

## Gölcük Volkanik Alanının Jeomorfolojisi, Isparta - Türkiye

### *Geomorphology of Golcuk Volcanic Area, Isparta-Turkey*

Ergin CANPOLAT<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup> Cengizhan Anadolu Lisesi, Kağıthane, İstanbul.

✉ Sorumlu yazar/Corresponding author: Ergin Canpolat / [ergincanpolat@gmail.com](mailto:ergincanpolat@gmail.com)

#### *Makalenin Tarihiçesi – Article History*

Geliş / Received: 03.12.2015

Revizyon / Revised: 10.12.2015

Kabul / Accepted: 31.12.2015

#### **ÖZET**

Güneybatı Anadolu'da Isparta ve Burdur şehir merkezleri arasındaki volkanik alan; Gölcük Kalderası, kaldera içindeki ve dışındaki volkan konileri ile pomza, tuf, andezit-trakiandezit kayalardan oluşmuş volkanik unsurlar ile dikkat çekmektedir. Bu çalışmada; Gölcük volkanizması; jeomorfolojik özellikleri ile değerlendirilerek araştırılmıştır. Böylece volkanizmanın oluşum ve gelişim özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışma kapsamında XRD – SEM analizleri, OSL tarihlendirmeleri, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle desteklenmiş olan arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi, yükselti, eğim, bakı özellikleri açısından incelenmiş, topoğrafik analizler yapılmıştır. Çalışma ile Gölcük volkanik alanındaki volkan jeomorfolojisi unsurları olan koniler, dom yapıları, vadiler, kaldera ve paleokalderalar haritalanmıştır. Çalışma sahasının 1/25000 ölçekli jeomorfoloji haritası üretilmiştir.

Yapılan araştırmalarda; volkanik faaliyetlerin, plaka hareketleri sonucunda ve özellikle sahanın Pliyosen'de tektonik açılma rejimine girmesi sonucu gerçekleştiği, volkanizmanın değişik aralıklarla 5-6 bin yıl öncesine kadar devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca volkanik faaliyet süreciyle iç içe değişik kaldera yapılarının oluştuğuna, volkanik koni ve dom yapılarının geliştiğine, bazen de ortadan kalkmasına neden olduğuna ait bulgulara ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Gölcük Kalderası, volkanizma, pomza, jeomorfoloji, Isparta.

#### **ABSTRACT**

The southwest Anatolia volcanic area, between the Isparta and Burdur city centers, draws our attention with Golcuk Caldera, volcanic cones inside and outside the caldera that have pumice, tuff, and andesite-trachyandesite rocks formed from volcanic components. In this study, Gölcük volcanism is evaluated according to its geomorphological features. The volcanic formation and development properties are explained from this aspect. Within the scope of the work, we performed rock chemistry XRD - SEM analysis, OSL dating, and field studies supported by Remote Sensing and Geographic Information Systems. The land was examined in terms of the features of elevation, slope, aspect and topographic analysis. From this study, the volcanic elements in the Golcuk Volcanic area, such as volcanic cones, domes, valleys, calderas and paleo calderas were mapped. We also produced a geomorphology map at a scale of 1/25000.

Volcanic activities are a result of plate movements, and in particular are a result of entering the tectonic extensional regime of Pliocene Time. Volcanism continued in different frequencies before concluding 5-6 thousand years ago. Also through volcanic activity processes, nested caldera structures, volcanic cones and dome structures were formed, and sometimes these processes caused these volcanic structures to disappear.

**Keywords:** Golcuk Caldera, volcanism, pumice, geomorphology, Isparta.

## 1. GİRİŞ

Doğal afet türlerinden biri olan volkanizma yurdumuzda aktif olarak görülmemektedir. Ülkemiz, Sicilya adasındaki Etna Yanardağı ile son faaliyetini 1950 yılında gerçekleştiren Ege Denizi'ndeki Santorini (Thera) (Sür, vd., 2002) gibi faal volkanlarla aynı tektonik kuşak üzerinde bulunmaktadır. Bir deprem ülkesi olmamız, volkanik alanlarımız ve doğal sıcak su kaynaklarımız birlikte değerlendirildiğinde; volkanizmanın tekrar gerçekleşme olasılığının olduğu söylenebilir. Bu durum volkanik sahalarımızın özelliklerinin araştırılmasını ve volkanik arazilerin takibini gerektirmektedir. Isparta ve Burdur şehir merkezleri arasında yer alan 1,3 km yarıçapında geniş oval şekilli bir kalderaya sahip Gölcük volkanik alanı da araştırılması gereken volkanik sahalarımızdan biridir. Kaldera duvarlarının ve kaldera içindeki volkan konisinin aşınımından korunmuş ilksel görünümü volkanizmanın gençliğinin kanıtıdır. Kaldera kenarlarında özellikle doğu ve kuzey kesiminde 50 metrenin üzerinde kalınlığı olan piroklastik unsurlar ve pomza istiflerinin kalınlıkları kalderadan uzaklaştıkça azalmaktadır. Volkanik istif kalderadan 45 km uzaklıkta Eğirdir Gölü taraçalarında 10-15 cm kalınlığında pomza şeridi şeklinde izlenmektedir. Bu özellik volkanizmanın patlamalı karakterine ait işaretlerdir. Piroklastik istiflerde görülen stratigrafi ve tüfitler içerisinde kırmızı renkli toprak oluşumları volkanizmanın zaman zaman kesintiye uğradığının işaretleridir.

Bu çalışmada Gölcük volkanik alanının jeomorfolojik oluşum ve gelişim özellikleri açıklanmıştır. Çalışma ile Gölcük volkanik alanındaki volkanik jeomorfoloji unsurları olan koniler, volkanik dom yapıları, vadiler, kaldera ve paleokalderalar haritalanmıştır. Çalışma sahasının 1/25000 ölçekli jeomorfoloji haritası üretilmiştir.

## 2. MATERYAL ve METOT

Sahanın litolojik ve tektonik özelliklerine ilişkin diğer araştırmacılar tarafından yapılmış olan çalışmalardan da yararlanılarak 1/25000 ölçekli jeoloji haritası derlenerek CBS ortamında çizilmiştir. 1/25000 ölçekli topoğrafya haritası sayısallaştırılmış, eş yükselti eğrilerinden 10 m çözünürlüklü sayısal yükselti modeli yapılmıştır. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleriyle desteklenmiş olan arazi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Sayısal modelleme ve haritalamalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarından ArcGIS kullanılmıştır.

Kayaç kimyasal yapısını açıklamak amacıyla çalışma sahasından alınan 2 adet numune İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü laboratuvarlarında, incelenmiştir. Kayaç kimyası analizleri, XRD – SEM analizi (X-ray Diffraction Measurement - Scanning Electron Microscopy / X Işınları Kırınımı – Tarayıcı Elektron Mikroskopi) kullanılarak mineral tanımlamaları ve şekilsel özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. XRD için Phillips XPERT-PRO cihazı kullanılmıştır. Ölçüm programı MPSS Powder'dir.

Gölcük volkanizmasına ait bu materyalin en son hangi aktivite dönemlerinde yüzeylemiş olabileceğine ilişkin sonuçlara ulaşmak için OSL (Optik Uyarmalı Lüminesans) yönteminin kullanılması uygun bulunmuştur. Çalışma kapsamında çalışma sahasında 2010 yılında yapılan arazi çalışmalarında OSL tarihlendirmesi için alınan dört adet numunenin tarihlendirilmesi Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fizik Mühendisliği Bölümünde yaptırılmıştır. Bir adet numunenin yaşlandırılması ise Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Sarayköy Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi Laboratuvarında yaptırılmıştır (Canpolat 2014).

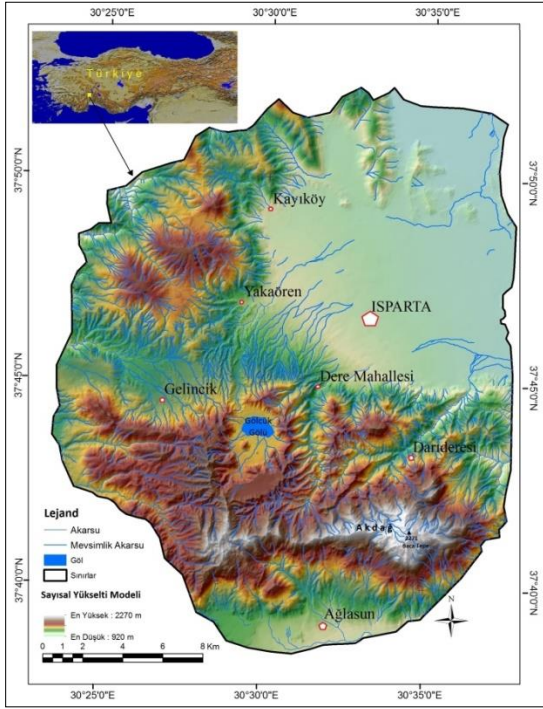
OSL (Optik Uyarmalı Lüminesans) tarihlendirme tekniği, kuvars ve feldspat gibi bazı doğal minerallerin ışıla uyarılmasıyla açığa çıkan ışının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Lüminesans teknikleriyle yapılan tarihlendirmelerin önemli avantajı birkaç on yıl ile yüzbinlerce yıl ( $\pm 40.000 - 300.000$  yıl) aralığında kuvars ve feldspat mineralleri içeren katı sedimentler için uygulanabilmektedir (Turoğlu, 2011).

Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından üretilmiş Gölcük Gölü batimetri haritası sayısallaştırılmış göl tabanı izobatlarının profil serisi analizleri yapılmış, kaldera içindeki göl tabanının jeomorfolojik özellikleri saptanmıştır. Bu veri ve bulgular ışığında Gölcük volkanizması oluşum ve gelişim özellikleri açıklanmıştır. Çalışma ile Gölcük volkanik alanındaki volkanik jeomorfoloji unsurları olan koniler, volkanik dom yapıları, vadiler, kaldera ve paleokalderalar haritalanmıştır. Çalışma sahasının 1/25000 ölçekli jeomorfoloji haritası üretilmiştir.

## 3. ÇALIŞMA SAHASININ KONUMU

Çalışma sahası Güneybatı Anadolu'da Burdur ve Isparta arasında kalmaktadır. Jeolojik ve tetonik olarak ise Batı Toroslar Kıvrım Kuşağı içinde kalan Isparta Büklümü veya Isparta Açısı olarak tanımlanan bölgede yer almaktadır. Gölcük volkanik alanı,  $37^{\circ}38' 15'' - 37^{\circ} 52'$

10" K ile 30° 22' 50" - 30° 38' 20" D boylamları arasındaki alanda yer alır (**Şekil 1**).



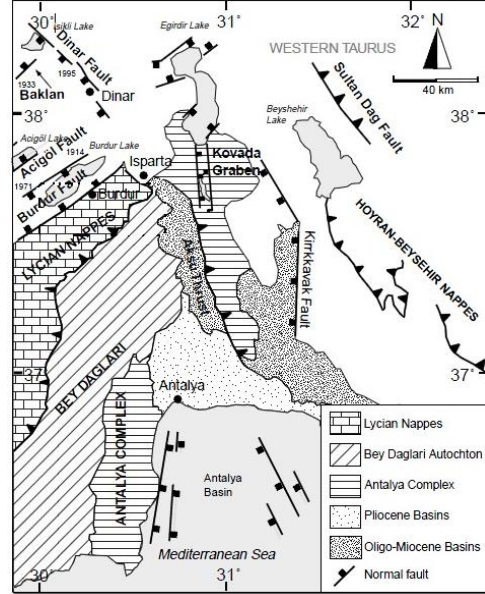
**Şekil 1:** Çalışma sahasının lokasyonu  
*Figure 1: Location of study area*

#### 4. GÖLCÜK VOLKANİK ALANININ GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Gölcük volkanik alanı litolojik birimleri; trakit, trakiandezit, andezit, volkanik tüf ve pomza serileridir. Gölcük volkanizmasına ait Pliyo-Kuaterner litolojik birimleri güneyde Triyas-Kretase yaşlı Akdağ kireçtaşları, kuzeyde Orta Eosen yaşlı filiz çökelleri, batıda yer yer aralarında Gölcük volkanitlerinin de bulunduğu İsparta ovası alüvyonları tarafından sınırlandırılmaktadır. Gölcük formasyonu Pliyo-Kuaterner göl çökelleri ile aratabakalı bir özellik gösterip, kalınlığı en fazla 1000 metredir (Yalçinkaya, 1989).

Afrika levhasının Avrasya levhasının altına daldığı bölge yakınlarında yer alan Güneybatı Anadolu'da Orta ve Üst Miyosen'de başlayan kuzey-güney doğrultulu bir sıkışma rejimi gerçekleşmiştir. Sıkışma rejimi Orta Pliyosen'e kadar sürmüş, Antalya Kenet Kuşağı'nın kapanışı, düşük ve yüksek açılı bindirmeler, yırtılma faylanması, bunlara bağlı olarak gelişmiş çeşitli nap yerleşimleri ve blok rotasyonları gibi olaylar vuku bulmuştur (Koçyiğit, 2008). Pliyosen'de ise Anadolu levhası doğu-batı yönünde olmak üzere yön değiştirmeye başlamış, Orta Torosların ucu güneye bakan bir

bükülmeye uğramıştır (Şengör, 1980; Poyraz, 2009). Geç Pliyosen'den itibaren sıkışma rejiminin genişleme türü bir rejime dönüşmüştür. Genişleme rejimine bağlı olarak da, İsparta Açısı (**Şekil 2**), başlıca verem atımlı normal faylanma ve ilgili depremlerin fay düzlemi çözüm diyagramlarıyla karakterize edilen yeni tektonik rejimin bilinen tip alanlarından birisi olmuştur (Koçyiğit, 2008).



**Şekil 2:** İsparta Açısının Genel Jeolojik ve Tektonik Yapısı (Vehaert, vd., 2006)  
*Figure 2: Main Geological and Tectonic Structure Of İsparta Angle (Vehaert, vd., 2006)*

Kalafat, 1988; Poyraz, 2009'da yaptıkları çalışmalarda depremlerin odak noktası ve P dalgası ilk hareket yönlerinden deprem çözümlemeleri yapmıştır. Bu çalışmalarda Güneybatı Anadolu'da genişlemeli tektonizma olduğunu vurgulamıştır.

Gölcük volkanizması Pliyosen'de gerçekleşen bu gerilme rejimine bağlı olarak geişen açılma fayları ile ilgilidir. İsparta'nın kuzeyinde Gönen civarında, İsparta'nın güneyinde Bucak civarında ve Gölcük'te gerçekleşen volkanizma yaklaşık olarak Kuzey-Güney yönelimli bir fay üzerine yerleşmişlerdir (Karaman, 2000).

##### 4.1. Pliyosen Gölcük Volkanik Formasyonları

Poisson (1977) tarafından Gölcük volkanitleri olarak tanımlanan birim, Gölcük kalderası çevresinde yer alır. Yalçinkaya (1989), birimi Pürenova formasyonu, aynı birim, Karaman (1990) tarafından Gölcük volkanitleri andezit üyesi olarak adlandırılmıştır. Koçyiğit, (2008) Gölcük kayaç topluluğunu deniz seviyesinden 1378 m yükseklikte İsparta grabeninin güney-güneybatı omuzuna

yerleşmiş, 3-4 km çapında, asimetrik bir püskürme yapısı şeklinde tanımlamıştır.

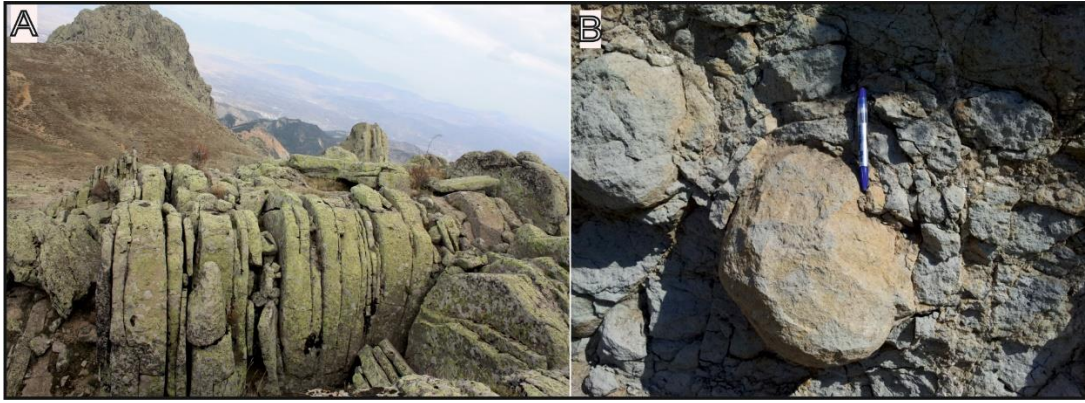
Gölcük çevresinde, bu tip kayalarda K/Ar yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemeleri 4-4.7 milyon yıl yaş vermekte ve bu birimler Alt Pliosen olarak tarihlendirilmektedir (Leferve vd., 1983). Çoban (2005) Isparta yöresindeki volkanik gelişimi şöyle özetlemiştir: (I) lamprofirik (minet) daykların oluşumu ( $6.21 \pm 0.3$  my), (II) trakiandezitik-trakitik ( $4.6 \pm 0.23$ - $4.25 \pm 0.21$  my) ve (III) bazaltik trakiandezitik- trakibazaltik volkanizmanın gelişimi ( $4.07 \pm 0.2$ - $3.68 \pm 0.5$  my), volkanik patlamaya bağlı piroklastiklerin ( $1.5 \pm 0.18$ -  $0.39 \pm 0.2$  my) ve fonolitik çember dayklarının oluşumu ( $0.35 \pm 0.1$  my).

Erol (1975)'e göre Burdur Pliosen Gölü'nün üst seviyelerinde volkanik arakatlı tortulların da bulunması Gölcük volkanizması faaliyetlerinin Üst Pliosen'de sürdüğünü kanıtlar.

Gölcük formasyonu Pliyosen volkanitleri Gölcük kalderası etrafında, Isparta ve Akdağ arasında, Çünür dolaylarında, Isparta çevresinde Hisar tepe, Kara tepe, Gilikkaya tepe, Karakaya tepe, Tepebaşı tepe, Yumru tepe, Yakarören dolayları ile Çünür dolaylarında gözlenirler. Gölcük ana kraterinin haricinde Karadağ, Hisar Tepe, Karakaya tepe gibi konilerden de bu birime

ait volkanik materyal yüzeylemiştir (**Şekil 3a**). Bu birim gri, yeşilimsi, sarı veya açık kahve renkli andezitik-trakitik lav, lamprofir, bazaltik trakiandezit, trakiandezit, trakit bileşimli kayalar, tefrifonilit ile aglomeradan ve laharlardan oluşmaktadır. Birim Ağlasun formasyonu ve Gönen çakıltaşları birimi üzerinde uyumsuz bulunurken, üstünde aynı formasyonun tüf, tüfit, pomza serileri yer almaktadır (Karaman, 2000; Özgür vd., 2008).

Trakit ve trakiandezitler, hem temel kayalar içerisinde yer aldığı gibi hem de temel kayalar içerisinde daha önceden yerleşmiş olan volkanikler içerisinde dayklar şeklinde bulunmaktadır. Bazı trakiandezitlerde amfibol, piroksen, biyotit, iri apatit, sfen, ve opak minerallerden oluşan mineral yığılımları yer almaktadır. Oldukça iri kristalli K-feldspat ve plajiyoklas kristallerinden oluşan ve bunun yanında sekonder oranda sfen ve zirkon kristalleri içeren monzosyenitik anklavlar küçük yumrular şeklinde volkanikler içerisinde yer almaktadır (Elitok vd., 2008). Çünür tepesi kuzey batısında bu anklavlara örnekler görülebilmektedir (**Şekil 3b**).



**Şekil 3 A:** Karakaya Tepe zirvesindeki andezitler **B:** Çünür tepesi kuzey batısında trakiandezitler içerisinde anklavlar.  
*Figure 3 A:* Andesite rocks on the Karakaya peak **B:** Enclaves in trachyandesite rocks northwest of Çünür Hill.

Lahar çökelleri kaldera dışı sahada özellikle volkanik çıkışların kenar kesimlerinde yer almakta ya da dayk konumlu volkanikleri kuşatmaktadır. Lahar çökellerinin bir taraftan Gölcük volkaniklerine ait malzeme içermesi, diğer taraftan da bu volkanitler tarafından kesilmesi bu çökellerin volkanik patlama öncesi lav çıkışlarının herhangi bir aşamasında oluştuğunu göstermektedir. (Elitok vd., 2008).

#### 4.2. Kuaterner Gölcük Volkanik Formasyonları

Gölcük volkanizmasının Kuaterner aktivitesi; Gölcük kalderasının kenar kesimlerinde dairesel şekilli mostra veren tefrifonolitik lav akıntıları ile bunları kesen yine aynı bileşimdeki dayklar, kaldera içerisindeki trakit domlardan oluşan kaldera içi volkanikler ile volkanik püskürme esnasında magma odasından dışarı atılmış piroklastik akma ve piroklastik döküntü çökelleriyle karakterize edilmektedir (Elitok vd. 2008).

Gölcük formasyonu Pliyo-Kuaterner göl çökelleri ile giriklik gösterir. Kalınlığı en fazla 1000 metre olduğu belirtilir (Yalçınkaya, 1989). Birim Üst Pliyosen-Pleistosen olarak kabul edilmiştir (Şenel, 1997).

Egemen kaya türünü son derece hafif maddelerden oluşmuş tuf, tüfit ve pomza seviyeleri temsil eder. Bunlar arazi gözlemlerinde kirli beyaz, açık kahve, sarı ve grinin tonları arasında renkler göstermekte olup, volkanik kökenli kil, killi silt, kum ve çakıl ile yer yer blok boyutundaki tuf ve tüfitler şeklindedir. Tuf ve tüfitler çoğu zaman yatay veya yataya yakın konumlu ve iyi tabakalanmalıdır. Bunların son derece gevşek tutturulmuş olması, kolay dağılgan özelliği, rüzgâr, yağış, vb. etkilerle dar ve derin vadilerin oluşumuna imkan sağlar. Formasyonu oluşturan tuf ve tüfitler tabandan tavana doğru farklı litolojik ve sedimentolojik özellikler gösterirler. Tüfitler içerisinde kırmızı renkli toprak oluşumları yer alır (Karaman, 1990). Bu durum volkanizmanın zaman zaman kesintiye uğramasıyla açıklanabilir. Birimin üzerinde Kuaterner alüvyonları bulunur (Kuşçu ve Gedikoğlu, 1990).

Gölcük yöresi volkanik kayaları toplam alkaliye ( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ ) karşı  $\text{SiO}_2$  kaya sınıflama diyagramında alkali alanda bazaltik trakiandezit, trakiandezit, trakit, fonotefrit, tefrifonolit alanlarında dağılım sunmaktadır (Şekil 4). Gölcük volkaniklerinde  $\text{SiO}_2$  (50.36-66.48 %),  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (14.53-19.85 %),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (0.99-7.39 %),  $\text{MgO}$ (0.05-4.52 %),  $\text{CaO}$ (0.16- 8.83 %),  $\text{Na}_2\text{O}$  (2,69-5.79 %),  $\text{K}_2\text{O}$ (2.52-7.24 %),  $\text{TiO}_2$ (0.2-1.18 %),  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0.05- 0.73 %) değerleri arasında değişmektedir (Özgür vd., 2008).

Yapılan SEM analizlerinde, volkanik birimin tane boyları  $\mu\text{m}$  olup taneli yapı gösterdiği tespit edilmiştir. Bunda volkanik materyalin patlamalı karakterde olması etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. XRD ve SEM analizi için G-3 numunesi Yakaören Köyü güneyinden (Tablo 1). G-7 numunesi ise kalderanın doğu iç yamacından alınmıştır (Tablo 2). Analiz sonuçlarına göre volkanik kayaların alkali yapıda olduğu "Sodyum Potasyum Alüminyum Silikat" kimyasal bileşiminde olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 1:** G-3 Numunesi XRD analiz sonuçları

*Table 1: XRD analysis result of G-3*

Görünür Referans Kodu	Skor	Bileşik Adı	Ölçek Katsayısı	Kimyasal Formül
00-010-0361	30	Anorthoclase, syn	0,722	$\text{Na}_{0.71}\text{K}_{0.29}\text{AlSi}_3\text{O}_8$
00-008-0048	52	Orthoclase	0,623	$\text{K}(\text{Al}, \text{Fe})\text{Si}_2\text{O}_8$
00-050-1714	13	Terranovaite	0,361	$(\text{Na}_{4.2}\text{K}_{0.2}\text{Mg}_{0.2}\text{Ca}_{3.7})$ $(\text{Al}_{12.3}\text{Si}_{67.7}\text{O}_{160}) \cdot 29\text{H}_2\text{O}$
00-025-0618	26	Sanidine, disordered	0,639	$\text{K}(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
<b>İndeks adı</b>	Potasyum Sodyum Alüminyum Silikat		Empirik Formül:	$\text{AlK}_{0.29}\text{Na}_{0.71}\text{O}_8\text{Si}_3$
Kimyasal Formül	:Na 0.71K0.29AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>			

**Tablo 2:** G - 7 Numunesi XRD analiz sonuçları

*Table 2: XRD analysis result of G-7*

Görünür Referans Kodu	Skor	Bileşik Adı	Ölçek Katsayısı	Kimyasal Formül
00-010-0357	67	Sanidine, potassian, disordered, syn	1,084	$(\text{Na}, \text{K})(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$
01-074-1758	14	Dickite	0,22	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4(\text{HCONH}_2)$
<b>İndeks adı:</b>	Potasyum Sodyum Alüminyum Silikat		Empirik Formül:	$\text{AlK}_{0.39}\text{Na}_{0.61}\text{O}_8\text{Si}_3$
Kimyasal Formül:	$(\text{Na}, \text{K})(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_8$			

Bazı iri katyonlu litofil (LIL) elementler oldukça yüksek değerlerde olup manto zenginleşmesini yansıtmaktadır. LIL elementler açısından zenginleşme ve negatif Nb-Ta- Ti anomalileri yay volkaniklerinin genel karakteristik özellikleri olarak bilinmektedir (Pearce, 1982; Arculus, 1987; Kelemen vd., 1993; Özgür vd., 2008).

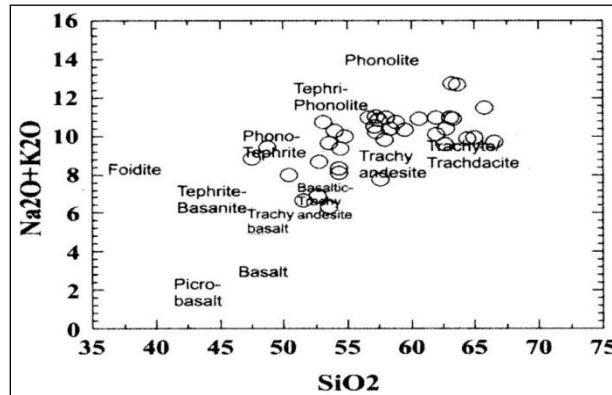
Kumral vd., 2006 tarafından Gölcük'teki Pliyo-Kuaterner alkali volkaniklerin, porfirik trakit ve ojit trakitlerin jeokimyasal özelliklerini, patlama öncesi volkanik evrimini iyi şekilde anlayabilmek için sayısal MELTS algoritması kullanılmıştır (Ghirso ve Sack, 1995). MELTS algoritmasında kimyasal varyasyonlar diğer genç serilerle karşılaştırılmıştır. Sonuçlar; iki mağma serisi olan trakit-trakiandezit ve tefrifonolit Gölcük volkanik kayalarının ana kayaç türünü oluşturduğunu göstermiştir. Trakitik-trakiandezit serilerin jeokimyası ilksel yerleşik olarak klinopiroksen ve plajiyoklas bölümleri siğ derinlikteki geçici oksijen koşullarınca şekillenmiştir. Trakitik-trakiandezitik mağmanın kristalleşmesinin ojit trakit, porfirik trakit, trakit ve trakiandezit dayk mineralleriyle uyumlu klinopiroksen, plajiyoklas, alkali feldspat, biotit, apatit, ve magnetit+kuvars üretmektedir (Kumral vd., 2006).

Kuaterner dönemine ait Gölcük volkanitlerinin yaşlandırma çalışmaları diğer bir değişle tarihlendirme çalışmaları; Özgür ve arkadaşları (2008); Elitok ve arkadaşları (2008); Platevoet vd., (2008), Platevoet vd., 2007 tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalarda K-Ar

yöntemi ile tarihlendirmeler yapmışlardır. Özgür ve arkadaşlarının (2008) çalışmasında  $206,1 \pm 9,8$  ka  $173,0 \pm 7,4$  ka  $72,2 \pm 4,7$  ka  $53,5 \pm 2,7$  ka,  $24 \pm 2$  ka tarihler elde edilmiştir. Özgür ve arkadaşları (2008); Elitok ve arkadaşları (2008); Platevoet ve arkadaşları (2008) Kuaterner volkanitlerini bu tarihlendirmelere dayanarak üç ana evreye ayırmışlardır. Bunlar: (I) Birinci püskürme evresi: altı piroklastik akma seviyesi ile temsil edilen ignimbiritik piroklastik akma çökelleri, (II) ikinci püskürme evresi: tefrifonolitik lav akıntısı-domlar, (III) üçüncü püskürme evresi: kaldera içi trakitik domlar ve piroklastik döküntü çökelleri şeklindedir (Şekil 5).

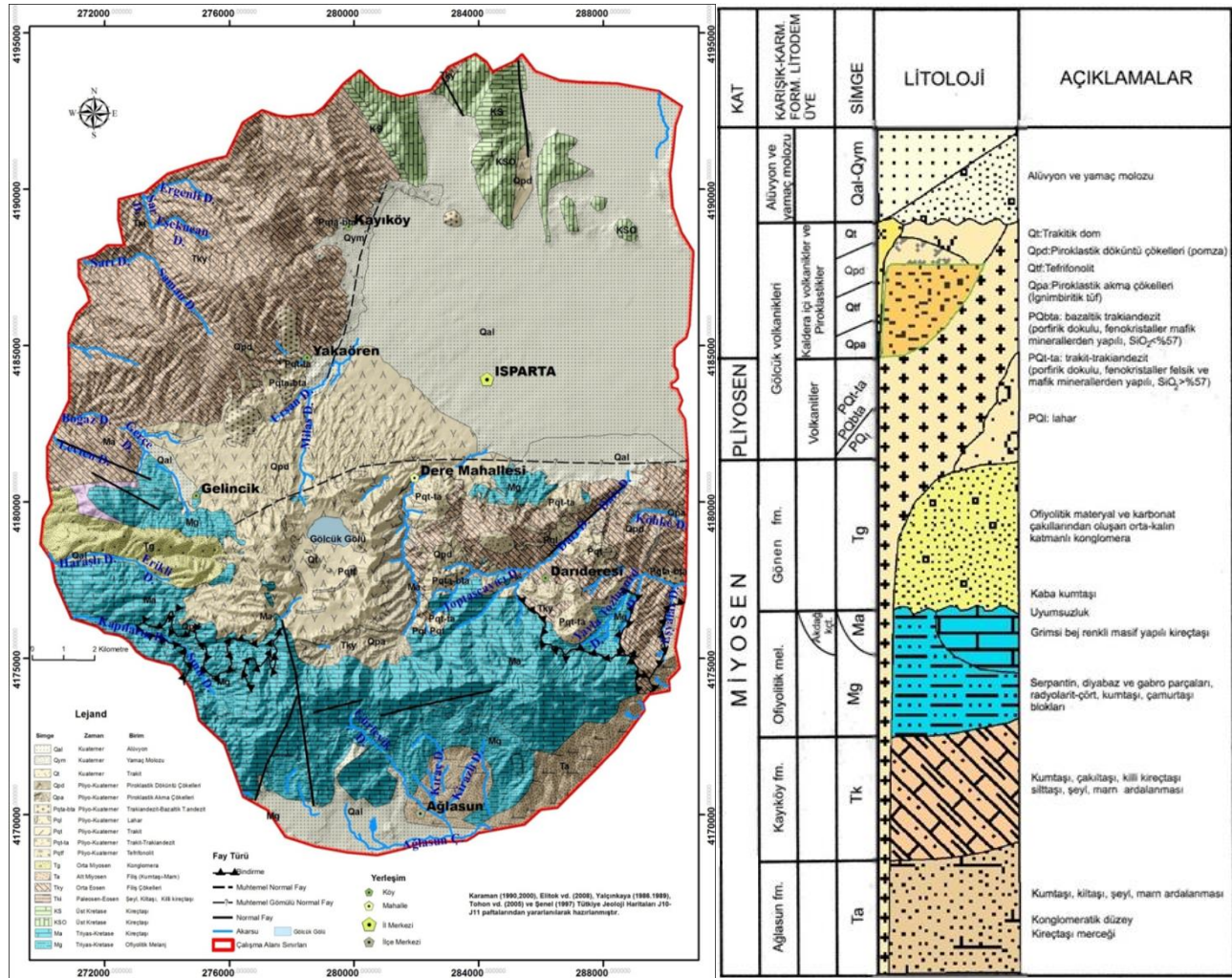
Düşme ve akma sonucu istiflenmiş olan tefranın dönemsel izleri volkanın kuzeydoğu ve doğusunda saptanabilir (Hildenbrand vd., 1999) Bu tefra çökellerinin eşleniği Gölcük Gölü'nden en uzak mesafede doğuda 46 km kuş uçuşu mesafede Eğirdir grabeninde göl taraçalarında güneybatıda 13 km kuş uçuşu mesafedeki Burdur Gölü doğusunda civarında izlenmektedir. Bu durum volkanizmanın patlamalı karakterde olduğunun bir işaretidir.

Kuaterner'in günümüze yakın dönemlerine ait litolojik unsurları ise; Gevşek tutturulmuş çakıl, blok ve çok az oranda kum ve çamur birikintilerinden oluşan eski akarsu taraça dolguları, akarsu, ova kenarlarında yaygın olarak bulunan Alüvyon yelpazeleri, blok, çakıl ve çamur birikintilerinden oluşan yamaç molozu ve birikinti yelpazeleridir. Bunlar yer yer tutturulmuş olmalarına rağmen çoğu gevşektir (Canpolat, 2014) (Şekil 5).



Şekil 4: Gölcük çevresi volkanik kayalarının SiO<sub>2</sub> Na<sub>2</sub> O K<sub>2</sub>O diyagramına göre petrokimyasal sınıflandırılması (Le Maitre, 1984; Özgür, vd., 2008)

Figure 4: Petrochemical clasification of volcanic rocks around Golcuk according to the diagram of SiO<sub>2</sub> Na<sub>2</sub> O K<sub>2</sub>O. (Le Maitre, 1984; Özgür, et al., 2008)



Şekil 5: Çalışma Alanı Jeoloji Haritası ve litolojik stratigrafisi  
Figure 5: Geology map of study area and lithological stratigraphy

## 5. ÇALIŞMA SAHASININ JEOMORFOLOJİSİ

Volkanik topoğrafya adı altında toplanan şekiller, iç kuvvetlerle dış etkenler arasındaki mücadelenin bileşkesidir. Zamanın uzunluğu, volkanik yapının kütlesi, volkanik aktivitelerin devamlılığı, volkanik yapının derinliği, söz konusu sahada aşınımın temposu ve sonuçta, volkan yapısını oluşturan kayaların özellikleri gibi etkenlere bağlı olarak bu topoğrafyada bazen iç kuvvetlerin, bazen dış etkenlerin daha ağır bastığı görülür (Eriç, 1971).

Çalışma sahasında, yukarıda değinilmiş olan faktörlerin kontrolünde gelişmiş olan başlıca yer şekilleri; volkan konileri, volkanik domlar, kalderalar, lav ve piroklastik akıntılar, volkanik temel üzerinde gelişen vadilerdir.

### 5.1. Volkan Konileri ve Volkanik Domlar

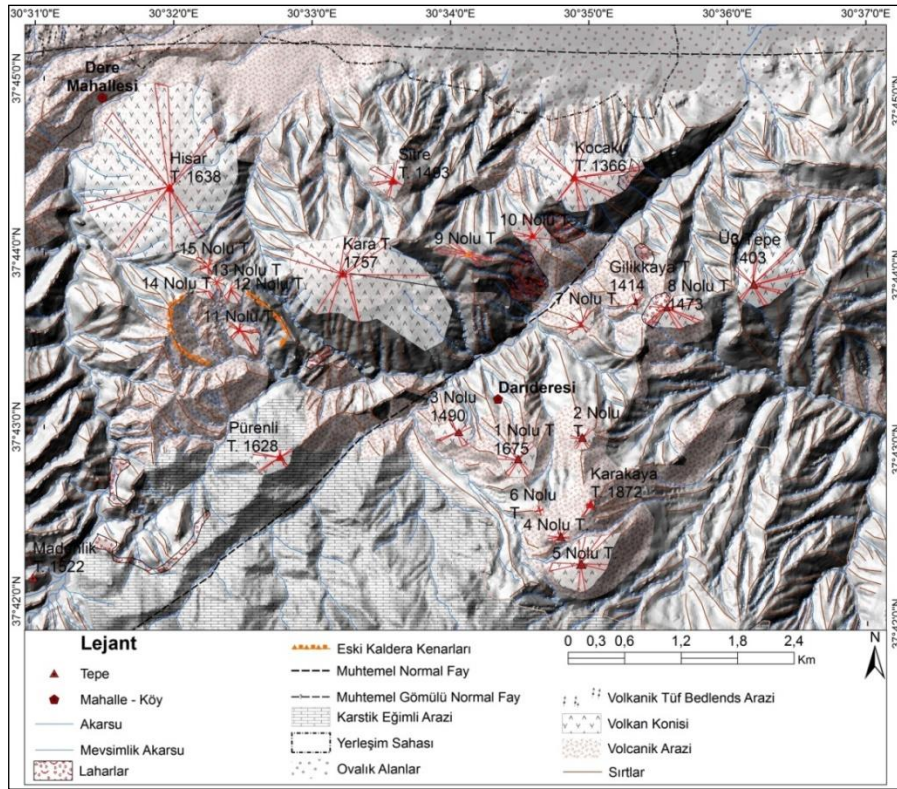
Gölcük volkanizmasının ilkel dönemlerine ait olan ve Isparta şehir merkezinin batısında yerleşmiş bulunan Hisar Tepe (1638 m) (Şekil 6a), Karatepe (Şekil 6b) haricindeki volkan konilerinde andezitler ve trakiandezitler altere olmuşlardır. Hisar Tepe, Karatepe konilerinde ise durum farklıdır. Bu koniler düzey aşınımından daha az etkilenmişlerdir. Hisar Tepe Isparta şehir merkezi batısında Dere Mahallesi yakınında bulunmaktadır. 1638 metre zirve yükseltisi bulunan koninin kuzey yamaçlarında eğim değeri % 80'den fazladır. Pliyo-Kuaterner trakit ve trakiandezitlerden oluşmuştur.



**Şekil 6 A:** Hisar Tepe Konisi **B:** Karatepe Konisi  
*Figure 6 A:* Hisar Hill Cone **B:** Karatepe Cone

Hisar Tepe'nin güneyinde yarıçapı Hisar Tepeden çok daha geniş olan Karatepe yer almaktadır. Karatepe'nin yükseltisi 1757 metredir. Isparta Ovası ile Hisar Tepe zirvesi arası yaklaşık 1000 m yükselti farkı vardır. Bu koninin zirve kesiminde anakaya olan andezitler çok fazla altere olmamışlar ve kayalık görünümlü

sunmaktadırlar. Karatepe konisi ile aynı tabanı paylaşan dört adet volkan konisi daha haritalanmıştır. Bunlar; Karatepe'nin kuzeyinde 1493 metre yüksekliğinde Sitre Tepe konisi, 9 Nolu Tepe, 10 Nolu Tepe ve en kuzeyde yer alan Gülevler Mahallesi güneyindeki 1366 metre yükseltili Kocakır Tepe'dir (**Şekil 7**).



**Şekil 7:** Isparta batı ve güneybatısındaki volkanik alan jeomorfolojisi.  
*Figure 7:* Geomorphology of volcanic area, west and southwest Isparta.

Isparta şehir merkezi güneybatısında yer alan Darıderesi, kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu bir hat çizmektedir. Bu akarsu vadisinin doğusunda bulunan

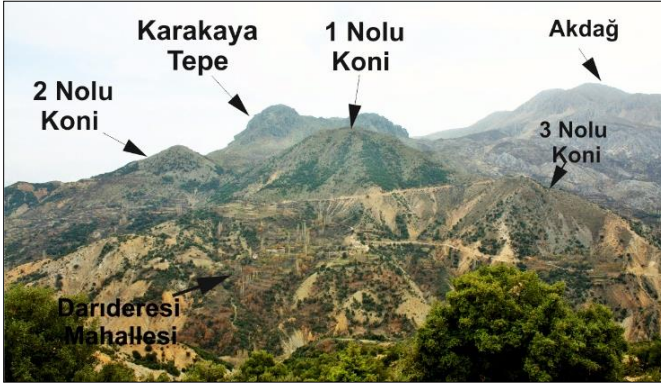
1872 metre yüksekliğindeki Karakaya Tepe (**Şekil 7 ve 8**) Gölcük volkanizmasının ilk evrelerine ait bir volkan konisi



özelliğindedir. Zirvesinde andezit bloklarının oval geometrik şekiller sunmaktadır.

Hisar Tepe güneyi ile Karatepe güneybatısında bulunan 11, 12, 13, 14, 15 nolu tepeler ile Püren Tepe volkan konisi olarak tanımlanan yer şekilleridir. Bunlardan 12-13-14 nolu tepeler bir bütün olarak değerlendirilerek bir tek volkan konisi olarak gösterilmiştir (**Şekil 7**). Güneye doğru açılma yönüne sahip olduğu görülen bu birim eski bir kalderanın kenar bölümüne denk geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu eski kalderanın içerisinde yerleşmiş olan volkan konisi de 11 Nolu Tepe olarak adlandırılmıştır.

Karakaya Tepe'nin doğu ve kuzeydoğusunda eğim değerleri oldukça yüksektir. Bu kesimlerde % 90 civarında eğim değerleri gözlenmektedir. Karakaya Tepe'nin güneyinde bulunan ve yakın çevrede en yüksek araziye oluşturan Akdağ kireçtaşları ile geçiş ise az bir eğim ile olmaktadır. Bu kesimde dik yamaçlar ve derin vadiler görülmemektedir. Darıderesi'ne doğru eğim koni eteklerinde % 50 - %90 arasındadır. Darıderesi Mahallesi ile Karakaya Tepe arasında 4 adet volkan konisi gözlenmiştir. Bunlar 1, 2, 3, 6 nolu tepelerdir (**Şekil 8**). Darıderesi Mahallesi güneyinde bulunan 1 ve 3 nolu konilerin volkanik materyalin etrafa dağıldığı açılma yönü kuzeybatıdır. Darıderesi Mahallesi 1 ve 3 nolu konilerin yamaçlarında kurulmuştur.

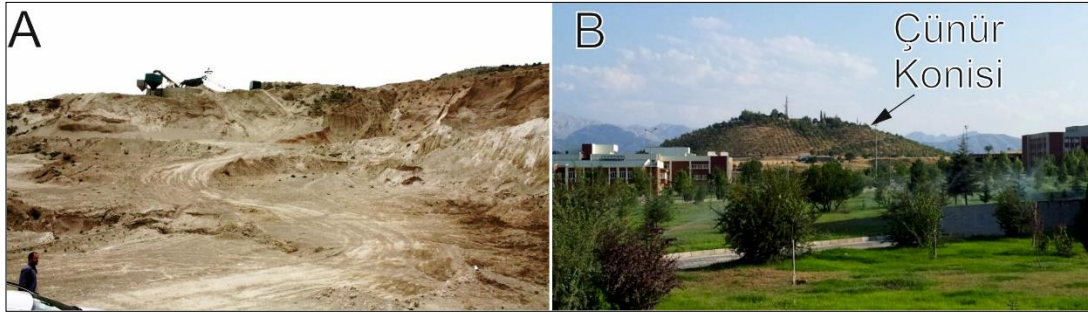


**Şekil 8:** Karakaya Tepe ve çevresindeki koniler  
*Figure 8: Karakaya Hill and around Cones*

Gölcük Kalderası Kuzeyinde Yakaören Köyü yakınlarında yerleşmiş olan 4 adet volkan konisi de haritalanmıştır. Bunlar gaz çıkış noktasının güneyinde Tilkidüzü T. (1330 m), 16 Nolu Tepe ve Yumru Tepe (1400 m) ile bunların doğusunda 17 Nolu Tepe ve Çayrbelen Tepe konileridir. Konilerin tamamında piroklastik unsurlar özellikle pomza ve andezitik unsurlar yüzyelenmiştir. Bu yöredeki pomzalar özel kurumlar tarafından işletilmektedir (**Şekil 9a**).

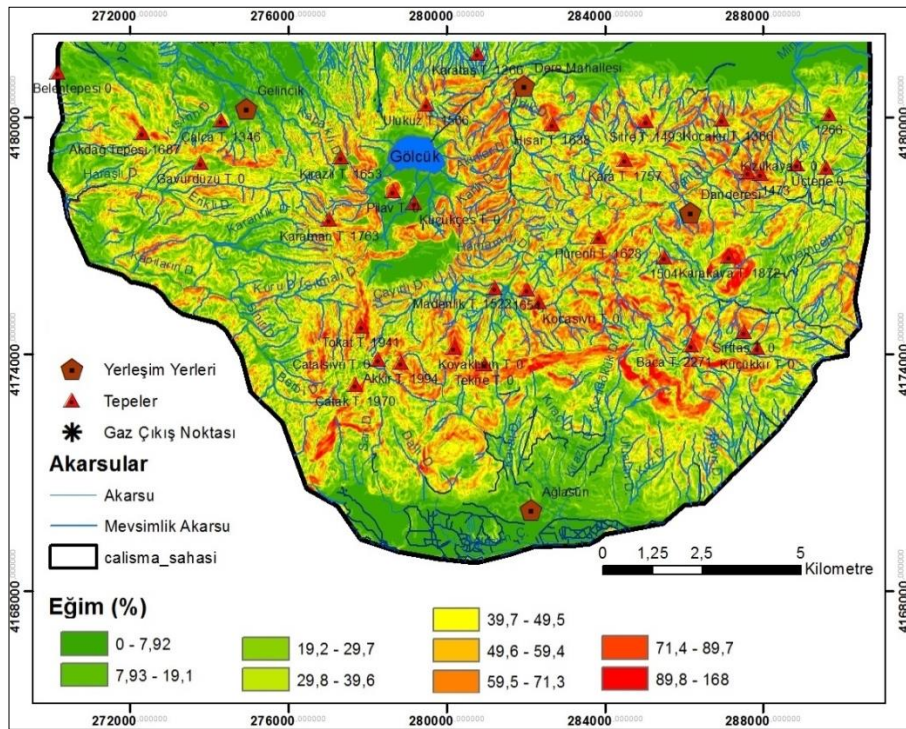
Volkanizma ile meydana gelen şekiller litolojik özelliklerden dolayı aşındırma etmen ve süreçlerinden oldukça fazla etkilenmişlerdir. Bu yüzden piramidal koni özellikleri bulunmamaktadır. Yumru Tepe %50 eğim değerine sahipken Tilkidüzü Tepe ile 16 Nolu Tepe eğim değerleri % 30'dan daha azdır. Çayrbelen Tepe ve hemen batısındaki 17 Nolu Tepe konileri son derece baskı jeomorfolojik görüntüye sahiptir. Isparta güneyinde yeralan volkan konilerinin eğim değerleri bu kesimdeki konilerin eğim değerlerinden çok yüksektir (**Şekil 10**). Bu kesimde konilerin eğim değerleri % 20 kadardır.

Isparta'nın kuzeyinde Süleyman Demirel Üniversitesi Yerleşkesi Güneyindeki Çünür Tepesi (1091 m) bir diğer volkan konisidir (**Şekil 9b**). Çünür konisi ova tabanı üzerinde yüksekliği 80 metreyi bulmaktadır. Piroklastik cüruf ve andezitler ile anklavlardan oluşmuştur. Zirve kesiminde düzlük mevcuttur. Beşeri faaliyetler neticesinde düzlüğün genişletilmiş olduğu söylenebilir. Volkan konisi yamaçları simetrik bir yapı özelliği göstermektedir. Bu koninin de yamaçlarında ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır. Zirve kesimi mesire yeri olarak kullanılmaktadır.



**Şekil 9 A:** Tilkidüzü tepe ile 16 Nolu tepe arasında kurulan pomza ocağı. **B:** Çünür konisi görüntüsü Süleyman Demirel Üniversitesi doğu kampüsten görüntüsü

*Figure 9 A: Pumice mine between Tilkidüzü Tepe and number 16 hill. Figure B: Çünür cone view from Suleyman Demirel University East Campus.*

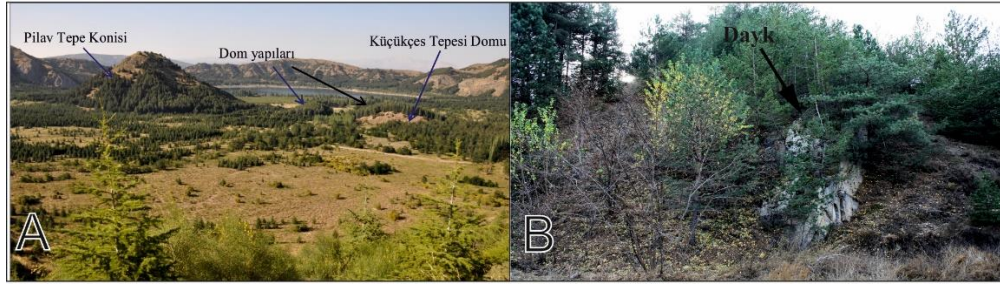


**Şekil 6:** Isparta Güneyi Eğim Haritası  
*Figure 10: Slope map of Southeast of Isparta*

Gölcük Kalderası içerisinde kalderanın batı ekseninde yer alan Pilav Tepe (**Şekil 11a**; **Şekil 12**) konisi çalışma sahası içerisinde bulunan belirgin konilerden biridir. Pilav Tepe konisi dik eğimli yamaçlara sahip trakiandezit ve piroklastik unsurlarda oluşmuştur. Bu koni kalderanın içerisinde etrafa en fazla hakim olunabilecek bir yükseltiye sahiptir. Pilav Tepe jeomorfolojik olarak oldukça simetrik bir volkan konisi özelliği taşımaktadır. Koninin yüksekliği 130m yarıçapı ise 230m kadardır. Koninin zirve kesiminde kısmi bir düzlük yer almaktadır. Oldukça fazla eğimli yamaçlara sahip olan volkan konisinin ağaçlandırma çalışmaları sonucunda etrafı

tabandan zirveye doğru azalan gür bitki örtüsüyle kaplıdır (**Şekil 11a**).

Gölcük Kalderası içinde gölün güneyinde toplam dört adet volkanik dom haritalanmıştır. Bunlardan biri Pilav Tepe'nin kuzeyinde üçü güneydoğusunda yer alır. Volkanizmanın son evrelerinde ve kaldera oluşumundan sonra meydana gelmiş olan bu volkanik domların yükselteleri tabandan itibaren 35 metreyi geçmez ve yarı çapları da 100m'den fazla değildir. Domlardan en büyüğü 1442 metre yüksekliği bulunan Küçükçeşme Tepe'dir (**Şekil 11a ve b**).



**Şekil 71 A:** Kaldera içi koni ve dom yapıları. **B:** Pilav Tepe kuzeyindeki dom yapısı içindeki dayk  
*Figure 11 A:* Cone and domes structures in caldera. *B:* A dyke in dome structure north of Pilav Tepe.

Pilav Tepe ile kontak halinde olan bir adet volkanik dom içerisindeki andezit dayk çok belirgindir (**Şekil 11b**). Tabandan itibaren yüksekliği 30m civarındadır. Kendi içinde birkaç zirve noktası bulunmaktadır. Diğer dom yapılarında olduğu gibi bu volkanik domun da üzeri bitki örtüsü ile kaplanmıştır.

## 5.2. Kalderalar

Kalderalar, çok yayılmış bir görüşe göre; volkan konilerinin tepe kısımlarının şiddetli patlamalar sonucunda aşınmaları sonucu oluşmuştur. Bugün bu açıklama, ancak daha küçük kalderalar için kabul edilmekte, fakat çok büyük kalderaların bu şekilde oluşmayacakları ileri sürülmektedir. Gerçekten çapları 1,5 kilometreyi aşan kalderaların aslında volkanın zirve kısmının aşağıya doğru çökmesiyle oluşmuş olduğu kabul edilir (Erinç, 1971). Kalderalar patlama ve çökmelerin müsteşekkil etkisiyle meydana gelir. Yalnız patlamayla oluşan kalderalar nadir ve nispeten küçüktür. (Sür vd., 2002).

Çökme kalderalarının oluşumunda Van Bemmelen (1921)'e göre; 1. Hafif püskürme evresi, 2. Püskürmelerin kuvvetlenmesi ve bacadaki mağmanın seviyesinin alçalması, 3. Püskürmelerin maksimum şiddete eriştiği evre. Bu sırada birçok maddeler koni seviyesinin daha yukarısına fırlatılır. Bir kısmı ise kızgın bulutlar halinde yamaçlardan aşağılara yuvarlanır. Mağma deposundaki lav seviyesi artık çok alçalmıştır ve bunun sonucunda mağma deposunun damını oluşturan kısımda çatlaklar ortaya çıkar. 4. Volkan konisinin dayanıksız kalan tepe kısmının mağma deposu içine çökmesi ve kalderanın meydana gelişi, 5. Bunu izleyen bir durgunluk evresinden sonra kaldera tabanında ve özellikle bunun kenarlarında yeni küçük konilerin oluşumu gibi evreler ifade edilmektedir (Holmes, 1965; Erinç, 1971).

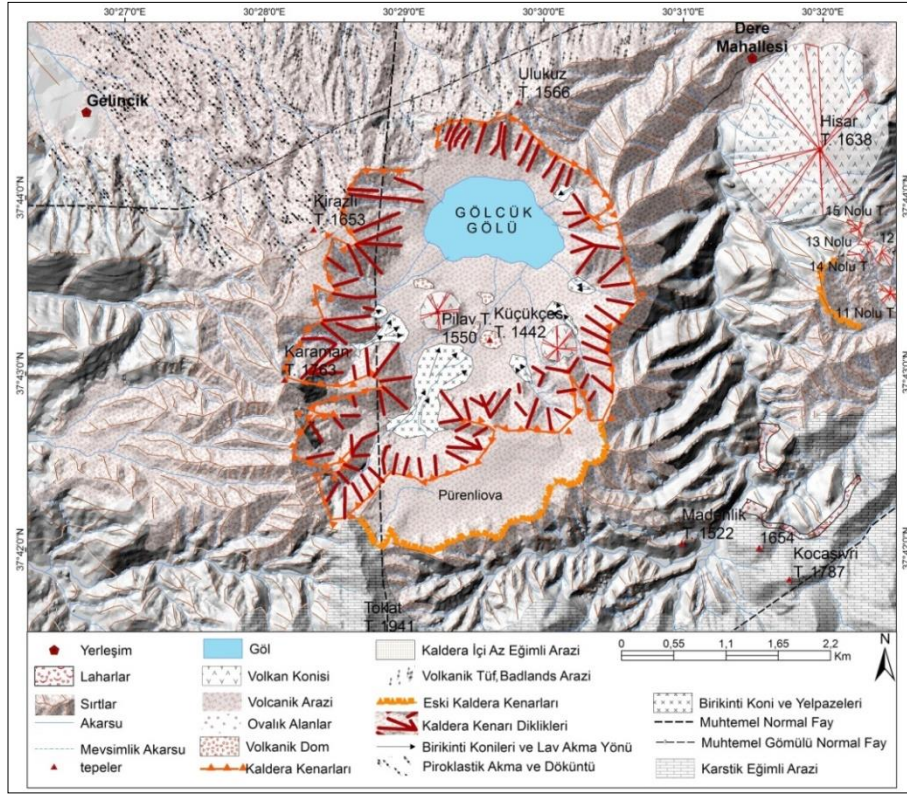
Çalışma sahasındaki en önemli jeomorfoloji birim Gölcük Kalderasıdır (**Şekil 12**). Pleistosen'de Pürenliova Paleokalderasının kuzeyinde volkanik patlama ve

çökmeler ile Gölcük kalderası oluşmuştur. Kaldera oluşumunu takiben kaldera kenarında tefrifonilitik lav akıntıları ile bunları kesen dayklar, Küçükkes Tepe gibi volkanik domlar, Pilav Tepe gibi volkan konisi oluşan önemli jeomorfolojik birimlerdir.

Yüksek bir koni olmaması ve volkanik temel sığ olmasından dolayı Gölcük klasik kaldera tanımına pek uymamaktadır. Burdur Gölü sularının mağmaya etkisiyle volkanik faaliyetin yapısı değişmiş ve volkanizma yüksek bir koni oluşturmadan piroklastik malzeme çıkarmıştır. Buna ramen kaldera çevresinde görülen ışınal drenaj, burada kubbemsi bir jeomorfolojik yapı olduğunu göstermektedir (Çiçek, 1992; Özgür vd., 2008).

Gölcük jeomorfolojik ünitesi; aşağıda belirtilen sebeplerden dolayı kaldera olanak nitelendirilmiştir;

1. Depresyon çapının çok büyük olması, (Doğu-Batı ekseninde 2600 metre) görüntünün tamamıyla huniye benzememesi, kaldera duvarlarının iç kesiminin tamamıyla aynı diklikte olmaması, yer yer çok dik yamaçlar varken yer yer eğimin daha az olduğu yamaçların görülmesi,
2. Depresyonun kenar yamaçlarından dışı doğru gelişmiş olan ışınal drenaj şebekesinin varlığı ve yapısı, depresyonun iç kesiminde çökme ve erozyon sonucu en derin kesim olan göle doğru eğim derecelerinin az olması Kaldera tabanında genç koni ve volkanik domların görülmesi, batimetri haritasında göl tabanında da volkan konisi veya volkanik domlara benzeyen şekillerin olması ve tüm volkanik koni ve volkanik dom yapılarının farklı zemin yükseltisine sahip olmaları
3. Kaldera oluşumundan sonra devam eden volkanizma neticesinde Milas deresi tarafından yani kuzey kesimden volkanik materyalin akma ve dağılması ile yine bu yakın çevrede oluşan çok genç drenaj ağı ve badlands topoğrafya görüntüsü oluşması,
4. Gölcük volkanizmasından yüzeylenen volkanik materyalin yalnız bir patlama ile meydana gelmemesi, buna karşılık farklı evrelere ait volkanik materyalin çok uzaklara kadar taşınması gibi nedenler sayılabilir.

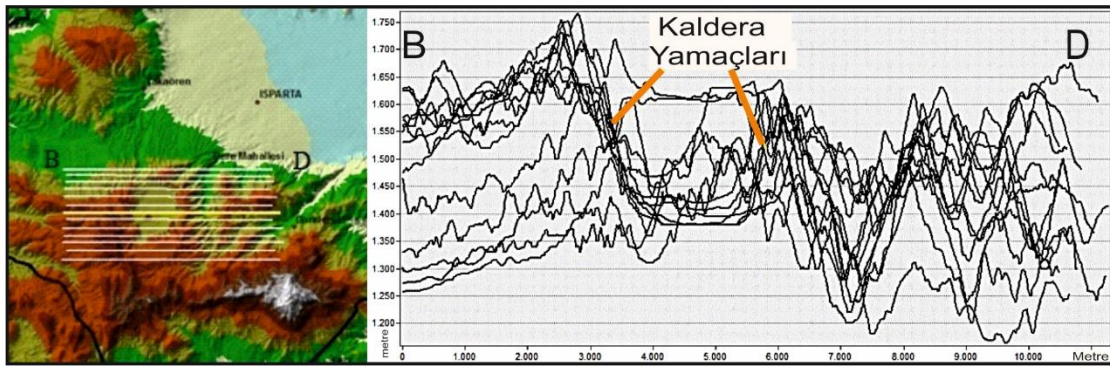


**Şekil 82:** Gölcük kalderası ve yakın çevresinin jeomorfolojisi.

**Figure 12:** Geomorphology of Golcuk Caldera and near surroundings area.

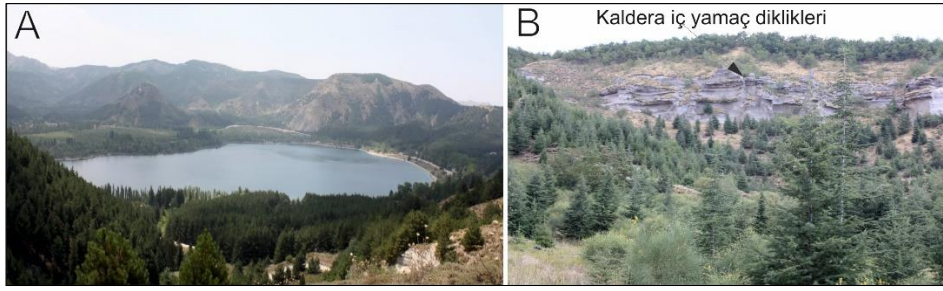
Gölcük kalderasının tabanı 2600 metre boy ve 2150 metre uzunluğundaki eni ile oval bir şekle sahiptir. Yamaç eğim değerleri % 30-70 arasındadır (**Şekil 13**). Kalderanın yamaçları ile tabanı arasında ortalama 200 metrelik bir yükselti farkı bulunmaktadır. Yamaç materyali son derece gevşek tutturulmuş pomza ve

piroklastiklerden müteşekkil olduğu gibi yer yer özellikle kalderanın güney yamaçların Pürenliova yakınlarında piroklastik ve pomzalar ile ardalınlı trakit ve trakiandezit kornişleri görülmektedir. Yamaçlardaki bu kornişler çökme ve patlamanın izlerini yansıtır. Kornişlerin eğimi 90° civarındadır (**Şekil 14a ve b**).



**Şekil 13:** Gölcük Kalderasının doğu-batı yönlü süperimpoze profili

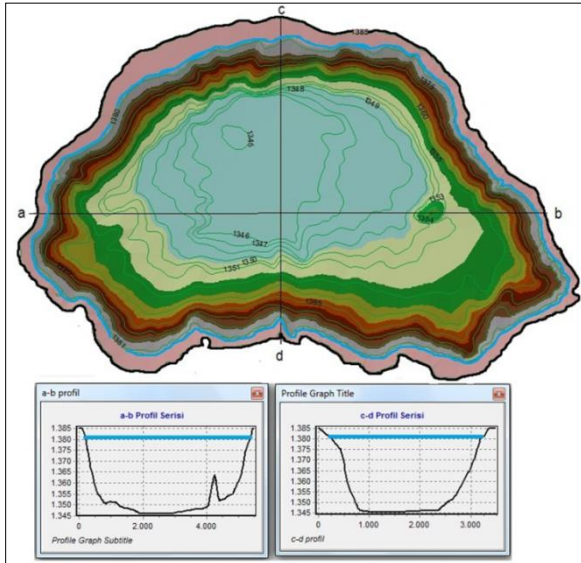
**Figure 13:** Superimposed profiles across east to west of Golcuk Caldera



**Şekil 94 A:** Doğu yamacından Gölcük Kalderası görünüşü **B:** Kaldera iç yamaçlarındaki diklikler.  
*Figure 14 A:* External view of Golcuk Caldera from west hillside. *B:* Steepness sides in caldera.

Kaldera oluşumu ardından Gölcük Gölü meydana gelmiştir. Göl su yüzeyinin yükseltisi yaklaşık 1380 metreye karşılık gelmektedir. Göl tabanının güneydoğu kesiminde kaldera içindeki volkanik domları anımsatan yaklaşık 20 m yükseltili bir oluşum batimetri haritasından okunmuştur (**Şekil 15**). Gölün maksimum derinliği 36 metredir. Gölün yüzeysel sular ile beslenme yetersizliğine rağmen su varlığını korumasının gerekçesi hidrojeoloji çalışmaları açısından önemli bir araştırma konusu olabilir.

Kalderanın güneyinde bulunan Pürenlioiva'nın zeminini oluşturan trakiandezitler, Pürenlioiva'nın güneyinde ve kuzeyinde yani Gölcük Kalderası yamaçlarında kornişler ve kaldera duvarları oluşturmaktadır. Bu duvarlar Pürenlioiva'nın kenar kesiminde dönemsel çökme ve patlama izleri barındırmaktadır. Kaldera duvarları üzerindeki piroklastik enkaz eğim özelliği ile Pürenlioiva merkezine doğru kapalı depresyon oluşturmaktadır (**Şekil 16a**).



**Şekil 105:** Gölcük Gölü batimetri haritası (DSİ, Aralık 1978 verileri )

*Figure 15:* Bathymetric map of Golcuk Lake (State Hydraulic Works data of December 1978)

Pürenlioiva'nın, yakın çevredeki vadilerle aşırı parçalanmış arazi yapısına karşılık az eğimli depresyon özelliği, buranın geçmişte bir göl tabanı olabileceği izlenimi uyandırmaktadır.

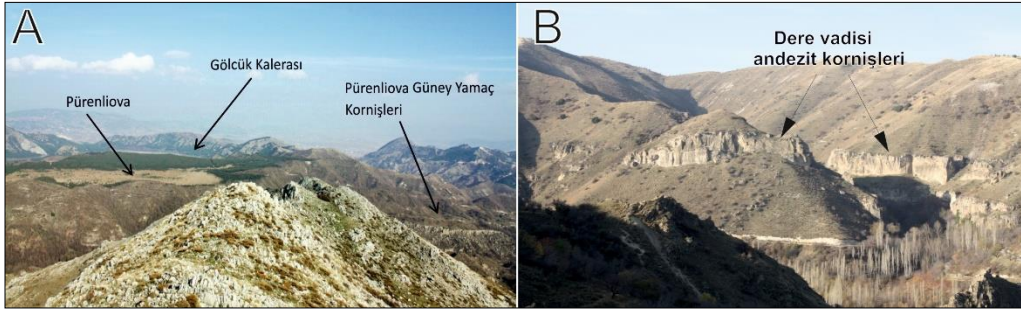
Pürenlioiva, sahip olduğu yükselti ile Gölcük Kalderası güney kesiminde radyal drenaj ağının merkezi durumunda bulunmaktadır. Yine kuzeydoğu kesimdeki vadilerin Pürenlioiva'ya doğru yönelmesi buna karşılık Gölcük Kalderası ile kesintiye uğramış olduğuna dair görüntü Pürenlioiva'nın ve çevresinde geçmişte yükseltinin bugünkünden fazla olduğunu destekler. Bu hususlardan dolayı Pürenlioiva paleokaldera olarak haritalanmıştır.

Isparta'nın batı ve güneybatısında volkanizma açısından ilk evrelerde oluştuğu düşünülen bir diğer paleokaldera ise Hisar Tepe ile Pürenli Tepe arasında yer almaktadır (**Şekil 16a**). Piroklastik unsurların oldukça fazla miktarda yüzeylendiği bu kaldera yapısında, aşırıdan dolayı jeomorfolojik özelliklerin anlaşılması güçleşmiştir.

### 5.3. Lav ve Piroklastik Akıntıları

Gölcük volkanizmasının her evresinde yüzeylenen volkanik malzeme gri, yeşilimsi, sarı veya açık kahve renkli andezitik-trakitik lav, lamprofir, bazaltik trakiandezit, trakiandezit, trakit bileşimli kayalar, tüf, tüfit, pomza, lapilli ve kum gibi unsurlardan oluşmaktadır (Canpolat, 2014).

Andezit, Gölcük Kalderası iç ve dış kenarlarında belirgin kornişler (**Şekil 16b**) oluşturmaktadır. Hisar Tepe, Milas deresi dolaylarında, Karatepe, Yakaören köyü civarında, ayrıca Karakaya Tepe, Kocakır Tepe gibi tepelerde yine andezit akmalarına ait izler görülmektedir. Andezit lavlarının tüflerle ardalanmalı olmaları (**Şekil 16b**), ayrıca yer yer dayklar oluşturarak tüfleri kesmeleri, onların farklı volkanik evrelerin ürünleri olduklarına işaret etmektedir.



**Şekil 16 A:** Pürenliova ile Pürenliova'nın güney yamaçlarda yer alan kornişler

**B:** Gölcük Kalderası doğusundaki Dere vadisinde andezit, trakiandezit kayalar üzerindeki piroklastikler.

**Figure 16 A:** Pürenliova and Cornices take place at the south sides of Pürenliova.

**B:** Pyroclastics on andesite and trachyandesite rocks in Dere valley east of golcuk caldera.

Tabanı görülemediği için andezitik lavların kesin kalınlığını söylemek olanaksızdır. Ancak arazi ve topografya yorumuna bağlı olarak, Gölcük krateri dolaylarında andezitik lavların düşey (görünür) kalınlığının 300m den fazla olduğu kabul edilmektedir (Karaman, 1990; Elitok vd., 2008). Çalışma sahasındaki volkan konilerinin çoğundan andezitik lav akmaları olmuştur. Bu lavların içerisindeki silisyum miktarının bazalta göre fazla olması yani akıcılıklarının az olması ve çıktıkları yerde katılaşmaları, fazla mesafe kat edememeleri gibi nedenlerle andezit lav platoları kurulamamıştır. Bunda volkanizmanın çok sayıda dönem ve faz ile kesintiye uğraması da etkili olmuştur. Ancak bu süreç de konilerin yükselmesine katkı sağlamıştır.

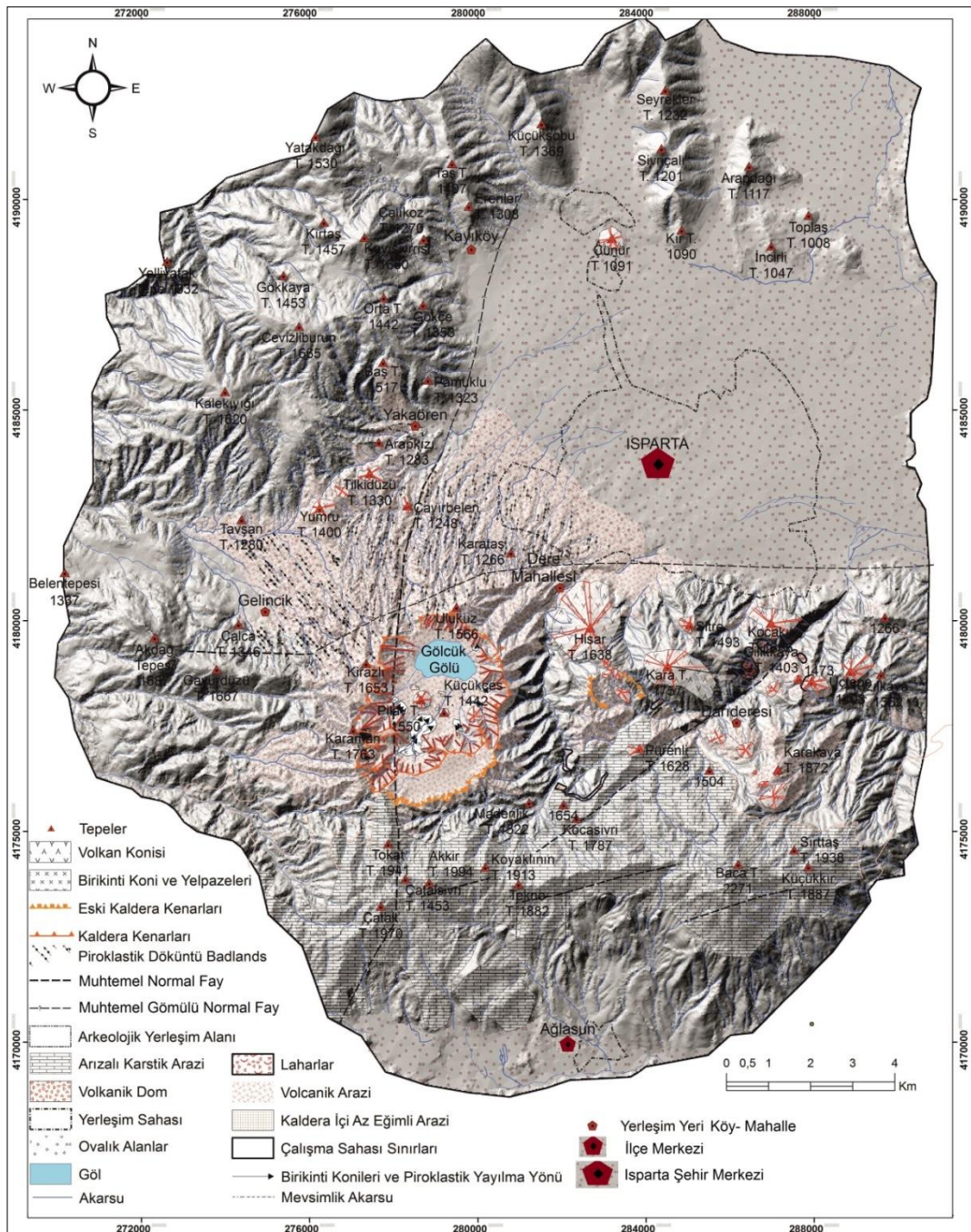
Dayklar halinde trakiandezitik kayalar sahanın büyük bölümünde bulunmaktadır, özellikle Pilav Tepe, Hisar Tepenin güneyinde ve batısında gözlenirler, ayrıca Yakaören çevresinde gözlenirler. Trakitik-trakiandezitik kayalar, dayklar halinde görüldükleri gibi küçük sivri dom yapıları da oluşturmaktadırlar.

Hafif volkanik malzemeden oluşmuş piroklastik unsurlar her volkanik evrede yüzelemlendikleri gibi en son volkanik evrelerde yüzelemlenmiş volkanik unsular arazideki varlıklarını korumaktadırlar. Tüf, tüfit ve pomza, volkanik kökenli kil, killi silt, kum ve çakıl ile yer yer blok

boyutundaki malzemelerin kalınlığı yüzelemlendikleri konilerden çevreye doğru azalmaktadır. Özellikle Gölcük kalderasından uzaklaştıkça bu malzemelerin kalınlığında belirgin bir azalma olmaktadır. Isparta ovası doğu kesiminde 1 metreden az olan piroklastik materyal kalınlığı, Davras Dağı kuzey eteğinde 15 cm'ye düşmektedir. Birimler volkanik akmalar veya volkanik düşmeler neticesinde, bazen de sonradan aşınım ve birikim süreçlerinden etkilenme neticesinde, çoğu zaman yatay veya yataya yakın konumlu ve iyi tabakalanmalıdır.

#### 5.4. Vadiler

Gölcük volkanizmasını çalışma sahasının merkezi olarak kabul ettiğimizde ışınal diğer bir ifade ile radyal akarsu ağından bahsetmek mümkündür. Çalışma sahasındaki volkan konilerinde de radyal drenej sistemi kurulmuştur (Şekil 17). Gölcük volkanizmasının doğu kesiminde yükseltinin artması ve volkanik materyalin son derece gevşek yapıda olması nedenleriyle vadi derinlikleri oldukça fazladır. Profil serilerinden vadi oluşumunun çoğunlukla gençlik aşamasında olduğu anlaşılmaktadır. Dere vadisi ile Daridere vadisi çalışma sahası içerisinde en uzun ve derinlikleri en fazla olan vadilerdir (Şekil 17).

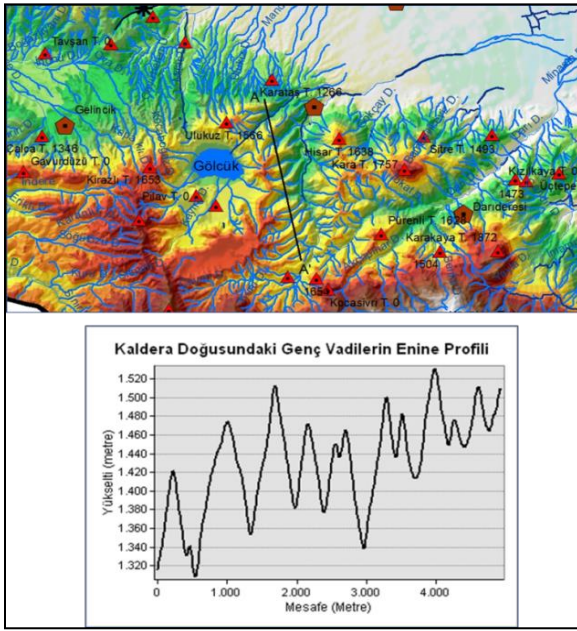


**Şekil 117:** Çalışma sahası Jeomorfoloji haritası  
**Figure 17:** Geomorphology Map of the study area

Dere vadisi ile Darıdere vadisi çoğunlukla volkanik malzemeden oluşmuş olan arazide yerleşmiş bulunmaktadır. Kalderanın doğu yamacında kuzeydoğu-güneybatı yönelimli dik yamaçlı derin vadiler Dere akarsuyunun kollarını oluşturmaktadır. Dere vadisi genç bir vadidir. Gölcük kalderasının doğu kesiminin dış yamaçlarında çok sayıda dik yamaçlı dar ve derin vadi görülmektedir. Bunların enine profilleri incelendiğinde

(Şekil 18) genç oluşumlu vadiler olduğu söylenebilir. Vadi kenarlarında andezitik korniş aflörmanlarına rastlanmakla birlikte; yamaçlar çoğunlukla piroklastik malzemelerden oluşmaktadır. Birbirine tam paralel olmayan bu vadilerin uzanış doğrultusuna bakıldığında (Şekil 19) bu vadilerin radyal drenaj ağının doğu ve güneydoğu kesimini oluşturduğu anlaşılmaktadır. Bunun sonucunda Gölcük kalderasının günümüz yapısı oluşmadan önce güney kesimde başka bir yükseltinin olduğu sonucu akla

gelmektedir, bu yükselti de Pürenliova paleokalderası olarak düşünülmüştür.



**Şekil 128:** Kaldera doğusundaki vadilerin enine profilleri  
*Figure 18: Valleys profil series of east side of caldera.*

Gölcük volkanizmasının ilksel evrelerinde oluşmuş volkanik alandaki Darıderesi vadisi kuzeydoğu-güneybatı doğrultuludur. Enine profil serilerine bakıldığında “V” şekilli genç bir vadi olma özelliği göstermektedir. Vadi fay hattı üzerine yerleşmiştir. Bu vadi İsparta ovasının sulanması ve kullanma suyu amacıyla baraj kurulmuştur (**Şekil 20**).

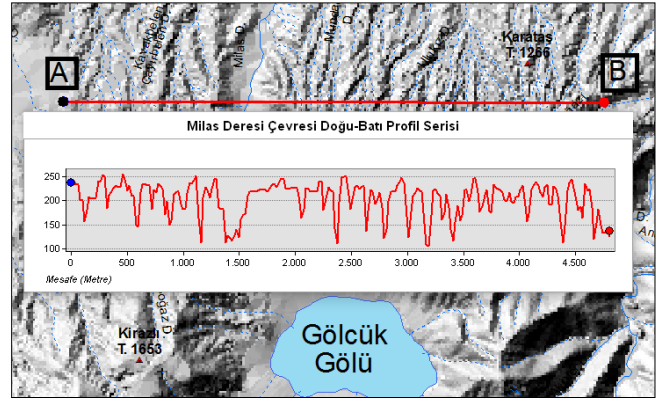


**Şekil 1913:** Darıderesi Barajı öncesine kurulan bentler.  
*Figure 19: Reservoir builldins before Darıderesi dam*

Gölcük Kaderası kuzey kesiminde bulunan piroklastik düşme ve akma yüzeyinde piroklastik mateyal içerisine gömülmüş çok sayıda irili ufaklı ve genellikle

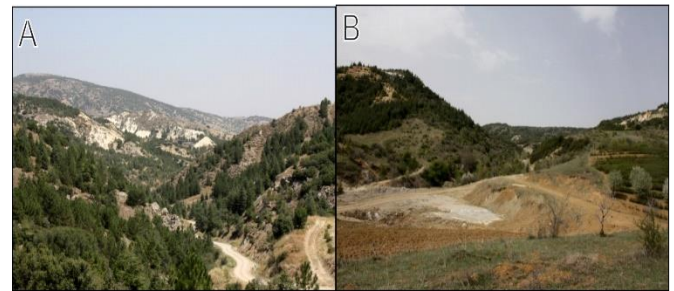
güneyden kuzeydoğuya bir yay çizen çok sayıda sel yarılması karakterli vadi kurulmuştur (**Şekil 20**).

Bunlardan kuzey-güney yönlü Milas deresi en belirgin olan vadidir. Milas Deresi vadisi Gölcük kalderasının açılma hattı üzerinde (**Şekil 20**) bulunmaktadır. Bu vadinin fay hattı üzerinde yer aldığı da söylenebilir. Vadiler genellikle mevsimlik akarsular ile inşa edilmiştir. Bu kesimde bulunan vadiler İsparta ovasında son bulmaktadırlar.



**Şekil 140:** Gölcük Kalderası kuzeyinde akma ve düşme piroklastik depoları üzerindeki genç vadiler.  
*Figure 20: Young valleys on pyroclastic flow and fall deposits at the north of Golcuk Caldera.*

Yakaören Köyü batısında bulunan Büyükkükürt Deresi vadisi değinmemiz gereken bir diğer vadidir (**Şekil 21a** ve **b**). Uyuz Pınarı mevkiinde 2008 yılında insan eliyle açılan sondaj kuyusundan yoğun gaz çıkışı olmuştur. Bu vadinin boyuna profili kısmen iç bükey bir nitelik kazanmıştır.



**Şekil 151 A:** Büyükkükürt Vadisinin güneybatıdan görünümü, **B:** Büyükkükürt Vadisinin kuzeydoğudan görünümü  
*Figure 21 A:* Büyükkükürt Valley's external view from southeast. *B:* Büyükkükürt Valley's external view from northeast.



## 5. JEOMORFOLOJİK GELİŞİM

Isparta büklümündeki çalışma sahasında Mesozoik, Tersiyer, Kuaterner'e ait litolojik birimlerin stratigrafisi genç ve yaşlı birim dizilişleri açısından karmaşık bir görüntü sergilerler. Bu karmaşık diziliş bölgedeki tektonik hareketlerin özelliği ve volkanizmanın bazen kesintiye uğramış evreleriyle açıklanabilir.

Üst Kretase durgun derin denizel ortamında oluşan Akdağ kireçtaşları Burdigalien sonrasında inceleme alanına yerleşmiştir. Üst Paleosen-Alt Eosen'de ofiyolitik melanaj Akdağ kütlesi kuzeyine yerleşmiştir.

Üst Eosen Erken Miyosen arasındaki dönemde bölgede sıkışma rejimi devam etmiştir. Böylece nap sistemleri sıkışmanın etkisiyle Bey Dağları otoktonuna doğru ilerlemişlerdir. Bu paleotektonik dönem Langhian'da tüm tektonik birliğin Beydağları otoktonu üzerine yerleşmesiyle son bulmuştur (Ersoy, 1990).

Neotektonik dönem olan Orta ve Geç Miyosen ile Pliyosen'de ise Isparta açısının tektonik hareket mekanizmasında değişiklik olmaya başlamıştır. Bu dönemde bölgede tektonik olarak açılma rejimi başlamıştır. Bu açılma veya diğer bir ifadeyle genişleme rejimi sonucu olarak Isparta açısı; verrev atımlı normal faylanma ile ilgili depremlerin fay düzlemi çözüm diyagramlarıyla karakterize edilen yeni tektonik rejimin iyi bilinen tip alanlarından biri olmuştur (Koçyiğit, 2008).

Pliyosen'de mağmanın yerkabuğuna doğru sokulması ve açılma rejimli tektonik hareketler ile meydana gelmiş doğrudan atımlı fayların olduğu kesimlerden yeryüzüne ulaşması volkanizmayı gerçekleştirmiştir. Civarda gerçekleşen depremlerin episantr odak derinlikleri 25-30 km olması volkanizmanın bu faylar aracılığıyla gerçekleştiğini göstermektedir.

Pliyosen ilksel volkanik materyalleri, Isparta ile Akdağ arasında, Göçük kalderası çevresinde Hisar Tepe, Karatepe, Gilikkaya Tepe, Karakaya Tepe, Tepebaşı Tepe, Yakaören dolaylarında ve Çünür çevresinde yüzeylenmişlerdir. Buralarda oluşmuş olan volkan konileri aşırı derecede etkilenmiş olsalar bile halen varlıklarını korumaktadırlar.

Göçük Kalderası'nın güneyindeki Pürenova'da, Pliyosen volkanizmasından günümüze kadar morfolojik karakterini büyük oranda kaybetmiş olan ilksel bir kalderanın izleri bulunmaktadır. Bu kalderanın güney kesimini ve doğu kesimini derin akarsu vadiler sınırlandırır. Kuzey ve batı kesimini ise güncel kalderanın meydana gelmesi esnasında oluşmuş kornişler sınırlandırır.

Pliyosen'de Karatepe'nin batısında ayrıca bir kaldera oluşumu gerçekleşmiş olup, bu dönem çok sayıda volkan konisi ile temsil edilmektedir. Konilerde değişik türden yapı görülmesi ve volkanik materyallerin ardalı olmaları dikkate alındığında ilksel volkanizmanın çok sayıda fazdan ibaret olduğu söylenebilmektedir.

İlksel volkan morfolojisi ünitelerinin varlığını korumasının sebebi birimin genelde gri, yeşilimsi, sarı veya açık kahve renkli andezitik-trakitik lav, lamprofir, bazaltik trakiandezit, trakiandezit ve trakit bileşimli kayalardan oluşmasıdır. Ayrıca tefrifonilit, aglomera, laharlar, pomza serileri, tüf aralıklı olarak yer almaktadır.

Özgür ve arkadaşları (2008); Elitok ve arkadaşları (2008); Platevoet ve arkadaşları (2008), Platevoet vd., 2006 tarafından yapılan çalışmalarda <sup>40</sup>K / <sup>39</sup>Ar yöntemi ile yapılan tarihlendirmelerde Pleistosen volkanizması üç ana evre ile açıklanmıştır bunlar;

I. Evre: 206 ka±10 ka – 173 ka ±8 ka arası dönemdir. Maar kraterin güney kesiminde (Pürenliova düzlüğü civarında) gözlenmekte, piroklastik akma çökelleri ile doldurulmuş olan birincil kalderanın varlığına işaret etmektedir. Bu eski birincil kaldera patlamalı bir phreatoplinian olayı ile ilksel yapısını kaybetmiştir. Bu piroklastik akma çökelleri Isparta Çay vadisi boyunca, Isparta yerleşim alanı tabanında, maar kraterin hemen güneyindeki Pürenliova düzlüğü civarında yer almaktadır (Özgür vd., 2008).

II. Evre: Daha güçlü patlamalı volkanizmanın gerçekleştiği bu dönem, evvelki Plinien volkanizmasını tefrifonolit volkanizma ve lav akması domlar ile takip etmiştir. Bu dönem 115 ka±3 ka'dan 62 ka±2 ka arasındadır. Püskürme evreleri içerisinde hacimsel olarak en az oranı teşkil etmektedir (muhtemelen <10 %). Tefrifonolitik dayklar, lav akıntısı-domların olduğu bu döneme ait volkanik materyal mevcut kalderadan yüzeylenmiştir (Platevoet, 2006; Platevoet vd., 2007; Özgür vd., 2008).

III. Evre: 74 ka±4 ka'dan 24 ka±2 ka arasındaki dönemi kapsar. Bu süreçte meydana gelmiş maar tipi patlama ile önceki volkanik domlar parçalanmıştır. Bu üçüncü dönem trakit domları oluşumu ile son bulmuştur. Maar kraterde Phreatoplinian (freatik) tipi volkanik patlamaların gerçekleştiği ve kraterin çevresindeki son tüf halkalarının olduğu dönemdir. Bu dönem maar kraterdeki trakit dom oluşumlarıyla son bulmuştur. Tefraların maksimum kalınlığı 100-150 m arasında değişmektedir. Tefraların kalınlığı maar krater kenarlarından uzaklaştıkça azalmakta, Isparta yerleşim alanı içerisinde ve Eğirdir grabeni kenarlarında 30-100 cm kalınlığına kadar düşmektedir (Platevoet, 2006; Platevoet vd., 2007; Platevoet vd., 2008; Özgür vd., 2008).

Çalışma sahasında arazi gözlemleri sonucunda volkanik materyallerin çok uzaklara taşınmış olduğu tespit edilmiştir. Göçük volkanizmasına ait bu materyalin en son hangi aktivite dönemlerinde yüzeylenmiş olabileceğine ilişkin sonuçlara ulaşmak için 5 adet numunenin OSL tarihlendirmesi yapılmıştır (**Tablo 3, Şekil 22**). Çalışma kapsamında gerçekleştirilen OSL tarihlendirme sonuçları değerlendirildiğinde; Göçük volkanizmasının günümüzden 20 bin yıl- 25 bin yıl

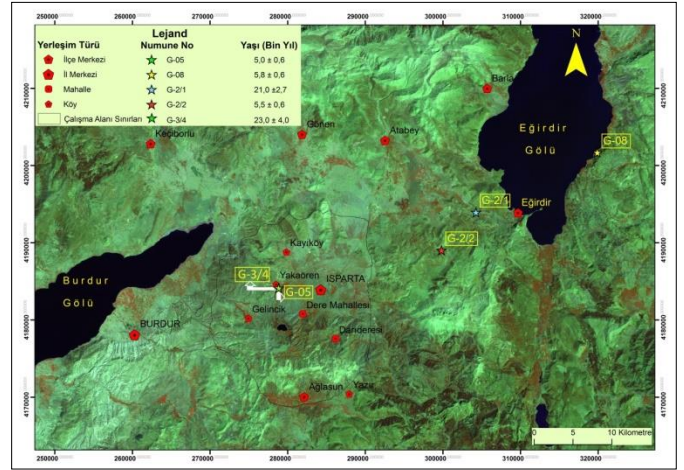
aralığında güçlü patlamalı karakterli bir yapı sergilediği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca ulaşılmasında numune alınan istif kalınlığı da etkili olmuştur. Eğirdir-Isparta yolu üzerindeki G2/1 (Şekil 23a) numunesi ile Yakaören Köyü güneyinden alınan G-3/4 (Şekil 23a ve d) numuneleri bunu desteklemektedir. Her iki numunenin alındığı yerde 30 cm'den fazla kalınlıkta volkanik istif göze çarpmaktadır. Ancak volkanik aktivite bu dönem aralığıyla son bulmamış günümüzden 5 bin- 6 bin yıl önceki dönemde tekrar gerçekleşmiş ve yine bu dönemde Gölcük volkanizmasından oldukça uzaklara gölden yaklaşık 41 km uzakta olan Eğirdir Gölü taraçalarından anlaşıldığı üzere piroklastik materyal gönderilmiştir (G-08 numunesi Şekil 23b).

Yakaören Köyü güneyinde en üst volkanik tabakadan alınan G-05 (Şekil 24 D) numunesinden, Davraz Dağı kuzeyinden alınan G-2/2 (Şekil 23c) numunesinden ve Eğirdir Gölü doğusunda bulunan taraçadan alınan G-08 numunesinden birbirine yakın (5000-6000 yıl) tarih aralığı değerleri elde edilmiştir. Bu dönem piroklastiklerine Burdur gölü 900-950 m yüksekliğindeki taraçalarında da rastlanılmıştır. Tüm bunlardan hareketle Gölcük volkanizmasının günümüzden 5000-6000 yıl öncesine kadar devam ettiği, çok genç bir volkanizma olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca ve patlamalı karakterdeki yapısıyla volkanik materyali çok uzaklara kadar gönderebileceği söylenebilmektedir (Canpolat 2014).

**Tablo 3** :OSL yaşlandırması yapılan numuneler ve numune yaşları (Canpolat, 2014)

*Table 3: OSL dated samples and their dates (Canpolat, 2014)*

Numune Kodu	Kordinat X	Kordinat Y	Eşdeğer Doz (Gy)	Yıllık Doz (Gy/bin yıl)	Yaş (bin yıl)
G-08	319529	4201681	68,1± 3,4	11,4± 0,2	5,8 ± 0,6
G-2/1	304465	4194602	109,8±5,5	5,2 ± 0,2	21,0 ± 2,7
G-05	278680	4183871	68,6 ± 3,4	13,8± 0,3 (Üst istif)	5,0 ± 0,6
G-3/4	278680	4183871		(Alt istif)	23,0 ± 4,0
G-2/2	299926	4187416	62,4 ± 3,1	11,4± 0,2	5,5 ± 0,6



**Şekil 162:** OSL tarihlendirmeleri için örneklerin alındığı lokasyonlar

*Figure 22: Locations where samples taken for OSL dating*



**Şekil 173 A:** G-2/1 Numunesi Isparta-Eğirdir yolu kenarı. **B:** G-08 Numunesi Eğirdir Gölü doğusu. **C:** G-2/2 Numunesi Davraz Dağı Kuzeyi. **D:** G-05- G-3/4 numuneleri Yakaören Köyü güneyi

*Figure 23 A: Sample G-2/1 side of the road of Eğirdir-Isparta. B: Sample G-08 east of Eğirdir Lake. C: Sample G-2/2 North of Davraz Mountain. D: Samples G-05 and G-3/4 south of Yakaören village.*

Gölcük hem bu çalışma kapsamında yapılan yaşlandırma çalışmaları, hem de daha önceki araştırmacılar tarafından yapılan yaşlandırma çalışmaları ile jeomorfolojik gözlemler değerlendirildiğinde; beş ana etkinlik dönemi ve bu dönemlerin her birinde çok sayıda volkanik faz olarak sınıflanabilmektedir (Tablo 4).

**Tablo 4:** Gölcük Volkanizması ve volkanik aktivite dönemleri  
*Table 4: Golcuk volcanism and volcanic activity terms*

Evre	Tarihlendirme	Litolojik-Birim-Özellik	Kaynak
1. Evre	Pliyosen-İlksel Gölcük volkanizması	Trakiandezit- trakitik lavlar ve bazaltik trakiandezitlik-trakibazaltik lav çıkışı, Hisar Tepe, Karatepe, Gilikkaya Tepe, Karakaya Tepe, Tepebaşı Tepe, Yakaören dolaylarında ve Çünür konilerinin oluşumu,	(Çoban, 2005); (Leferve vd., 1983); (Kazancı ve Karaman, 1988)
2. Evre	Yaklaşık 1, 5 milyon yıl önce başlayan volkanik etkinlik	Piroklastiklerin oluşumu	(Çoban, 2005)
3. Evre	Yaklaşık 200 bin yıl önce başlayan aktivite süreci	Piroklastiklerin ve fonolitik çember daykların oluşumu	(Platevoet vd., 2006); (Platevoet vd., 2008); (Özgür vd., 2008); (Elitok vd., 2008)
4. Evre	Yaklaşık 115 bin yıl önce başlayan evre; şiddetli patlama dönemi	Bu dönemde maar tipi patlama ile önceki volkanik domlar parçalanmıştır.	(Platevoet vd., 2006);(Platevoet vd., 2008);(Özgür vd., 2008) (Elitok vd., 2008)
5. Evre	20-25 bin yıl önce şiddetli patlamayla başlayan ve 5 bin yıl öncesine kadar devam eden volkanik süreç	Dom ve daykların yerleştiği volkanik püskürme neticesinde etrafa yayılan piroklastiklerin akarsu ve göl taraçalarında gözlenenbildiği son dönemdir	(Platevoet vd., 2006)Platevoet vd., 2008)(Özgür vd., 2008) (Elitok vd., 2008)

#### 4. SONUÇ

Yapılan çalışmayla Gölcük volkanizmasının tek evrede gerçekleşmediği 5 evre ve bu evrelerde değişik fazlarla meydana geldiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu evreler; 1.Evre: Pliyosen-İlksel Gölcük volkanizması; trakiandezit- trakitik lavlar ve bazaltik trakiandezitlik-trakibazaltik volkanizma gelişimi, 2. Evre: Günümüzden yaklaşık 1, 5 milyon yıl önce başlayan volkanik etkinlik süreci volkanik patlamaya bağlı olarak piroklastiklerin ve fonolitik çember daykların oluşumu 3. Evre günümüzden yaklaşık 200 bin yıl önce başlayan etkinlik süreci, 4. Evre günümüzden 115 bin yıl önce başlayan evre; şiddetli patlama dönemi 5. Evre Günümüzden 20-25 bin yıl önce şiddetli patlamayla başlayan ve 5 bin yıl öncesine kadar devam eden volkanik dom ve daykların yerleştiği, volkanik püskürme neticesinde etrafa yayılan piroklastiklerin akarsu ve göl taraçalarında gözlenebildiği son evre şeklindedir.

Jeomorfolojik gözlem ve tarihlendirme sonucu Gölcük volkanizmasının günümüze yakın zamanlara kadar dönemsel olarak sürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan OSL tarihlendirme yöntem bulgularına göre volkanizmanın günümüzden 5500 ± 0,6 bin yıl öncesinde en son aktivitesini gerçekleştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Gölcük Gölünün de içinde yer aldığı geniş çukurluğun bir maar olmadığı; buranın bir kaldera olduğu bu oluşumun daha çok bir kaldera özelliği taşıdığı, kalderanın değişik zamanlarda oluşan volkanik patlama ve çökmelerle günümüzdeki jeomorfolojik şeklini aldığı sonucuna varılmıştır. Gölcük ilksel volkanizmasının Gölcük kalderası güney ve güneydoğu kesiminde gerçekleşmiş olduğu, bu volkanizma evrelerine ait konilerin arazide halihazırda izler taşıdığı ve sayılarının çok fazla olduğu ifade edilebilir.

Gölcük kalderasının günyeyinde yer alan Pürenliova'nın bir paleokalderanın tabanı olduğu bu paleokalderanın değişik noktalarda meydana gelen patlama ve çökmeler sonucunda kaldera görünümünde uzaklaştığına dair bulgulara ulaşılmıştır.

Gölcük volkanizmasına ait volkanik ürünlerin yalnız Isparta ve Burdur ovalarında değil aynı zamanda Davras Dağı kuzey kesimlerinde ve Eğirdir gölü taraçalarında bulunduğu, ayrıca bu materyallerin günümüze yakın dönemlerde istiflendiği sonucuna ulaşılmıştır. Volkanik materyalin günümüzdeki hakim rüzgâr yönünü de andırarak şekilde volkandan itibaren daha çok doğu ve kuzeydoğu kesimde yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimince desteklenmiştir. Proje Numarası: 3863.

## KAYNAKÇA

Aitken, M. (1985). *Thermoluminescence dating*. England: Academic Press, 351 s.

Arculus, R. (1987). The significance of source versus process in the tectonic controls of magma genesis. *J. Volcan. Geotherm. Res.*, 32, 1-12.

Atlıhan, M. A. (2008). *Ege Çöküntü Sistemindeki Bazı Deprem İzlerinin Lüminesans Yöntemiyle İncelenmesi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü .

Bemmelen, R. V. (1929). 'Hot Caldera Probleem', De Mijningenieur . Vereeniging Van

Ingenieurs En Geologen, Bandoeng, 10, No. 5, 101-12.

Canpolat, E. (2014). *Gölcük (Isparta) Volkanizması ve Volkanik Gaz Risk Analizi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınlanmamış Doktora Tezi.

Çiçek, İ. (1992). Gölcük Kalderası (Isparta). *Türkiye Coğrafyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi Sayı 2*, 137-150.

DSİ. (1978). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Aralık 1978 Gölcük Gölü Batimetri Haritası. Ankara

Elitok, Ö., Özgür, N., & Yılmaz, K. (2008). *Gölcük Volkanizmasının (Isparta) Jeolojik Evrimi, GB Türkiye*. Isparta: TÜBİTAK.

Eriç, S. (1971). *Jeomorfoloji II Genişletilmiş 2. Baskı*. İstanbul: İ.Ü. Edebiyat Fak. Coğ. Enst. Yayınları, No:23.

Erol, O. (1975). Burdur havzası kuaterner depoları. Quaternary deposits of the Burdur Lake Basin. *Cumh. 50. yılı Yerbilimleri Kongresi 17-19 Aralık - 50 th Anniversary of Republic Congress of Earth Sciences. 17-19 Decembre 1973*. Ankara.

Hildenbrand A., P. B.-.. (1999). The shoshonitic volcanic series of Isparta Triangle, Turkey: evidence for fractionation processes in a shallow reservoir and mantle source. *EUG Strasbourg, Post-collisional magmatism symposium, terra Nova abstract*, (s. 695).

Kalafat, D. (1988). Güneybatı Anadolu ve Yakın Çevresinin Depremselliği, Aktif Tektoniği. *Deprem Araştırma Bülteni, Sayı 63*, 5-98.

Karaman, M. E. (1990, Ağustos). Isparta güneyinin temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni(30)*, s. 57-67.

Karaman, M. E. (2000). Tectono-Stratigraphic Outline of the Burdur-Isparta Area (Western Taurides, Turkey). *Geological Bulletin of Turkey. Volume 43, Number 2*, 71-81.

Kazancı, N., & Karaman, M. E. (1988). Gölcük (Isparta) Pliyosen Volkaniklastik İstifinin Sedimantolojik Özellikleri. *Akdeniz Üniv.*

*Isparta Müh. Fakültesi 5. Müh. Haftası, Bildiri Özleri Kitabı*, (s. 32). Isparta.

Kelemen, P. B., Shimizu, N., & Dunn, T. (1993). Relative depletion of Nb in some arc magmas and the continental crust: partitioning of K, Nb, La and Ce during melt/rock reaction in the upper mantle. *Earth. Plan. Sci. Lett.*, 120, 111-133.

Koçyiğit, A. (2008). Ağlasun-Gölcük (Isparta) Bölgesinin Aktif Tektoniği: Neotektonik Rejimin Türü ve Sagalassos Tarihsel Depremlerinin Kaynağı. *Aktif Tektonik Araştırma Grubu Onikinci Çalıştayı*, (s. 7-8). Ankara.

Kumral, M., Çoban, H., Gedikoğlu, A., & Kilinc, A. (Sep. 2006). Petrology and geochemistry of augite trachytes and porphyritic trachytes from the Gölcük volcanic region, Isparta, SW Turkey: A case study. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27(5), 707-716.

Kuşçu, M., & Gedikoğlu, j. A. (1990). Isparta-Gölcük Yöresi Pomza Yataklarının Jeolojik Konumu. *Jeoloji Mühendisliği(37)*, 69-78.

Özgür, N., Yağmurluoğlu, F., Ertunç, A., Karagüzel, R., Görmüş, M., Elitok, Ö., et al. (2008). *Assesments Of Tectonics And Volcanic Hazards In The Area Of Isparta Around Gölcük Volcano*. Ankara: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) Proje No: 104y213.

Pearce, J. (1982). Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries: in: Thorpe, R.S. (ed.): *Andesites*. Wiley, 525-548.

Platevoet, B., Scaillet, S., Guillou, H., Blamart, D., Nomade, S., Massault, M., et al. (2008). Pleistocene Eruptive Chronology Of The Gölcük Volcano, Isparta Angle, Turkey. *Quaternaire*, 19, 2, 147-156.

Platevoet, B., Scaillet, S., Guillou, H., Nomade, S., D., B., Poisson, A., et al. (2007). Pleistocene explosive activity of the Gölcük volcano, Isparta Angle, Turkey. *Geophysical Research Abstracts, Vol. 9, 02806*.

Poisson, A. (1977). *Recherches Géologiques dans les Taurides occidentales (Turquie)*. Thèse doct.d'état. Université Paris Xi-Orsay 795.

Poyraz, S. A. (2009). *Isparta Bölümünü Oluşturan Tektonik Yapıların Sismolojik Yöntemlerle Araştırılması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi (Basılmamış).

Sür, A., Ö., S., & Yiğitbaşıoğlu, H. (2002). *Volkanlar, Türkiye'nin Volkanik Yörelere ve Depremler*. Ankara: Bilim Yayınları.

Şenel, M. (1997). *Türkiye Jeoloji Haritaları Isparta j10-J11 Paftaları No:13-14*. Ankara: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.

Şengör, A. (1980). Türkiye'nin neotektoniğinin esasları. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Konferanslar Dizisi S. 2*, (s. 40).

Turoğlu, H. (2011 b). *Buzullar ve Buzul Jeomorfolojisi*. İstanbul: Çantay Kitapevi.

Vehaert, G., Thon, D., Vandycke, S. S., & Muchez, P. (2006). Different stress states in the Burdur-Isparta region (SW Turkey)

since Late Miocene times; a reflection of transient stress regime. *Journal of Structural Geology* 28, 1067-1083.

Wintle, A. (1997). Luminescence dating: laboratory procedures and protocols. *Radiation Measurements*, 769-817.

Yalçinkaya, S. (1989, Haziran). Isparta-Ağlasun (Burdur) Dolaylarının Jeolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktoa Tezi (Yayınlanmamış).