



Karaburun Yarımadası'nın Kuzey Kesimindeki Killerin Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Ekonomik Kullanım Olanaklarının Araştırılması

*Investigation of Stratigraphy, Sedimentology and Economical Usage of the Clays from the
Northern Part of the Karaburun Peninsula*

Berk ÇAKMAKOĞLU¹, Fikret GÖKTAŞ², Mahmut DEMİRHAN³, Cahit HELVACI¹

*Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kaynaklar Yerleşkesi, Buca-İZMİR
(e-posta: bcakmakoglu@gmail.com)*

*²Maden Tetkik ve Arama Ege Bölge Müdürlüğü, Bornova-İZMİR
³555 Sokak 161/C, Bornova-İZMİR*

ÖZ

Karaburun Yarımadası'nda yüzeyleyen Neojen yaşlı karasal sedimanlar içerisinde ekonomik öneme sahip kil oluşumlarının varlığı bilinmektedir. Kil oluşumları, Erken Miyosen yaşlı Salman formasyonu içinde bulunur. Formasyon, Karaburun Yarımadası'ndaki karasal Neojen tortullaşmasının başlangıcını simgelemektedir ve yelpaze deltası ortamında çökelmiştir. Altta örgütlenmemiş bloktaşı istifile başlar ve üste doğru çakıltaşına derecelenir. Yelpaze deltası istifinin su üstü bölümünü oluşturan kaba taneli çökelleri, silttaşı-çakıltaşı ardalanmasından oluşan su altı çökelleri izler. Yelpaze deltasının su altı çökelleri, kanal dolgusu, moloz akması ve set üstü litofasiyeslerinden yapıldır. Linyit bantları ve karbonat arakatmanları içeren masif silttaşı düzeylerinin simgelediği gölsel kıyı gerisi istifi, yelpaze deltasının su altı çökelleri üzerinde çökelmiştir. Salman formasyonu, Erken Miyosen kalkalkali volkanizmasının ürünlerini kapsayan Yaylaköy volkanitleri tarafından örtülür. Yaylaköy volkanitleri, iki evrede yerleşimi yansıtan andezit-bazaltik andezit bileşim aralığındaki lav akıntıları ve bu akıntıları birbirinden ayıran ince kül-lapilli tüf ardalanmasından yapıli piroklastik çökellerden oluşur. Ekonomik öneme sahip kil oluşumları, yelpaze deltası su altı çökellerinin set üstü litofasiyesi içerisinde gelişmiştir. İllit-kaolinit minerallerince zengin kil oluşumlarını denetleyen ana faktörün, beslenme alanındaki kayaçların jeokimyasal ve mineralojik özellikleri olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Erken miyosen, illit, kaolinit, karaburun, kil, yelpaze deltası.

ABSTRACT

The presence of economical clay formations in the terrestrial Neogene deposits of the Karaburun Peninsula is well known. Clay formations occur in the Early Miocene Salman formation. The formation which indicates the beginning of the Neogene terrestrial sedimentation in the Karaburun Peninsula,

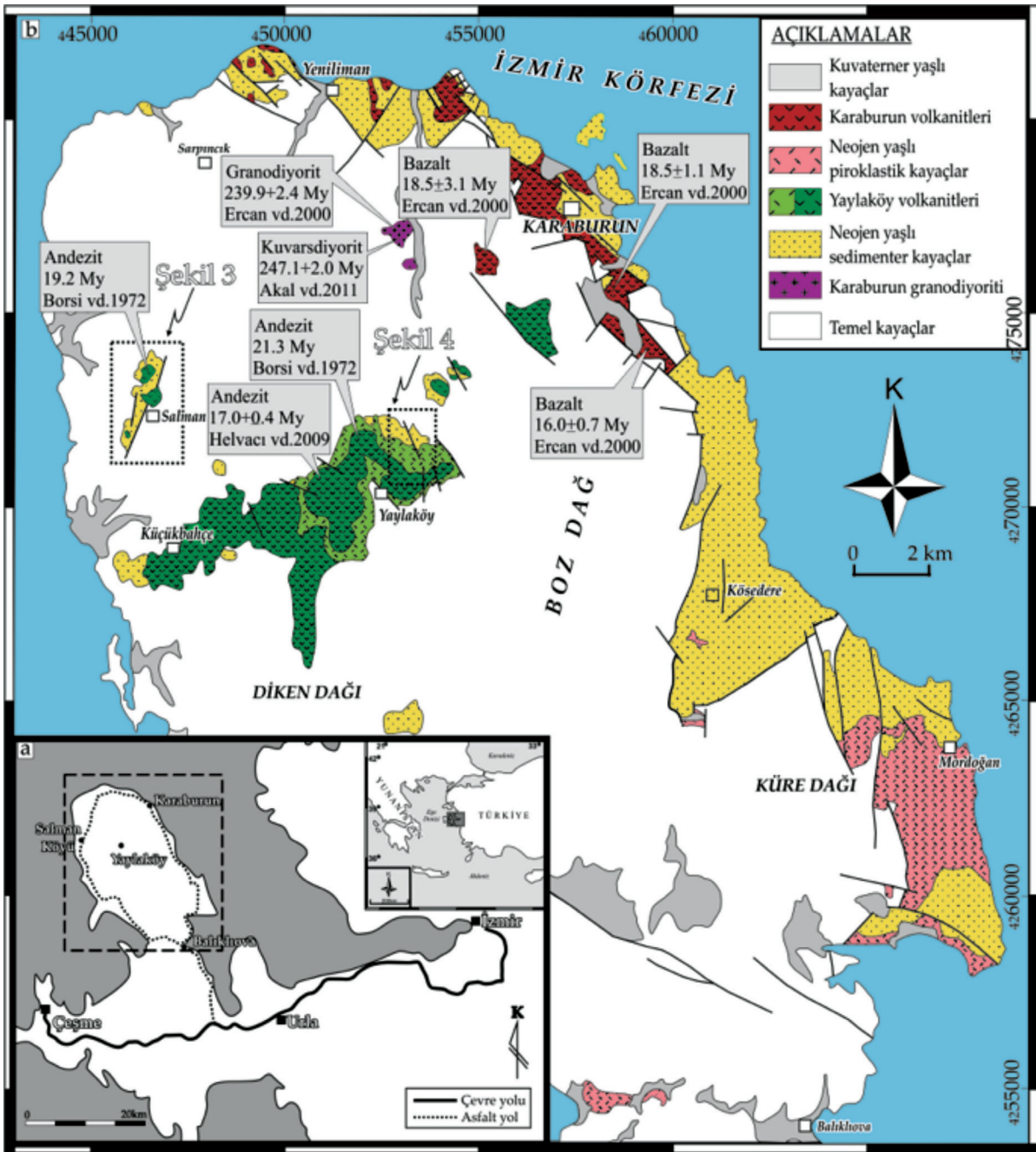
deposited in a fan delta environment. It starts with disorganised boulderstone at base and grades into conglomerate through upward. The sublacustrine part of the fan-delta sequence represented by siltstone and conglomerate alternation overlies the subaerial fan-delta sequence including coarse-grained deposits. The sublacustrine fan-delta deposits are made up of channel-fill, debris-flow and overbank lithofacies. Lacustrine backshore sequence represented by massive siltstone levels with lignite levels and calcareous interlayers deposited over the sublacustrine fan-delta deposits. The Salman formation is covered by the Early Miocene Yaylaköy volcanites comprising the product of calc-alkaline volcanism. The Yaylaköy volcanites contain andesite-basaltic andesite lava flows reflecting two different stages of settling and pyroclastic deposits including fine ash-lapille tuff alternation which separate these flows. The commercially clay formations developed on overbank lithofacies of the fan-delta deposits. It is expected that the main factor of controlling the illite-kaolinite rich clay formations are related to geochemical and mineralogical characteristics of the source rocks.

Keywords: Clay, early miocene, illite, kaolinite, karaburun, fan delta.

GİRİŞ

Seramik endüstrisinin başlıca hammaddesi olan kil, yurtiçinde yoğunlukla İstanbul ve Bilecik bölgelerinden elde edilmektedir. Gelişmekte olan endüstrinin hammadde ihtiyacına paralel olarak, bilinen kil yataklarının detaylı araştırılması ve jeolojik oluşum mekanizmalarının ortaya konulması, yeni kil yataklarının ortaya çıkarılmasında önemli bir kılavuz olacaktır. Yarımada yürütülen önceki çalışmaların çoğu Neojen öncesi kaya birimlerine yöneliktir (Kalafatçıoğlu, 1961; Gümüş, 1971; Erdoğan vd., 1990; Robertson ve Pickett, 2000; Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006; Erkül vd., 2008; Akal vd., 2011), Neojen kaya birimlerine yönelik çalışmalar az sayıdadır (Aras vd., 1999; Ercan vd., 2000, Helvacı ve diğerleri; 2009). Bununla birlikte, Karaburun Yarımadası'ndaki Neojen yaşlı karasal sedimanların ekonomik öneme sahip kil oluşumları

içerdiği bilinmektedir (Aras vd., 1999; Demirhan, 1999). Artan kil hammaddesi tüketimi ve azalan kil rezervleri göz önünde bulundurulduğunda, yarımada'daki kil oluşumlarının varlığı önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, Çakmakoğlu ve Bilgin (2006) tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli jeoloji haritası baz alınarak, yarımada'nın kuzey kesimindeki kil oluşumlarının Neojen stratigrafisindeki konumu belirlenmiş ve buldukları alanların 1/10.000 ölçekli detay jeoloji haritaları yapılmıştır (Şekil 1). Ekonomik olarak değerlendirilebilir nitelikteki kil oluşumları, İzmir il merkezine yaklaşık 140 km uzaklıktaki Salman Köyü ve Yaylaköy dolaylarındadır. Kil içeren istiflerden ölçülü kesitler alınarak sedimantolojik analizler yapılmıştır. Killerden alınan örnekler üzerinde jeokimya ve XRD analizleri yapılarak, kil oluşumlarının ekonomik önemi ortaya konulmaya çalışılmıştır.



Şekil 1. Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesiminin genelleştirilmiş jeoloji haritası ve Neojen volkanizmasına ait çeşitli yaşlar (Borsi vd., 1972; Ercan vd., 2000; Helvacı vd., 2009; Akal vd., 2011) ile çalışma alanlarının yeri.

Figure 1. Generalized geological map of the northern side of the Karaburun Peninsula and various ages of Neogene volcanism (Borsi et al., 1972; Ercan et al., 2000; Helvacı et al., 2009; Akal et al., 2011) and the location of study area.

STRATİGRAFİ

Temel Kayaları

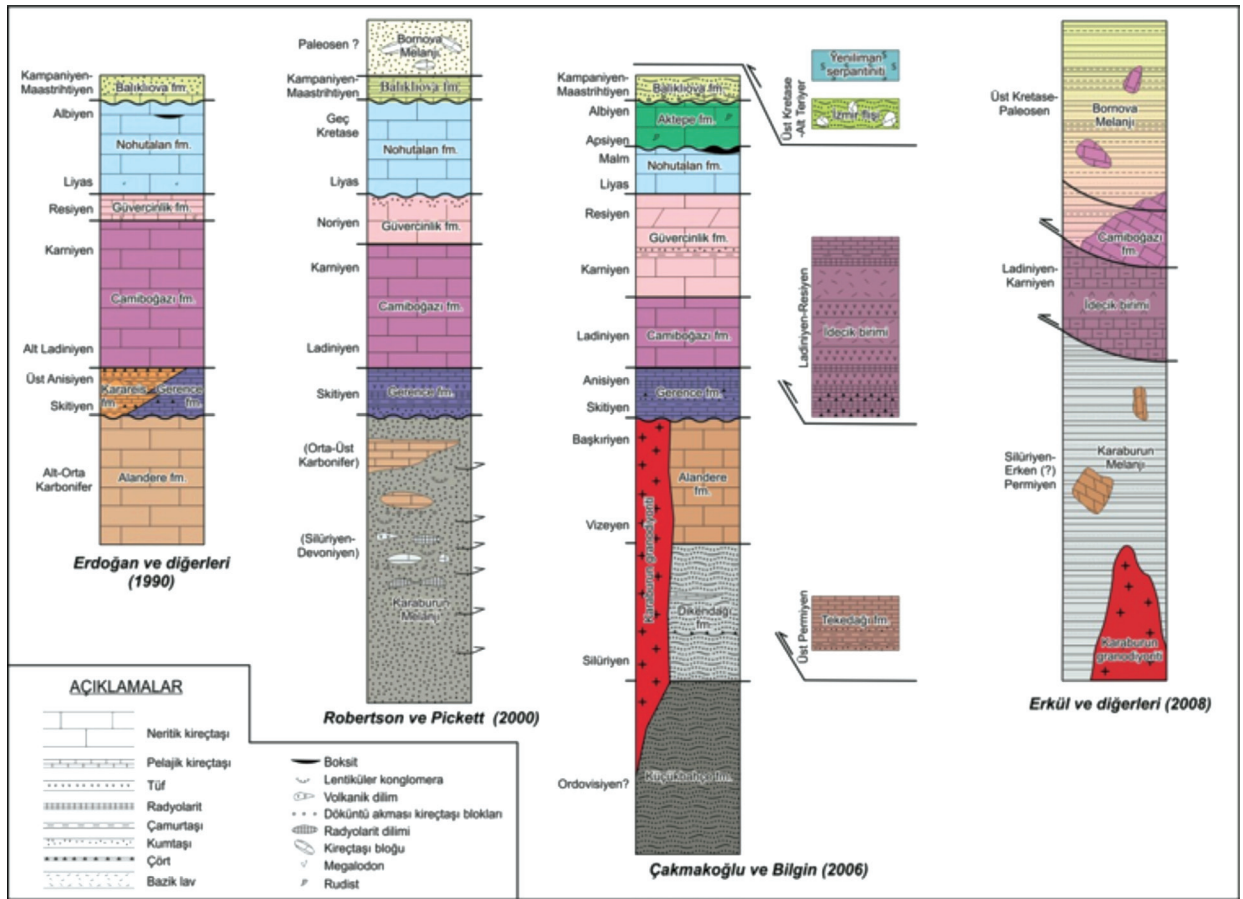
Paleozoyik yaşlı türbiditik kumtaşı, silttaşı, ince taneli çakıltaşı ve çamurtaşı ardalanmasıyla simgelenen temel kayaları, çalışma alanında baskın olarak kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasıyla temsil edilir. Karakteristik olarak yeşilimsi gri renkte ve tekdüzedir. Kumtaşları ince-kaba taneli, orta dayanımlı, orta-kalın katmalıdır. Çamurtaşları ince-orta katmanlı ve dayanımsızdır. Kataklastik deformasyon izleri taşıyan temel kayaları içerisinde kuvars damarlarına rastlanmaktadır (Şekil 6a). Erdoğan ve diğerleri (1990), yarımada'nın kuzeybatısı boyunca gözlenen birimi "Karareis formasyonu" olarak adlandırmış ve Skitiyen-Geç Anisiyen yaşı vermiştir. Roberston ve Pickett (2000) ile Erkül ve diğerleri (2008), bu birimi "Karaburun melanjı" olarak adlandırmış ve Silüriyen-Erken (?) Permiyen yaş aralığı vermiştir. Çakmakoğlu ve Bilgin (2006), Salman köyü civarında yüzeyleyen temel kayaları "Küçükbahçe formasyonu" olarak adlandırmış ve Ordovisiyen yaşı vermiştir. Yaylaköy civarındaki temel kayaları ise Silüriyen-Devoniyen yaşlı "Dikendağı formasyonu" adıyla tanımlanmıştır (Şekil 2). Bu iki birim, benzer litolojik ve sedimanter özellikleri nedeniyle diğer araştırmacılar tarafından tek birim olarak tanımlanmış, ancak Çakmakoğlu ve Bilgin (2006) tarafından Dikendağı formasyonu içerisinde yer alan siyah çört (lidit) seviyeleri göz önünde bulundurularak ayrılmıştır.

Neojen İstifi

Temel kayaları üzerinde, Neojen yaşlı karasal tortullaşmanın başlangıcını yansıtan Salman formasyonu ve Yaylaköy volkanitleri yer alır (Şekil 3).

Salman formasyonu

Tipik olarak Salman Köyü ve Yaylaköy civarında yüzeyleyen ve karakteristik olarak sarı ya da kırmızı renkli çakıltaşı-silttaşı ardışık topluluğundan oluşan yaklaşık 70 metre kalınlığındaki tortul istif, ağırlıklı olarak yelpaze deltası ortamında çökelişi yansıtır (Şekil 4-5). İstifin bloktaşı ile başlayan ve üste doğru bloklu iri çakıltaşına derecelenen taban kesiti, yelpaze deltası ortamının su üstü çökelişine işaret eder (Şekil 6b). Formasyon, üste doğru su altı yelpaze deltası çökellerini oluşturan çamurtaşı-çakıltaşı ardalanmasından yapılmış istife geçer. Yelpaze deltası su altı istifi, ayrışma rengine göre sarı-gri renkli "alt bölüm" ve kırmızı renkli "üst bölüm" olarak ikiye ayrılabilir. Alt bölüm çakıltaşı ve çamurtaşından yapılmıştır. Genellikle ince-orta katmanlı olan ve yer yer masif düzeyler içeren alt bölümün ölçülmüş kalınlığı 37,75 metredir. Ölçülmüş kalınlığı 16 metre olan üst bölüm, genel olarak kil tane boyunda masif çamurtaşı düzeylerinden yapılmıştır. Yelpaze deltası su altı çökelleri, kanal dolgusu, set üstü ve moloz akması olmak üzere başlıca üç litofasiyes şeklinde incelenmiştir (Şekil 6c-8).



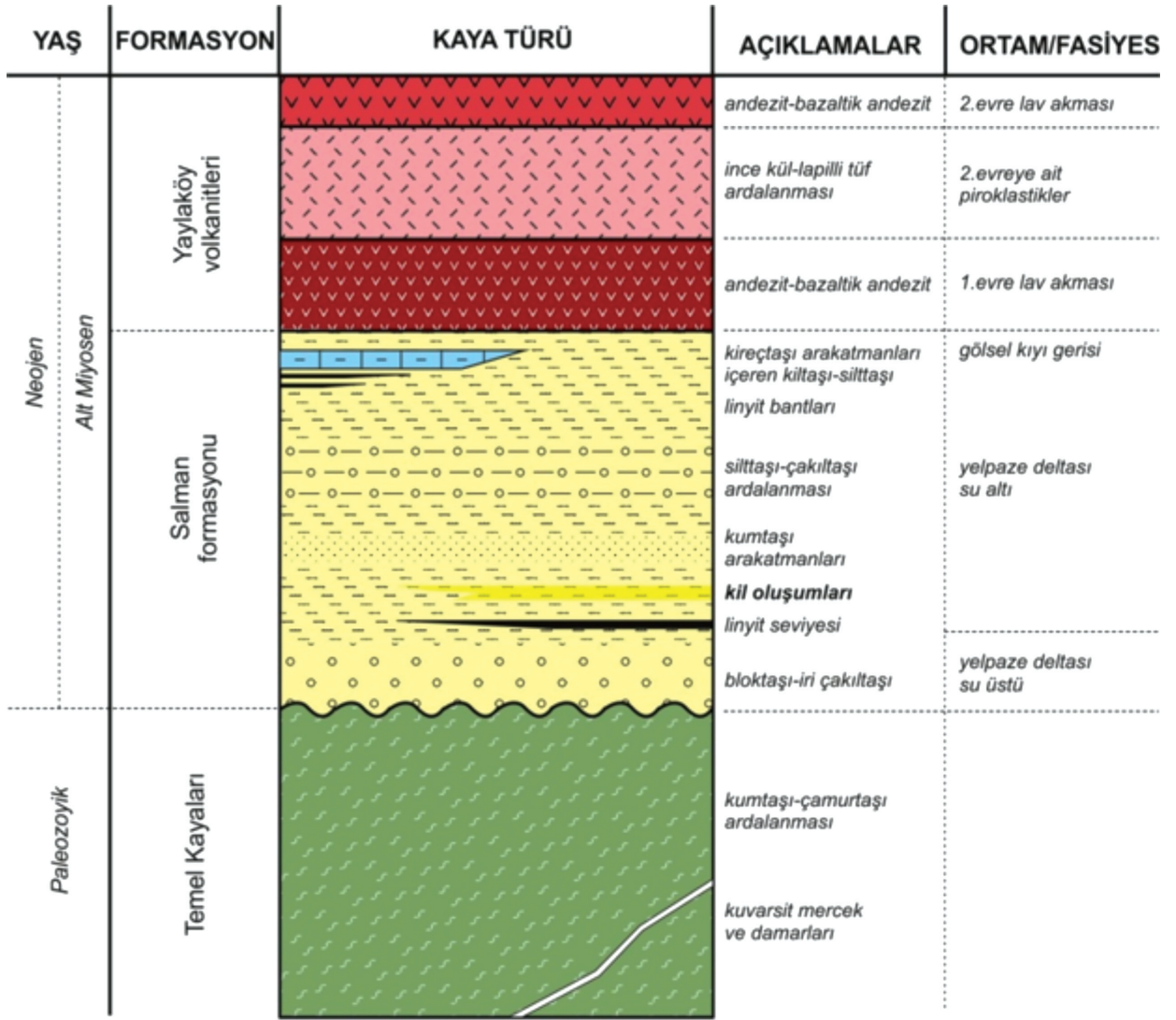
Şekil 2. Karaburun Yarımadası Neojen öncesi temel kayalarına ait çalışmaların karşılaştırılması. (Erdoğan vd., 1990; Robertson ve Pickett, 2000; Çakmakoğlu ve Bilgin, 2006; Erkül vd., 2008).

Figure 2. Correlation of the pre-Neogene basement rocks from the Karaburun Peninsula (Erdoğan et al., 1990; Robertson and Pickett, 2000; Çakmakoğlu and Bilgin, 2006; Erkül et al., 2008).

Kanal dolgusu litofasiyesi

Kanal dolgusu litofasiyesi, yanal süreksiz çakıltaşı ve seyrek olarak kumtaşıyla temsil edilir. Genellikle, taban uygulu bir şekilde birbiri üzerine gelen çok katlı çakıltaşı düzeyleriyle tekil çakıltaşı düzeylerinin tekrarlanması şeklinde gözlenir. Çakıllar genellikle küt köşeli, daha az oranda yarı yuvarlak ve levhamsı şekillidir. Diskoidal çakıllara seyrek olarak rastlanır. Ortalama tane boyu ufak çakıl büyüklük sınırları arasındadır. İri çakıl içerikleri enderdir. Paketlenme belirgin olarak

tane desteklidir. Kanal dolgularının bazılarında az belirgin teknemsi çapraz katmanlanmaya ve aşınmış taban yapılarına rastlanır. Levhamsı çakılların yoğunlaştığı bazı düzeylerde çakıl yönlenmelerinin belirginleştiği ve ender olarak çakıl biniklenmelerinin olduğu gözlenir. Çakıcılık ve ufak çakıl cepleri ile dizilimleri içeren kanal dolgusu kumtaşları çoğunlukla kaba kum, daha az oranda ince-orta kum boyutunda tanelerden oluşur. Katmanlanma az belirgindir, bazı düzeylerde üste doğru derecelenme gelişmiştir.



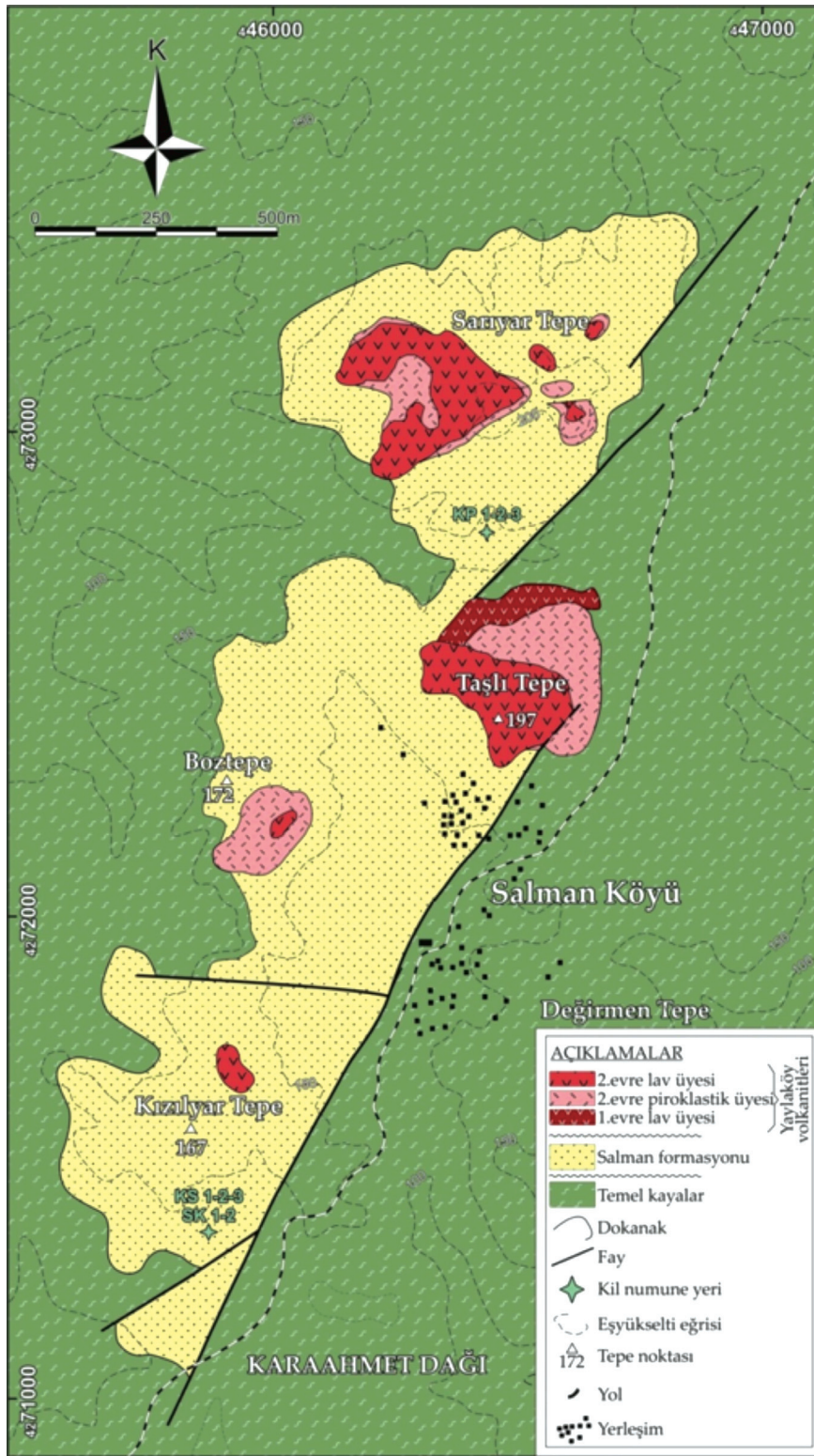
Şekil 3. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti.

Figure 3. Generalized stratigraphic columnar section of study areas.

Set üstü litofasiyesi

Set üstü litofasiyesi, yanal sürekli çamurtaşı düzeyleriyle tanınır. Olağan olarak silt, daha az oranda kil boyu malzemenin karışımından oluşan çamurtaşları genellikle masiftir. Yüksek oranda organik madde içeren bazı kesimlerde, santimetrik boyutlarda linyitleşmiş odun parçaları kapsayan siyahımsı koyu gri renkli düzeyler ve yaklaşık 1 cm kalınlığında linyit bantları

gözlenir. Yersel olarak, hidrotermal solüsyonların etkilediği soluk demiroksit boyamalı kesimlere rastlanır. Çamurtaşları içinde, seyrek olarak ufak çakıl ve çakılcık cepleri ile dizilimleri bulunur. Biyoturbasyon yapılarının gözlemlendiği düzeylere nadiren rastlanır. Ayırışma rengi altta gri, üste doğru gri-sarı menevişlidir. En üstte yer alan 16 metre kalınlığındaki çamurtaşı istifi, kıvılcık ve kıvılcımsı kahverenkliktir.



Şekil 4. Salman bölgesinin jeoloji haritası.
Figure 4. Geological map of the Salman region.

Moloz akması litofasiyesi

Tortul istif içinde nadiren gözlenen moloz akması litofasiyesi, bağıl olarak kurak iklim dönemlerindeki (Galloway ve Hobday, 1996) sedimantasyon ürünleridir. İstif içerisinde az çok yanal sürekli, ufak çakıl ile iri çakıl arasında değişen boyutlardaki kaba gereçten oluşmuş, kötü boylanmalı seviyelerle tanınır. Ayırışma yüzeyi genellikle kızıl renklidir, seyrek olarak soluk sarı renkli seviyelere rastlanır. Paketlenme ara madde desteklidir.

Yaylaköy bölgesinde yüzeyleyen yelpaze deltası su altı istifinin, yanal ve düşey yönde gölsel kıyı gerisi çökellerine geçtiği gözlenir. Bağıl oranları kestirilemeyen kil-silt-ince kum karmalarından yapılı gölsel istif içerisinde, santimetrik linyit bantları kapsayan en az dört bataklık düzeyi saptanmıştır (Şekil 9a). İstif içerisinde kalınlığı 100 cm'yi aşmayan killi kireçtaşı seviyesi gözlenmiştir. Katmanlanma az gelişmiş ya da etkin biyotürbasyon nedeniyle bozulmuştur. Genel olarak, biyotürbasyon işlemlerinin yoğunlaştığı kesimlerde birincil sedimanter özellikler tanınmaz olmuştur. Düzeyler, yaygın olarak gastropod (*Planorbis*) kavkı kırıntıları kapsar. Kavkı kırıntıları beyaz renkli ve incedir. İyi korunmuş *Planorbis*'lere ender olarak rastlanır (Şekil 9b). İnce kırıntılı göl kıyısı/kıyı gerisi çökellerinden oluşan istifin kalınlığı en çok 10 metredir.

Temel kayaları üzerine açılal uyumsuzlukla gelen formasyon, Yaylaköy volkanitleri tarafından örtülür (Şekil 9c). Tortullaşmanın başlangıç zamanını belirten bir veri bulunmamasıyla birlikte, Yaylaköy volkanitlerinin stratigrafik olarak altında bulunan Salman formasyonu tortullaşmasının bağıl olarak Erken Miyosen'de başladığı ve volkanitler için öngörülen yaş baz alınarak (Helvacı vd., 2009), en azından 17 My öncesine kadar devam ettiği öngörülmüştür.

Birimin, sel akması baskın yelpaze (streamflow-dominated fan) ortamında (Galloway ve Hobday, 1996) çökeldiği yorumlanmıştır. Üzerleyen gölsel istif, yelpazenin göle açıldığına işaret eder. Ancak çalışma alanı içinde, gölsel istifin sadece kıyı gerisi çökelleri gözlenebilmektedir.

Yaylaköy volkanitleri

Yaylaköy civarında tip kesiti gözlenebilen ve Küçükbahçe'ye kadar yarımada'nın kuzey kesiminde yaklaşık 20 km²'lik alanda yayılım sunan, Salman Köyü civarında sınırlı yüzlekleri bulunan mavimsi siyah renkli mafik lavlar ve ince kül-lapilli tuf araldanmasıyla simgelenen türdeş piroklastikler, Aras ve diğerleri (1999)'nin öngördüğü şekilde Yaylaköy volkanitleri olarak adlanmıştır. Stratigrafi verileri, volkanizmanın iki evreli olduğunu göstermektedir. Birinci evre Yaylaköy volkanitleri lav litofasiyesi ile simgelenir; türdeş piroklastikler muhtemelen örtülmüş olduğundan yüzeylenmemiştir. İkinci evre Yaylaköy volkanitleri ise, altta piroklastikler ile üstte yer alan lav akıntısından oluşur. Ercan ve diğerleri (2000) ile Helvacı ve diğerleri (2009) değerlendirmelerine göre Yaylaköy volkanitleri ağırlıklı olarak andezit-bazaltik andezit bileşim aralığında ve kalkalkali karakterlidir. Volkanizmaya ait bilinen yaşlar, Borsi ve diğerleri (1972)'nin Yaylaköy civarından aldığı 21,3 My, Salman Köyü-Sarıyar Tepe civarından aldığı 19,2 My K/Ar yaşları ile Helvacı ve diğerleri (2009)'un Yaylaköy yakınlarından aldığı 17,0 My ⁴⁰Ar-³⁹Ar yaşıdır. Örnek lokasyonlarının net olarak bilinmemesi nedeniyle, Borsi ve diğerleri (1972)'de bildirilen 21.3 My yaşın birinci evre volkanizmasını, 17,0 My yaşın ise ikinci evre volkanizmasını yansıttığı varsayılabilir. Ancak, Borsi ve diğerleri (1972)'nin ±3,5 My hata payı nedeniyle yeterince güvenilir olmayan K/Ar yaşlarına karşılık, Helvacı ve diğerleri (2009)'un

17,0±0,4 My veren ⁴⁰Ar-³⁹Ar verisi gözetilerek, Yaylaköy volkanizmasının Erken Miyosen döneminin sonuna doğru etkinleştiği ileri sürülebilir.

Birinci evre lav üyesi

Çalışma alanındaki bağlı stratigrafi verilerine göre volkanizmanın birinci evresini yansıtan bazalt görünümlü lav akıntısı, Salman Köyü'nün 500 m kuzeyindeki Taşlı Tepe'nin kuzey yamacı boyunca yüzeylenmektedir. (Şekil 10a). Lav akıntısı, Yaylaköy'den Küçükbahçe Köyü'ne kadar olan alanda geniş yayılım sunar (Aras vd., 1999; Çakmakoglu ve Bilgin, 2006), (Şekil 1). Köşeli kırılmalı, dayanımlı, oldukça sert ve ince taneli olan birinci evre lavlarının taze yüzey rengi gri-mavimsi gri, alterasyon yüzeyi ise sarı-kahverengidir. Kalınlık, Taşlı Tepe kuzeyinde yaklaşık 15 metredir. Birinci evre lavları, ikinci evrenin başlangıcını yansıtan piroklastikler tarafından örtülür.

İkinci evre piroklastik üyesi

Salman köyünde Sarıyar Tepe, Taşlı Tepe ve Boztepe civarında 10-12 m kalınlıkta ve küçük mostralar şeklinde yayılım gösterirken, Yaylaköy civarında yaklaşık 40 metre kalınlığında ve daha geniş yayımlı bir istif şeklinde gözlenir. Birim, baskın olarak ince kül tuf-lapilli tuf ardalanması ile karakteristiktir (Şekil 10b). İstif içinde yer alan kaba kül tuf düzeylerinin bazılarında temel türbülansı (base-surge) çökelimini yansıtan küçük ölçekli "dune" benzeri yapılarla rastlanır (Şekil 10c). Sarıyar Tepe civarında yüzeyleyen piroklastik istifin olasılıkla en üst kesimlerinde yer alan ve az belirgin katmanlanma özellikleri sergileyen kül döküntüsü (ash-fall) fasiyesindeki ince kül tüfler beyaz renkli, silisifiye ve yer yer midye kabuğu kırıklıdır. Sarıyar Tepe

civarında, volkanostratigrafik konumu tam olarak belirlenememiş olmakla birlikte lav akıntısının hemen altındaki bir düzeyde yoğunlaştıkları gözlenen, tipik gaz boşluklarının akma yönlenmesi gösterdiği kızıl renkli "spatter" lav klastları (Şekil 10d), olasılıkla bir sonraki lav çıkışının başlangıcını yansıtan ürünlerdendir.

Salman Köyü civarında gözlenen temel türbülansı fasiyesindeki piroklastik istif, üstleyen lav örtüsünün yarattığı aşma nedeniyle yanal süreksiz bir yayılım sunar. Yaylaköy'de, Salman formasyonunun ince kırıntılı görsel kıyı gerisi çökelleri üzerinde yanal sürekli izlenebilen piroklastik istifin alt bölümü, zayıf kaynaklı ignimbirit ve temel türbülansı düzeylerinden oluşur (Şekil 11). İstif, altta en az 40 cm ve üstte 70 cm kalınlığında iki ayrı ignimbirit ünitesi ile başlar. İgnimbirit üniteleri içinde özellikle Neojen öncesi temel kayalarından türemiş, genellikle küt köşeli, yersel yarı yuvarlak rastlantısal litikler yer alır. 70 cm kalınlığındaki ignimbirit ünitesinin 4-6 cm arasında değişen taban kesitinde, çapraz laminalanmaya benzer bir yapı sunan taban türbülansı (ground-surge) düzeyi yer alır. İstif, 60 cm ve 50 cm kalınlıklarındaki temel türbülansı düzeyleri ile devam eder. 60 cm'lik düzeyde katman kalınlıkları alttan üste desimetreden santimetreye indirgenir. 50 cm'lik düzeyde ise katman kalınlıkları santimetrik ve düzgündür. İstifin en üstünde yer alan 150 cm kalınlığındaki masif ignimbirit düzeyi içinde, özgül olarak kızılımsı koyu kahverenkli diyajenetik demir konkresyonları bulunur. Desimetrik büyüklüklerdeki bu oluşumlar küresele yakın görünüşleri ile karakteristiktir (Şekil 10e). Neojen öncesi temel kayalarından türeme bileşenler olağan olarak bulunur. Ender olarak gaz kaçış kanalları gözlenmiştir.

İkinci evre lav üyesi

Salman köyü civarında küçük domsal çıkışlar ve Yaylaköy çevresinde birinci evre lavlarına göre daha sınırlı yayılım sunan lav akıntıları şeklinde gözlenir (Şekil 10a). Kalınlık yaklaşık 20 metredir. Birinci evre lavları ile benzer litolojik özellikler taşıyan bazalt görünümlü lavların taze yüzeyi gri-mavimsi koyu gri, alterasyon rengi ise sarı-koyu kahverengidir. Köşeli kırılmalı, dayanımlı, oldukça sert ve ince tanelidir. Sarıyar Tepe civarındaki lavlardan alınan petrografik örnekte mineral parajenezinin, plajiyoklas mikrolitlerinin egemen olduğu bir hamur içinde yer alan plajiyoklas, piroksen, olivin ve opak minerallerden oluştuğu gözlenmiştir.

EKONOMİK JEOLJİ

Jeokimyasal ve Mineralojik Analizler

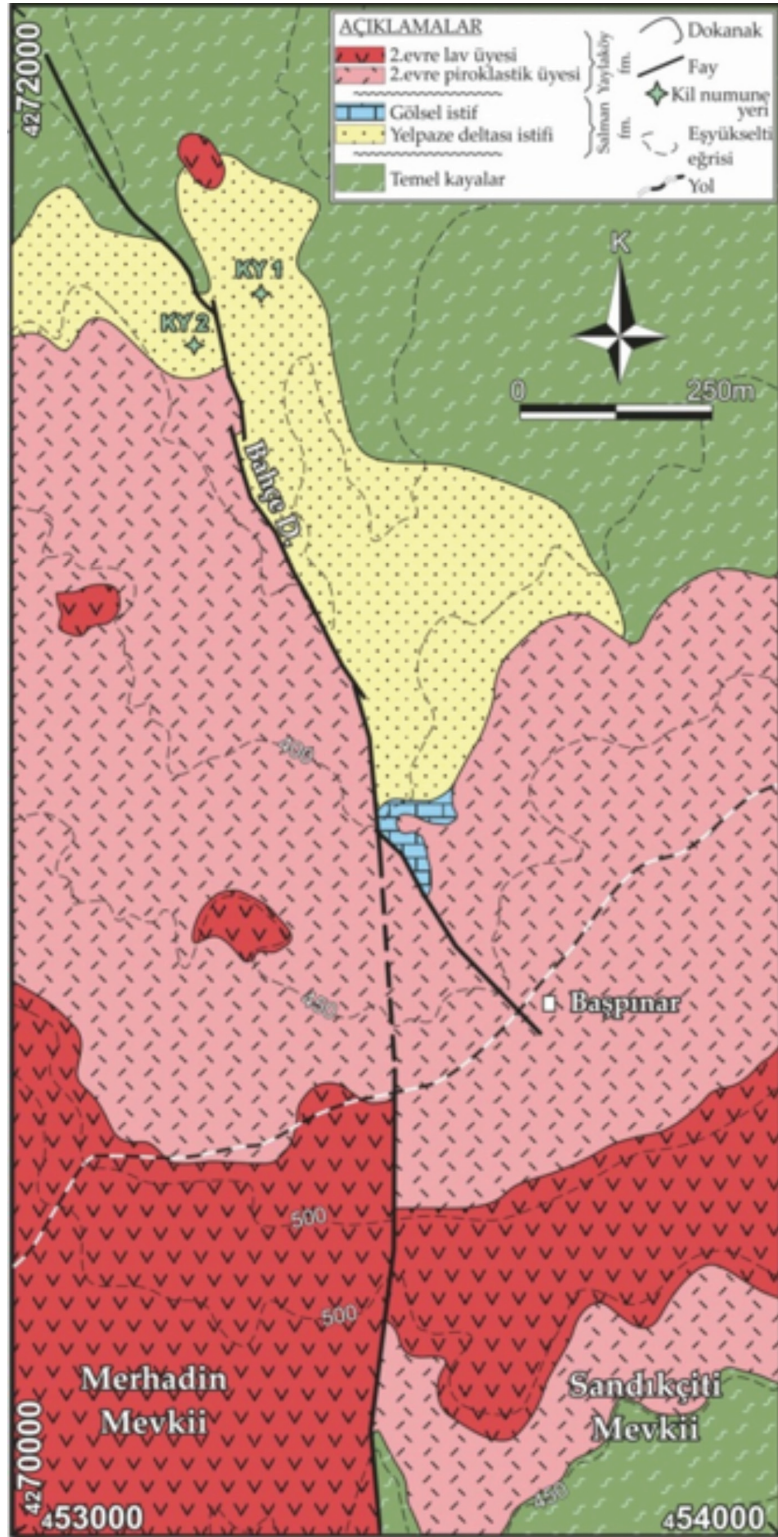
Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesimindeki kil oluşumları, Salman Köyü'nün 1 km

güneyinde Kızılyar Tepe civarında (Şekil 6c, 12a), 750 m kuzeyinde Sarıyar Tepe civarında (Şekil 12b-c) ve Yaylaköy'nün yaklaşık 2 km kuzeydoğusunda (Şekil 12d) Bahçe Deresi boyunca yüzeylenmektedir. Kil mostralarından jeokimyasal (Çizelge 1) ve mineralojik (Şekil 7) analizler yapılmak üzere örnekler alınmıştır. Kızılyar Tepe civarında, Salman formasyonunun alt bölümündeki gri renkli istifin tabanındaki kil oluşumundan KS-1 ve KS-2 örnekleri, kırmızı renkli üst bölümün tabanından SK-1 ve SK-2 örnekleri ile üzerleyen lavlara yakın kesimden KS-3 örneği alınmıştır (Şekil 4). Salman Köyü'nün yaklaşık olarak 750 m kuzeyinden, Sarıyar Tepe'nin güney yamacı boyunca KP-1, KP-2 ve KP-3 örnekleri alınmıştır (Şekil 4). Yaylaköy'de ise, Bahçe deresinin doğusunda istifin üst kesiminden KY-1 örneği, derenin batısında istifin piroklastiklerle dokanağına yakın kesiminden KY-2 örneği alınmıştır (Şekil 5).

Çizelge 1. Temel kayalar ve kil oluşumlarının jeokimyasal analiz sonuçları.

Table 1. Results of geochemical analyses of clay occurrences and basement rocks.

Örnek No	TK	KY-1	KY-2	KS-1	KS-2	KS-3	SK-1	SK-2	KP-1	KP-2	KP-3
% SiO ₂	56,50	59,27	58,28	64,14	61,16	52,49	58,69	50,25	68,70	66,27	56,01
% Al ₂ O ₃	20,50	25,01	25,16	22,74	24,73	26,01	24,32	30,87	19,10	21,64	23,49
% TiO ₂	1,10	1,16	1,09	1,12	1,15	0,94	0,94	0,87	0,96	1,04	0,96
% Fe ₂ O ₃	6,80	2,12	2,92	1,86	1,82	7,62	4,39	4,02	1,59	0,13	8,34
% CaO	0,40	0,16	0,18	0,01	0,04	0,43	0,53	0,57	0,03	0,45	0,11
% MgO	2,50	0,74	0,99	0,47	0,58	0,68	0,46	0,48	0,43	0,01	0,34
% Na ₂ O	0,60	0,01	0,01	0,76	0,64	0,26	0,22	0,16	0,01	3,33	0,40
% K ₂ O	4,30	3,32	3,72	3,43	3,71	1,70	2,03	1,18	2,85	2,03	2,56
% A.Z.	5,15	8,14	7,56	5,35	6,10	9,73	8,19	11,28	6,29	5,68	7,66



Şekil 5. Yaylaköy bölgesinin jeoloji haritası.

Figure 5. Geological map of the Yaylaköy region.

Salman Köyü civarında alt bölümden alınan örneklerden KS-1 örneğinde kuvars, muskovit, kaolinit, klinoklor; KS-2 örneğinde kuvars, kaolinit, klinoklor, muskovit, anataz, albit, mikroklin; KS-3 örneğinde kuvars, kaolinit, illit ve götit mineralleri tespit edilmiştir. Üst bölümden alınan örneklerden SK-1 örneğinde

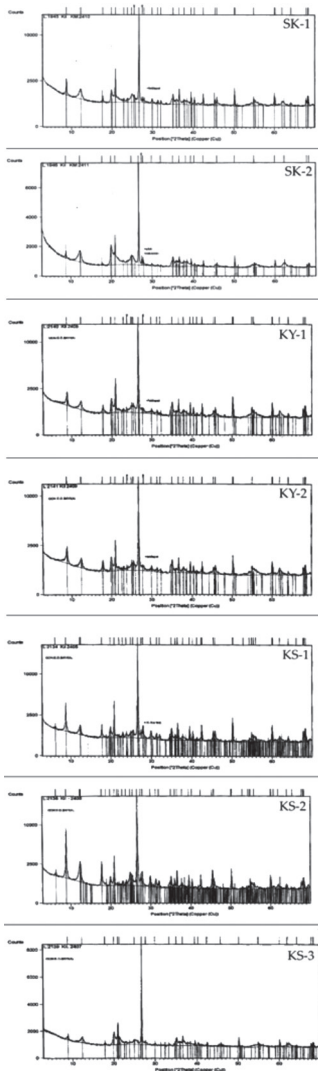
kuvars, illit, kaolinit, anataz; SK-2 örneğinde ise kuvars kaolinit, illit, anataz minerallerinin varlığı belirlenmiştir. Yaylaköyden alınan örneklerden KY-1 örneğinde kuvars, illit, anataz, kaolinit; KY-2 örneğinde kuvars, kaolinit, illit, anataz mineralleri gözlenmiştir.



Şekil 6. a) Temel kayalarının karakteristik arazi görünümü, b) Temel kayaları ile Salman formasyonu dokanağı, c) Salman formasyonunun karakteristik arazi görünümü ve ölçülü kesit yerleri.

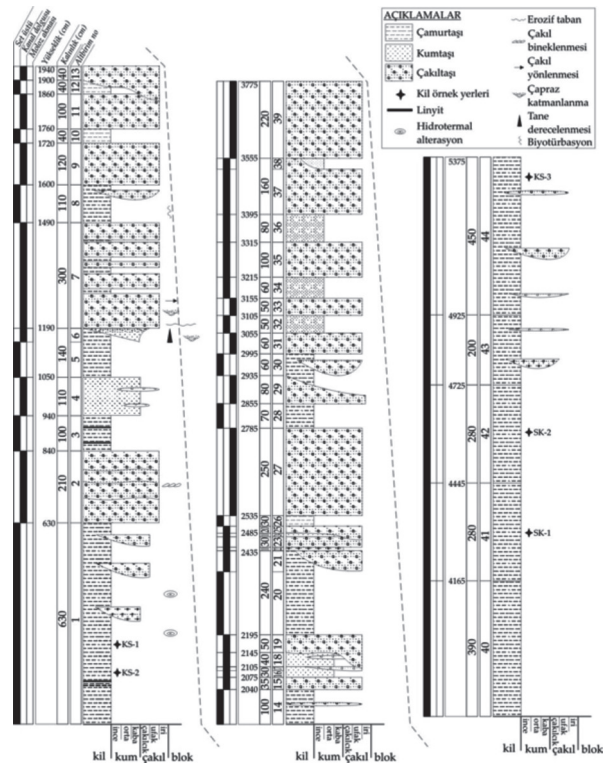
Figure 6 a) Characteristic field view of the basement rocks, b) boundary between the basement rocks and Salman formation, c) characteristic field view of Salman formation and locations of the measured sections.

Analiz sonuçlarına göre kil oluşumunu niteleyen başlıca kil mineralleri illit ve kaolinittir. Bunun yanı sıra, Kızılyar Tepe güneyindeki temel kayalardan alınan altere çamurtaşı örneğinin (TK) jeokimyasal ve XRD analiz sonuçlarına bakıldığında, sedimanter kil örnekleri ile yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. XRD analiz sonuçlarına göre TK örneğinin mineral içeriği kuvars, illit, smektit, kaolinit, plajiyoklas, jips, jipsit, K-feldspattan oluşmaktadır.



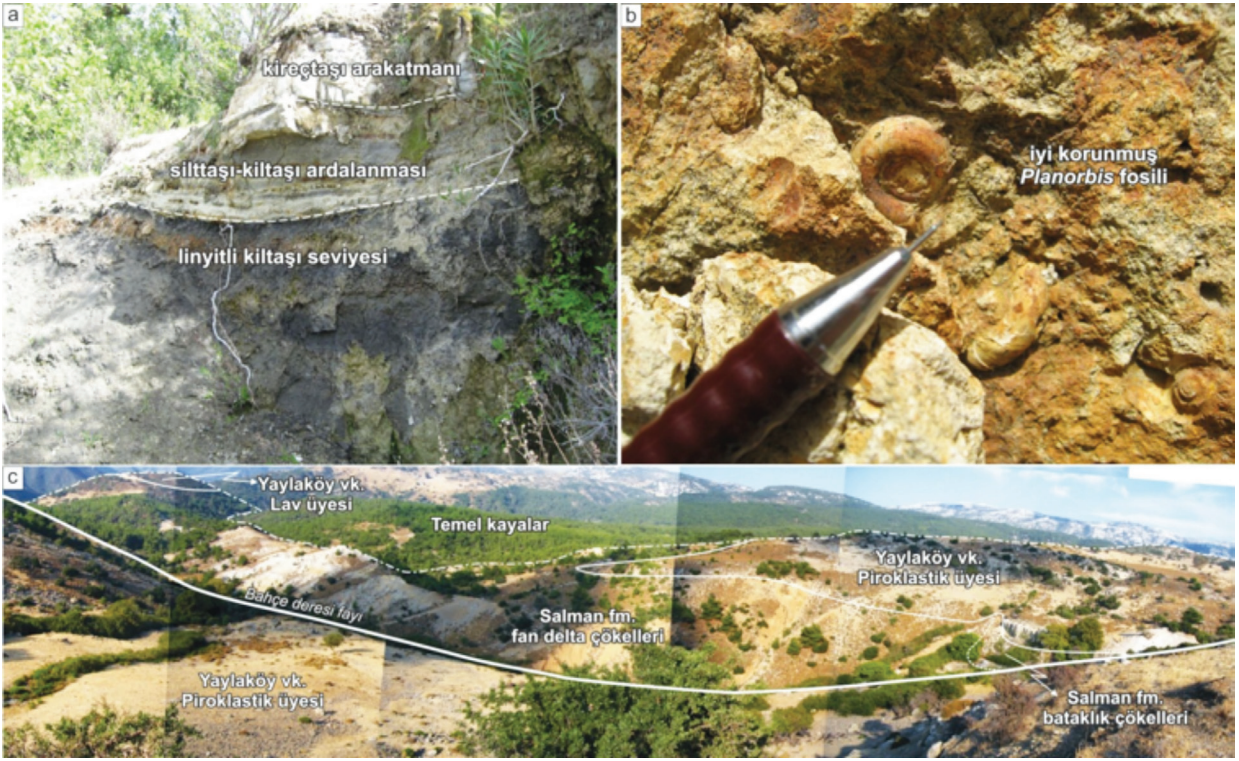
Şekil 7. Kil oluşumlarının XRD analiz sonuçları.
Figure 7. XRD analyses results of clay occurrences.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara göre, Salman formasyonu içerisindeki kil oluşumlarını denetleyen ana faktörün, beslenme alanındaki kayaçların jeokimyasal ve mineralojik niteliği olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte kil oluşumlarında rol oynayan ikincil etken, temel kayalar içinde sınırlı olarak görülen alterasyonlardır. Olası Neojen öncesi, gömülü bir magmatik sokulumun göstergesi olan ve az olarak bulunan kuvars damarları ile killeşme şeklindeki alterasyonlar, Neojen tortullaşmasından önce daha yaygın olmalıdır. Büyük olasılıkla, Salman formasyonunun çökelişi süresince bu alterasyonlar aşınmış ve kil-silt-kum boyutunda malzeme olarak tortullaşmaya katılmıştır.



Şekil 8. Salman formasyonu yelpaze deltası su altı çökellerinin ölçülü kesiti.

Figure 8. A measured section of the sublacustrine fan-delta deposits from the Salman formation.



Şekil 9. a) Salman formasyonu bataklık düzeyleri, b) Bataklık düzeyleri içerisinde iyi korunmuş *Planorbis* fosili, c) Yaylaköy bölgesinde yüzlek veren kayaların dokanak ilişkileri.

Figure 9. a) Swamp layers of the Salman formation, b) well-preserved *Planorbis* from swamp layers, c) boundary relations of rocks outcropping in the Yaylaköy area.

Rezerv

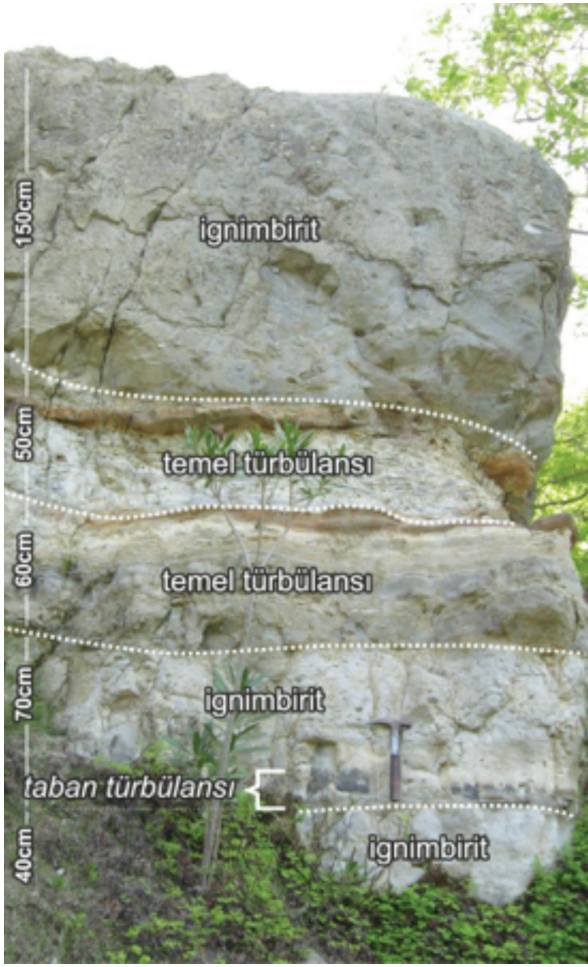
Salman Köyü'nün güneyindeki Kızılyar Tepe güneyinden alınan ölçülü stratigrafik kesite göre, istifin gri renkli alt bölümünün tabanında 6,3 m kalınlığında kil oluşumu gözlenmektedir. Üst bölümde ise toplam kalınlığı 16 m olan kırmızı renkli kil oluşumu bulunmaktadır. Sahadaki çamurtaşlarının özgül ağırlığı bilinmemektedir. Bu nedenle birimin özgül ağırlığı, bu tür kayalar için minimum değere yakın şekilde 2.5 gr/cm³ olarak kabul edilmiştir. Buna göre gri renkli kil oluşumunun ortalama kalınlığını 6 m kabul edersek, uzanımı 2000 m, genişliği ortalama 200 m olan kil oluşumunun muhtemel rezervi 6.000.000 ton olarak bulunur. Kırmızı renkli kil

oluşumları istifin üst kesimlerinde olmasından dolayı, olasılıkla aşınma nedeniyle, sınırlı alanda gözlenirler. Kırmızı renkli kil oluşumunun ortalama kalınlığını 10 m kabul edersek, uzanımı 1000 m, genişliği ortalama 150 m olan kil oluşumunun muhtemel rezervi 3.750.000 ton olarak hesaplanır. Yaylaköy'ün kuzeyindeki Bahçe deresi boyunca gözlenen kil oluşumunun ortalama kalınlığı 5 m, istifin uzanımı 800 m ve genişliği ortalama 200 m'dir. Buna göre muhtemel rezerv 2.000.000 ton bulunur. Sonuç olarak Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesimindeki Neojen istifinde ekonomik olarak işletilebilir farklı özellikteki kil yataklarının toplam rezervi 11.750.000 ton olarak hesaplanmıştır.



Şekil 10. a) Taşlı tepe çevresinde Yaylaköy volkanitlerinin dokanak ilişkileri, b) İkinci evre piroklastik üyesine ait ince kül-lapilli tuf ardalanması, c) Temel türbülansı fasiyesindeki kaba kül tuf düzeylerinde nadiren rastlanan “dune” benzeri yapılar, d) İkinci evre lav çıkışının başlangıcını yansıtan “spatter” lav parçaları, e) İkinci evre piroklastik üyesine ait ignimbirit ünitelerinden biri içinde gelişmiş diyajenetik konkresyonlar (“cannonball”).

Figure 10. a) Contact relation of the Yaylaköy volcanics around Taşlı Hill, b) fine ash-lapille tuff alternation of the second stage pyroclastic member, c) dune structures from lapille tuff layers in ground-surge facies, d) spatter clasts reflecting the beginning of second stage lava output, e) canon ball diagenetic concretions developed in the ignimbrite unit of the second stage pyroclastic member.



Şekil 11. Yaylaköy volkanitleri ikinci evre piroklastik üyesine ait ignimbirit ünitesi.

Figure 11. Ignimbrite unit of the second stage pyroclastic member of the Yaylaköy volcanics.

Teknolojik Çalışmalar

Salman Köyü, Parlak Köyü ve Yaylaköy'den alınan örneklerin (KS-1, KS-2, KS-3, KP-1, KP-2, KY-1, KY-2), Kalemaden A.Ş. laboratuvarlarında pişme testleri yapılmıştır (Çizelge 2). İncelenen örneklerin oda sıcaklığındaki kuru mukavemetleri 17,20-50,51 kg/cm² gibi geniş bir aralık sunmakta, kuru küçülmeleri %2,60-4,70 arasında değişmektedir. Örneklerin 1150 °C'deki beyazlıkları ise, % 60,82 ile % 76,77 arasında değişmektedir. Bu aralığın dışında kalan KS-3 örneği (L*: 41,46) üzerleyen lavın hemen altından alınan bir örnek olmasından dolayı düşük beyazlık değeri vermiştir, dolayısıyla ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Salman formasyonunun gri renkli alt bölümünden alınan kil örneklerinin seramik ön teknolojik testleri yapılmış, bunun sonucunda örneklerin suda dağıldıkları, plastik bir çamur oluşturdukları, karbonat içermedikleri, 1150 °C'de bej, krem renkte sinterleşme veya pişme gösterdikleri, 1300 °C'de çoğunlukla bej-krem renkte sinterleştikleri, renkli pişen seramiklerde plastiklik verici olarak kullanılabilirleri saptanmıştır. Kızıl renkli üst bölümden alınan örneklerin seramik ön teknolojik testleri sonucunda ise örneklerin suda dağıldığı, plastiklik özelliği gösterdiği, 1150 °C ve 1300 °C'de kıvılcak kahverengi renkte sinterleştiği gözlenmiş olup renkli pişen seramiklere plastiklik verici olarak katılabileceği saptanmıştır.

Çizelge 2. Kil oluşumlarının pişme testi analiz sonuçları.

Table 2. Results of burning test analyses of clay occurrences.

Örnek No	KS-1		KS-2		KS-3		KP1		KP2		KY-1		KY-2	
Sıcaklık°C	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185	1150	1185
Küçülme %	1,80	3,85	2,45	4,85	11,85	12,05	0,25	2,10	0,70	0,85	4,65	5,65	6,85	8,20
Su emme %	12,71	9,00	13,61	8,76	2,43	1,73	12,63	10,94	16,76	12,80	7,27	4,85	3,93	2,04
L	66,41	61,98	66,53	62,77	41,66	41,38	76,77	71,19	75,20	70,87	76,53	72,75	60,82	53,51
a	12,34	9,72	10,56	6,42	10,92	11,78	8,37	7,69	8,58	6,33	3,58	2,54	10,80	6,88
b	23,60	22,02	20,17	17,53	14,51	15,21	16,14	17,62	19,39	18,42	19,32	18,50	23,47	18,18
Kuru küçülme %			2,60										4,70	
Kuru mukavemet kgf/cm ²			17,20								19,27		50,51	



Şekil 12. a) Salman bölgesi üst bölüm kil oluşumu, b)-c) Parlak bölgesi kil yarmaları, d) Yaylaköy bölgesi kil oluşumu.

Figure 12. a) Upper part clay occurrences of the Salman area, b)- c) Clay trenches of the Parlak area, d) Clay occurrences of the Yaylaköy area.

SONUÇLAR

Karaburun Yarımadası'nın kuzey kesiminde kil içeren istiflerin stratigrafik ve sedimantolojik araştırılması sonucunda, Salman Köyü ve Yaylaköy civarında yüzeyleyen Salman formasyonu içerisinde kil oluşumlarına rastlanmıştır. Salman formasyonu, türbiditik ortamda çökelmiş Ordovisiyen-Karbonifer yaşlı, kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan Küçükbahçe ve Dikendağı formasyonları üzerinde açılmal uyumsuzlukla yer alır ve alüvyal yelpaze ortamında çökelişi yansıtır. Formasyon, Erken Miyosen yaşlı silttaşı-çakıltası karmasından oluşur, istifin bazı düzeylerinde kil olarak işletilebilir nitelikte masif silttaşı seviyeleri bulunur. Salman formasyonu sedimantolojik olarak, sel akması baskın yelpaze deltası çökelişini simgeler. Silttaşı egemen seviyeler set üstü litofasiyesinde, çakıltası egemen kesimler kanal dolgusu ve seyrek olarak moloz akması litofasiyesinde çökelişi yansıtır. Salman formasyonunun Erken Miyosen gölüne açıldığı, yelpaze deltası sisteminin su altı çökelleri ve üste gelen gölsel kıyı gerisi çökelleri aracılığıyla kanıtlanmıştır. Salman formasyonu, iki ayrı volkanik evrede yerleşen Yaylaköy volkanitleri tarafından üzerlenir. Yaylaköy volkanitleri, iki evrede yerleşmiş andezit-bazaltik andezit lavları ve lav akıntılarını birbirinden ayıran piroklastik çökellerden oluşur. Kil oluşumlarından alınan örnekler üzerinde yapılan mineralojik ve jeokimyasal analizler neticesinde, içerdikleri kil minerallerinin çokluk sırasına göre illit-kaolinit olduğu ve SiO₂ değerlerinin %50-68, Al₂O₃ değerlerinin % 18,5-31 arasında değiştiği saptanmıştır. Gri renkli ve kırmızı renkli farklı özellikteki kil seviyeleri ayırt edilmiş, toplam rezerv ise 11.750.000 ton olarak hesaplanmıştır. Örnekler üzerinde yapılan seramik ön teknolojik testlere göre, killerin renkli pişen seramiklerde plastiklik verici olarak kullanılacakları görülmüştür.

KATKI BELİRTME

Birinci yazar, arazi çalışmalarındaki katkı ve yorumlarından dolayı Ali Çakmakoğlu'na ve seramik ön teknoloji analizlerindeki yorumlarından dolayı Hürriyet Demirhan'a teşekkür eder.

EXTENDED SUMMARY

Depends on the requirement of developing ceramic industry, detail researches on the clay deposits which are already known and expose to their origin will be a guide to explore the new ones. It is already known that the Neogene terrestrial deposits of the Karaburun Peninsula include commercially important clay formations. These formations are observed around of Salman and Yaylaköy villages which are 140 km far from İzmir city center. Clay formations unconformably overlie the Paleozoic basement rocks represented by intercalation of turbiditic sandstone, siltstone, fine-grained conglomerate and greenish gray mudstone. The basement rocks exposed around Salman village were named as the "Küçükbahçe formation" by Çakmakoğlu and Bilgin (2006). However, they termed these rocks as the "Dikendağı formation" around Yaylaköy village. The Salman formation which indicates the beginning of the terrestrial Neogene deposition overlies the basement rocks. It has typically yellow or red colored conglomerate-siltstone sequence group and approximately 70 m in total thickness. It is mainly represented by fan-delta depositional environment. The base of the sequence starts with disorganized boulderstone and grades into coarse-grained conglomerate that indicate a subareial part of the fan-delta. It is overlain by sublacustrine fan-delta deposits which are made up of mudstone-conglomerate alternation separated by three lithofacies as channel-fill, debris-flow and overbank. Channel-fill lithofacies consists of conglomerates which are

grain-supported, fine-grained, angular pebbles and oblate morphology. Debris-flow lithofacies also contains conglomerates which are matrix-supported, fine to coarse-grained, poorly-sorted. Overbank lithofacies is made up of massive layers in clay-silt size and can be observed their lateral continuity. The sublacustrine fan-delta deposits are overlain by lignite-bearing lacustrine sediments which are represented by clay-silt and fine-grained sand size layers that also contain gastropod shell fragments. The Salman formation is overlain by the Yaylaköy volcanites represented by bluish black colored mafic lavas and fine ash-lapille tuff pyroclastics. According to stratigraphical data, the volcanism can be separated into two-stages. First stage of volcanism is represented by lava flows. Second stage of volcanism is characterized by pyroclastic deposits at the bottom and lava flows at the top. The clay formation in the northern part of the Karaburun Peninsula is located at 1 km south of Kızılyar Hill and 750 m north of Sarıyar Hill, around Salman village, and 2 km north of Bahçe River, around Yaylaköy village. According to results of clay mineralogy, the main clay minerals are illite and kaolinite which controlled the clay formation. Furthermore, the result of a sample taken from the basement rocks located at the south of Kızılyar Hill indicates that the composition of the basement rocks and clay formations are very similar. It is suggested that the formation of the clay deposit is related to geochemical and mineralogical composition of source environment. In addition, it is possible to see alterations in the basement rocks in some places. As a result, a magmatic intrusion which caused the alteration and forming of quartz veins was probably common in the region but not exhumated before Neogene. These basement rocks were possibly eroded, and their clay, silt and sand size products participated in sedimentation during the deposition of the Salman formation. The potential

reserve of the economical clay formations from the northern part of the Karaburun Peninsula has been calculated as 11.750.000 mt which can be used as a plasticizer in ceramic industry.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akal, C., Koralay, O.E., Candan, O., Oberhanslı, R., ve Chen, F., 2011. Geodynamic Significance of the Early Triassic Karaburun Granitoid (Western Turkey) for the Opening History of Neo-Tethys. Turkish Journal of Earth Sciences, 20, 255-271.
- Aras, A., Göktaş, F., Demirhan, M., Demirhan, H., ve İçöz, S., 1999. Karaburun Kilinin Stratigrafisi, Mineralojisi ve Pişme Özellikleri. BAKSEM'99 1. Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu, İzmir, 238-247.
- Borsi, S., Ferrara, G., Innocenti, F., ve Mazzuoli, R., 1972. Geochronolog and petrology of Recent volcanics in the eastern Aegean. Bull. Volcanologie, 36, (3), 473-496.
- Çakmakoğlu, A., ve Bilgin, R., 2006. Karaburun Yarımadasının Neojen Öncesi Stratigrafisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 132, 33-62.
- Demirhan, H., 1999. Karaburun Yarımadası Killerinin Seramik Sektöründe Kullanım Olanaklarının Araştırılması. 3. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, İzmir, 47-56.
- Ercan, T., Türkecan, A., ve Satır, M., 2000. Karaburun Yarımadasının Neojen Volkanizması. Cumhuriyetin 75. Yıldönümü Yerbilimleri ve Madencilik Kongresi Bildiriler Kitabı I, MTA Yayını, 1-18.
- Erdoğan, B., Altuner, D., Güngör, T., ve Özer, S., 1990. Karaburun Yarımadasının Jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 111, 1-24.
- Erkül, S.T., Sözbilir, H., Erkül, F., Helvacı, C., Ersoy, Y., ve Sümer, Ö., 2008. Geochemistry of I-type granitoids in the Karaburun Peninsula, West Turkey: Evidence for Triassic continental arc magmatism following closure of the Paleotethys. Island Arc, 17, 394-418.
- Galloway, W.E. ve Hobday, D.K., 1996. Terrigenous Clastic Depositional Systems. Springer, Berlin, 489.
- Gümüş, H., 1971. Karaburun Yarımadasının Orta Kısımının Jeolojisi (İzmir). EÜFF İlimi Rapor Serisi, 100, 16.
- Helvacı, C., Ersoy, E.Y., Sözbilir, H., Erkül, F., Sümer, Ö., ve Uzel, B., 2009. Geochemistry and ⁴⁰Ar/³⁹Ar geochronology of Miocene volcanic rocks from the Karaburun Peninsula:

Implications for amphibole-bearing lithospheric mantle source, Western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 185, 181-202.

Kalafatıoğlu, A., 1961. Karaburun Yarımadasının Jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 56, 53-62.

Robertson, A.H.F., ve Pickett, E.A., 2000. Paleozoic-Early Tertiary Tethyan evolution of melanges, rift and passive magrin units in the Karaburun Peninsula (western Turkey) and Chios Island (Greece). In: Bozkurt, E., Winchester, J.A., ve Piper, J.D.A. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area* Geological Society, London, Special Publications, 173, 43-82.

Makale GeliŐ Tarihi : 14 Mart 2013
Kabul Tarihi : 17 Nisan 2013

Received : 14 March 2013
Accepted : 17 April 2013