

I.TIBBİ JEOLOJİ ÇALIŞTAYI

TEKNİK GEZİ REHBERİ

Prof.Dr.Kadir DİRİK
Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Müh. Böl. Beytepe/Ankara
kdirik@hacettepe.edu.tr

1 Kasım 2009

1. GENEL BİLGİ

1.1. Kapadokya'nın Tarihi

Amasyalı coğrafyacı ve gezgin Strabon'un 17 kitaplık "Geographika" adlı eserinde Kapadokya Bölgesini "kuzeyde Doğu Karadeniz kıyıları, doğuda Malatya, batıda Aksaray ve güneyde de Toros dağlarına kadar uzanan bir alan, bölgenin boyutları Karadenizden Toroslara kadar 550 km batı komşuları Likonya ve Frigya'dan Fırat nehrine kadar da yine 550 km'dir" diyerek açıklamıştır. Kapadokya kelimesi, Pers dilinde Güzel Atlar Ülkesi anlamına gelen "Katpatuka" sözcüğünden kaynaklanır. Çok büyük bir alana yayılmakla birlikte esas bölümünü Kayseri de içinde olmak üzere güney bölgesi oluşturur. Kuzeydeki bölümüne ise Pontik Kapadokyası (Pontus) adı verilmektedir. Bölgenin en önemli yükseltisi Strabon'un deyişiyle "tepesinde hiçbir zaman kar eksik olmayan dağların en yükseği" Erciyes (Argoios) dağıdır. En önemli kenti önceleri "Mazaka" adını taşıyan Kaisareia (Kayseri) idi. Kapadokyanın başkenti olarak bilinen bu kent, M.Ö. 1. yüzyılda Roma İmparatoru Augustus adına bu ismi almıştır. Kapadokya'nın doğu sınırındaki en önemli merkez ise Melitene (Malatya) idi. Bölgenin güneydeki en önemli kenti ise Tyana (bugünkü Uluborlu köyü) olup, Bor'un güneyinde inşa edilmişti.

Tarih öncesi dönemlerden başlayarak yerleşmelere sahne olan Kapadokya, Anadolu'nun en eski yazılı belgelerinin bulunduğu bölgedir. Kayseri yakınındaki Kültepe de M.Ö. 2000 yıllarında büyük bir ticaret merkezi kurulmuş olup bu kentte Mezapotamya'dan göç etmiş Asurlu tüccarlar da bulunmaktaydı. Anadolu, yazılı tarih dönemine bu tüccarların getirdikleri çiviyazılı belgeler sayesinde girmiştir. Hitit devletinin kuruluşundan sonra tüm Kapadokya bu devletin egemenliğini tanıdı. Hitit İmparatorluğu'nun yıkılışından sonra bölgeye Tabal devleti, daha sonra da Frigler hakim oldular. Bölge bu devletlerin yıkılmalarından sonra M.Ö. 590 yılında Med, M.Ö. 547-333 arasında ise Pers İmparatorluğu'na bağlandı. Pers egemenliği döneminde Katgutuka adı altında satraplık haline dönüştürüldü. M.Ö. 333 yılında Makedonya kralı Büyük İskender Kapadokya'yı işgal etti. M.Ö. 323 te onun ölümünden sonra, generallerinden Makedonyalı Perdikkas'ın eline geçen Kapadokya M.Ö. 301-280 yılları arasında Selevkos krallığına bağlandı. M.Ö. 280 yılında Selevkos'un ölümü üzerine bağımsızlığını kazandı ve ilk kral olan Ariarathes (M.Ö. 255-220) döneminde görkemli devrini yaşadı. Daha sonra aynı hanedandan çeşitli krallar zamanında giderek güçsüzleşti ve Pontus krallığı ile Roma imparatorluğu arasında sürekli olarak çekişme konusu oldu. M.Ö. 63 yıllarında Roma egemenliğine girerek bu

imparatorluğun ikiye ayrıldığı M.S. 395 yılına kadar Romalıların idaresinde kaldı. Bu tarihten sonra Bizans imparatorluğu sınırları içine girdi. M.S. 1072 yılında ise Selçuklular tarafından alınan, Kapadokya, M.S. 1339 yılında da Yıldırım Bayezıt tarafından Osmanlı İmparatorluğuna katılmıştır. Timur'un Anadolu'ya istilası esnasında yöre 1405 yılına kadar Timur'un elinde kaldı ve daha sonra Karamanoğullarının eline geçti. 1466'da ise Karamanoğulları imparatorluğa bağlanarak Osmanlı topraklarına katıldı. Kapadokya bundan sonra Türkiye Cumhuriyeti kuruluncaya kadar Osmanlı İmparatorluğunun bir bölgesi oldu.

Hareketli bir tarihsel gelişime sahne olan Kapadokya bu özelliğinden dolayı çeşitli antik değere sahip kültürel değerler içermesi yanında Kayseri-Nevşehir-Niğde il merkezlerinin oluşturduğu üçgen biçimindeki alan içerisindeki doğal yapısıyla bilinmektedir.

Bu alan Hasandağı, Melendiz dağı ve Erciyes dağı gibi üç büyük yanardağın milyonlarca yıl devam eden püskürmeleriyle oluşan kalın bir volkanik örtüyle kaplanmıştır. Hasandağ ve Erciyes dağında volkanik etkinlik küçük çapta püskürmelerle zamanımızdan yaklaşık 2000 yıl öncesine kadar devam etmiş olup, günümüzde ise sadece sıcak su ve volkanik gaz çıkışları devam etmektedir. Kapadokya yöresinde yığılan ve kalınlığı yer yer 100 m yi aşan volkanik plato Kuvaterner'deki aşınımın yarılmış ve söz konusu plato masa şekilli tepeler ile bunlar arasında yer alan kanyonumsu vadilere dönüşmüştür. Plato ve vadi yamaçlarında tüf, tüfit, ignimbiritik tüf, lahar, kil ve marn ardalanmasının yüzelediği bölümlerde seçici aşınımın eseri olarak Kapadokya'ya özgü topoğrafya ve peribacaları gelişmiştir. Peribacaları, işlemesi kolay yumuşak tüflerden oluştuğu için eski çağlardaki insanlar tarafından oyularak iki-üç katlı konutlara dönüştürülmüş ve uzun zaman kullanılmışlardır. Özellikle M.S. 7. yüzyıldan itibaren Anadolu'ya egemen olan Bizans imparatorluğuna yapılan Arap saldırıları ve imparatorluğun din üzerinde işkenceye varan baskıları yüzünden Hristiyanlar bu bölgeye göç etmişler, Peribacalarını ve diğer tüf ve ignimbrit kütlelerini oyarak saklanmış, yeni bir yerleşme biçimi geliştirmiş ve yeraltında bile korunaklı kentler yapmışlardır. Yeraltı kentleri Kaymaklı, Derinkuyu ve Özkonak civarında yer alır. Hristiyanlar tüfleri oyarak manastır, kilise ve evler yapmışlar, tapınakların duvarlarını ve tavanlarını dinsel resimlerle süslemişlerdir.

Kapadokya, kendine özgü jeolojik yapısı ile tarihsel değerlerin iç içe bulunduğu doğal bir açık hava müzesi olarak tanımlanabilir. Tarihsel açıdan ele alındığında Kapadokya, Niğde-Nevşehir-Kayseri-Kırşehir il

sınırları dışına taşmasına karşılık doğal bir sınır çizmek gerektiğinde jeolojik ve jeomorfolojik yapı ile tarihsel kültür arasındaki ilişkiler göz önüne alınarak Aksaray-Niğde çizgisi doğusunda kalan, kuzeyde Kırşehir, doğuda ise Kayseri'ye kadar uzanan bir bölge olarak tanımlanabilir. Daha dar bir alan olan kayalık Kapadokya bölgesi Uçhisar, Ürgüp, Avanos, Göreme, Derinkuyu, Kaymaklı, Ihlara ve çevresinden ibarettir. Bu tanımlamadaki ölçüt Kapadokya'nın simgesi haline gelmiş olan peribacalarının geliştiği, yeraltı yerleşim merkezleri ile kaya kiliselerinin bulunduğu Neojen-Kuvaterner yaşlı volkano-tortulların yayılım alanıdır (Şekil 1.1).

1.2. Jeoloji

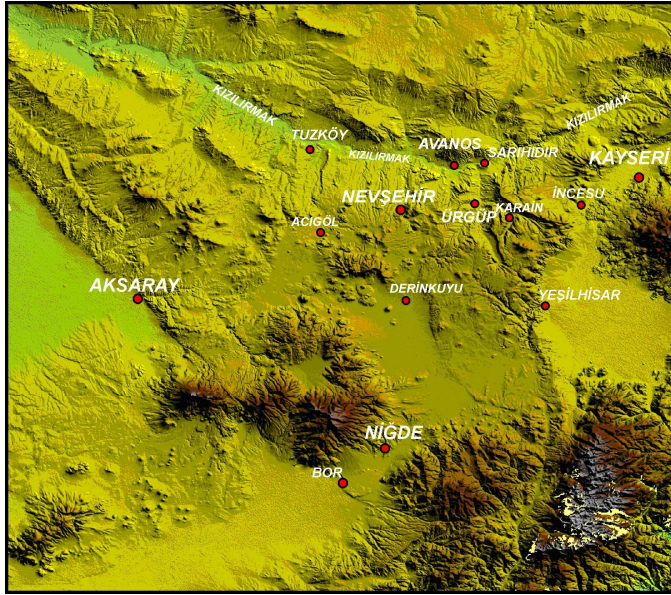
KD-GB doğrultu ve 250-300 km uzunluğa sahip olan Kapadokya Volkanik Alanı (KVA) Türkiye'deki Neojen-Kuvaterner volkanik kuşaklarından biridir (Şekil 1.2). KVA'nın volkanizması, çalışmaları ağırlıklı olarak jeokronoloji, petrografi, jeokimyasal karakter ve ignimbrit yerleşimi olan değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Pasquare 1968; Keller 1974; Innocenti et al. 1975; Besang et al. 1977; Batum 1978 a, b; Baş et al. 1986; Pasquare et al. 1988; Schumacher et al. 1990; Ercan et al. 1990, 1992, 1994; Bigazzi et al. 1993; Aydar et al. 1994; Le Pennec et al. 1994; Druitt et al. 1995). Bu çalışmalar KVA'nın kalk-alkalin karakterde bir volkanik alan olduğunu ve Avrasya ve Afrika-Arabistan levhalarının yakınsamasına bağlı olarak geliştiğini göstermiştir. Pasquare vd. (1988) KVA'nın evrimi için üç ana dönem önermiştir:

1. Birinci dönem andezitik bileşimli değişken domların faaliyeti yanında aktif püskürme merkezleri ile temsil edilir. Radyometrik yaşlandırmalar bu dönemin 13.5 ile 8.5 Ma arasını kapsadığını gösterir (Innocenti vd. 1975; Besang vd. 1977).
2. İkinci dönem (8.5-9, 2.7 Ma), Keçiboyduran-Melendiz volkanik kompleksinin oluşması ve Ürgüp havzasında geniş yayılım gösteren ignimbrit birimlerinin yerleşimi ile temsil edilir.
3. Üçüncü dönem, büyük merkezi volkanlar (Erciyes, Hasandağ kompozit volkanları gibi) ile beraber Kayseriden Konyaya kadar birçok monojenetik merkezlerin gelişmesi ile karakterize olur

KVA'nın kaya birimleri volkanik kompleksler, volkanoklastik kayalar ve sindir koni alanları olmak üzere üç grupta toplanabilir. Volkanik kompleksler bölgedeki ana püskürme merkezlerine karşılık gelir. Bölgede 19 volkanik merkez belirlenmiştir (Şekil 1.2). Komplekslerin bazılarının detaylı olarak çalışılmasına rağmen bazıları hakkındaki bilgi halen çok azdır. Acıgöl Kalderası hariç (Şekil 1.2) diğer

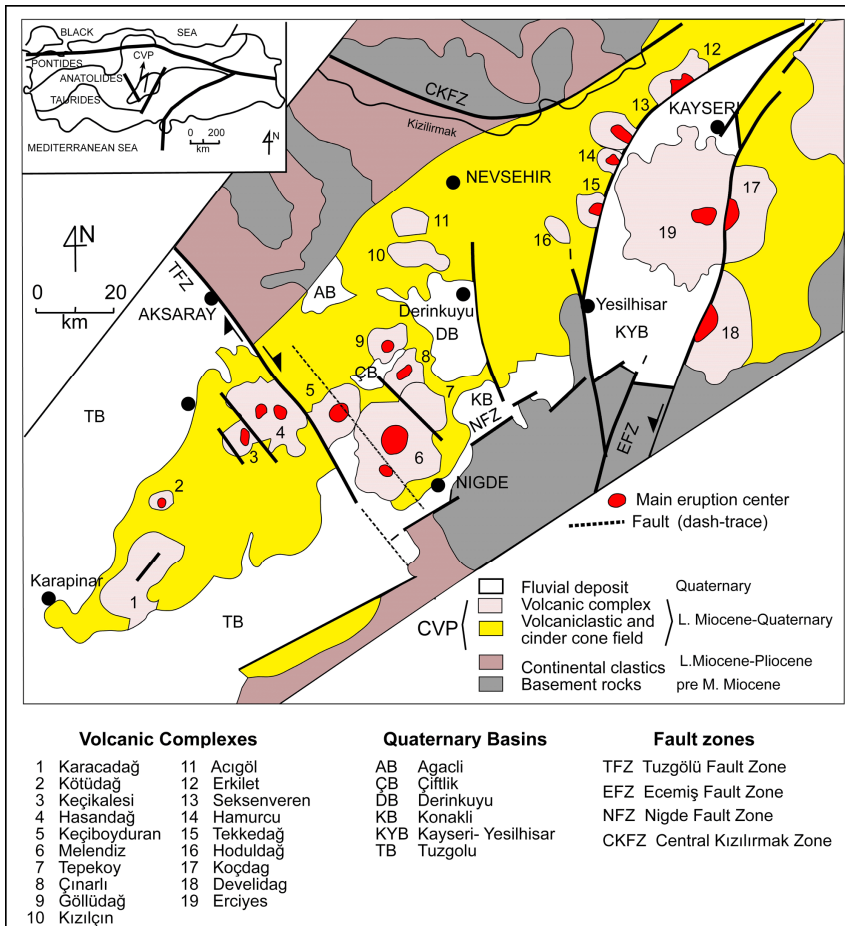
komplekslerin tümü ana taban seviyesinin 1050 m üzerinde püskürmüş muazzam topoğrafik kütlelerdir. En büyük yükseklik 3917 m ile Erciyes kompleksi'nin zirvesidir (Şekil 1.2, no: 19). Kompleksler, çapları 5 ile 40 km arasında değişen dairesel-elipsoyidal kütlelerdir. Her bir kütle değişik püskürmelerin volkanik ürünüdür. Birkaç km çapında püskürme merkezlerine sahiptirler (Göncüoğlu ve Toprak 1992). Çoğu polijenik volkan iken diğerleri ya dom ya da kaldera şeklindedir. Kompleksler KD-GB doğrultusunda dizilmiş ve volkanik kuşağın uzun eksenine hemen hemen paraleldir.

KVA'nın volkanoklastik çökelleri gösel – akarsu sedimanları ile ara katlıdır. Bu birimlerdeki ilk detaylı çalışma Pasquare (1968) tarafından yürütülmüş ve istif Ürgüp Formasyonu olarak adlanmıştır. Ürgüp Formasyonunun en farklı özelliği KVA içinde geniş bir yayılıma sahip olan birçok ignimbrit seviyesine sahip olmasıdır (Şekil 1.3). Radyometrik yaş tayini çalışmaları bu kayaların yaşının 10 ile 2 Ma arasında olduğunu gösterir (Innocenti vd. 1975; Besang vd. 1977; Batum, 1978a; Temel, 1992; Schumacher vd. 1990). Bu zaman aralığı geç Miyosen-Pliyosene karşılık gelir.



Şekil 1.1 Kapadokya ve civarının kabartma haritası

Bu ignimbritlerin püskürme merkezleri değişik bilim adamları tarafından çalışılmış olmasına rağmen birçoğu halen araştırılma aşamasındadır. Le Pennec vd. (1994), ignimbritlerin her birinin yayılımına, kalınlığına dayanarak ve her bir ignimbrit mostrası paketini ve ilgili döküntü çökeliğini göz önüne alarak ignimbritler için kaynak önermişlerdir. Onlar aynı zamanda, gravite anomalilerini, morfolojik ve yapısal özellikleri de göz önüne almışlardır. Tüm veriler, bu ignimbritlerin kaynağının kuzeyde Nevşehir, güneyde ise Melendiz kompleksi arasında yoğunlaştığını öngörmüştür.



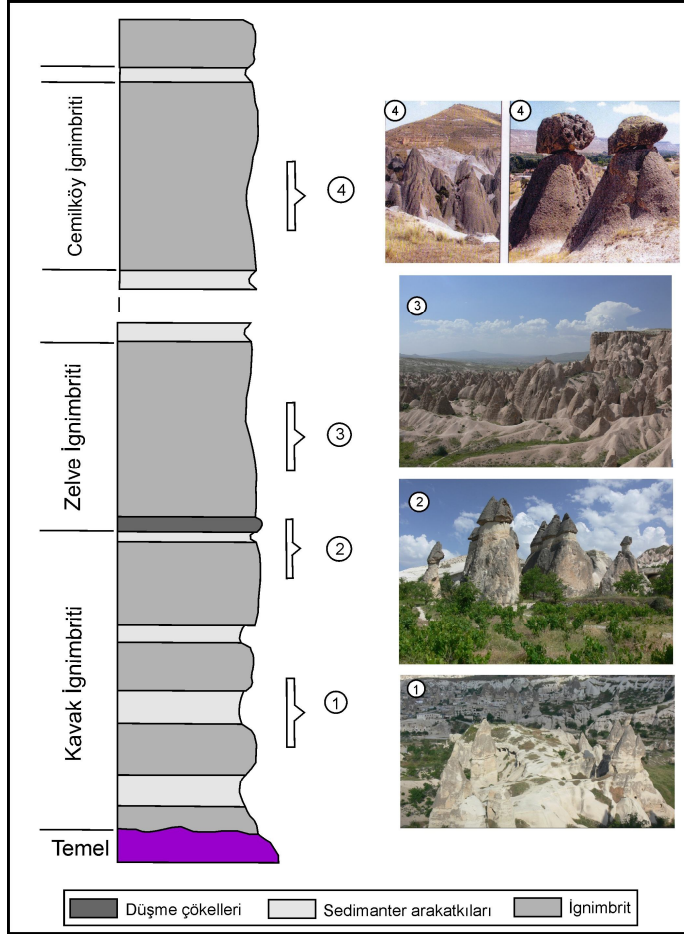
Şekil 1.2. Kapadokya Volkanik Alanı'nın (KVA) basitleştirilmiş jeolojik haritası (Toprak, 1998).

1.3. Peribacaları

Adı şapkalı veya şapkasız tuf konilerine yerli halk tarafından verilen “peribacaları” Kapadokyadaki en ilgi çekici jeomorfolojik özelliklerden biridir. Farklı dirençteki kaya topluluklarının oluşturduğu ardışıklı yapılar üzerinde rüzgar, yüzeysel suların seçici aşındırması gibi etkenlerle meydana gelmiş koni şekilli jeomorfolojik oluşumlardır. Bu oluşumlar koni şekilli bir gövde ile çoğunlukla bunun tepe kısmında yer alan bir bloğun oluşturduğu şapka olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Kapadokya yöresinde peribacaları Ürgüp-Avanos-Uçhisar arası, Damsa çayı vadisi, Gülşehir yöresi ve Ihlara vadisinde yoğun olarak izlenmektedir. Bu alanlardaki peribacaları tuf, tüffit, ignimbiritik tuf, lahar, kil ve marn araldanmasından oluşan Neojen yaşlı volkanotortulların yüzeylediği alanlarda gelişmiştir. Sayılan bu kaya topluluğunun düzenli bir araldanma yapısı vardır ve peribacası oluşumu bu araldanmalı yapıya bağlı olarak gelişmektedir. Yöredeki peribacaları söz konusu kaya topluluklarının Pleyistosen sonrası–günümüz zaman aralığında aşınması ile şekillenmiştir. Vadi yamaçları ile plato eteklerinde etkin olan seçici aşınma söz konusu kaya topluluğu içerisindeki laharitik ve ignimbiritik seviyelerin koruyucu etkisine bağlı olarak bunların altındaki tuf, tüffit, kil marn gibi kısımlar aşınımından kurtulmakta ve koni veya piramid şekilli oluşuklar ortaya çıkmaktadır (Şekil 1.4). Peribacalarının şekilleri üzerindeki kayaç türü, katman eğimi, katman kalınlığı, çimentolanma derecesi, eklem sistemleri, petrografik ve kimyasal yapı gibi jeolojik özellikler ile şekillendirme süreçleri, jeomorfolojik konum, yamaç eğimi, tabaka dalım ile yamaç eğimi arasındaki açı, şekillenme döngüsü içerisindeki yeri, oksidasyon, yerel iklimik şartlar gibi jeomorfolojik özellikler etkili olmaktadır.

ERATEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	ÜYE	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR		
SENOZOYİK	TERSİYER	MİYOSEN	ÜRGÜP	KUVATERNER DÖKÜLELERİ			Genç alüvyon, yaşlı alüvyon, talus, traverten, teras çökelleri, Kumtepe pomza		
					PLİYOSEN		50		Gösel kireçtaşı, marn Tabanda geri düşme çökelleriyle kaynaklanmış ignimbrit
						KIZILKAYA	25		
						TOPUZDAĞ	20		Lav
						GÖRDELES	15		İgnimbrit
						TAHAR	15		İgnimbrit
						CEMİLKÖY	100		İgnimbrit
						DAMSA	15		Lav
						SARIMADEN	15		Tabanda geri düşme çökelleriyle kaynaklanmış ignimbrit
						ZELVE	60		Gaz kaçış bacalarıyla ignimbrit Tabanda geri düşme çökelleri ve kül bulutu çökelleriyle birlikte bulunan ignimbrit
			İgnimbrit aratabakalı karasal sedimanlar						
			Karasal sedimanlar						
			Bozunmuş kırmızı marn, kumtaşı ve konglomera						
MİYOSEN ÖNCESİ		ALT MİYOSEN	YERİHLİSAR						
		TEMEL KAYAÇLAR					Siyenit, monzonit Dolerit, gabro, piroksenit		

Şekil 1.3. Kapadokya bölgesinin genelleştirilmiş jeolojik kesiti (Sayın 2008'den değiştirilerek hazırlanmıştır).



Şekil 1.4. Ürgüp formasyonunun değişik ignimbrit seviyelerinde gelişen peribacası tipleri.

1.4. Jeoloji ve Sağlık

1.4.1. Giriş

Bazı mineral ve mineral tozları sağlığımızı olumsuz yönde etkilemektedir. Son zamanlara kadar mineral tozlarının neden olduğu hastalıklar sadece mesleki hastalıklar olarak bilinmesine karşın, günümüzde mineral tozlarının solunum, sindirim veya cilt yoluyla vücuda girdiği ve vücudun çeşitli organlarında çeşitli hastalıklara yol açtıkları

birçok araştırmada ortaya konulmuştur. Bunlar içinde asbest minerallerinden krizotil, krokidolit, tremolit, amozit, antofillit ve aktinolit: akciğer, plevra, periton, ovaryum, mide, pankreas, böbrek, üst sindirim yolu ve solunum yolu kanserleri, hyalanize kalsifiye plevral plaklar, pulmoner fibrozise; silis minerallerinden ametist, tridimit, kristobalit, keatit, koesit, stışhovit, kalsedon ve sileks ile kömür gubundan taşkömürü, turba, linyit ve antrasit pnökonyoza; fenakit, olivin, alümino silikatlar, gröna ve epidot pulmonar fibrozis, hyalanize kalsifiye plevral plaklara; zeolit minerallerinden eriyonit plevra ve periton kanserleri, plevra kalınlaşması, kalsifiye plevral plaklara; radyoaktif minerallerden uraninit, tyuyamunit, thorininit, autunit kemik, kemik iliği, deri ve akciğer kanserlerine; talk, mika ve kaolen pulmoner fibrozise; kalsit ve aragonit safra kesesi taşlarına; vevelit ve apatit üriner taşlara; hematit deri ve akciğer kanserlerinin nedeni olduğu belirtilmektedir. Sağlığımızı olumsuz yönde etkileyen bazı mineraller şunlardır:

Erionit: Mezotelyoma

Asbest: Akciğer, plevra, periton, üst sindirim yolu ve solunum yolu kanserlerine,

Kuvars, Tridimit, Kalsedon gibi kristal yapılı Silis: Pnömokonyoza,

Kömür tozu: Akciğerde pnömokonyozuna,

Uranyum, Toryum, Radyum gibi radyoaktif mineraller: Kemik ve kemik iliği, deri ve akciğer kanserlerine,

Arsenik: Deri ve akciğer kanserlerine,

Talk, Mika, Kaolen ve bazı silikat mineralleri: Hyalinize kalsifiye plevral kanserlerine,

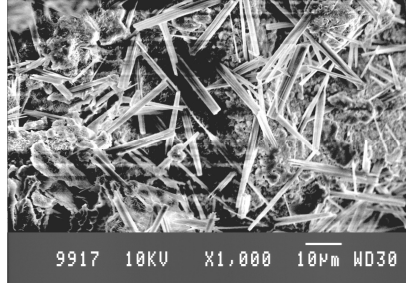
Kromit, Hematit ve Nikel: Akciğer ve nazal sinüs kanserlerine yol açtığı bilinmektedir.

1.4.2. Zeolit Mineralleri

Zeolit mineralleri; sodyum, alüminyum, kalsiyum, potasyum, silisyum ve oksijen elementlerini içerirler ve kapalı tuzlu sulu ya da açık tatlı veya yarı tuzlu acısu göllerde biriken volkanik tüflerin göl suyu ile kimyasal tepkimesiyle ve bozulmasıyla oluşurlar. Kil mineralleri ile Al ve Si jelleri zeolite dönüşebilmektedir. Zeolitin oluşumunda suyun pH derecesi (Asitliği, bazikliği), gözenek suyu bileşimi, tuzluluğu, iyon değişim oranı ve gömülme derinliği (Basınç altında kalma) önemlidir.

Gölün suyunun tuzluluğu ve alkalitesi volkan camının çözülmesiyle artar. Zeolit için uygun ortam hazırlar. Zeolit mineralleri gazlardan nem alınması, kirlilik kontrolü, havadan oksijenin ayrılması, çiftliklerde hoşla gitmeyen kokuların tutulması, kağıt sanayinde dolgu ve beyazlatma maddesi, kimyasal gübre etkisini arttırmada, enerji, metalurji ve tıp alanlarında kullanılmaktadır. Dünya’da zeolit yatakları, Birleşik Amerika’nın Oregon eyaleti, İtalya’nın Napoli bölgesi, eski Yugoslavya, Yeni Zelanda, bazı Afrika ülkeleri ve Japonya’nın belirli bölgelerinde mevcuttur. Kayıtlara göre buralarda kanser olaylarının görülmemiş olmasının nedeni, yatakların yakınında yerleşim yeri olmamasındandır. Ülkemizde Gölpazarı, Göynük, Polatlı, Oğlakçı, Ayaş, Bigadiç, Şaphane, Emet, Gördes, Urla, Kırkağaç ve Kapadokya yörelerinde varlığı saptanmıştır (Ataman, 1979). Volkanizmanın yaygın olduğu Batı Anadolu ve bazı yörelere göre iğnemsili yapılı **Eriyonit minerali** Kapadokya’da, Kapadokya’da da Nevşehir ilinin Gülşehir ilçesine bağlı Tuzköy, Ürgüp ilçesine bağlı Karain ile Avanos ilçesine bağlı Sarıhıdır köylerinde insan sağlığını tehdit edici boyutlarda olduğu saptanmıştır.

Zeolitlerin yalnız üçü, erionit, mordonit ve şabazit iğnemsili yapıdadır. Eriyonitin solunum yollarına kolayca girip, derinliklere kadar gidebilmesi, orada hiç değişmeden kalabi lmesi ve kimyasal yapısı nedeniyle akciğer ve karın zarında mezotelyoma denilen kanser türünü yaptığı kabul ediliyor. Lifsel yapıda olmayan diğer zeolit cinslerinin sağlığa zararlı olduğu gösterilememiştir. Muayyen ölçülerde (çapı yarım mikrondan az, boyu 5 mikrondan fazla) ve akciğerde erimeden uzun süre kalabilen lifsel yapıdaki minerallerin kanser yapıcı olduğu Stanton isimli Amerikalı bir araştırmacı tarafından ortaya atılmıştır (Barış, 1987). Barış (1987)’ ye göre Verem Savaş Teşkilatı’nın daha önceki yıllarda Nevşehir ve çevresinde çekmiş olduğu 50.000 in üstündeki mikrofilmler teker teker incelediğinde, lifsel iğnemsili zeolitinin sebep olduğu iyi huylu (akciğer zarında kalınlaşma, kireçlenme gibi) hastalıklar en yoğun bir şekilde Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır’da görülmüştür (Barış, 1987).

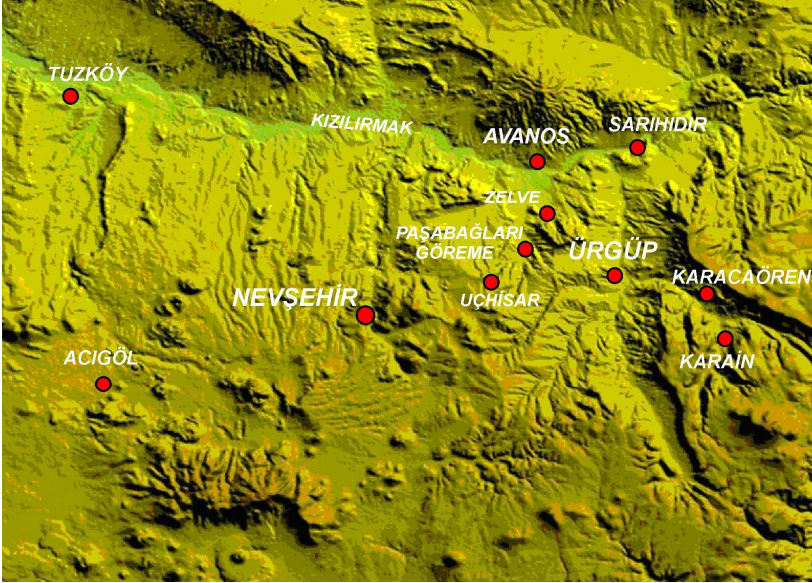


Şekil 1.5. Eriyonit minerali iğnelerinin Elektron Mikroskobu (SEM) görünümü.

Yerleşim yerlerinin yer aldığı eriyonitli tuf kayaları, yerleşmeleri sırasında bu yörede mevcut olan göl suyuyla temasta olmuşlardır. Eriyonitin oluşum mekanizması düşünüldüğünde bu tuzlu göl suyu uygun ortamı oluşturmuştur.

2. GEZİ DURAKLARI

Durak	Lokasyon
1,2	Karain- Karacaören: Eriyonit
3	Sarıhıdır: Eriyonit, arsenik, flor
4	Avanos (Çömlekçiler)
5	Tuzköy: Eriyonit
6	Uçhisar Kalesi (Panoramik manzara)
7	Zelve Vadisi-Köyü
8	Paşabağları



Şekil 2.1. Gezi duraklarının lokasyonunu gösteren kabartma harita

DURAKLAR 1 ve 2. Karain-Karacaören: Eriyonit

Karain köyünün kurulduğu zemin, 6-5 my yaşında olan Cemilköy ignimbritidir. Kalınlığı 40-60 m arasında olup, falezler oluşturur. Gri, beyaz, pomza ve volkanik kayaç parçaları ile amfibol, piroksen, plajiyoklas, kuvars, biyotit ve opak mineral içerir. Pomza parçaları lifsi ve sedef parlaklığındadır. Çıkış merkezi kaymaklı (Temel, 1992), Derinkuyu (Le Pennec, 1994) dolaydır. İgnimbrit üzerine kıltaşı, kumtaşı, tüfitten oluşan gölsel Tuzköy formasyonu gelir. Onun üzerinde Tahar ignimbriti, daha sonra Kızılkaya ignimbriti yer alır. İstifin en üstünde ise gölsel kireçtaşı (Kışladağ kireçtaşı) bulunur (Atabey, 2000). Araştırmalara göre Karain'in yerleştiği ignimbrit içinde kansere neden olan eriyonit minerali saptanmıştır (Barış, 1987)



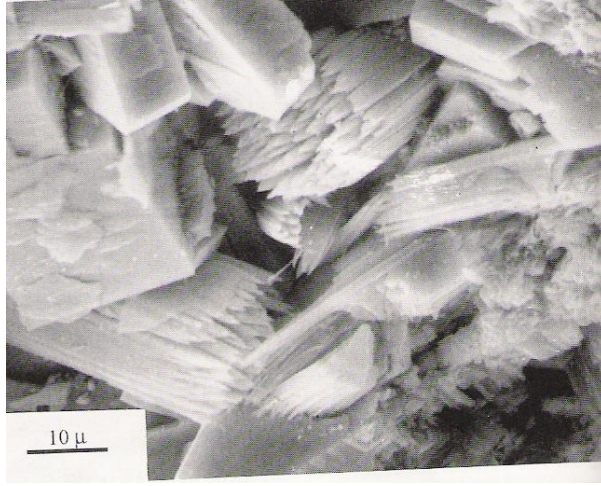
A

B



C

Şekil 2.2. Karain Köyü'nde tüfler içine oyularak yapılmış mekanlar (A, B) ve eriyonitli tüflerden yapılmış evler (C) (Atabey ve Dirik 2008).



Şekil 2.3. Karain köyünde tüften alınan örneğin SEM görüntüsü (Eriyonit kristalleri lifsi demetler şeklinde olanlar) (Temel ve Gündoğdu, 1996).

DURAK 3. Sarıhıdır: Eriyonit, arsenik, flor

a) Eriyonit

Eski Sarıhıdır köyü 1958 yılı öncesi sarp kayalık ile Kızılırmak Nehri arasındaki dar şerit üzerinde ve ignimbritler içine kurulmuştur. Konumu dolayısıyla taşkınlara ve kaya düşmelerine maruz kalınca 1958 yılında Kızılırmak üzerine bir köprü yapılarak karşı kıyıda yeni köyün oluşması sağlanmıştır (Şekil 2.4).Eski köyün yerleştiği ignimbrit kayaları Zelve İgnimbriti olup, volkanik kayaç, pomza parçaları içerir. Pomza lifleri uzun ve incedir. Göl ortamına tüflerin gelmesinden dolayı silisleşme ve zeolitlenme şeklinde olan hidrotermal zonlar gelişmiştir. İgnimbritin kalınlığı 15-30 metredir. Burada yapılan tıbbi çalışmalarda ignimbrit, tüfler içinde insanlarda akciğer kanserine neden olan erionit minerali bulunmuştur (Barış, 1987). İgnimbrit birimi üzerine gösel Tuzköy formasyonu kıltaşı, tüfit kayaları gelir. Daha önce ignimbritler üzerinde yaşamış olan insanların bazıları 20-30 yıl sonra eriyonit minerali nedeniyle akciğer kanserine yakalanmışlardır. Ancak kansere yakalanma

oranı yeni yerleşim alanında erionitli kayaların olmayışı nedeniyle azalmaktadır.

b) İçmesuyunda arsenik

Sarıhıdır köyüne içme suyu sağlayan ve köyün güney kesiminde yer alan kaynak suyu Dünya Sağlık Örgütünün öngördüğü limitin üzerinde arsenik içermektedir. Arseniğin kaynağını bünyesinde kimyasal olarak etkileşim içinde olduğu siyah şeyllerdir.



Şekil 2.4 Kızılırmak Nehrinin GD'sunda, nehirle erionitli kayalar arasındaki dar alanda kurulmuş olan eski Sarıhıdır köyü ve 1958 yılında kaya düşmesi ve taşkınlara karşı afet bölgesi ilan edilerek, Kızılıрмаğın KB'sına taşınan yeni yerleşim alanının görüntüsü.

c) İçmesuyunda flor

Sarıhıdır köyüne içmesuyu sağlayan ve köyün kuzeyinde yer alan kaynaklardan birisinde flor derişimi limitin üzerindedir. Florun kaynağı köyün kuzeyinde yüzeyleyen granitoid, pegmatit kayalarıdır.

DURAK 4. Avanos

Seramik atölyelerinin bulunduğu, toprağın şekillendirilip pişirilerek kaba kacağa dönüştüğü ve Kızılırmak nehrinin her iki yakasında kurulmuş olan Avanos bölgenin önemli turizm merkezlerinden biridir. Hititler döneminde, kimi tarihçilere göre "Zu-Winasa, kimilerine göre ise "Nenassa", Yunan ve Roma dönemlerinde "Venessa", Bizans döneminde ise "Vanote" diye adlandırılır. Selçukluların önemli kumandanlarından Evranos Bey'in adını aldığı; bu ismin ise Osmanlı döneminde Avanos olarak değiştiği öne sürülmektedir. Tarihçi Strabon'un belirttiğine göre Venessa, Kayseri (Mazaka) ve Kemerhisar'dan (Tyana) sonra gelen Kapadokya Krallığı içindeki üçüncü politik ve dini öneme sahip bir yerleşim yeridir. Buraya yerleşmiş olan, tanrı Zeus ve Uranos kültürünün varlığından da söz edilmektedir.

Avanos'ta Hititler'den beri çarkla çanak-çömlek yapıldığı bilinmektedir. Bu el sanatı kavimden kavime, babadan oğula geçerek günümüze kadar gelmiştir. Avanos'un dağlarından ve Kızılırmak'ın eski yataklarından yumuşak ve yağlı kil topraklar elenir ve iyice yoğurularak çamur haline getirilir. Çark adı verilen ve ayakla döndürülen tezgah üzerindeki çamurun maharetle şekillendirilmesiyle istenilen çanak yapılmış olur (Şekil 2.5). İşlik denilen atölyelerde üretilen çanaklar önce güneşte, daha sonra da gölgede kurutulduktan sonra, saman ve talaşla yakılan fırınlarda 800 dereceden başlayıp 1200 derece sıcaklık arasında özenle pişirilir.

Son yıllarda içme suyundaki arsenik oranının artması nedeniyle gündeme gelen Avanos'un bu problemi arıtma tesislerinin devreye girmesiyle çözülmüştür.

DURAK 5. Tuzköy:Eriyonit

Tuzköy'de en altta kayatuzundan oluşan bir seviye, onun üzerinde eriyonitli tuf, ignimbrit ve onun üzerinde de gölssel kıltaşı, kumtaşı bulunur. Tuzköy Karain ve Sarıhıdır köylerine göre engebesiz bir arazi üzerine kurulmuştur (Şekil 2.6). Şehir merkezi eriyonit içeren ve Kavak ignimbriti olarak nitelendirilen, pembe, sarımsı, gri, beyaz renklere pomza, andezit, ve bazalt çakılları içeren kayalardan oluşur. Ayrıca piroksen, feldspat, kuvars ve biyotit mineralleri bulunur. Araştırmalara göre bu tüfler ve ignimbritler kansere neden olan zengin eriyonit minerali içermektedir (Şekil 2.7)(Barış, 1987, 2003)

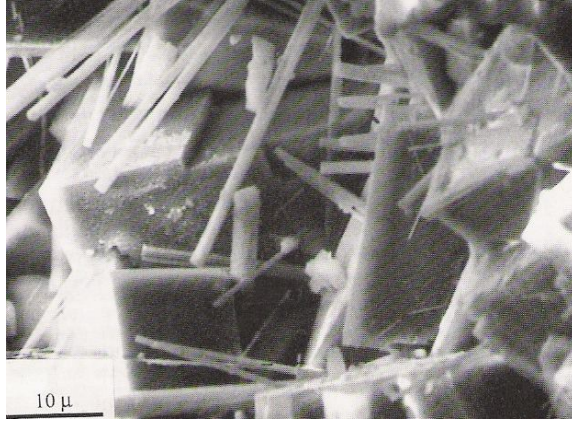
1.Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim–1 Kasım 2009, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp/ NEVŞEHİR



Şekil 2.5. Avanosta bir atölyedeki çalışmayı temsil eden fotoğraf.



Şekil 2.6. Yerleşim alanının orta kesimi eriyonitli tüfler üzerinde olan Tuzköy'ün genel görünümü.



Şekil 2.7. Tuzköy yerleşim alanındaki tüften alınan örneğin SEM görüntüsü (şabazit-eriyonit=eriyonit kristalleri iğnemsî şekilde olanlar) (Temel ve Gündoğdu, 1996)

Araştırmalara göre kanser olaylarının Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır'da yoğunlaştığı belirtilmektedir. Jeolojik yönden bakıldığında bu yerleşim yerlerinin görsel ortamda oluşan çökeller ve bu çökellerin altında yer alan tüflerin üzerinde kuruldukları görülmektedir. Dünya'da milyonda bir olan mezotelyoma'nın özellikle Tuzköy'de 1000 kat fazla görülmesinin nedeni, Tuzköy'ün üzerinde kurulduğu alanın yaklaşık 30-20 milyon yıl önce, kışın suyla dolan ve yazın kuruyan tuzlu göl çanağı olması ve bu gölde eriyonitin zenginleşmesindedir. Tuzköy, Karain ve Sarıhıdır'da tüflerin üzerine killi, evaporitli kayaların gelmesi eriyonitin zenginleşmesine yol açmıştır. Oluşum anındaki göl suyunun asitliği ve bazikliği, tuzluluğu, iyon alış verişi, gözenek oranı ve gömülme derinliği eriyonitin oluşmasında önemli rol oynamıştır. Sarıhıdır ve Karain'e yakın Avanos, Çökek, Ulaşlı, Karacaören, Boyalı, Karlık köyleri ile Tuzköy'e yakın olan Kızılköy, Kızılkaya, Eğrikuyu, Sığırlı, ve Salanda da ise kanser olayı görülmediği belirtilmiştir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi bu yerleşim yerlerinin tüf üzerinde kurulmamasındandır. Nevşehir, Ürgüp, Acıgöl çevresinin tamamen volkanik kayalarla örtülmüş olmasına karşın kanser olayının görülmemesi, bu alanlarda tüflerin göl ortamına girmemiş olması ve göl suyu ile tüflerin Na, K, Al, Ca, Si, ile kimyasal reaksiyona girerek lifsi eriyonit mineralinin oluşmasına fırsat verilmemiş olmasındandır (Atabey, 2002a, b, c). Eriyonitli volkanik kökenli kayalar nedeniyle kanser riski altında olan yerler Tuzköy ve güneyindeki Kızılköy ile, Karain, Karacaören ve Sarıhıdır köyleridir.

DURAK 6. Uçhisar Kalesi

Uçhisar Kalesi, Nevşehir-Avanos-Göreme bölgesinin volkanik manzarasını gören bir sırtın zirvesine kurulmuştur. Kale içine bir antik köyün oyulduğu ignimbiritten oluşur (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Uçhisar kalesinin genel görünümü (solda) ve buradan izlenen panoramik manzara (sağda)

DURAK 7. Zelve Vadisi-Köyü

Günümüzde bir Açık Hava Müzesi olan Zelve köyü tamamen kayalar içine oyulmuş eski bir köydür (Şekil 2.9, 2.10, 2.11) Köy Hristiyan ve Müslümanlar tarafından 1924 yılına kadar kullanılmıştır. Daha sonra Yunanistan ve Türkiye arasında imzalanan azınlıkların değişimi uygulaması neticesinde Hıristiyanlar bölgeden ayrılmıştır. Köy, kaya düşmesi riski nedeniyle 1950 yılında boşaltılmıştır. Köy dar bir sırtla birbirinden ayrılan iki vadi içinde yer alır. Her iki vadide de yaşam odaları ve kilise kompleksleri vardır. Dik yarıların değişik seviyelerinde gelişmiş güzel yer alan odalar birbirleriyle taş basamaklarla, bugün ise metal merdivenlerle bağlıdır. Köyün bazı bölümleri donma-çözülme dönemlerindeki zayıflama nedeniyle çökmüştür.



Şekil 2.9. Tümüyle Zelve ıgnimbriti içine oyulmuş Zelve köyünün bir bölümünün görünümü.



Şekil 2.10. Zelve Vadisi'nin uydu görüntüsü

DURAK 8. Paşabağları ve Göreme (Panoramik-Açık hava müzesi)

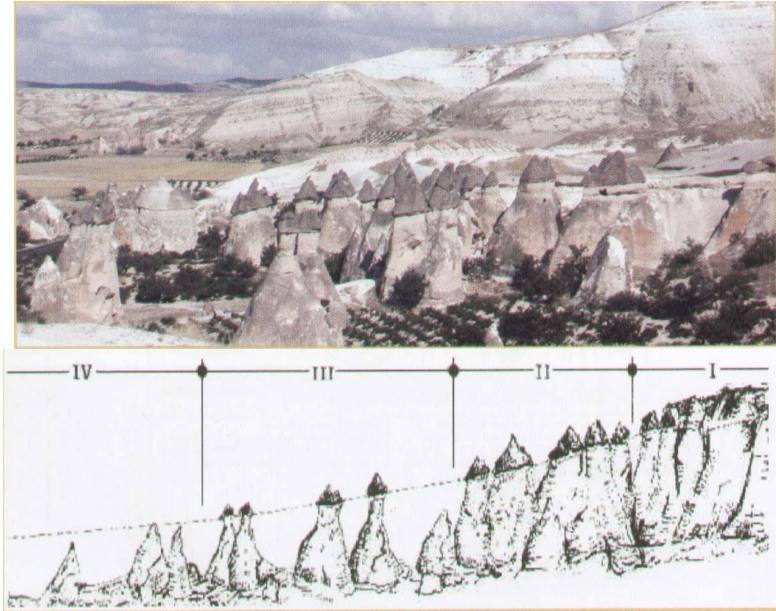
Paşabağları, Ürgüp Formasyonunun alt seviyelerinde yer alan Kavak İgnimbriti içinde gelişmiş olan peribacalarının en güzel görüldüğü yerdir (Şekil 2.11, 2.12).

Göreme yerleşim alanı Ürgüp formasyonunun kıltaşı, tüfitleri ve Zelve ignimbriti üzerinde kurulmuştur. Göreme Açık Hava Müzesi de bu tüfler üzerindedir (Şekil 2.13). Açık Hava müzesinin yer aldığı Kılıçlar Vadisinde bir çok kilise yer almaktadır. Tokalı Kilise, Rahibeler ve Rahipler Manastırı, Aziz Basil Şapeli, Elmalı Kilise, Azize Barbara Şapeli, Yılanlı Kilise, Karanlık Kilise, Çarıklı Kilise, El Nazar Kilisesi, Saklı Kilise, Meryem Ana (Kılıçlar Kuşluk) Kilisesi, Aziz Eustathios Kilisesi, Durmuş Kadir Kilisesi Göreme Milli Parkı içindedir.

Göreme Vadisi ile Aktepe arasında Zelve ignimbriti, tüf kayalarından oluşan vadilere Büyük Küçük Kılıçlar denilmektedir. İçinde su yolu geçen peribacaları, tüneller, ilginç biçimli kayalıkları ile etkileyici bir görünümü olan vadiye Kılıçlar Kilisesi bulunmaktadır. Göreme peribacaları ve birçok kilisenin bulunduğu geniş bir açık hava müzesidir.



Şekil 2.11. Zelve Vadisi ve Paşabağlarının uydu görüntüsü



Şekil 2.12. Paşabağları mevkiindeki peri bacaları (üstte) ve bunların oluşum evrelerini gösteren diyagram (altta). Yamaçlarda yeni peri bacaları oluşurken düzlüklerde tamamen aşınmaktadır (başlangıç (I), gençlik (II), oldgunluk (III) ve yaşlılık (IV)).



Şekil 2.13. Göreme vadisinin panoramik görüntüleri

DEĞİNİLEN BELGELER

- Atabey, E., 2000. *Tuzköy ve Karain yeni yerleşim yer seçimi ve jeolojik etüt raporu*, MTA Rapor no:10329.
- Atabey, E., 2002a. *Tüm Kapadokya risk altında mı? TÜBİTAK Bilim ve Teknik*, Sayı:412, 64- 67.
- Atabey, E., 2002b. *Tüm Kapadokya Yöresi Volkanik Tüf Nedeniyle Kanseri Riski Altında mı?, Uluslar arası Katılımlı Beslenme, Çevre ve Kanseri Sempozyumu Bildiri Özleri*, 31 Mart-3 Nisan 2002, Ankara
- Atabey, E., 2002c. *Erionitli tüflerle göl çökellerinin ilişkisi*, Türkiye 55. Türkiye jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri
- Atabey, E. 2005. *Tıbbi Jeoloji. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları: 88, 194s. Ankara.*
- Atabey, E., Dirik, K., 2008. *Teknik Gezi Kitabı: Jeoloji ve Sağlık, Kapadokya. MTA yayını.*
- Ataman, G., 1979, *Batı Anadolu zeolit oluşumları, Yerbilimleri, 3, 85.*
- Aydar, E., Gündoğdu, N., Bayhan, H. and Gourgaud, A., 1994. *Volcano-structural and petrological investigation of the Cappadocian Quaternary volcanism, TUBİTAK Yerbilimleri Dergisi, 3, 25-42 (In Turkish with English abstract)*
- Barış, Y. İ., 1987. *Asbestos and erionite related chest diseases, Semih Ofset Matbaası, Ankara.*
- Barış, Y. İ., 1994. *Bu doktoru rehin alalım: Anadolu'da bir kanser araştırması, Kent Matbaası,*
- Barış, Y. İ., 2003. *'Anne Bana kerpeteni getir'' Anadolu'nun Bitmeyen Akciğer ve karın Zarı kanseri Çilesi, 224s. Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara*
- Batum, I., 1978a. *Geology and petrography of Acıgöl and Göllüdağ volcanics at southwest of Nevşehir Central Anatolia - Turkey), Yerbilimleri, 4, 1-2, 50-69 (In Turkish with English abstract).*
- Batum, I., 1978b. *Geochemistry and petrology of Acıgöl and Göllüdağ volcanics at southwest of Nevşehir Central Anatolia - Turkey), Yerbilimleri, 4, 1-2, 70-88 (In Turkish with English abstract).*
- Beekman, P.H., 1966. *Hasandağı-Melendizdağı bölgesinde Pliosen ve Kuvaterner volkanizma faaliyetleri. MTA Dergisi, 66, 88-103.*
- Besang, C., Eckhardt, F.J., Harre, W., Kreuzer, H. and Müller, P., 1977. *Radiometrische Altersbestimmungen an Neogenen Eruptivgesteinen der Türkei, Geol. Jb., B_25, 3-36.*

- Bigazzi, G., Yeğingil, Z., Ercan, T., Oddone, M. and Özdoğan, M. (1993) *Fission track dating obsidians of central and northern Anatolia, Bull. Volcanology, 55, 588-595.*
- Dirik, K., Derman, S., Toprak, V., 2007. *Teknik Gezi Kitabı: Tuzgölü Havzası'nın Eski Vadileri, Tuzgölü Fay Zonu ve Kapadokya. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Teknik Geziler Serisi-3.*
- Ercan, T., Tokel, S., Matsuda, J., Ul, T., Notsu, K. and Fujitani, T., 1992. *New geochemical, isotopic and radiometric data of the Quaternary volcanism of Hasandağı-Karacadağ (Central Anatolia), TJK Bülteni, 7, 8-21 (In Turkish with English abstract)*
- Ercan, T., Tokel, S., Matsuda, J., Ul, T., Notsu, K. and Fujitani, T., 1994. *Erciyes Dağı (Orta Anadolu) Pliyo-Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal, izotopik, radyometrik veriler ve jeotermal enerji açısından önemi, Türkiye 6. Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, 208-222.*
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., 1992. *Neogene and Quaternary volcanism of central Anatolia: a volcano-structural evaluation, Bulletin de la Section de Volcanologie, Soc. Géol. France, 26, 1-6.*
- Innocenti, F., Mazzuoli, G., Pasquare, F., Radicati Di Brozolo, F. and Villari, L., 1975. *The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri-Niğde area, Geol. Mag., 112 (4), 349-360.*
- Keller, J., 1974. *Quaternary maar volcanism near Karapınar in Central Anatolia, Bulletin Volcanologique, 38-2, 378-396.*
- Le Pennec, J.-L., Bourdier, J.-L., Froger, J.-L., Temel, A., Camus, G., Gourgaud, A., 1994. *Neogene ignimbrites of the Nevşehir Plateau (Central Turkey): stratigraphy, distribution and source constraints. J. Volcanol. Geotherm. Res. 63, 59-87.*
- Pasquare, G., 1968. *Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia. Atti Accad. Naz. Lincei Mem., 9., 55-204*
- Sayın, N., 2008. *Fairy Chimney development in Cappadocian Ignimbrites (Central Anatolia, Turkey). ODTÜ Doktora Tezi (Yayınlanmamış).*
- Schumacher, R., Keller, J. and Bayhan, H., 1990. *Depositional characteristics of ignimbrites in Cappadocia, central Anatolia, Turkey, in: M.Y. Savaşçın and A.H. Eronat (eds), Proceedings of the International Earth Science Congress on Aegean Regions (IESCA 1990), vol: 2: 435-449.*

- Temel, A., 1992. Kapadokya eksplozif volkanizmasının petrolojik ve jeokimyasal özellikleri, Hacettepe Üniversitesi Doktora Tezi (Yayınlanmamış).*
- Temel, A., Gündoğdu, M.N, 1996. Zeolite occurrences and erionite-mesothelioma relationship in Cappadocia region, Central Anatolia, Turkey. Mineralium Deposita. 31, 539-547.*
- Toprak, V. and Göncüoğlu, M.C.,1993. Tectonic control on the development of the Neogene-Quaternary Central Anatolian volcanic province, Turkey, Geological Journal, 28, 357-369.*