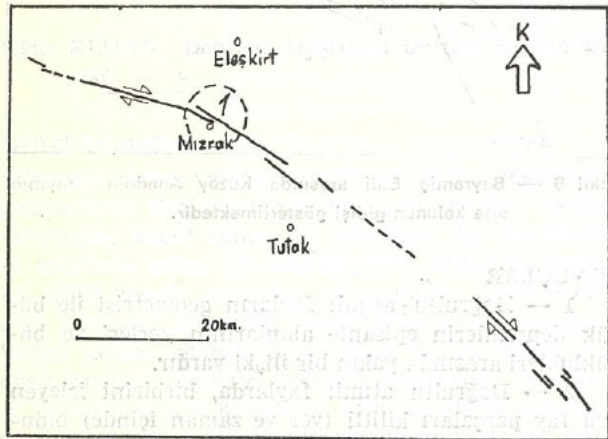
Şekil 3 — (a) Sağ yanal doğrultulu atımlı fay zonunda gelişebilecek ikincil kırık sistemleri, (b) Fayın kilitlenmesi sonucunda, fayın doğrultusundan sapması ve (c) fayın anizotropi sonucunda doğrultu değişimi. Her iki halde de doğrultu değiştirdiği noktalar enerji birikimine neden olmaktadır.

c) Kayaların faylanma ile yer değiştirmesi sonucunda, farklı dayanımdaki kayaların karşılıklı yer alması halinde fay düzlemi geometrisinin biçiminin bozulması [9].

DOĞU ANADOLU'DA VE MARMARA DENİZİ ÇEVRESİNDE BELİRLENEN YENİ OLASILI EPİSANTR ALANLARI

Tutak Fayı

Şaroğlu ve Güner [10] sağ yanal doğrultulu Tutak fayının jeolojik ve morfolojik özellikleri ve tarihsel depremleri ile, diriliğini belirlemişlerdir. Bu diri

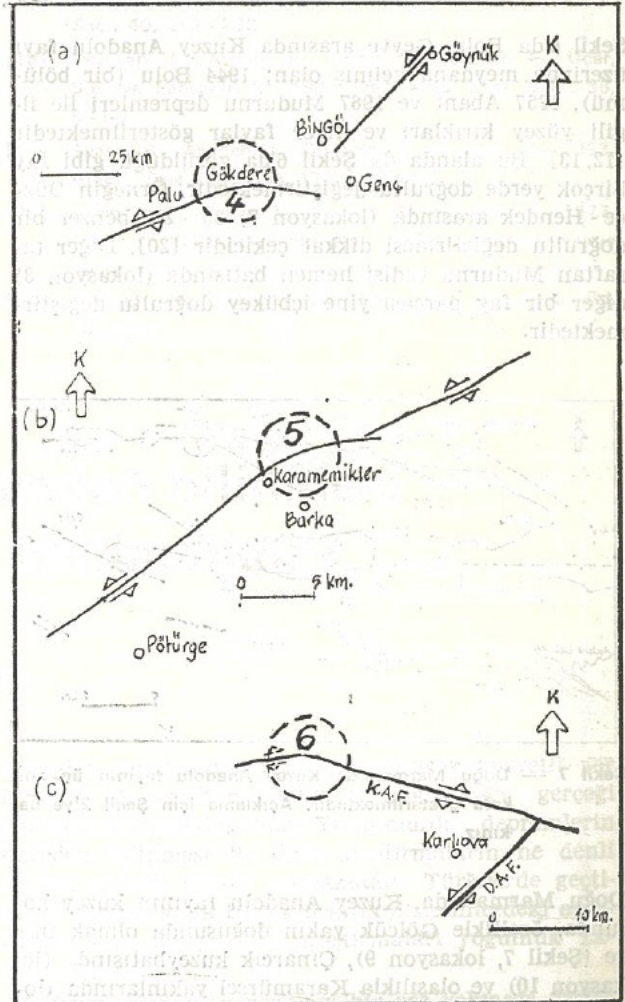


Şekil 4 — Sağ yanal doğrultulu atımlı Tutak fayı [10]. Açıklama için Şekil 2'ye bakınız.

fay Tutak'ın kuzeybatısında yer alan Mızrak kasabası civarında 20° içbükey doğrultu değiştirmektedir (Şekil 4). Çaldıran fayı ile çok yakın bir geometri olması nedeniyle bu fay üzerinde de Mızrak civarında benzer büyüklükte (7.6) bir deprem olması beklenebilir.

Erzurum Çevresi

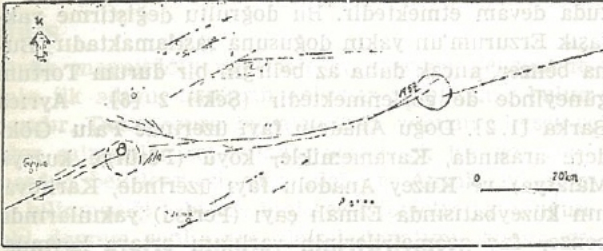
Şekil 2'de görüldüğü gibi Erzurum havzasının güneyini sınırlayan KD-GB doğrultulu sol yanal faylar, havzanın doğu kenarı boyunca KKD-GGB doğrultuda devam etmektedir. Bu doğrultu değiştirme yaklaşık Erzurum'un yakın doğusuna rastlamaktadır. Buna benzer, ancak daha az belirgin bir durum Tortum güneyinde de gözlenmektedir (Şekil 2 [6]. Ayrıca Barka [1, 2], Doğu Anadolu fayı üzerinde Palu-Gökdere arasında, Karamemikler köyü (Pötürge kuzeyi, Malatya) ve Kuzey Anadolu fayı üzerinde, Karlıova'nın kuzeybatısında Elmalı çayı (Perisu) yakınlarında benzer fay geometrilerinin varlığını ortaya koymuştur (Şekil 5).



Şekil 5 — Doğu Anadolu fayının (a) Palu - Gökdere, (b) Karamemikler kesimi ve Kuzey Anadolu fayının (c) Karlıova kuzeybatısı gösterilmektedir. [1, 2, 4, 11]. Açıklama için Şekil 2'ye bakınız.

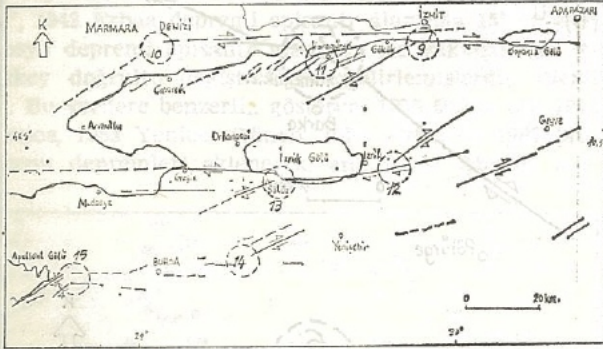
Marmara Denizi Çevresi

Marmara denizi çevresinde yapılan ayrıntılı hava fotoğrafı çalışması sonucunda bu bölgede yer alan diri faylar belirlenmeye çalışılmıştır (Şekil 6, 7, 8, 9). Bu fayların diriliği, fayların fizyografik özellikleri, tarihsel ve aletsel deprem verileri ve bilinen yüzey kırıkları (1855 Bursa (?), 1912 Ganos, 1953 Yenice - Gönen ve diğerleri) ile belirlenmiştir [12, 13, 15, 16, 17, 18, 19].



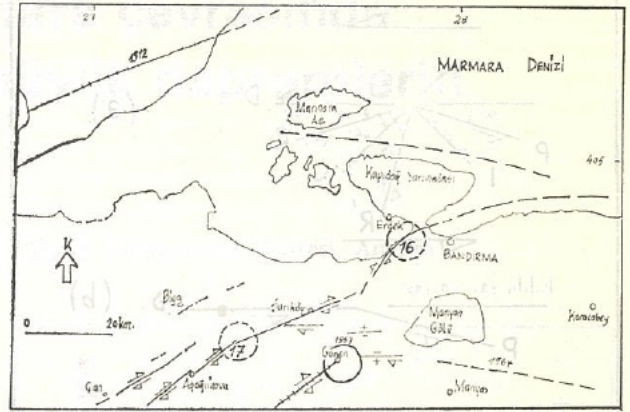
Şekil 6 — Bolu - Geyve arasında Kuzey Anadolu fay zonu ile ilgili diri faylar gösterilmektedir [12, 13, 14].

Şekil 6'da Bolu-Geyve arasında Kuzey Anadolu fayı üzerinde meydana gelmiş olan; 1944 Bolu (bir bölümü), 1957 Abant ve 1967 Mudurnu depremleri ile ilgili yüzey kırıkları ve diğer faylar gösterilmektedir [12, 13]. Bu alanda da Şekil 6'da görüldüğü gibi fay birçok yerde doğrultu değiştirmektedir. Örneğin Düzce - Hendek arasında (lokasyon 7) 20° - 25° benzer bir doğrultu değiştirmesi dikkat çekicidir [20]. Diğer taraftan Mudurnu vadisi hemen batısında (lokasyon 8) diğer bir fay parçası yine içbükey doğrultu değiştirmektedir.



Şekil 7 — Doğu Marmara'da Kuzey Anadolu fayının üç ana kolu gösterilmektedir. Açıklama için Şekil 2'ye bakınız.

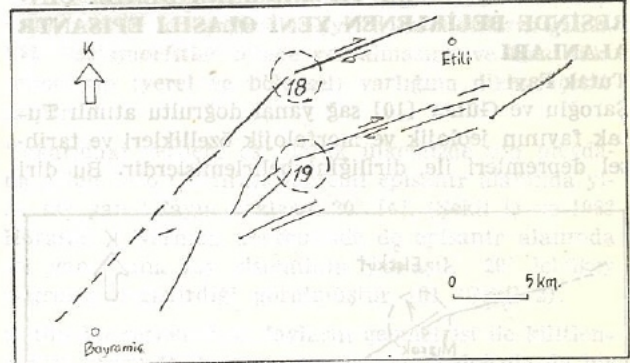
Doğu Marmara'da, Kuzey Anadolu fayının kuzey kolunda, özellikle Gölçük yakın doğusunda olmak üzere (Şekil 7, lokasyon 9), Çınarcık kuzeybatısında (lokasyon 10) ve olasılıkla Karamürsel yakınlarında (lokasyon 11) fayın P kırıkları çok gelişmiştir. Aynı kesimde Kuzey Anadolu fayının orta kolunda, İznik doğusunda ve batısında (lokasyon 12 ve 13) Sölöz köyü yakınlarında, güney kolda ise Bursa - Yenişehir arasında (lokasyon 14) ve Bursa batısında (lokasyon 15)



Şekil 8 — Marmara denizinin doğusunda Kuzey Anadolu fayının üç ana kolu gösterilmektedir. Açıklama için Şekil 2'ye bakınız.

Apollonlu gölü doğu kıyısında birbirine paralel iki sistemde (bu alanda, her ne kadar, 1855 yılında iki büyük deprem meydana gelmişse de aradan 130 sene geçtiği unutulmamalıdır) [21] benzer fay geometrilerinin varlığı saptanmıştır.

Marmara denizinin batısında ise kuzey kolda 1912 Ganos depremi, güneyde ise 1953 Yenice - Gönen depremlerinin episantr alanları, yukarıdaki tartışmayı doğrulayacak özelliklere sahiptir (Şekil 8). Bunlar dışında Doğu Marmara'da, özellikle Bandırma çevresinde (lokasyon 16) Kuzey Anadolu fayının orta kolu büyük miktarda içbükey doğrultu değiştirmektedir (Şekil 8). Yine aynı şekilde Aşağınova kuzeyinde (lokasyon 17) ve Bayramiç - Etili arasında (Şekil 9, lokasyon 18, 19) fayın benzer geometriye sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9 — Bayramiç - Etili arasında Kuzey Anadolu fayının orta kolunun gidişi gösterilmektedir.

SONUÇLAR

1 — Doğrultu - atımlı fayların geometrisi ile büyük depremlerin episantr alanlarının yerleri ve büyüklükleri arasında yakın bir ilişki vardır.

2 — Doğrultu atımlı faylarda, birbirini izleyen ana fay parçaları kilitli (yer ve zaman içinde) olduğu durumda faylanma yeni doğrultularda gelişebilmektedir. Bu yeni doğrultular çoğunlukla 10° - 30° arasında değişmekte olup iki genel tipi vardır: a) Aynı

yaşlı ve kökenli P kırıklarını ve b) Yakın doğrultudaki, varolan kırık düzlemlerini (Anizotropi) kullanabilmektedir. Bu iki türlü olmaktadır, a) Fay zonu bu yeni doğrultuda devam etmektedir veya b) Ana fay eski doğrultusunda devam etmektedir [2]. Bu doğrultu değiştirmeyi oluşturan iki sistemin kesim noktaları büyük depremlerin episantr alanlarını oluşturmaktadır. Bu ilişkinin dünyadaki bazı örnekleri Barka [2] de verilmiştir.

3 — Bu yazıda yaklaşık on adet olmuş deprem verisi kullanılarak Doğu Anadolu'da ve Marmara denizi çevresinde 19 olasılı deprem episantr alanı belirlenmiştir.

4 — Yukarıda verilen 19 lokasyonda olabilecek depremlerin magnitüdüleri yaklaşık 7'den büyük olacaktır.

5 — Son olarak belirlenen bu alanlar, hem depremlerin önceden belirlenmesi çalışmaları açısından ve hem de ekonomik yatırımların korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Burada, yukarıdaki alanlarda ayrıntılı jeolojik ve jeofizik araştırmaların yapılması gerekliliğine ve bu alanlara rastlayan yatırımların dikkatle uygulanması veya sorunu bilerek değerlendirilmesinde yarar olduğuna inanılmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma sırasında fotoğraf olanaklarını sağlayan Erhan Köküöz'e ve çizimleri temize çeken Eymen Arel'e teşekkürü bir borç bilirim.

DEĞİNİLEN BELGELER

- [1] Barka, A., 1981, Doktora tezi, Bristol University, 335 s.
- [2] Barka, A., 1983, Türkiye Jeol. Kur. Bült., 26, 21 - 30.
- [3] Barka, A. ve Hancock, 1982, Friedr. Vieweg and Schn. FGR.

- [4] Arpat, E., 1977, Yeryüvarı ve İnsan, 2/1, 29 - 42, 59 - 62.
- [5] Tatar, Y., 1978, Hacettepe Üniv. Yerbilimleri Enst., 4, 201 - 236.
- [6] Barka, A.; Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1983 (baskıda), Yeryüvarı ve İnsan, 8/3.
- [7] Tchalenko, J.S. ve Ambraseys, A.A., 1970, Bull. geol. Soc. Am., 81, 41 - 60.
- [8] Gamond, J.F., 1983, Jour. Strc. Geo., 5, 1, 33 - 45.
- [9] Rogers, T.H., 1973, Proc. Conf. Tect. Prob. San Andreas. F., Stanford Univ. Publ. 13.
- [10] Şaroğlu, F. ve Güner, Y., 1979, Yeryüvarı ve İnsan, 4/1, 11 - 15.
- [11] Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972, MTA Derg., 78, 33 - 39.
- [12] Ketin, İ., 1969, MTA Derg., 72, 1 - 28.
- [13] Ambraseys, N.N., 1970, Tectonophysics 9, 143 - 165.
- [14] Şaroğlu, F. ve Barka, A., 1983, (baskıda) Yeryüvarı ve İnsan, 8/3.
- [15] Pınar, N., 1943, İst. Üniv. Fen Fak. Yayını, VII, 3/4, 63 s.
- [16] Ergin, K.; Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967, İst. Tek. Üniv. Maden Fak. yayını, 24, 1 - 169.
- [17] Crampin, S. ve Uçer, S.B., 1975, Geophys. J.R. astro. Soc., 40, 269 - 288.
- [18] Tezuçan, L.; Ayhan, E.; Alsan, E.; Başarır, E., Uçer, S.B. ve Sancaklı, N., 1982, Dep. Araş. Enst. Bült., 36, 5 - 60.
- [19] Evans, R.; Asudeh, I.; Crampin, S. ve Uçer, B., 1983, Global. Seis. Unit. Rep. 172, Edinburg.
- [20] Aktimur, T.; Orkan, N.; Sungur, G. ve Işıklar, S., 1977, MTA Enstitüsü Derleme No : 5847, yayınlanmamış rapor, Ankara.
- [21] Sieberg, A., 1932, Mediz Natur. Ges. Zu. Jenc. Bd. 18. Jena.

Türkiye'de depremlerin önceden bilinmesi çalışmalarına neden önem verilmelidir ?

Uğur KURAN Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.

GİRİŞ VE AMAC

Ülkemizde bina yapımı tekniği ile ilgili teknolojik gelişmelerin ileri durumda olmadığı, bugün, herkes tarafından kabul edilen bir gerçektir. Bu nedenle ki meydana gelen 7.9 Magnitüd'teki Erzincan depremi 32962 kişinin ölmesine yol açmıştır. Amerika'da 1906 yılındaki depremin magnitüdününün 8.3 olmasına karşın sadece çıkan yangın nedeni ile 500 kişinin öldüğü kaydedilmektedir. Gelişmiş ülkelerdeki iyi gereç ve nitelikli işçilik kullanımı yolunda atılan adımlar, depremleri izleyen can kaybının önemli ölçüde azalmasına yol açmıştır. Yurdumuzun önemli bir kısmının deprem riski içinde olması ve halen var olan

yerleşim yerlerinin çevresinde oluşacak kuvvetli yer hareketi ile yeniden yıkıma uğrayabileceği gerçeği göz önünde tutulduğunda; Yurdumuzda depremlerin önceden bilinmesi ile ilgili araştırmaların ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de geçtiğimiz son on yılda birçok değişik disiplinlerdeki araştırmacıların bu yoldaki araştırmaları yoğunluk kazanmaktadır.

«Yıldırım düştüğü yeri ikinci bir kez yakmaz» derler ama, deprem olayının hiç bir zaman böyle bir görünüşte olmadığı yayınlanan tarihsel deprem kataloglarından açıkça görülmektedir. Bu yazıda; yurdumuzun tarihsel devirlerde depremlerden ne ölçüde zarar gör-