

KUZEY ANADOLU FAYI ZONU'NDAKİ BAZI FAYLARDA RADON GAZI (ALPHA IZİ) ÖLÇÜMLERİ*

Alpha Track Measurements on Some Faults Along the North Anatolian Fault

İsmail KUŞÇU
A.Aykut BARKA

MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara
Boğazici Üniversitesi Kandilli Rasathanesi
Deprem Araştırma Enstitüsü, İstanbul
Geological Survey of Japan, Japonya
Geological Survey of Japan, Japonya

Hirokazu KATO
Kan KATOH

ÖZ: Çalışma sırasında Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde yer alan bazı deprem fayları ve aktif faylar üzerinde iki değişik yöntem kullanılarak alpha izi ölçümleri yapılmıştır. Bunlardan birincisi fay izini saptamaya yarayan "kısa süreli ölçüm yöntemi", diğeri ise fay aktivitesini değerlendirmekte kullanılan "uzun süreli ölçüm yöntemi"dir.

Kısa süreli ölçümlerden alpha izi ölçümlerinin sadece aktif fayların izlenmesinde değil, aynı zamanda deprem faylarının izlenmesinde de yararlı olduğu, hatta bölgedeki aktif olmayan fayların da bir miktar radon gazı içerdiği sonucu elde edilmiştir.

Uzun süreli ölçümlerden ise gaz çıkışındaki mevsimsel değişiklikler izlenmeye çalışılmış, bunun başlıca sıcaklığa bağlı olduğu anlaşılmıştır.

Mekece yöresinde, Kuzey Anadolu Fayı'nda her iki yöntemle de elde edilen alpha izi yoğunluğu normalin çok üzerindedir. Dahası, uzun süreli ölçüm yöntemiyle bölgede elde edilen en yüksek değer kış aylarına rastlamaktadır. Bu gerçekler fayın bu kesiminde aktivitenin çok yüksek olduğuna işaret eder.

ABSTRACT: Two kinds of methods of alpha track measurement were carried out for earthquake and active faults along the North Anatolian Fault. One of them is the short term other is the continuous measurement method for evaluating the faulty activity.

The results by the short term method show that alpha track measurement is useful to detect even in the regions reproducibility of the alpha track measurement if measured in nearly the same temperature condition.

The results by the continuous measurement method show mainly. In both two methods, however, the underground water supply must be taken into consideration before evaluation.

In Mekece region, east of Iznik, the seismic gap area of one branch of the North Anatolian Fault Zone, the maximum alpha track density obtained by both methods is abnormally high. Furthermore, the result by the long term measuring method shows the highest value in winter. These facts indicate that this branch of the North Anatolian Faults is very active.

GİRİŞ

Kuzey Anadolu Fayı, Türkiye'de Avrasya ile Anadolu levhaları arasında kıta içi transform sınır oluşturan, 1200 km uzunlukta sağ yanal doğrultu atımlı bir faydır. D-B yönünde uzanan ve orta kesiminde içbükeyleşerek güneye bakan bir yay şeklini alan fay boyunca sismik aktivite hep yüksek olmuştur. 1939-1967 yılları arasında meydana gelen ve neredeyse sürekli yüzey kırıklarına neden olan, fay üzerinde doğudan batıya doğru göç eder şekilde izlenen depremler olmuştur.

Yazarlar, Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde yer alan bazı deprem fayları ve aktif faylar üzerinde jeolojik

araştırmalar yapmışlar, bu arada alpha izi ölçme yöntemini uygulama fırsatını elde etmişlerdir.

Geçmiş yıllarda yeraltı radon yoğunluğunun ölçülmesi, fayların, özellikle aktif fayların meydana çıkarılması ve deprem oluşumunun önceden tahmin edilebilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. (örnek: King, 1980) Ülkemizde, Kuzey Anadolu Fayı üzerinde 1983 yılından beri radon ölçümü çalışmaları yapılmaktadır. Bolu civarında fayın 200 km.lik bir kesiminde beş ayrı noktada MTA ve Viyana Üniversitesi'nin ortak çalışmaları kapsamında ölçümler alınmıştır. (Friedmann ve diğ., 1988) Ayrıca, MTA ve Geological Survey of Japan tarafından ortaklaşa sürdürülen projeler sırasında da

* Bu makale, Bulletin of the Geological Survey of Japan Vol.41 (3), 1990'da yayınlanan "Alpha track measurements for faults in northern Turkey" başlıklı makaleye eklemeler ve kısaltmalar yapılarak hazırlanmıştır.

radon gazı ölçümleri yapılmıştır. (Kato, 1984; Kato, 1986; Kato ve diğ., 1985; Kato ve diğ., 1988). Bu çalışmada ise alpha izi yöntemiyle radon gazı yoğunluğunun ölçülmesi aşağıda sıralanan ve Şekil 1'de gösterilen faylarda uygulanmıştır: a) Erzincan havzasının kuzeybatı kıyısında yer alan, 1939 Erzincan depremi sonucu oluşan yüzey kırıklarında,

b) 1944 Gerede-Bolu depremi sonucu oluşan, Bolu'nun batısında ve İsmetpaşa'da krip oluşumuna yol açan aktif fay segmentlerinde,

c) Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Mekece'den geçen kolu üzerinde yer alan, yakın gelecekte bir depremin beklendiği aktif fay segmentinde.

2. ALPHA İZİ ÖLÇÜM YÖNTEMLERİNİN İLKELERİ

Radon ölçümleri, radon ve izotoplarının radyoaktif bozulması sonucu yayılan alpha partiküllerini izlenmesiyle yapılır. Bu partikülleri içeren taşıyıcı akışkan, temel kaya ve örtü çökellerini faylar ve ilişkili çatlaklar boyunca katedip yükselir ve yüzeydeki fay izi üzerinde radon konsantrasyonunu maksimum düzeye ulaştırır. Radon konsantrasyonunun değişimi, deprem sırasında oluşan faylanmayla belirlenen yeraltı suyunun düşey yönde akışına bağlıdır ve depremden hemen önce konsantrasyonda gözle görülür artış beklenir.

Yazarlar, Şekil 2'de gösterilen her iki alpha izi ölçüm yöntemini de denemişlerdir. Uygulamalar sırasında alpha radyasyonuna duyarlı küçük selüloz nitrat filmler kullanılmıştır.

Kısa Süreli Ölçüm Yöntemi

Bu yöntem fayın izini ortaya çıkarmakta kullanılan kolay ve pratik bir yöntemdir. Küçük plastik kapların tabanlarının iç yüzeylerine yaklaşık 1.5x2 cm boyutun-

daki film parçacıkları yapışkan bant yardımıyla iliştilir ve bu kaplar başaşağı olarak, 15-20 cm derinlikteki çukurlara yerleştirilir ve toprakla örtülür. Çukurlar, bir kaç metrelik aralıklarla ve varlığından şüphe edilen fayın doğrultusunda dik olan ve onu kesen bir hat boyunca açılmalıdır. Kaplar, en az bir hafta sonra yerlerinden çıkarılır.

Uzun Süreli Ölçüm Yöntemi

Altı ay veya bir yıl gibi uzun bir dönem boyunca belli bir noktada tekrarlanan ölçümler yapılacaksa, film değiştirme kolaylığından dolayı bu yöntem daha uygundur. Yaklaşık 6 cm çapında ve 50 cm uzunluktaki plastik borular kısa süreli ölçüm yönteminde olduğu gibi faya dik ve onu kesecek şekilde, her kaç metrelik aralıklarla yerleştirilir. Filmler, boruların içine, lastik kapaklara içten bağlı iplerle aşağı doğru sallandırılır. Film değiştirme sırasında kapak çıkarıldığında ipin ucuna bağlı filme kolayca ulaşılır.

Çıkarılan filmler %20'lik NaOH solüsyonunda, 60° C sıcaklıkta 100 dakika bekletilerek yıkanır. Bu işlem sonunda radon izotopları tarafından oluşturulan alpha partiküllerinin film üzerinde bıraktığı izler görünür hale gelir. Alpha izleri mikroskop altında sayılır ve aşağıdaki formüle göre iz yoğunluğu (TD) hesaplanır:

$$TD = N / (S \times T)$$

$$TD = \text{Alpha izi yoğunluğu}$$

$$N = \text{İz sayısı}$$

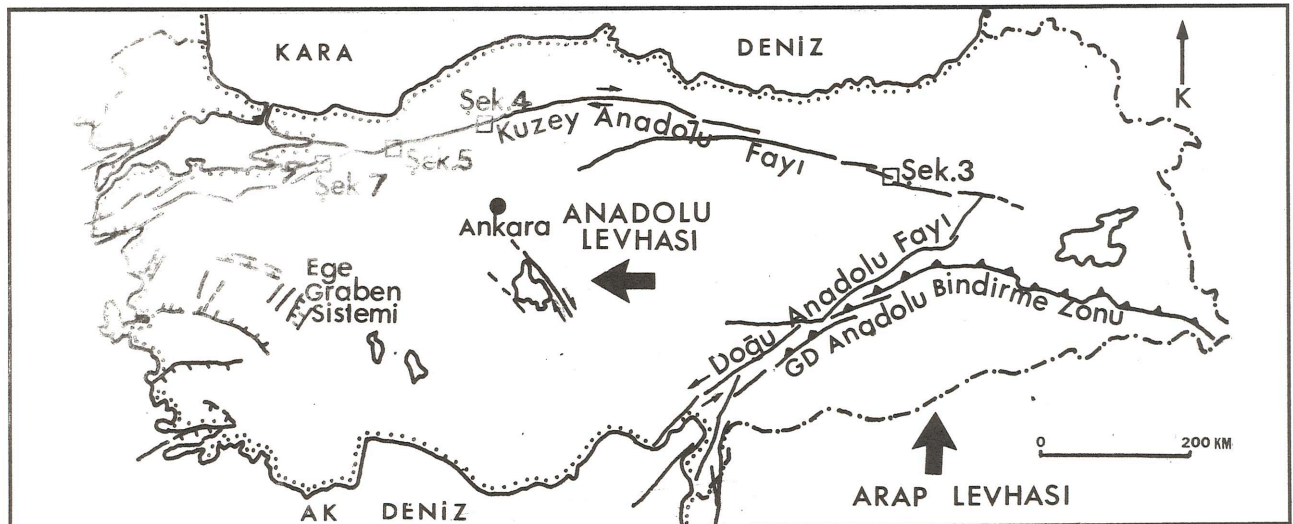
$$S = \text{Filmin alanı (cm}^2\text{)}$$

$$T = \text{Filmin arazide kaldığı süre (gün)}$$

3. ERZİNCAN YÖRESİNDEKİ ÖLÇÜMLER

3.1. JEOLÖJİK VE SİSMOLOJİK KONUM

Erzincan havzası, Kuzey Anadolu Fayı boyunca yer alan Neojen-Kuvaterner dağarası havzalarından biridir. Yaklaşık 50 km uzunlukta ve 10 km genişlikte olan havzanın deniz seviyesinden yüksekliği 1150 - 1130 m.dir.



Şekil 1. Ölçüm yapılan yerleri gösteren harita. Siyah oklar levha hareket yönlerini belirtir.

Havzada, Neojen-öncesi temel kayalar, Miyosen yaşlı denizel sedimanter kayalar tarafından uyumsuz olarak örtülmüştür. Pliyosen-Pleyistosen yaşlı riyolitik, dasitik ve andezitik volkanlar, iyi muhafaza edilmiş konik şekilleri ile, Kuzey Anadolu Fayı'na paralel olarak uzanan tali faylar boyunca saçılmış olarak gözlenirler.

Havzayı dolduran Holosen yaşlı çakıllar içinde Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkili ikincil faylar gelişmiştir. Bölgede, 26. Aralık. 1939 tarihinde Richter ölçeğine göre 8.0 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Erzincan ve Amasya arasında yaklaşık 350 km. lik sağ yönlü bir yüzey kırığı oluşturan deprem sırasında meydana gelen maksimum yatay ötelenme yaklaşık 350 cm, maksimum düşey ötelenme ise yaklaşık 200 cm.dir. (Ketin, 1948).

Erzincan havzası Kuzey Anadolu Fayı'nın en doğu ucunda yer alır. Ayrıntılı inceleme yapıldığında fayın Mihar, Bahik, Hıdır, Altın-tepe ve Tanyeri segmentlerine ayrılabilceği görülür (Şek.3). Yapılan ölçümlerde Mihar (A), Bahik (B) ve Hıdır (C)'dan çarpıcı sonuçlar alınmıştır.

Mihar segmenti 17 km. uzunlukta, K80B doğrultusunda uzanan ve dike yakın eğimi olan bir faydır. Bir çok sırt ve vadiyi yatay olarak öteleyen sağ yanallı bir fay olmasına karşılık, Mihar köyü batısındaki düşey ötelenmeye sebep olan yüksek açılı ters fay bileşeni dikkat çekicidir. Bu segment boyunca, güney blokta, aralıklarla uzanan küçük tepcıklar bu düşey ötelenmeler sonucu gelişmiştir.

Yaklaşık 16 km. uzunlukta olan, K55B doğrultusunda uzanan ve kuzeydoğuya 84° eğimle dalan

Bahik segmenti ve tali fayları, köyün hemen batısında yer alan kuru bir vadi boyunca gözlenebilir. Fay düzlemi üzerinde izlenen yatay çizikler fayın sağ yönlü hareketi hakkında ipuçları verir. Dike yakın eğimi olan Hıdır segmenti K65°-80°B doğrultusunda uzanır.

3.2. ALPHA İZİ ÖLÇÜMLERİ

Bölgede, kısa süreli ölçüm yöntemi ile gerçekleştirilen ölçümler, verilerin tekrar elde edilebilirliğini göstermek için Mihar ve Bahik'te iki defa yapılmıştır. Bu iki yerde Temmuz 1983 ve Temmuz 1984 yıllarında yapılan çalışma, Hıdır için sadece Temmuz 1983 yılı ile sınırlı kalmıştır.

Mihar segmentinde ölçüm kapları D - B doğrultusunda uzanan fay dikliğini kesecek şekilde, kuzeyden güneye doğru bir kaç metrelik aralıklarla, muhtemelen Pliyosen-Pleyistosen yaşlı gevşek kumtaşı tabakasına gömülmüştür.

Bahik segmentinde ise kaplar fay düzleminin açıkça gözlenebildiği bir alanda yerleştirilmiştir. İlk ölçümde iki kap fay düzleminin tam üzerine, başka bir kap ise tali bir fayın geçtiği bir sel oyuğuna yerleştirilmiştir.

Hıdır segmentinde ölçüm kapları beşer metre aralıklarla, kuzeyden güneye doğru, fayı dik kesecek şekilde yerleştirilmiştir.

Bölgedeki ölçümlerden elde edilen sonuçlar Şekil 3'te gösterilmektedir.

Mihar segmentinde, deprem fayının 11 no.lu ölçüm noktasından geçtiği sanılmasına rağmen, 1983 yılında gerçekleştirilen ölçümde en yüksek alpha değeri bu noktada elde edilmemiştir. 1984 yılında yapılan ölçümden de benzer bir sonuç alındığına göre, anlaşılan, iz yoğunluğu düzensiz bir şekilde de olsa, 11 no.lu ölçüm noktasından 18 no.lu ölçüm noktasına doğru artış göstermektedir.

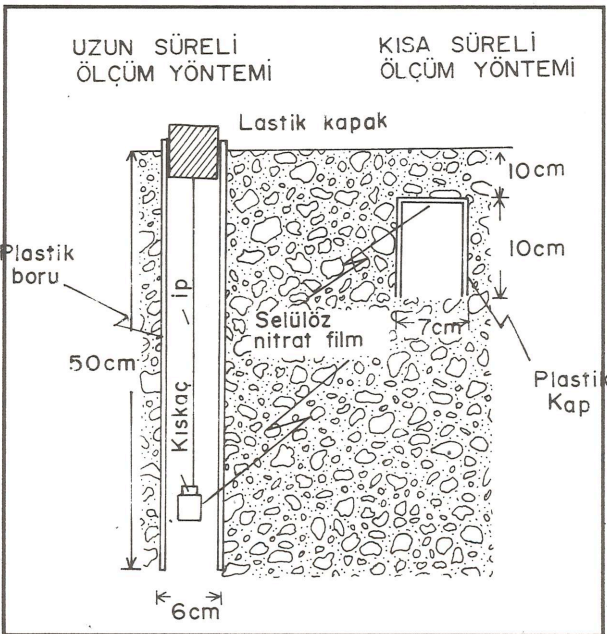
Bahik segmentinde en yüksek değer 6 ve 9 no.lu noktalardan elde edilmiştir. 1983 ve 1984 yıllarında yapılan iki ayrı ölçüm birbirlerini doğrulamaktadır.

Hıdır segmentinde iz yoğunluğu fayın geçtiği tahmin edilen 10 no.lu ölçüm noktasında en yüksek değeri vermektedir. 1 no.lu ölçüm noktasından da oldukça yüksek bir değer elde edilmiş olması burada tali bir fayın var olduğunu gösterir. 9 no.lu noktadan göreceli olarak düşük bir değer alınmasının sebebi bu noktadaki kabın içine su dolması ve filmi ıslatmasıdır.

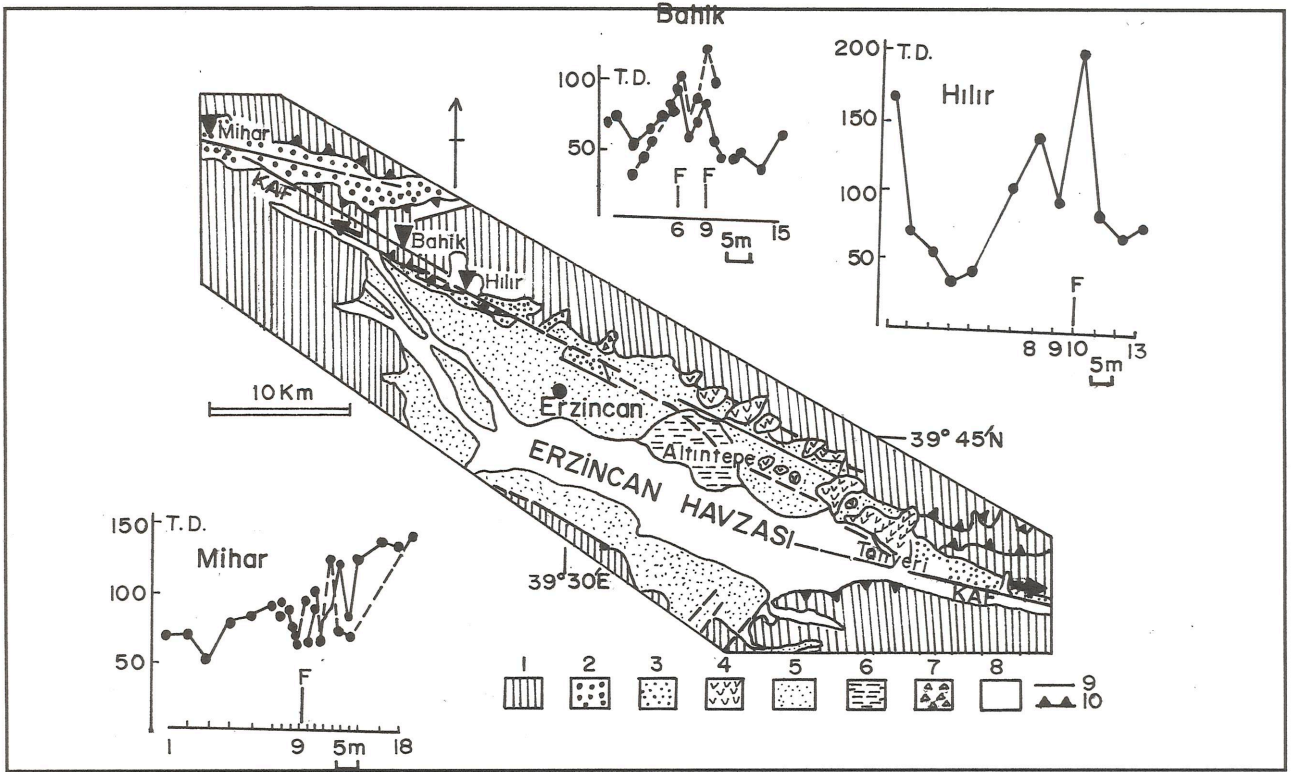
4. KAPAKLI - İSMETPAŞA - YENİCE BÖLGESİ

4.1. JEOLJİK VE SİSMOLOJİK KONUM

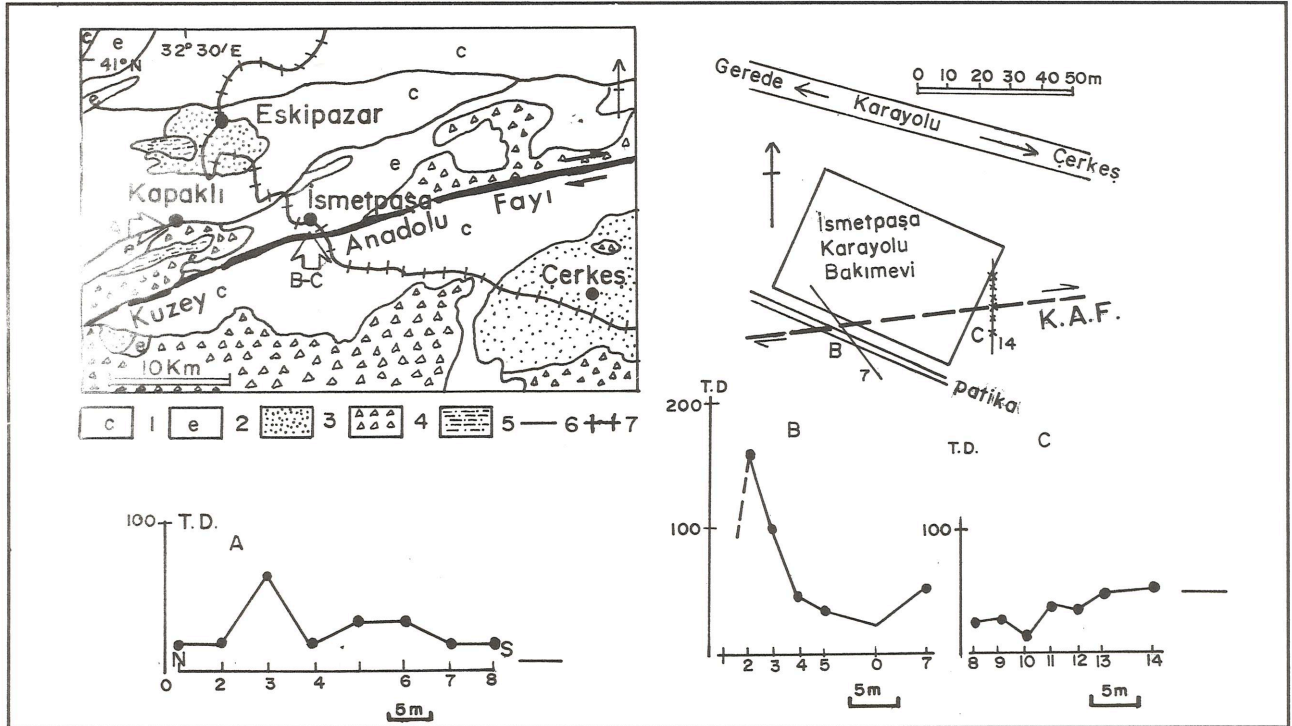
Bölgede 1. Şubat 1944 tarihinde meydana gelen, Richter ölçeğine göre yaklaşık 7.4 büyüklüğünde olan Bolu- Gerede depreminin yüzey kırıkları üzerinde ölçümler yapılmıştır. Sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay



Şekil 2. Alpha izi (radon gazı) ölçümlerinde filmlerin yeraltına yerleştirilmesi ilkelerini gösteren şema.



Şekil 3. Erzincan yöresinin basitleştirilmiş jeoloji haritası ve bölgede yapılan alpha izi (radon gazı) ölçüm sonuçları. 1: Neojen öncesi temel kayalar, 2: Pliyosen yaşlı sedimanter kayalar, 3: Pliyosen-Pleyistosen yaşlı sedimanter kayalar, 4: Kuvaterner yaşlı volkanik kayalar, 5: Yelpaze çökelleri, 6: Tuzlu playa, 7: Moloz akması, 8: Alüvyon, 9: Doğrultu atımlı fay, 10: Bindirme T.D.: İz yoğunluğu, F: Fay. Grafiğin yatay eksenini ölçüm yapılan noktaları gösterir. Grafiklerdeki sürekli çizgiler 1983, kesik çizgiler 1984 ölçümlerine aittir.



Şekil 4. Kapaklı-İsmetpaşa yöresinin basitleştirilmiş jeoloji haritası ve bölgede yapılan alpha izi (radon gazı) ölçüm sonuçları. 1: (Jura)-Kretase yaşlı kayalar, 2: Eosen yaşlı kayalar, 3: Geç Miyosen yaşlı sedimanter kayalar, 4: Geç Miyosen yaşlı volkanik kayalar, 5: Kuvaterner yaşlı çökeller, 6: Fay, 7: Demiryolu.

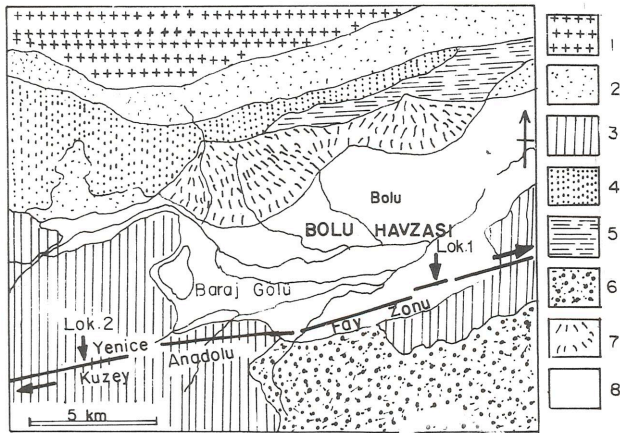
olan bu deprem fayının toplam uzunluğu yaklaşık 160 - 190 km'dir. Yatay atımı 350 - 360 cm, düşey atımı ise 100 cm olan fayın kuzey bloğunun düştüğü gözlenmiştir. (Ketin, 1948; Ambraseys, 1970; Dewey, 1976; Toksöz ve diğ., 1979).

Kapaklı mevkiinde, fayın kuzeyinde Permiyen - Jura yaşlı kireçtaşı blokları içeren Eosen öncesi melanj, Eosen yaşlı türbiditler, Miyosen yaşlı konglomera ve volkaniklerle uyumsuz olarak örtülmüştür. Fayın güneyinde ise, Kretase kireçtaşları ve geç Miyosen yaşlı volkanik kayalar bulunur (Şek.4).

Kapaklı'nın 10 km. doğusundaki İsmetpaşa'da krip hareketi gözlenmektedir (Ambraseys, 1970). Sağ yönde gerçekleşen hareketin ortalama kayma oranı, 1969 yılından beri elde edilmekte olan aletsel verilere göre 1 cm/yıl olarak saptanmıştır. (Aytun, 1980). İsmetpaşa civarında Holosen yaşlı çökeller yaygın olduğu için fayın fizyografik özellikleri açıkça belli değildir.

Bolu'nun güneybatısında, Mudurnu yolu üzerinde yer alan Yenice köyünün güneyindeki düzlük, bölgede fayın çok iyi izlenebildiği yerlerden biridir. Kuzey Anadolu Fayı boyunca yer alan dağarası havzalardan biri olan Bolu havzasını güney kıyısı boyunca kesen 1944 deprem fayı, kaplıcaların hemen yakın doğusunda yer alan, morfolojik olarak uzamış tepe olarak adlandırılabilir Üçtepeler'i (Şek.5. lok.1) keserek Yenice'ye (Şek.5. lok.2) doğru uzanır. Bölge 1944 ve 1957 depremlerinden etkilenmiştir. Dolayısıyla her iki deprem sırasında oluşan kırıklar bölgede olasılıkla üstüste gelmektedir. (F. Şaroğlu, sözlü görüşme).

Ölçüm yapılan alanda fayın güney kıyısı boyunca uzanan alçak yükselti, muhtemelen, faylanmanın düşey artımı sonucu oluşmuştur.



Şekil 5. Bolu havzasının ve çevresinin basitleştirilmiş jeoloji haritası. 1: Metamorfik temel, 2: Devoniyen yaşlı kayalar, 3: Jura-Üst Kretase yaşlı kayalar, 4: Üst Kretase filizi, 5: Eosen filizi, 6: Kuvaterner yaşlı tüf, aglomera ve andezitik lav, 7: Holosen yaşlı yelpaze çökelleri, 8: Holosen yaşlı çökeller.

4.2. ALPHA İZİ ÖLÇÜMLERİ

Kapaklı'da Kuzey Anadolu Fayı üzerinde yer alan küçük bir sırt sağ yanal olarak ötelenmiştir. 1983 Ağustos ayında bölgede yapılan ölçüm bu fay üzerinde ve MTA tarafından kurulmuş olan kripmetrenin hemen yanında gerçekleştirilmiştir. İz yoğunluğu fayın geçtiği 3 numaralı ölçüm noktasında maksimum düzeydedir (Şekil 4A)

İsmetpaşa'da alpha izi ölçümleri krip olayının gözlemlendiği Karayolları Bakımevi'nin duvarları yakınında iki hat üzerinde gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonunda iz yoğunluğunun beklenenden az olduğu ve belirgin bir artış (peak) yapmadığı gözlenmiştir (Şekil 4B ve 4C)

Yenice'de uzun ve kısa süreli ölçümler yapılmıştır. 1985 yılında gerçekleştirilen kısa süreli ölçümde fay izinin 15 numaralı noktadan geçtiği saptanmıştır (Şek.6A). Temmuz 1986- Ağustos 1987 ayları arasında gerçekleştirilen uzun süreli ölçümlerde ise fayın depremselliği açısından önemli bir yorum yapılacak sonuca ulaşılamamıştır. Bölgede belirgin bir artış (peak) gözlenmiştir (Şek.6B).

5. MEKECE BÖLGESİ

5.1. JEOLojİK VE SİSMOLOJİK KONUM

Kuzey Anadolu Fayı, Marmara Bölgesinde çöküntü havzalarıyla belirlenen bir kaç kola ayrılır. Bunlar, kuzeyde Sapanca Gölü üzerinden İzmit Körfezi'ne ve Marmara Denizi'ne doğru uzanan hat, güneyde Bursa üzerinden geçen hat ve bu ikisinin arasında çizgisel bir çöküntü boyunca Pamukova havzası, Mekece, İznik Gölü ve Gemlik Körfezi üzerinden Marmara Denizi'ne ulaşan hattır (Şekil 7). 1967 yılından beri bu hat üzerinde büyük bir hareket gözlenmediği için sismik boşluk olarak değerlendirilebilir.

Armutlu yarımadasında, Miyosen kireçtaşları ile karasal konglomera ve kumtaşlarından oluşan Pliyosen - Pleyistosen formasyonları Tersiyer öncesi birimleri uyumsuz olarak örter. Yelpaze çökelleri, akarsu çökelleri gibi Holosen yaşlı birimler ve gölsel çökeller bölgeyi yaygın olarak kaplar ve bu hattaki aktif faylanmayı belirsizleştirir (Kato, 1988).

5.2. ALPHA İZ ÖLÇÜMLERİ

Bölgedeki alpha iz ölçümleri ilk olarak Ağustos 1985'te, Geyve ile İznik arasında yer alan Şekil 7'de gösterilen alanda kısa süreli ölçüm yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Ölçümde kullanılan kaplar, bölgede yer alan gölcüğün 200 metre doğusunda K - G uzanımlı bir hat boyunca dizilmişlerdir. Daha sonra, aynı alanda, uzun süreli ölçüm yöntemiyle de ölçümler yapılmıştır. Temmuz 1986'da başlatılan ve bir yıl sürmesi planlanan ölçümler, Ocak 1987'de ölçümde kullanılan boruların

yol yapımı nedeniyle tahrip edilmesi dolayısıyla ancak altı ay sürdürebilmiştir. Her ay değiştirilen filmlerle alpha izi yoğunluğunun mevsimsel değişikliği gözlenmeye çalışılmıştır.

Kısa süreli ölçüm yöntemiyle yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar Şekil 8A'da gösterilmiştir. Fayın iki küçük segmentinin geçtiği anlaşılan iki noktada, 2 ve 22 numaralı kaplarda, artış (peak) çok belirgindir. Ayrıca bölgedeki iz yoğunluğunun ölçüm yapılan diğer yerlere göre aşırı yüksek olması (100 ile 900 arasında) dikkat çekicidir.

Uzun süreli ölçüm yöntemiyle yapılan ölçümlerin sonucu ise Şekil 8B'de gösterilmiştir. İz yoğunluğu bu ölçümlerde 1500'e kadar yükselmiştir.

6. TARTIŞMA

1939 depremi fayının segmentlerinden biri olan Mihar segmentinde, fay izinin hemen yanında yer alan 9 ve 10 numaralı ölçüm noktalarında iz yoğunluğunun düşük olması, kapların sulama için açılmış kanalların kenarlarındaki tümseklere yerleştirilmiş olmasıyla açıklanabilir. Arazinin tarım için işlenmiş olması radon gazı çıkışı rejimini değiştirmiştir. Genel olarak, iz yoğunluğu kuzeyden güneye, özellikle 11 ve 18 numaralı ölçüm noktaları arasında düzensiz olarak artmaktadır. Ölçüm aktif faylanma sonucu oluşan hafif eğimli bir alanda yapılmıştır. Fayın güney bloku depremler süresince birkaç metre yükselmiştir. Mihar segmenti esas atımının sağ yönlü olmasına karşın, yüksek açılı bir ters fay görünümündedir. Ölçüm yapılan hat boyunca gözlenen düzensiz artış buna bağlanabilir. 1984 yılında yapılan ölçümden de benzer bir sonuç elde edilmiştir.

Bahik segmentinde, 1983 yılında yapılan ilk ölçümlerde iki yerde, ana fayın geçtiği 6 numaralı ölçüm noktasında ve ikincil bir fayın geçtiği 9 numaralı ölçüm noktasında en yüksek değerler elde edilmiştir. Bir kaç metre doğuda, yine ana fay üzerindeki bir kuru dere

yapılan ölçümde de 6 numaralı ölçüm noktasında alınana çok yakın bir değer elde edilmiştir. 1984 yılında aynı yerde yapılan ölçümlerden yine aynı sonuçların elde edilmesi, ölçümlerin sağlıklı olması ve tekrarlanabilirliği açısından dikkate değer bir noktadır.

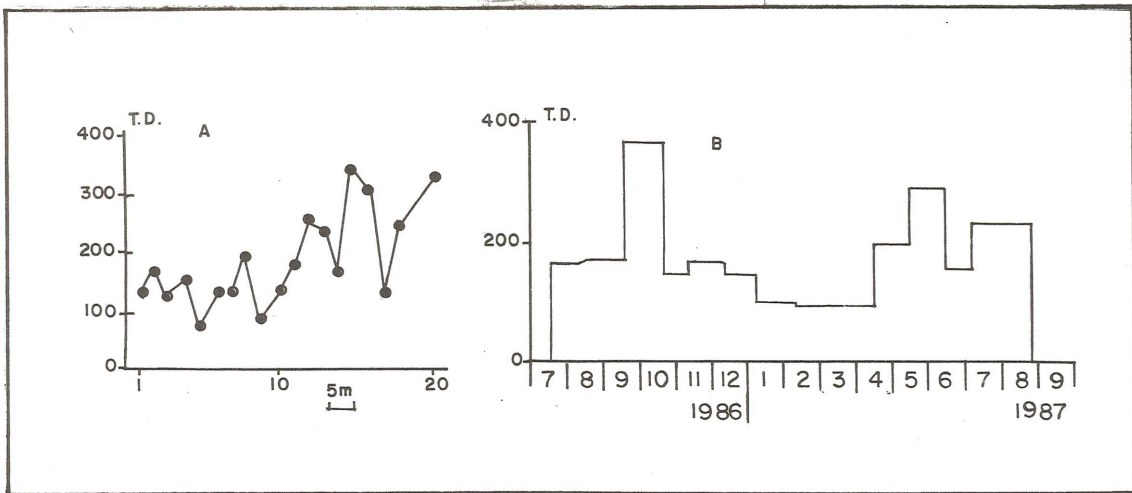
Hıdır segmentindeki ölçümlerde en yüksek değer fayın geçtiği tahmin edilen 10 numaralı ölçüm noktasında elde edilmiştir. 9 numaralı noktadan göreceli olarak düşük değer elde edilmesinin nedeni ise filmin ıslanmış olmasıdır. 1 numaralı ölçüm noktasından yüksek bir değer elde edilmesi konusunda yorum yapmak zor olmakla beraber, buradan ikincil bir fayın geçtiği söylenebilir.

Kuzey Anadolu Fayı üzerinde kripi izlenen bir yer olarak, İsmetpaşa'daki ölçümlerden anlamlı bir sonuç elde edilememiştir. Bunun ölçüm şartlarının elverişsiz olmasından kaynaklandığı sanılmaktadır. Filmlerin yerleştirildiği alanı daha sonra su basması sonucu oluşan su birikintilerinin gaz çıkışını engellemesi ve yüzeyi yapay olarak sertleştirilmesi ölçümleri olumsuz yönde etkilemiştir.

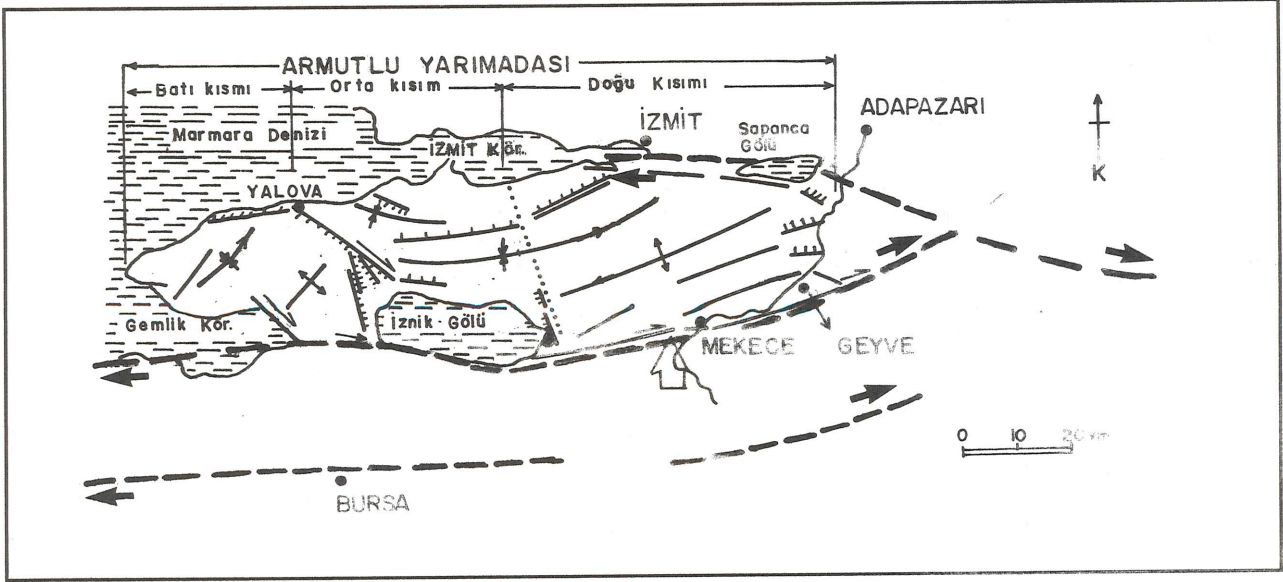
Aynı şekilde, yine kripi olayının sözkonusu olduğu Kapaklı'da da iyi sonuç elde edilememiştir.

Yenice'de, kısa süreli ölçüm yöntemiyle elde edilen değerler geniş bir menzile yayılmaktadır. Bunun sebebi fay segmentinin burada kırıklara ayrılarak geniş bir alana yayılmasıdır. 15 numaralı ölçüm noktasındaki yüksek değer ise yeraltı suyunun radon konsantrasyonunu fay boyunca gözlenen ezilme zonu içinde belirli bir yerde artırmasıyla açıklanabilir. Uzun süreli ölçüm yöntemiyle yapılan ölçüm sonuçları iz yoğunluğu ve hava sıcaklığı arasındaki ilişkiyi açıklaması bakımından önem taşır. Grafikte izlenebileceği gibi iz yoğunluğu kış aylarında düşük, yaz aylarında yüksektir.

Mekece'de kısa süreli ölçüm yöntemiyle yapılan ölçümlerde fay segmentlerinin geçtiği iki noktada, özellikle 2 numaralı ölçüm noktasında, iz



Şekil 6. Yenice (Şek. 5, Lok.2)'de yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar. A: Kısa süreli ölçüm sonuçları, B: Uzun süreli ölçüm sonuçları.

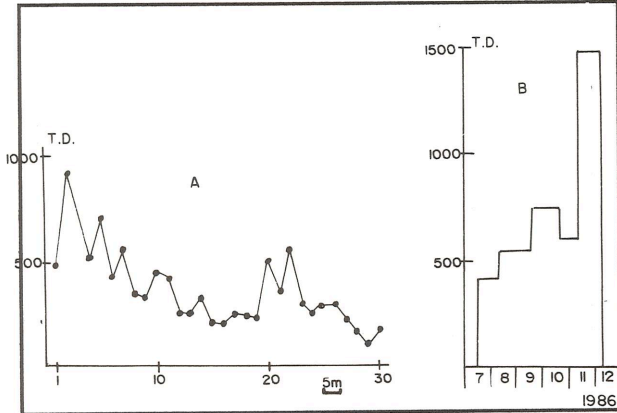


Şekil 7. Armutlu yarımadasının basitleştirilmiş yapısal haritası (Erendil ve diğ., 1988'den sadeleştirerek). kalın çizgiler Kuzey Anadolu Fayı'nın kollarını, beyaz ok ölçüm yerini gösterir.

yoğunluğunun yüksek olduğu gözlenmiştir. Yakındaki gölcüğün toprak gazlarını artırıcı etkisinin dikkate alınmasına rağmen, bölgede aşırı derecede radon konsantrasyonu olması dikkat çekicidir. Uzun süreli ölçüm yöntemiyle yapılan ölçümlerde de aynı sonuç elde edilmiştir. Dahası, bu yöntemle yapılan ölçümlerde kış aylarında en yüksek değerin elde edilmesi çarpıcı bir gözlemdir. Bu bölgeyi etkileyen tarihsel deprem kayıtlarına rastlanamamış olmasına rağmen, jeomorfolojik özellikleri bölgenin Kuzey Anadolu Fayı zonundaki en aktif bölgelerden biri olduğunu gösterir. Dolayısıyla elde edilen verilerin bölgede yakın gelecekte deprem olasılığına işaret ettiği söylenebilir.

7. SONUÇLAR

Kısa süreli ölçüm yöntemiyle gerçekleştirilen alpha iz ölçümleri aktif fayların yanısıra jeolojik fayların or-



Şekil 8. Mekece'de yapılan alpha izi (radon gazı) ölçüm sonuçları. A: Kısa süreli ölçüm sonuçları, B: Uzun süreli ölçüm sonuçları.

taya çıkartılmasında da faydalanılan bir yöntemdir. Ölçümlerin tekrar edilebilirliği hava koşullarının, özellikle ısının benzer olması şartına bağlıdır. Bu yöntemle yapılacak ölçümlerin yaz aylarına rastlatılması tercih edilir.

Kuzey Anadolu Fay zonunun Geyve- İznik-Gemlik Körfezi'nden geçen kolundaki sismik boşluk alanında, Mekece bölgesinde, temel kayanın az radon içermesine karşın oldukça yüksek alpha izi yoğunluğu elde edilmiştir. Aynı alanda yapılan uzun süreli ölçüm yöntemiyle, kış aylarında bile, yüksek değerler elde edilmiştir. Fayın bu kolu fizyografik olarak aktiftir ve bu bölgeyi etkileyen tarihsel deprem kayıtlarına rastlanamamıştır. Bu gerçekler fayın yakın gelecekte hareket edebileceğini gösterir. Dolayısıyla bu bölgede belirli yerlerde uzun süreli ölçüm yöntemi ile alpha izi ölçümlerine devam edilmelidir. Fakat, deprem oluşumu ve fay aktivitesi değerlendirmeleri yapılırken, aktif ve hatta aktif olmayan bazı fayların deniz, göl ve gölcük kenarlarındaki ölçümlerde yüksek değerler verdiği gözönünde bulundurularak yeraltı suyu etkisi dikkate alınmalıdır.

Değişik faylar arasında iz yoğunluğu açısından karşılaştırma yapılırken, faylar boyuca yükselecek olan radon gazı kaynağının aynı olması için taban kaya ve örtünün aynı veya benzer özelliklerde olmasına dikkat edilmelidir. Ancak böylece alpha izi yoğunluğu fay aktivitesi olup olmayacağı konusunda yol gösterici olabilir.

Uzun süreli ölçüm yöntemiyle yapılan ölçümler ısıya bağlı olarak mevsimsel değişiklikler gösterir. Fayın aktivitesinin değerlendirilmesi için radon gazı ölçümünün bu yöntemle bir kaç yıl sürdürülmesi gerekir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, MTA Genel Müdürlüğü ile Geological Survey of Japan arasında yürütülen "Research on earthquake faults, active faults and earthquake prediction" (1982-1984) ve "Research on Quaternary crustal movement and earthquake prediction" (1985-1987) başlıklı ortak projeler sırasında gerçekleştirilen araştırmaların bir bölümüdür. Bu projeler International Research and Development Cooperation Division, AIST, MITI (Japonya) tarafından organize edilen "The Institute for Transfer of Industrial Technology (ITIT)" projeleri olarak gerçekleştirilmiştir.

Yazarlar, her iki kuruluşta çalışmalara emeği geçen ilgililere teşekkürü borç bilirler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ambraseys, N.N. (1970), Some characteristic features of the N. Anatolian Fault Zone: Tectonophysics, vol. 9, p. 143-165.
- Aytun, A. (1980), Creep measurements in the İsmetpaşa region of the North Anatolian Fault Zone: In İsıkara, A. M. and Vogel, A. (eds.), Multidisciplinary approach to earthquake prediction, Friedr. Vieweg and Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, p. 279-292.
- Dewey, J.F. (1976), Seismicity of Northern Anatolia: Bull. Seismol. Am., vol.66, p.843-868.
- Erendil, M., Kuşçu, İ. ve Kato, H. (1988), Tectonics of the Armutlu Peninsula (Turkey); aspects of the western North Anatolian Fault Zone: Report of International Research and Development Cooperation, ITIT No. 8513 Ed. Geol. Surv. Japan, p. 59-65.
- Friedmann, H. Ariç, K., King, C.Y., Çakmak, İ.T., Sav. H. ve Altay, C., 1988 Radon measurements for earthquake prediction along the North Anatolian Fault Zone: A progress report: Tectonophysics, vol. 152, No: 3-4, pp. 209-214.
- Kato, H. (1984), Earthquake faults along the eastern part of the North Anatolian Fault (Turkey): Jour. Geogr., vol.95, p. 77-93. (Japonca)
- Kato, H., (1986) Notes on the earthquakes active faults in the North Anatolia (Turkey): Chishitsu News no: 387 p: 38-53 (Japonca)
- Kato, H., Barka, A.A., Katoh, K ve Kuşçu, İ. (1985). Some results of the alpha track measurements on faults in northern Turkey: Report of International Research and Development Cooperation, ITIT Project No. 8212, Ed. Geol. Surv. Japan, p. 53-69.
- Kato, H. (1988), Some remarks on geologic and tectonic features of the western part of the north Anatolian Fault, northwestern Turkey: Report of International Research and Development Cooperation, ITIT Project No. 8513, Ed. Geol. Surv. Japan, p. 1-16.
- Kato, H., Katoh, K., Kuşçu, İ. ve Tsukuda, E. (1988), Alpha track measurements in the western part of North Anatolian Fault: Report of International Research and Development Cooperation ITIT Project No. 8513, Ed. Geol. Surv. Japan, p.30-34.
- Ketin, İ. (1948), Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums: Geol. Rundschau, vol. 36, p.77-83.
- King, C. (1980), Episodic radon changes in subsurface soil gas along active faults and possible relation to earthquakes: Jour. geophys. Res., vol. 85, 3065-3078.
- Toksöz, M.N. Şakal, A.F. ve Michael, A.J. (1979), Space-time migration of earthquakes along the North Anatolian Fault Zone and seismic gaps: Pageoph., vol. 117, p. 1258-1270.