

# ETRÜSK (AKÇADAĞ) DAĞI VE YAKIN ÇEVRESİNİN JEOMORFOLOJİSİ\*

Kemal KOÇAKLI<sup>1</sup>, Halil ZORER<sup>2</sup>

Geliş: 14.05.2020 / Kabul: 13.08.2020

DOI: 10.29029/busbed.737371

## Öz

*Etrüsk Dağı, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Van Gölü'nün kuzeydoğusunda yer alır. Etrüsk Dağı Pliyosen yaşlıdır ve stratovulkan tipindedir. Etrüsk Volkan Dağı; Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı Volkan Dağlarının oluşturduğu güneybatı-kuzeydoğu uzanımlı çizgisel hat üzerinde yer almaktadır.*

*Bu çalışmanın amacı; Etrüsk Strato-volkanının jeomorfolojik evrimini ve bu jeomorfolojik evrime etki eden faktörleri saptamaktır. Bu amaçla çeşitli ölçeklerde jeoloji ve topoğrafya haritaları, Google Earth görüntüleri ile Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılmıştır. Arazi çalışmalarında yapılan gözlemler görsellerle desteklenmiş ve dijital ortam verileri ile kıyaslanmıştır. Elde edilen sonuçlar ilgili literatür ile karşılaştırılarak jeomorfolojinin gelişimi ortaya konulmuştur. Etrüsk Volkanı, Doğu Anadolu Bölgesi'nde Arabistan Plakasının Anadolu Yarımadası'nı sıkıştırması ile ilişkili önemli jeomorfolojik birimlerden birisidir. Etrüsk Dağı'nın en yüksek noktası 2943 m ile Kavşabalak Tepesi'dir. Merkezi püskürme karakterinde olan Etrüsk Volkanı yaklaşık 9 km çapında büyük bir kaldera oluşturmuştur. Volkanik patlamalar ile kalderanın güney duvarı parçalanmış daha sonra flüvyal süreçlerin devreye girmesi ile şekillenip dış drenaja (Van Gölü) açılmıştır. Etrüsk Kalderası tipik bir çökme kalderasıdır. Strato-volkanların tipik morfolojik birimleri olan barancos ve planzelerin varlığı Etrüsk Volkanı'nın Strato-volkan olduğunu kanıtlayan başlıca göstergelerdir. Jeolojik*

\* Bu makale Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi S.B.E. Coğrafya A.B.D.'nce kabul edilen "Etrüsk Dağı ve Yakın Çevresinin Fiziki Coğrafya Özellikleri" isimli yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

<sup>1</sup> Doktora Öğrencisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İklim ve Deniz Bilimleri, 34469, İstanbul, Türkiye, kemal\_kocakli@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8166-3441>.

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, 65080, Van, Türkiye, zorer-halil@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2978-4908>.

ve jeomorfolojik anlamda kendine özgü karakteristik özellikleri bulunan çalışma alanı farklı süreçlerin oluşturduğu topografya özelliği arz etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Etrüsk, Jeomorfoloji, Volkanizma, Tektonizma, Kaldera

## **GEOMORPHOLOGY OF ETRÜSK (AKÇADAĞ) MOUNTAIN AND ITS SURROUNDINGS**

### **Abstract**

*The Etrüsk Mountain is located in the northeast of Van Lake in Eastern Anatolia. The Etrüsk Mountain is of Pliocene age and stratovolcano type. Etrüsk Volcano Mountain is on a southwest-northeast trending linear line formed by Nemrut, Süphan, Tendürek and Ağrı Volcano Mountains.*

*This study aims to determine the morphological evolution of Etrüsk Strato-volcano and the factors effecting this morphological evolution. For this purpose, geology and topography maps, Google Earth images and Geographic Information Systems (GIS) were use in the various scales. Field observation were supported by visual and compared with digital media data. The results obtained were compared with the related literatüre and the development of geomorphology was revealed. The Etrüsk Volcano is one of the important geomorphological units associated with the compression of the Arabian Plate on the Anatolian Peninsula in the Eastern Anatolian Region. The highest point of the Etrüsk Mountain is the Kavşabulak Hill with 2943 m. The Etrüsk Volcano, with its central eruption character, formed a large caldera with a diameter of about 9 km. With the volcanic eruptions, the southern wall of the caldera was disintegrated and later was formed by the introduction of fluvial processes and was opened to the external drainage (Lake Van). The caldera of Etrüsk is a typical collapse caldera. The presence of Barancos and Planez, the typical morphological units of strato-volcanoes, are the main indicators that prove that the Etrüsk Volcano is Strato-volcano. The study area, which has its own characteristic features in geological and geomorphological terms, has a topography characteristic formed by different processes.*

**Keywords:** Etrüsk, Geomorphology, Volcanism, Tectonism, Caldera

### **Giriş**

Volkan jeomorfolojisi, diğer yüzey şekillerinin aksine yapıcı ve yıkıcı güçlerin birlikte oluşturduğu yüzey şekilleridir. Bu nedenle volkan jeomorfolojisi

çalışmalarında yapıcı ve yıkıcı güçlerin dikkatlice ilişkilendirilmesi gerekir (Thouret, 1999).

Volkanın yapısı, şekli ve büyüklüğü; yıkıcı ve yapıcı süreçlerin arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. Volkan morfolojisinin gelişimi onu etkileyen faktörlere bağlıdır. Bu faktörlere bakıldığında, volkan morfolojisinin yaşı, evreleri, bileşimi, püskürme gücü, baca şekli ve volkanik malzemenin çıkışı, erozyon derecesi, lav/tefra oranı, deformasyon, magma akışı ve tektonizma koşulları hesaba katılmalıdır (Grosse ve diğ., 2009: 651–654). Volkanlar birçok araştırmacının ilgisini çekmiştir. Yerbilimciler olarak jeologlar ve jeomorfoloğlar bu konuda birçok çalışma yapmışlardır (Cotton, 1944: 416; Wood, 1980: 387–413; Lahn, 1976: 51; Pike ve Clow, 1981: 1038; Francis, 1993: 443; Simkin ve Siebert, 1994: 349; Ardos, 1987: 34; Sür, 1994: 29-53; Tonbul, 1996: 311 – 340; Thouret, 1999: 95–131; Davison ve De Silva, 2000: 663–681; Riedel ve diğ., 2003: 121–152; Hone ve diğ., 2007: 203–220; Grosse ve diğ., 2009: 651–654; Bathke ve diğ., 2013: 4488-4502; Bathke ve diğ., 2015: 157-168; Atıcı ve Türkecan, 2017: 1-18).

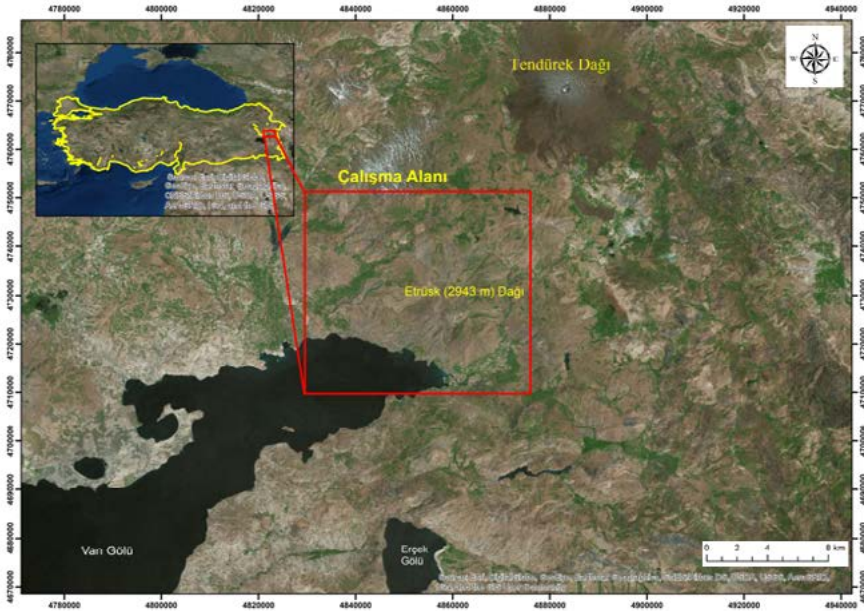
Karatson ve diğ., (2010) dünya genelinde düzenli bir simetrik yapıya sahip olan strato-volkanların DEM tabanlı morfometrik analizini yaptıklarında, bu volkanların simetrik şekillerinin; püskürme tarzlarına, çıkardıkları malzemenin kimyasal bileşenine ve çıktıkları yüzeyin morfolojik koşullarına bağlı olduklarını vurgulamışlardır.

İç ve dış kuvvetlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda oluşan volkan topografyasına dair morfolojik şekillere Doğu Anadolu Bölgesi'nde yoğun olarak rastlanmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Orta Miyosende başlayan tektonik rejim, sıkışmaya bağlı olarak yatayda bir daralma, dikeyde ise bir kabuksal kalınlaşma meydana getirmiştir (Dewey ve diğ., 1986). Bu tektonik sürece bağlı kırık hatları oluşmuş ve yoğun bir şekilde volkanik aktiviteler meydana gelmiştir. Etrüsk Dağı 170 km<sup>2</sup> taban alanı ile Doğu Anadolu'da sıkıştırma tektoniği ile ilişkili önemli jeomorfolojik birimlerden birisidir.

Innocenti ve diğ., (1976) Van Gölü ve çevresinin genç volkanik evrimini araştırmış ve çalışma sonucunda kalk-alkali volkanizmanın Alt Miyosende bölge çapında başladığını ve altı milyon yıl önce başlayan alkali volkanizmanın bu kalk-alkali volkanizmanın devamı niteliğinde olduğunu belirtmiş ve Neojen boyunca Arabistan levhasının Anadolu-İran levhası altına itilmesinin volkanizmanın kökeni için sorumlu olabileceğini belirtmişlerdir.

Şaroğlu ve Güner (1981), Doğu Anadolu Bölgesi'nde neotektonik dönemin Orta Miyosende başladığını ve sıkışmalı tektonik rejime sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu sıkışma rejimi sonucunda K ve G'ye eğimli yüksek açılı bindirmelerin, kıvrım eksenleri D-B gidişli kıvrımların oluştuğunu söylemişlerdir. Bunun yanı sıra araştırmacılar sol ve sağ yönlü doğrultu atımlı fayların bölgede geliştiğini ve K-G doğrultulu açılma çatlakları boyunca çıkan volkanik kayaçların bölge çapında geniş alanlar kapladığını saptamışlardır.

Etrüsk Volkan Dağı, Van Gölü Kapalı Havzası içinde gölün kuzeydoğu ucunda yer almaktadır. İnceleme alanı doğuda Bendimahi Çayı, güneyde Van Gölü, kuzeydoğuda Köse Dağı, kuzeybatıda Aladağ, batıda Deliçay tarafından sınırlandırılır (Şekil 1). Çalışma alanının doğu-batı doğrultusundaki uzunluğu 37.8 km, kuzey-güney doğrultusundaki uzunluğu ise 32.8 km'dir. Araştırma alanını doğu ve kuzeydoğudan sınırlandıran Bendimahi Çayı, debi bakımından Van Gölü Havzası'nın en büyük nehridir. Bendimahi Çayı, 90 km'lik bir uzunluğa sahiptir. Kaynağını Tendürek ve Sarıçiçek Volkan Dağları ile Esengöl Dağı'nın (Türkiye-İran sınırında) batı yamaçlarından ve Muradiye ile Köse dağlarından alır. Van Gölü'ne döküldüğü alanda ismi ile anılan Bendimahi Deltasını oluşturur. İnceleme alanının batı ve kuzeybatı sınırını ise Deliçay oluşturmaktadır. Kaynağını Etrüsk ve Aladağlardan alan Deliçay, Etrüsk Dağı'nın batı yamaçlarını akaçlar.



**Şekil 1:** Araştırma Alanının Lokasyon Haritası

Çalışma alanının güney sınırını ise Van Gölü oluşturmaktadır. Büyük bir kapalı havza özelliği taşıyan Van Gölü; kuzeyde Neojen-Kuaterner volkanikleri ile Neojen çökel arazileri, güneyde Bitlis Dağı metamorfik kütleleri, batıda Nemrut Volkanı ve doğuda ise Neojen ve Paleojen arazileri ile çevrilmiştir. Yaklaşık 3570 km<sup>2</sup>'lik alanıyla Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü, denizden 1648 m yükseklikte bulunmaktadır. 451 m derinliğe sahip olan Van Gölü aynı zamanda en büyük sodalı göl olma özelliğine de sahiptir (Degens ve Kurtman, 1978).

## 1. Amaç ve Yöntem

Çalışmanın amacı, neotektonik dönem volkanizması olarak gelişen inceleme alanının tektonik ve volkan jeomorfolojisi açısından değerlendirilmesidir. Çalışma, Doğu Anadolu Bölgesi'nin kompleks bir yapı arzeden, her çalışmada biraz daha aydınlığa kavuşan morfolojik yapısına ışık tutmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda; Etrüsk Volkan Dağı'nın volkan topografyasına ait aşınım ve birikim şekillerini tespit ve analiz ederek morfolojik gelişim seyrini açıklayabilmek, dağın dış drenaja açılması ve bu açılma mekanizmasına bağlı göstergeleri ortaya koymaktır. Etrüsk Volkanı'nın jeomorfolojik anlamda yer bilimciler tarafından yeterli derecede çalışılmamış olması, bu çalışmanın yürütülmesine zemin hazırlamıştır. Dünya genelinde strato-volkanların en iyi bilinen örnekleri Vesuvius (Italy), Saint Helens (Pasific), Karakatoa (Indonesia), Pinatuba (Phillipine) iken, Türkiye'deki örnekler Erciyes, Hasan, Süphan, Ağrı ve Etrüsk Volkan dağlarıdır. Ancak Etrüsk Volkanı ülkemizdeki diğer strato-volkanlar kadar araştırmalara konu olmamıştır. Bu çalışma aynı zamanda Etrüsk Strato-volkanının literatürdeki yerini almasını ve morfolojik olarak yorumlanmasının hedeflemektedir.

Bu çalışmanın temel araştırma hedefleri bir kaç başlık altında toplanabilir: **i-**Etrüsk Volkanı'nın gelişim seyri, aktivite süresi ve stratigrafik özellikleri ile Etrüsk Volkanı'nın araştırma sahası sınırları ve yakın çevresinde yer alan (Aladağlar, Girekol, Hacıhalil ve Kösedag) volkanları ile ilişkisi ve bunlar ile karşılaştırmalı bir şekilde yorumlanması, **ii-** Etrüsk Volkanı'nın tipi (Strato-volkan) ve buna dair göstergeler, **iii-** Etrüsk kalderasının dış drenaja açılma sistematığı ve bu sistematığa dair göstergeler, **iv-** Etrüsk kalderasının oluşum tipi (çökme kalderası) ve bu tipin morfolojik kanıtları ve en nihayetinde volkan topografyasına dair bazı jeomorfolojik birimlerin tespiti, analizi ve haritalanması.

İlk olarak jeolojik özelliklerin belirlendiği bu çalışmada; MTA'nın hazırladığı 1/100000 ölçekli jeoloji haritaları ile raporları ve daha önce yapılan yaşlandırma vb. literatür çalışmaları ışığında çalışılmıştır. Elde edilen jeoloji verileri ve arazi gözlemleri ışığında araştırma sahasının jeomorfolojik

özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanması işlemi yapılmıştır. Bunun için; J50, J51, K50, K51 topografya haritası paftaları kullanılmıştır. Jeomorfolojik özelliklerinin haritalanması (Şekil 2, 3 ve 6) CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamında (ESRI©ArcGIS 10.3) 1/100.000 ölçekte bir Dijital Yükseklik Modeli (DEM) oluşturularak yapılmıştır. Hidrolojik özelliklerin haritalanması için ArcGIS 10.3 Hidro ToolBox kullanılarak çalışma alanının nehir ağları çıkarılmıştır. Çalışma alanının jeoloji haritası (Şekil 5), hem 1/100.000 ölçekli MTA (Türkiye Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü) haritalarının hem de radyometrik yaşların yardımıyla saha çalışmaları sırasında oluşturulmuştur.

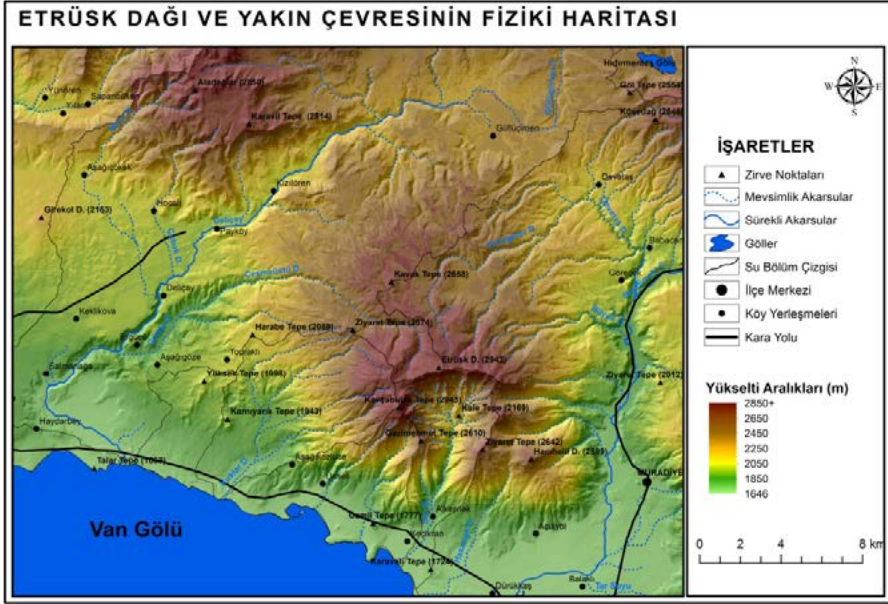
## 2. Bulgular ve Tartışma

Doğu Anadolu Bölgesi'nde Orta Miyosende kıta kıta çarpışması ile Paleotektonik dönem son bulur ve yeni bir tektonik rejim olan Neotektonik dönem başlar. Bu yeni rejim sonrasında; şiddetli faylanma ve açılma çatlakları gelişir. Yatayda bir daralma, dikeyde ise bir kabuksal kalınlaşmanın yaşandığı bölgede litosferin dengesi bozulur ve yoğun bir volkanizma faaliyeti görülür (Yılmaz ve diğ., 1987; Şaroğlu ve Güner, 1981; Dewey ve diğ., 1986). Çalışma alanı ve çevresinde de bu durumu görmek mümkündür (Şekil 2). Bu volkanik çıkış merkezleri; Aladağ Volkanı (Miyosen), Etrüsk Volkanı (Pliyosen), Hacihalil Volkanı (Pliyosen), Kavaktepe (Pliyosen) ve Ziyarettepe (Pliyosen) volkanik çıkış merkezleri ile Kuaterner yaşlı Girekol, Köseadağ ile Yüksektepe volkanlarıdır.



Şekil 2: Etrüsk Dağı ve Yakın Çevresinin Topoğrafya Haritası

İnceleme alanının çevresindeki dağlar; Aladağlar (2850 m), Köseadağ (2646 m) ve Hacihalil Dağı (2599 m) ile Girekol Dağı (2153 m)'dir (Şekil 3). Son derece sarp ve engebeli bir topoğrafya oluşturan bu alanın önemli düzlüklerini ise Muradiye Ovası oluşturmaktadır. Etrüsk Volkanı'nın bazaltları çalışma alanının kuzeyinde birikerek geniş plato alanları oluşturmuştur. Bu platolarda bölgenin önemli yaylalarını oluşturan Etrüsk yaylaları yer almaktadır.



Şekil 3: Etrüsk Dağı ve Yakın Çevresinin Fiziki Haritası

## 2.1. Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri

Etrüsk Volkanı'nın kuzey ve kuzeybatısında gözlenen Miyosen yaşlı araziler çalışma alanında gözlemlenen en yaşlı jeolojik birimleri oluşturmaktadır. Oyan (2011) yapmış olduğu  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  jeokronolojik yaş analizleri sonucunda çalışma alanı içindeki volkanizmanın yaklaşık 10 My önce başladığını saptamıştır.

Aladağ Volkanitleri (14.9 My – 8.9 My): Çalışma alanının kuzeybatısında gözlemlenen Aladağ Volkanizması, Van Gölü'nün kuzeyinde çok geniş alanlara yayılmış bir durumdadır. Asidikten bazı kadar değişen lav ve piroklastik ürünler ile temsil edilen bu volkanizmanın yeni  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  yaş bulgularına göre (Lebedev ve diğ., 2010) çalışma alanındaki ve tüm Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki en yaşlı volkanik etkinliği oluşturduğu söylenmektedir.

*Miyosen Adlandırılmamış:* Bu döneme ait en geniş birim, Muradiye ilçe merkezinin doğusunda kuzey güney hattı boyunca yüzeyleir. Ayrıca çalışma alanının kuzeyinde de yer yer mostra vermektedirler. Kuzeyde Etrüsk ve Köseadağ volkanitleri ile örtülmüşlerdir.

Çalışma alanındaki en geniş volkanik aktiviteyi Pliyosen volkanizması oluşturmaktadır. Miyosen volkanizmasının etkinliği 5.52 My’de Ağırkaya ignimbiritleri ile sonlanmış ve yaklaşık 0.6 My bir suskunluk döneminden sonra volkanizma bazaltik lavların çok geniş bir alanda püskürmesiyle Pliyosende tekrar başlamıştır. Bazaltlar Etrüsk’ten Tendürek Dağı eteklerine kadar uzanan geniş bir plato oluşturmuştur (Oyan, 2011; 38). Volkanizma, Pliyosen boyunca Etrüsk volkanını merkez alacak şekilde lokalize olmuştur. Pliyosen dönemindeki volkanizma yaşıdan gence doğru aşağıdaki birimlerden oluşmaktadır.

*Etrüsk Volkanitleri (4.30-3.60 My):* Etrüsk Volkanı, Van Gölü’nün kuzeydoğusunda yer alan güneye açık at nalı şeklinde ve yaklaşık 4 km çapında kalderaya sahip bir stratovolkandır. Yaklaşık 500 km<sup>2</sup>’lik bir alan kaplayan bu volkan farklı zaman aralıklarında farklı türlerde lavlar püskürtmüştür. Pliyosen döneminde Etrüsk volkanizmasının ilk ürünlerini oluşturan plato bazaltları Van Gölü’nün kuzeyinde çok geniş alanlar kaplamaktadır. Etrüsk Volkanı’nın güneyinde, kuzeyinde, batısında ve doğusunda çok geniş yayılımı olan bu volkanizma, erken Pliyosenin hemen başlarında etkinlik göstermiştir (Lebedev ve diğ., 2010). Oyan (2011) yaptığı çalışmada, Etrüsk Volkanı’nı gelişim seyri bakımından kaldera öncesi ve kaldera sonrası şeklinde iki farklı evrede ele almıştır. Kaldera öncesi volkanik faaliyet piroklastik geri düşme ürünleri ile başlayarak, latitik ve trakitik lavlarla devam etmiş ve riyolitik lavların çıkışı ile volkanik faaliyet sürmüştür. Volkanın kaldera oluşumu sonrası aktivitesi ise çoğunlukla yamaç püskürmeleri şeklinde gelişmiştir.

*Hacıhalil Dağı Riyoliti (3.70 My):* Etrüsk Dağı’nın güneydoğu yamaçlarından püskürmüş riyolitik lav akışları olarak gözlemlenmiştir. Bu riyolitik dom ve dom akıntıları yaklaşık 26 km<sup>2</sup>’lik bir alan kapsamaktadır. Bu riyolitler Etrüsk Volkanı’nın lavlarını örtmektedir.

*Ziyaret Tepe Volkanitleri (3.60 My):* Etrüsk Volkanı’nın batısında yamaç erüpsiyonu şeklinde gözlemlenmiştir. Bu volkanitler Etrüsk’e ait daha yaşlı trakitik ve latitik lavları örtmektedir (Şekil 4).

*Pliyo-Kuaterner Adlandırılmamış:* Bendimahi Deresi’nin orta çığırları ile Hıdırmenteş Gölü’nün batısında yüzeyleyen bu birim daha önce yapılan çalışmalarda adlandırılmamıştır.



Yüksektepe Volkanitleri: Etrüsk Volkanı'nın batı yamaçlarındaki açılma çatlakları boyunca görülen bu birimin  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  jeokronolojik yaş analizleri yapılmış (Oyan, 2011; 60) ve birimin yaşı Kuaterner olarak tespit edilmiştir. Etrüsk kalderasının yaklaşık 8 km batısında bulunan Karnıyarık Tepe cüruf konisinin çapı kuzey-güney doğrultusunda 500 m, doğu-batı doğrultusunda 300 m'dir ve eliptik bir şekle sahiptir. Yaklaşık 1 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplayan cüruf konisi çeşitli boy ve türde volkan bombaları içermektedir. Bazaltik lavların açılma çatlaklarıyla aynı doğrultu üzerinde bulunan bu cüruf konisi de aynı gerilmeli sisteme bağlı olarak gelişmiştir. Bu cüruf konisi çalışma alanındaki en genç birimlerden biri olarak bazaltik lavları kesmektedir ve bu nedenle Etrüsk volkanik sistemine ait en genç üyelerden birini oluşturmaktadır. Ayrıca bu cüruf konisinin hemen batısında ise yüksek tepe lav akışları görülür. Bu lav akışları kuzey-güney doğrultusunda uzanan bir açılma çatlağı boyunca açığa çıkmışlardır.



Şekil 4:Yamaç Erüpsiyonu Şeklinde Gelişen Ziyarettepe Volkanı

Girekol Volkaniti: Çalışma alanının batısında kalkan şekilli minyatür bir volkan olan Girekol Volkanı çalışma alanında Kuaternerin en son volkanik aktivitesini oluşturmaktadır. Son derece basık bir topoğrafyaya sahip olan bu

kalkan şekilli dağın zirvesinde küçük bir krateri vardır. Kuzeyde Aladağ volkanitlerini doğuda ise Etrüsk volkanitlerini örtmektedir.

Doğu Anadolu Bölgesi Orta Miyosende kıta-kıta çarpışması ile gelişen Neotektonik rejim etkisinin en fazla ve en şiddetli hissedildiği bölgedir. Kuzey-güney yönlü sıkıştırılmaya bağlı olarak yatayda bir daralma, dikeyde ise bir kabuksal kalınlaşmanın olduğu bölgede faylanmalar, topoğrafik deformasyonlar ve nihayetinde de şiddetli volkanik aktiviteler gelişmiştir (Yılmaz ve diğ., 1987; Şaroğlu ve Güner, 1981; Dewey ve diğ., 1986). Çalışma alanı da Neotektonik rejim bağlamında açık bir laboratuvar görevi üstlenmektedir. Miyosenden Kuaternere kadar uzanan volkanik aktiviteler, doğrultu atımlı faylar ve topoğrafik deformasyonlar çalışma alanı ve çevresinde görülebilecek Neotektonik dönem izleridir.



Şekil 5: Etrüsk Dağı ve Yakın Çevresinin Jeoloji Haritası (MTA, 2002 ve Oyan, 2011'den dönüştürülerek hazırlanmıştır)

Çalışma alanının güneyinde KB-GD doğrultusunda doğrultu atımlı faylar uzanmaktadır (Şekil 5). Faylı bir yapı arz eden çalışma alanı riskli deprem bölgesidir. Çalışma alanının en büyük ve önemli fayı Kuaterner (MTA, 2002) yaşlı, doğrultu atımlı Erciş Fayı'dır. Bu fay, Erciş'in kuzeydoğusunda yer alır. Genel doğrultusu KB-GD olan bu fay, sağ yönlü doğrultu atımlı olup, Girekol

volkan konisini kraterine yakın yerden keser. Girekol Dağı Kuaterner yaşlı olup, bazaltlardan oluşan çıkış merkezinin akıntılarında fayın izi çok belirgindir.

Oyan'a (2011) göre çalışma alanında GD-KB ile GB-KD doğrultusunda kaldera merkezli iki olası fay geçmektedir. GD-KB doğrultusunda uzanan fayın güneydoğu ucunda Hacıhalil Volkanı, ortasında Etrüsk, batısında ise Ziyarettepe Volkanı gibi volkanik çıkış merkezlerinin varlığı ve çizgiselliği bu olasılığı desteklemektedir. KD-GB doğrultusunda uzanan ikinci olası fay ise; GB'de Sor Deresini izleyerek kalderanın dış drenaja açıldığı alanı takip eder ve kaldera içine sokulur, kalderadan çıktıktan sonra KD'ye doğru Bendimahi Çayı'nın mevsimlik kollarından biri olan Emirgezer Deresini takip eder. Bu alanda da belirgin çizgisellik gözlemlenir. Olası fayları destekleyen diğer kanıt ise bu iki olası fay hatlarının kaldera içindeki uzanış doğrultularına paralel uzanan kükürtlü kaynak suyu çıkışlarıdır. Sonuç olarak çalışma alanı tektonik anlamda aktif ve faylı bir yapı arz etmektedir.

Çalışma alanında adlandırılmamış Miyosen diye açıklanan alanda Miyosene ait kireç taşları konumlanmaktadır. Bu formasyon Bendimahi Çayı'nın doğu yamaçları ile yer yer Etrüsk Volkanı'nın kuzeyinde görülmektedir. Etrüsk, Girekol ve Köseadağ volkan kütlelerinin konumlandığı alanlarda ise andezit ve bazaltik formasyonlar konumlanmaktadır.

## 2.2. Çalışma Alanının Jeomorfolojik Özellikleri

Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içinde yer alan Etrüsk Dağı ve yakın çevresinin jeomorfolojik özellikleri, Doğu Anadolu Bölgesi'nin jeomorfolojik gelişim sistematüğinden ayrı değerlendirilemez. Yerin iç ve dış dinamikleri, yeryüzünün şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Farklı jeomorfolojik birimler, yerin iç ve dış dinamiklerini meydana getiren güçlerin etkinlik derecelerine bağlı olarak gelişir. Bir yerin jeomorfolojisini etkileyen güçler belirlenirse, yer şekillerinin bu güçler tarafından nasıl etkilendiği tespit edilebilir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1981).

Doğu Anadolu Bölgesi günümüz morfolojisine Orta-Miyosen'de başlayan Neotektonik dönem ile kavuşmuştur. Başlangıçta peneplen ve peneplene yakın bir morfolojik görünüme sahip olan bölge, Orta Miyosende başlayan Neo-tektonizma ile değişmiştir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1981). Kuzey-güney yönlü sıkıştırma sonucunda yatayda bir daralmanın dikeyde ise bir kabuksal kalınlaşmanın görüldüğü bölgede ilksel morfoloji bozulmaya başlamış bunun sonucunda kıvrımlar, bindirmeler, açılma çatlakları ve volkanik aktiviteler başlamıştır. Doğu Anadolu'daki volkanizma Neotektonik dönemde yoğun bir aktivite kazanmıştır.

Topografyanın şekillenmesinde, bu volkanik aktivite tektonizma kadar etkin olmuştur. Meydana gelen bu volkanlar (Ağrı, Süphan, Tendürek vb.) bölgenin yüksek noktalarını oluşturmaktadır. Ayrıca volkanizma akarsu drenaj ağlarında da önemli değişikliklere sebep olmuştur. Paleo-tektonik dönemde Doğu Anadolu Bölgesi akarsularında daha sade ve tek düze bir drenaj ağı mevcut iken bu durum Neo-tektonik dönem ile daha karmaşık bir hal almıştır. Şiddetli sıkıştırma akabinde gelişen tektonizma ile volkanizma sonucunda akarsularda yatak değişimi, kapmalar ve karmaşık drenaj ağları gelişmiştir.

### **2.2.1. Dağlık Alanlar**

Çalışma alanında Pliyosen ve Kuaterner dönemlerinde görülen şiddetli tektonizma ve volkanizma, topoğrafyanın çok engebeli ve sarp olmasına sebep olmuştur. Topoğrafya ile jeolojik yaş arasında, törpülenip işlenme bağlamında pozitif bir ilişki vardır. Bir alanın jeolojik yaşı ne kadar eski ise törpülenip aşındırılması o oranda fazla olmaktadır. Çalışma alanının doğu ve kuzeybatı kesimlerinde yer alan Miyosen arazileri ile Pliyosen yaşlı Etrüsk Volkanı'nı bu bağlamda karşılaştırmak mümkündür. Çalışma alanının en yüksek noktasını Kavşabulak Tepesi (3943 m) oluşturmaktadır. Çalışma alanındaki yüksek tepelik alanlar aynı zamanda Etrüsk kalderasının dik duvarlarının zirvelerini oluşturmaktadır. Bu genel topografik açıklamalardan sonra bölgenin ayrıntılı jeomorfolojik yapısı şekillendirici süreçlerle ilişkilendirilip açıklanmıştır.

### **2.2.2. Platolar**

Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bazı volkanlarda olduğu gibi (Nemrut Dağı) Etrüsk Dağı da geniş bir kalderaya sahiptir. Bu durum volkanın çıkarmış olduğu volkanik malzemenin fazlalığını göstermektedir. Etrüsk Dağı'nın kuzeyi volkandan çıkan bazaltik malzeme ile doldurulmuş ve bu alanda geniş bazalt platoları oluşmuştur. Platolar Etrüsk Volkanı'na ait bazalt lavların oluşturduğu en geniş alan kaplayan volkanik birimlerdir. Özellikle dağın kuzeyinde uzanan bazalt platoları geniş alan kaplamaktadır. Kuzeye doğru gelişen bu platoyu kuzeybatıda Aladağ volkanitleri kuzeydoğuda ise Köseadağ volkanitleri sınırlandırır (Şekil 3, 5 ve 6).

### **2.2.3. Vadi ve Boğazlar**

Değişik etken ve süreçlerin denetiminde gelişim gösteren akarsu vadileri; kendine has özellikleri olan, jeomorfolojik şekillerdir. Akarsular genel jeomorfolojik taban düzeyi konumunda olan deniz kenarından başlayarak, farklı yükselti ve konumlarda bulunan geçici taban düzeylerine bağlı olarak gelişen, mevsimlere göre değişkenlik gösteren yataklara sahip olurlar. Tek veya çok

dönemli gelişimi karakterize eden şekil ve yapılara sahip olan bu yatakların morfolojik taban düzeyine yakın kesimlerde bulunanları, çok verimli tarımsal sahaları oluştururken, denge profilinden uzak yukarı çıgırlarında ise vadiler oluşturabilmektedirler.

Etrüsk Dağı, akarsular tarafından derin vadi sistemleri ile yarılmıştır. Kaldera içinde sentripetal dışında ise radyal bir şekilde akaçlanan mevsimlik ve daimi bu akarsular dağın yamaçlarında ve yakın çevresinde önemli vadi sistemlerini oluşturmuşlardır. Çalışma sahası içinde yer alan iki önemli akarsu hatta bazı yerlerde bu iki akarsuyun kolları büyük vadilerde akmaktadırlar.

*Bendimahi Vadisi:* Çalışma alanının doğusunda Etrüsk, Köseadağ ve Muradiye dağları üçgeninde KD-GB doğrultuda bir uzanış gösteren bu vadi önemli morfolojik birimlerden bir tanesidir. Vadide farklı dönemlere ve süreçlere ait jeolojik birimleri yan yana görmek mümkündür. Vadi içinde Kuaterner dönemine ait alüvyonlar bulunurken, yamaçlarında Etrüsk Dağı'na ait bazaltları görmek mümkündür (Foto 1a).

Bendimahi Çayı, Tendürek Dağı ve İran sınırının bir bölümünü oluşturan yüksek dağlık alandan beslenerek Van Gölü'ne dökülür. Bu akarsu Çaldıran Ovası'nı geçtikten sonra Gönderme Köyü'nün güneybatısında Gönderme Boğazı diye bilinen mevkide lav kütleleri içinde açılmış, dar ve derin Bendimahi Vadisi içine gömülür. Bazalt lavlar içerisinde akış gösteren akarsu vadi içerisinde gömük menderesler çizerek uzunca bir mesafe kat eder.

*Muradiye Şelalesi:* Gönderme vadisinin, Bendbaşı mevkii denilen yerinde olup, Muradiye ilçe merkezine 8 km kadar uzaklıktadır. Van'ın ve Bendimahi Havzası'nın simgesel jeomorfolojik öğelerinden biri olan Muradiye Şelalesi (Bendimahi Şelalesi), Bendimahi Çayı üzerinde yer almaktadır. Şelaleyi oluşturan Bendbaşı Seddi, bir bazalt kütlesi olup, kütlenin alt katmanları volkanik bazaltlardan; yüzeyi ise traverten kayaçlardan oluşmaktadır. Şelalenin suları, bu kütle üzerinden dökülür. Şelalenin çevresi ve hemen güneybatısındaki vadi yamaçları, siyah bazalt kütlelerle kaplıdır.

*Deliçay Vadisi:* Çalışma alanının büyük derelerinden biri olan Deliçay'ın uzun profilinde aşağı kesimleri denge profiline yaklaşmış, yukarı kesimleri ise yer yer eğim kırıklarına sahip olup, denge profilinden uzak olduğu görülmektedir. Sahanın tektonik açıdan faylı olması bu durumu tetikleyen başlıca faktörlerden biridir. Yukarı çıgırlarında boğaz vadi sistemlerine sahip bu dere de Bendimahi Vadisindeki gibi volkanik yapı materyalini görmek mümkündür. Vadinin yamaçlarında yer yer Etrüsk ile Girekol Volkanları'na ait bazaltlar yan yana

istiflenmektedir. Çeşmeüstü Deresi, Etrüsk Dağı'nın kuzeybatısından Deliçay'a bağlanan en büyük koludur. Bu kol dağın batı yamacında doğu-batı doğrultuda bir vadi oluşturmaktadır.

Gönderme Boğazı: Etrüsk Dağı'nın kuzeydoğusunda, Gönderme Köyü mevkiinde bulunan Gönderme Boğazı, Bendimahi Çayı tarafından yarılan arazide oluşmuştur. Bendimahi Çayı'nın güneye doğru akışını sağlayan bu boğazdan itibaren çay yatağına derin bir şekilde gömülüp akmaktadır (Foto 1c).

Şeytan Köprüsü Boğazı: Bendimahi (Muradiye) Şelalesi'nin güneybatısında Şeytan Köprüsü Boğazı yer almaktadır. Akarsu bu alanda traverten bir kütle içerisine gömülerek bir boğaz oluşturmuştur. Boğazın dar ve derin oluşu ve genel vadi karakterine uymaması nedeniyle yörede yaşayan insanlar tarafından Şeytan Boğazı ya da Şeytan Köprüsü Boğazı adı verilmiştir. Boğaz, aynı isimle anılan ve tek kemerli bir taş köprü ile akarsuyun iki yakasını birbirine bağlamaktadır (Foto 1b).



**Fotoğraf 1:** Bendimahi Çayı Vadisi (a), Şeytan Köprüsü Boğazı (b), Gönderme Vadisi (c)

#### **2.2.4. Ovalar**

Muradiye Ovası, Van Gölü'nün kuzeydoğusunda Etrüsk Dağı'nın ise doğu eteklerinde yer almaktadır. Tendürek Dağı'ndan doğan ve Çaldıran Ovası'ndan geçerek gelen Bendimahı Çayı tarafından drene edilmektedir. Bendimahı Çayı, Gönderme Boğazı'ndan ovaya giriş yapmaktadır. Kuaterner alüvyonları ile kaplı olan Muradiye Ovası önemli bir tarımsal potansiyele sahiptir. Muradiye Ovası, Van Gölü kapalı havzasındaki en büyük ovalardan birisi, aynı zamanda Etrüsk Dağı ve yakın çevresindeki en büyük ovadır.

#### **2.2.5. Birikinti Koni ve Yelpezeleri**

Akarsu vadileri ve ağzları boyunca Kuaterner alüvyonları birikmiştir. Etrüsk Dağı'nın yamaçlarına yerleşen akarsuların düzlüklerle bulunduğu alanlarda ise birikinti konileri görülmektedir (Şekil 6). Çalışma alanındaki birikinti konileri, mevsimlik akarsuların dağın yamaçlarından kopardıkları malzemeyi eğim aşağı getirirken eğimin azaldığı kısımlarda bırakması ile oluşurlar. Yer yer yüksek eğimli yamaçlarda yamaç molozları görülmektedir. Bu duruma en iyi örnek Etrüsk kalderasının dik ve çıplak kayalık yamaçları verilebilir. Fiziksel parçalanmaya bağlı olarak ayrışan irili ufaklı kaya bloklarının yamaç aşağı hareket edip birikmesi ile yamaç molozları oluşur. Çalışma alanında Bendimahı Vadisi'nin içinde yer yer faylı yapıya bağlı olarak traverten oluşumları görülmektedir (Foto 1).

Sor Deresi, Etrüsk Kalderası'nı drene ettikten sonra, kalderanın dış drenaja açıldığı boğazdan Van Gölü'ne doğru akar. Mevsimlik Sor Deresi'nin getirdiği alüvyonlar, eğimin azaldığı yerde birikerek büyük bir birikinti konisi oluşturmuştur. Yine aynı şekilde Sor Deresi'nin hemen doğusunda bulunan mevsimlik Hasangil Deresi de aynı sistematik ile bir birikinti konisi oluşturmuştur. Ancak bu koni Sor Deresi birikinti konisine nazaran daha küçüktür. Yamaç aşağı getirilen irili ufaklı bu malzemeler bölgenin kolüvyal topraklarını oluşturmaktadır. Işınal bir şekilde Etrüsk, Hacıhalil ve Köseadağı merkezlerinden çevreye doğru inen tüm mevsimlik akarsularda aynı durumu ve oluşumu görmek mümkündür.

#### **2.2.6. Sekiler**

Van Gölü Havzası'nın uzun jeolojik geçmişine rağmen, göl çevresindeki taraçaların çoğu daha kısa bir jeolojik döneme sahiptir. Bu taraçalar Kuaternerde son 125 bin yıl içinde oluşmuştur (Görür ve diğ., 2015). Van Gölü çevresindeki taraçalarda iki yüksek seviye fazı gözlemlenir. Bu taraçalar oluşumu Üst

Pleistosen yaşlı olup yaklaşık 110 bin yıl önce başlamıştır. Bugünkü göl seviyesinden +80 m yükseltilere ulaşmıştır (Christol ve diğ., 2010).

Göl seviyesi değişimleri iklim, yerel volkanizma ve tektonizma kaynaklıdır ve çökeller farklı yükselti kademelerinde bulunmaktadır. Bu birimler göl kenarlarında gözlenen ve özellikle Van Gölü yükselme ve alçalmalarına bağlı olarak taraça oluşturan ve alüvyon malzemesi şeklinde gözlenen göl ve akarsu çökelleridir. Ekseriyetle göl ve karasal çökellerin aralanması ile oluşan bu sedimanter birimler, gevşek tutturulmuş kil, kum ve çakıllardan oluşmaktadır (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965; Yeşilova ve Yakupoğlu, 2007). Tipik olarak Etrüsk Volkanı'nın güneyinde gözlenen bu birimler çoğunlukla Etrüsk lavları ile sınır ilişkilerine sahiptir ve Etrüsk lavlarının yamaçlarında asılı kalarak taraçalar oluşturmuşlardır. Kuaterner zaman aralığında çökelmiş olan ve Van Gölü çevresinde birçok lokasyonda gözlenen bu birimlere ait kum, kil ve çakıl taşı kırıntılı tabakaları yer yer çevrede yüzeylenen lavlardan türemiş çakıl ara katkıları içermektedir (Oyan, 2011).

### **2.2.7. Volkanik Şekiller**

Strato-volkanların esas morfolojik evrimini belirleyen faktörler bu volkanların patlama tarzları ile çıkardıkları malzemenin fiziko-kimyasal bileşimidir. Kayaçlar içerdiği SiO<sub>2</sub> oranına göre üçe ayrılır; SiO<sub>2</sub> oranı %65'den fazla olan lavlar asidik, %60-52 arası nötr, %52-40 arası bazik %40'tan az olanlar ise ultrabazik karakterli kayaçlardır (Ardos, 1987; 34) Asidik karakterli lavlar genel olarak viskozitesi yüksek, yavaş çıkan ve ağır hareket eden lavlardır. SiO<sub>2</sub> oranı düşük olan bazik lavlar ise son derece akışkan yani viskozitesi düşük lavlardır. Hızlı bir şekilde akışa geçen bu lavlar hızlıca katlaşıp soğurlar bu bazik karakterli lavlar kalkan yapıli volkanlar oluşturur. Bu tür volkanlara örnek olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Karacadağ verilebilir. Bazik karakterde çıkardığı lavlar bir kovadan boşaltılan su gibi yayılır ve büyük koniler oluşturamaz. Asidik karakterde ise ülkemizden Erciyes, Ağrı, Süphan ve Etrüsk gibi dağlar örnek verilebilir.

Volkanik maddenin yüzeye çıktığı yerin şekli, volkan topoğrafyasının farklı özellikleri, özellikle buldukları yerdeki dağılış şekli buna bağlıdır. Volkanlar çıkış noktasına göre üçe ayrılır; Merkezi püskürme, Çizgisel püskürme ve Alansal püskürme. Merkezi püskürmenin oluşturduğu volkanik dağlar diğer püskürme tipleriyle oluşan yükseltisi fazla olan volkanik dağların oluşumunu sağlar. Bu üç püskürme tipinden büyük volkan konileri oluşturmak açısından en ideal olanı merkezi püskürmedir. Çalışma alanını oluşturan Etrüsk Dağı merkezi



püskürmeye güzel bir örnektir. Alansal ve çizgisel püskürme ise genel anlamda geniş alana yayılmış piroklastik ve bazalt örtüleri oluştururlar.

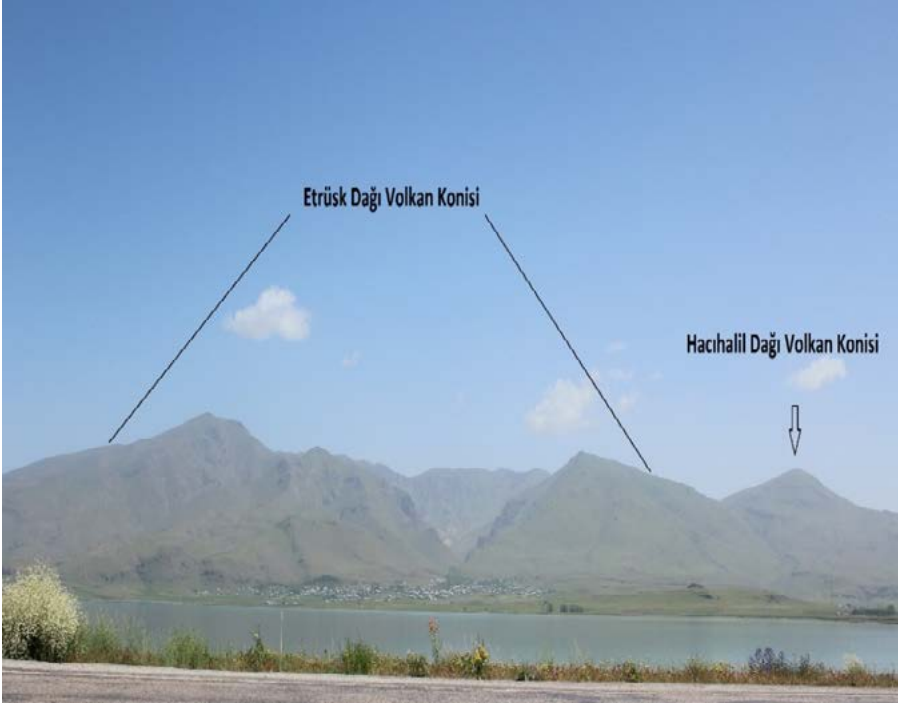
Volkanlarda yaş ve aktivite son derece önemlidir. Bir volkan ne kadar yaşlı ise dış kuvvetler tarafından o kadar aşındırılmış ve törpülenmiş demektir. Çalışma alanını oluşturan Etrüsk Volkanı Doğu Anadolu Bölgesi'nde kendisinden önce oluşmuş volkanlardan daha az, kendisinden sonra oluşmuş Süphan, Nemrut ve Tendürek gibi volkanlardan ise daha fazla törpülenmiş ve aşınmıştır. Bir volkanın aktivite süresi ne kadar uzun ise oluşturduğu morfolojik birimler de o kadar büyüktür. Örneğin ülkemizde Erciyes, Ağrı, Nemrut gibi geniş zaman aralığında aktivitelerine devam eden volkanlar topoğrafyada belirleyici rol oynamış ve devasa şekiller oluşturmuşlardır. Dış kuvvetler, volkanın aktivitesi boyunca oluşturdukları ilksel şekilleri zamanla değiştirirler. Etkileri zamanla doğru orantılıdır. Bu durum volkanik topografyanın görünümünü de belirler.

*Etrüsk (Akçadağ) Volkan Konisi:* Van Gölü'nün kuzeydoğusunda yer alan Erciş ilçe merkezinin yaklaşık 30 km kuzeydoğusunda bulunan Etrüsk Volkanı, Pliyosen yaşlı bir strato-volkandır. Lav ve piroklastik malzemelerin ardalanmalı bir şekilde istiflendiği strato-volkanlar birbirleri için dayanak konumunda olan farklı malzemelerden dolayı sadece lav veya piroklastiklerden oluşan volkanların aksine daha yüksek topoğrafyalar oluşturabilmektedirler (Erinç, 2001), (Foto 2). Etrüsk Dağı bu bağlamda 2943 m yükseltisi ile önemli volkanik dağlardan biridir (Foto 3).



**Fotoğraf 2:** Etrüsk Dağı'nda Lav ve Piroklastik Maddelerin Ardalanmasından Oluşmuş Strato-Volkan Yapısı

Hacıhalil Volkan Konisi: 2599 m yüksekliğe sahip olan bu dağ çalışma alanı sınırları içinde Etrüsk Dağı'ndan sonra en büyük ikinci Pliyosen volkan dağıdır. Etrüsk Dağı'nın hemen doğusunda merkezi bir çıkış noktasına sahip Hacıhalil Dağı, Etrüsk'e nazaran kalderası olmayan ve daha sade bir topoğrafya arz eden yapıya sahiptir. Hacıhalil Dağı'nın doğu sınırını Muradiye Ovası oluşturmaktadır (Foto 3).



**Fotoğraf 3:** Etrüsk Dağı ve Hacıhalil Dağı Volkan Konilerinin Güneyden Görünümü

Barrancoslar (Sel Yatağı): Volkan konilerinin yamaçlarında yer alan ve ışınal bir diziliş gösteren V profilli akarsu (sel) vadileridir. Volkan konilerinin yamaç eğimine uygun akan konsektant akarsuların açmış oldukları vadilerdir. Strato-volkanlara has bir topoğrafya şeklindedir.

Planez: Barrancoslar arasında kalan sırtlara planez denilmektedir (Hoşgören, 2014; Erinç, 2001), (Şekil 6). Etrüsk Volkan konisi yamaçlarında barrancoslara ve bunlar arasında kalan dış yamaçları etek kısımlarına doğru genişleyen üçgen sırtlı planezlere rastlanmaktadır.

Etrüsk Volkan Dağı'nın at nalı şeklinde güneyden dış drenaja açılmış bir kalderası vardır. Lokalizasyonda kaldera incelendiğinde kalderanın dış drenaja açılma

sistematığı ile dış drenaja açılmadan önceki ve açıldıktan sonraki durumu araştırma alanının kilit sorularından olmuş ve birçok farklı yorumlamaları da beraberinde getirmiştir.



Şekil 6: Etrüsk ve Yakın Çevresinin Jeomorfoloji Haritası

Kaldera uzun bir jeolojik geçmişe (Pliyosen) sahip olmadığından dolayı ilksel morfolojisini önemli ölçüde korumuştur. Jeolojik ve jeomorfolojik anlamda kendine özgü karakteristik özellikleri bulunan Etrüsk kalderasının iç çapı yaklaşık 9-10 km civarındadır. Kaldera içindeki en yüksek noktayı ise; Kale Tepe (2169 m) oluşturur. Devetaşı Tepeleri, Etrüsk kalderasının kuzey ve kuzeybatı zirvelerini oluştururlar. Bu tepeler son derece dik ve sarpırlar. Litoloji farklılığından oluşmuşlardır. Şöyle ki; Bu alanlarda lav örtüleri ve piroklastik malzemeden oluşan volkanik yapılar hızla aşınıp törpülenir. Piroklastik malzeme bazaltın oluşturduğu lav örtülerine kıyasla daha hızlı aşınacağından geriye kalan bazaltlar dik ve sarp Devetaş Tepelerini oluşturmuşlardır. Volkanın güney yamacındaki dış drenaja açılmış kısma yerleşen mevsimlik Sor Deresi kalderanın içini sentripetal bir şekilde akaçladıktan sonra kalderadan çıkıp Van Gölü'ne dökülür (Foto 4).

Etrüsk kalderası tipik amfi-tiyatro şekilli çökme kalderasıdır. Çökme kalderası olduğuna dair en temel göstergeler kalderanın iç yamaçlarının sahip olduğu yüksek eğim değerleri ile kaldera içindeki volkanik materyalin gelişi güzel yığılmış olması ile oluşan yığın topoğrafyasıdır. Ayrıca bu tarz çökme

kalderalarının duraylı olmayan yamaçlarında “debris avalanche” adı verilen morfolojik birimler gözlemlenir. Bu morfolojik birimler Etrüsk Kalderasının iç yamaçlarında da gözlemlenmişlerdir.



**Fotoğraf 4:** Etrüsk Dağı Kalderasının Dış Drenaja Açıldığı Güney Yamaç

### 2.2.8. Karstik Şekiller

Çalışma alanının neredeyse tamamı volkanik kaya grupları ile kaplanmıştır. Bu volkanik yapı karstlaşmaya olanak tanımamıştır. Ancak yer yer faylı yapıya bağlı olarak traverten oluşumları gözlemlenmiştir. Bendimahi Çayı’nda Muradiye Şelalesi ve Şeytan Köprüsü Boğazı civarında bu oluşumlara rastlanmıştır.

### 2.2.9. Kütle Hareketleri

Bölgede yapılan arazi gözlemleri sonucunda sadece kaya düşmelerine dair kütle hareketleri tespit edilmiştir. Bölgenin tamamen volkanik (sert ve rijit) bir yapıda olması toprak kaymaları gibi kütle hareketlerine olanak tanımamıştır (Foto 5).

Kaya Düşmeleri: Çalışma alanında Etrüsk kalderasının dik ve eğimli yamaçlarında bu tarz oluşumlar mevcuttur. Fiziksel parçalanmaya bağlı olarak ayrışan irili ufaklı kaya bloklarının yamaç aşağı hareket etmesiyle oluşurlar.

Moloz Çığı (Debris Avalanche): Volkanik moloz çığı büyük ve sarp volkanik yapıların kısmi olarak çökmeleri ile oluşan, yüksek hızlarda hareket eden irili ufaklı boylarda moloz malzemesinin oluşturduğu büyük hacimli oluşuklar için kullanılan genel bir terimdir (Ui, 1982; Siebert, 1984; Siebert ve diğ., 1987). Volkanik moloz çığı kütleleri özellikle dik, duraysız, yamaçlı strato-volkanların evriminde yaygınca gözlenen yapılardır. Genç moloz çığlarının en tipik morfolojik özellikleri, amfi tiyatro şeklinde çöküntü alanları ve öbeksi yığın yapısı sunan topografyaya (hommocky topography) sahip olmalarıdır (Ui ve diğ., 2000). Etrüsk Volkanı'nda kaldera içinde gözlenen moloz çığı çökelleri kalderanın duvarında gözlemlenmiş ve tipik olarak kaldera çökmesi ile ilişkili olarak amfi tiyatro şeklinde oluşumlar sergilenmiştir.



**Fotoğraf 5:** Etrüsk Kalderası duvarından çeşitli görüntüler. (a) Kaldera duvarından kopup parçalan kaya çığıları. (b) Çökme esnasında duvarda gelişen Moloz Çığı (Debris Avalanche)

## **Sonuç**

Etrüsk Volkan Dağı, Van Gölü Kapalı Havzası içerisinde ve Van Gölü'nün kuzeydoğusunda yer alır. Araştırma alanı aynı zamanda gölün kuzeyinde bulunan Nemrut, Süphan, Tendürek ve Ağrı Volkan Dağlarının oluşturduğu güneybatı-kuzeydoğu yönelimli hat üzerindedir. Dolayısıyla araştırma alanı bu hattın oluşturduğu sistemden ayrı düşünülemez. Bu açıdan değerlendirildiğinde Doğu Anadolu Bölgesi'nde Orta Miyosende kıta kıta çarpışması ile başlayan Neotektonik rejim Etrüsk Dağı ve yakın çevresini önemli ölçüde etkilemiş ve etkilemeye devam etmektedir. 2011 Van Depremi bunun devam ettiğinin göstergesidir.

Etrüsk Dağı, merkezi bir püskürme ile karakterize olmuş tipik bir strato-volkan'dır. Dağın farklı karakterlerde lavlar ihtiva etmesi, kalderasının olması ve strato-volkanlarının tipik morfolojik birimleri olan barancos ve planezlerin varlığı dağın strato-volkan olduğunun göstergeleridir.

Saha çalışmalarının sonuçları, petrografik, jeokimyasal ve  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  yaş analizleri ile birlikte yorumlandığında; çalışma alanında yüzeylenen volkanik birimlerin üç farklı periyotta püskürmüş oldukları anlaşılmıştır. Çalışma alanındaki en yaşlı volkanik aktivite, Miyosende dasitten trakite kadar lavların 10-5.50 My zaman aralığında püskürmesi ile gelişmiştir. Bu aktiviteden sonra Pliyosende (4.9-3.6 My arasındaki zaman aralığında) bazalttan riyolite kadar değişen bileşime sahip lavlar farklı çıkış merkezlerinden püskürmüş ve daha sonra yaklaşık 2 My boyunca volkanik aktivite sönüştür. Çalışma alanındaki son volkanik aktivite Kuaternerde 1-0.26 My zaman aralığında Girekol ve Yüksektepe gibi volkanik merkezlerden ve açılma çatlaklarından alkali bazaltik lavların çıkışları ile sonlanmıştır (Oyan, 2011; 24). Çalışma sahasının jeomorfik özellikleri ve volkanik çıkışların dağılımı, yerel tektonik yapılar tarafından güçlü bir şekilde kontrol edilmektedir.

Çalışma alanında jeomorfolojik olarak en büyük birimler Etrüsk Dağı konisi, kalderası ve bazalt platolarıdır. Belirgin bir koniye sahip olan dağ, üzerinde bulunduğu çizgisel hat içerisinde (Nemrut-Süphan-Tendürek-Ağrı) ve oluştuğu jeolojik dönem itibariyle yüksek bir dağ değildir. Etrüsk Dağı sahip olduğu çökme kalderası ile jeomorfolojik olarak ayrıcalıklıdır. Sahip olduğu kaldera çıkarmış olduğu volkanik malzemenin ne kadar fazla olduğunu gösterirken, çökmeye birlikte yükseltisinin neden fazla olmadığını da göstermektedir. Yine bazalt platolarının genişliği püskürmelerin şiddetini ve çıkan malzemenin oransal boyutunu göstermektedir. Kalderanın dış drenaja açılma sebebi ile ilgili yapılan araştırmalar sonucunda kaldera duvarının

patlamalarla parçalandığı ve daha sonra flüvyal süreçlerle şekillenip dış drenaja bağlandığı kanısına varılmıştır.

Etrüsk kalderası 9 km çapında tipik bir çökme kalderasıdır. Bunun çökme kalderası olduğunun en bariz göstergeleri ise kalderanın iç duvar yamaçlarında gözlemlenen moloz çığları (debris avalanche) ve kaldera duvarının iç taraftan sahip olduğu dik eğimdir. Bilindiği üzere çökme kalderaları, dik bir duvar eğimine sahiptir. Ülkemizde Nemrut Kalderası'nda da bu durumu gözlemlemek mümkündür. Yine aynı şekilde Etrüsk Kalderası'nın bir çökme kalderası olduğunun bir başka göstergesi ise kaldera içinde çökme olayını karakterize eden yığın topoğrafyasının varlığıdır.

Etrüsk lavları geniş bir yayılım alanına sahiptir ve farklı jeomorfolik oluşumların gelişimine sebep olmuştur. Dağın kuzeyinde geniş plato yüzeyleri oluştururken güneyde Van Gölü seviye değişimlerinin izlerini taşımaktadır. Oluşan sekiler Etrüsk lavları üzerinde asılı kalmıştır. Bu durum, Van Gölü'nün şekillenmesinde de Etrüsk Volkan Dağı'nın etkili olduğunu göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- ARDOS, M. (1987), *Volkan Coğrafyası*. İstanbul Üniversitesi Yayınları No:34, İstanbul.
- ATICI, G., TÜRKECAN, A. (2017), "Anadolu'nun Volkanları", *Doğal Kaynaklar ve Ekoloji Bülteni*, C. 22, ss. 1-18.
- BATHKE, H., SUDHAUS, H., HOLOHAN, E. P., WALTER, T. R., SHIRZAEI, M. (2013), "An active ring fault detected at Tendürek volcano by using InSAR", *Journal of Geophysical Research Solid Earth*, vol. 118, no. 8, pp. 4488-4502.
- BATHKE, H., NIKKHOO, M., HOLOHAN, E. P., WALTER, T. R. (2015), "Insights into the 3D architecture of an active caldera ring-fault at Tendürek volcano through modeling of geodetic data", *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 422, pp. 157-168.
- CHRISTOL, A., KUZUCUOĞLU, C., FORT, M., MOURALIS, D., DOĞU, A. F., AKKÖPRÜ, E., BRUNSTEIN, D., FONTUGNE, M., KARABIYIKOĞLU, M., SCAILLET, S., ZORER, H. (2010), "Morphosedimentary evidences of lake level variations in the terraces of Lake Van (Turkey)", *Quaternaire*, vol. 21, no. 4, pp. 443-458.
- COTTON, C. A. (1944), *Volcanoes as landscape forms*, Christchurch, Whitcombe and Tombs Publishing, 416 p.

- DAVISON, J., DE SILVA, S. (2000), Composite volcanoes. In H. Sigurdsson, B. F. Houghton, (Eds.), *Encyclopaedia of volcanoes*. New York, Academic Press, p. 663–681.
- DEGENS, E. T., KURTMAN, F. (1978), *Van Gölü Jeolojisi*. MTA Yayınları No:169, Ankara.
- DEMİRTAŞLI, E., PISONI, C. (1965), “Adilcevaz Bölgesinin Jeolojisi”, *MTA Dergisi*, C. 64, ss. 22-36.
- DEWEY, J. F., HEMPTON, M. R., KIDD, W. S. F., ŞAROĞLU, F., ŞENGÖR, A.M.C. (1986), “hortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Eastern Anatolia - A Young Collision Zone. In MP Coward & AC Ries, (Eds.), *Collision Tectonics*. Geol. Soc. London Spec. Pub. 19 (R.M. Shackleton), pp. 3-36.
- ERİNÇ, S. (2001), *Jeomorfoloji II*, (Güncelleştirenler: Ertek, T.A., Güneysu, A.C.), DER Yayınları, İstanbul.
- FRANCIS, P. W. (1993), *Volcanoes: A Planetary Perspective*. Oxford University Press, Oxford. 443 pp.
- GROSSE, P., VAN WYK DE VRIES, B., PETRINOVIC, I. A., EUILLADES, P., ALVARADO, I. G. (2009), “Morphometry and evolution of arc volcanoes”, *Geology*, vol. 37, pp. 651–654.
- GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, N. M., ZABCI, C., SAKINÇ, M., AKKÖK, R., ŞİLE, H., ÖRÇEN, S. (2015), “Van Gölü’nün Geç Kuarterner Tektono-Stratigrafik Evrimi”, *MTA Dergisi*, C. 151, ss. 1-47.
- HOŞGÖREN, M. Y. (2014), *Jeomorfoloji Terimleri Sözlüğü*, Çantay Kitapevi, İstanbul.
- HONE, D. W. E., MAHONY, S. H., SPARKS, R. S. J., MARTIN, K. T. (2007), “Cladistic analysis applied to the classification of volcanoes”, *Bulletin of Volcanology*, vol. 70, pp. 203–220.
- INNOCENTI, F., MAZZUOLI, R., PASQUARE, G., DI BROZOLO, F. R., VILLARI, L. (1976), “Evolution of the volcanism in the area of interaction between the Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, Eastern Turkey)”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 1(2), pp. 103-112.
- KARÁTSON, D., FAVALLI, M., TARQUINI, S., FORNACIAI, A., WORNER, G. (2010), “The regular shape of stratovolcanoes: a DEM-based



- morphometrical approach”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 193(3-4), pp. 171-181.
- LAHN, E. (1976), *Türkiye Jeolojisi* O.D.T.Ü. Müh. Fak. Yay. No 51 Ankara.
- LEBEDEV, V. A., SHARKOV, E. V., KESKİN, M., OYAN, V. (2010), “Geochronology of Late Cenozoic Volcanism in the Area of Lake Van Turkey: An example of Developmental Dynamics for Magmatic Processes”, *Doklady Earth Science*, vol. 433, pp. 1031-1037.
- OYAN, V. (2011), *Etrüsk Volkanı ve çevresinin (Van Gölü Kuzeyi) volkanostratigrafisi, petrolojisi ve magmatik evrimi*. (Doktora tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van), <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden edinilmiştir.
- PIKE, R. J., CLOW, G. D. (1981), Revised classification of terrestrial volcanoes and a catalog of topographic dimensions with new results on edifice volume. U.S. Geological Survey Open-File Report OF 81-1038.
- RIEDEL, C., ERNST, G. G. J., RILEY, M. (2003), “Controls on the growth and geometry of pyroclastic constructs”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 127, pp. 121–152.
- SIEBERT, L. (1984), “Large volcanic debris avalanche: characteristics of source areas, deposit and associated eruptions”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 22, pp. 163-197.
- SIEBERT, L., GLICKEN, H., UI, T. (1987), “Volcanic hazards from Bezymianny and Bandaitype eruptions”, *Bulletin of Volcanology*, vol. 49, pp. 435-459.
- SIMKIN, T., SIEBERT, L. (1994), *Volcanoes of the World* (second edition), Tucson, Arizona, Geoscience Press, 349 p.
- SÜR, Ö. (1994), “Türkiye’de volkanizma ve volkanik yerçekilleri”, *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, C. 3, ss. 29-53.
- ŞAROĞLU, F., YILMAZ, Y. (1981), “Doğu Anadolu'nun neotektoniği ve ilgili magmatizması”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Ketin Sempozyumu’nda sunulmuştur*, ss. 149-162.
- ŞAROĞLU, F., GÜNER, Y. (1981), “Doğu Anadolu’nun jeomorfolojik gelişimine etki eden öğeler; jeomorfoloji, tektonik, volkanizma ilişkisi”, *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 24, s. 39-50.

- THOURET, J. C. (1999), “Volcanic geomorphology—An overview”, *Earth-Science Reviews*, vol. 47, pp. 95–131.
- TONBUL, S. (1996), “Bingöl Dağı'nın Volkan Morfolojisi ve Volkanizma-Tektonik İlişkileri”, *Fırat Üniv. Sosyal Bil. Dergisi*, C. 8, Sy. 1, ss. 311 – 340.
- UI, T. (1982), “Volcanic dry avalanche deposits-identification and comprasion with non volcanic debris stream deposits”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 18, pp. 135-150.
- UI, T., TAKARADA, S., YOSHIMOTO, M. (2000), Debris avalanche. Chapter 8. In H Sigurdsson & BF Houghton, (Eds.), *Encyclopedia of Volcanoes*. Akademic Pres, San Diego, 1417.
- YEŞİLOVA, Ç., YAKUPOĞLU, T. (2007), “Adilcevaз kireçtaşının (Van Gölü kuzeyi) mikrofasiyes özellikleri”, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, C. 50, pp. 27-39.
- YILMAZ, Y., ŞAROĞLU, F., GÜNER, Y. (1987), “Initation of the neo magmatism in East Anatolia”, *Tectonophysics*, vol. 137, pp. 177-199.
- WOOD, C. A. (1980) “Morphometric evolution of cinder cones”, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 7, pp. 387–413.