

KONYA MİYOSEN YAŞLI VOLKANİK BİRİMLERİN MİNERALOGİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ İLE NEOFORM KİL MİNERAL OLUŞUMLARININ İRDELENMESİ

Selahattin KADİR* ve Zehra KARAKAŞ**

ÖZ.- Konya'nın güney ve güneybatısında; volkanik, sedimanter ve volkano-sedimanler birimler geniş bir yayılıma sahiptirler. İgnimbirit, kızgın bulut çökelleri ile lav ve domdan oluşan volkanik kayalar, mineralojik ve dokusal özelliklerine göre riyolit, dasit, andezit, bazalt ve tuf karakterindedirler. Tüfler, içerdikleri volkan camı, kayaç parçası ve kristal içeriklerine göre vitrik, litik ve kristal tuf olarak sınıflandırılmıştır. Tuf karakterli volkanik birimlerde killeşme ve limonitleşme oldukça yaygın olarak izlenmesine karşın, bu alterasyon ürünlerine diğer volkanik kayalarda çok az veya hiç rastlanılmamıştır. Genellikle, killeşme ve limonitleşme tüflü birimlerin ana bileşenini oluşturan volkan camlarının kırık ve çatlakları boyunca gelişmiştir. Ayrıca, feldispat minerallerinde killeşme, biyotit ve hornblend minerallerinde ise opasitleşme ile kloritleşmeler izlenmiştir. Tüflü birimlerin XRD analizlerinde halloysit, kaolinit, simektit, paligorskit ve illit gibi kil mineralleri ile opal-CT, feldispat, kuvars, amfibol, serpantin, minamit ve jarosit gibi kil dışı mineraller belirlenmiştir. SEM incelemelerine göre, halloysit, kaolinit ve simektit mineralleri genellikle volkan camlarının erime boşlukları ile kırık ve çatlaklarında yer almışlardır. Tüflü birimleri oluşturan volkanik kayaların kimyasal analiz değerleri; halloysit, kaolinit ve simektitli birimlerin kimyasal analiz değerlerine yakındır. İnceleme alanındaki bu kil minerallerinin oluşumu, ortamdaki su hareketleriyle birlikte tüflü birimlerin ana bileşenlerinden volkan camı ile feldispat minerallerini oluşturan iyonların hareketleriyle kontrol edilmiştir. Saha gözlemleri ile mineralojik, kimyasal ve dokusal özellikler göz önüne alındığında halloysit, kaolinit ve simektit minerallerinin yer altı ve meteorik suların etkisi ile tüflü birimlerin depolanmasını takip eden süreçlerde diyajenetik olarak oluştukları söylenebilir.

GİRİŞ

İnceleme alanı, Orta Anadolu'da yer alan volkanik birimlerin bir parçasını oluşturmakta olup, Konya'nın güneybatısında geniş bir alanda yayılım göstermektedir (Şek. 1).

İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojisi Göğür ve Kıral (1973), Özcan ve diğerleri, (1990) ile Ulu ve diğerleri, (1994) tarafından çalışılmıştır. Keller ve diğerleri, (1977) bölgedeki volkanitlerin jeolojisi, petrolojisi ve jeokimyası ile radyometrik yaş tayinlerine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Bölgede, kaolinit ve bentonit yataklarının ekonomik önemine yönelik çalışmalar bulunmaktadır (Suludere ve diğerleri, 1986; Özgüner, 1987). Ayrıca, seramik hammaddesi üzerine yapılan çalışmanın (Özgüner ve diğerleri, 1987) yam sıra, volkanit ve gölsel sedimanlar içerisinde yer alan kaolen ve bentonitik kil yatakları ile zeolit ve alüminyum sülfat grubu mineral oluşumlarının ekonomik önemi üzerine yapılan çalışmalarda yer almaktadır (Temel ve diğerleri, 1995; Çelik ve diğerleri, 1997). Bu çalışmacılar, volkanitlerin yerinde hidrolizi ve hidrotermal alterasyonu sonucu kaolen, zeolit ve alüminyum sülfat grubu minerallerin oluştuğunu belirtmişlerdir. Ancak, bu çalışmalarda bölge bir bütün olarak ele alınmamış olup, daha çok gölsel birimler ile bu birimlere yakın dokanakta bulunan volkanik kayaların oluşturduğu volkano-sedimanter birimler üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca,

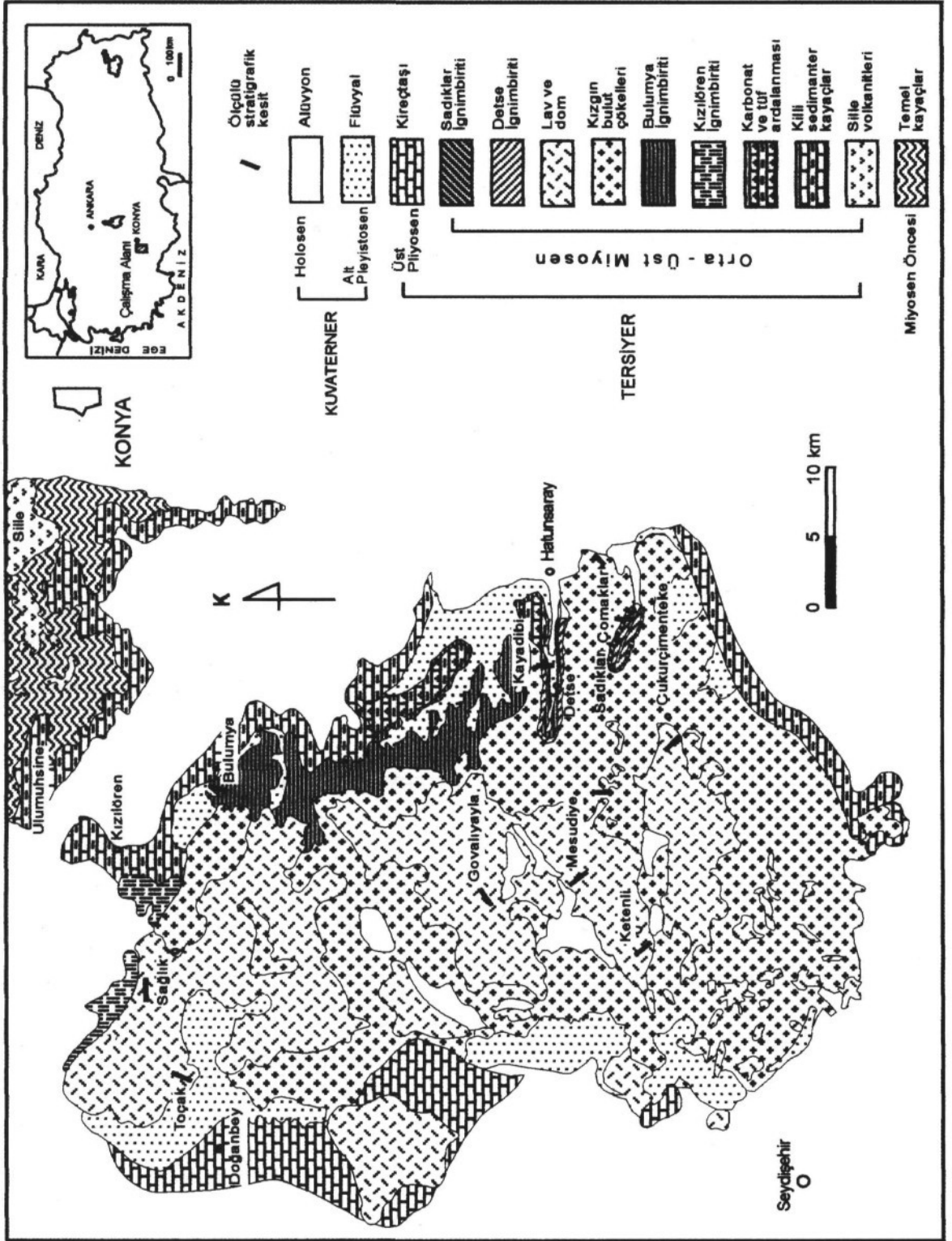
bu birimlerde oluşan kil mineralleşmelerinin ana kayaç ile olan kökensel ilişkileri ve bölgedeki dağılımları ortaya konulmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada öncelikle Konya bölgesindeki volkanik birimler bir bütün olarak ele alınıp, bu birimlerin mineralojisi, petrografisi ve jeokimyasının incelenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte, bu birimlerde oluşan neoform kil minerallerinin ana kayaç ilişkilerinin kökensel açıdan irdelenmesine de çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

İnceleme alanında volkanik birimlerin egemen olduğu bölgelerden 11 adet ölçülü stratigrafik kesit ile noktasal örneklemelerden 163 adet örnek derlenmiştir (Şek. 1). Bu örneklerden 100 adedi alterasyona uğramamış volkanik birimlerden oluşurken, 63 adedi ise kısmen veya tamamen alterasyona uğramış olan örnekleri temsil etmektedir. Bu örneklerden 100 adedi ince kesit yapılarak optik mikroskopta (Olumpus), 96 adet örnek X-ray toz difraktometresinde (XRD) (Rigaku-Geigerfiex) ve 17 adet örnek ise Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) (Jeol JSM 6400-Noran Instruments Series II) kullanılarak mineralojik incelemeleri yapılmıştır. Kimyasal analizler ise X-ray Floresans (XRF) (Rigaku X-ray spectrometer RIX 3000) kullanılarak 12 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Volkanik kayalar Streckeis (1976, 1979) ve Schmid (1981) sınıflamalarına göre adlandırılmıştır.

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi, 06520 Ankara.

** Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Ankara.



Şek. 1- İnceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritası (Keller ve diğerleri, 1977'den alınarak revize edilmiştir).

GENEL JEOLOJİ

inceleme alanında temel kayaları Miyosen öncesi şist, mermer, kuvarsit, dolomitik kireçtaşı ile ofiyolitik kompleks oluşturmaktadır (Şek. 1). Bu birimler üzerinde uyumsuz olarak volkanik, volkano-sedimanter birimler ile gösel ve flüvyal sedimanlar yer almaktadır (Keller ve diğerleri, 1977; Ulu ve diğerleri, 1994).

Bölge volkanizmasının stratigrafisi ve radyometrik yaş tayinine göre volkanizmanın ilk evresini Sille volkanitleri oluşturmaktadır (Bering, 1971; Keller ve diğerleri, 1977). Bu birimin üzerine çamurtaşı, kilitaşı, kumtaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşan gösel çökeller gelmektedir (Şek. 1). Kireçtaşları genellikle plaketter halinde olup, yer yer killeşmeler göstermektedir. İstifin üst tarafına doğru bünyesinde kumtaşı ve kayaç parçaları bulunduran karbonatlı çökeller tüflü birimlerle ardalanmalı olarak bulunmaktadır.

Volkano-sedimanter birimler üzerinde Kızılören ve Bulumya ignimbritleri, kızgın bulut çökelleri, lav ve dom ile Detse ve Sadıklar ignimbritleri olarak isimlendirilen volkanik birimler gelmektedir (Keller ve diğerleri, 1977) (Şek. 1). İnceleme alanının kuzeyinde mostra veren Kızılören ignimbriti beyaz ve yeşil renkli olup, oldukça sert ve ince tanelidir. Sağlık bölgesinde Kızılören ignimbritinin taban seviyesinde süngerimsi tuf parçaları içeren sarı, açık yeşil, beyaz renkli kilce zengin tuf düzeyleri yer almaktadır. Bu birimin üst seviyelerinde beyaz renkli, sert plaketter halinde kaolin-ili oşumulan bulunmaktadır. Genellikle, plaketter halinde olan kaolinli oşumlarının yüzeylerinde kahverengi - kırmızımsı demir boyamaları egemendir.

Bulumya ignimbriti, volkaniklerin doğu kenarı boyunca Bulumya ve Hatunsaray civarında yüzeylenir. Birim, yeşil, kızılkahve renkli limonitli, konkoidal kırılma yüzeyli, bol çatlaklı altere tüflerden oluşmaktadır. Birim içerisinde iki seviye halinde volkan camından oluşan beyaz renkli, aglomera seviyesi yer alır. Alt aglomera seviyesi 2 mm - 8 cm boyutunda siyahımsı - kırmızı renkli andezitik ve bazaltik kayaç parçaları içermektedir. Üst aglomera seviyesi ise 1-20 cm boyutunda pomza parçaları içerir.

Bu birimleri üzerleyen kızgın bulut çökelleri; santrak, kızılkahve renkli bol andezit kayaç parçaları tuf ve lav ardalanmasından oluşmuştur. Birim içerisinde çoğunlukla altere olmuş tüfler ile lavlar yanıl yönde çakıltaşı, kumtaşı ve yer yer gösel kireçtaşlarına geçişlidir. Ayrıca, andezitik ve bazaltik karakterli, siyahımsı, gri renkli ve yer yer kırmızı rengi ile tipik olan lav ve dom yer almaktadır.

Detse ve Sadıklar ignimbritleri, volkaniklerin güneydoğusunda Detse, Çomaklar ve Sadıklar çevresinde yüzeylenmektedir. Detse ignimbriti gri, grimsi bej, grimsi siyah renkli tüflerden oluşmakta olup,

genellikle kırıklı ve çatlaklıdır. Ayrıca, tüfler 1-10 mm çapında mineraller içermekte olup, bu minerallerin arasında killeşmiş hamur malzemesi bulunmaktadır.

Detse ignimbritinin hemen üzerinde yer alan Sadıklar ignimbriti ise gri, kavunçii renkli, konkoidal kırılma yüzeyli killeşmiş tüflerden oluşmaktadır. Bu tüfler içerisinde alt volkanik evrelere ait 1-10 mm çapında yuvarlak, yan yuvarlak ve köşeli kayaç parçaları bulunmaktadır.

Bu volkanik birimleri, Üst Pliyosen - Alt Pleyistosen yaşlı gösel kireçtaşı ve marn ardalanmasından oluşan birimler ile flüvyal sedimanlar örtmektedir (Şek. 1) (Keller ve diğerleri, 1977).

PETROGRAFI

Volkanik kayaçlar mineralojik ve dokusal özelliklerine göre riyolit, dasit, andezit, bazalt ve tuf olarak adlandırılmışlardır.

Kızgın bulut çökelleri riyolit ve dasit ile temsil edilirken, lav ve domların andezit ve bazalttan oluştuğu belirlenmiştir. Riyolitler; kuvars, alkali feldispat (sanidin), plajiyoklaz (albit), biyotit ve hornblend fenokristalleri içermektedirler. Dasitler de ise bu minerallerden alkali feldispat gözlenmezken, plajiyoklaz mineralinin oligoklaz - andezin türünde olduğu belirlenmiştir. Andezitler ise plajiyoklaz (andezin), biyotit ve hornblend fenokristallerinden oluşmaktadır. Bazaltik kayaçlarda biyotit minerali gözlenmezken, hornblend ve piroksen (ojit) ile labrador türü plajiyoklaz minerali belirlenmiştir.

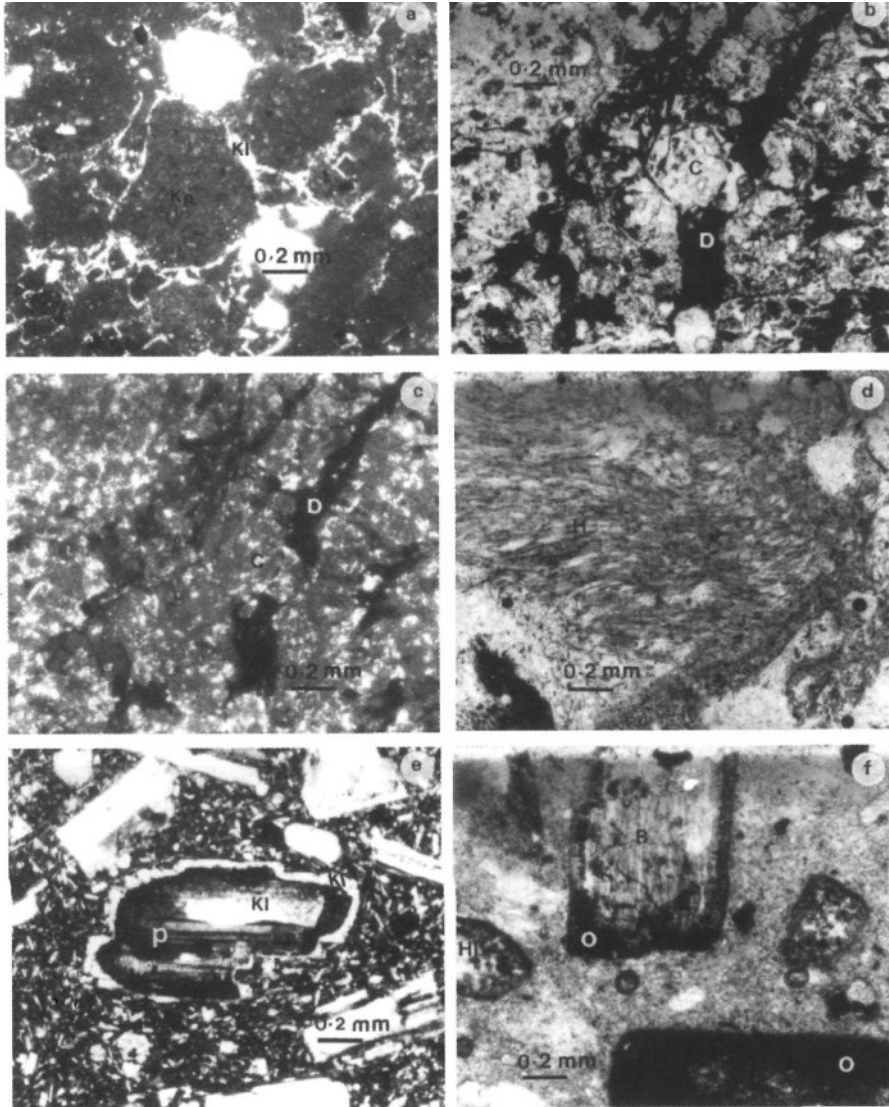
Volkanik kayaçların mineralojik kompozisyonlarını oluşturan mineraller hem fenokristaller halinde mineral bileşiminde temsil edilirler. Hem de mikrolit olarak, kristallitler ve volkan camı ile birlikte hamur malzemesinde yer alırlar. Volkanik kayaçlar genel olarak hipokristalin porfirik bir doku özelliği sunmaktadır.

Tüfler, içerdikleri volkan camı, kayaç parçası ve kristal içeriklerine göre sınıflandırıldıklarında vitrik, litik ve kristal tuf olarak adlandırılmıştır. Bu tüflerin tamamı Detse ignimbriti ve kızgın bulut çökellerinde belirlenirken, litik ve kristal tuf Bulumya ignimbritinde, kristal tuf Kızılören ignimbritinde, vitrik tuf ise Sadıklar ignimbritinde belirlenmiştir. Vitrik tuf tamamen volkan camından oluşmakta olup, yer yer karbonatlaşma ve kelleşmelerin yanı sıra az miktarda kuvars, biyotit ve hornblend mineralleri içermektedir. Litik tüfler, yaklaşık % 30-60 oranında volkan camı ile kuvars, plajiyoklaz, biyotit fenokristalleri ile andezit kayaç parçalarından oluşmaktadır. Kayaç parçalarının çevresinde karbonatlaşma ve killeşmeler yaygın olarak izlenmiştir (Şek. 2a). Kristal tuf, yaklaşık % 25-45 oranında volkan camı ile

kuvars, plajiyoklaz, biyotit ve hornblend fenokristallerinden oluşmaktadır. Tüflerin hamurunu oluşturan volkan camı beyaz, kirlili beyaz ve sarımsı kahverenkli olup, bol kırıklı ve çatlaklıdır. Bu kırık ve çatlaklar boyunca demir boyamalarının yanı sıra hamur içerisinde kırmızımsı siyah renkli opak demir mineralleri de belirlenmiştir (Şek. 2b, c). Ayrıca, tüflerin hamurunu oluşturan volkan camında lifsi şekilli, yönlenmiş ve anizotrop özellik gösteren minerallerin varlığı da gözlenmiştir (Şek. 2d). Bu minerallerin XRD ve SEM incelemeleri sonucunda halloysit minerali olduğu belirlenmiştir.

meleri sonucunda halloysit minerali olduğu belirlenmiştir.

Volkanik kayalar ile tüflerdeki plajiyoklaz minerallerinde genellikle polisentetik ikizlenme ile zonlanma ve killeşmelerin varlığı belirlenmiştir (Şek. 2e). Biyotit ve hornblend minerallerinin genellikle kenarlarından başlayarak opasitleştikleri görülmüştür (Şek. 2f). Hatta bazı kesitlerde tamamen opak bir görünüm kazanmışlardır. Ayrıca, bu minerallerde yer yer kloritleşmeler de izlenmiştir.



Şek. 2- Volkanik kayaların optik mikroskop görüntüleri, a- Kayaç parçalarının (Kp) çevresinde izlenen killeşmeler (KI) (Çift niköl), b- Volkan camının (C) kırık ve çatlaklardaki demiroksit boyamaları (D) (Tek niköl), c- Volkan camının (C) kırık ve çatlaklarındaki demiroksit boyamaları (D) (Çift niköl), d- Volkan camı içerisindeki halloysit minerali (H) (Tek niköl), e- Plajiyoklaz (P) mineralinde izlenen polisentetik ikizlenme ile killeşmeler (KI) (Çift niköl), f- Biyotit (B) ve hornblend (Hl) mineralindeki opasitleşmeler (O) (Tek niköl).

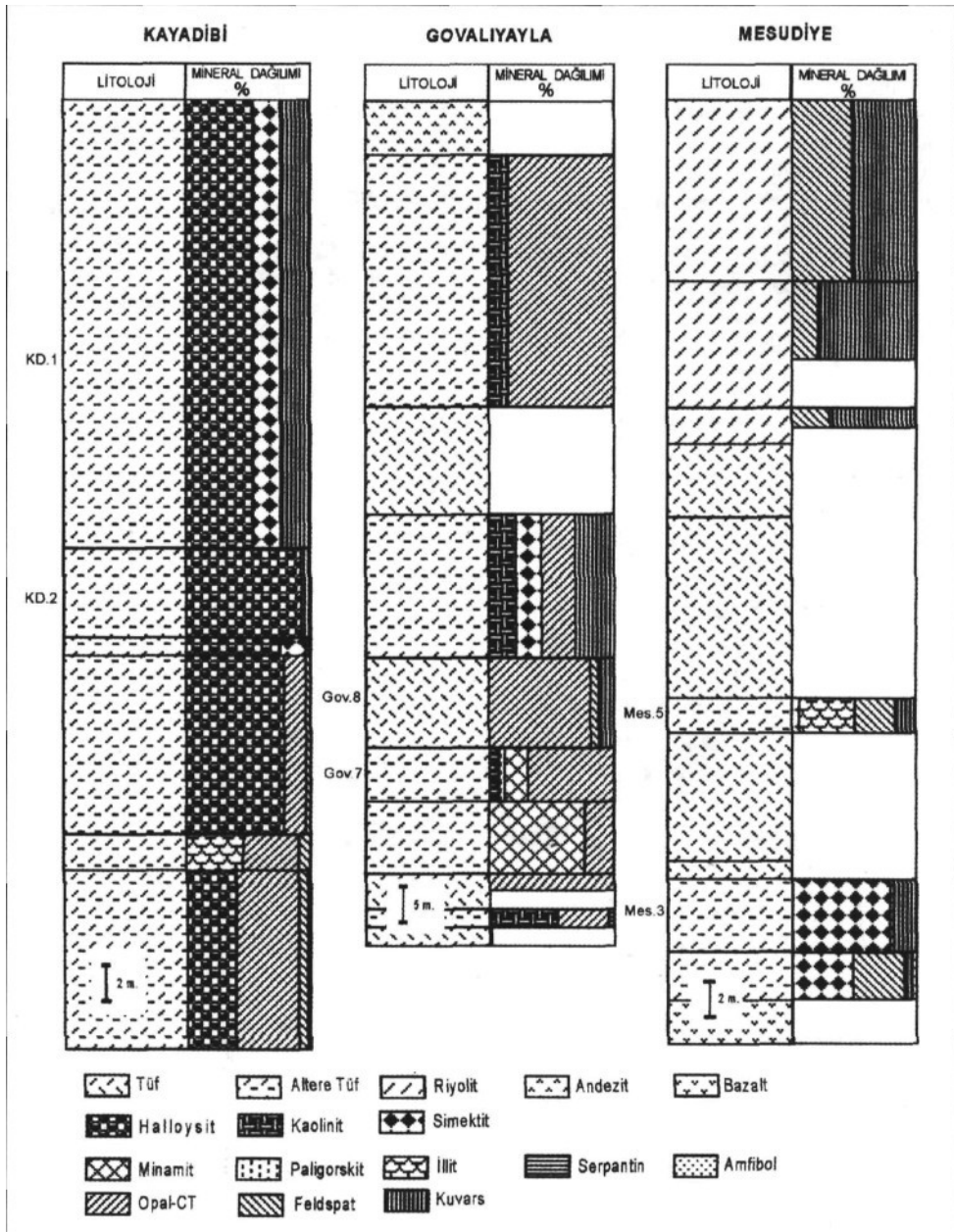
KONYA MİYOSEN VOLKANİKLERİ İLE KİLLERİN İNCELENMESİ

XRD İNCELEMELERİ

inceleme alanındaki volkanik birimlerin alterasyonuna bağlı olarak oluşan kil minerallerinin cinsi ve dağılımlarının belirlenmesi amacıyla XRD analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda halloysit, kaolinit ve simektit mineralleri belirlenmiştir. Bu mineraller genellikle istifin taban seviyelerinde alterasyonun egemen olarak izlendiği tüflü birimler içerisinde yoğunlaşmıştır (Şek. 3). Bu minerallere Opal-CT, feldspat, kuvars, illit,

amfibol ve serpantin mineralleri eşlik etmektedir. Bir kaç örnekte ise minamit ve jarosit gibi sülfat mineralleri ile paligorskit minerali gözlenmiştir.

Halloysit minerali çalışma sahasının güneydoğusunda Detse ignimbritinin egemen olduğu Kayadibi ve Çomaklar bölgelerindeki tüflü seviyelerde belirlenmiştir (Şek. 1). Halloysit mineraline Opal-CT, feldspat, kuvars ve simektit mineralleri eşlik etmektedir (Şek. 3).



Şek. 3- inceleme alanındaki kil ve kil dışı minerallerin dikey yöndeki dağılımı.

Kaolinit minerali ise Sağlık ve Govalıyayla bölgelerinde Kızılören ignimbriti ile kızgın bulut çökellerini oluşturan tüflü seviyelerde belirlenmiştir (Şek. 1). Kaolinit minerali, opal-CT, kuvars ve/veya simektit mineralleri ile beraber bulunmaktadır (Şek. 3). Ayrıca, bu bölgelerde yukarıda belirtilen mineral topluluğuna ek olarak minamit ve palıgorskit mineralleri belirlenmiştir.

Simektit minerali ise volkanik birimlerin orta kesiminde Mesudiye ve Ketenli bölgelerindeki kızgın bulut çökelleri ile Bulumya'daki Bulumya ignimbritinde yer alan tüflü seviyelerde belirlenmiştir (Şek. 1). Simektit minerali, feldispat ve kuvars minerali ile birlikte bulunmaktadır (Şek. 3). Çalışma sahasında bu kil mineralleri genellikle istifin taban seviyelerinde izlenmiştir.

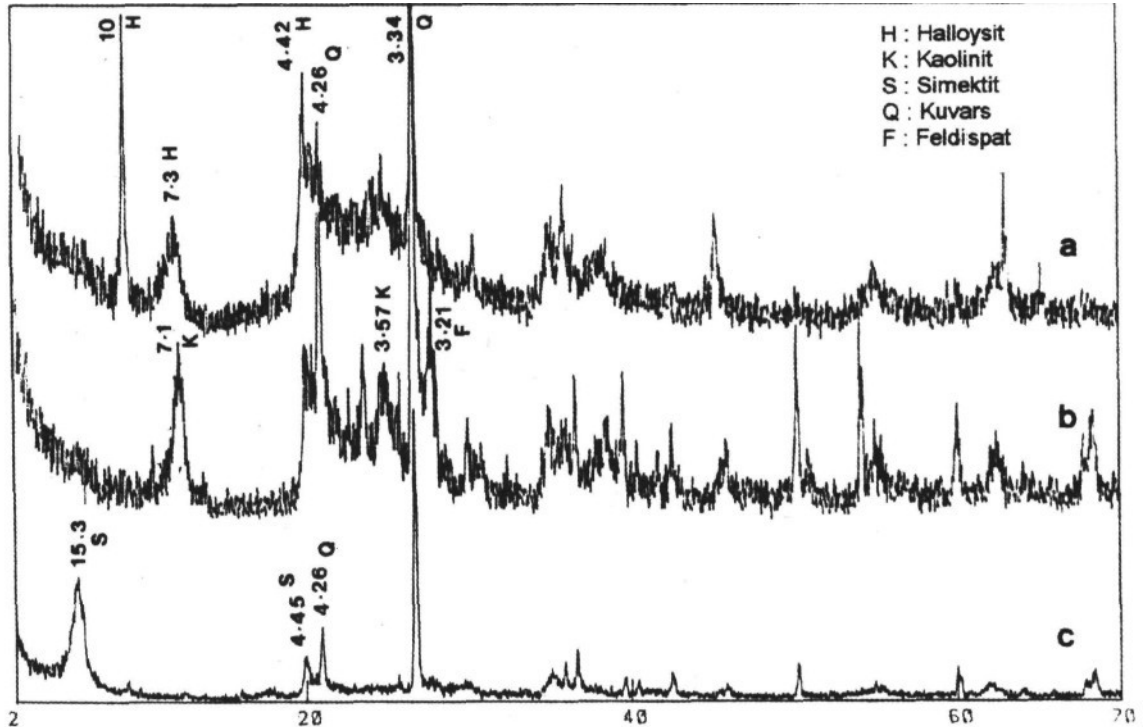
Halloysit, kaolinit ve simektit minerallerince zengin örneklerin normal, yönlenmiş, etilen glikolle doyurularak ve fırınlandıktan sonra çekimleri yapılmıştır. Halloysit minerali normal çekimlerde (001) yüzeyine ait 10 Å ve 7.3 Å daki pikleri ile tayin edilmiştir (Şek. 4). Halloysitin iki farklı pik değerine sahip olması tabaka arası suyun varlığından kaynaklanmaktadır (Brindley, 1980). XRD incelemelerinde sulu haldeki halloysitin tabaka aralığı 10 Å , az sulu halloysitin tabaka aralığı 7.3 Å olarak belirlenmiştir. Kaolinit (001) yüzeyinde 7.1 Å ile (002) de ise 3.57 Å daki pikleri ile tayin edilirken, simektit ise (001) deki 15.3 Å daki pikleri ile belir-

Çizelge 1- Kil minerallerinin (Halloysit, kaolinit ve simektit) normal, oriyante, etilen glikol ve ısıya karşı gösterdikleri davranışları.

	Normal	Yönlenmiş	Etilen Glikol	350 °C	550 °C
Halloysit	10.0 7.3	10.1 7.3	10 7.4	10 7.2	- -
Kaolinit	7.1	7.2	7.2	7.2	-
Simektit	15.3	15.5	17	10	10.1

lenmiştir (Şek. 4). Etilen glikol ile muamele edilen halloysit mineralinin 10 Å ve 7.3 Å daki pikleri ile kaolinitin 7.1 Å daki pikinde önemli bir değişim izlenmezken, 350 °C 'de halloysitin 10 Å ile 7.3 Å daki pik şiddetlerinde bir azalma ve 550 °C de ise bu piklerin çöktüğü gözlenmiştir (Çizelge 1). Etilen glikol ile muamele edilen simektit minerali -17 Å a doğru kaymıştır. Simektit, 350 °C ve 550 °C kadar ısıtıldığında ise 10 Å ile 10.1 Å da pik verdikleri belirlenmiştir. Simektitin 060 yüzeyine ait pik değeri 1.50 Å olup, bu değere göre simektit minerali dioktahedral karakterindedir (Moore ve Reynolds, 1989).

Bu kil minerallerine genellikle feldispat ve kuvars mineralleri eşlik etmektedir (Şek. 4). Ayrıca, tüm kayaç örneklerinin X-ray difraktogramlarında background'un $20=15\text{ Å}$ den itibaren yükselmesi amorf karakterli volkan camının varlığını belirtmektedir (Şek. 4).

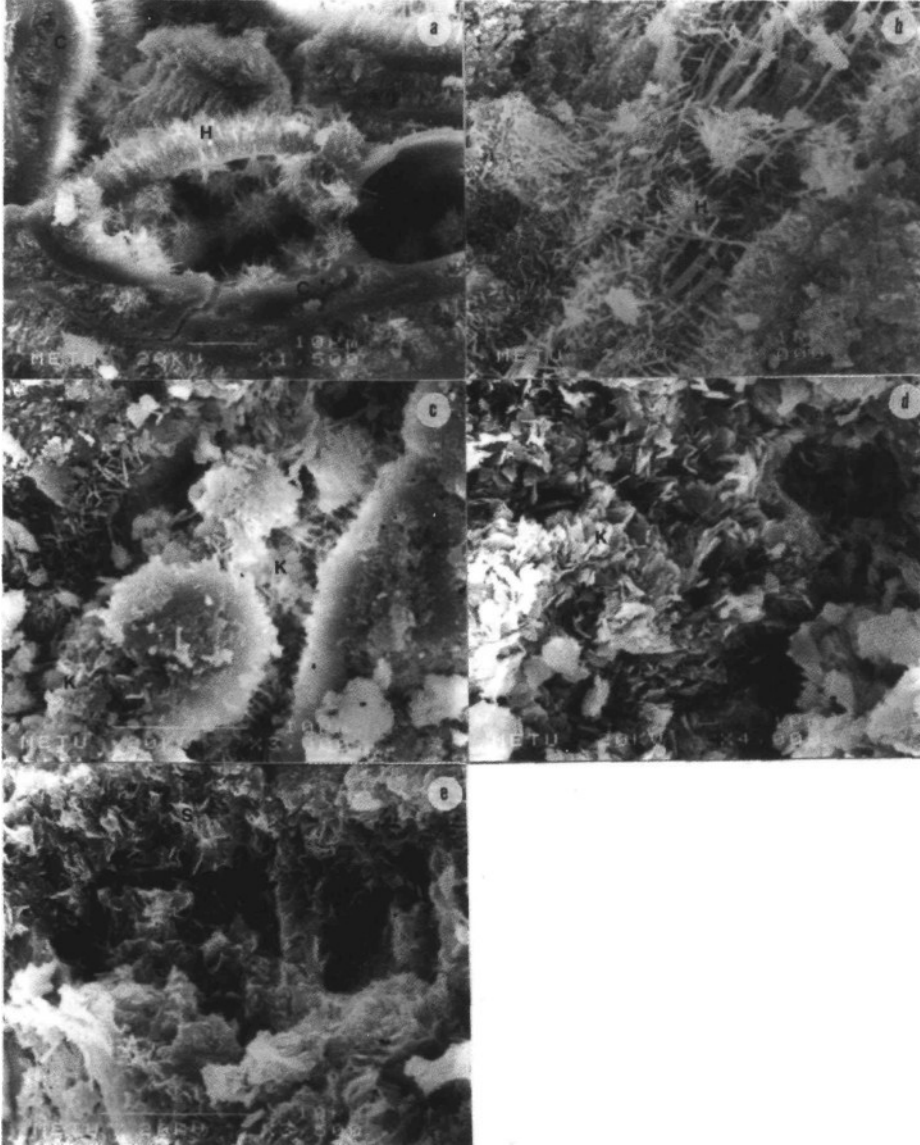


Şek. 4- Killi birimlerin XRD difraktogramları, a- Halloysit (KD-2), b- Kaolinit (Toc-3), c- Simektit (Mes-3).

SEM İNCELEMELERİ

XRD incelemeleri ile belirlenen halloysit, kaolinit ve simektitli örnekler üzerinde SEM incelemeleri gerçekleştirilmiştir. SEM incelemelerinde, optik mikroskop çalışmaları ile volkan camında belirlenen kil minerallerinin dokusal ve kökensel ilişkilerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu incelemelerde kil mineralleri optik mikroskop çalışmaları da belirlendiği gibi volkan camlarının erime boşlukları ile mikro kırık ve çatlaklarında yer aldıkları gözlenmiştir (Şek. 5a, b, c).

Halloysit minerali inceleme alanında, volkan camlarının kırık ve çatlakları boyunca gelişen yüzeylerde dik ve dike yakın, lif ve lif demetleri şeklinde gelişmişlerdir (Şek. 5a). Bilindiği üzere halloysit minerali sferik, tüpsü, uzamış, lifsi ve lif-benzeri (acicular) bir morfolojiye sahiptir (Bates ve diğerleri, 1950; Sudo ve Takahashi, 1956; Souza Santos ve diğerleri, 1965; Nagasawa, 1978; Sudo ve diğerleri, 1981; Murray, 1988; Şalter ve Murray, 1993). Uzamış ve lif-benzeri (acicular) morfoloji doğada çok yaygın olmamakla birlikte, Şalter ve Murray (1993), yaptıkları çalışmada lif



Şek. 5- Tüflü birimlerdeki volkan camlarının erime boşlukları ile kırık ve çatlaklarında gelişen kil mineraleri: a- Volkan camlarının (C) kırık ve çatlak yüzeylerine dik ve dike yakın yönde gelişen halloysit lifleri (H), b- Volkanik cam partiküllerinin etrafında düzensiz ve kırık ile çatlaklara paralel olarak gelişen halloysit lifleri (H), c- Hegzagonal şekilli kaolinit levhaları (K), d- Hegzagonal şekilli kaolinit levhalarının (K) yakından görünümü, e- Peteksi doku gösteren simektit minerali (S).

benzeri halloysitlerin ışınal ve yarı sferik şekiller oluşturacak tarzda, belli merkezlerden itibaren geliştiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, ışınal şekilli bu lif-benzeri halloysit minerallerinin lif demetleri halinde de görülebileceğini ifade etmişlerdir. Benzer morfolojiyi inceleme alanımızdaki halloysit mineralinde de görmek mümkündür. Şek. 5b de görüldüğü üzere, lif-benzeri halloysit minerali mikro kırık ve çatlaklarda volkan cam partiküllerinin etrafında ışınal bir dizilim sunmaktadır. Bu liflerin uzunluğu 3 - 6 um, kalınlıkları yaklaşık 0.05 - 0.1 um arasındadır. Kaolinit minerali ise düzensiz hegzagonal şekilli yapraklardan oluşmakta olup, yaprak çapları yaklaşık 1 um dır (Şek. 5c, d). Yüzey-kenar (face-to-edge) dokanıklı bir dizilim sunan yapraklar genellikle volkan camlarının erime boşlukları ve kırıklarında yoğunlaşmışlardır. Simektit minerali de levhamsı yapraklardan oluşmakta olup, yer yer dalgalı

yapraklar halindeki peteksi dokuyu göstermektedir. (Şek. 5e). Levhaların çapları yaklaşık 1-3 um dır.

JEOKİMYA

Çalışma alanında halloysit, kaolinit ve simektit minerallerinin egemen olarak izlendiği örneklerin litolojik, mineralojik-petrografik incelenmeleri ve saha gözlemleri sonucunda Detse, Kızılören ve Bulumya ignimbritleri ile kızgın bulut çökelleri içerisinde yoğunlaştıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, kil minerallerinin kökenlerinin belirlenmesi amacıyla kimyasal analizler, kil minerallerinin egemen olduğu örnekler ile bunların ana kayaçlarını oluşturan tüf karakterli volkanik birimlerden seçilen örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çizelge 2 de görüldüğü üzere halloysit (KD-2), kaolinit

Çizelge 2- Kilce zengin örnekler ile bunların yan kayaçlarını oluşturan tüflü birimlerin kimyasal ve mineralojik analiz sonuçları.

	Oksit	KD.2	KD.1*	Toc.3	Toc.1*	Gov.7	Gov.8	Mes.3	Mes.5*	MS.2	MS.4*	Bul.4	Bul.5*
K i m y a	SiO ₂	53.3	48.0	56.3	63.3	78.8	55.0	57.4	61.4	63.6	50.3	63.8	64.4
	Al ₂ O ₃	20.1	23.2	26.5	18.0	4.3	15.0	16.0	17.7	14.0	13.6	12.9	13.3
	Fe ₂ O ₃	6.2	9.0	1.4	2.7	0.4	12.6	8.6	3.4	6.4	0.6	1.2	2.5
	MgO	1.3	1.2	0.1	1.6	0.1	1.8	1.5	0.9	2.7	0.1	2.4	1.7
	K ₂ O	2.2	1.5	2.3	3.4	0.4	2.2	2.3	2.9	3.1	1.6	4.4	4.7
	Na ₂ O	0.4	0.2	0.2	1.0	0.3	1.3	1.6	2.6	0.7	1.5	1.2	1.3
	CaO	0.9	0.8	0.3	0.6	0.3	1.9	2.9	2.8	1.0	0.3	3.4	2.7
	MnO	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	TiO ₂	0.7	0.7	1.0	0.9	1.1	0.7	0.7	0.8	0.7	0.7	0.2	0.3
	P ₂ O ₅	0.1	0.3	0.2	0.2	0.4	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.1
	H ₂ O ⁻	6.2	4.5	3.2	2.6	2.7	3.8	3.8	2.3	2.7	1.1	3.5	2.82
	SO ₃	0.05	0.3	0.04	0.34	3.1	0.06	0.09	0.7	0.06	11.1	0.08	0.08
	A.Z	8.5	10.3	8.4	5.2	7.7	5.2	4.74	4.1	4.8	18.8	6.9	5.9
	Toplam	100.05	100.1	100.04	99.94	99.7	99.96	100.03	100.0	99.96	100.1	100.18	99.9
M i n e r a l o j i	Halloysit	++++	+++										
	Kaolinit			+++		+							
	Simektit		+					++++	az	++		++	+
	Minamit					+							
	Jarosit										++		
	Paligorskit					az							
	Opal-CT					+++	++++				+++	+	
	Feld/şpat			+	++++		az	az	++	++		+	++
	Kuars	+	+	+	+		+	+	+	+		az	az
	İllit								++				++
	Serpantin				az								

KD. 2 (Kayadibi): Halloysit örnek

Toc.3 (Tocak), Gov.7 (Govalıyayla): Kaolinitli örnekler

Mes.3 (Mesudiye), MS 2 (Mesudiye), Bul 4 (Bulumya): Simektitli örnekler

KD. 1*, Toc.1*, Gov.8*, Mes.5*, MS.4*, Bul.5*: Ana kayaçlar

+ : Mineral dağılım belirteci

KONYA MİYOSEN VOLKANİKLERİ İLE KİLLERİN İNCELENMESİ

(Toc-3, Gov-7) ve simektitli (Mes-3, MS-2, Bul-4) örnekler ile bunların ana kayaçlarını oluşturan tüflü birimlerden alınan KD-1, Toc-1, Gov-8, Mes-5, MS-4 ve Bul-5 no.lu örneklerin oksit değerlerinde çok az da olsa bir farklılığın olduğu görülmektedir. Kil minerallerinin egemen olduğu örnekler ile tüflü birimlerden alınan örneklerin birbirleriyle karşılaştırılması sonucu farklılaşmanın SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O ve SO_3 değerlerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. SiO_2 , Al_2O_3 ve Fe_2O_3 değerleri göreceli olarak bazen killi örneklerde bazen de tüflü birimlerde az da olsa bir artma veya bir azalma sunmaktadır (Çizelge 2). Bu artma veya azalma kil minerallerinin örnek içerisindeki oransal yoğunluğunun bir sonucu olmalıdır. Çünkü, XRD analizleri ile belirlenen kil minerallerinin yüzdelere bakıldığında kimyasal analiz ile belirlenen element oksit yüzdeleri arasında bir paralellik olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Bu da inceleme alanındaki killi birimler ile tüflü birimler arasında kökensel bir ilişkinin varlığını düşündürmektedir. Bazı örneklerde SO_3 değerinin diğer örneklerle göre yüksek olarak belirlenmesi, örneklerin bünyelerindeki minamit ve jarosit minerallerinin varlığından kaynaklanmaktadır (Çizelge 2).

Doğada, kaolinit ve halloysit minerallerinin benzer kimyasal kompozisyonlara sahip oldukları bilinmektedir (Murray, 1988). Ancak, inceleme alanımızdaki halloysit (KD-2) ve kaolinit (Toc-3) minerallerinin egemen olduğu örneklerin kimyasal kompozisyonlarında çok az da olsa bir farklılığın olduğu göze çarpmaktadır (Çizelge 2). Bu farklılaşma bu kil minerallerinin örnek içerisindeki miktarları ile orantılıdır (Weaver, 1989).

Volkanitlerin kimyasal adlanması Le Bass ve diğerleri'nin (1986) $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ve SiO_2 diyagramına yerleştirildiğinde örnekler dasit ve andezitte yoğunlaşmış olup, birkaç örnek ise riyolit ve bazalt bölgesine düşmüştür. Bu analiz sonuçları da mineralojik-petrografik çalışmalarla elde edilen verilerle bir paralellik sunmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Konya'nın güney ve güneybatısında geniş bir yayılıma sahip olan volkanik, Sedimanter ve volkanosedimanter birimler yer alır (Şek. 1). Volkanik birimler riyolit, dasit, andezit, bazalt ve tüflerden oluşmaktadır. Tüfler; vitrik, litik ve kristal tuf olarak ayırtlanmıştır. Tüflü birimlerde limonitleşme, silisleşme ve killeşme gibi alterasyon ürünleri oldukça yaygın olarak izlenmesine karşın, diğer volkanik birimlerde çok az veya hiç rastlanılmamıştır. İnceleme alanımızda alterasyon ürün-

lerinin özellikle tüflü birimler içerisinde yoğunlaşması, bu birimlerin gözenek ve geçirimsizliğinin yüksek oluşundan kaynaklanmıştır (Sheppard ve Gude, 1968, 1969, 1973; Chamley, 1989; Righi ve Meunier, 1995). Bununla birlikte, volkanik birimlerin ana bileşenini oluşturan feldispat minerali ile volkan camının akıcı su ortamlarında alterasyona karşı aşırı derecede duyarlı olmaları da alterasyon ürünlerinin oluşumunda önemli rol oynamıştır (Berner ve Berner, 1996).

İnceleme alanında alterasyon ürünlerinden kil minerali olarak halloysit, kaolinit ve simektit minerallerine opal-CT, kuvars ve feldispat minerallerinin eşlik etmesi, bu neoform kil mineralleri ile volkanik birimlerin ana bileşenini oluşturan volkan camı ve feldispat minerali arasında kökensel bir ilişkinin varlığını göstermektedir (Furnes, 1975; Murray, 1988). Tüfleri oluşturan birimlerin kimyasal analiz değerlerinin, halloysit, kaolinit ve simektitli birimlerin kimyasal analiz değerlerine yakın olması da bu düşüncüyü desteklemektedir.

İnceleme alanındaki gözenekli ve geçirimli volkanik birimler üzerinde etkili olan sular tüflü birimleri yıkarak çözünmelerine neden olmuştur. Hareketli K, Na, Ca, Mg iyonlarının ortamdaki uzaklaştırılmasıyla geride kalan yarı hareketli Si iyonu ile birlikte bulunan hareketli Al iyonunun hidrate hale dönüşümüyle kaolin minerali oluşmuştur (Berner ve Berner, 1996). Literatürde hidrojen metasomatizması olarak belirtilen bu olayda hareketli hidrojen iyonları kayaca etki ederek Si, Al, Mg, Fe, K ve Na gibi iyonların yerlerini alarak kaolinit mineralinin oluşumunun gerçekleştiği bilinmektedir (Hemley ve Jones, 1964; Sayın, 1984). Ayrıca, çözeltideki Al gibi hareketsiz olarak bulunan Fe iyonu ile yarı hareketli olan Si iyonu da tüflü birimlerin kırık ve çatlakları boyunca silisleşme ve limonitleşmelerin oluşumunu sağlamıştır. Volkan camlarındaki kırık ve çatlakların kırmızı renk ile boyanmaları ve yer yer kuvars mineralleri tarafından doldurulmaları da ortamdaki hareketli suların etkisi ile serbestleşen Fe ve Si iyonlarından kaynaklanmış olmalıdır (Şek. 2b, c) (Zhou ve Fyfe, 1989). Tüflü birimlerin ana bileşenini oluşturan fenokristaller üzerinde de etkili olan ve ortamda bulunan Fe iyonları, özellikle biyotit, hornblend fenokristallerinin kenarlarından başlayarak kısmen veya tamamen opasitleşmelerine neden olmuştur (Şek. 2c) (Eggleton ve Banfield, 1985; Righi ve Meunier, 1995). SEM incelemelerinde genellikle kil minerallerinin volkan camlarının erime boşlukları ile kırık ve çatlakları boyunca gelişen yüzeylerde izlenmiş olmaları da inceleme alanındaki neoform kil minerallerinin oluşumunda hidrojen metasomatizması ile serbestleşen

iyonların etkili olduğunu göstermektedir. Solüsyondaki iyonların oran ve davranışları ile ortamdaki suyun hareketliliği, sıcaklık, basınç ve pH koşullarına bağlı olarak kaolinit, halloysit ve simektit minerallerinin oluşumu gerçekleşebilmektedir (La Iglesia ve Van Oosterwyck-Gastuche, 1978). inceleme alanındaki kil minerallerinin oluşumu da özellikle su hareketi ile kontrol edilmiştir. Halloysit ve kaolinit mineralleri hareketli suların etkili olduğu bölgelerde yoğunlaşırken, simektit minerali ise durgun su ortamlarında oluşmuştur. Durgun suların K, Na, Ca iyonları üzerinde etkilerinin azalmasıyla ortam bu iyonlarla birlikte Al ve Si iyonlarmca da zenginleşerek simektit mineralinin oluşumu gerçekleşmiştir. Mohr ve Van Baren (1954) ile Velbel (1984) yaptıkları çalışmalarda benzer kayaç tipleri, benzer topografya ve iklim koşullarının olmasına rağmen su hareketliliğinin farklılanmasına bağlı olarak farklı minerallerin oluştuğunu belirtmişlerdir.

inceleme alanındaki halloysit ve kaolinit minerallerinin birarada bulunmaması, bu minerallerin oluşumlarının birbirleriyle ilişkili olmadığını yani bu mineraller arasında herhangi bir dönüşüm olayının bulunmadığını göstermektedir, inceleme alanındaki bu minerallerin oluşumu ancak Huang'ün (1974) belirttiği gibi termodinamik olarak açıklanabilir. Teorik olarak belirtildiği gibi halloysit aşırı doygun solüsyonlarda oluşurken, kaolinit ise aynı doygunluğun altındaki değerlerde oluşmuş olmalıdır.

inceleme alanında, benzer kimyasal kompozisyona sahip tüflü birimler içerisinde yoğunlaşan halloysit, kaolinit ve simektit minerallerinin oluşumu fiziko-kimyasal koşullar tarafından kontrol edilmiştir. Saha gözlemleri ile mineralojik, kimyasal ve dokusal özellikleri de gözönüne alındığında, bu kil mineralleri yer altı ve meteorik suların etkisi ile tüflü birimlerin depolanmasını takip eden süreçlerde diyajenetik olarak oluşmuşlardır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, MTA Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen 98-30W2 no.lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, makalenin olgunlaşmasında yapıcı eleştirileri ile katkıda bulunan hakemlere de teşekkür ederler.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Bates, T. F.; Hildebrand, F. A. ve Swineford, A., 1950, Morphology and structure of endellite and halloysite: American Mineralogist, 35, 463-484.
- Bering, D., 1971, Lithostratigraphie, tektonische Entwicklung und Seengeschichte der neogenen und quartaren intramontanen Becken und der Pisidischen Seenregion (Süd-anatolien): - Geomogische Jahrbuch 101,150 p., Hannover.
- Berner, E. K. ve Berner, R. A ., 1996, Global Environment: Wwater, Air, and Geochemical Cycles. 376p.
- Brindley, G.W., 1980, Quantitative X-ray mineral analysis of clays: Brindley, G.W. and Brown, G., eds., Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification: Mineralogical Soc. London, 411-438.
- Chamley, H., 1989., Clay Formation Through Vweathering: Chamley, H., ed., Clay Sedimentology. New York, Springer. 21-50.
- Çelik, M.; Temel, A.; Orhan, H. ve Tunoğlu, C., 1997, Economic importance of clay and aluminium sulphate occurrences in west-southwest of Konya, Turkey: Turkish Journal of Earth Sciences, 6, 85-94.
- Eggleton, R.A. ve Banfield, J.F., 1985, The alteration of granitite biotite to chlorite: American Mineralogist, 70, 902-910.
- Furnes, H., 1975, Experimental palagonitization of basaltic glasses of varied composition: Contributions to mineralogy and Petrology., 50, 105-113.
- Göger, E. ve Kıralk, K., 1973, Kızılören dolayının (Konya'nın batısı) genel stratigrafisi: MTA Rap., No. 5204, 14 s (yayımlanmamış), Ankara.
- Hemley, J.J. ve Jones, W.R., 1964. Chemical aspects of hydrothermal alteration with emphasis on hydrogene metasomatism: Economic Geology, 59, 538-569.
- Huang, W. H., 1974, Stabilities of Kaolinite and Halloysite in relation to vweathering of feldspar and nepheline in aqueous solution: American Mineralogist, 59, 365-371.
- Keller, J.; Jung, D.; Burgath, K. ve Wolff, F., 1977, Geologie und petrologie des Neogenen kalkalkalivulkanismus von Konya (Erenler Dağ - Alaca Dağ - Massiv, Zentral - Anatolien): Geologisches Jahrbuch Hessen, 25, 37-117.
- La Iglesia, A. ve Van Oosterwyck-Gastuche, M.C., 1978, Kaolinite synthesis I. Crystallization conditions at low temperatures and calculation of thermodynamic equilibria. Application to laboratory and field observations: Clays and Clay Minerals, 26, 397-408.
- Le Bas, M.J.; Le Maitre, R.W.; Streckeisen, A. ve Zanettin, B., 1986, A Chemical classification of Volcanic rocks based on the total Alkali-Silica diagram: Journal of Petrology, 27, 745-750.

KONYA MIYOSEN VOLKANİKLERİ İLE KILLERİN İNCELENMESİ

- Mohr, E. J. C . ve Van Baren, F. A ., 1954, Tropical soils: Interscience pub. ltd., London, 498p..
- Moore, D.M. ve Reynolds, R.C., 1989, X-ray Diffraction and the Identification and Analysis of Clay Minerals: Oxford University Press, New York, 332s.
- Murray, H. H., 1988, Kaolin Minerals: Their Genesis and Occurrences: Bailey, S.W., ed., Hydrous Phyllosilicates (Exclusive of Micas). Reviews in Mineralogy 19, Washington. Min. Soc. Am. DC., 67-89.
- Nagasavva, K., 1978, Kaolin Minerals: Sudo, T. ve Shimoda, S., eds., Clays and Clay Minerals of Japan. Developments in Sedimentology 26, 189-219.
- özcan, A.; Göncüoğlu, M.C.; Turhan, N.; Şentürk, K.; Uysal, Ş. ve Işık, A., 1990, Konya - Kadınhanı - Ilgın dolayının temel jeolojisi: MTA Rap., No. 9535, 132 s, (yayımlanmamış), Ankara.
- özgüner, A. M., 1987, Konya - Kızılören - Sağlık - Şeylik tepe ve Tekneninkafa tepe Bentonit, kaolen ve karofayans hammaddesi silisifiye tüfit yatakları: MTA Rap., No. 8171, 20 s, (yayımlanmamış), Ankara.
- ; Büyükteniz, M.; Kılıç, M. F. ve Demirci, A. R., 1987, Konya yöresi seramik hammaddeleri etüdü: 2 cilt. MTA Rap., No. 8371, (yayımlanmamış), Ankara.
- Righi, D. ve Meunier, A., 1995, Origin of clays by rock weathering and soil formation: Velde, B., ed., Origin and mineralogy of clays. Clays and the environment. 43-161.
- Salter, T. L. ve Murray, H. H., 1993, SEM investigation of a lateritic vweathering profile, Şaline County, Arkansas: Murray, H.H., Bundy, W.M. ve Harvey, C.C., eds., Kaolin Genesis and Utilization. The Clay Minerals Society, Colorado, 117-148.
- Sayın, S. A., 1984, The geology, mineralogy, geochemistry and origin of the Yeniçağa kaolinite deposits and their similar deposits in Western Turkey: Ph. D. Thesis. King's College, University of London, London, 335 p.
- Schmid, R., 1981, Descriptive nomenclature and classification of pyroclastic deposits and fragments: recommendations of the IUGS Subcommision on the systematics of igneous Rocks: Geology, 9, 41-43.
- Sheppard, R. A. ve Gude 3 rd, A. J., 1968, Distribution and genesis of authigenic silicate minerals in tuffs of Pleistocene Lake Tacopa, Inyo County, California: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. 597, 1-38.
- ve———, 1969, Diagenesis of tuffs in the Barstow Formation, Mud Hills, San Bernardino County, California: U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 634, 1-34.
- Sheppard, R.A.ve Gude 3rd, A.J., 1973, Zeolites and associated authigenic silicate minerals in tuffaceous rocks of the Big Sandy Formation Mohave County, Arizona: U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. 830,1-36.
- Souza Santos, P. DE.; Brindley, G. W. ve Souza Santos, H. DE, 1965, Mineralogical studies of kaolinite-halloysite clays: Part III. A fibrous kaolin mineral from Piedade, Sao Paulo, Brazil: American Mineralogist, 50, 619-628.
- Streckeisen, A., 1976, Classification of the common igneous rocks by means of their Chemical composition. A provisional attempt: Nesses Jahrbusch für mineralogie Monatsc, 1-15.
- , 1979, Classification and Nomenclature of Volcanic Rocks, Lamprophyres, Carbonatites and Melilitic Rocks: Geology, 7, 331-335.
- Sudo, T. ve Takahashi, H., 1956, Shapes of halloysite particles in Japanese clays: Clays Clay Minerals, 4, 67-79.
- ; Shimoda, S.; Yotsumoto, H. ve Aita, S., 1981, Electron Micrographs of Clay Minerals. Developments in Sedimentology. Elsevier. Amsterdam, 31: 203 s.
- Suludere, Y; Aydoğan, N.; özgüner, A.M. ve Atilla, A., 1986, Tocak yaylası (Konya - Beyşehir - Damlapınar) kaolen sahası, Dülger Kışlağı (Konya - Seydişehir - Çavuş) ve Helaloğlu yaylası (Konya - Beyşehir - Doğanbey) bentonit sahaları maden jeolojisi raporu: MTA Rap., No., 8071, 35 s, (yayımlanmamış), Ankara
- Temel, A.; Çelik, M. ve Tunoğlu, C., 1995, Konya batı-güneybatısında yer alan Neojen yaşlı volkanosedimenter basenindeki kil oluşumları: VII Ulusal kil sempozyumu, 27-30 Eylül, 32-45, Ankara.
- Ulu, Ü.; Bulduk, A.K.; Ekmekçi, E.; Karakaş, M.; Öcal, H.; Arbas, A.; Saçlı, L.; Taşkıran, M.A.; Adır, M.; Sözeri, Ş. ve Karabıykoğlu, M., 1994, inlice-Akkise ve Cihanbeyli-Karapınar alanının jeolojisi: MTA Rap., No., 9720, 232 s, (yayımlanmamış), Ankara.
- Velbel, M. A., 1984, Mineral transformations during rock vweathering and geochemical mass-balances in forested watersheds of the Southern Appalachians: Ph.D. dissertation, Yale University, New Haven, Conn.
- Weaver, C.E., 1989, Clays, Muds, and Shales: Developments in Sedimentology 44, 819 s.
- Zhou, Z. ve Fyfe, W.S., 1989, Palagonitization of basaltic glass from DSDP Site 335, Leg 37: Textures, Chemical composition and mechanism of formation: American Mineralogist, 74, 1045-1053.