

Kınık (İzmir) ve Soma (Manisa) Arasındaki Bölgenin Neojen Stratigrafisi, Ortamsal Yorumlanması ve Paleocoğrafik Evrimi

Onur ALKAÇ^{*1}, Hayrettin KORAL²

¹Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 23100, Elazığ, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 12345, İstanbul, Türkiye

(Alınış / Received: 24.06.2022, Kabul / Accepted: 19.11.2022, Online Yayınlanma / Published Online: 20.12.2022)

Anahtar Kelimeler

Batı Anadolu,
Neojen Stratigrafisi,
Jeokronoloji,
Paleocoğrafya

Öz: Çalışma alanının da yer aldığı kuzeydoğu Ege, Neojen öncesi dönemde kuzeyde Neotetis'in kuzey kolunun kapanmasını denetleyen K-G yönlü sıkışma rejimi etkisiyle yükselmiştir. Neojen'de, Batı Anadolu levhacığının keskin dönüşle güneybatıya yönelmesiyle, sıkışmayı karşılamak amacıyla gerilme rejimi etkisine girmiştir. Serravaliyen'de geniş alanlarda gösel havzalar gelişerek, meydana gelen sedimantasyona karasal volkanizma eşlik etmiştir. Miyosen yaşlı Soma Formasyonu'na Adilköy Volkanitleri dayk şeklinde yerleşmiştir. Orta Miyosen'den itibaren çökelen Deniz Formasyonu'nun sedimanlarıyla yanal yönde geçişli veya üzerleyen Kalemköy Volkanitleri yüzeylemiştir. Bu çalışmada Kınık (İzmir) ve Soma (Manisa) arasındaki Neojen yaşlı sedimanter birimler ve onlara eşlik eden karasal volkanizma ürünlerinin birbirleriyle olan stratigrafik ilişkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Adilköy (22.2 My) ve Kalemköy Volkanitleri 'nden (25.5 My - 17.7 My) yapılan ⁴⁰K/⁴⁰Ar yaş analizlerine göre bölgedeki Neojen volkanik aktivitesi, Geç Oligosen'den başlayıp Orta Miyosen'e kadar devam etmektedir. Sonuç olarak arazi gözlemleriyle saptanan stratigrafik ilişkiler, jeokronoloji ve sismik yansıma kesitleri, volkanizmanın Orta - Geç Miyosen'e kadar etkin olduğunu göstermektedir. Böylece Neojen yaşlı sedimantasyonun en genç çökelim yaşı Orta Miyosen olmalıdır.

Neogene Stratigraphy, Environmental Interpretation and Paleogeographic Evolution of the Region between the Kınık (İzmir) and the Soma (Manisa) Districts

Keywords

Western Anatolian,
Neogene Stratigraphy,
Geochronology,
Paleogeography

Abstract: The northeast Aegean, in which the study area is located, was uplift in the pre-Neogene period by the effect of a N-S oriented compressional regime that controlled the closure of the northern branch of Neotethys in the north. In the Neogene, the Western Anatolian platelet has been under the effect of extensional regime in order to meet the compression, with a sharp turn to the southwest. Lacustrine basins developed in large areas from the Serravalian, and terrestrial volcanism accompanied the sedimentation that occurred in these basins. Adilköy Volcanites emplaced in the form of dykes within the Miocene Soma Formation. In the Middle Miocene, the Kalemköy Volcanites, which are interbedded or overlain to the sediments of the Deniz Formation, have cropped out. In this study, it is aimed to reveal the stratigraphic relations of Neogene sedimentary units and their accompanying terrestrial volcanism products with each other between Kınık (İzmir) and Soma (Manisa). According to the ⁴⁰K/⁴⁰Ar age analyzes made from the Adilköy Volcanites (22.2 Ma) and Kalemköy Volcanites (25.5 Ma - 17.7 Ma), the Neogene volcanic activity in the region starts from the Late Oligocene and continues until the Middle Miocene. As a result, the stratigraphic relationships determined by field observations, geochronology and seismic reflection sections show that the volcanism was active until the Middle - Late Miocene. Thus, the youngest depositional age of Neogene sedimentation should be Middle Miocene.

1. Giriş

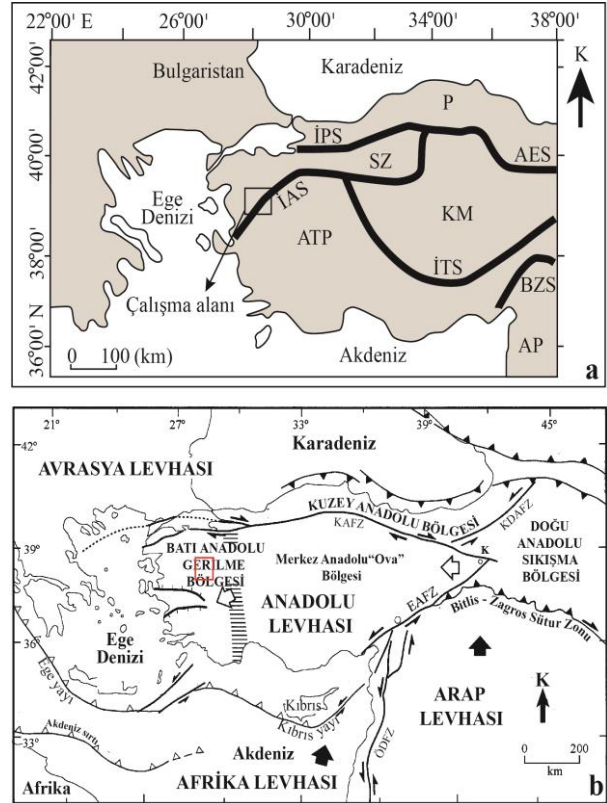
Çalışma alanı, Anatolid – Torid bloğu zonlarından Bornova Fliş Zonu ile Anatolid – Torid bloğu kuzey sınırı olan İzmir – Ankara kenet kuşağı geçişi arasındaki alanı kapsamaktadır (Şekil 1a). Geç Paleosen - Erken Miyosen’de Anatolid-Torid platformu ile Sakarya kıtasının çarpışmasıyla ilişkili olarak, K - G yönlü sıkışma rejiminin etkisiyle İzmir-Ankara-Erzincan iç okyanusu kapanmaya başlamıştır [1]-[6]. Eosen öncesi dönemde, İzmir’in Kınık ilçesi ile Manisa’nın Soma ilçesi ve dolaylarını içeren çalışma alanının da dahil olduğu kuzeydoğu Ege bölgesinde, sıkışmanın etkisiyle kıta içi genişlemeli tektonik rejime bağlı olarak çok sayıda KD - GB ve D - B yönünde grabenler oluşmuştur [7]-[9]. Bu dönemde geniş alanda gelişen havzalarda çökelen gölsel sedimanlara karasal volkanizma eşlik etmiştir [10]-[22]. İnceleme alanında linyit yatakları da içeren Miyosen yaşlı sedimaner birimler içerisinde sub-volkanik bazaltik karakterli Adilköy Volkanitleri dayk şeklinde yerleşmiştir. Orta Miyosen’den itibaren sedimantasyonla beraber karasal volkanizmanın artmasına bağlı olarak, sedimanlar ile yanal – düşey sınır ilişkisine sahip piroklastik volkanitler, andezit ve trakiandezitten oluşan Kalemköy Volkanitleri yüzeylenmektedir. Bu çalışmada Neojen yaşlı sedimaner birimler ve onlara eşlik eden volkanizma ürünlerine ait örnekler, arazi gözlemleri, petrografik ve jeokronolojik verilerle karşılaştırılarak, Neojen dönemine ait sedimaner ve volkanik kayaç gruplarının tanımlanması ve birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

2. Bulgular

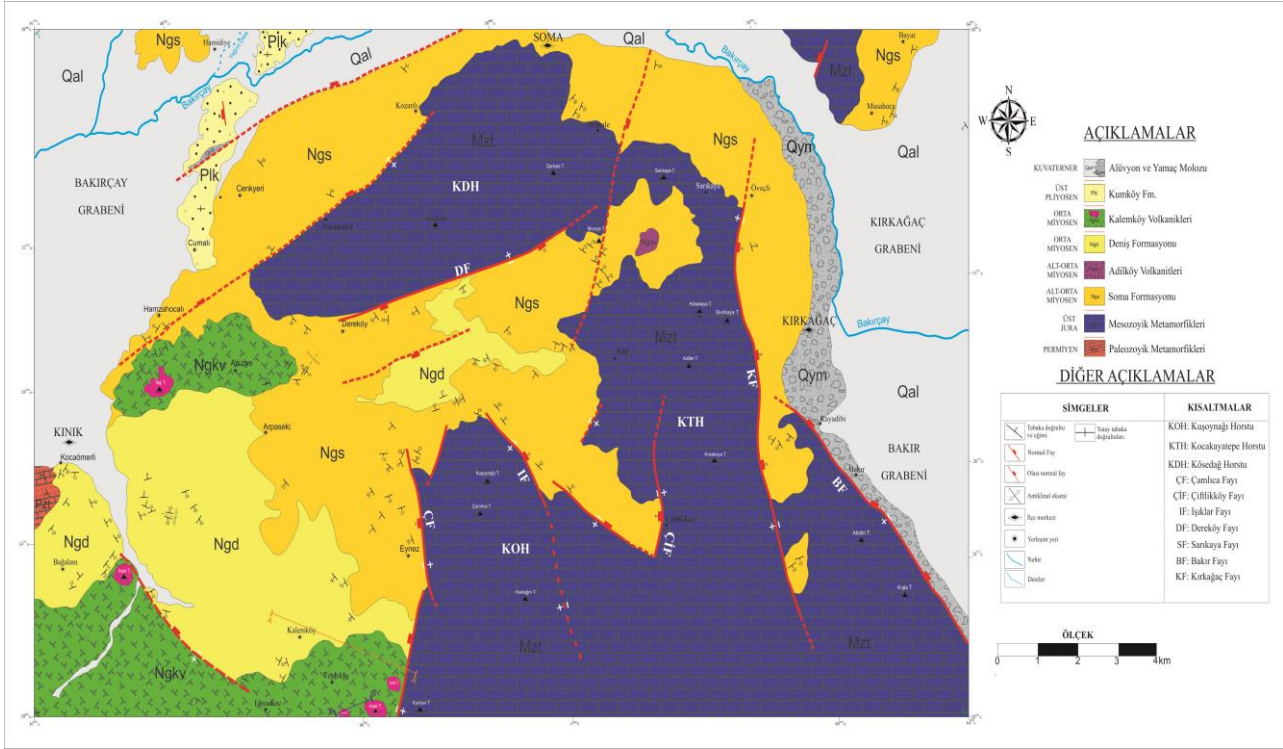
2.1. Jeolojik Özellikler

Türkiye, Fanerozoik boyunca okyanuslar tarafından ayrılmış kıtasal parçaların bir araya gelmesiyle oluşmuş ve altı adet tektonik birliğe ayrılmıştır. Bu tektonik birlikler Rodop – Istranca Zonu, İstanbul Zonu, Sakarya Zonu, Kırşehir Masifi, Anatolid – Torid Bloğu ve Arap Platformu’dur [2]. Çalışma alanının da yer aldığı kuzeydoğu Ege, Neojen öncesi (Paleosen – Erken Eosen) dönemde kuzeyde Sakarya kıtasına ait tektonik birimler ile güneydeki Anatolid – Torid bloğuna ait tektonik birimler arasında yer alır ve Neotetis’in kuzey kolunun kapanmasını denetleyen K-G yönlü sıkışma rejimi etkisi altında yükselerek günümüzdeki morfolojisini kazanmıştır [3],[5],[6],[9],[23]. Sakarya kıtasına ait Permo-Karbonifer yaşlı killi şist, grovaklar ile Bornova Karmaşığı’na ait Mesozoik yaşlı kristalize kireçtaşları bölgenin yükselim alanlarını temsil eden temel kaya birimlerini oluşturmaktadır [11], [24]-[27], [28]-[31].

Neojen döneminde (Erken Miyosen’den itibaren) Kuzeybatı Anadolu, gerilme tektoniği rejimi etkisine girmiştir ve çalışma alanı batı Anadolu gerilme bölgesi içerisinde yer almaktadır (Şekil 1b). Serravaliyen (12 my)’den itibaren geniş alanlarda gölsel havzalar gelişmiş ve göl havzalarında meydana gelen sedimantasyona karasal volkanizma eşlik etmiştir [4], [10]-[13],[17]. Miyosen boyunca KD – GB ve D – B yönünde gelişmiş Bakırçay, Dereköy, Kırkağaç ve Bakır grabenlerinde çökelen gölsel sedimanlar Erken – Orta Miyosen yaşlı Soma Formasyonu ile Orta Miyosen yaşlı Deniz Formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Şekil 2). Karasal volkanizma ürünleri, Soma Formasyonu ile sokulum halinde olan eş yaşlı Adilköy Volkanitleri ve Deniz Formasyonu ile yanal ve düşey sınır ilişkisine sahip Orta Miyosen yaşlı Kalemköy Volkanitleri’dir (Şekil 2). Tüm bu istiflerin üzerinde Geç Pliyosen yaşlı Kumköy Formasyonu bulunmaktadır. Bölgede bulunan bütün birimler Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller ve yamaç molozları tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 2).



Şekil 1. (a) Türkiye'nin başlıca tektonik birlikleri ve suture zonları [32]-[37]. İPS: İnter-Pontid Suture Zonu. İAS: İzmir-Ankara Suture Zonu. AES: Ankara -Erzincan Suture Zonu. İTS: İç Torid Zonu. BZS: Bitlis-Zagros Suture Zonu. P: Pontidler (Istranca, İstanbul, Sakarya). SZ: Sakarya Zonu. KM: Kırşehir Masifi. ATP: Anatolid – Torid Platformu. AP: Arap Platformu; (b) Türkiye'nin Neotektonik birlikleri [38] ve çalışma alanının konumu (kırmızı kare).

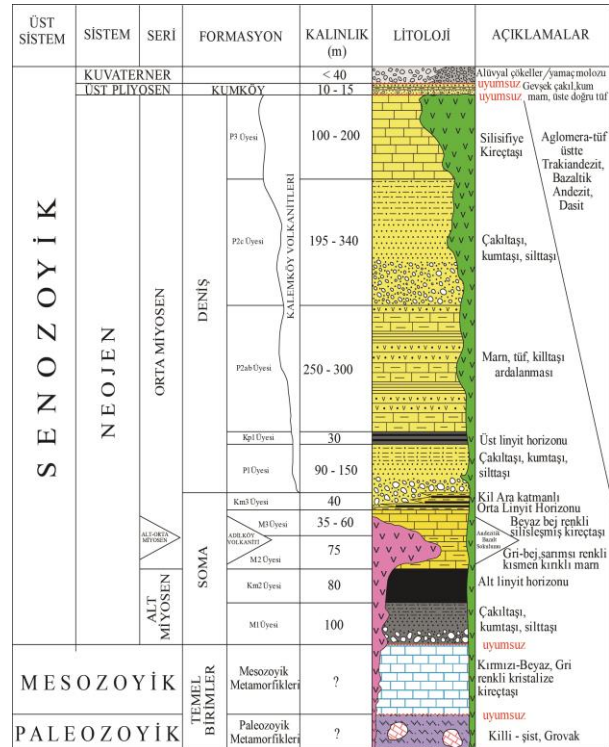


2.2. Stratigrafik Özellikler

2.2.1. Soma Formasyonu

Birim adını Soma ilçesinden almış olup ilk defa Nebert [39] tarafından adlandırılmıştır ve çalışma alanında D-B uzanımlı yaklaşık 90 km²'lik alanda yayılım göstermektedir. Soma Formasyonu tabandan tavana doğru beş farklı üyeye ayrılmaktadır [24], [26], [29], [31], [39]-[43]. Tabanda organik maddece zengin göl ortamını karakterize eden konglomera, kumtaşı ve kiltaşlarından oluşan M1 Üyesi ile başlar, üste doğru Alt linyit seviyesi olarak tanımlanmış Km2 Üyesi, birbiriyle yanıl ve düşey geçişli marnlarla karakteristik M2 Üyesi, kireçtaşlarından oluşan M3 Üyesi ve ince linyit katmanları ile kiltaş arıdalanmalı orta kömür damarı olan Km3 Üyesi ile son bulmaktadır (Şekil 3). Soma Formasyonu'nun kalınlığı 250 m - 400 m arasındadır. Birim üzerine Deniş Formasyonu uyumlu ve/veya yanıl yönde geçişlidir. Kleinsorge [44], yaprak izleri ve fosillerle dayanarak Soma Formasyonu'nun yaşını Erken - Orta Miyosen'e dahil etmiştir. Takahashi ve Jux [36] ise, spor ve polen içeriğine göre Soma Formasyonu içinde yer alan alt seviyelerdeki organik maddelerde Erken Miyosen, üst seviyelerdeki organik maddelerden yaptığı yaş analizlerinde ise Orta Miyosen yaşlarını tespit etmiştir. Soma Formasyonu'nun tüm üyeleri incelendiğinde, karasal ortamı karakterize ettiği

görülmüştür. Birim yelpaze deltası, karbonat gölü ve göl kenarı karbonat düzlüğü ile birleşik akarsu ortamında çökelmiştir [32].



Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti [34].

2.2.1.1. M1 Üyesi

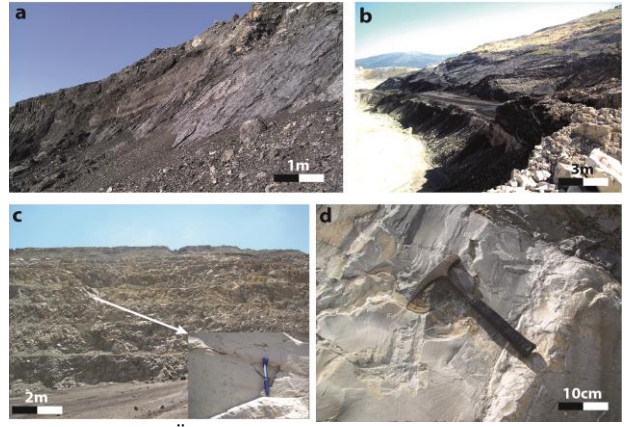
Temel kayalar üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. En altta konglomeralarla başlayıp üste doğru daha ince taneli çökeller, kumtaşları ve kiltası araldanmaları ile devam etmektedir. Tabanını yeşilimsi gri renkli, blok boyutunda çakıltaşları oluşturmaktadır. Çakıltaşları temele ait grovak, kireçtaşları ve radyolaritlerden türemiştir [33]-[34]. Üst seviyelerde ise yer yer linyitli, organik maddece zengin laminalı kiltalarına geçiş göstermektedir. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun (TKİ) Soma açık ocak işletmelerinde birimin orta ve üst seviyeleri net olarak görülmektedir (Şekil 4a). Kalınlığı 1 m - 100 m arasında değişen birim, üstünde yer alan Km2 Üyesi'yle düşey yönde geçişlidir. Üyeye ait çakıltaşları alüvyal yelpaze çökellerinin iç ve orta yelpaze bölümünün kanal dolgu fasieslerini, kumtaşları ve sittaşları ise görsel kıyı çökellerini temsil etmektedir [35]. Palinolojik verilere göre üyenin yaşı, Erken Miyosen (Geç Burdigaliyen) (17 My - 18 My) olarak belirlenmiştir [36]

2.2.1.2. Km2 Üyesi

Üye, altındaki M1 Üyesi ile dereceli geçişli olup aralarında net bir sınır ayrımı yapılamamaktadır. Birim içerisindeki linyit genellikle sert, parlak yüzeye sahiptir (Şekil 4b) ve üyenin kalınlığı 10 m - 80 m arasında değişmektedir. Üstündeki M2 Üyesiyle uyumlu sınırı bulunmaktadır. İnci vd. [32]'nin yapmış oldukları detaylı fasies çalışmalarında birimin çökeltme ortamı, alüvyal yelpazenin yakınsak bölgelerinden geçici göl ve bataklık ortamına geçiş olarak yorumlanmıştır. Üyenin yaşı Takahashi ve Jux [36] tarafından yapılan palinolojik çalışmalara göre Erken Miyosen (Geç Burdigaliyen) olarak saptanmıştır.

2.2.1.3. M2 Üyesi

M2 Üyesi homojen bir yapıya sahip olup yer yer orta-kalın tabakalı, genelde masif marnlarla temsil olmaktadır. Taze yüzeyleri gri-yeşil renkli, alterasyon renkleri koyu gri- yeşil renkli kül rengindedir (Şekil 4c ve Şekil 4d) ve kalınlığı ortalama 30 m - 75 m arasında değişmektedir. Üyenin sınırlı üst bölümleri, karbonat oranının artmasına bağlı olarak M3 Üyesi'ne ait kireçtaşlarına geçmektedir. Böylece M2 Üyesi'yle ile üzerinde yer alan M3 Üyesi arasındaki dokanak düşey yönde geçişlidir. Ancak bu geçişin kalınlığı 0,5 m - 2 m arasında değişir. Üye göl fasiesinin derin kısımlarına ait çökellerden oluşmaktadır [32]. Brinkmann vd. [24], M2 Üyesi'nde yaptıkları tane fosil incelemelerinden birimin yaşını Geç Miyosen (Tortoniyen) olarak tanımlamışlardır. Ardından İnci [31], paleontolojik çalışmalarda belirledikleri biyozonlarda birimin yaşını Orta Miyosen olarak saptamıştır.



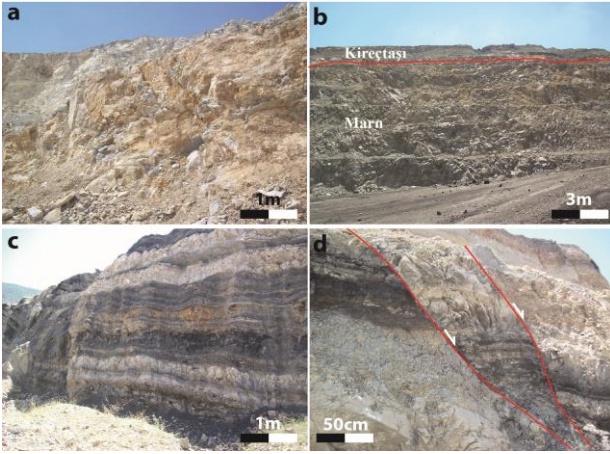
Şekil 4. (a) M1 Üyesi'nin kiltası ve organik seviyece zengin üst seviyesinden görünüm. (Bakış yönü güneybatı; UTM: 47084D / 26754K); (b) Soma Formasyonu'na ait Km2 Üyesi'nin organik maddece zengin üst linyit seviyesi (Bakış yönü kuzeydoğu; UTM: 47079D / 26574K); (c) M2 Üyesi'nin gri-yeşil renkli marnlarından görünüm. Alterasyon yüzeyleri sarı- koyu gri renkli olarak görülmektedir (Bakış yönü güneydoğu; UTM: 48758 D / 28407 K); (d) M2 Üyesi'nde gözlenen yüzeyi altere olmuş sarı-koyu gri renkli marnlar (Bakış yönü güneydoğu; UTM: 49400 D / 29162 K).

2.2.1.4. M3 Üyesi

Üye, genelde orta-kalın tabakalı, taze yüzeyleri kirli beyaz - bej renkli kireçtaşlarından oluşmaktadır (Şekil 5a). Birimin özellikle açık ocak işletmelerinde temel birimlerle olan faylı dokanağa yakın kesimleri deforme bir yapıya sahiptir. Kireçtaşları içerisinde gözlenen çakıl içerikli killerin, kireçtaşlarının çökeltimi esnasında havza kenarındaki temel kayalardan aşınan malzemelerin ani sellenmelerle havza içerisinde istiflenmesiyle oluşmuştur [37]. Bu nedenle üye içerisinde kalınlığı 10 m ye varan killi kireçtaşı ve yer yer yeşilimsi renkli çakıllı kiltası ara tabakalanmaları saptanmıştır. Birimin kalınlığı 10 m - 60 m arasında değişmektedir. M3 Üyesi üzerinde Km3 Üyesi uyumlu olarak bulunmaktadır. Birim, altındaki M2 Üyesi'nin üzerine uyumlu geçişli geldiğinden yaşı Orta Miyosen olarak kabul edilmiştir (Şekil 5b).

2.2.1.5. Km3 Üyesi

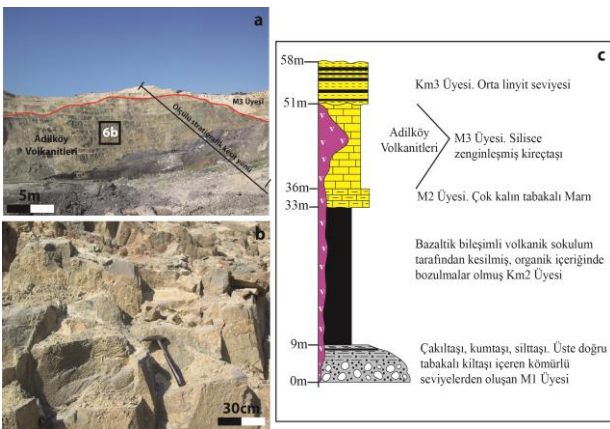
Birim kireçtaşı, marn, kiltası ve linyit araldanmalıdır (Şekil 5c). İçerisinde bulunan yoğun kiltaları nedeniyle yumuşak çökeltme deformasyonuna ve faylanmaya maruz kalmıştır (Şekil 5d). Nebert [26]' e göre Km3 Üyesi, M3 Üyesi'nin üst bölümünde çökeltmiştir. Kalınlığı 5 m - 30 m arasında değişmektedir. Km3 Üyesi'yle ile üzerinde yer alan Deniz Formasyonu arasında uyumlu bir stratigrafik ilişki vardır. Çökeltme ortamı sığ karbonat çamurlarının çökeldiği göl ve ufak göller içeren birleşik nehir sistemi ve çoğunlukla az kurumuş orman bataklıklarıdır [31]. Palinoloji çalışmaları sonucunda Km3 Üyesi'nin yaşı Orta Miyosen (Langiyen-Serravaliyen) olarak belirlenmiştir [36].



Şekil 5. (a) M3 Üyesi kireçtaşlarında gözlenen temelle olan tektonik dokanağa yakın birimlerindeki kırık ve çatlaklı yapılar (Bakış yönü kuzeydoğu; UTM: 52373D / 32000K); (b) M2 Üyesi'nin marnları ile M3 Üyesi'nin kireçtaşı seviyelerinin düşey yönde geçişi (Bakış yönü güneybatı; UTM: 48741D / 28036K); (c) Km3 Üyesi'nin kalker, kiltası, marn, linyit ardalanmalı seviyeleri (Bakış yönü kuzeybatı; UTM: 48458D / 28407K); (d) Km3 Üyesi içerisinde gözlenen eğim atımlı normal faylardan görünüm (Bakış yönü kuzeybatı; UTM: 52636D / 31925K).

2.2.2. Adilköy Volkanitleri

Adilköy Volkanitleri ilk defa Ercan vd. [39] tarafından Adilköy ve çevresinde "Adilköy Bazaltı" olarak isimlendirilmiştir. Hem arazi gözlemleri hem de petrografik çalışmalar bu volkanitlerin bazaltik andezit türü kayalardan oluştuğunu göstermektedir [34], [45], [47]-[48]. İnceleme alanının güneybatısında TKİ Ege Müessesesi Müdürlüğü'ne ait Soma açık ocak işletmelerinde Sarıkaya tepe çevresinde aktif olarak kullanılmayan linyit ocağında Soma Formasyonu içerisine dayk şeklinde yerleştikleri görülmüştür (Şekil 6a ve Şekil 6b). Adilköy Volkanitleri'ne ait bazaltik kayalarda yoğun alterasyon hakimdir, killeşme, karbonatlaşma, ikincil kalsit oluşumları ve hematitleşmeler gözlenmektedir (Şekil 6c).



Şekil 6. (a) Soma Formasyonunu ve formasyonu kesen Adilköy Volkanitleri'ne ait bazaltik dayktan görünüm (Bakış yönü güneydoğu); (b) Bazaltik bileşimli volkanik sokulumun yakından görünümü; (c) Kesit güzergâhı boyunca alınmış ölçülü stratigrafik kesit.

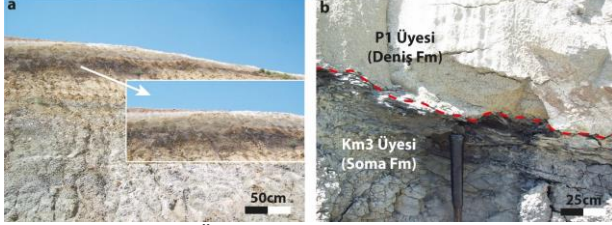
2.2.3. Deniz Formasyonu

Deniz Formasyonu ismini Soma'nın kuzeybatısında bulunan Deniz köyünden almaktadır ve ilk defa Nebert [26] tarafından adlandırılmış olup Dereköy Grabeni boyunca, çalışma alanının KB, GB, KD bölgelerinde yaklaşık 75 km² lik alanı kapsamaktadır. Formasyon alttan üste doğru akarsu sisteminde gelişmiş kaba ve ince taneli kırıntılı kayalar, organik maddece zengin kömürlü seviyeler, volkanoklastik çökeller ve sığ gösel karbonat kayalarıyla karakteristiktir. Bu çalışmada birim litolojik farklılıkları sebebiyle 5 üyeye ayrılmıştır. Bunlar; tabanda kumtaşı-silttaşı- alacalı kiltaslarından oluşan P1 Üyesi ile başlar, üste doğru sırasıyla üst kömür horizon seviyesi olan KP1 Üyesi, Marn-Kiltası-tüf ardalanmalı P2ab Üyesi, konglomera-kumtaşı-kiltası ardalanmalı P2c Üyesi ve Silisifiye kireçtaşı- tüf ardalanmalı P3 Üyesi'yle son bulmaktadır. Deniz Formasyonu'na ait çökellerin kalınlığı 400 m - 900 m arasında olup altındaki Soma Formasyonu üzerine uyumlu ve/veya yanal yönde geçişlidir. Aynı dönemde ve sonrasında devam eden volkanik faaliyetlerle taşınan malzemeler ise Deniz Formasyonu'nu uyumsuz olarak örtmektedir. Nebert [26] makrofosil, ostrakod ve polenlerden yaptıkları yaş tayinlerini dikkate alarak formasyonun yaşını Alt Pliyosen olarak saptamışlardır. Takahashi ve Jux [36] organik maddece zengin KP1 Üyesi içerisinden aldıkları spor ve polenlerden yaş analizi yapmış, birimin yaşını Geç Miyosen olarak tayin etmişlerdir. Deniz Formasyonu'nun çökeltme ortamı, litolojik içeriklerine göre alüviyal yelpaze, akarsu, bataklık ve göl ortamlarının yanı sıra [32] kömür alanlı havzada gerçekleşen volkanizma ile beraber geliştiği bilinmektedir [31]. Bu çalışmada formasyonun üzerini hem örten hem de yanal geçişli Kalemköy Volkanitleri'nden alınan örneklerden yapılan ve ileride detaylı bahsedilecek olan, ⁴⁰K/⁴⁰Ar yaş analizlerine bağlı olarak birimin yaşının en geç Orta Miyosen olması gerekmektedir.

2.2.3.1. P1 Üyesi

Üye, Soma Formasyonu birimleri ile yanal ve düşey yönde geçişli olup Deniz Formasyonu'nun taban seviyelerini oluşturmaktadır. Tabanda gevşek çimentolu kumtaşı ve silttaşı, üste doğru alacalı kiltasları ve gri-yeşil renkli serizitli kumtaşı - kiltası ardalanmalarıyla karakteristiktir. En üst seviyelerinde organik maddece zengin kiltasları ve KP1 Üyesi'ne düşey yönde geçişli oldukları görülmektedir (Şekil 7a). Birim, çalışma alanında 5 m - 150 m arasında değişen kalınlıklara sahip olup Soma Formasyonu'nun en üst seviyelerini oluşturan Km3 Üyesi üzerine uyumlu olarak çökelmiştir. İki formasyon arasındaki stratigrafik ilişkinin en iyi gözlemlendiği yüzeylemeler TKİ açık ocak kömür işletmelerine ait yüzeylemelerde olup burada kanal dolgusu şeklinde gelişmiş Deniz Formasyonu'na ait P1 Üyesi, Soma Formasyonu'na ait Km3 Üyesi

üzerine geçişli olarak yerleştiği görülmüştür (Şekil 7b). P1 Üyesi'ne ait çökeller, kötü boylanma gösteren çakıl boyutu bileşenler ve kiltası birlikteliğinin yanı sıra kumtaşı-kiltası ardalanmalarından oluştuğundan, birimin menderesli akarsu sisteminde gelişmiş flüvyal kanal ve taşkın ovası ortamlarında oluştuğu sonucuna varılmıştır [32].



Şekil 7. (a) P1 Üyesi'nin KP1 üst kömür horizonuna geçişinden görünüm (Bakış yönü kuzeydoğu; UTM: 49067D / 29146K); (b) KM3 üyesi (Soma Formasyonu) ile P1 Üyesi (Deniş Formasyonu) arasındaki sınır (Bakış yönü güneybatı; UTM: 49029D/29360K).

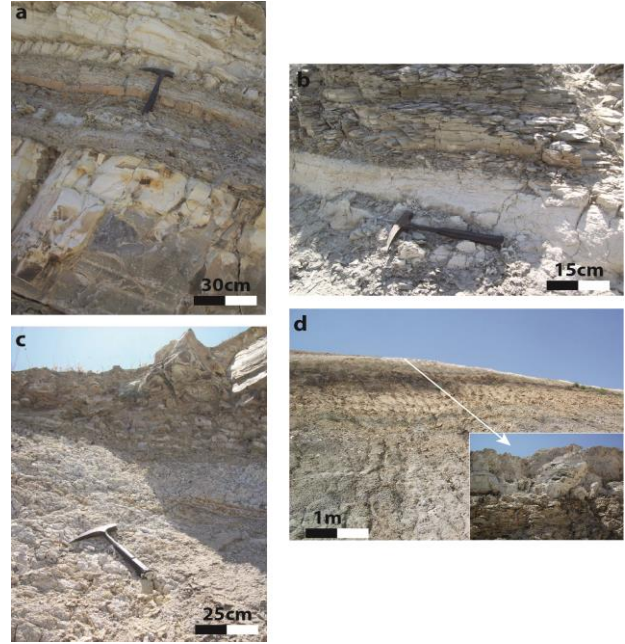
2.2.3.2. KP1 Üyesi

Organik maddece zengin olan üst kömür horizonu seviyesi olarak tanımlanan üye, genel olarak kahverengi-siyah renklidir. Birim altında bulunan akarsu çökellerinden oluşan P1 Üyesi ile marn-kiltası-tüf ardalanmalı P2ab Üyesi'ne geçişte ara katman olarak gözlenmekte olup kalınlığı 2 m - 30 m arasındadır. Organik maddece zengin olan üye, kiltaları ve laminalı marnlar ile ardalanmalıdır. Kömür seviyeleri, bitki parçaları, ağaç kökleri, gastrapod kabukları ve linyit parçaları içermektedir. Birimin çökeltme ortamı, karbonatça zengin geniş alanlarda hızlıca gömülmüş sığ göl çökelleri ve alloktan turba bataklığı olarak yorumlanmıştır [32].

2.2.3.3. P2ab Üyesi

Çalışma alanında yaklaşık olarak 4 km² lik alanda yüzeyleyen birimi ilk defa Nebert [40], P2 Üyesi olarak isimlendirmiş olup üç farklı litolojiye ayırmıştır. Bunlar; marnlardan oluşan P2a, volkanoklastiklerden oluşan P2b, ve çakıltaşı seviyeleri olarak gözlenen P2c üyeleridir. Tan vd. [35] ise P2 Üyesi'ni marn ve tüf ardalanmalı P2ab Üyesi, çakıltaşı seviyelerinden oluşanlarını da P2c Üyesi olarak ayırmış ve adlandırmıştır. Bu çalışmada da Tan vd. [35]' in adlandırılmasına uyularak P2 Üyesi'nin yalnızca marn ve tüf ardalanmalı seviyeleri için P2ab Üyesi tanımlaması kullanılmıştır. P2ab Üyesi, marnlar ile başlayıp üste doğru kiltası-marn ardalanması şeklinde devam etmektedir (Şekil 8a). Marnlar orta-kalın tabakalı gri-yeşil-bej renkli ve orta sertliktedir (Şekil 8b). Marnlar arasındaki tüfler beyaz renkli, alterasyon rengi ise sarımsı kahverengidir (Şekil 8c). Üst kesimlerinde tüf ve tüftler tümüyle egemen olmaktadır (Şekil 8d). Tüfler andezitik karakterde olup, piroklastik yapı gösteren cam tüfleridir [26]. P2ab Üyesi altındaki KP1 Üyesi ile düşey yönde geçişli olup üzerine çakıltaşı-kumtaşı

ardalanmalarından oluşan P2c Üyesi uyumlu olarak yerleşmiştir.



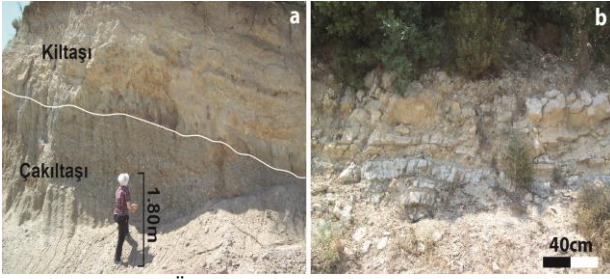
Şekil 8. (a) P2ab Üyesi'nin alt seviyelerinde gözlenen kiltası-marn ardalanmaları (Bakış yönü güneybatı; UTM: 48424D/28205K); (b) P2ab Üyesi'ne ait gri-bej renkli marnlardan görünüm (Bakış yönü güneybatı; UTM: 48424D/28205K); (c) ve (d) P2ab Üyesi'nin üst seviyelerinde görülen volkanoklastikler (Bakış yönü güneybatı; UTM: 48824D/28205K).

2.2.3.4. P2c Üyesi

P2c Üyesi gri-yeşil, gri-bej renkli çakıltaşı, sarı-kahverengi kumtaşı ve kiltası ardalanmalarından oluşur (Şekil 9a). Çakıltaşı, zayıf kalsit çimentolu, kötü boylanmalı ve iyi derecede yuvarlaklaşmıştır. Kumtaşları ise iri-orta taneli, gevşek çimentolu ve düzensiz tabakalanmalıdır. Kiltaları ise gri-yeşil renkli olup kumtaşları ile aralarında bazı seviyelerde bej renkli ince kireçtaşı bantları gözlemlenmektedir. Üyenin çalışma alanında kalınlığı 5 m - 340 m arasında olup çökeltme ortamı, Dereköy Grabeni'nin kuzeyinde oluşan volkanik faaliyetlerle taşınan volkanoklastik malzemenin yelpaze, alüvyal düzlük ve göl ortamlarında sedimanter çökellerle beraber istiflenmesi olarak yorumlanmıştır.

2.2.3.5. P3 Üyesi

Birim, silisifiye kireçtaşı - tüf ardalanmasından oluşmaktadır. Beyazımsı - bej renkli olup tabakalar yatay ya da yataya yakın eğime sahiptir (Şekil 9b). Tabaka kalınlıkları ince ve ortadır. Tüfler beyaz-kirli beyaz renkte ve gevşek yapıdadır. Üyenin kalınlığı 100 m - 200 m arasında değişmektedir. P3 Üyesi altında bulunan P2c Üyesi üzerine uyumlu gelirken, üzerinde yer alan volkanik birimler ise birimi uyumsuz olarak örtmektedir. İnci [31]'nin yaptığı detaylı fasiyes çalışmalarında P3 Üyesi, gölsel ortamda çökelmiş karbonat göl çökellerini temsil ettiği şeklinde yorumlanmıştır.



Şekil 9. (a) P2c Üyesinin çakıltası ve kiltası (Bakış yönü kuzeydoğu; UTM: 45404D/23446K); (b) P3 Üyesi'ne ait silisifiye kireçtaşları (Bakış yönü kuzeydoğu; UTM: 38095D/23627K).

2.2.4. Kalemköy Volkanitleri

Önceki çalışmalarda Kozak-Yuntdağ Volkanitleri ve Dededağ Volkanitleri olarak isimlendirilen [41]-[42] birim, bu çalışmada inceleme alanının güneybatısında yüzeyleyen aynı yaştaki farklı petrografik özelliklere sahip volkanik kayaç toplulukları için “Kalemköy Volkanitleri” olarak isimlendirilmiştir. Kalemköy Volkanitleri, arazi gözlemleri ve petrografik özelliklerine göre dasit, riyolit, riyodasit, trakiandezit, andezit türü volkanik kayaçlardan oluştuğu saptanmıştır. Çalışma alanında gözlenen dasitik birimler volkanoklastikler ve lav akıntıları türünde olup (Şekil 10a), Neojen yaşlı sedimanter birimleri örttüğü görülmüştür. Aglomeraları oluşturan çakıl-blok boyutunda değişen bileşenler, kırmızı, yeşil, siyah renkli olup, bazalt ve andezit kayaç parçalarından oluşmaktadır (Şekil 10b). Birimin andezit-trakiandezitik türü volkanik kayaçları çalışma alanının güneybatısında gözlemlenmektedir (Şekil 10c). Volkanik kayaların yüzeylerinde, epidotlaşma, kloritleşme gibi alterasyonlar saptanmıştır. Andezit türü volkanik kayaçlar, Elmadere kuzeyinde gri- kiremit rengi andezit, andezitik bazalt, gri-pembemsi trakiandezitlerle temsil edilmektedir (Şekil 10d). Kalemköy Volkanitleri'nin bazı yüzeylemelerinde volkanoklastikleri kesen bazaltik dayklar gözlenmektedir (Şekil 10e).

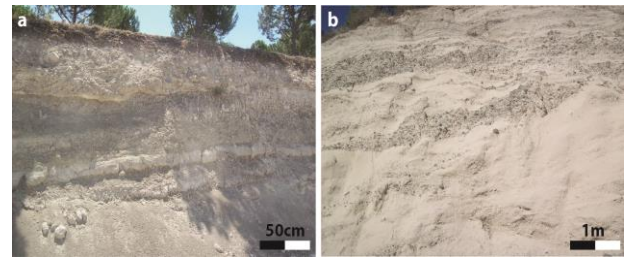
2.2.5. Kumköy Formasyonu

Birim ilk defa İnci vd. [32] tarafından adlandırılmıştır ve çalışma alanında yaklaşık 10 km²'lik alanda yüzeyleme vermektedir. Tabanda gevşek kumtaşları ile başlar, üste doğru çakıl taşlarına geçmektedir (Şekil 11a). Çakılların, Soma Formasyonu'na ait marn ve Deniz Formasyonu'na ait silisli çökellerden kaynaklandığı görülmektedir ve birime ait çökeller, kalsiklastik ve silisiklastik, gevşek çimentolu malzemelerden oluşmuştur (Şekil 11b). Formasyonun kalınlığı 10 m – 15 m arasında değişmekte olup altındaki Orta Miyosen yaşlı Deniz Formasyonu ile ve üzerinde bulunan Kuvaterner çökelleri ile açısız uyumsuzdur. Nebert [26]'in Pleyistosen yaşını verdiği birim için Yeşilyurt ve Taner [33], karakteristik gastropod faunasına dayanarak Geç Pliyosen (Romaniyen) yaşını

vermiştir. Kumköy Formasyonu'nun ortamsal yorumu için İnci vd. [32] detaylı fasiyes çalışmaları yapmış, alüvyal yelpaze, akarsu kanalları, yakınsak/ıraksak taşkın düzlüğü ve karbonat gölü fasiyes toplulukları olarak gruplandırılmıştır.



Şekil 10. (a) Volkanoklastik akıntıdan görünüm (UTM: 43886 D/29355K); (b) Kalemköy Volkanitleri'nin volkanoklastik çökelleri (UTM: 41402 D /21640K); (c) Kalemköy Volkanitleri'nin trakiandezitik birimleri (UTM: 40748D/22305K); (d) Kalemköy Volkanitleri'nin andezitik birimleri (UTM: 43478D/22512K); (e) Volkanoklastikleri (VK) kesen bazaltik dayklardan (BD) görünüm (Bakış yönü güneydoğu; UTM: 42937D721145K).



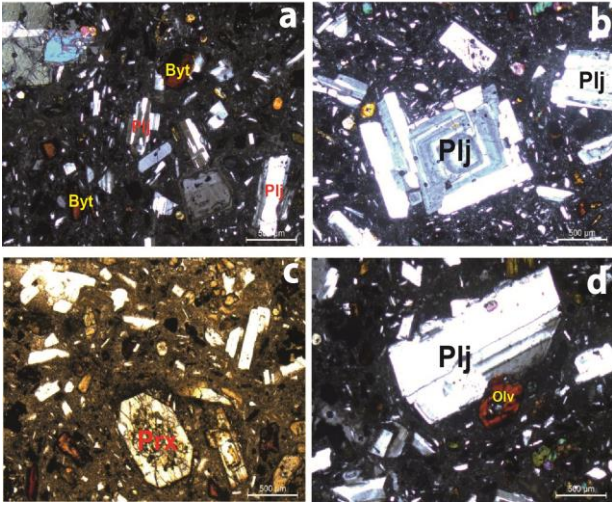
Şekil 11. Kumköy Formasyonu'na ait çökeller (Bakış yönü kuzeybatı). (a) Kumköy Formasyonu'nun çakıl, kum kil boyutu tanelerinden oluşan akarsu çökelleri (UTM: 41822D/35306K); (b) Kumköy Formasyonu'na ait akarsu çakılları ve bol ince silisli çökelleri (UTM: 41990K/32650D).

2.2.6. Alüvyal Çökeller

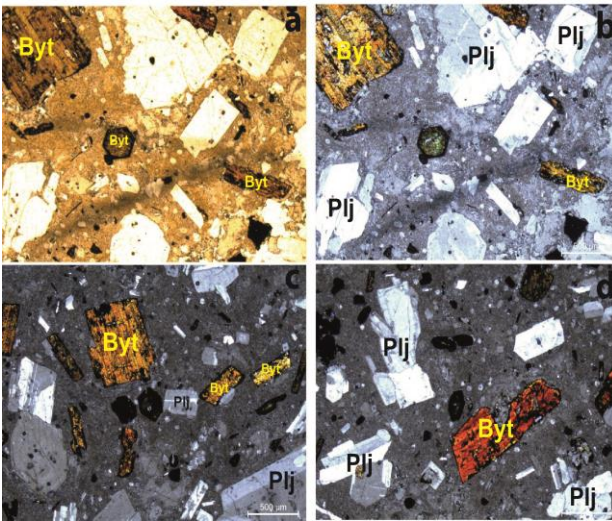
Kuvaterner yaşlı genç alüvyonlar, güncel alüvyal yelpaze ve yamaç molozları bu çökelleri oluşturmaktadır. Gevşek çimentolu, çakıl boyutundan kil boyutuna kadar değişen bileşenlerden meydana gelmektedir.

2.3. Petrografik Özellikler

Çalışma alanında gözlenen Neojen yaşlı volkanik kayaç gruplarına ait el örneklerinden hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskop altında incelendiğinde, camsı hamur içerisinde porfiri dokuya sahip (Şekil 12a) andezit ve trakiandezit türü kayaçlarda, kalsiyumca zengin plajiyoklaz zonlanmaları (Şekil 12b), albit kapantıları bulunan, demirce zengin piroksen (Şekil 12c) ve olivinler (Şekil 12d) ile biyotitler gözlenmektedir. Biyotitler genellikle öz şekilli, nadiren yarı öz şekillidir (Şekil 13a ve Şekil 13b). Ayrıca biyotitlerin dilinimleri demiroksitce altere olduklarından görülememektedir (Şekil 13c ve Şekil 13d).

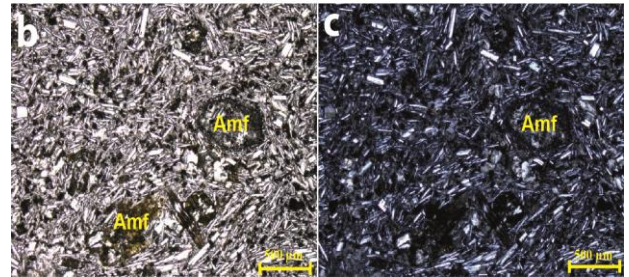
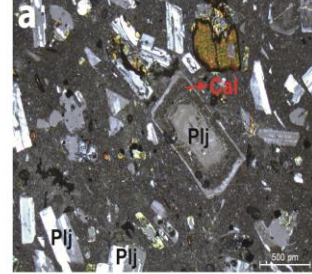


Şekil 12. (a) Camsı -Porfirik doku. Camsı hamur içerisinde porfiri plajiyoklaz (Plj) ve biyotit (Byt) mineralleri (500µm büyütme; çapraz ışık); (b) Kalsiyum miktarının artmasına bağlı olarak gelişmiş, kalsiyumca zengin plajiyoklaz zonlanmaları (500µm büyütme; çapraz ışık); (c) Demirce zengin altere piroksen (Prx) ve olivinlerden (d) görünüm (500µm büyütme; çapraz ışık; Plj: Plajiyoklaz, ,Olv: Olivin).



Şekil 13. Öz şekilli ve yarı öz şekilli biyotitlerin (Byt) ince kesit görüntüsü (500µm büyütme, (a) düzlemsel ışık; (b) Çapraz ışık); (c) Biyotit (Byt) ve plajiyoklazların (Plj) ince kesit görüntüsü; (d) lateral, demirce altere biyotitlerin ince kesit görüntüsü (500µm büyütme; çapraz ışık).

Bazı volkanik kayaçlar mikritik yapıya sahiptir ve porfiri halinde bulunan plajiyoklazlar içerisinde zonlanmalar kalsit bozunmalarına uğramıştır (Şekil 14a). Bu tür bozunmalar trakiandezitden andezite geçişi temsil etmektedir. Bazaltlar ise akışkan dokuya sahip olup, plajiyoklaz mikrolitleri ve altere olmuş demirce zengin amfibol mineralleri içermektedir (Şekil 14b ve Şekil 14c).



Şekil 14. (a) Plajiyoklaz zonlanmalarında gözlenen kalsit bozunmalarının ince kesit görüntüsü (500µm büyütme, çapraz ışık; Plj: Plajiyoklaz, Kal: Kalsit); (b) ve (c) mikrolit doku ve içerisinde gözlenen altere amfibollerin (Amf) ince kesit görüntüsü (b: düzlemsel ışık, c:çapraz ışık; 500µm büyütme).

2.4. Jeokronolojik Özellikler

Adilköy ve Kalemköy Volkanitleri önceki araştırmacılar tarafından göreceli olarak jeokimya ve stratigrafik özelliklerine göre farklı yaşlarda tanımlanmıştır. Araştırmacılar Adilköy Volkanitleri'ni Erken - Orta Miyosen [22], Kalemköy Volkanitleri'ni ise Kozak - Yuntadağ Volkanitleri [41] ve Dededağ Volkanitleri [42] tanımlamalarıyla Geç Miyosen yaşlı olarak tayin etmişlerdir. Bu çalışmada bölgedeki volkanik kayaçlar yoğun alterasyona sahip olduklarından mineralizasyon yaşını bulmak için binoküler mikroskop yardımıyla seçtiğimiz biyotitlerden yaş tayini için örnekler alınmıştır. Adilköy Volkanitleri'nden alınan A-1 no lu bir örnek ve Kalemköy Volkanitleri'nden alınan iki örnekten (AN-1 ve AN-2 no lu örnekler), Almanya'da Georg-August Universitat Göttingen Geowissenschaftliches Zentrum der Abt. Isotopengeologie laboratuvarında Prof. Dr. Klaus Wemmer tarafından $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ yaşlandırılması yapılmıştır. Böylelikle bölgede gelişen volkanizmanın ilk olarak 25,5 milyon yıl önce (Şattiyen) başladığı görülmüştür (Tablo 1). Adilköy Volkanitleri için 22,2 milyon yıl (Burdigaliyen) ve Kalemköy Volkanitleri için 17 milyon yıl (Langiyen-Serravaliyen) yaşları elde edilmiştir.

Tablo 1. Adilköy ve Kalemköy Volkanitleri'ne ait örneklerin $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ analiz sonuçları.

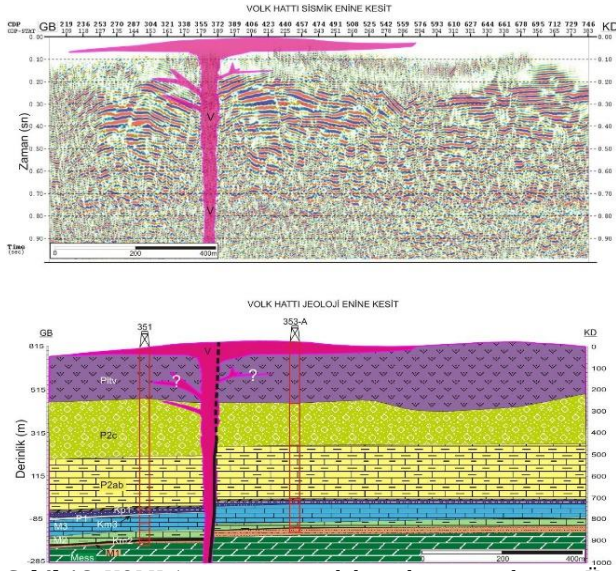
Örnek	Spike	K ₂ O	⁴⁰ Ar	⁴⁰ Ar	Yaş (My)	2s-Hata (My)
A-1	4829	1.42	1.02	18.91	22.2	1.3
B-1	4849	1.82	1.51	3.63	25.5	1.4
AN-2	4844	4.04	2.24	57.01	17.1	0.4

3. Tartışma

3.1. Bölgenin Jeolojik Evrimi ve Ortamsal Yorumlanması

Neojen öncesi dönemde, Geç Kretase – Erken Eosen periyodunda, K – G yönlü sıkışmalı rejimin etkisiyle, kuzeyde Sakarya kıtasına ait tektonik birimlerle güneyde Anatolid – Torid bloğuna ait tektonik birimlerin yakınlaşmasına bağlı olarak Neotetis okyanusunun kuzey kolu kapanmıştır [1], [5]. Batı Anadolu ve çalışma alanının da yer aldığı kuzeydoğu Ege, Torid – Anatolid bloğu zonlarından Bornova Fliş Zonu ile bloğun kuzey sınırını oluşturan İzmir – Ankara- Erzincan kenet kuşağı [3] geçişi arasında yer almaktadır ve devam eden sıkışma rejiminin etkisiyle kıtasal yükselimle bu dönemde şekillenmiştir [3], [5], [6], [23]. Neotetis okyanusunun kuzey kolunun kapanma süreci, çalışma alanı çevresindeki temel kaya birimleri niteliğindeki Sakarya kıtasına ait Permo-Karbonifer yaşlı killi şist, grovaklar ile Bornova Karmaşığı'na ait Mesozoyik yaşlı kristalize kireçtaşlarının kıtasal yükselimlerine neden olmuş ve bölgenin bugünkü paleocoğrafyasının oluşumunu sağlamıştır. Erken Miyosen'den itibaren devam eden sıkışma rejimi etkisiyle, yükselim alanlarındaki sıkışma deformasyonunu karşılayabilmek için kıta içi genişlemeli rejim ve buna bağlı normal faylanmaların sonucu olarak çok sayıda KD – GB ve D – B yönlü grabenler oluşmuştur [7]- [9]. Çalışma alanındaki Dereköy, Kırkağaç, Bakır ve Bakırçay grabenleri de bu dönemde oluşmuştur [34]. KD – GB doğrultusunda uzanan grabenler içerisinde ilk olarak Erken – Orta Miyosen yaşlı Soma Formasyonu'nun temel birimi olan, az oranda organik madde içeren, çakıltaşlarından oluşan M1 Üyesi çökelmiştir. Az oranda organik madde ve kötü boylanmalı çakıltaşı birliktelikleri birimin, menderesli akarsu ortamında çökeldiği yorumunu yaptırmaktadır (Şekil 15a) ki İnci vd. [32] yaptıkları detaylı fasiyes çalışmalarıyla bu görüşü desteklemektedir. Ayrıca Soma Formasyonu'nun tabanında organik maddece zengin seviyelerin azlığı, henüz bataklık ortamının tam olarak gelişmediğini göstermektedir. Formasyonun üst seviyelerinde çakıltaşlarının yanı sıra kumtaşı, silttaşı ve kıltaşı gibi ince taneli litolojilerin artması, akarsu rejiminin değişimine bağlı olarak ortam enerji yoğunluğunun azalmasına işaret etmektedir. Bu süreçte organik madde miktarı artmasıyla, Km2 Üyesi olarak adlandırılan kömürlü seviyeler 80 m kalınlığa

kadar ulaşmış olması, Erken – Orta Miyosen periyodunda yoğun bataklık rejiminin hakim olduğu yorumunu yaptırmaktadır (Şekil 15a). Orta Miyosen'de M2 Üyesi'ni temsil eden kalın tabakalı marn ve M3 Üyesi olarak adlandırılan kireçtaşları, Miyosen başlarında hakim olan akarsu rejimi, Erken – Orta Miyosen'de yerini bataklık rejimine ve Orta Miyosen başlarında ise bataklık rejiminin de yerini göl rejimine bıraktığını göstermektedir (Şekil 15b). Soma Formasyonu'na ait çökellerin sedimantasyonuna eş yaşlı olarak karasal volkanizma eşlik etmiş ve formasyonun içerisine bazaltik karakterli Adilköy Volkanitleri sokulumla yerleşmiştir (Şekil 15b). Adilköy Volkanitleri'nden elde edilen $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ jeokronolojik yaş verisi, arazi gözlemlerini desteklemektedir. Orta Miyosen'de göl rejiminin etkisinin devam etmesine bağlı olarak kumtaşı, silttaşı ve kıltaşı egemen grabenler içerisine Deniz Formasyonu'nun taban seviyelerini oluşturan P1 Üyesi çökelmiştir. Aynı dönemde bazı bölgelerde su seviyesinin azalmasına bağlı olarak, Deniz Formasyonu'nun Kp1 Üyesi'ne ait az oranda organik maddece zengin seviyelerin varlığı, göl rejiminin hakimiyetinde kısa süreli olarak bataklık rejiminin geliştiğini göstermektedir. Formasyonun üst seviyelerinde marn, tuf ve kıltaşı aralanmalarına sahip P2ab Üyesi çökelmiştir. Volkanoklastik çökellerin varlığı, bu süreçte volkanizmanın sedimantasyona etkisini sürdürdüğü olarak yorumlanmaktadır (Şekil 15c). Devam eden süreçte kötü boylanmalı çakıltaşı ve kıltaşlarından oluşan P2c Üyesi'nin çökelmiş olması grabenler içerisinde akarsu rejiminin etkin olduğunu (Şekil 15c), formasyonunun en üst seviyelerinde ince tuf bantlı karbonat çökellerinden oluşan P3 Üyesi'nin varlığı ise Orta Miyosen'de hakim rejimin göl ortamı olduğuna işaret etmektedir. Aynı seviyelerde sedimantasyona eşlik eden karasal volkanizmanın artmasıyla, Deniz Formasyonu'yla yanall yönde geçişli ve/veya onu üzerleyen andezit, trakiandezit, volkanoklastik karakterli Kalemköy Volkanitleri çalışma alanında yüzelemektedir (Şekil 15c). Deniz Formasyonu'nun sedimanter kayaçları ile Kalemköy Volkanitleri'nin stratigrafik ilişkisine dair bulgular, volkanik kayaçlardan alınan kayaç örneklerinden yapılan $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ jeokronolojik yaş analizleriyle de desteklemektedir. Miyosen sonlarına doğru etkin sıkışma rejimi etkisiyle, bölgede morfolojik yükselimler artmış, su seviyelerinin azalmasına bağlı olarak çökmezlik dönemi başlamıştır. Pliyosen sonlarına doğru Kumköy Formasyonu'na ait farklı kökenli, kötü boylanmalı, zayıf çimentolu çakıltaşları, çakıllı kumtaşı, marn ve kıltaşlarının varlığı, bu dönemde grabenler içerisinde yeni bir akarsu rejiminin etkin olduğunu göstermektedir (Şekil 15d). Formasyon içerisinde gözlenen eğim atımlı normal fayların etkilediği diskordans düzeyleri üzerinde güncel yamaç molozları gelişmiştir (Şekil 15d).



Şekil 18. VOLK-1 yansıma sismik hattı boyunca alınmış, Üst Miyosen'e kadar çıkan volkanizmanın yayılımını gösteren sismik ve jeolojik enine kesit [43].

4. Sonuçlar

Çalışma alanının da yer aldığı Kuzeydoğu Ege, Neojen öncesi (Paleosen – Erken Eosen) dönemde kuzeyde Sakarya kıtasına ait tektonik birimler ile güneydeki Anatolid-Torid bloğuna ait tektonik birimler arasında yer alır ve Neotetis'in kuzey kolunun kapanmasını denetleyen K-G yönlü sıkışma rejimi etkisiyle yükselerek günümüzdeki morfolojisini kazanmıştır. Neojen döneminde (Erken Miyosen'den itibaren) ise Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı'nın sınırladığı Anadolu levhacığının Karlıova birleşme noktasından başlayarak, Batı Anadolu'da oldukça keskin dönüşle güneybatıya yönelmesinin sonucunda sıkışmayı karşılamak amacıyla gerilme tektoniği rejimi etkisine girmiş olup Serravaliyen (12 my)'den itibaren geniş alanlarda gölsel havzalar gelişerek, göl havzalarında meydana gelen sedimantasyona karasal volkanizma eşlik etmiştir. Miyosen yaşlı grabenlerin genel stratigrafisine bakıldığında sedimanter çökellerle yanal geçişli ve/veya dayk şeklinde yerleşmiş ya da örten volkanik kayaların mevcut olduğu görülmektedir. Bu durum Miyosen dönemi boyunca tüm Ege'deki grabenler içerisinde sedimantasyona eşlik eden etkin bir volkanizmanın varlığına işaret etmektedir. Bu çalışma kapsamında Neojen yaşlı sedimanter birimler ve onlara eşlik eden volkanizma ürünlerine ait örnekler, arazi gözlemleri, petrografik ve jeokronolojik verilerle karşılaştırılarak, Neojen dönemine ait sedimanter ve volkanik kayaç gruplarının tanımlanması ve birbirleriyle olan ilişkileri ortaya çıkarılmıştır.

Miyosen boyunca KD-GB ve D-B yönünde gelişmiş Bakırçay, Dereköy, Kırkağaç ve Bakır grabenlerinde çökelen gölsel sedimanlar Erken – Orta Miyosen yaşlı Soma Formasyonu ile Orta Miyosen yaşlı Deniz Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyon tabanda organik maddece zengin göl ortamını karakterize eden çakıltaşı, kumtaşı ve kilttaşlarından

oluşan M1 Üyesi ile başlar, üste doğru Alt linyit seviyesi olarak tanımlanmış Km2 Üyesi, birbiriyle yanal ve düşey geçişli marnlarla karakteristik M2 Üyesi, kireçtaşlarından oluşan M3 Üyesi ve ince linyit katmanları ile kiltası araldanmalı orta kömür damarı olan KM3 Üyesi ile son bulmaktadır. Neojen yaşlı karasal volkanizma ürünü olan Adilköy Volkanitleri Soma Formasyonu içerisine dayk şeklinde yerleştikleri görülmüştür ve bazaltik karakterli kayalarda yoğun alterasyon hakimdir. Deniz Formasyonu ise tabanda kumtaşı-silttaşı- alacalı kilttaşlarından oluşan P1 Üyesi ile başlar, üste doğru sırasıyla üst kömür horizon seviyesi olan KP1 Üyesi, Marn-Kiltası-tüf araldanmalı P2ab Üyesi, konglomera-kumtaşı-kiltası araldanmalı P2c Üyesi ve Silisifiye kireçtaşı- tüf araldanmalı P3 Üyesi'yle son bulmaktadır. Diğer bir karasal volkanizma ürünü olan Kalemköy Volkanitleri ise Deniz Formasyonu ile yanal geçişli ve/veya onu örtmektedir. Tüm bu istiflerin üzerinde Üst Pliyosen yaşlı Kumköy Formasyonu bulunmaktadır ve bölge stratigrafisinin en üstünde Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller ve yamaç molozları yer almaktadır.

Çalışma alanının kuzeydoğu ve güneybatısındaki Adilköy ve Kalemköy Volkanitleri içerisinden alınan örnekler $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$ yaş analizi yöntemiyle yaşlandırılmış olup bölgede volkanik faaliyetin Geç Oligosen'den başlayıp (25,5 My; Şattiyen) Orta Miyosen'e kadar (17 My; Langiyen – Serravaliyen) devam ettiği saptanmıştır. Saatçılar vd. [43] 'nin Dereköy grabeninin güneybatısından yapmış oldukları Volk-1 nolu KD – GB yönlü sismik yansıma kesitinde Deniz Formasyonu birimlerini kesen ve sill şeklinde yerleşen volkanik malzeme, volkanizmanın Orta – Geç Miyosen'e kadar etkin olduğunu göstermektedir. Ayrıca arazi gözlemlerine dayalı saptanan stratigrafik ilişkiler, jeokronolojik veriler ve sismik yansıma kesitlerine bakıldığında Deniz Formasyonu'nun en genç çökelim yaşı Orta Miyosen olmalıdır yorumu yapılabilmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliği'nin 19129 numaralı yüksek lisans araştırma projesi ile desteklenmiştir. Arazi çalışmaları boyunca yardımlarını esirgemeyen TKİ Ege Linyit İşletmeleri Müdürlüğü'ne ve Dr. Yiğit KURT'a teşekkürü borç bilirim. Makalenin daha iyi hale gelmesini sağlayan yapıcı eleştirilerinden dolayı isimleri saklı hakemlere de teşekkür ederim.

Etik Beyanı/Declaration of Ethical Code

Bu çalışmada, "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" kapsamında uyulması gerekli tüm kurallara uyulduğunu, bahsi geçen yönergenin "Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler" başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirinin gerçekleştirilmediğini taahhüt ederiz.

Kaynakça

- [1] Harris, N.B.W., Kelley S., Okay A.I. 1994. Post-collisional magmatism and tectonics in northwest Anatolia. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 117, 241-252.
- [2] Okay, A.I, Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of Northern Turkey. In: Durand, B., Jolivet, L., Horthváth, F., Séranne, M. (Eds.), *The Mediterranean Basin: Tertiary Extension within the Alpine Orogen*. Geological Society, London, Special Publication 156, 475-515.
- [3] Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- [4] Şengör, A.M.C. 1987. Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low angle normal faulting: examples from western Turkey. From Coward, M.P., Dewey, J.F., Hancock, P.L. (eds), *Continental Extensional Tectonics*, Geological Society Special Publication, 28, 575-589.
- [5] Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R., Akyüz, S. 1996. Paleo- and Neo- Tethyan events in Northwestern Turkey: Geologic and geochronologic constraints. *The Tectonic Evolution of Asia*, 420-441.
- [6] Okay, A.I., Satır, M. 2000. Coeval plutonism and metamorphism in a latest Oligocene metamorphic core kompleks in northwest Turkey. *Geological Magazine*, 5, 495-516.
- [7] Koçyiğit, A. 1984. Tectono-stratigraphic Characteristics of Hoyran Lake Region (Isparta Bend), *Geology of the Taurides, Interna. Symp.*, 53-67, Ankara.
- [8] Westaway, R. 1990. Blok rotation in western Turkey. 1. Observational evidence *Journal of Geophysical Research*, 95, 19857 - 19884.
- [9] Yılmaz, Y, Genç, S.C., Gürer, O.F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Elmas, A. When did the western Anatolian grabens begin develop? In: Bozkurt, E., Winchester, J.A. and Piper, J.D.A. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and Surrounding Area*. Geological Society, Special Publications, London, 173, 353-84.
- [10] Şengör, A.M.C. 1979. The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal of the Geological Society*, London, 136, 269-82.
- [11] Şengör, A.M.C., Görür, N., Şaroğlu, F. 1985. Strike-Slip Deformation Basin Formation and Sedimentation: Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation in Zones of Tectonic Escape: Turkey As A Case Study. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogist, Special Publication*, 37, 227-264.
- [12] Seyitoğlu, G., Scott, B.C. 1991. Late Cenozoic crustal extension and basin formation in West Turkey. *Geological Magazine*, 128, 155-166.
- [13] Seyitoğlu, G., Scott, B.C. 1992. Late Cenozoic volcanic evolution of the NE Aegean region. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 54, 157-176.
- [14] Seyitoğlu, G., Scott, B.C. 1994. Late Cenozoic basin development in west Turkey. Gördes basin: tectonics and sedimentation. *Geological Magazine*, 131, 631-637.
- [15] Seyitoğlu, G, Scott, B.C. 1996. Age of Alaşehir Graben (West Turkey) and its tectonic implications. *Geological Journal*, 31, 1-11.
- [16] Seyitoğlu, G. 1997. Late Cenozoic tectono-sedimentary development of the Selendi and Uşak- Güre basins: a contribution to the discussion on the development of east-west and north trending basins in western Anatolia. *Geological Magazine*, 134, 163-175.
- [17] Bozkurt, E. 2003. Origin of NE-trending basins in western Turkey. *Geodinamica Acta*, 16, 61-81.
- [18] Purvis, M., Robertson, A.H.F. 2004. A pulsed extension model for the Neogene Recent E-W trending Alaşehir Graben and the NE-SW trending Selendi and Gördes Basins, western Turkey. *Tectonophysics*, 391, 171-201.
- [19] Ersoy, E.Y., Helvacı, C., Sözbilir, H. 2010. Tectono-stratigraphic evolution of the NE-SW trending superimposed Selendi Basin: implications for Late Cenozoic crustal extension in western Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 488, 210-232.
- [20] Ersoy, E. Y., Helvacı, C., Palmer, M.R. 2011. Stratigraphic, structural and geochemical features of the NE-SW trending Neogene volcano-sedimentary basins in western Anatolia: implications for associations of supradetachment and transtensional strike-slip basin formation in extensional tectonic settings. *Journal of Asian Earth Science*, 41, 159-183.
- [21] Karaoğlu, Ö., Helvacı, C., Ersoy, E.Y. 2010. Petrogenesis and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of the volcanic rocks of the Uşak- Güre basin, western Turkey. *Lithos*, 119, 193-210.
- [22] Karaoğlu, Ö. 2014. Tectonic controls on the Yamanlar volcano and Yuntdağı volcanic region, western Turkey: implications for an incremental deformation. *Journal of Volcanology*, 274, 16-33.
- [23] Okay, A.I., Siyako, M. 1991. İzmir Balıkesir arasında İzmir-Ankara Neo-Tetis kenarının yeni konumu, Türkiye ve Çevresinin Tektoniği-Petrol Potansiyeli. *Ozan Sungurlu Sempozyumu Bildirileri, Ozan Sungurlu Bilim, Eğitim ve Yardım Vakfı*, sayfa 333-355, Ankara. 1991.

- [24] Brinkmann, R., Feist, R., Marr, W.U., Nickel, E., Schlimm, W., Walter, H.R. 1970. Soma Dağlarının Jeolojisi. M.T.A. Dergisi, 74, 41-56.
- [25] Brinkmann, R. 1972. Mesozoic troughs and crust structure in Anatolia. Geol. Soc. Am. Bull. 83, 819-826.
- [26] Nebert, K. 1978. Linyit içeren Soma Neojen Bölgesi, Batı Anadolu. M.T.A. Dergisi, 90, 20-69.
- [27] Güvenç, T., Konuk, T. 1981. Sedimentation and fracturation during Triassic and Aegean-Anatolian Fracturation Zone. *Yerbilimleri*, Bull. Ins. EARTH Sci., Hacettepe Üniversitesi, 7, 43-53.
- [28] Erdoğan, B. 1990. İzmir-Ankara zonunun İzmir-Ankara zonunun İzmir ile Seferihisar arasındaki bölgede stratigrafik özellikleri ve tektonik evrimi. TPJD Bülteni, 2(1), 1-20.
- [29] İnci, U. 1998a. Lignite and carbonate deposition in Middle Lignite succession of the Soma Formation, Soma coalfield, Western Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 37, 287-313.
- [30] İnci, U. 1998b. Synvolcanic alluvial sedimentation in lignite-bearing Soma basin. *Tr. J. Earth Sci.*, 7, 63-78.
- [31] İnci, U. 2002. Depositional evolution of coal succession in the Soma coalfield, Western Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 51 (1), 1-29.
- [32] İnci, U., Koçyiğit, A., Bozkurt, E., Arpalıyığıt, İ. 2001. Kırkağaç ve Soma (Manisa) Grabenleri Kenar Faylarının Kinematik Analizi Ve Depremsellik. *Yer Deniz Ve Atmosfer Bilimleri Araştırma Grubu*, YDABÇAG-199Y013 no lu TUBİTAK projesi.
- [33] Yeşilyurt, S.K., Taner, G. 1999. Manisa (Soma) yöresi (Batı Anadolu) Neojen Stratigrafisi ve Molluska Faunası. I. Batı Anadolu Hammade Kaynakları Sempozyumu, 157-16.
- [34] Alkaç, O. 2014. Kınık (İzmir) dolayının Neojen stratigrafisi ve neotektonik özellikleri. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 165s. İstanbul.
- [35] Tan, T., Ertürk, İ., Bekmezci, F., Altınay, A. 2008. Manisa-Soma – Eynez, İzmir – Kınık – Yaylaköy Sahası 05.04.2007 tarihli sözleşme raporu, M.T.A. Rapor numarası 2007-33 38, Ankara.
- [36] Takahashi, E., Jux, U. 1991. Miocene playnomorphs from lignites of Soma Basin. *Nat. Sci. Bull. Fac. Lib. Arts*, 32 (1), 7-165.
- [37] Kahraman, B. 2011. Güney Soma (Manisa KD'su – Türkiye) Neojen Havzası'nın Tektonik Özellikleri. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 56 s. Ankara.
- [38] Bozkurt, E. 2001. Neotectonic of Turkey – a synthesis, *Geodinamica Acta*, 3-30.
- [39] Ercan, T., Güney, E., Çevikbaş, A., Ateş, M., Küçükayman, A., Can, B., Erkan, M. 1984. Bigadiç çevresinin (Balıkesir) jeolojisi magmatik kayaların petrolojisi ve kökensel yorumu. M.T.A Raporu, derleme no. 7601, Ankara.
- [40] Nebert, K. 1959. Bakırçay'ın güneyinde bulunan linyit kömürü ihtiva eden Soma (Manisa vilayeti) Neojen sahasının jeolojik durumları hakkında rapor. M.T.A. Raporu No. 3019, Ankara.
- [41] Krushensky, R.D. 1976. Volcanic rocks of Turkey. *Bulletin of Geological Survey, Japan* 26–393.
- [42] Dindi, F. 2011. Soma havzası ve çevresindeki neojen yaşlı volkanik kayalarının petrografisi ve jeokimyası. DokuzeYLül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 81s. İzmir.
- [43] Saatçılar, R., Yılmaz, M., Toyga, AR., İnan, S., Kösebalaban, A., Anaç, S., Duran, H., Onbaşı, M., Ersoy, M., Atasayar, M., Ergüder, İ., Duygun, F., Ergintav, S., Dikbaş, A., Yalçın, M.N., Okandan, E., Yürüm, Y., Demirbağ, E. 2010. Underground Coal Determination By Integrated (Reflection and WVSP) Seismic in The Miocene Soma Basin (Western) Turkey. 27 th Annual Pittsburgh Coal Conference İstanbul, Sözlü Bildiri, Türkiye.
- [44] Kleinsorge, H. 1941. Manisa vilayeti, Soma linyit zuhuru ve civarının jeolojisi, M.T.A yayınları, seri A no. 5, Ankara.
- [45] Borsi, J., Ferrara, G., Innocenti, F., Mazzuoli, R. 1972. Geochronology and petrology of recent volcanics in the eastern Aegean Sea (West Anatolia and Levos Iceland). *Bulletin of Volcanology*, 36, 473-496.
- [46] Çoban, H., Karacık, Z., Ece, O.I. 2012. Source contamination and tectonomagmatic signals of overlapping Early to Middle Miocene orogenic magmas associated with shallow continental subduction and asthenospheric mantle flows in Western Anatolia: a record from Simav (Kütahya) region, *Lithos*, 140, 119-144.
- [47] Karaoğlu, Ö. 2014, Tectonic controls on the Yamanlar volcano and Yuntdağı volcanic region, western Turkey: implications for an incremental deformation, *Journal of Volcanology*, 274, 16-33.
- [48] Ercan, T., Satır, M., Kreuzer, H., Türkecan, A., Günay, E., Çevikbaş, A., Ateş, M., Can B. 1985. Batı Anadolu Senozoyik volkanitlerine ait yeni kimyasal, izotopik ve radyometrik verilerin yorumu. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 28, 121-136.
- [49] Ercan, T., Steinitz, G., Dora, A., Sarıfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H-J., Yıldırım, T. 1995, Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri, *Bulletin Mineral Research and Exploration Institute (Turkey)*, 177, 55-86.

- [50] Pe-Piper, G., Piper, D.J.W., Kotopouli, C.N., Paganos, A.G. 1995. Neogene volcanoes of Chios, Greece: The relative importance of subduction and back-arc extension, *Geology*. Society of London, Special Publish, 53, 371-387.
- [51] Pe-Piper, G. and Piper, D.J.W. 1992. Geochemical variation with time in the Cenozoic high-K volcanic rocks of the island of Lesbos, Greece: Significance for shoshonite petrogenesis, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 53, 371-387.
- [52] Aldanmaz, E., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J.G. 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 102, 67-95.
- [53] Emre, T., Sözbilir, H. 2005. Küçük Menderes grabeni doğu ucundaki andezitlerin (Başova-Kiraz/İzmir) jeolojisi, petrografisi ve jeokimyası, *Bulletin Mineral Research and Exploration Institute (Turkey)*, 131, 1-19.
- [54] Innocenti, F., Agostini, S., Di Vincenzo, G., Doglioni, C., Manetti, P., Savaşçın, M.Y. ve Tonarini, S, 2005, Neogene and Quaternary volcanism in Western Anatolia: magma sources and geochemical evolution, *Marine Geology*, 221, 397-421.
- [55] Karacık, Z., Yılmaz, Y., Pearce, J.A. 2007. The Dikili-Çandarlı volcanics, Western Turkey; magmatic interactions as recorded by petrographic and geochemical features. *Turkish Journal of Earth Science*, 16, 493-522.
- [56] Altunkaynak, Ş., Genç, S.C. 2008, Petrogenesis and time-progressive evolution of the Cenozoic continental volcanism in the Biga Peninsula, NW Anatolia (Turkey), *Lithos*, 102, 316-340.
- [57] Helvacı, C., Ersoy, E.Y., Sözbilir, H., Erkül, F., Sümer, Ö., Uzel, B. 2009, Geochemistry and $^{40}\text{Ar} / ^{39}\text{Ar}$ Geochronology of Miocene volcanic rocks from the Karaburun Peninsula: implications for amphibolite-bearing lithospheric mantle source, Western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185, 181-202.
- [58] Ersoy Y. E., Dindi F., Karaoğlu Ö., Helvacı C. 2012, Soma Havzası ve Çevresindeki Miyosen Volkanizmasının Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, *Batı Anadolu, Türkiye, Yerbilimleri dergisi* 33(1), 59-80.