



**Çan Taşı Tüfü'nün Mineralojik Özellikleri ve Jeokronolojisi**  
**(Biga Yarımadası, KB Türkiye)**  
*Mineralogical Properties and Geochronology of the Çan Stone Tuff*  
*(Biga Peninsula, NW Turkey)*

**Oya Erenoğlu\*** 

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Eğitim Fakültesi,  
Coğrafya Eğitimi Bölümü, 17100 Çanakkale*

Geliş/Received : 07.06.2017 • Düzeltmiş Metin Geliş/Revised Manuscript Received : 04.07.2017 • Kabul/Accepted : 12.07.2017 • Baskı/Printed : 01.08.2017

**Araştırma Makalesi/Research Article**

**Türkiye Jeol. Bül. / Geol. Bull. Turkey**

**Öz:** “Çan taşı” Çan-Etili civarında yaygın yüzlekleri bulunan, Biga Yarımadası Oligosen volkanizmasının piroklastik ürünü olan riyolitik tüflerden oluşmaktadır. Bu çalışmada, Çan taşı tüflerinin petrografik ve mineralojik (XRD-SEM/EDX) değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca bölgede yaygın volkanizma içindeki kronostratigrafik konumu belirlemek amacı ile jeokronolojik yaş tayini gerçekleştirilmiştir. Geç Oligosen yaşlı oldukları belirlenen Çan taşı tüfleri açık sarımsı, krem ve hidrotermal alterasyon sonucu demirli oksitleşme ile gelişmiş kırmızımsı, kahverenkli değişik motifler sunarlar. Çan taşlarının petrografik, XRD ve SEM/EDX incelemeleri sonuçlarına göre başlıca; kuvars, sanidin, albit, pirit, kaolinit, alunite, nadir olarak biyotit ve amfibol mineralleri belirlenmiştir. Nadiren özşekli, daha çok frambolitler şeklinde paketlenmiş kristallerden oluşan pirit mineralleri bu tüfler üzerindeki değişik desenleri oluştururlar. Bu desenler sayesinde Çan taşları, inşaat sektöründe kaplama taşı ve/veya dekoratif amaçlı olarak uzun yıllardır ilgi görmektedir ve kullanılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Biga Yarımadası, Çan taşı, K/Ar, SEM, XRD

**Abstract:** “Çan stone” is composed of rhyolitic tuffs, which are the pyroclastic products of the Oligocene volcanics of the Biga Peninsula, which have widespread outcrops around Çan-Etili. In this study, the petrographic and mineralogical (XRD-SEM / EDX) evaluations of Çan stone tuffs are carried out. Furthermore, geochronological dating is performed to determine the chronostratigraphic position in the widespread volcanism of the area. The Çan stone tuff, which is determined to be of late Oligocene age, shows light yellowish, creamy and reddish -brownish different motifs developed by ferrous oxidation after hydrothermal alteration. According to the results of the XRD and SEM / EDX analyzes of Çan stones; quartz, sanidine, albite, pyrite, kaolinite, alunite and rarely biotite and amphibole minerals are detected. The pyrite minerals, which are rarely euhedral and mostly composed of crystals packed in frambolites, form different patterns on these tuffs. Owing to these motifs, Çan stones have been interested and used for covering stone and / or for decorative purposes in the construction sector for many years.

**Key Words:** Biga Peninsula, Çan stone, K/Ar, XRD, SEM

## GİRİŞ

Kuzeybatı Anadolu’da volkanizma, Sakarya kıtası ile Toros kıtasının Üst Kretase’de çarpışmasını takiben, Geç Eosen’den Pliyosen dönemine kadar farklı evrelerde ve farklı karakterlerde yaygın olarak gelişmiştir. Çalışmanın konusunu oluşturan “Çan taşı” olarak bilinen riyolitik tüfler, Biga Yarımadası’ndaki Geç Oligosen - Erken Miyosen döneminde gerçekleşen volkanik aktivitenin piroklastik ürünleri olarak gözlenirler. Tüfler, inşaat sektöründe yapıtaşı, kaplama taşı ve/veya dekoratif amaçlı olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Hafif ve kolay işlenebilir olma özelliklerinin yanı sıra, ısı yalıtımının ve ses izolasyonunun iyi olması nedeniyle de çok eskiden beri cami duvarlarında, tarihi eserlerin ve sanat yapılarının kaplamalarında kullanılmışlardır. Tüfler üzerinde gözlenen ve güzel motifler oluşturan demir oksit izleri, bunların son yıllarda dekoratif amaçlı olarak da yaygınca kullanılmasını sağlamıştır (Türkdönmez ve Bozcu, 2012).

Bölgede Bingöl vd. (1975), Siyako vd., (1989), Okay vd., (1990), Ertürk vd., (1990), Ercan (1979), Ercan vd., (1985), Ercan vd., (1995), Genç (1998), Yılmaz vd., (2001), Dönmez vd., (2005), Türkdönmez (2007), Altunkaynak ve Genç (2008), Söylemezoğlu (2009), Altunkaynak vd., (2012), Genç vd., (2012), Ersoy ve Palmer (2013), Erenoğlu (2014), Türkecan (2015) olmak üzere birçok araştırmacı bölgenin jeolojik, tektonik ve stratigrafik evriminin aydınlatılması ile magmatik kayaların petrografisine ve petrolojisine yönelik çalışmalar yapmışlardır. Ancak bölgede yaygın olarak kullanılan Çantaşı tüflerinin mineralojik özelliklerini ve jeokronolojisini araştıran bilimsel bir çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışma kapsamında Biga Yarımadası’nın orta kesiminde Etili ilçesi güneyinde yer alan Oligosen volkanizmasına ait Çan taşı tüflerinin jeolojik, petrografik ve mineralojik veriler sonucunda oluşumlarında etkili süreçlerin ortaya konulması amaçlanmıştır ve jeokronolojik yaş verisi ile kronostratigrafideki konumları belirlenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

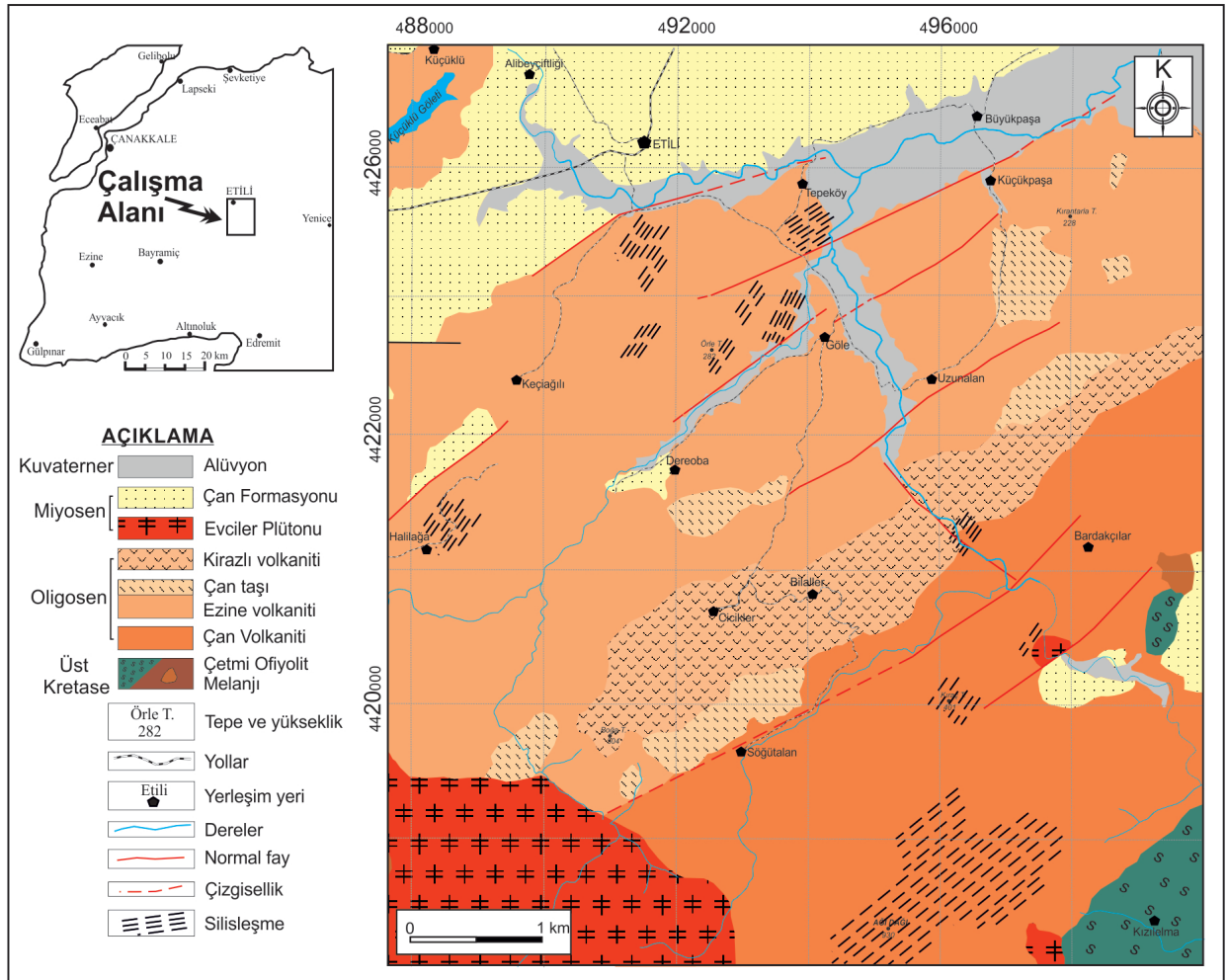
Tüflere ait toplam 10 örneğin ince kesitleri Pamukkale Üniversitesi İncekesit Laboratuvarı’nda yaptırılmıştır. Hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiş, mineralojik bileşimleri belirlenmiş ve petrografik incelemelerle tüflerin doku, isimlendirme ve sınıflandırması hakkında bilgisi sağlanmıştır. Tüf örneklerinin X-Işını kırınım (XRD) ve taramalı elektron mikroskop (SEM) analizleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (ÇOBİLTUM)’da gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ince toz haline getirilen tüf örneklerinin mineral içerikleri PANalytical X-ışını difraktometresi ile tanımlanmıştır. Yüzey görüntüleri ise JEOL JSM-7100F modelindeki cihazda Taramalı Elektron Mikroskobu kullanılarak alınmıştır. Ayrıca Oxford Instruments X-Max marka dedektörde enerji dağılım spektrometre (EDX) analizleri gerçekleştirilmiştir. Numunelerin iletkenlik özelliklerini arttırmak için Quorum kaplama cihazında önce  $8 \times 10^{-1}$  mbar/Pa vakum uygulanıp, 10 mA voltaj uygulanarak altın-paladyum (%80-20) kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında daha önce hiç jeokronolojik yaşlandırılması yapılmamış olan Çan taşına ait 1 adet tüf örneği Geochronex (Kanada) Laboratuvarı’nda K/Ar tüm kaya yöntemi ile analiz edilmiştir.

## ÇALIŞMA ALANININ GENEL JEOLJİSİ VE STRATİGRAFİSİ

Çalışma alanı, Kuzeybatı Anadolu’da, Biga Yarımadası’nda Kazdağı’nın kuzeydoğu bölümünde Etili beldesi ve güneyini kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanında metamorfik, magmatik ve sedimanter kayalardan oluşan farklı kaya birimleri 7 litostratigrafi birimine ayrılmıştır. Bunlar; çalışma alanının temelini oluşturan Üst Kretase yaşlı Çetmi Ofiyolit melanji, Oligosen yaşlı Çan volkaniti, Ezine volkaniti, Kirazlı volkaniti,

temel kayaları ve volkanik topluluğu keserek yerleşen Evciler Plütону, etkin magmatizmadan sonra Miyosen ve sonrasında bölgede çökelmiş Çan Formasyonu'ndan oluşmaktadır (Şekil 2). Bölgede temeli Mesozoyik yaşlı Çetmi Ofiyolit melanjı oluşturmaktadır. Birim başlıca serpantinitle ve mermer bloklarından meydana gelir. Çetmi Ofiyolit melanjı bölgedeki volkanik topluluk ile uyumsuz üzerlenmektedir. Oligosen döneminde

başlayan yaygın volkanizma Miyosen başlarına kadar devamlılığını sürdürmüştür. Bölgenin temel kayaları ve volkanik kayaları Oligosen-Miyosen aralığında granit, granodiyorit bileşimindeki Evciler Plütону tarafından kesilmektedir. Bölgedeki yoğun volkanizmanın ardından bunlar üzerinde uyumsuz olarak Çan Formasyonu'na ait sedimanter kayalar çökelmiştir. Güncel alüvyon örtü ise tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir.

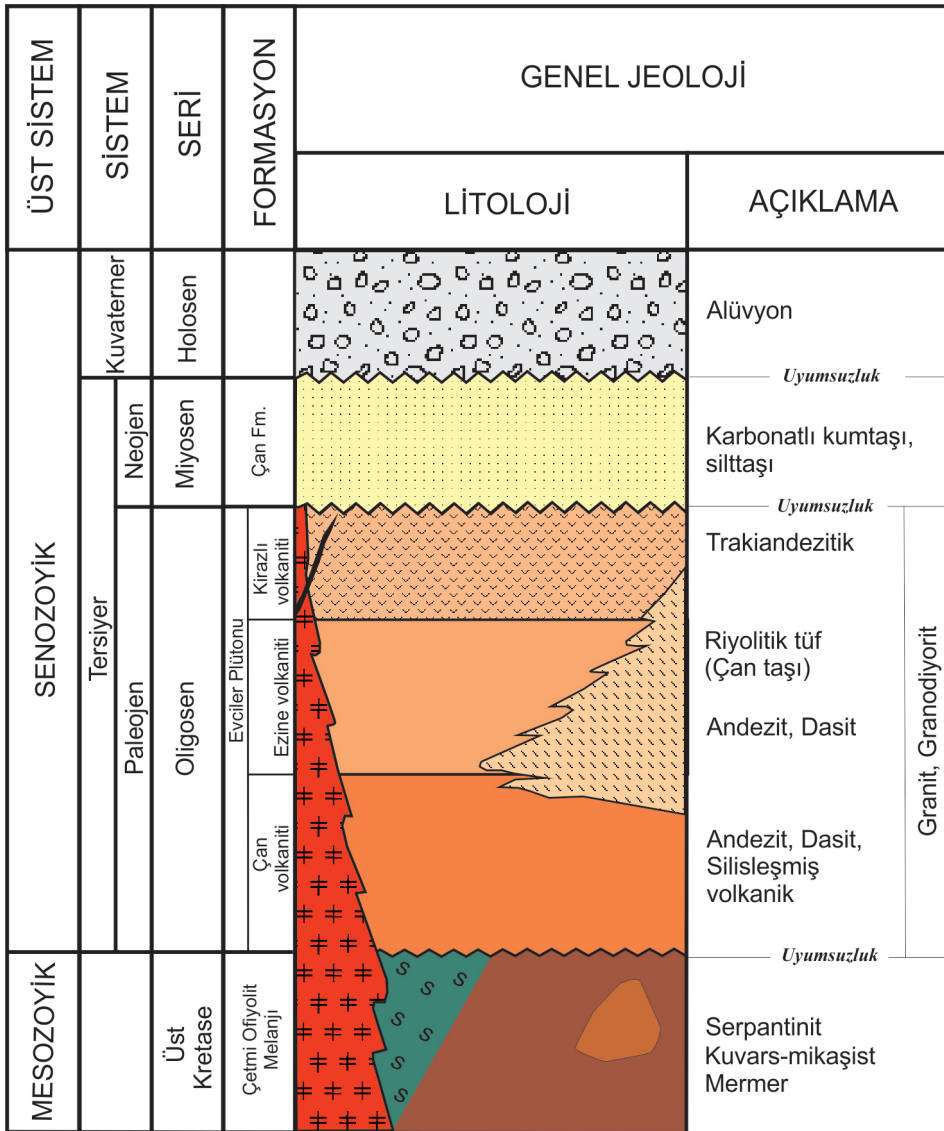


Şekil 1. Çalışma alanının jeoloji haritası

Figure 1. Geological map of the study area

Bölgede Oligosen dönemine ait yaygın gözlenen volkanik topluluk litolojik farklılıklarından ve stratigrafik konumlarından dolayı Çan volkaniti, Ezine volkaniti ve Kirazlı volkaniti olmak üzere üç farklı harita birimi olarak ayırt edilmiştir. Çan volkanitlerine ait volkanik kayalar Söğütalan ve Bardakçılar köylerinin güneyinde kalan alanda gözlenmektedirler (Şekil 1). Genel olarak lavlar gri, yeşilimsi, kırmızımsı kahverengi renklere andezit ve dasit türlerinde

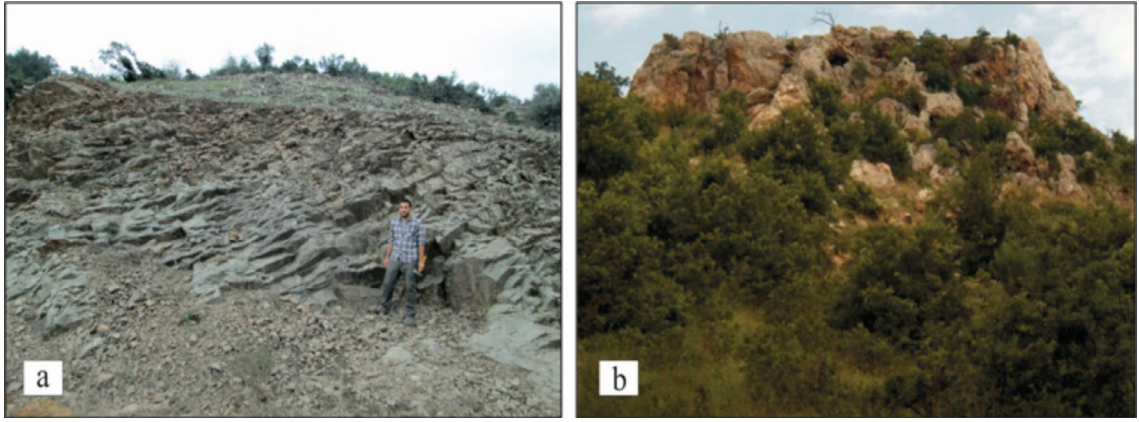
bulunurlar. Çalışma alanında yaygın görülen orta ç bileşimli lav akıntıları çoğunlukla masiftir. Bilaller köyü ile Söğütalan köyü arasında görülen lav akıntıları üzerinde bol miktarda eklem ve çatlak sistemleri gelişmiştir (Şekil 3a). Çan volkanitleri içinde Ağı Dağı'nın zirvesinde ve çevresindeki tepelerin üst kısımlarında yer yer demiroksitle birlikte yaygın silis kütleleri gözlenmektedir (Şekil 3b).



Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz)

Figure 2. Generalized stratigraphic section of the study area (not scaled)



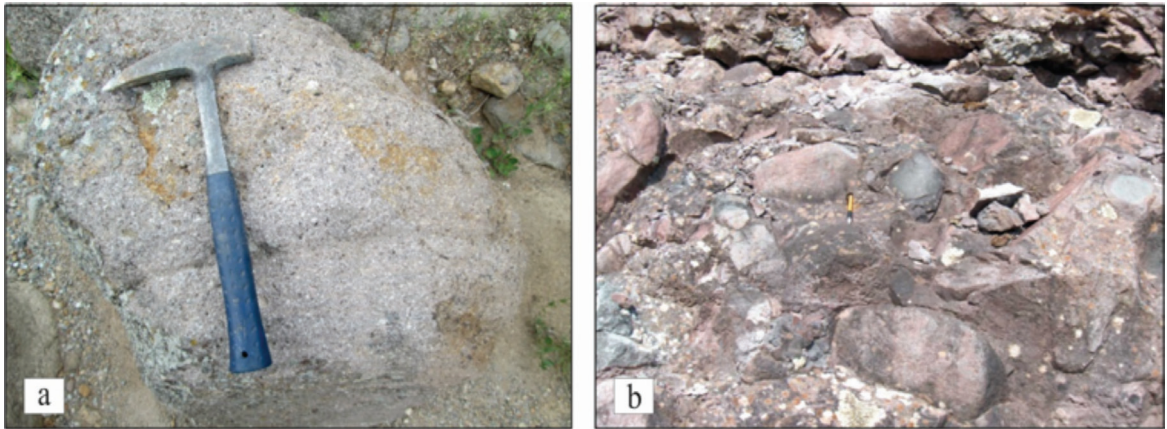


**Şekil 3.** a) Söğütalan köyü çevresinde gözlenen Çan volkanitine ait trakiandezitik lavlar, b) Çan volkanitleri içinde tepelerde gözlenen demir alterasyonlu silisleşmiş volkanitler

**Figure 3.** a) Trachyandesitic lavas of Çan volcanite observed around Söğütalan village, b) Iron-altered silicified volcanic rocks observed in the Çan volcanics

Siyako vd., (1989), Biga Yarımadası'ndaki Bayramiç-Çan bölgesi ve Edremit Körfezi çevresindeki Oligosen-Miyosen volkanizması yüzleklerini Ezine volkaniti olarak adlandırmıştır. Ezine volkanitlerine ait birimler çalışma alanda Halılağa, Keçiağılı, Dereoba, Uzunalan, Küçükpaşa köyleri çevresinde görülmektedirler. Ezine volkanitleri çoğunlukla andezit ve dasit bileşimli lav akıntıları ve riyolitik bileşimli tüflerden oluşan piroklastik fasiyesleri içerir. Lavların taze yüzeyleri genellikle gri ve pembe renkli ve porfirik dokudadır (Şekil 4a). Çalışmanın konusunu oluşturan Çan taşı tüfleri de bu volkanizmanın piroklastik ürünlerini teşkil etmektedir.

Çalışma alanında bloklu lav akıntısı şeklinde gözlenen Kirazlı volkanitleri, arazide dış yüzeylerinin mor ve bordomsu renklerdeki görünüşleriyle kolaylıkla ayırt edilirler (Şekil 4b). Bunlar Cicikler ve Bilaller köyleri arasındaki masif halde görülebildikleri gibi, Bilaller köyünün çıkışında ve kuzeydoğusunda bol kırık ve çatlak sistemlerine sahiptirler. Ayrıca bölgede Kirazlı volkanitlerini kesen küçük ölçekte bazalt dayklarına da rastlamak mümkündür. Dış yüzeyi morumsu bordo renkli olan birimin, çakılları kırıldığında koyu gri, siyah renkte gözlenmektedir. Bu görünüşleri ile bazaltik bileşimli kayalara çok benzerlik göstermektedirler.



**Şekil 4.** a) Ezine volkanitlerine ait andezit bileşimli porfirik lavlar, b) Kirazlı volkanitlerine ait lavlar

**Figure 4.** a) Andesitic porphyric lavas of Ezine volcanics, b) Lavas of Kirazlı volcanics

## ÇAN TAŞI'NIN GENEL ÖZELLİKLERİ

Çan taşları çalışma alanının doğusunda, Uzunalan köyü, Dereoba köyleri civarında ve Söğütalan köyünün kuzeyinde gözlenirler. Çan taşı üretimi Çan ilçesine bağlı Söğütalan, Haliğa, Uzunalan, Göle, Bilaller ve Dereoba köyleri civarındaki ocaklardan yapılmaktadır (Şekil 5a). Bunlardan 5 tanesi çalışır durumda olup, Çan taşı adı altında işletilen tüf ocaklarıdır (Türkdönmez, 2007; Türkdönmez ve Bozcu, 2012). Bu ocaklarda üretim çoğunlukla ilkbahar ve yaz olmak üzere yılın tamamında yapılabilmektedir.

Çan taşı öncelikle Çan ilçesi ve civarındaki köylerde ve Çanakale ilinin diğer bir çok ilçelerinde yerleşimin başladığı zamandan itibaren kullanılmıştır. Bu taşların tercih edilmesinin nedeni, bölgenin yakınlarından kolaylıkla temin edilmesi ve basit teknik ve aletler kullanılarak üretilip, işlenebilmesidir. Eski yıllarda üretim daha çok insan gücüne dayalı iken, 1985 yılından sonra elmaslı dairesel testereleler kullanılarak üretim ve kalite nispeten gelişmiştir (Akdaş vd., 2001). Günümüzde de taş kesme makinaları ile düzgün plakalar haline getirilen Çan taşları daha sonra kullanılacak boyutlarda ufaltılarak insan gücü yardımıyla şekillendirilmektedir (Şekil 5b, 5c, 5d). Yörede yaşayan insanlar başta olmak üzere Çan taşına olan yoğun talep artarak devam etmektedir.

Çan taşı bej, beyaz, kırmızı ve kahverengi renk tonlarına sahip, hidrotermal alterasyon sonucu demir oksitleşmenin yaygınca izlendiği kayalardır. Bej ve sarı rengin içinde koyu renkli olan çizgisel, haleli veya desenli bir görüntü ile cazip gözükmetedir. Bu haleli oluşum kayacın mineralojik ve kimyasal bileşimi ile ilgilidir. Çan taşı tüfleri, mühendislik özellikleri açısından değişkenlikler göstermesine karşın farklı renk ve desenler içermeleri, hafif olmaları ve kolay işlenebilir olmaları nedeniyle dış cephe kaplamalarında hafif yapı taşı olarak kullanıma uygun özellikler göstermektedir (Türkdönmez

ve Bozcu, 2012). Bu nedenle inşaat sektöründe yapıtaşı, kaplama taşı ve/veya dekoratif amaçlı olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Hafif ve kolay işlenebilir olma özelliklerinin yanı sıra, ısı yalıtımının ve ses izolasyonunun iyi olması nedeniyle de çok eskiden beri cami duvarlarında, tarihi eserlerin ve sanat yapılarının kaplamalarında kullanılmışlardır (Şekil 6).

## ÇAN TAŞI'NIN MİNERALOGİK-PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

### Petrografik Özellikler

Çalışma alanında yer alan Çan taşı tüfleri afanitik dokuya sahip, kompakt bir yapı gösterirler. Kristalen ve vitrik tüf sınıfında yer alırlar. Riyolitik bileşimlidirler. Türkdönmez (2007) ve Türkdönmez ve Bozcu (2012) bu bölgedeki tüfler üzerinde yaptıkları jeokimyasal çalışmalarda tüflerin bileşiminin riyolit olduğunu belirtmişlerdir. Silis oranı düşük, gözenekliliği yüksek olan tüflerde desenli ve renkli yapı daha belirgin olarak gelişmiştir. Buna karşın kayacın silis oranı yüksek, gözenekliliği düşük olan kısımlarda desenli ve renkli oluşum gözlenmemektedir.

Çan taşı tüflerinin mikroskobik incelemelerinde başlıca mineralleri çoğunlukla mikro tanelerden oluşmuş kuvars kristalleri oluşturmaktadır (Şekil 7a). Sanidin kristalleri, çok nadir görülen biyotit ve amfibol türü mafik kristaller, bileşime katılan diğer minerallerdir. Hamurunu ise bazı kesimlerde devitrifiye olmuş volkanik cam oluşturur. Volkanik cam, belli yerlerde çok belirgin olmamakla birlikte akma dokusu gösterir (Şekil 7b). Kesitlerin hemen hemen hepsinde alterasyon sonucu gelişmiş demir oksitlere rastlamak mümkündür. Yarıözşekilli sanidin kristalleri nadir olarak görülmektedir (Şekil 7c). Kuvars kristallerinin bir kısmı kayacın oluşumu sırasında oluşurken, bazı kesimlerde de hidrotermal alterasyon ile diğer mineralleri ornatmış halde bulunurlar. Bazı örneklerde



kuvars çevrelerinde magma korozyonundan ileri gelen elek dokularına rastlanılır (Şekil 7d). Alterasyon ürünleri olarak demir oksitleşmenin

yanı sıra serizitleşmeye ve killeşmeye de yer yer rastlanılmaktadır.



**Şekil 5.** a) Dereoba köyü civarındaki Çan taşı ocağı, b) Tüfler üzerinde gelişmiş demiroksit haleleri, c) Çan taşlarının kesimi, d) Çan taşlarının işlenmesi

**Figure 5.** a) Çan stone quarry around Dereoba village, b) Improved iron oxides on tuffs, c) Cutting of Çan stones, d) Processing of Çan stones



Şekil 6. Dekoratif amaçlı ve duvar kaplaması olarak kullanılan Çan taşları

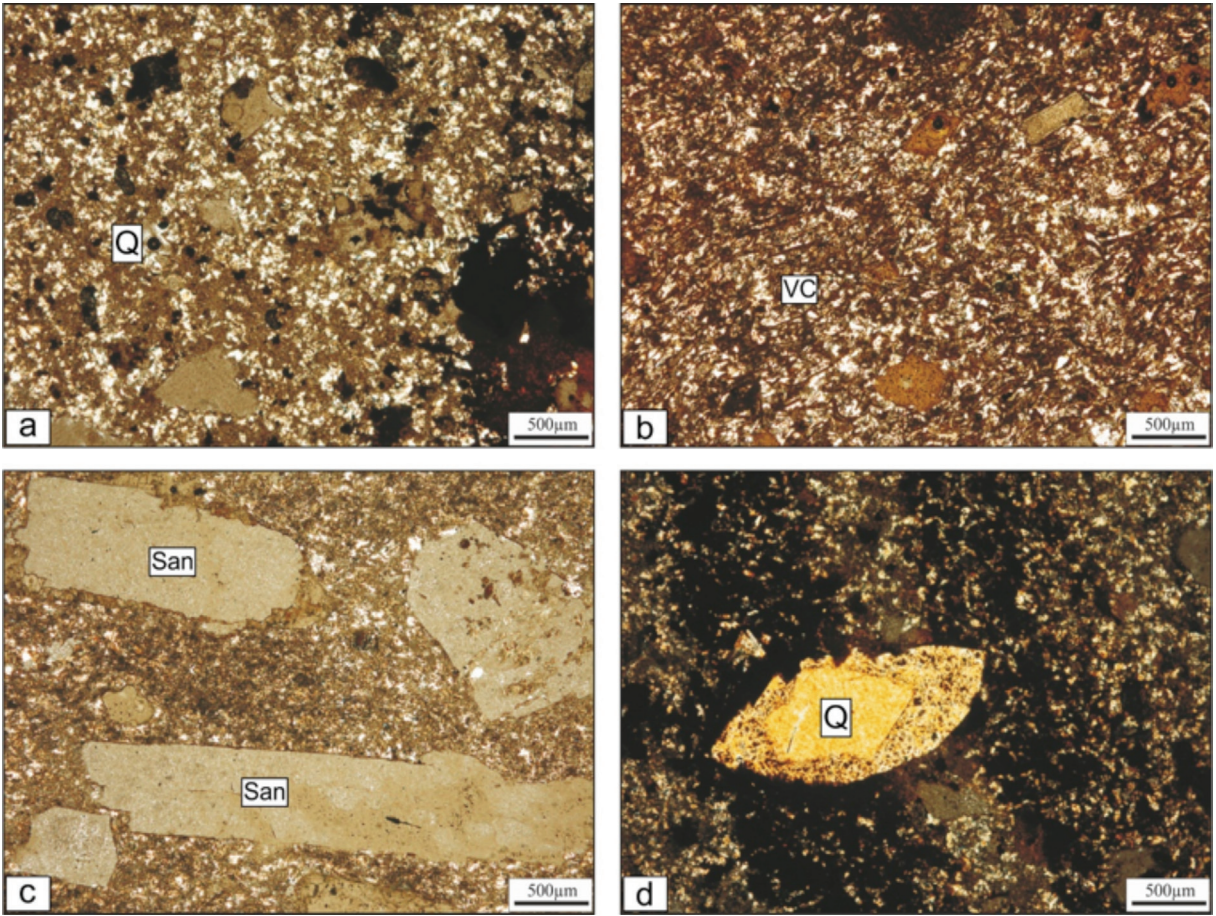
Figure 6. Çan stones used as ornamental and wall covering

### XRD Analizi

Çan taşı tüflerinin mineralojik bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla tüm kayaca ait XRD analizleri yapılmıştır. 63 mikronun altında toz haline getirilen tüf örnekleri numune tutucu içinde iyice sıkıştırılarak hazırlanmıştır. 10-90 derece açı aralığında, 0,0130 derece adımlarla, 37,9950 saniyede bir tarama gerçekleştirilmiştir. Bu taramalar sonucunda tüflerin XRD difraktogramları incelendiğinde başlıca mineral

bileşenlerinin; kuvars, sanidin, albit, kaolinit, alunit ve tridimit içerdiği görülmektedir (Şekil 8). X-ışını taramalarında petrografik çalışmalarda gözlenen demir minerallerine ve mafik minerallere ait izlere rastlanılmamıştır. Kuvars minerallerinin 20-50 derece açı aralığında yaygın olmak üzere, 90 derece açı aralığına kadar geniş bir spektrumda pikleri görülmektedir. Difraktogramlarda gözlenen kuvars mineraline ait piklerin aynı zamanda mineral topluluğuna eşlik eden volkanik cam ve diğerlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.





**Şekil 7.** a) Çan taşı tüflerinde gözlenen mikro kuvars kristalleri (ÇN), b) Tüflerde akma dokusu gösteren volkanik cam görünümü (TN), c) Tüflerde gözlenen sanidin mineralleri (ÇN), d) Magma korozyonu gösteren kuvars minerali. (ÇN, çift nikol; TN, tek nikol; VC, volkanik cam; Q, kuvars; San, sanidin).

**Figure 7.** a) Micro quartz crystals observed in Çan stone tuffs (xp), b) View of flowing texture on volcanic glass (ppl), c) K-Feldspar minerals observed in tuffs, d) Quartz mineral with magma corrosion. (xp, cross-polarized light; ppl, plane-polarized light; VC, volcanic glass; Q, quartz; San, sanidine).

### SEM Analizi

Petrografik çalışmalar ve XRD analizleri ile mineralojik bileşimleri belirlenen tüf örneklerinde, gözlenen minerallerin kristal boyutları, morfolojileri ve tane ilişkileri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile tanımlanmıştır. Görüntülerde gözlenen mineraller petrografik çalışmalar ve XRD verileri ile karşılaştırılmıştır.

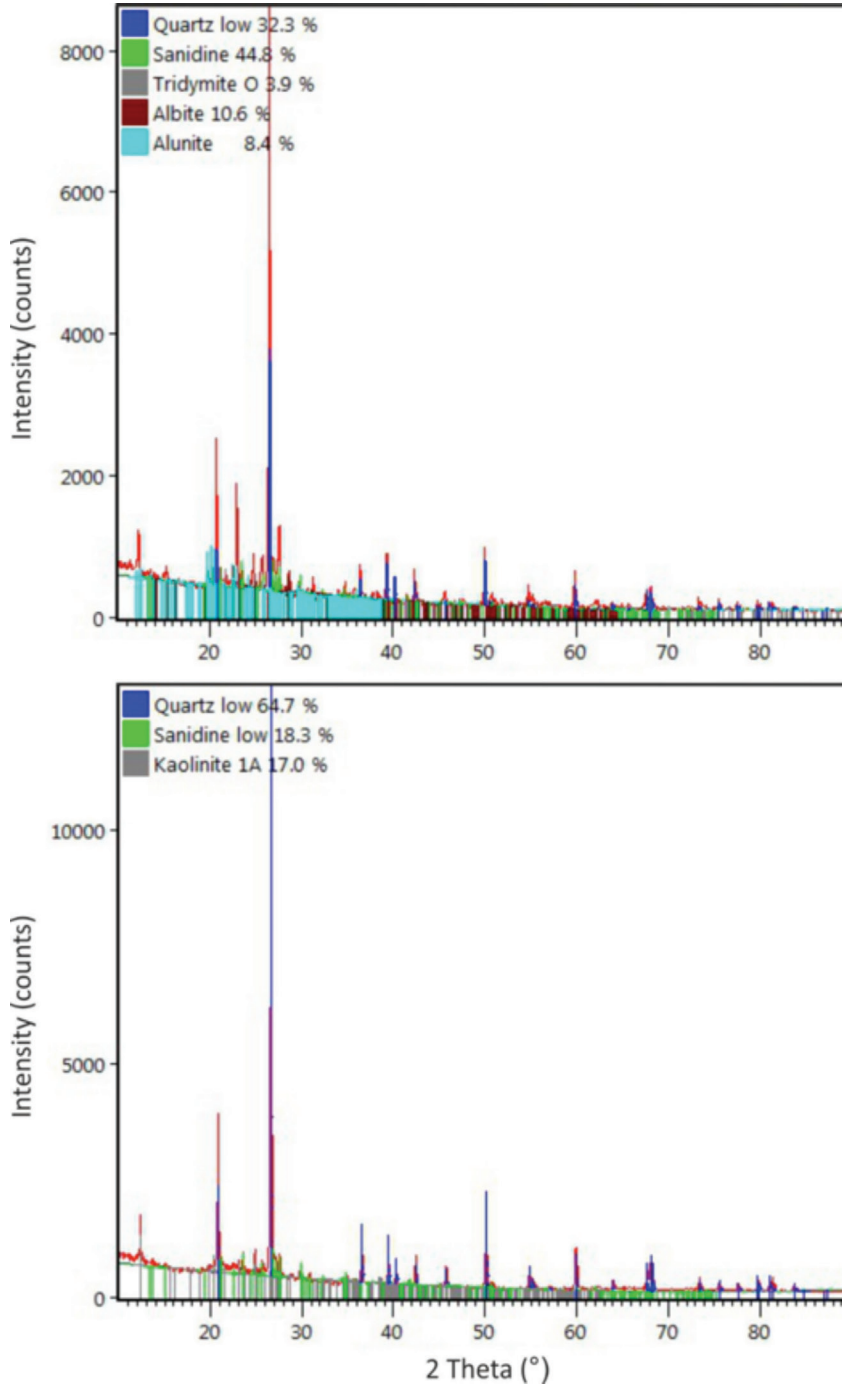
### Kuvars

Tüfler içinde gözlenen kuvars mineralleri çoğunlukla özşekilsiz görülmektedir. EDX analizinde Si ve O ana unsurları oluşturur (Şekil 9a). Nadiren iyi gelişmiş özşekilli, ötijenik kristaller olarak gözlenmiştir (Şekil 9b). Bu kristallerin boyutları 5-10 µm arasında değişmektedir. Konkoidal kırınımın görüldüğü



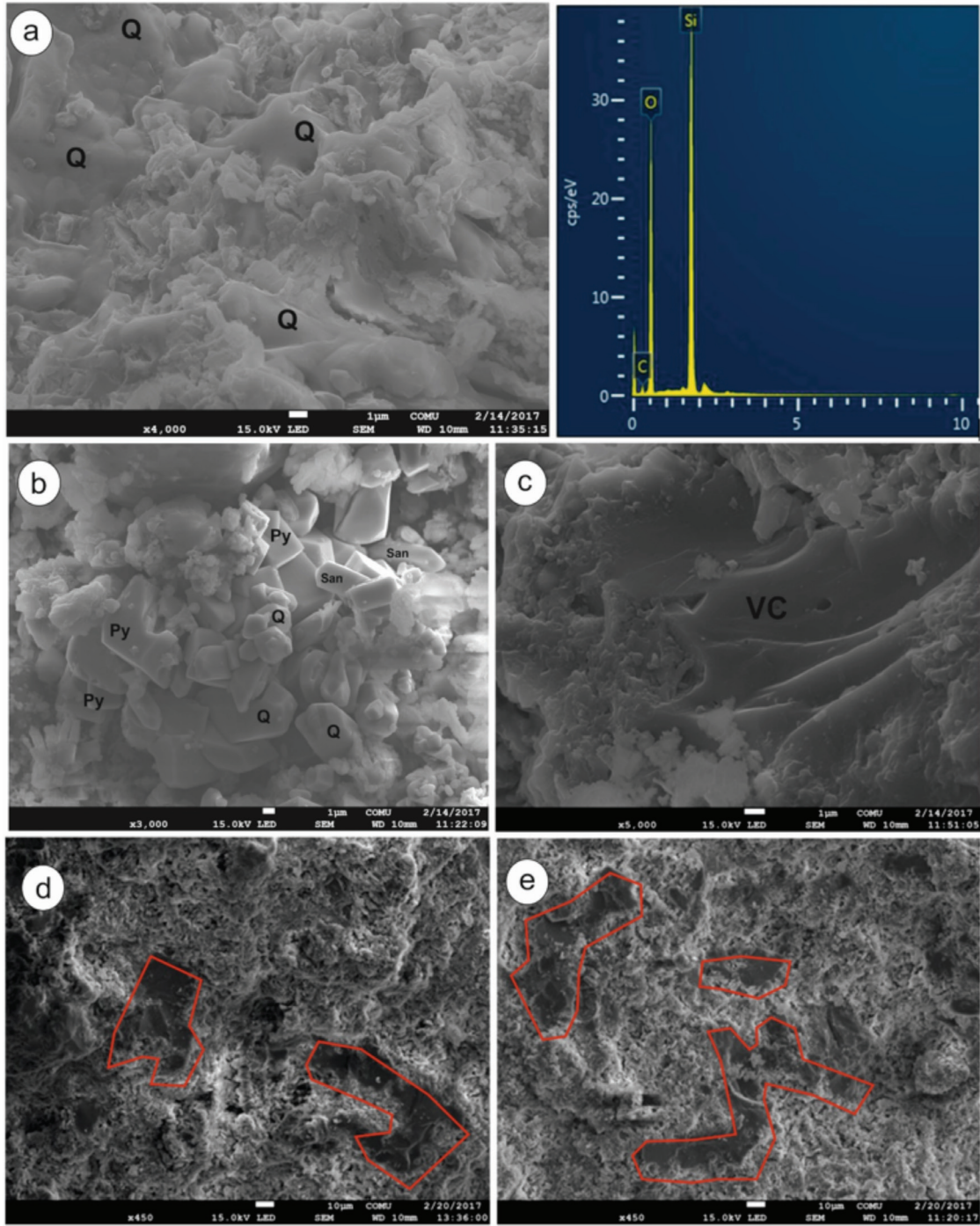
Si ve O'li bileşenler ise tüfler içindeki volkanik camı temsil etmektedir (Şekil 9c). Bu da petrografik çalışmalarda gözlenen volkanik camın

varlığını doğrulamaktadır. Ayrıca özşekilsiz kuvars mineralleri kayada boşluk dolgusu şeklinde kendini göstermektedir (Şekil 9d, e).



Şekil 8. Çan taşı tüflerine ait XRD difraktogramları

Figure 8. XRD diffractograms of Çan stone tuffs



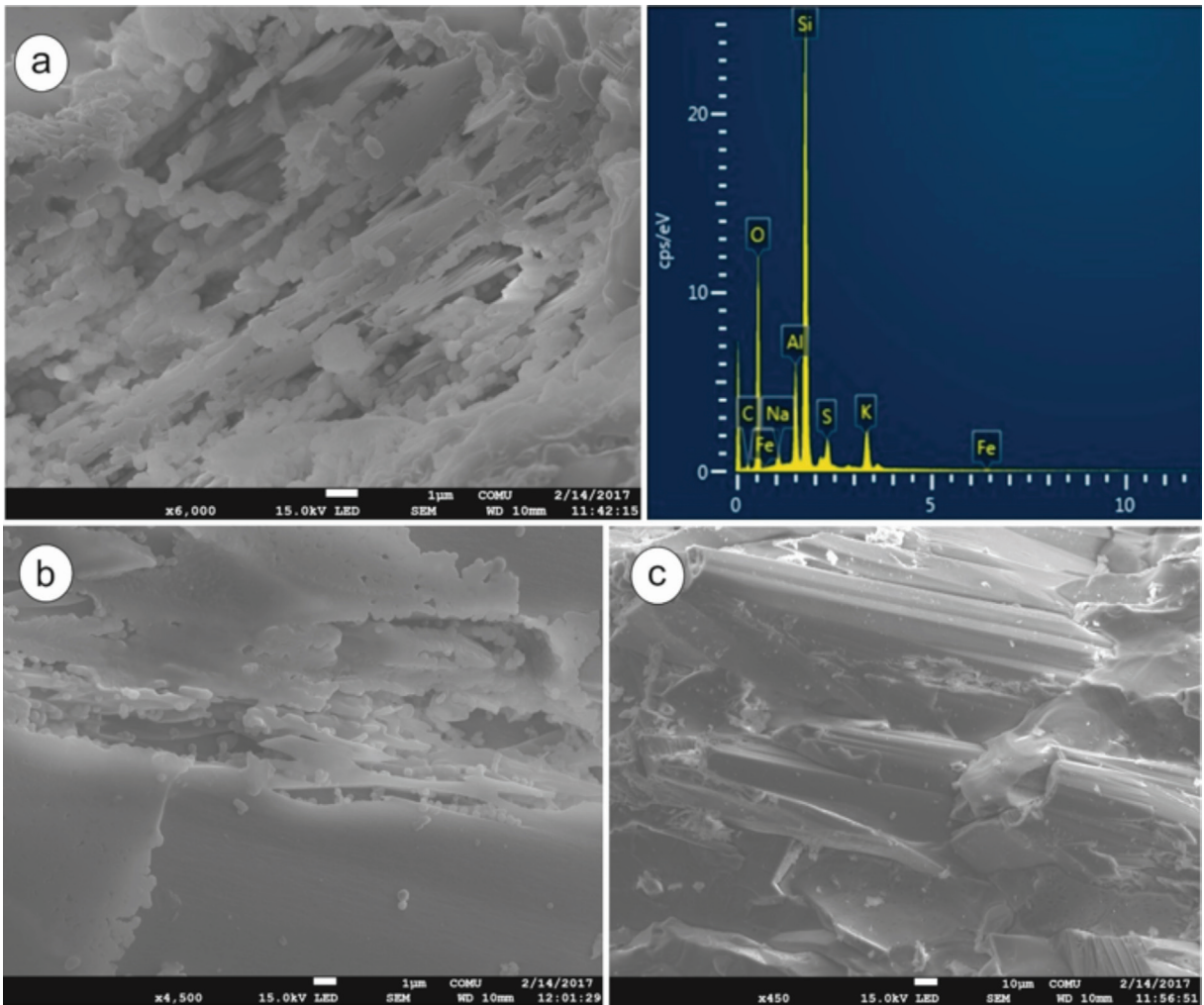
Şekil 9. Çan taşı tüfütüde gözlenen kuvars kristallerinin farklı SEM görüntüleri. a) Özşekilsiz kuvars mineralleri, b) Özşekilli kuvars kristali, c) Volkanik cam, d-e) Boşluk dolgusu şeklinde gözlenen kuvars mineralinin kayaç içindeki görüntüleri (Q, kuvars; Py, pirit; San, sanidin; VC, volkanik cam).

Figure 9. Different SEM images of the quartz crystals observed in Çan stone tuffs. a) Anhedrall quartz mineral, b) Euhedrall quartz crystals, c) Volcanic glass, d-e) Images of quartz mineral in the form of void fill (Q, quartz; Py, pyrite; San, sanidine, VC, volkanik glass).

### Feldispat mineralleri

İncelenen örneklerin tümünde yer alan feldispatlar egemen olarak sanidin ve daha nadir albit minerallerinden oluşmaktadır. Şekil 10'da tuf örnekleri içinde gözlenen feldispat mineralleri ve EDX analiz sonuçları görülmektedir. Sanidin mineralleri çoğunlukla kristalografik olarak çözülmüş, dentritik mineraller olarak gözlenir (Şekil 10a, 10b). Albit ise ince çizgisel taneler

şekindedir (Şekil 10c). EDX analizinde Si, Al, K ve Na ana unsurları oluşturur. Bu, sanidin ve albit için tipik bir EDX spektrumudur. Minerallerin feldispat olarak tanımlanması öncelikle EDX analizine dayanır. EDX grafiğinde görüntülenen ana elementlerin bağlı pik yükseklikleri, sanidin ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) ve albit ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ) minerallerinin formülüne karşılık gelir. İnce kesit ve X-ışını kırınımı sonuçları da bu tanımlamayı doğrulamaktadır.



**Şekil 10.** Dentritik feldispat minerallerinin SEM görüntüleri ve EDX analiz sonuçları. a-b) Sanidin minerali, c) Albit minerali

**Figure 10.** SEM images and EDX analysis results of dendritic feldspar minerals. a-b) Sanidine mineral, b) Albite mineral



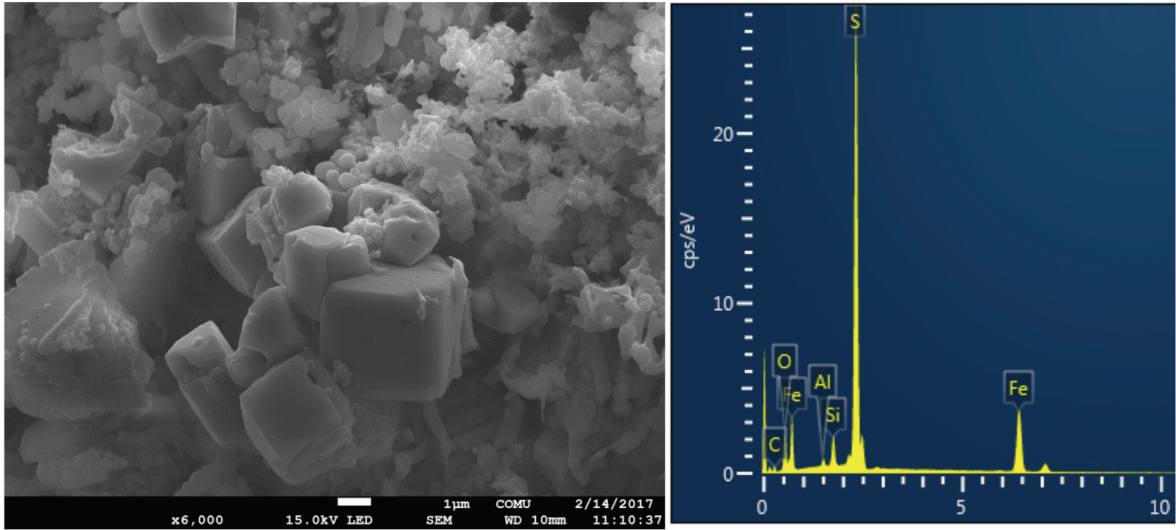
## Pirit

Pirit minerali SEM görüntülerinde nadiren iyi gelişmiş özşekilli, ötijenik kristaller olarak görülmektedir (Şekil 11). Muhtemelen bu kristaller tüflerde alterasyonun az gelişmiş olduğu bölgeleri göstermektedir. Pirit mineralleri daha çok frambolitler şeklinde gözlenmiştir. Frambolitler, yuvarlak, bazen oval biçimli, küçük ve sıkıca paketlenmiş kristallerden oluşan agregalardır. Bu morfolojileri pirit için ayırt edicidir ve SEM'de kolayca tanınır. EDX analizi, Fe ve S'nin ana unsurlar olduğunu ortaya çıkararak tanımlamayı

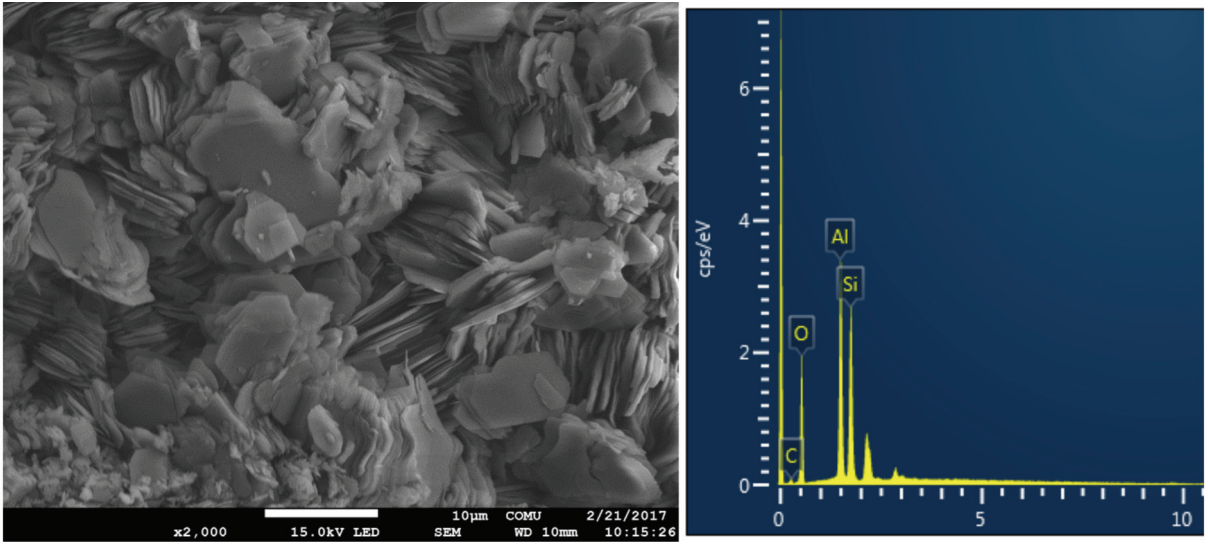
doğrular niteliktedir. Tüflerin değişik renklerde ve desenlerde olması bünyelerinde barındırdıkları Fe ve S elementlerinin varlığı ile oluşmaktadır.

## Kaolinit

Kaolinitler pseudohexagonal plaka yüzeyleri ya da kitap yığını şeklinde gözlenmektedir (Şekil 12). Bireysel kristaller 5 ila 10  $\mu\text{m}$  çapındadır. Si ve Al'nin hemen hemen eşit pik yüksekliklerini veren EDX analizi, kaolinit tanımlamasını doğrulamaktadır.



Şekil 11. Özşekilli ve frambolitler şeklinde gözlenen pirit minerallerinin SEM görüntüsü ve EDX analiz sonuçları  
*Figure 11. SEM images and EDX analysis results of pyrite minerals observed as euhedral and frambolites.*



**Şekil 12.** Pseudoheksagonal kaolinit minerallerinin SEM görüntüsü ve EDX analiz sonuçları  
**Figure 12.** SEM image and EDX analysis results of pseudo-hexagonal kaolinite minerals

### ÇAN TAŞI'NIN JEOKRONOLOJİSİ

Oligosen volkanizması, Biga Yarımadası'nda yaygın yüzlekler sunmaktadır. Çalışma alanında da bu volkanizma süreçlerine ait Çan volkanitleri, Ezine volkanitleri ve Kirazlı volkanitleri farklı volkanik birim olarak haritalanmıştır. Çan-Etili çevresinde, Edremit dolaylarında, Çanakkale doğusunda ve Gökçeada'da yaygın olarak gözlenen Çan volkanikleri, andezit, dasit, riyodasit türde lav, tuf ve aglomeradan oluşur (Ercan vd.,1995). Bu volkaniklere ait Gökçeada'daki andezitik türdeki iki ayrı lavdan K/Ar yöntemiyle yapılan jeokronolojik analizler  $34,3 \pm 1,2$  My ve  $30,4 \pm 0,7$  My yaşlarını vermiştir. Biga Yarımadası'nın orta kesiminde trakiandezit ve bazaltik türde lavlar ve dayklar şeklinde yüzlekler veren Kirazlı volkanikleri de, bazaltik türde lavda K/Ar yöntemiyle yapılan yaş analizlerinde  $31,1 \pm 0,7$  My ve  $27,6 \pm 0,6$  My yaşlarını vermişlerdir (Ercan vd., 1995). Biga Yarımadası'nda Oligosen volkanizmasına ilişkin Altunkaynak ve Genç, (2008), 2. evre volkanitleri olarak andezit ve bazaltik andezit türdeki lavları tarihlendirmiş ve  $24,7 \pm 0,7$  My -  $32,3 \pm 2,0$  My

aralığında çeşitli yaş verileri elde etmiştir. Siyako vd., (1989), çalışma alanındaki Ezine volkanizması için sedimanlarla olan ilişkilerine göre Üst Miyosen yaşlı olabileceğini belirtmişlerdir. Ancak bölgedeki volkanik kayaların stratigrafik ilişkileri göz önüne alındığında Ezine volkanizmasının Üst Miyosen'de gerçekleşmediği düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında Ezine volkanitlerinin piroklastik son ürünleri olan Çan taşlarından (riyolitik bileşimli tüflerden) K/Ar yöntemiyle radyometrik yaş analizi gerçekleştirilmiştir. K/Ar yaşlandırması için hidrotermal alterasyondan en az etkilenmiş tuf örneği seçilerek analize hazırlanmıştır. Tuf örneğinden biyotit mineralleri ayırt edilmiş, ancak bunların analize uygun olmadıkları belirlenerek tüm kaya analizi gerçekleştirilebilmiştir. Analizi yapılan örneğin coğrafi koordinatları, bileşimi ve genel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Radyometrik yaş analizinin sonucu  $24,8 \pm 2,9$  My ile yaklaşık olarak Geç Oligosen dönemini işaret etmektedir. Analiz sonucunda ortaya çıkan yüksek hata payı muhtemelen tuf örneğindeki alterasyonun etkisini göstermektedir.



**Çizelge 1.** Çalışma alanındaki Çan taşı tüfünün K/Ar radyometrik yaş verisi

**Table 1.** K/Ar radiometric age data of the Çan stone tuff in the study area

Örnek No	UTM	Birim	*K %	40Ar rad, nl/g	% 40Ar air	Age, Ma	Error 1σ
17CT (tüm kaya)	0492104 4421478	Çan taşı (Riyolitik tüf)	2,41	4,173	96,9	24,8	2,9

**TARTIŞMA ve SONUÇ**

Çan taşları üzerinde gerçekleştirilen petrografik çalışmalar bu kayaların riyolitik bileşimli, kristalen ve vitrik tüflerden oluştuğunu göstermiştir. İncekesit ve mineralojik çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde bu kayaların başlıca mineralleri; kuvars, sanidin, albit, pirit, kaolinit, alunit, tridimit, çok nadir olarak da mafik (biotit, amfibol) minerallerdir.

Çan taşlarının en önemli özelliği demir oksit izlerinin kayaç üzerinde farklı renk ve desenler oluşturmasıdır. Bunun ana kaynağının bileşimindeki pirit minerallerinden ileri geldiği düşünülmektedir. Kayanın içindeki pirit mineralleri muhtemelen bölgedeki fay ve çatlaklı zonlardan yüzeye çıkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S ve H<sub>2</sub>O vb. gazların etkisiyle fiziko-kimyasal değişime uğramışlardır. Bunun neticesinde demiroksitleşme gerçekleşmiş ve her yeni gaz gelimiyle tüfler üzerindeki haleler ve desenler sırasıyla oluşmuş olmalıdır. Ayrıca yapılan mineralojik gözlemler sonucunda demirli alterasyonun az olduğu örneklerde pirit mineralleri kristaller halinde gözlenirken, ileri alterasyonlu örneklerde piritler frambolitler şeklinde gözlenmektedir. Bu da Çan taşları desenlerinin oluşumunun pirit minerallerinden ileri geldiğini desteklemektedir.

Bölgeden elde edilen, Ezine volkanitlerinin piroklastik ürünleri olan Çan taşı tüfünden K/Ar yöntemi ile gerçekleştirilen radyometrik yaş analizde 24,8 ± 2,9 My (Geç Oligosen) yaşı elde edilmiştir. Çan taşının jeokronolojisi bölümünde önceki çalışmalarda gerçekleştirilmiş jeokronolojik analizler de dikkate alındığında,

Çan taşı tüfleri Geç Oligosen'de bölgedeki volkanizmanın son piroklastikleri olarak diğer tüm volkanik birimlerin üzerine çökelmiş olmalıdır.

**KATKI BELİRTME**

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (ÇOMÜ-BAP) FHD-2016-1026 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazar, makalenin geliştirilmesinde editör olarak Orhan Tatar'a ve hakem olarak makaleye yapıcı katkı sağlayan Ş.Can Genç (İstanbul Teknik Üniversitesi) ve Hüseyin Yalçın'a (Cumhuriyet Üniversitesi) teşekkürü bir borç bilir.

**EXTENDED SUMMARY**

*Çan stones with widespread outcrops and quarries in the south of the Etili District in the central part of the Biga Peninsula have been used as decorative and covering stone by the people of the region for many years. These stones consist of rhyolitic tuffs, the pyroclastic product of the Oligocene volcanics in the Biga Peninsula.*

*In this study, it is aimed to determine the geological, petrographical and mineralogical properties of the Çan stone tuffs and to determine their location in the chronostratigraphy using geochronological dating. In this context, the thin sections prepared from the tuff samples taken from Çan stone quarries were examined under a polarizing microscope, their mineralogical compositions were determined and the texture, naming and classification of the tuffs were carried*

out the petrographic investigations. XRD (X-ray diffraction) analyzes were carried out on the powdered samples and the minerals contained in the composition of the tuffs were determined. The crystal sizes, morphologies and grain associations of the minerals were defined by SEM / EDX (Scanning Electron Microscope / Energy Dispersive X-ray).

Mesozoic aged Çetmi ophiolite mélange forms the basis of the study area where the Çan stones are located. Çetmi Ophiolite melange is incoherent with the volcanic community in the region. Owing to its lithological differences and its stratigraphic location, the volcanic community which is widely observed in the region, Oligocene period is distinguished as three different map units: Çan volcanic, Ezine volcanic and Kirazlı volcanic. The Çan stones constitute the last pyroclastic products of Ezine volcanics in this volcanic community.

In the Oligocene-Miocene interval, the Evciler Pluton was emplaced by intruding the basement rocks and the region volcanic community. After the common volcanism in the region, the sedimentary rocks belonging to Çan Formations unconformably deposited on them. The current alluvial covers all the units unconformably.

When the results of the petrographic and mineralogical studies carried out on the Çan stone are evaluated together, its mineral components are mainly composed of quartz, sanidine, albite, pyrite, kaolinite, alunite and very rarely biotite, amphibole minerals. The most important feature of Çan stones is that iron oxide traces form different colors and patterns on the rock. The main reason is the Pyrite minerals in compound of the tuffs. Pyrite minerals have changed physico-chemical alteration, probably due to the effects of gases on the surface from faulty and cracked zones in the region. As a result of this, iron oxidation took place and the halos and patterns on the tuffs should be formed in sequence with

every new gas. In addition, as a result of the mineralogical observations, the existence of more clay minerals was detected and the pyrite minerals were observed as euhedral crystals in the samples where ferrous alteration was less observed. In further altered samples, the pyrite was observed to be in the shape of round, sometimes oval, small and tightly packed frambolites.

In the isotopic analysis carried out by the K/Ar method, the sample of Çan stone tuff date  $24,8 \pm 2,9$  Ma (Late Oligocene). Taking into account geochronological analyzes carried out on the volcanics of the region in previous studies (Ercan et al., 1995; Siyako et al., 1989), the Çan stone tuffs should have deposited on all other volcanic units as the last pyroclastics of the volcanism in the Late Oligocene for the region.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- Akdaş H., Bozkurt M.R. ve Dikduran T., 2001. Çan Taşı - Desenli Yapıtaşı. Türkiye III. Mermer Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 153-162.
- Altunkaynak Ş. ve Genç Ş.C., 2008. Petrogenesis and Time-Progressive Evolution of the Cenozoic Continental Volcanism in the Biga Peninsula, NW Anatolia. Lithos, 102 (1): 316-340.
- Altunkaynak Ş., Sunal G., Aldanmaz E., Genç C.Ş., Dilek Y., Furnes H., Foland K.A., Yang J. ve Yıldız M., 2012. Eocene Granitic Magmatism in NW Anatolia (Turkey) Revisited: New Implications from Comparative Zircon SHRIMP U-Pb and  $40\text{Ar}-39\text{Ar}$  Geochronology and Isotope Geochemistry on Magma Genesis and Emplacement. Lithos, 55: 289-309.
- Bingöl E., Akyürek B. ve Korkmaz B., 1975. Biga Yarımadasının Jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun Bazı Özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğleri, 70-77.
- Dönmez M., Akçay A.E., Genç Ş.C. ve Acar Ş., 2005. Biga Yarımadasında Orta-Üst Eosen Volkanizması ve Denizel İgnimbiritler. MTA Dergisi, 131: 49-61.

- Ercan, T., 1979. Batı Anadolu Trakya ve Ege Adalarındaki Senozoyik volkanizması: *Jeol. Müh. Derg.*, 9, 23 – 46.
- Ercan T., Satır M., Kreuzer H., Türkecan A., Günay E., Çevikbaş A., Ateş M. ve Can B., 1985. Batı Anadolu Senozoyik Volkanitlerine ait Yeni Kimyasal İzotopik ve Rodyometrik Verilerin Yorumu. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 28: 121-136.
- Ercan T., Satır M., Steinitz G., Dora A., Sarıfakioğlu E., Adis C., Walter H.J. ve Yıldırım T., 1995. Biga Yarımadası ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adalarındaki KB Anadolu Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri. *MTA Dergisi*, 117: 55–86.
- Erenoğlu, O., 2014. Dededağ Çevresindeki (Beyçayır-Çanakkale) Eosen, Oligo-Miyosen Volkaniklerinin Krono-Stratigrafik Konumu ve Biga Yarımadası'nda Bölgesel Volkanizma İçindeki Önemi. *Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.*
- Ersoy E.Y. ve Palmer M.R., 2013. Eocene–Quaternary Magmatic Activity in the Aegean: Implications for Mantle Metasomatism and Magma Genesis in an Evolving Orogeny. *Lithos*, 180/181: 5-24.
- Ertürk O., 1990. Petrology of the Cenozoic Volcanics in the Biga Peninsula, NW Turkey. *Proc. Int. Earth. Sci. Cong. on Aegean Region*, 368-384.
- Genç, Ş.C., 1998. Evolution of the Bayramiç Magmatic Complex, Northwestern Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85(1-4), 233-249.
- Genç, Ş.C, Dönmez, M., Akçay, A.E., Altunkaynak, Ş., Eyüpoğlu, M. ve Ilgar, Y., 2012. Biga Yarımadası Tersiyer Volkanizmasının Stratigrafik, Petrografik ve Kimyasal Özellikleri. *Biga Yarımadası'nın Genel ve Ekonomik Jeolojisi, MTA 2012 Özel Yayın Serisi-28*, 122-162.
- Okay A.İ., Siyako M. ve Bürkan K.A., 1990. Biga Yarımadası'nın Jeolojisi ve Tektonik Evrimi, *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 2 (1): 83-121.
- Siyako M. Burkan K.A. ve Okay A.I., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadaı Tersiyer Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları. *Turkish Association of Petroleum Geologist Bulletin*, 1: 183–199.
- Söylemezoğlu S., 2009. Kuzey Batı Anadolu'da Çanakkale-Çan Yöresi Volkanik Kayaçlarının Jeolojik ve Petrolojik Özellikleri ve Evriminin Araştırılması. *Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Türkdönmez O., 2007. Etili (Çanakkale) Güneydoğusu'ndaki Magmatik Kayaçların Jeolojisi ve Petrografisi. *Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.*
- Türkdönmez O. ve Bozcu, M., 2012. The Geological, Petrographical and Engineering Properties of Rhyolitic Tuffs (Çan Stone) in Çan-Etili Area (Çanakkale), NW Turkey: Their Usage as Building and Covering Stones. *Open Journal of Geology*, 2, 25-33.
- Türkecan, A., 2015. Türkiye'nin Senozoyik Volkanitleri. *MTA 2015 Özel Yayın Serisi-33*, 258 s.
- Yılmaz Y., 1990. Comparison of Young Volcanic Associations of Western and Eastern Anatolia under Compression Regime; A Review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 44: 69–87.
- Yılmaz, Y., Genç, Ş.C., Karacık, Z. ve Altunkaynak, Ş., 2001. Two contrasting magmatic associations of NW Anatolia and their tectonic significance. *Journal of Geodynamics*, 31 (2001), 243-271.