



Simav (Kütahya) ve Yakın Civarının Geç Senozoyik Yaşlı Jeodinamik Evrimi

Late Cenozoic Geodynamic Evolution of Simav (Kütahya) and Surroundings

Erdem GÜNDOĞDU¹, Süha ÖZDEN², Talip GÜNGÖR³

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çan Meslek Yüksekokulu, Madencilik ve Maden Çıkarma Bölümü (eposta: erdem@comu.edu.tr)

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

ÖZ

Simav (Kütahya) ve yakın civarının Geç Senozoyik yaşlı jeodinamik evrimi; Eğrigöz Mağmatik Kompleksi'ni oluşturan granitik ve volkanik kayalar ile bölgedeki tektonik yapıların (Simav Fayı ve Simav Sıyırılma Fayları) tarihlendirilmesi, saha gözlem ve ölçüleriyle belirlenmiştir. Bölgede yer alan Eğrigöz ve Koyunoba Plütonlarından yapılan tarihlendirme çalışmalarından elde edilen sonuçlar (21.9-26.3 My), bu plütonların yüzeylenmesinin; onları sınırlandıran Simav Sıyırılma Fayları (20.0-27.4 My) ile ilişkili olarak; kabuksal sıkışma, yükselme ve genişleme süreçleri içerisinde gerçekleştiğini göstermektedir. Plütonizmayı izleyen dönemde ise bölgede yaygın bir volkanizmanın (7.1-21.3 My) hüküm sürdüğü görülmektedir. Simav Fayı'na ait fay düzlemlerinin tarihlendirilmesi sonucunda; Simav Fayı'nın başlangıç yaşının; 19.3-26.1 My aralığında olduğu düşünülmektedir. Günümüzde bir normal fay davranışı sergileyen Simav Fayı, Erken Miyosen'de sıkışma rejimi altında bir doğrultu atımlı fay olarak çalışmıştır. Simav Fayı, Kuvaterner'de meydana gelen bir tektonik rejim değişikliği ile genişlemeli tektonik rejim altında bir normal faya dönüşmüştür. Bölgede, Erken Miyosen'den Kuvaterner'e kadar, genişlemeli-sıkışmalı tektonik rejimden, bölgesel bir genişleme rejimine geçişin, özellikle Kuvaterner'de meydana gelen son tektonik rejim değişikliğinin, Doğu Akdeniz'de Afrika Levhası ile Anadolu Levhası arasındaki karmaşık yitim proseslerinden (slab-pull ve roll-back) kaynaklanmış olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Batı Anadolu, Geç Senozoyik, Tarihlendirme, Tektonik Rejim Değişikliği, Simav Fayı, Simav Sıyırılma Fayı

ABSTRACT

The Late Cenozoic geodynamic evolution of Simav (Kütahya) and surroundings was determined by dating active tectonic structures in the region (Simav Fault and Simav Detachment Fault) and granitic and volcanic rocks of the Eğrigöz Magmatic Complex. Additionally it was revealed that the currently normal

Simav Fault, in previous periods acted as a strike-slip fault according to dating studies of fault planes and field observations. Dating of the fault planes along the Simav Fault determined that initiation of the Simav Fault occurred in the interval between 19.3-26.1 Ma. In this period the Simav Fault demonstrated strike-slip fault behavior in a compressional regime. The results of dating studies of the Eğrigöz and Koyunoba Plutons (21.9-26.3 Ma) reveal that the unroofing of these plutons was related to the Simav Detachment Fault (20.0-27.4 Ma). Additionally the presence of volcanism in the time period was identified (7.1-21.3 Ma). The Simav Fault which displayed previous strike-slip character currently has listric normal fault behavior after a tectonic regime change in the Plio-Quaternary. The transition from extensional-compressional regime to a regional extensional regime and cause of the tectonic regime change is thought to be related to the complex subduction process (slab-pull and and roll-back) between the African Plate and Anatolian Plate in the Eastern Mediterranean.

Key Words: Late Cenozoic, radiometric dating, Simav detachment fault, Simav fault, Tectonic regime change, West Anatolia

GİRİŞ

Batı Anadolu; başta güneybatı Akdeniz bölgesi (Türkiye, Yunanistan ve Ege Denizi) olmak üzere, kıtasal genişleme alanlarının geç Senozoyik yaşlı evriminin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Seyitoğlu ve Işık, 2006) (Şekil 1). Bu kıtasal genişleme alanlarında, genişleme rejiminin en önemli ürünleri ise metamorfik çekirdek kompleksleridir (Lister ve Davis, 1989; Malavieille, 1993). Çok sayıda metamorfik çekirdek kompleksleri barındıran Ege gerilme/ genişleme bölgesinde başlıca; Rodop, Kazdağ, Kikladik, Girit ve Menderes çekirdek kompleksleri yer almaktadır (Işık ve diğ., 2004). Ege denizi doğusunda yer alan, KD yönünde bir yayılım sunan Menderes Çekirdek Kompleksi (MÇK), yaklaşık 30.000 km²’lik bir alan ile temsil edilmekte olup (Seyitoğlu ve diğ., 2004), genişleme rejiminin etkilerini yaygınca taşır (Işık, 2004). Menderes Çekirdek Kompleksi’ni oluşturan kaya birimleri, çekirdek kayaları (Prekambriyen-Erken Paleozoyik) ve örtü kayaları (Paleozoyik-Mezozoyik) olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır (Erdoğan ve Güngör, 2004; Şengör ve diğ., 1984; Dora ve diğ., 1992). Kristalen nitelikli bu kayaların yaşları genel olarak çökelme ve/veya sokulum yaşlarıdır (Işık ve Seyitoğlu, 2007). Menderes Çekirdek Kompleksi’nin diğer kaya birimleri ise genç granitoid intrüzyonlarıdır (Bingöl ve diğ., 1982; Işık ve diğ., 2004a-b).

Çekirdek komplekslerin, kıta kabuğunun genişlemesi sırasında gelişen sıyrılma fayları boyunca yüzeylenmiş orta-derin kabuk kayaları ile temsil olduğu bilinmektedir (Işık, 2004). Menderes Çekirdek Kompleksi’nin yüzeylenmesini, sıyrılma fayları (güneyden kuzeye sırasıyla Kayabükü, Büyük Menderes, Alaşehir ve Simav Sıyrılma Fayı) ve bu faylar ile ilişkili makaslama zonları denetlenmektedir (Seyitoğlu ve diğ., 2004). Tüm bu sıyrılma fayları ve makaslama zonları Gökova Körfezinden ve Kale-Tavas havzasının güney sınırı olarak geçen ana ayrılma fayı ile ilişkili olduğu (Seyitoğlu ve diğ., 2004) görüşünün yanı sıra; sıyrılma faylarının varlığını kabul etmeyen ve Menderes Çekirdek Kompleksi’nin yüzeylenmesini düşük açılı dalma batmaya ve erozyona bağlayan farklı bir görüş de mevcuttur (Westaway, 2006). Simav Sıyrılma Fayı; MÇK’nin kuzey kesiminde litoloji, metamorfizma ve deformasyon özellikleri birbirinden farklı taban blok kayaları (orta-yüksek dereceli metamorfitletler, pegmatoyidler, granitoid intrüzyonları) ile tavan blok kayalarını (şist-mermer topluluğu, ofiyolitik melanj) birbirinden ayırmaktadır (Temiz ve Işık, 2002; Işık, 2004). Menderes Masifi’nin kuzeyinde ise Oligo-Miyosen yaşlı granitik kayalar yer almaktadır.

Bölgedeki en önemli tektonik unsurların başında gelen Simav Fayı ve Simav Sıyrılma Fayları, Ege’de genellikle normal faylarla temsil

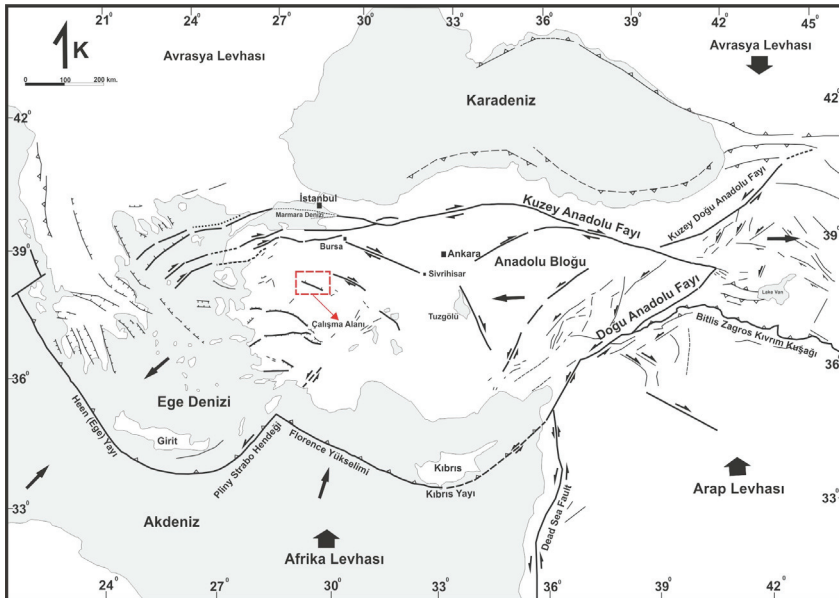
edilen açılma bölgesinin KD'sunda yer almaktadır (Şekil 1).

Soma ile Afyon arasında uzanan Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu, yedi segmentten meydana gelmekte olup, bu segmentler batıdan doğuya doğru sırasıyla; Osmanlar, Simav, Şaphane, Abide, Banaz, Elvanpaşa ve Çayhisar segmentleridir (Doğan ve Emre, 2006). Bu çalışmada ele alınan Simav Fayı; sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay olan Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu'nun, K77°B doğrultulu ve 56 km uzunluğundaki bir segmentidir (Doğan ve Emre, 2006). Ege genişlemeli tektonik rejimi ile, Kuzeybatı Anadolu geçiş tektonik rejimi arasında yapısal bir sınır olarak değerlendirilen Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu; Sındırgı (Balıkesir)–Sincanlı (Afyon) arasında, BKB-DGD genel doğrultulu, sağ yönlü doğrultu atımlı ve yaklaşık 220 km uzunluğunda aktif bir fay sistemidir (Doğan ve Emre, 2006; Emre ve Duman, 2011; Emre ve diğ., 2011a; Emre ve diğ., 2011b; Emre ve diğ., 2011c; Emre ve diğ., 2011d). Bunun yanı sıra, Simav Fay Zonu'nda görülen gravite faylarının, doğrultu atım mekanizmasıyla birlikte değerlendirilmesi

gerektiği de savunulmuştur (Konak, 1982).

Simav Fayı, Simav havzasını güneyden sınırlayan, yaklaşık 60 km uzunluğunda, kuzeye eğimli bir normal faydır (Özden ve diğ., 2012). Çalışma alanındaki normal faylar, bölgenin tümünde hakim olan genişleme rejiminin ürünü olup, bazı yerlerde çok yüksek açılı normal faylar, bazı yerlerde ise oblik faylanmaya yakın olarak Kuvaterner'de etkin olmuşlardır (Özden ve diğ., 2012).

Bu çalışmada, günümüzde normal fay karakterinde olan Simav Fayı'nın, geçmişte doğrultu atımlı karakter sergilediği; fay düzlemi üzerindeki kinematik belirteçlerle ortaya konulmuştur. Bu çalışmada ayrıca; Simav Fayı boyunca breşik zonlardan, Simav Sıyrılma Fayı üzerindeki fay killerinden, granitik plütonlar ve volkanik kayalardan; toplam 10 farklı lokasyondan 12 adet numune alınarak tarihlendirme çalışması yapılmıştır. Tüm bu veriler ışığında, Simav Fayı ve yakın civarındaki jeodinamik olaylar, jeokronolojik olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının, Doğu Akdeniz jeodinamik unsurları arasında konumu (Şengör, 1979 ve Barka, 1992'den değiştirilerek).

Figure 1. Location of the study area among geodynamic elements of the Eastern Mediterranean (adapted from Şengör, 1979 and Barka, 1992).

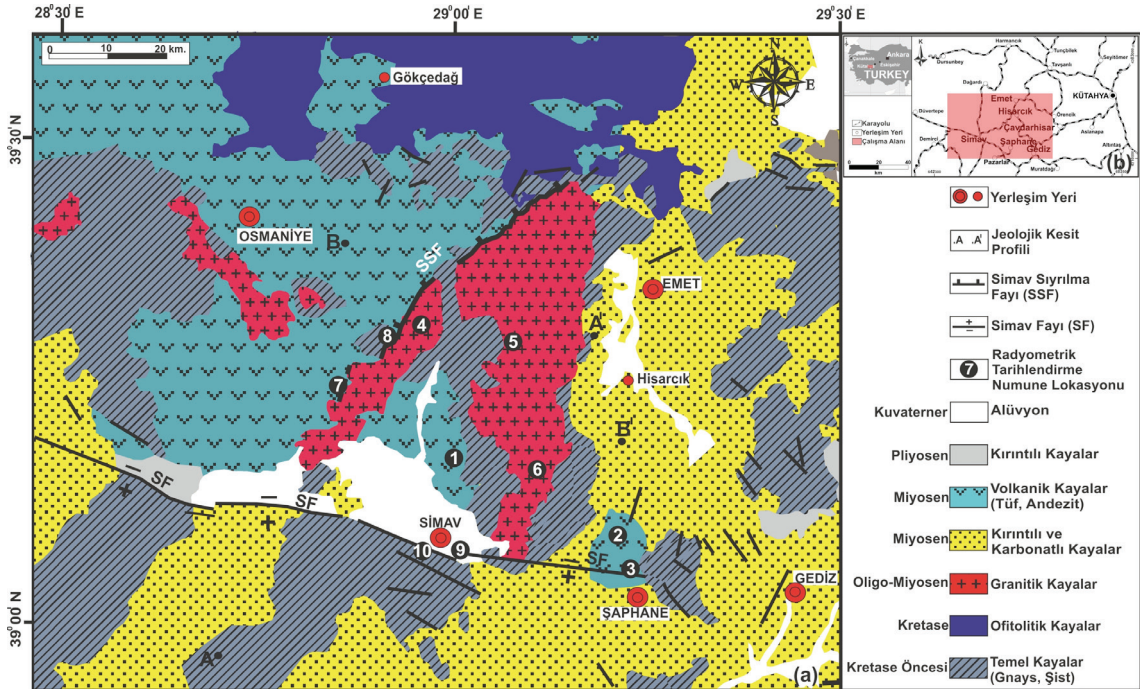
SİMAV VE YAKIN CİVARININ JEOLJİSİ

Çalışma alanının stratigrafisinin temelini oluşturan kaya birimleri; Paleozoyik yaşlı Menderes Masifi Metamorfitleleri'nin en kuzey ucunu temsil etmekte olup, genellikle gnays, şist, granitik gnaystan ibarettir (Şekil 2). Simav Fayı'nın güney kesiminde yüzlek veren bu kaya birimleri; gnaysik granitler ve yüksek dereceli şistlerden oluşan çekirdek birimleri ve ağırlıklı olarak şistlerden oluşan örtü birimleri olarak tanımlanmaktadır (Schuiling 1962; Dürr 1975; Dora ve diğ., 1992).

Menderes Masifi Metamorfitlelerinin en kuzey ucunu temsil eden bu kaya birimlerini, ağırlıklı olarak serpantinlerden oluşan Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar tektonik olarak örter. Bu ofiyolitik kayaların diğer bileşenleri çamurtaşı, radyolarit, kireçtaşı, tüfit ve peridotittir.

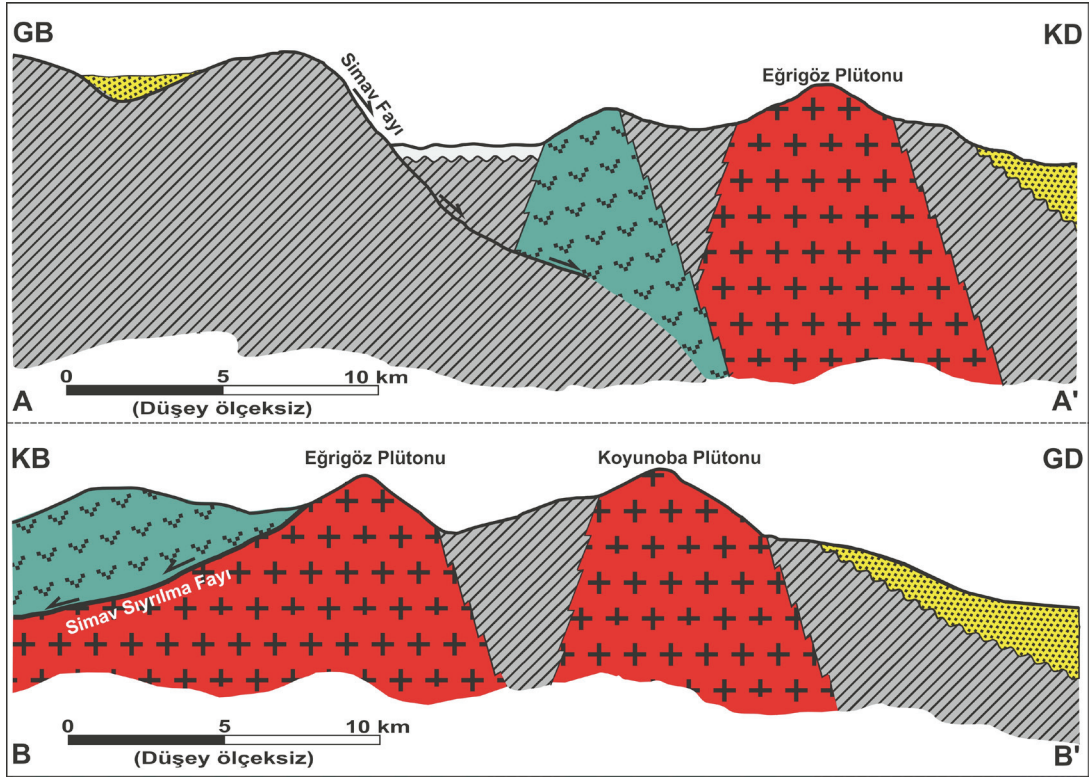
Simav Fayı kuzeyinde ise yoğun bir mağmatik kayaç topluluğu bulunmaktadır. Menderes Masifi Metamorfitleleri'ni keser

durumda olan bu mağmatik kayaçlar (Işık ve Tekeli, 1999), "Eğrigöz Mağmatik Kompleksi" olarak isimlendirilmektedir (Erdoğan ve diğ., 2003). Temel birimleri kesen "Eğrigöz Mağmatik Kompleksi"ne ait kayaçlar, batıda Koyunoba ve Alaçam Plütunu, doğuda ise Eğrigöz Plütunu olarak tanımlanmaktadır (Erdoğan ve diğ., 2003). Çalışma alanında geniş bir yayılım sunan Miyosen yaşlı volkanik kayaçlar ise, ağırlıklı olarak andezit, tuf, andezitik tuf ve riyolitten ibarettir. Eğrigöz Mağmatik Kompleksi'ne ait kayaç toplulukları ile volkanik kayaçları uyumsuzlukla örten Miyosen yaşlı sedimanter birimler ise konglomera, kumtaşı, marn, kıltaşı ve killi kireçtaşlarıyla temsil edilirler. Pliyosen yaşlı karasal kırıntılılar ise, çalışma alanında ağırlıklı olarak Emet ve Çavdarhisar civarında yüzlek vermektedir. Simav Grabeni'nin dolgusunu oluşturan ve tüm birimleri uyumsuzlukla örten alüvyon ise Kuvaterner yaşlıdır.



Şekil 2. (a) Simav ve yakın civarının jeoloji haritası (M.T.A. 2002'den değiştirilerek); (b) Çalışma alanının yer buldurular haritası

Figure 2. (a) Geological map of Simav and surroundings (Adapted from MTA. 2002); (b) Location map of the study area.



Şekil 3. Çalışma alanının jeoloji haritasından elde edilen enine jeolojik kesitleri.

Figure 3. Geological section obtained from geological map of the study area.

METODOLOJİ

Kayaçları tarihlendirmede çeşitli yöntemler (K/Ar, Ar/Ar, Rb/Sr, Sm/Nd, U/Th/Pb, Fission Track) kullanılsa da, özellikle mağmatik kayaçları tarihlendirmede genellikle kısa yarı ömürlü olmalarından dolayı K/Ar ve Ar/Ar yöntemleri uygulanmaktadır. Önceki çalışmalarda Simav Sıyrılma Fayı'yla ilişkili Simav Makaslama Zonu'ndaki milonitik gnayslardaki deformasyonun yaşı Ar/Ar yöntemiyle belirlenmiştir (Işık ve diğ., 2004a). Nispeten genç kayalarda uygulanan bu yöntemlerin dışında, manto bölgesinde oranlarının düşük olması ancak kabukta zenginleştiği için genellikle asidik kayaçlarda Rb/Sr yöntemi de tercih edilmektedir. Bu çalışmada, 10 farklı lokasyondan alınan örneklerden tarihlendirilen toplam 12 adet numunenin tamamı K/Ar yöntemiyle tarihlendirilmiştir. Tarihlendirme çalışmaları Kanada'da (ACME-Lab) yaptırılmıştır.

Bunun sonucunda, Simav Fayı ve Simav Sıyrılma Fayı'na ait fay düzlemleri (çoğunlukla alterasyon zonları) ile; plütonik ve volkanik kayaçlardan alınan numuneler tarihlendirilerek, aralarındaki jeokronolojik ilişkiler belirlenmiştir.

Simav Fayı'nın ilk oluştuğu dönemde, doğrultu atım karakteri sergilediği ve günümüzde ise bir normal fay karakterinde olduğu saha gözlemleriyle belirlenmiştir. Günümüzde normal fay olarak çalışan Simav Fayı, derinlere gidildikçe bir listrik normal fay özelliğini taşımaktadır (Özden ve diğ., 2012). Simav Fayı'nın doğrultu atım ve normal fay karakterleri arasındaki jeo-kronolojik ilişki ise aynı fay düzlemi üzerinde birbirlerini üzerleyen kayma vektörleri aracılığıyla ortaya konulmuştur (Şekil 5a). Bu da bölgede bir tektonik rejim değişikliği olduğunu göstermektedir. Bu kayma vektörlerinden ölçülen parametreler, bilgisayar destekli sayısal analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Carey (1979)

tarafından ortaya konulan ve Carey-Gailhardis ve Mercier (1987) tarafından geliştirilen bu yöntemde, fayın hareketinin biçimini belirten veriler ve fay düzlemi üzerinde yer alan belirteçler (kayma vektörü) ölçülmüştür. Ölçümler, jeolojik birimin türü ve mostra koşullarının elverişli olduğu yerlerde yapılmıştır. Kullanılan bu veriler ve belirteçler sonucunda elde edilen değerler (fayın doğrultusu, eğim yönü, eğim miktarı ve kayma çiziklerinin vektörü) yardımıyla, davranışın türü (doğrultu atımlı, normal veya ters fay) ve deformasyonun biçimi (sıkışmalı veya genişlemeli) belirlenmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada; Simav Fayı, Simav Sıyrılma Fayı, granitik plütonlar ve volkanik kayalardan; toplam 10 farklı lokasyondan 12 adet numune alınarak, K/Ar yöntemiyle tarihlendirme çalışması yapılmıştır. Tarihlendirme amaçlı numunelerin dağılımı, Eğrigöz Plütonundan 2 adet, Koyunoba Plütonundan 1 adet, volkanik kayalardan 3 adet, Simav Fayı üzerindeki fay düzlemlerine ait breşik zonlardan 4 adet ve Simav Sıyrılma Fayı'na ait fay düzlemleri üzerindeki fay killerinden de 2 adettir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Numunelerin; tür, jeolojik birim, koordinat ve tarihlendirme sonuçları.

Table 1. Type, geological unit, coordinates and dating results of samples.

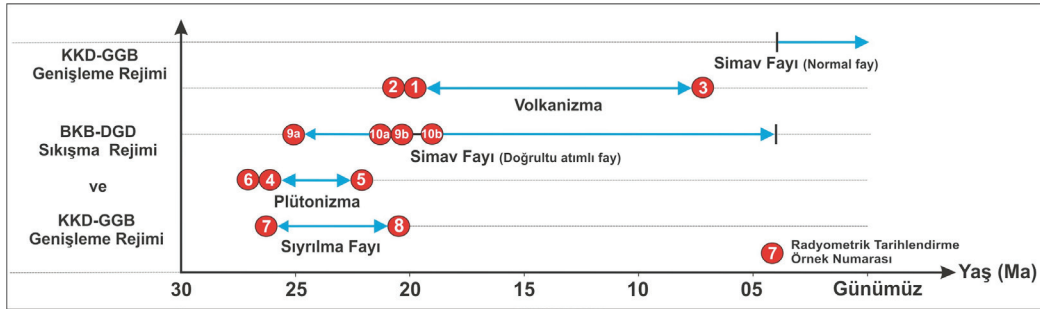
Numune	Jeolojik Birim	Dilim	Koordinat (UTM)	Koordinat (DMS)	Kot	%K	$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$, nI/g	$\%^{40}\text{Ar}_{\text{air}}$	Yaş (My)	
Volkanik Kayalar	1	Bazalt	35S	0670938E / 4336638N	39°09'44"N / 28°58'43"E	872 m.	3.18	2.493	64,8	20.4±0.6
	2	Riyolitik Tuf	35S	0692315E / 4322115N	39°01'37"N / 29°13'18"E	992 m.	2.98	2.371	66,3	20.7±0.6
	3	Tuf	36S	0686448E / 4319722N	39°00'24"N / 29°09'12"E	925 m.	2.66	0.752	88,4	7.4±0.3
Plütonik Kayalar	4	Granit (KP)	35S	0668951E / 4352960N	39°18'34"N / 28°57'35"E	723 m.	2.20	2.126	76,7	25.2±0.8
	5	Granit (EP)	35S	0681802E / 4346148N	39°14'44"N / 29°06'24"E	1092 m.	3,21	2.781	70,9	22.6±0.7
	6	Granit (EP)	35S	0680319E / 4333509N	39°07'56"N / 29°05'10"E	1030 m.	2.97	2.917	70,4	25.6±0.7
Simav Sıyrılma Fayı	7	Fay Kili	35 S	0656589E / 4356250N	39°20'29"N / 28°49'01"E	1004 m.	2,90	2.950	68,7	26.5±0.9
	8	Fay Kili	35 S	0667473E / 4352419N	39°17'45"N / 28°56'32"E	829 m.	4.29	3.385	61.5	20.6±0.6
Simav Fayı	9-a	Breşik Zon	35 S	0670234E / 4328474N	39°05'20"N / 28°58'06"E	830 m.	1,22	1.183	77,5	25.3±0.8
	9-b	Breşik Zon	35 S	0670234E / 4328474N	39°05'20"N / 28°58'06"E	830 m.	6.21	5.048	58.0	21.2±0.5
	10-a	Breşik Zon	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872 m.	5.13	2.584	79.4	21.5±0.6
	10-b	Breşik Zon	35 S	0670806E / 4328187N	39°05'10"N / 28°58'30"E	872 m.	4.13	3.135	66.4	19.8±0.5

EP: Eğrigöz Plütonu, KP: Koyunoba Plütonu

Simav Fayı'nın doğrultu atım karakteri gösterdiği fay düzlemlerinden ve Simav Sıyrılma Fayı'na ait fay düzlemlerinden alınan numunelerin tarihlendirme çalışmaları sonuçlarına göre; Simav Fayı'nın başlangıç yaşının 25.3 ± 0.8 My (Geç Oligosen/Şattiyen) ile 19.8 ± 0.5 My (Erken Miyosen/Burdigaliyen) aralığında olduğu, Simav Sıyrılma Fayı'nın başlangıç yaşının ise 26.5 ± 0.9 My (Geç Oligosen/Şattiyen) ile 20.6 ± 0.6 My (Erken Miyosen/Akitaniyen) aralığında olduğu düşünülmektedir.

Simav Fayı'nın, Simav Sıyrılma Fayı'nı keser durumda olduğu ve dolayısıyla Simav Fayı'nın daha genç olduğu gerek saha gözlemlerinde gerekse daha önce yapılan jeoloji haritalarında mevcuttur. Ancak yapılan ve yeniden değerlendirilen tarihlendirme sonuçlarına bakıldığında ise, bu iki fayın yaşı

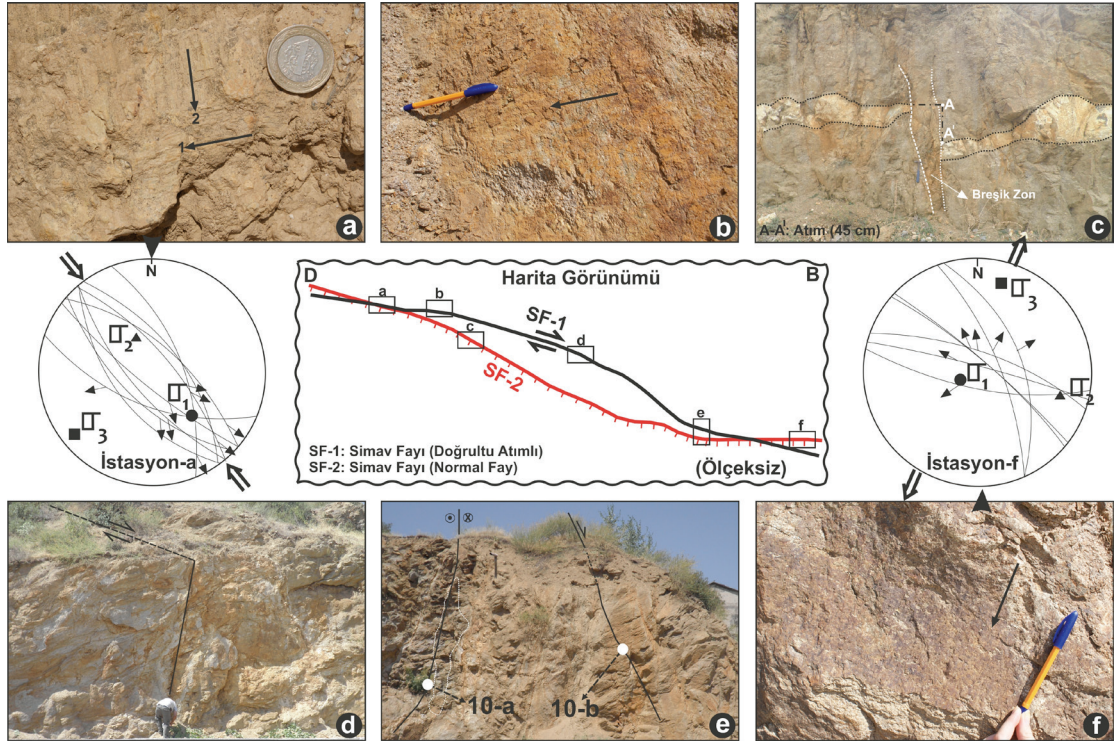
benzerlik göstermektedir. Bu yüzden, bu iki fayın birlikte de çalışmış olabilecekları düşünülebilir (Şekil 4 ve 5). Bölgede yer alan Eğrigöz ve Koyunoba Plütonlarından yapılan tarihlendirme çalışmalarından elde edilen sonuçlar (25.6 ± 0.7 My- 22.6 ± 0.7 My), bu plütonların yükseliminin, Simav Sıyrılma Fayı (26.5 ± 0.9 My- 20.6 ± 0.6 My) ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bölge, sıkışma rejimi altında kabuksal bir yükselme sergilerken, aynı zamanda yanıl atımlı bir fay ile de ötelenmiştir. Ayrıca izleyen zamanda bölgede bir volkanizmanın varlığı da (20.7 ± 0.6 My- 7.4 ± 0.3 My) tespit edilmiştir. Volkanizmaya ait tarihlendirme sonuçlarına bakıldığında ise, volkanizmanın aktivitesinin uzun bir zamanı kapsadığı veya volkanizmada bir kesiklik olduğu ve izleyen dönemlerde ikinci bir volkanik aktivitenin meydana geldiği şeklinde değerlendirilebilir (Şekil 4).



Şekil 4. Tarihlendirilen ve sonuçları Çizelge 1’de sunulan numunelerin, yaş dağılımlarını gösteren grafik.
Figure 4. Age distribution of samples dated with results shown in Table 1.

Oluştığı ilk dönemde doğrultu atımlı bir karakter sergileyen Simav Fayı'nın, günümüzde normal fay karakterinde olduğu; gerek tüm arazi gözlemlerinde (yaşlıdan gence tüm birimlerde üzerleyen son kayma vektörlerinin normal fay karakterinde olması), gerekse 19 Mayıs 2011 depremlerinin odak mekanizmasının ortak ters çözümünün de bir normal faylanmayı vermesi (Özden ve diğ., 2012) ile açıkça görülmektedir. Ayrıca Simav Fayı'nın günümüzde normal fay karakterinde olduğu, çalışma alanının genelinde Kuvaterner yaşlı genç birimlerde doğrultu atımlı

deformasyonun tespit edilememesine bağlanabilir. Tüm bu veriler ve saha gözlemlerinden yola çıkarak, güncel deformasyonun yaşının Kuvaterner olduğu ve bölgedeki son tektonik rejim değişikliğinin Geç Pliyosen sonunda gerçekleştiği söylenebilir. Çalışma alanındaki en genç ve aktif tektonik rejim olan genişleme rejimi, KKD-GGB doğrultusunda (Şekil 5). Lokal anlamda elde edilen bu veriler, daha geniş ölçekte bölgesel anlamda düşünüldüğünde B-GB Anadolu’da Kuvaterner’de etkin bir doğrultu atımlı deformasyonun olmaması, bu verileri doğrulamaktadır.



Şekil 5. Simav Fayı'nın farklı davranış biçimlerini gösteren skeç. (a) Doğrultu atımlı fayı (1) üzerleyen normal fay (2) ve istasyonun kinematik çözümü (İstasyon-a) (b) Simav Fayı'nın doğrultu atımlı karakteri (c) Simav Fayı'nın normal fay karakteri (d) Simav Fayı'nın doğrultu atımlı karakteri (e) Simav Fayı'nın doğrultu atımlı ve normal karakterleri ile bu fay düzlemlerinden tarihlendirme amaçlı alınan numunelerin lokasyonları (f) Simav Fayı'nın oblik karakteri istasyonun kinematik çözümü (İstasyon-f).

Figure 5. Sketch showing different behavior of the Simav Fault (a) Strike slip fault (1) and overlying normal fault (2) and kinematic solution of the station (Station-a), (b) strike slip characteristics of Simav Fault, (c) normal characteristics of Simav Fault, (d) strike-slip characteristic of Simav Fault, (e) sample locations of samples to date the fault planes with strike-slip and normal characteristics of the Simav Fault and (f) kinematic solution of station with oblique characteristics of Simav Fault (station-f).

TARTIŞMA

Bir bölgenin jeolojik ve jeodinamik evriminin anlaşılması, o bölgedeki tektonik unsurlar ile ilişkili jeolojik yapılar ve yaşlarının bilinmesi ile ilişkilidir. Çalışma alanı olan Simav (Kütahya) ve civarı, kıtasal bir genişleme alanı olan Batı Anadolu'nun özellikle geç Senozoyik evriminin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Kıtasal kabukların en önemli genişlemeli tektonik ürünleri olan metamorfik çekirdekler, çalışma alanında Menderes Çekirdek Kompleksi'nin en kuzey ucu ile temsil olunur. Bu kıta kabuğunun büyük oranda genişlemesi sırasında Simav

Sıyrıma Fayları boyunca yüzeylenmiş orta-derin kabuk kayaları, bölgenin stratigrafisinin temel kayalarını oluşturmaktadır.

Menderes Metamorfik Kompleksi'nin yüzeylenmesi hakkında ağırlıklı olarak, sıyrıma fayları ve bu faylar ile ilişkili makaslama zonlar tarafından denetlendiği görüşü mevcuttur. Ancak Menderes Çekirdek Kompleksi'nin yüzeylenmesini, düşük açılı dalma batma ve erezyonla ilişkili olduğunu ve sıyrıma faylarının varlığını reddeden görüşler de bulunmaktadır (Westaway, 2006).

Menderes Masifi'nin kuzeyinde yer

alan Oligo-Miyosen yaşlı granitler için, iki türlü yerleşme modeli önerilmektedir. Birinci model, granitlerin bir sıkışmalı tektonik rejim sırasında, çok fazla miktarda kalınlaşmış kabuğunun kısmi ergimesinden türetilmiş olduğu görüşüdür (Genç, 1998; Altunkaynak ve Yılmaz, 1998; Karacık ve Yılmaz, 1997; Yılmaz ve diğ., 2001). Diğer model ise, genişleme sırasında meydana gelen sıyrılmaya fayının taban bloğu içerisinde sin-kinematik olarak yerleştiği görüşüdür (Işık ve Tekeli, 2001; Işık ve diğ., 2004; Seyitoğlu ve diğ., 2004; Ring ve Collins, 2005; Thomson ve Ring, 2006).

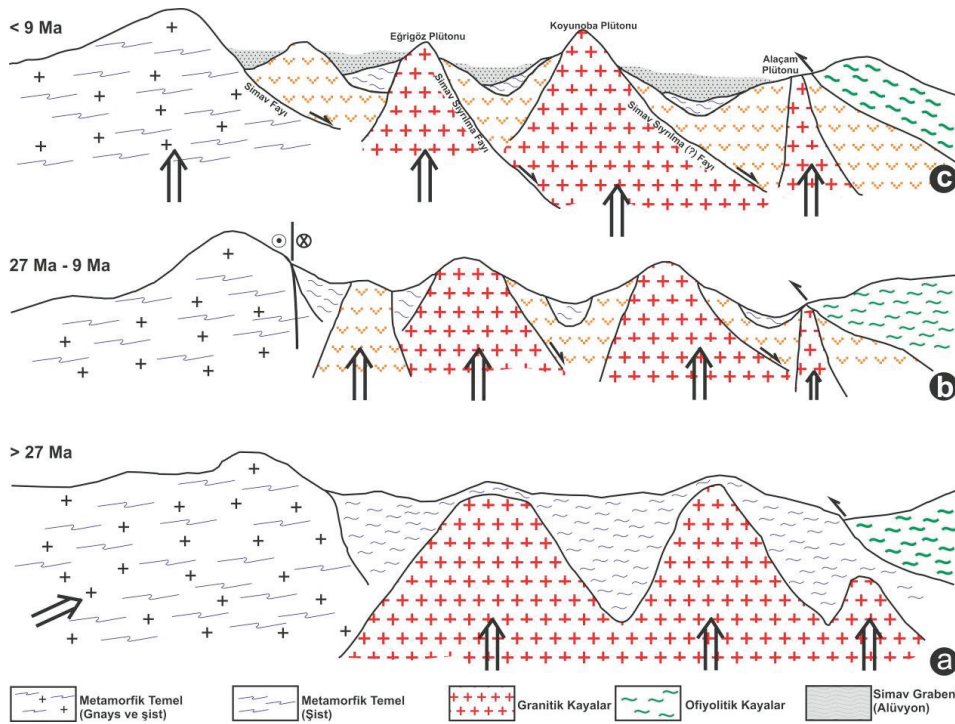
Ayrıca Hasözbek ve diğ. (2010a) sunduğu yeni jeokronolojik ve jeokimyasal veriler; granitlerin yerleşiminin (Eğrigöz ve Koyunoba), düşük açılı sıyrılmaya fayı ile ilişkili olmadığını; D-B uzanımlı bir mağmatik kuşak boyunca yerleştiklerini ve KB Anadolu'daki diğer Oligo-Miyosen granitoidleri ile yakın benzerlik gösterdiğini savunmaktadır. Çalışma alanında özellikle granitik kayaların yaşlarını bulmaya yönelik çalışmalar literatürde mevcuttur ve 167 My ile 19.51 My arasında değişen yaşlar verilmektedir (Şekil 6, Çizelge 2).

Çizelge 2. Çalışma alanı ve civarında yapılan başlıca tarihlendirme çalışmaları.

Table 2. Main dating work on the study area and surroundings

Litoloji	Metot	Tarihlendirilen Mineral	Yaş (My)	Referans
Eğrigöz Graniti	U-Pb	Tüm kaya	69.6 ± 7	Bürküt, 1966
	Rb-Sr	Biyotit	29 ± 3	Öztunalı, 1973
	Rb-Sr	Ortoklas	31 ± 5	Öztunalı, 1973
	Rb-Sr	Tüm kaya	167 ± 14	Öztunalı, 1973
	K-Ar	Biyotit	20.4 ± 0.6 ve 20.0 ± 0.7	Bingöl ve diğ., 1982
	K-Ar	Ortoklas	24.6±1.4 ve 21.6±1.8	Delaloye ve Bingöl, 2000
	K-Ar	Biyotit	20.4 ± 0.6 ve 20 ± 0.7	Delaloye ve Bingöl, 2000
	Ar-Ar	Biyotit	20.19 ± 0.28 ve 20.50 ± 0.17	Işık ve diğ., 2004a
	SIMS U-Th-Pb	Zirkon	20.7 ± 0.6	Ring ve Collins, 2005
	U-Pb	Zirkon	19.4 ± 4.4	Hasözbek ve diğ., 2010a
	Rb-Sr	Biyotit	18.77 ± 0.19	Hasözbek ve diğ., 2010a
	K-Ar	Tüm kayaç	22.6±0.7	Bu çalışma
K-Ar	Tüm kayaç	25.6±0.7	Bu çalışma	
Koyunoba Graniti	SIMS U-Th-Pb	Zirkon	21.0 ± 0.2	Ring ve Collins, 2005
	U-Pb	Zirkon	21.7 ± 1.0	Hasözbek ve diğ., 2010a
	K-Ar	Tüm kayaç	25.2±0.8	Bu çalışma
Alaçam Graniti	K-Ar	Biyotit	20.9 ± 0.5 ve 19.9 ± 0.7	Bingöl ve diğ., 1982
	K-Ar	Muskovit	18.6 ± 0.7	Bingöl ve diğ., 1982
	Ar-Ar	Biyotit	20.82 ± 0.11 ve 19.51 ± 0.11	Erkül, 2010
	U-Pb	Zirkon	20.3 ± 3.3 ve 20.0 ± 1.4	Hasözbek ve diğ., 2010b
	Rb-Sr	Biyotit	20.01 ± 0.2 ve 20.17 ± 0.2	Hasözbek ve diğ., 2010b

Volkanik Kayalar	K-Ar	Tüm kayaç (Bazalt)	15.3 ± 0.3 ve 15.8 ± 0.3	Ercan ve diğ., 1997
	K-Ar	Tüm kayaç (Bazalt)	20.4 ± 0.6	Bu çalışma
	K-Ar	Tüm kayaç (Riyolitik Tuf)	20.7 ± 0.6	Bu çalışma
	K-Ar	Tüm kayaç (Tuf)	7.4 ± 0.3	Bu çalışma
Simav Sıyrılma Fayı	Ar-Ar	Muskovit	22.86 ± 0.47	Işık ve diğ., 2004a
	K-Ar	Tüm kayaç (Fay Düzlemi)	26.5 ± 0.9	Bu çalışma
	K-Ar	Tüm kayaç (Fay Düzlemi)	20.6 ± 0.6	Bu çalışma
Simav Fayı	K-Ar	Tüm kayaç (Fay Düzlemi)	25.3 ± 0.8	Bu çalışma
	K-Ar	Tüm kayaç (Fay Düzlemi)	21.2 ± 0.5	Bu çalışma
	K-Ar	Tüm kayaç (Fay Düzlemi)	21.5 ± 0.6	Bu çalışma
	K-Ar	Tüm kayaç (Fay Düzlemi)	19.8 ± 0.5	Bu çalışma



Şekil 6. Simav ve yakın civarının, 27 My öncesinden günümüze kadar gelişen jeodinamik evrim modeli
Figure 6. Geodynamic evolution model of Simav and surroundings from 27 Ma to the present day.

Bu çalışmada bölgedeki plütonizmanın yaşı, 21.9 My ile 26.3 My aralığında tespit edilmiştir. Ancak, Hasözbeğ ve diğ. (2010a) tarafından yapılan tarihlendirme çalışmalarında ise bu yaş; 19.4 My ve 18.77 My aralığına kadar indirilmiştir. Bunun sebebi, bu çalışmada tüm kayaç tarihlendirmesi yapılmış olması, literatürdeki yaşların ise genellikle mineral tarihlendirmesi sonucunda bulunan yaşlar olmasıdır.

Çalışma alanında volkanizmanın yaşının, plütonizmadan daha genç olduğu ve 7.1 My ile 21.3 My aralığında değiştiği saptanmıştır. Volkanizmanın yaşına ait bu verilere bakıldığında, volkanizmanın uzun bir süre devam ettiği yoksa volkanizmada bir kesiklik olduğu veya daha sonraki dönemlerde ise ikinci bir volkanizmanın meydana geldiği konusu tartışmalıdır.

Simav Fayı üzerindeki fay düzlemlerinden tarihlendirilen numuneler, fayın doğrudan atım karakteri sergilediği zamana ait yaş verileridir (25.3±0.8 My ile 19.08±0.5 My). Simav Fayı günümüzde ise normal fay karakteri sergilemektedir. Ancak Simav Fayı'nın doğrudan atımlı fay karakteri ile normal fay karakteri arasındaki geçişin, yani tektonik rejim değişikliğinin yaşı tam olarak bilinmemekle birlikte Geç Pliyosen olabilir. Bu çalışmada, üzerleyen fay düzlemi verileri yardımıyla yüksek açılı kayma vektörlerine sahip bir normal fay olarak çalışmaya başladığı dönem Geç Pliyosen olarak kabul edilmiştir (Şekil 6). Bu geçişin tam olarak bilenebilmesi; Simav Fayı üzerinde çok sayıda numune, farklı tarihlendirme metotlarıyla yaşlandırılması ile mümkün olabilecektir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Erdem GÜNDOĞDU'nun Doktora tezinin bir kesimini oluşturmakta olup, TÜBİTAK 109Y103 ve ÇOMÜ-BAP 2011/079 numaralı projeler tarafından desteklenmiştir. Yapıcı eleştirileri ve önerileri ile bu çalışmaya katkı koyan Volkan KARABACAK (ESOGÜ) ve Uğur TEMİZ'e (Bozok Üniversitesi) teşekkür ederiz.

EXTENDED SUMMARY

The most important extensional tectonic products of continental extensional areas are metamorphic core complexes (Lister and Davis, 1989; Malavieille, 1993), with the Menderes Core Complex leading important core complexes in the Aegean stress/extensional region. Widely exhibiting the effects of extensional tectonic regime, the Menderes Core Complex (Işık, 2004; Seyitoğlu et al., 2004) consists of Precambrian-Early Paleozoic core rocks and overlying Paleozoic-Mesozoic rocks (Erdoğan and Güngör, 2004; Şengör et al., 1984; Dora et al., 1992). The outcrop of the Menderes Core Complex is controlled by detachment faults and the shear zones associated with these faults. There is a view that does not accept the presence of detachment faults and considers that the outcropping of the Menderes Core Complex is linked to low angle subduction and erosion (Westaway, 2006).

North of the Menderes Core Complex are Oligo-Miocene-aged granites named the Eğrigöz Magmatic Complex (Erdoğan et al., 2003; Erdoğan and Güngör, 2004). The emplacement of granite masses in this complex is linked to partial melting of overthickened crust in a compressional tectonic regime by some researchers (Genç, 1998; Altunkaynak and Yılmaz, 1998; Karacık and Yılmaz, 1997; Yılmaz et al., 2001); while others link it to syn-kinematic emplacement within the foot wall of the detachment fault developing during extension (Işık and Tekeli, 2001; Işık et al., 2004; Seyitoğlu et al., 2004; Ring and Collins, 2005; Thomson and Ring, 2006).

For dating studies a total of 12 samples were taken from 10 different locations in the study area of Simav (Kutahya) and surroundings, and dating analysis was completed in Canada. The distribution of dated samples is presented in Table 1.

The ages of the granitic rocks in the study area vary from 167 Ma to 19.51 Ma in the literature (Table 2). A dating study by Hasözbeğ et

al. (2010a) lowered this age to 19.4 Ma and 18.77 Ma. In this study the plutonism in the region was identified in the interval 26.3 Ma to 21.9 Ma. The age of volcanism, spread over wide areas of the study area, is younger than plutonism and was found to be in the interval 21.3 Ma to 7.1 Ma.

Currently with the characteristics of a normal fault, the Simav Fault was identified to have displayed strike-slip characteristics when it first formed by field observations. According to dating studies of samples taken from fault planes from the period when the Simav Fault displayed strike-slip characteristics, the initiation age of the fault is between $25.3 \pm 0.8 \text{ Ma}$ – $19.8 \pm 0.5 \text{ Ma}$. According to dating studies of fault planes belonging to the Simav Detachment Fault, the initiation age of this fault was determined in the interval $26.5 \pm 0.9 \text{ Ma}$ – $20.6 \pm 0.6 \text{ Ma}$. According to all geological data, though the Simav Fault is thought to be younger than the Simav Detachment Fault, according to dating results the interpretation that these two faults may have worked together may be made.

In previous periods the strike-slip characteristics of the Simav Fault, which currently displays normal fault characteristics based on normal fault characteristic of last slip vector on the fault planes, the inversion solution of the focal mechanism of the 19 May 2011 earthquake being normal faulting (Özden et al., 2012) and Quaternary-aged young units not displaying strike-slip deformation, shows that normal faulting was effective in place of strike-slip deformation regionally in the Quaternary in W-SW Anatolia.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akdeniz, N. ve Konak, N., 1979. Simav-Emet-Taşanlı-Dursunbey-Demirci yörelerinin jeolojisi. MTA Derleme No: 6547, 108 s (Yayınlanmamış).
- Altunkaynak, S., ve Yılmaz, Y., 1998. The Mount Kozak magmatic complex, Western Anatolia. Journal of Volcanology Geothermal Research 85, 211–231.
- Barka, A. A., 1992., The North Anatolian Fault Zone, Annales Tectonicae VI suppl.,164-195.
- Bingöl E., Delaloye M. ve Ataman G., 1982. Granitic Intrusions in Western Anatolia: a Contribution to the Geodynamic Study of This Area. Eclogae Geologica Helvetica 75, 437–446.
- Bozkurt, E., Satır, M. ve Buğdaycıoğlu, Ç., 2011. Surprisingly young Rb/Sr ages from the Simav extensional detachment fault zone, northern Menderes Massif, Turkey. Journal of Geodynamics, 52, 406-431.
- Bürküt, Y., 1966. Comparative Geology of Plutons in NW Anatolia. Istanbul Technical University, Faculty of Mining, İstanbul (in Turkish with English abstract).
- Carey, E., 1979. Recherche des Directions Principales de Contraintes Associées au jeu d'une Population de Failles, Revue Geological Dynamic and Géography physic., 21, 57-66.
- Carey, E. ve Mercier, J. L., 1987. A numerical Method for Determining the State of Stress Using Focal Mechanisms of Earthquake Populations, Earth Planet. Sci. Lett., 82, 165-179.
- Delaloye, M. ve Bingöl, E., 2000. Granitoids from Western and Northwestern Anatolia: geochemistry and modelling of geodynamic evolution. International Geology Review 42, 241–268.
- Doğan, A. ve Emre, Ö., 2006. Ege Graben Sistemi'nin Kuzey Sınırı: Sındırgı-Sincanlı Fay Zonu. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 20-24 Mart 2006, Bildiri Özleri Kitabı, s. 83-84, Ankara.
- Dora, O.Ö., Kun, N. ve Candan, O., 1992. Metamorphic history and geotectonic evolution of the Menderes Massif. In: Savaşçın, M.Y. ve Eronat, A.H. (eds), Proceedings of International Earth Sciences Congress on Aegean Regions 1990, Dokuz Eylül University Publications 2, 107–115.
- Dürr, S.H., 1975. Über alter und geotektonische stellung des Menderes-kristallins/Sw-Anatolien und seine aequivalente in der mittleren Aegaeis. Habil.-Schr. Philipps-Univ. Marburg/Lahn, 107 p.

- Emre, Ö. ve Duman, T.Y., 2011. 19 Mayıs 2011 Simav (Kütahya) Depremi Ön Değerlendirmesi Raporu, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi Yer Dinamikler Araştırma ve Değerlendirme Koordinatörlüğü Aktif Tektonik Araştırmaları Birimi.
- Emre, Ö., Özalp, S. ve Duman, T.Y., 2011. Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Uşak (NJ 35-8) Paftası, Seri No:11, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Doğan, A. ve Özalp, S., 2011. Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Balıkesir (NJ 35-3) Paftası, Seri No:4, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y. ve Özalp, S., 2011. Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Kütahya (NJ 35-4) Paftası, Seri No:10 Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Olgun, Ş., ve Elmacı, H., 2011. Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, 1:250.000 Ölçekli Afyon (NJ 36-5) Paftası, Seri No:16 Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara-Türkiye.
- Ercan, T., Günay, E., ve Savaşçın, M.Y., 1984. Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlanması: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Dergisi (in Turkish with English abstract), 97/98, 86–101.
- Ercan T., Satır M., Sevin D. ve Türkecan A., 1997. Interpretation of Radiometric Age Data on Tertiary–Quaternary Volcanic Rocks in W Anatolia. Mineral Research and Exploration Institute (MTA) of Turkey, 119, 103–112.
- Erdoğan, B., Güngör T., Akay, E. ve Hasözbeke, A., 2003. Eğrigöz Granit Masifi'nin Jeolojisi, Petrolojisi ve Yerleşim Mekanizması. 101Y014, TÜBİTAK Projesi Final Raporu.
- Erdoğan, B. ve Güngör, T., 2004. The problem of the core-cover boundary of the Menderes Massif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granites, western Anatolia (Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 15-36.
- Erkül, F., 2010. Tectonic Significance of Synextensional Ductile Shear Zones Within the Early Miocene Alacamdag Granites, Northwestern Turkey. Geological Magazine, 147, 611–637.
- Genç, S.C., 1998. Evolution of the Bayramiç magmatic complex, northwestern Anatolia: Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85, 233–249.
- Gündoğdu, E., 2013. Simav Fayı ve Yakın Civarının Jeodinamik Evrim Modeli. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 146 s.
- Hasözbeke, A., Akay, E., Erdoğan, B., Satır, M. ve Siebel, W., 2010a. Early Miocene granite formation by detachment tectonics or not? A case study from the northern Menderes Massif (Western Turkey). Journal of Geodynamics, 67–80.
- Hasözbeke, A., Satır, M., Erdoğan, B., Akay, E. ve Siebel, W., 2010b. Early Miocene post-collisional magmatism in NW Turkey: geochemical and geochronological constraints. International Geology Review, 1-22.
- Hinsbergen, D.J.J.V., 2010. A key extensional metamorphic complex reviewed and restored: The Menderes Massif of western Turkey. Earth-Science Reviews 102, 60–76.
- Işık, V., 2004. Kuzey Menderes Masifinde Simav Makaslama Zonunun Mikrotektonik Özellikleri, Batı Anadolu, Türkiye. Türkiye Jeoloji Bülteni, 47(2), 49-91.
- Işık, V. ve Tekeli, O., 1999. Microstructure of deformed grains in the granitic mylonites of lower plate: northern Menderes massif, western Turkey. EUG 10, J. Conference Abstracts, 4 (1), 730.
- Işık, V. ve Tekeli, O., 2001. Late orogenic crustal extension in the northern Menderes massif (western Turkey): Evidences for metamorphic core complex formation. Int. J. Earth Sci. 89, 757-765.

- Işık, V., Seyitoğlu, G. ve Çemen, İ., 2003. Ductile-brittle transition along the Alaşehir shear zone and its structural relationship with the Simav detachment, Menderes massif, west-tern Turkey. *Tectonophysics* 374, 1-18.
- Işık, V., Tekeli, O. ve Seyitoğlu, G., 2004a. The ⁴⁰Ar/³⁹Ar age of extensional ductile deformation and granitoid intrusions in the northern Menderes core complex: Implications for the initiation of extensional tectonics in western Turkey. *Journal of Asian Earth Science* 23, 555-566.
- Işık, V., Gürsu S., Göncüoğlu, C. ve Seyitoğlu, G., 2004b. Deformational and geochemical features of syn-tectonic Koyunoba and Eğrigöz granitoids, western Turkey. 5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Thessaloniki, Greece, 14-20 April, Proceedings, V.3, 1143-1146.
- Işık, V. ve Seyitoğlu, G., 2007. Menderes Masifi'nin Geç Senozoyik'te Asimetrik ve Simetrik Çekirdek Kompleksi Olarak Yüzeyleme ve Parçalanma Tarihiçesi. *Menderes Masifi Kolokyumu*, 5-10 Kasım 2007. İzmir.
- Karacık, Z. ve Yılmaz, Y., 1998, Geology of the ignimbrites and the associated volcano-plutonic complex of the Ezine area, northwestern Anatolia: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 251-264.
- Konak, N., 1982. Simav dolayının jeolojisi ve metamorf kayaçlarının evrimi. *İstanbul Yerbilimleri*, 3, 313-337.
- Lister, G.S. ve Davis, G.A., 1989. The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, U.S.A. *Journal of Structural Geology* 11, 65-94.
- Malavieille, J., 1993. Dağ kuşaklarında Geç orojenik uzantısı, havzası ve aralığı ve Geç Paleozoyik Variskan kemer Insights doi: 10,1029/93TC01129 *Tektoniği* 12. issn: 0278-7407.
- Mercier, J. L., Sorel, D. and Simeakis, V., 1987. Changes in the state of stress in the overriding plate of a subduction zone: the Aegean Arc from the Pliocene to the Present. *Annales Tectonicae*, 1, 20- 39.
- M.T.A., 2002. 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, İzmir Paftası.
- Özden, S., Tutkun, S.Z., Bekler, T., Karaca, Ö., Komut, T., Kalafat, D., Ateş, Ö., Demirci, A., Gündoğdu, E. ve Çınar, S., 2012. Simav Fayı ile Kütahya Fayı (Emet-Orta Batı Anadolu) Arasında Kalan Bölgenin Neotektonik ve Sismotektonik Özellikleri. 109Y103, TÜBİTAK Projesi Final Raporu, 212 s.
- Öztunalı, Ö., 1973. Uludağ ve Eğrigöz Masiflerinin petrolojisi ve Jeokronolojisi, İ.Ü.F.F., Monog, Tabii İlimler, 23, 115 s.
- Ring, U. ve Collins, A.S., 2005. U-Pb SIMS dating of syn-kinematic granites: timing of core-complex formation in the northern Anatolide belt of western Turkey. *Journal of the Geological Society, London* 162, 289-298.
- Schuiling, R.D., 1962. On petrology, age and structure of the Menderes migmatite complex (SW Turkey). *General Directorate of Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Bulletin* 58, 71-84.
- Seyitoğlu, G., 1997. The Simav graben: An example of young E-W trending structures in the Late Cenozoic extensional system of western Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 6, 135-141.
- Seyitoğlu, G., Işık, V. ve Çemen, İ., 2004. Complete Tertiary exhumation history of Menderes massif, western Turkey: a working hypothesis Turkey. *Terra Nova* 16, 358-364.
- Seyitoğlu, G. ve Işık, V., 2006. Batı Anadolu'nun Geç Tersiyer Jeolojik evrimi: Menderes masifinin yüzeyleme mekanizması ve ilişkili sedimanter havza oluşumu hakkında yeni bir tektonik model [Late Tertiary geological evolution of western Anatolia: A new tectonic model about the exhumation mechanism of Menderes massif and related basin formation]. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri, s. 18-20.

- Şaroğlu, F., Emre, Ö., Boray, A., 1987. Active faults and seismicity in Turkey. MTA Report No: 8174. Ankara, Turkey: MTA
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1992. 1: 1 000 000 Türkiye diri fay haritası. MTA, Ankara.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance: J. Geol. Soc. London, 13, 269-282.
- Şengör, A. M. C., Satır, M. ve Akkök, R., 1984. Timing of tectonic events in the Menderes Massif, western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidence for pan-African basement in Turkey. Tectonics, 3, 693-707.
- Temiz, U. ve Işık, V., 2002. Simav (Kütahya-Batı Anadolu) güneyinde metamorfik kayaların petrografik ve yapısal özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Fakültesi, Seri A-Yerbilimleri 19, 1, 21- 34.
- Thomson, S.N. ve Ring, U., 2006. Thermochronologic evaluation of postcollision extension in the Anatolide orogen, western Turkey. Tectonics 25, TC3005, doi:10.1029/2005TC001833.
- Westaway, R., 2006, Cenozoic cooling histories in the Menderes Massif, western Turkey, may be caused by erosion and flat subduction, not low-angle normal faulting: Tectonophysics, 412, 1–2, 1–25.
- Yılmaz, Y., Tüysüz O., Yiğitbaş, E., Genç, C. ve Şengör, A.M.C., 1997. Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G. (ed), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 68, 183–226.
- Yılmaz, Y, Genç, Ş.Ç., Karacık, Z. ve Altunkaynak, Ş., 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. J. Jeodynamics, 31, 243-271.
-
- Makale Geliş Tarihi : 8 Mart 2015
Kabul Tarihi : 15 Mayıs 2015
- Received* : 8 March 2015
Accepted : 15 May 2015

