



SEYFE FAY ZONUNA AİT KİL MİNERALLERİNİN YAŞI, PETROGRAFİSİ VE KİNEMATİĞİ: ORTA ANADOLU, TÜRKİYE

Mehmet Furkan ŞENER¹ (0000-0002-7362-2738)

Mehmet ŞENER² (0000-0001-9284-673X)

Muhammed Zeynel ÖZTÜRK¹ (0000-0002-9834-7680)

¹Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 51240, Niğde, Türkiye

²Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51240, Niğde, Türkiye

Geliş / Received: 14.11.2018

Kabul / Accepted: 21.12.2018

ÖZ

Çalışma alanı Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı (OAKK) içerisinde Seyfe Fay Zonu (SFZ) ve uzantısı olan Boğazlıyan Fayı üzerinde yer almaktadır. SFZ, Orta Anadolu'daki en önemli bölgesel ölçekli fay sistemlerinden birini temsil etmekte ve Neo-Tetis'in kapanması sırasında ortaya çıkan çarpışma olaylarının kayıtlarını bulundurmaktadır. SFZ, BKB-DGD doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı faylardan oluşmaktadır. Tüm kaya ve kil XRD ile eser element verileri illitlerin derin tektonik aktivite esnasında yüzeye ulaşan hidrotermal sulardan çökeldiğini göstermektedir. Bu akışkanlar, sıg kırılğan deformasyon bölgeleri boyunca yüzeye doğru göç etmiştir. Farklı kataklastik zonlardaki (1266, 1276 ve 1488 m) illitlerden yapılan Rb-Sr jeokronolojisi aktivitenin yaşını $21,4 \pm 0,57$ My olarak göstermiştir. Buna göre SFZ, Erken Miyosen'e kadar uzanır ve bu da hem göreceli yaşlarla hem de OAKK içerisindeki yapılan önceki çalışmalarda önerilen yaş verileri ile tutarlıdır. Muhtemel bir bindirme zonuna ait olan 1266 m ve 1276 m örnekleri Burdigaliyen dönemi olarak kabul edilen Paleotetisin kapanmasının ve Neotetisin başlangıcının OAKK içerisinde yaklaşık 21 my önce gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: Seyfe Fay Zonu, Boğazlıyan Fayı, Jeokronoloji, Rb-Sr, Orta Anadolu

AGE, PETROGRAPHY AND KINEMATICS OF CLAY MINERALS OF SEYFE FAULT ZONE: CENTRAL ANATOLIA, TURKEY

ABSTRACT

The study area is located on the Seyfe Fault Zone (SFZ) and Boğazlıyan Fault which is thought to be extension of Seyfe Fault Zone in Central Anatolian Crystalline Complex (CACC). The SFZ represents one of the most important regional-scale fault systems in Central Anatolia and has records the collision events that occurred during the closure of Neo-Tethys. The SFZ consists of WNW-ESE oriented dextral strike-slip faults. Whole rock and clay XRD and trace element data show that clay minerals collapse from hydrothermal water reaching the surface during deep tectonic activity. These fluids are migrated upward along shallow fragile deformation zones. The age of Rb-Sr geochronology of three different cataclastic zones as 1266, 1276 and 1488 m, showed the age of activity as 21.4 ± 0.57 Ma. According to this, the SFZ extends to the early Miocene and is consistent with both the relative age and the age data suggested in previous studies conducted within the CACC. Samples of 1266 m and 1276 m belonging to a possible thrust zone reveal that the closure of Palaeotethys and the beginning

*Corresponding author / Sorumlu yazar Tel: 0 388 225 24 10 Email: mehmetfurkansener@hotmail.com

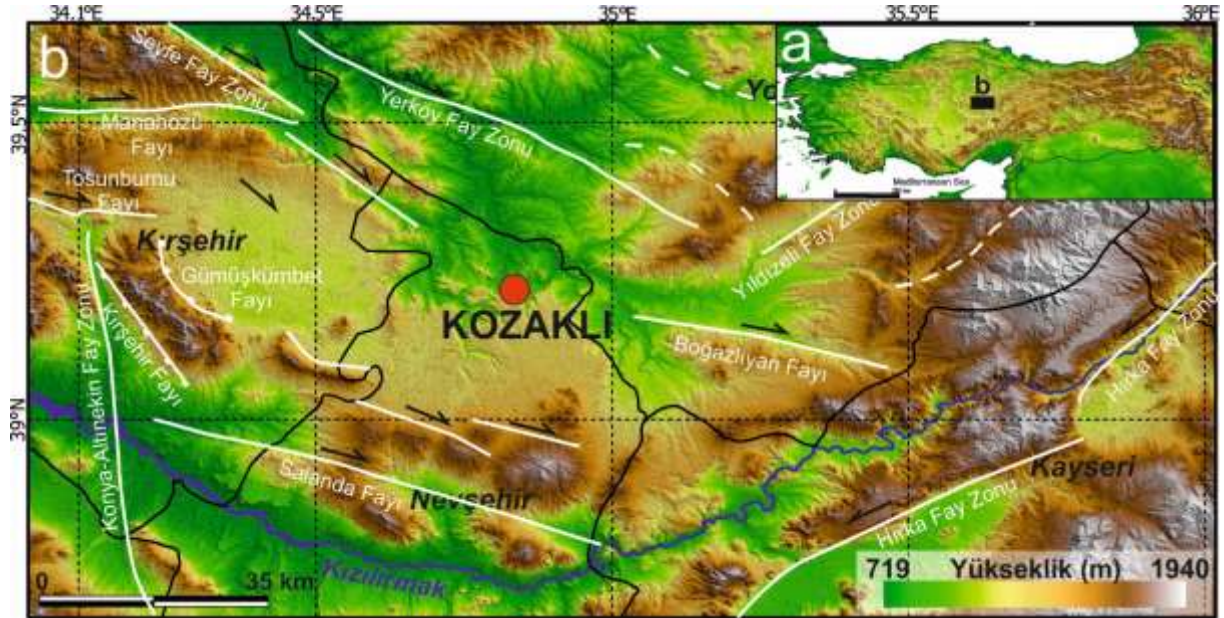
M. F. ŞENER, M. ŞENER, M. Z. ÖZTÜRK

of Neotethys, which is accepted as Burdigalian period, occurred around 21 Ma ago in the Central Anatolian Crystalline Complex.

Keywords: Seyfe Fault Zone, Boğazlıyan Fault, Geochronology, Rb-Sr, Central Anatolia

1. GİRİŞ

Sıkışma tektoniğinin etkisi altında olan Anadolu Plakası Kuzey Anadolu Fayı ve Doğu Anadolu Fayı gibi kıtasal transform faylar boyunca Geç Pliyosen'den beri Akdeniz'e doğru BGB yönlü kaçmaktadır. Anadolu Plakası'nın batı yarısı, iyi gelişmiş bir dizi D-B, KB ve KD yönlü horst graben yapıları ve genişleme tektoniği ile karakterize edilmektedir [1;2;3;4;5;6]. Buna karşın Anadolu Plakası'nın orta yarısı, bir dizi aktif, kıta içi, sağ ve sol yanallı doğrultu atımlı faylar ve bunlara bağlı çek-ayır havzalar tarafından kontrol edilmektedir. Bunlar Salanda Fayı, Seyfe Fay Zonu, Boğazlıyan Fayı, Yerköy Fay Zonu, Tuz Gölü Fay Zonu, Göksu-Yazyurdu Fay Zonu, Malatya-Ovacık Fay Zonu, Orta Anadolu Fay Zonu ve Ecemiş Fay Zonu'dur (Şekil 1). Yapılan çalışmalara göre hem Tuzgölü Fay Zonu hem de Ecemiş Fay Zonu, Orta Anadolu'daki neotektonik süreçlerin kontrol edilmesinde önemli bir rol oynamış ve OAKK içerisinde gelişen tektonik yapılar bu iki ana fay sistemine paralel gelişmiştir [7] (Şekil 1). Bu çalışmanın ana konusu Seyfe Fay Zonu ve onun uzantısı olan Boğazlıyan Fayı üzerinde (Kozaklı'da) açılan bir jeotermal sondajdan derlenen numunelerden elde edilen kil minerallerini yaşlandırmak ve elde edilen veriler ile alanın tektonik geçmişi katkı sağlamaktır.



Şekil 1. (a) Çalışma alanının lokasyonu ve (b) sondaj alınının yeri ve çalışma alanında bulunan tektonik yapılar.

2. BÖLGESEL JEOLJİ

Türkiye birkaç ana kıtasal parça ve suture bölgelerinin varlığı ile karakterize edilen Avrasya ve Arap/Afrika levhaları arasındaki sınırda yer almaktadır. Türkiye'nin güneydoğusundaki suture zonu boyunca Afrika ve Arap levhalarıyla Avrasya plakasının çarpışması, Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay bölgeleri boyunca güneybatıya hareket eden Anadolu mikro plakasını oluşturmuştur [8;9]. Çalışma alanı, İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zonu ve İnter-Torid suture olarak da bilinen Neo-Tetis Okyanusunun kuzey kolunun kalıntıları ile sınırlanan Kırşehir Bloğu'nda yer almaktadır [10;11;12]. Kırşehir Bloğu; Geç Mesozoyik ve Senozoyik metamorfik kayalar, ofiyolitik birimler, granitoid intrüzyonları ve tortul kayalardan oluşmaktadır. Kırşehir Bloğu'nun kristalin kayaları, Orta Anadolu Kristal Karmaşığı olarak adlandırılır [13] ve ayrıca Akdağmadeni ve Niğde Masifi olarak da bilinir. Gnays, amfibolit, mermer ve şistlerden oluşan metamorfik kayalar, Kırşehir Bloğunun en eski tektonostratigrafik birimleridir. Yapılan çalışmalarda metamorfizmanın en geç yaşı Geç Kretase (91-84 My) olarak belirlenmiştir [14]. Bu metamorfik birimler, melanaj ve bir yay önü prizma olarak ortaya çıkan Orta Anadolu Ofiyolitleri tarafından örtülür [13]. Ofiyolitler için yaş verileri sınırlıdır [15]. Metamorfik ve ofiyolitik birimler 54 My ile 110 My arasında değişen granitoidler tarafından kesilmiştir [16;

SEYFE FAY ZONUNA AİT KİL MİNERALLERİNİN YAŞI, PETROGRAFİSİ VE KİNEMATİĞİ: ORTA ANADOLU, TÜRKİYE

17; 18; 19]. Orta Anadolu'nun temelini oluşturan kristalen kayalar, Ulukışla Havzası, Tuzgolü Havzası, Haymana Havzası, Çankırı Havzası, Yozgat-Sorgun Havzası, Sivas Havzası ve Kızılırmak Havzası gibi çeşitli havzalardan gelen tortul kayalarla kaplıdır. Bu havzalardaki sediment birikiminin çoğunluğu Tersiyer döneminde meydana gelmişken, bazı havzalarda sedimantasyon Maastrichtiyen'de başlamıştır [11; 20; 21; 22]. Bu birimler üzerine yaşı 1.5 My ile 13.7 My arasında değişen Kapadokya volkanizmasına ait volkanik birimler gelmekte ve en üst birimi ise güncel alüvyonlar oluşturmaktadır.

3. YAPISAL JEOLJİ**3.1. Seyfe Fay Zonu**

İlk olarak Koçyiğit [23] tarafından tanımlanan Seyfe Fay Zonu çalışma alanının kuzeybatısında Taşkovan'dan başlayan ve Seyfe gölü çöküntüsünü sınırlayan birbirine paralel olarak uzanan faylardan oluşmaktadır (Şekil 1). Seyfe Fay Zonu 1-20 km genişliğinde, 165 km uzunluğunda ve KB-GD uzanımlı sağ yanal doğrultu atımlı faylardan oluşmaktadır. Fay zonunu oluşturan ana segmentleri Akpınar, Manzhözü, Yerköprü, Tosunburnu, Çoğun, Boztepe ve Gümüşkümbet faylarıdır. Çalışma alanı kuzeybatısında, Taşkovan köyü ile Akpınar ilçesi arasında, KB-GD yönlü, sağ yanal doğrultu atımlı Akpınar Fayı yer alır. Akpınar ilçesinin kuzeydoğusunda Manahözü deresi boyunca, BKB-DGD yönlü, sağ yanal doğrultu atımlı Manahözü Fayı yer alır. Ancak bu fayın Seyfe Fay Zonu ile olan ilişkisi net değildir. Bu fay daha çok çalışma alanının daha kuzeyinde yer alan Yerköy Fayı ile ilişkilidir. Akpınar ve İsaahocacı ilçelerinin doğusundan başlayan ve Tosunburnu köyü ile Çoğun köylerine kadar uzanan, birbirine koşut KB-GD uzanımlı Tosunburnu ve Çoğun fayları yer alır. Seyfe Gölü çöküntü alanını sınırlayan ve Boztepe ilçesinin batısında KB-GD uzanımlı, sağ yanal doğrultu atımlı ve normal bileşeni ile karakterize olan Boztepe Fayı bulunur. Boztepe ilçesinin güneybatısında ise KB-GD gidişli eğim atımlı normal fay karakterinde Gümüşkümbet Fayı yer alır.

3.2. Boğazlıyan Fayı

Orta Anadolu Kristalen karmaşığı içerisindeki neotektonik yapılardan biride KB-gidişli sağ yanal doğrultu atımlı Boğazlıyan Fayı'dır. Boğazlıyan Fayı literatürde Akdağmadeni-Boğazlıyan Fayı olarak da bilinmektedir [7]. Boğazlıyan fayı boyunca uzanan doğrusal vadiler, basamak izleri, KD-GB doğrultulu faylar boyunca küçük sol yanal kaymalar, çalışma alanı çevresinde eşlenik faylarının kesişiminde oluşan Kuvaterner volkanizması ve fay hatları boyunca gözlenen sıcak su çıkışları (Sorgun, Boğazlıyan, Sarıkaya vb.) hepsi bu fay sisteminin karakteristik özellikleridir.

4. YÖNTEM**4.1. Petrografik analiz**

Seyfe Fay Zonu ve Boğazlıyan Fayı üzerinde jeotermal amaçlı açılan yaklaşık 1488 metrelik sondaj kuyusundan 10 m aralıklarla numune alınmıştır. Faylanmaya bağlı veya hidrotermal akışkanların taşıdığı killerden oluşan bu numunelerden tüm kaya XRD analizi yapılmış ve içerisinde kil minerali olduğu belirlenen numunelerden kil XRD analizi yapılmıştır. Yapılan tüm kaya XRD analizi sonucunda içerisinde illit minerali bulunan 1266, 1276 ve 1488 m derinliğe ait numunelerden <2, 2-1, <1, 1-0.5, <0.5, 0.5-0.2, <0.2 boyutlarında kil XRD analizi yapılarak illitlerin saf olup olmadıkları belirlenmiştir. XRD analizleri, Bruker Advance MK III X-Ray difraktometre cihazı ile Bragg-Brentano geometrisi ve CuK α radyasyonu ile 40 kV ve 30 mA'da 1°2 θ /dak ve 0.05° tarama hızında gerçekleştirilmiştir. Tüm kayaç analizi yapılan numunelerden içerisinde kil minerali olduğu tespit edilen numuneler kil XRD analizi için ayrılmıştır. Herhangi bir kirlenme olmaması için, numuneler santrifüjle ayrılmış ve XRD ile titiz bir şekilde analiz edilmiştir. Mekanik ayrışma ile önceden kayaçlarda oluşan illit-muskovit ile kirlilik gösteren numuneler analizden çıkarılmış veya daha ince mikron fraksiyonlarına ayrılmıştır. Hava ile kurutulmuş numunelerin XRD analizini takiben, numuneler bir gece boyunca 30-40°C'de bir etilen-glikol havuzuna yerleştirilmiş ve etilen glikole doyan numunelerden tekrar XRD analizi yapılmıştır. İllit-smektit karma tabakalı killerdeki illit içeriğini belirlemek için, diferansiyel \pm teta ($\Delta 2\theta$) yöntemi, yaklaşık \pm % 5 analitik bir hata ile hesaplanmıştır.

4.2. Rb-Sr Metodolojisi

M. F. ŞENER, M. ŞENER, M. Z. ÖZTÜRK

Kil ayırma işlemi 15 dakika süreyle oda sıcaklığında 1 N HCl içinde damıtılmış ve kalıntı malzeme santrifüj ile ayrılmıştır. Kalıntı malzeme tekrar tekrar ultra saf su ile durulanıp, kurutulmuş ve tartılmıştır. Kil ayırma işlemi iki ayrı grupta analiz edilmiştir. İlk gruptan damıtılmış, kalıntı ve işlenmemiş numuneler HF ve HNO₃ karışımı içinde çözülmüş, ikinci grupta ise doğrudan Thermo X-serisi 1 dört kutuplu İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektrometresi (ICP-MS) ile % 0.5'den (1σ) daha iyi bir hassasiyetle ölçülmüştür. Sr ile zenginleştirilmiş kısım, katyon değişim reçineleri kullanılarak ayrılmıştır. Sr izotop oranları Queensland Üniversitesi'ndeki Radyojenik İzotop Laboratuvarı'nda bir VG Sector-54 termal iyonizasyon kütle spektrometresi üzerinde ölçülmüştür. Sr, bir tantal veya tungsten tekli filament üzerinde TaF₅ ve 0.1 N H₃PO₄ içinde yüklenmiştir. Sr izotop oranları kütle ayırımı için ⁸⁶Sr/⁸⁸Sr = 0.1194 kullanılarak düzeltilmiştir. Rb-Sr izokron yaşları ISOPLOT programı kullanılarak hesaplanmıştır.

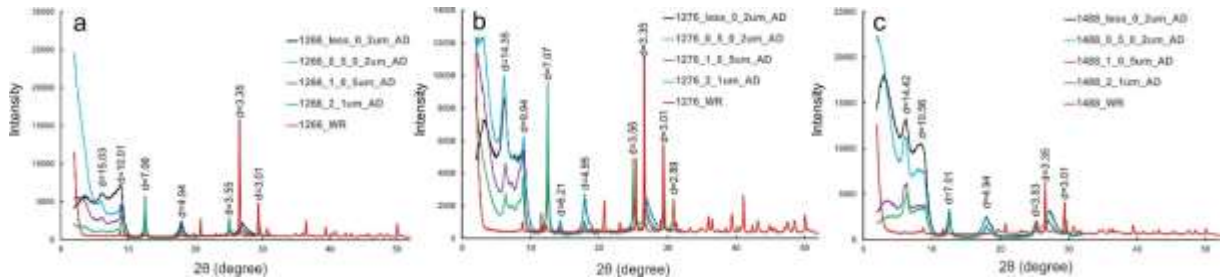
5. BULGULAR

5.1. Kinematik analiz

Seyfe Fay Zonu'nun kataklastik bölgeleri fay çizgisi, fay yüzeyleri (fay aynası), kataklastik foliasyon, makaslama kırıkları ile karakterizedir. Fay yüzeyleri ve çizikler paleostress vektörlerinin iyi göstergeleridir. Paleostress miktarını tahmin etmek için gerekli olan kayma verileri Seyfe Fay Zonu'na paralel gelişen ve benzer karakteristik özellikler sunan Savcılı Fay Zonu'ndan toplanmış ve FaultKinWin 1.1 sürümü ve Win-Tensor programları kullanılarak analiz edilmiştir [11]. Fay aynaları ve fay çizgilerinin ortalama yönelimleri sırasıyla 116°/40° ve 37°/175°'dir. Ortalama değer, Seyfe Fay Zonu'nun eğilimi ile tutarlıdır. Daralma ve uzama eksenini şekillendirme ve Bingham moment tensörü toplamı, 075.6°'lik bir eğim eksenini ve 181.7°'lik bir yatay kısaltma eksenini tanımlar [11]. Bu sonuçlar, Win-tensor programı ile elde edilen sonuçlarla tutarlıdır. Fay kayma analizleri, temel gerilme eksenlerinin, σ₁, σ₂ ve σ₃, sırasıyla, 05°/183°, 11°/274° ve 78°/069° yönlendirildiğini ortaya koymaktadır. σ₁ eksenini yataya yakın ve σ₃ eksenini 80°C'ye yakın bir dalma gösterir, bu da Seyfe Fay Zonu'nun tipik bir ters/bindirme bölgesi olduğunu gösterir.

5.2. XRD analiz sonuçları

Kil örnekleri tektonik aktiviteye bağlı olarak sıcak suların yüzeye gelirken kayaçlar arasında çökelen kil malzemesinden oluşmaktadır. Yapılan tüm kaya XRD analizinde birincil mineral olarak 3.34, 4.25, 1.81 Å değerlere sahip Kuvars minerali tespit edilmiş olup hidrotermal minerallerden ise 10.01, 3.65, 3.06, 2.56 Å değerlere sahip illit minerali ve 15.0, 5.0, 4.49 Å değerlere sahip montmorilonit gibi smektit grubu mineraller tespit edilmiştir (Şekil 2). Elde edilen kil minerallerinin kaynağı tektonik aktiviteye bağlı olarak yüzeye yükselen hidrotermal akışkanlardır. Farklı seviyelere ait numunelerin mineral bileşenlerinin ana kaynağına benzer olması bu durumla açıklanabilir. Ancak farklı seviyelerde gözlemlenen farklı alterasyon birliktelikleri dikkate alındığında bu farklılık hidrotermal akışkanın tepkimeye girdiği çevre kayaçlar ile açıklanabilir.

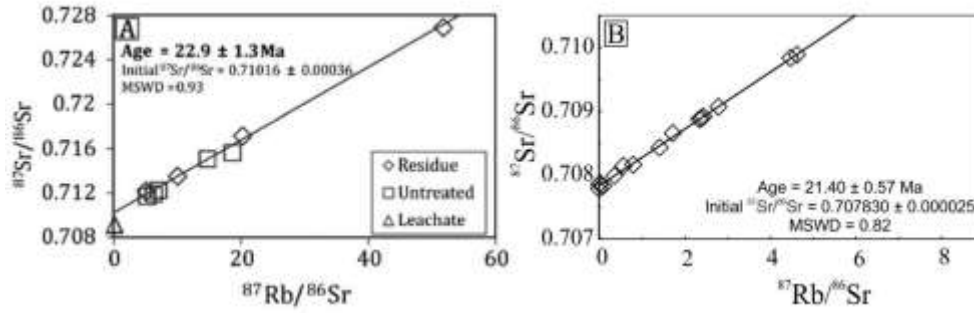


Şekil 2. Çalışma alanına ait numunelerin tüm kaya ve kil XRD grafikleri (a) 1266 m., (b) 1276 m., (c) 1488 m.

5.3. Rb-Sr Analiz Sonuçları

Çalışma alanına ait örneklerinden elde edilen kil fraksiyonlarının işlenmemiş, asitle yıkanmış ve arta kalan numunelere ait Rb-Sr verileri Şekil 3'de sunulmuştur. Numunelerin 2-1, <2, 1-0,5, <1, 0,5-0,2 ve <2 µm büyüklükteki fraksiyonları için işlenmemiş ve kalıntı numune verileri çok temiz bir lineer ilişki vermiş ve 21,4 ± 0,57 My yaş tespit edilmiştir.

SEYFE FAY ZONUNA AİT KİL MİNERALLERİNİN YAŞI, PETROGRAFİSİ VE KİNEMATİĞİ: ORTA ANADOLU, TÜRKİYE



Şekil 3. (a) Savcılı Fay Zonu'na ait fay kili örneklerinin Rb-Sr izotop eğrisi [14], (b) Çalışma alanında açılan sondajdan 1266, 1276 ve 1488 m. derinliklere ait illit örneklerinin Rb-Sr izotop eğrisi.

İlk $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranı 0.707830 ± 0.000025 , 0.708644 ve 0.708150 arasında dar bir aralıkta bulunan asitle yıkanmış bileşenlerin $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oranından daha büyüktür. Kil fraksiyonlarının dağılımı izokron hattı üzerine düşmekte buda bileşenlerin illit ile izotopik dengede olduğunu göstermektedir (Şekil 3). Ayrıca elde edilen sonuç Seyfe Fay Zonu'na paralel gelişen ve aynı fiziksel özelliklere sahip olan Savcılı Fay Zonu'nun yüzeyindeki fay killerinden elde edilen yaş verileri ile örtüşmektedir. Bu durum Burdigaliyen olarak kabul edilen Paleotetis'in kapanıp Neotetis'in başladığı dönemin Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisinde yaklaşık 21 My önce gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca yüzeydeki fay killerinden elde edilen yaş verilerinin tabandaki ile aynı olması ise bu tektonik aktivite esnasında yüzeye ulaşan hidrotermal akışkanın derinlerden yüzeye kil malzemesi taşıdığını ve fay hatları boyunca çöktüğünü göstermektedir.

6. SONUÇLAR

Bu makale, Orta Anadolu'nun yapısal ve jeokronolojik sınırları gözden geçirilip elde edilen verilerle Orta Anadolu'nun tektonik geçmişine katkı sağlamakta ve Orta Anadolu Bölgesi'nin karmaşık tektonik tarihine yeni bir bakış açısı sağlamaktadır. Bu çalışmanın sonuçları şöyle özetlenmiştir:

1. Orta Anadolu Tektonik birliği içerisinde Kırşehir Bloğu ve Tuzgölü Havzası, Miyosen'den günümüze kadar D-B yönlü genişlemeye bağlı olarak açığa çıkmakta olup Seyfe Fay Zonu ve Boğazlıyan Fayı genişleme tektoniğine bağlı KD-GB doğrultulu bir dizi fay ve çatlak sisteminden oluşmaktadır.

2. Tektonizmaya bağlı gelişen jeotermal aktivite esnasında yüzeye ulaşan akışkanın taşıdığı kil malzemesinin çökmesi sonucu elde edilen illit minerali Seyfe Fay Zonu ve Boğazlıyan Fayı'ndaki tektonik aktiviteyi belirlemek için Rb-Sr radyoizotop yaşlandırma yöntemi kullanılmıştır. Yapılan Rb-Sr tarihlendirmesi ile $21,4 \pm 0,57$ My yaş elde edilmiş olup yüzeyde fay killerinden yapılan Rb-Sr tarihlendirmesi elde edilen $22,9 \pm 1,3$ My ile örtüşmektedir. Elde edilen yaş verileri incelendiğinde Seyfe Fay Zonu ve Boğazlıyan Fayı'nın Erken Miyosen döneminde oluştuğu ortaya konulmuştur.

3. Muhtemel bir bindirme zonuna ait olan 1266 m ve 1276 m örnekleri Burdigaliyen dönemi olarak kabul edilen Paleotetis'in kapanmasının ve Neotetis'in başlangıcının Orta Anadolu Kristalen Kompleksi içerisinde yaklaşık 21 my önce gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma FEB 2016/05-BAGEP nolu proje ile Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı BAP birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] ANGELIER, J.E, DUMONT, J.E, KARAMANDERESİ, H., POISSON, A.M., ŞİMŞEK, Ş., UYSAL, Ş., "Analyses of fault mechanisms and expansion of southwestern Anatolia since the late Miocene", Tectonophysics 75(3-4), T1-T9, 1981.

- [2] KOÇYIĞIT, A., TÜRKMEÑOĞLU, A., BEYHAN, A., KAYMAKÇI, N., AKYOL, E., “Post-collisional tectonics of Eskişehir-Ankara-Çankırı segments of izmir-Ankara-Erzincan Suture Zone (IAESZ): Ankara orogenic phase”, Bull. Turk. Assoc. Pet. Geol. 6, 69-86, 1995.
- [3] WESTAWAY, R., “Block rotations in Western Turkey I. Observational evidence”, The Journal of Geophysical Research, 95, 19857-19884, 1990.
- [4] TAYMAZ, T., JACKSON, J., MCKENZIE, D., “Active tectonics of the north and central Aegean Sea”, Geophysical Journal International, 106, 433-490, 1991.
- [5] PRICE, S., SCOTT, B., “Fault-block rotations at the edge of a zone of continental extension, Southwest Turkey”, Journal of Structural Geology, 16, 381-392, 1994.
- [6] GÖRÜR, N., ŞENGÖR, A.M.C., SAKINÇ, M., TÜYSÜZ, O., AKKÖK, R., YIĞITBAŞ, E., OKTAY, F.Y., BARKA, A., SANCA, N., ECEVİTOĞLU, B., DEMİRBAŞ, E., ERSOY, Ş., ALGAN, O., GÜNEYSU, C., AYKOL, A., “Rift formation in the Gökova region, southwest Anatolia: implications for the opening of the Aegean Sea”, Geological Magazine, 132, 637-650, 1995.
- [7] DIRİK, K., GÖNCÜOĞLU, M.C., “Neotectonic characteristics of Central Anatolia”, International Geology Review, 38, 807-817, 1996.
- [8] ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F., “Strike-slip deformation basin formation and sedimentation: Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study”, In: Biddle, K.T, Christie-Blick, N. (Eds.) Strike-slip faulting and basin formation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Special Publication, 37, 227-264, 1985.
- [9] FACCENNA, C., BELLIER, O., MARTINOD, J., PIROMALLO, C., REGARD, V., “Slab detachment beneath eastern Anatolia: a possible cause for the formation of the North Anatolian fault”, Earth and Planetary Science Letters, 242, 85–97, 2006.
- [10] ŞENGÖR, A.M.C., YILMAZ, Y., “Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach”, Tectonophysics, 75, 181-241, 1981.
- [11] POISSON, A., GUEZOU, J.C., ÖZTÜRK, A., İNAN, S., TEMİZ, H., GÜRİSOY, H., KAVAK, K.S., ÖZDEN, S., “Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey”, International Geology Review, 38, 838-853, 1996.
- [12] YALINIZ, M.K., FLOYD, P.A., GÖNCÜOĞLU, M.C., “Supra-subduction zone ophiolites of Central Anatolia: geochemical evidence from the Sarıkaraman Ophiolite, Aksaray, Turkey”, Mineralogical Magazine, 60, 697-710, 1996.
- [13] ÇAPAN, U.Z., FLOYD, P.A., “Geochemical and petrographic features of metabasalts within units of the Ankara Mélange”, Ophioliti 10, 3-18, 1985.
- [14] ISIK, V., UYSAL, I.T., CAGLAYAN, A., SEYİTOĞLU, G., “The evolution of intra-plate fault systems in central Turkey: Structural evidence and Ar-Ar and Rb-Sr age constraints for the Savcili Fault Zone”, Tectonics, 33 (10), 1875-1899, 2014.
- [15] YALINIZ, M.K., FLOYD, P.A., GÖNCÜOĞLU, M.C., “Geochemistry of volcanic rocks from the Çiçekdağ Ophiolite, Central Anatolia, and their inferred tectonic setting within the northern branch of the Neotethyan Ocean”, In: Bozkurt E, Winchester J.A, Piper J.D.A, editors, Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Journal of the Geological Society London Special Publication 173: 203–218, 2000.
- [16] KADIOĞLU, Y.K., DİLEK, Y., GÜLEÇ, N., FOLAND, K.A., “Tectonomagmatic evolution of bimodal plutons in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey”, Journal of Geology, 111, 671–690, 2003.
- [17] İLBEYLİ, N., PEARCE, J.A., THIRLWALL, M.F., MITCHELL, J.G., “Petrogenesis of collision-related plutonics in central Anatolia, Turkey”, Lithos 72, 163–182, 2004.
- [18] KÖKSAL, S., ROMER, R.L., GÖNCÜOĞLU, M.C., TOKSOY-KÖKSAL, F., “Timing of post-collisional H-type to A-type granitic magmatism: U-Pb titanite ages from Alpine central Anatolian granitoids (Turkey)”, International Journal of Earth Sciences, 93, 974–989, 2004.
- [19] BOZTUĞ, D., JONCKHEERE, R.C., HEIZLER, M., RATSCHBACHER, L., HARLAVAN, Y., TICHOMIROVA, M., “Timing of post-obduction granitoids from intrusion through cooling to exhumation in central Anatolia, Turkey”, Tectonophysics, 473, 223-233, 2009.
- [20] GÖRÜR, N., TÜYSÜZ, O. & ŞENGÖR, A.M.C. 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian Basins. International Geology Review 40, 831–850.
- [21] ÇEMEN, İ., GÖNCÜOĞLU, M.C., DIRİK, K., “Structural evolution of the Tuzgölü basin in Central Anatolia, Turkey”, Journal of Geology, 107 (6), 693-706, 1999.
- [22] JAFFEY, N., ROBERTSON, A.H.F., “Non-marine sedimentation associated with Oligocene-Recent exhumation and uplift of the Central Taurus Mountains, S Turkey”, Sedimentary Geology, 173: 53–89, 2005.
- [23] KOÇYIĞIT, A., “Orta Anadolu'nun genel neotektonik özellikleri ve deprenselliği”, Türkiye Petrol Jeologları Derneği, Özel Sayı, 5, 1- 26, 2003.