

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:

KOPAR, İ, POLAT, P. (2020). Molla Tepe (Mollaköy-Erzincan) Perlitik Volkan Konisi'nin Jeolojik-Jeomorfolojik Özellikleri ve Molla Tepe Perlitinin Endüstriyel Madde Olarak Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 24 (3), 1529-1554.

Molla Tepe (Mollaköy-Erzincan) Perlitik Volkan Konisi'nin Jeolojik-Jeomorfolojik Özellikleri ve Molla Tepe Perlitinin Endüstriyel Madde Olarak Değerlendirilmesi

İbrahim KOPAR (*)

Pınar POLAT (**)

Öz: Erzincan Havzası'nın evrimine ışık tutan Molla Tepe (1274 m), iki evreli ve her evrede tekrarlayan püskürmelerle yapılanmış, litolojisini riyolitik lav ve piroklastiklerin meydana getirdiği dairesel tabanlı bir volkan konisidir. Molla Tepe konisini oluşturan riyolitik lavlar soğuma sürecinde hidrasyona uğradığı için perlite dönüşmüştür. Bu nedenle Molla Tepe tipik bir endüstriyel kayaç olan perlitin rezerv alanı haline gelmiştir. Molla Tepe perlit, endüstriyel maddeler bağlamında, hem hammadde hem de geliştirilmiş mamul maddeler olarak özellikle inşaat endüstrisinde çok çeşitli ürün yelpazesine değerlendirilmektedir. Perlit ürünleri arasında kırma-öğütme-sınıflandırma ünitelerinden alınan ham perlit ve perlit esaslı hafifletilmiş teknolojik ürünler bulunmaktadır. Bu ürünler hem yurtiçinde kullanılmakta hem de yurtdışına ihraç edilerek ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Molla Tepe, Volkan Konisi, Perlit, Endüstriyel Kayaçlar, Erzincan.


Geological-Geomorphological Features of Molla Tepe (Mollaköy-Erzincan) Perlithic Volcano Cone and Evaluation of Molla Tepe Perlite as Industrial Material


Abstract: Molla Tepe (1274 m), which sheds light on the evolution of the Erzincan Basin, has two phases and is constructed with repeated eruptions in each phase. It is a circular volcano cone formed by rhyolitic lava and pyroclastics. The rhyolitic lavas that make up the Molla Tepe cone have been transformed into perlite as they are hydrated during the cooling process. For this reason, Molla Tepe has become the reserve area of perlite, a typical industrial rock. Molla Tepe perlite is considered as a raw material and expanded product in the context of industrial materials, especially in the construction industry with a wide range of products. Among the perlite products are raw perlite taken from crushing-grinding-classification units and perlite based lightened technological products. These products are used both domestically and exported abroad, making important contributions to the country's economy.


Keywords: Molla Hill, Volcano Cone, Perlite, Industrial Rocks, Erzincan.

Makale Geliş Tarihi: 23.12.2019

Makale Kabul Tarihi: 11.06.2020

*) Prof. Dr. Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü (e-posta: ikopar@atauni.edu.tr)  ORCID ID. orcid.org/0000-0002-2840-9786

**) Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü (e-posta: ptaskiran@erzincan.edu.tr)  ORCID ID. orcid.org/0000-0001-5846-0454

Bu makale araştırma ve yayın etiğine uygun hazırlanmıştır  iThenticate intihal incelemesinden geçirilmiştir.

I. Giriş

Anadolu'da en yaygın görülen volkanik yerçekillerinden birini monojenetik yapılı piroklastik koniler oluşturmaktadır. Molla Tepe (1274 m) de bu konilerden biridir. Kısa süreli ve çoğu kez ritmik devam eden püskürmelerle mevcut görünümüne kavuşan koninin içeriğini *perlitleşmiş* riyolitik bileşimde lav ve piroklastikler oluşturmaktadır. Tipik şekilde bir alüminyum silikat bileşimi gösteren perlitin kimyasal bileşiminde ortalama bir değerle % 65-75 SiO₂, % 10-15 Al₂O₃, % 1.8- 5 Na₂O, % 3-5 K₂O ve çeşitli oranlarda Fe₂O₃, CaO, MgO bileşikleri bulunmaktadır (Thann ve diğ., 2011: 93). Perlit, kimyasal bakımdan diğer riyolitik eşdeğer camlı kayaçlarda (obsidyen ve pektayn) olduğu gibi bileşiminde bir miktar (%2-6) moleküler su tutmaktadır (Sağsöz, 2007: 11; Thann ve diğ., 2011: 93). Süngertaşı (pomza) gibi su yüzeyinde kalabilen perlit, kırılma olup elle ufalanabilmektedir. Yağlı parlaklıkta¹ ve kırıldığında konkoidal (midye kabuğu gibi) bir yüzey veren (Kibici, 2018: 14) perlitin doğadaki fiziksel görünümüne göre taneli, iri kristalli, lifli, kaya ve kum perlit gibi sınıflamalar yapılmaktadır (Turgay, 1981: 47; Tüzün, 1989: 9).

Perlit, aynı kök magmadan gelmesine rağmen pomza, obsidyen, pektayn gibi camlı kayaçlardan, oluştuğu ortam koşulları itibarıyla ayrılmaktadır. Nitekim perlitin kökeniyle ilgili görüşlere bakıldığında; Allen (1946), perlitin göl sularının altından püsküren magmanın eseri olduğunu ileri sürmüş ve böyle bir püskürme biçiminin pomza oluşumunu önlediğini açıklamıştır (aktaran Özkan, 1988: 9). Wilfler ve Taylor (1950) atmosferik bir ortamda magmanın hızlı şekilde yüzeye püskürmesi ve aynı şekilde hızla soğumasıyla oluştuğu üzerinde durmuştur (aktaran Özkan, 1988: 9). Friedman ve diğ., (1966) perlitteki suyun yüzeysel koşullarda hidrasyon yoluyla *meteorik sudan* elde edildiği sonucuna varırken (Friedman ve diğ., 1966: 323), Kuzvart (1984) obsidyen veya riyolitik magmanın hidrotermal alterasyona uğramasının perlit oluşumuyla sonuçlanacağına yer vermiştir (Kuzvart, 1984: 321). Perlit oluşumunda neck, dayk ve sill (sill) yapılarında olduğu gibi magmanın yüzeye en yakın olduğu ve hızlı bir şekilde soğuduğu sırada içine bir miktar su aldığı görüşü oldukça yaygındır (Hunting, 1949: 15; Turgay, 1981: 13). Nitekim düşük sıcaklıklı yüzey koşullarında meteorik suyun cam/silika yapısına yavaş bir şekilde difüzyonuyla magma hidrasyona uğramakta (Ross and Smith, 1955; Marshall, 1961; Friedman ve diğ., 1963; McArthur ve diğ., 1998; Maxim ve diğ., 2014; den aktaran Hinojosa-Prieto ve diğ., 2016: 196) ve magmada yuvarlak veya kavisli büzülmeler ile çatlaklı özel bir cam doku gelişmektedir (Hunting, 1949: 11). Perlit, oluşum sürecinde içine kristal su alırken kendisine en çok benzeyen pomza su kaybetmektedir. Pomzanın su kaybetmesi yüzey koşullarında buharlaşma yoluyla olmaktadır (Hunting, 1949: 11). Riyolitik camlı kayaçların en iyi bilinen örneklerinden obsidyen de doğrudan doğruya ana magmanın hızlı şekilde soğumasıyla oluşmakta ve bu süreçte suyunu kaybetmektedir. Bunlara karşın perlit, magmatik suyun (juvenil su) magma tarafından emilmesinden daha sonra oluşan bir kayaç olduğu için, içinde daima kristal su bulundurmaktadır (Orhun, 1969: 214). Friedman ve Smith (1958),

¹ Perlit inci parlaklığına sahip bir kayaç olduğu için *inci taşı* (perlitstein) olarak da bilinmektedir (Evans, 1993: 295).

obsidyenin aksine, perlitteki kristal suyun içerdiği döteryum miktarının, meteorik sulardaki döteryum oranına yakın muhtevada olması dolayısıyla bileşimdeki suyun meteorik suyla bağlantısı olduğunu belirtmiştir (Friedman ve Smith, 1958: 226).

Dünya çapında yaklaşık 3 milyon tona ulaşan perlit üretiminde başta ABD (%29) ve Rusya (%26) olmak üzere Yunanistan (%24), Türkiye (%6), Macaristan (%5) gibi ülkelerin payı yüksektir. Diğer %10'luk dilimde ise İtalya, Japonya, Çek Cumhuriyeti, Meksika, İngiltere, İrlanda, İzlanda, Fransa, Belçika, Almanya, Yeni Zelanda gibi pek çok ülkenin söz sahibi olduğu görülmektedir (Turgay, 1981: 20-22; Evans, 1983: 296).

Türkiye'de üretilen endüstriyel hammaddeler içinde perlit üretimi ve ihracatı gittikçe artmaktadır. Nitekim Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) verilerine göre toplam üretim miktarı 2011 yılında 702.673,00 ton iken 2018 yılında 1.088.982,87 tona ulaşmıştır. Üretilen perlitin ihracattaki payı yıllara göre değişmektedir. Ancak 2011 yılından başlayarak ihraç edilen perlit miktarının gittikçe arttığı görülmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Yıllara göre Türkiye'nin perlit üretimi ve ihracat miktarları.

Maden	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Perlit Üretim (ton)*	1.088.982	606.231	1.066.251	843.242	897.125	1.075.949	887.600	702.673
Perlit İhracat (ton)**	490.338	495.911	407.275	416.635	418.096	384.505	384.201	318.097

* MAPEG:

http://www.mapeg.gov.tr/istatistik_dok/Mapeg%20WEB%20C4%B0statistiki%20Veriler.pdf

** MTA: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/2010-maden-dis-ticaret>

Türkiye'deki perlit yataklarının önemli bir kısmı Ege, Marmara, İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde yer almaktadır. Ege Bölgesi'nde: İzmir, Manisa, Marmara Bölgesi'nde: Balıkesir, İç Anadolu Bölgesi'nde: Ankara, Nevşehir, Eskişehir, Çankırı, Doğu Anadolu Bölgesi'nde: Erzurum, Erzincan, Kars, Bitlis ve Van illeri perlit çıkış alanları olarak bilinmektedir (Turgay, 1981: 28-64). Rezerv itibarıyla en büyük perlit sahaları arasında başta Bitlis-Adilcevaz-Tatvan, Van-Erciş (1.400.000 bin ton), Kars –Sarıkamış (1.500.000 bin ton), Erzurum –Pasinler (100.000 bin ton) gelmektedir. Bu çalışmada ele alınan Molla Tepe perlit sahası ise 27.000 ton muhtemel rezervle 20 saha içinde 10. sırada yer almaktadır (Tablo 2).

Molla Tepe'den alınan perlit cevheri hem hammadde olarak hem de belli işlemlerden geçirildikten sonra elde edilen geliştirilmiş ürün² şeklinde yurtiçi ve yurtdışında pazar bulmaktadır. Geliştirilmiş ürünlerden de çeşitli mamul maddeler yapılmaktadır.

²Perlit, 750-1200 °C arasında ani olarak ısıtıldığında içindeki kristal su buharının etkisiyle genişler (expansiyon) camsı tanelerden oluşan bir köpük agregasına dönüşmektedir. İlk hacminin 20 katına kadar büyümüş bu ürüne *genleşmiş perlit* denilmektedir (<https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/perlit>).

Perlitin kullanım alanının diğer camlı kayaçlara (pomza, obsidyen, pekştayn, tuf) göre daha fazla çeşitlilik göstermesi, onu daha önemli bir endüstriyel hammadde yapmaktadır.

Tablo 2. Türkiye başlıca perlit sahaları ve mümkün rezervleri.

Sıra No	Perlit Sahası	Rezerv (mümkün) Bin Ton
1	Ankara-Çamlıdere	8.000
2	Ankara-Çubuk	32.000
3	Ankara-Kızılcahamam	34.200
4	Balıkesir-İvrindi	25.000
5	Balıkesir-Savaştepe-Sındırgı	47.000
6	Bitlis-Adilcevaz-Tatvan-(Van-Erciş)	1.400.000
7	Çankırı-Orta	30.000
8	Çanakkale-Biga	3.400
9	Eskişehir-Seyitgazi	20.000
10	Erzincan-Merkez-Mollaköy	27.000
11	Erzurum-Pasinler	100.000
12	İzmir-Bergama	16.500
13	İzmir-Dikili	8.000
14	İzmir-Foça	16.500
15	İzmir-Menderes (Cuma Ovası)	60.000
16	Kars -Sarıkamış	1.500.000
17	Manisa-Demirci-Soma	18.600
18	Manisa-Saruhanlı	18.000
19	Nevşehir-Acıgöl	862.000
20	Nevşehir-Derinkuyu (Niğde-Gölcük)	350.000
Toplam Rezerv		4.576.200

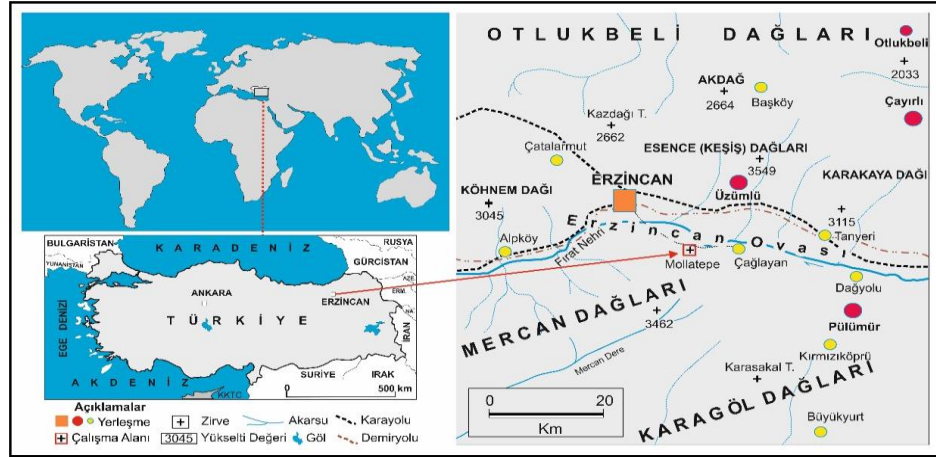
Kaynak: DPT, 2001: 42.

Bu çalışmada tümüyle perlitten oluşması nedeniyle Anadolu'daki nadir volkanik yapılardan biri olan Molla Tepe volkan konisinin jeolojik-jeomorfolojik özelliklerinin tanıtılması ve koninin içeriğini oluşturan perlitin endüstriyel bir madde olarak değerlendirilme şeklinin duyurulması amaçlanmıştır. Perlitin diğer endüstriyel kayaçlara göre kullanım alanları ve avantajlı taraflarının tanıtılması, perlit kullanımının yaygınlaşması bakımından önemlidir.

II. Araştırma Sahasının Konumu

Molla Tepe volkan konisi (1274 m), Erzincan ilinin merkez ilçesine bağlı Mollaköy yerleşmesi sınırları içinde, 39°38' - 39°37' kuzey enlemleri ile 39°34' - 39°34' doğu boylamları arasında yer almaktadır (Şekil 1). Koninin Erzincan şehir merkezine uzaklığı kuş uçuşu 14.5 km'dir.

Molla Tepe, Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde tespih taneleri gibi sıralanmış tektonik kökenli havza ovalarından biri olan Erzincan Ovası'nın kuzey ve güney kenarında, sıralı çok sayıda volkan konisinden biri olup havzanın oluşum sürecinde ortaya çıkan ekstrüzyonların temsilcisidir.



Şekil 1. Lokasyon haritası.

III. Veri ve Yöntem

Bu makale ofis ve arazi çalışmaları olmak üzere iki aşamada hazırlanmıştır. Çalışmanın ofis aşamasında sahayla ilgili literatüre ulaşılmış, konuyla ilgili veriler toplanarak değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda Harita Genel Komutanlığı'ndan (HGK) temin edilen 1/100 000 ölçekli topografya haritaları, ArcGIS 10.4.1 yazılımında işlenerek sayısal yükseklik modeli (DEM) ve eğim haritası hazırlanmıştır. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nden (MTA) sağlanan jeoloji haritaları araziye denştirilmiş, vektörel tabanlı CorelDRAW x7 grafik tasarım programı kullanılarak yeniden çizilmiştir. Google Earth'ün uydu görüntüleri üzerinden çeşitli analizler yapılmıştır. Perlitin oluştuğu magmanın kökenini belirtmek amacıyla da Le Bas ve diğ., (1992) tarafından önerilen toplam alkali ve silis diyagramı kullanılmış ve yorumlanmıştır. Arazi çalışmaları kapsamında ise Molla Tepe konisi ve çevresinde etütler yapılmıştır. Bu kapsamda volkan konisi üzerinde açılmış mostralarda ortaya çıkan tabakaların kalınlıkları ile tabakaları oluşturan kayaların tane boyutlarına dair ölçümler yapılmış ve fotoğraflanmıştır. Perlitin hammadde olarak hazırlandığı kırma-öğütme-sınıflandırma ünitesi ile perlit esaslı teknolojik ürünlerin hazırlandığı fabrikada gözlemler yapılmış ve yetkililerden konuyla ilgili bilgiler alınmıştır. Son aşamada elde edilen bulgulardan hareketle Molla Tepe volkan konisinin jeolojik-jeomorfolojik özellikleri ve perlitin Erzincan'daki değerlendirme şeklini ortaya koyan makale metni hazırlanmıştır.

IV. Jeolojik ve Jeomorfolojik Özellikler

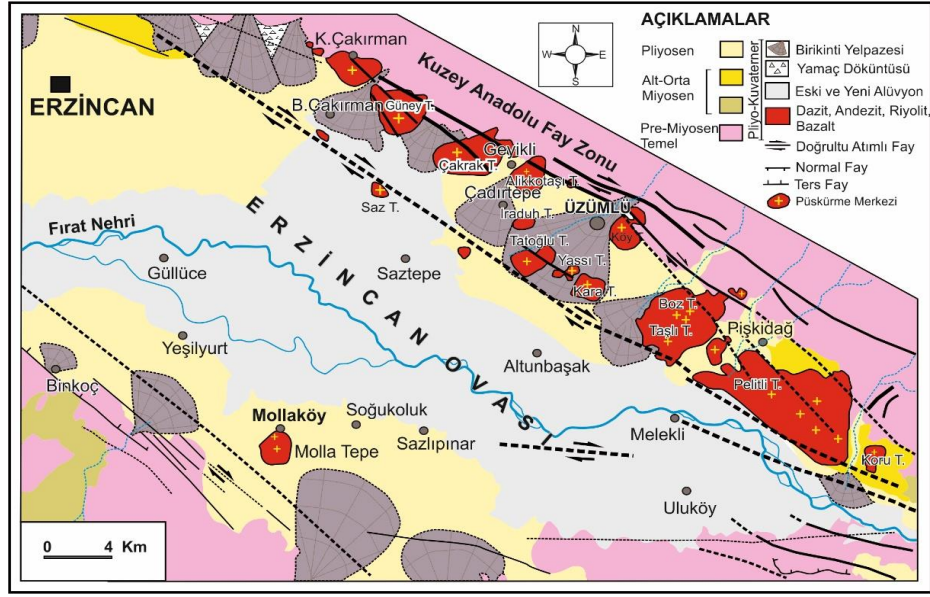
Molla Tepe volkan konisinin yer aldığı Erzincan Havzası, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun (KAFZ)³ doğu kesiminde yer almaktadır. Jeomorfolojik bakımdan *dağ arası havza* özelliği gösteren havza, neotektonik evrede son şeklini alarak çevresi yüksek dağlarla çevrili *çek-ayır* (pull-apart) tipi (Allen, 1969: 67; Barka ve Gülen, 1988: 275; Tüysüz, 1993: 279; Bozkurt, 2001: 5) bir çöküntü alanı olmuştur. Havzanın litolojik deseni oldukça karmaşık bir yapılanma göstermektedir. Kuzeybatı- güneydoğu doğrultusunda uzanan havzanın hem kuzeyinde hem de güneyinde Miyosen öncesi temel araziler yer almaktadır. Kuzeyde içeriğini klorit, mika, biyotit, şist, gnaysların oluşturduğu Permo-Triyas yaşta kayaçlar, Lias-Dogger volkano-sedimanter kayaçlar ve Üst Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları yüzeylenmektedir. Havzanın güneyinde ise egemen şekilde Permian'den Kretase'ye kadar tarihlenmiş gnays, muskovit, kuvars, kalkışist gibi kayaçlar bulunmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981: 83-84; Aktimur ve diğ., 1995: 14; Okay ve Şahintürk, 1997: 294). Ayrıca havzada Alt Kampaniyen ve Alt Maastrichtiyen yaşlı ofiyolitik kayaçlar görülmektedir (Yılmaz, 1985: 83; Aktimur ve diğ., 1995: 21). Miyosen öncesine yaşanan temel kayaçların üzerine Alt Miyosen'den Kuvaterner'e kadar tarihlenen tortul ve volkanik türde kayaçlar diskordansla gelmiştir. Özellikle havza tabanında Pliyo-Kuvaterner yaşta alüvyonlar çok geniş bir yüzey alanı oluşturmaktadır. Alüvyonların kalınlığı 1000 m'yi geçmektedir (Aktimur ve diğ., 1995: 43).

Erzincan Havzası'nın morfolojik evriminde iki dönem öne çıkmaktadır. Bunlardan ilki paleotektonik gelişim evresidir. Bu evrede içeriğini farklı kayaçların oluşturduğu tortul kökenli kıvrımlı dağ sistemleri oluşmuş ve şekillenme süreci Oligosen Penepeni'nin (Erinç, 1953: 10; Şaroğlu ve Güner, 1981: 40) oluşumu ve parçalanmasına kadar sürmüştür. Morfolojik evrimin ikinci aşamasını neotektonik evre şekillenmesi oluşturmaktadır. Bu evrenin hemen başı sayılabilecek erken Miyosen'de saha güçlü bir transgresyona uğramış ve şimdiki Munzur ve Esence (Keşiş) dağlarının bulunduğu saha denizle kaplanmıştır. Geç Miyosen'de kuzey-güney yönlü sıkışma tektonik rejimi etkisinde temeldeki blokların (Okay ve Tüysüz, 1999: 476) kırılmasıyla Kuzey Anadolu Fayı (KAF) açılımı ve fay hattı üzerinde Erzincan Depresyonu gelişmeye başlamıştır (Akkuş ve diğ., 1992: 29-30; Aktimur ve diğ., 1992: 29). Bu süreçte yükselmiş ya da yüksekte kalmış rölyef enerjisi yüksek dağlık sahalardan taşınan alüvyonlarla çöküntüler doldurularak dolgu düzlüklerine (Erzincan Ovası) dönüştürülmüştür (Akkan, 1961: 126-127).

Havzanın morfolojisinde dağlar ve ovalar ana jeomorfolojik birimlerdir. Bu birimler üzerindeki alüvyal düzlükler, aşınım yüzeyleri, vadiler, birikinti koni ve yelpazeleri ve arka arkaya dizilmiş volkan konileri dikkat çeken tamamlayıcı elemanter şekiller olarak yer almaktadır.

³ Kuzey Anadolu Fay Zonu; Karlıova'dan (Bingöl) Saroz Körfezi'ne oradan da Ege Denizi'ne doğru uzanan çok sayıda segmente sahip, üzerinde önemli yıkıcı depremleri üretmekte olan sol yönlü doğrultu atımlı diri fay zonudur. Fay zonunun ülkemiz sınırları içindeki uzunluğu 1000 km'nin üzerinde olup genişliği 10-15 km arasında değişmektedir.

Volkanik aktiviteler havzanın Pliyo-Kuvaterner gelişim evresinde meydana gelmiştir (Akpınar ve diğ., 2016: 100). KAF üzerinde açılma çatlaklarını kullanan magma, Molla Tepe'yle birlikte 27 küçük volkanik çıkışa ev sahipliği yapan 14 volkan konisini meydana getirmiştir (Tatar ve diğ., 2013: 249) (Şekil 2).



Şekil 2. Erzincan Ovası ve yakın çevresinin sadeleştirilmiş jeolojik yapısı ve volkan konilerinin dağılışı (Akpınar, 2010 ve Tatar ve diğ., 2013'den değiştirilerek).

Erzincan Havzası'nda yer alan volkan konilerinden kuzey kenarda: Pulur Tepe, Saz Tepe (1201 m), Güney Tepe (1154 m), Çarkak Tepe (1453 m), Tepeli Tepe (1549 m), Köy Tepe (1334 m), Tatoğlu Tepe (1326 m), Yassı Tepe, Köy Tepe (1563 m), Kara Tepe (1365 m), Boz Tepe (1524 m), Ağılı Tepe (1319 m), Kurtini Tepe (1247 m), güneyde ise: Mollaköy Tepe (1274 m.) ve Deliklitaş Tepe (1312 m) yer almaktadır. Akkan (1964) havzadaki volkan konilerinin depresyonun oluşum ve gelişimi sırasında çöken blokların ufak bir magma hücrecini sıkıştırdığı ve bu sıkışma evresinde lavların buldukları zayıf fay açıklığı noktasından püskürerek yüzeye çıktığını ifade etmiştir (Akkan, 1964: 40-41). Konilerden alınan 26 lav örneği üzerinde yapılan tarihlendirme çalışmalarında dokuz örneğin 700 bin yıldan yaşlı, 17 örneğin ise 700 bin yıldan daha erken yüzeylendiği ortaya konulmuştur (Aktimur ve diğ., 1995: 36; Adıyaman ve diğ., 2001: 137; Karslı ve diğ., 2008: 301; Tatar ve diğ., 2013: 247).

Havzadaki volkanların yapısal özellikleri dikkate alındığında, Rittmann ve Villari (1979) tarafından tanımlanmış, kompresyonel tektonik rejime özgü post orojenik volkanizma süreciyle ilgili volkanlar olduğu anlaşılmaktadır (Ritmann ve Villari, 1979: 225). Nitekim havzada tüm volkanizma süresince alkanin trakiandezitlerden, kalk alkanin

andezit ve riyolitlere kadar değişik bileşimde lavlar ve piroklastikler yüzeylenmiştir (Adıyaman ve diğ., 2001: 137; Karslı, 2006: 281).

A. Molla Tepe Volkan Konisi

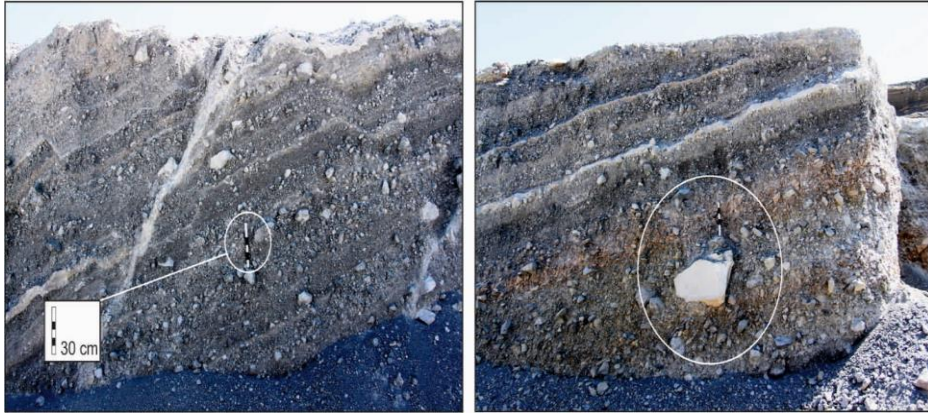
Molla Tepe volkan konisi (1274 m) dairesel tabanlı, konik şekilli volkan konileri için tipik bir örnek oluşturmaktadır (Şekil 3a). Bitişik iki koniden oluşan tepe, iki evrede, tekrarlamalı püskürmelerle oluşmuştur. Oluşum sürecinde önce patlamalı volkanizmayla riyolitik tüfler ve breşik (köşeli) piroklastikler birikmiş, ardından da aynı koninin kuzey halkası üzerinde, bireysel dom şeklinde istiflenmeli bir kütle olan şimdiki Molla Tepe zirvesinin oluşumuyla faaliyet sonlanmıştır (Aktimur ve diğ. 1988: 150). Erzincan Ovası'nın⁴ güneydoğu kenarında yükselen Molla Tepe'nin yüzölçümü kabaca 1 km² (997,639 m²) dir. Erzincan Havzası'nın oluşumunda rol alan faylardan biri üzerinde oluşan koniden alınan riyolitik tüf örneklerinin tarihlendirilmesiyle 140 bin (Adıyaman ve diğ.: 2001: 159) ve 264.8±9.9 bin yıl yaş bulguları elde edilmiştir (Karslı ve diğ., 2008: 60).

Koni ve yakın çevresinin litolojik yapısı oldukça sadedir (Şekil 3b). Nitekim koninin kuzeyinde aynı zamanda havza tabanında en geniş yüzey alanına sahip, çoğunluğunu akarsu koşullarında çökelen alüvyonların temsil ettiği Yalnızbağ formasyonu yer almaktadır (Aktimur ve diğ., 1995: 36). Bu formasyon birikinti yelpazesi çökelleri tarafından kısmen uyumsuz şekilde örtülmüştür. Molla Tepe konisinin de belirli kısımlarını altlayan birikinti yelpazesi çökelleri, Mercan Dağı kuzey eteklerinde piedmont yüzeylerini oluşturmaktadır. Birikinti yelpazesi çökellerinin güneyinde şelf türü karbonatlardan oluşmuş Munzur Kireçtaşları yüzeylenmektedir (Özgül, 1981: 38). Altta neritik ve üstte pelajik kireçtaşlarından meydana gelen Munzur kireçtaşları üzerine tektonik dokanakla Refahiye ofiyolitik karışığı gelmiştir. Ofiyolitik karışık: serpantin, dunit, peridotit, amfibolit, gabro gibi magmatik kayalar ile mermer gibi çeşitli yaş içerikte kireçtaşlarından oluşmaktadır (Yılmaz :1985: 85; Aktimur ve diğ., 1986: 6-8; Aktimur ve diğ., 1990: 22).

Volkan konisinin içeriği tüf, pomza ve perlit ile temsil edilen Ağılı tüfü adıyla tanıtılmıştır (Aktimur ve diğ., 1995: 33). Daha sonra yapılan detaylı incelemelerde volkanın bir bölümünün riyolitik bileşimde lavlar diğer bölümünün de aynı bileşimde ancak breş ve tüflerle (Temiz, 2004: 222) yapılandığı görülmüştür (Şekil 3c). Koninin güney bölümünde içeriğin tüf ve breşik materyalden oluşması patlamalı volkanik faaliyetle açıklanabilir. Bu süreçte magmanın yeraltı suyunun nispeten yüksek havza tabanında yüzeylenmesi, freatomagmatik (su-magma etkileşimli) patlamaların olabileceğini ortaya koymaktadır. Molla Tepe konisinde freatik patlamaları destekleyen verilerden biri de şimdiki Molla Tepe zirvesinin güneyinde riyolitik bileşimde breş ve

⁴ Erzincan Ovası, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat Bölümü'nde yer almaktadır. Ovası kuzeyden Esence (Keşiş) Dağları (3537 m), güneyden ise Mercan (Munzur) Dağları (3450 m) sınırlanmaktadır. Yaklaşık 550 km²'lik yüzölçüme sahip Erzincan Ovası'nın Çardaklı-Sansa Boğazı arasında uzunluğu kabaca 50 km, genişliği ise Kılıçkaya-Üzümlü yerleşmeleri arasında yaklaşık 12 km'dir.

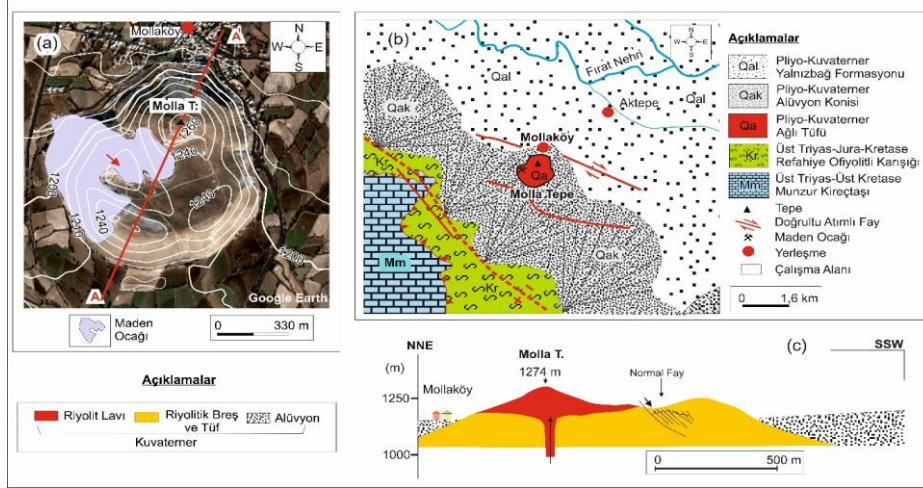
tüflerden (≤ 2 mm) oluşan az yüksek (1244 m) halkanın varlığıdır. Halkayı oluşturan ürünlerin heterojen içyapısı ve içerikte uzun ekseni 60 cm'yi bulan köşeli blokların varlığı, şiddetli püskürmeleri işaret etmektedir (Fotoğraf 1). Tekrarlayan patlamalarla birlikte taneler gravite etkisine bağlı olarak yere dönüş yapmış ve farklı kalınlıklar gösteren tabakalar oluşturmuştur. Bu tabakaların kalınlıkları birkaç cm'den 1-1,5 m'ye kadar değişmektedir.



Fotoğraf 1. Molla Tepe'de kraterin halkasını meydana getiren piroklastikler boyutsal bakımdan çeşitlilik göstermektedir. İçerikte yer yer uzun ekseni 60 cm'yi bulan köşeli blokların varlığı patlamalı ve çok evreli püskürme verileridir.

Molla Tepe'nin en yüksek yerini oluşturan zirve kesimi masif lavlardan oluşmaktadır. Dom şeklinde istiflenmeli lav kütlelerinde gri, grimsi beyaz perlit, *kaya perlit* olarak adlanırken kraterin halkasını oluşturan benzer renkteki breş ve tüfler *kum perlit* olarak tanımlanmıştır (Turgay, 1981: 47).

Molla Tepe'nin çevresindeki düzlüklere (1150 m) göre nispi yükseltisi 124 m'dir. Koninin bir kısmı da havzayı dolduran alüvyonların altında kalmıştır. Bu alüvyonlar Kuvaterner'in nemli iklim dönemlerinde Mercan dağlarından kaynağını alan kısa boylu akarsularla taşınmıştır. Günümüzde bu akarsuların daha genç temsilcileri Mercan dağlarının kuzey-kuzeydoğu aklanından kaynağını alan akarsulardır. Kar sularıyla beslenen periyodik akımlı bu akarsular batıdan doğuya doğru; Babayalağı, Kıra, Vank, Cirik Pınarı, Cirik, Cihan ve Delice dereleridir. Dağlık sahaya paralel uzanan büyük yelpazeler, Fırat Nehri'ne doğru % 2-10 eğimli olup ileri ve yanlara doğru büyüyerek birleşmiş ve yer yer daralıp genişleyen etek yüzeyleri oluşturmuştur.



Şekil 3. (a) Molla Tepe volkan konisinin üzerine eşyükselti giydirilmiş Google görüntüsü. (b) Molla Tepe ve çevresinin jeoloji haritası (Aktimur ve diğ., 1995). (c) Molla Tepe'nin jeolojik kesiti (Temiz, 2004'ten yararlanarak).

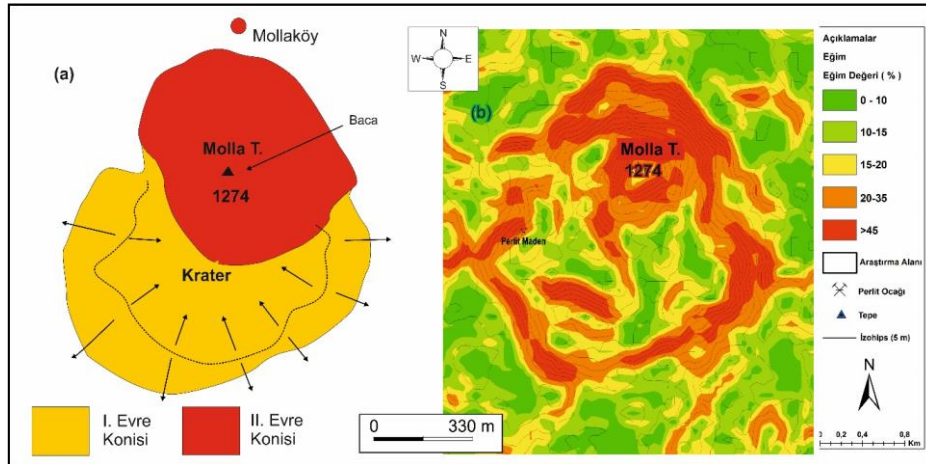
Molla Tepe'nin şekil ve içerik analizinden hareketle iki evreli ve her evrede birbirini izleyen çok sayıda püskürmeyle günümüzdeki görüntüsünü kazandığı anlaşılmaktadır. Bu bağlamda I.evre piroklastik unsurların egemen olduğu kısa süreli ve çoğu kez ritmik devam eden patlamalarla başlamış ve aynı faaliyet şekliyle tamamlanmıştır. I. evre püskürmeleriyle kaideyi oluşturan, içeriğinde breş ve tüf egemen jüvenil magma parçalarının bulunduğu asıl koni meydana gelmiştir. Daha sonra I. evre konisinin kuzeyinde son derece yavaş akan yüksek silikat bileşimde (SiO_2 oranı % 70 ten fazla) lavlarla yapılmış II. evre konisi yükselmiştir (Fotoğraf 2). II. evre lavlarıyla I. evre konisine ait kraterin kuzey bölümü kısmen maskelenmiştir (Şekil 4a). II. evre konisinin zirvesinde lavların çıktığı baca yeri dış büyük bir tümsekten ibarettir. İlk oluşan krater yapıları konideki halka ile ikinci evrede oluşmuş şimdiki zirve arasında 30 metrelik bir yükseklik farkı bulunmaktadır.



Fotoğraf 2. Molla Tepe konisinin kuzey bölümü II. evre püskürmelerinde oluşmuş riyolitik bileşimde bir lav domudur. Domun en yüksek yeri Molla Tepe'nin zirvesini (1274 m) oluşturmaktadır.

Hava fotoğraflarından bakıldığında Molla Tepe'nin merkezinde baca izdüşümünü gösteren bir çukurluğun olduğu görülmektedir. Bu çukurluk I. evre volkanik etkinliğini temsil eden bir kraterdir. Kraterin iç yamaç eğimleri % 10-35 arasında değişmektedir (Şekil 4b). Koninin tamamında dış yamaç eğimleri dikkate alındığında, zirveyi oluşturan yükselim ile güneyde piroklastik halkayı tamamlayan bölümlerde eğim yer yer % 35'i aşmaktadır. Kraterin halkasını oluşturan piroklastikler doğrudan magma kökenli ürünleri temsil etmektedir. Dolayısıyla asıl koni materyali, lav ve geri düşme ürünlerinden meydana gelmiş olup farklı kalınlıklarda tabakalar oluşturacak biçimde istiflenmiştir. Tabaka kalınlıklarının değişmesi, birbirini takip eden etki dereceleri farklı püskürmeleri işaret eden önemli bir veridir.

Molla Tepe'de I. evrede oluşmuş kraterli koninin geometrisi (konik ve dairesel tabanlı), merkezi püskürmelerle şekillendiğinin açık göstergesidir. Koninin ilksel şekli sinder koni tipine uymaktadır. Bu tip bir morfolojiye volkanın başlangıç evresinden ihtiyarlık evresine geçildikçe güç kaybederek gittikçe daha az malzeme üretmesi etkili olmuştur. Kuzeydeki II. evrede lavlarla yapılanmış küçük tepe ise volkanın aynı konumdaki halkası üzerinde yeniden çıkış imkânı bulduğunu ortaya koymakta ve lav domu özelliği göstermektedir. Yüksek viskoziteli lavların bacadan çıkarak fazla uzaklaşma olanağı bulamadan baca çevresinde yığın şeklinde birikerek katılaşması domlaşmaya yol açmıştır.



Şekil 4. Molla Tepe volkan konisinin baca izdüşümünü gösteren krater yapılanması (a) ve yakın çevresinin eğim haritası (b).

Molla Tepe'nin güneyinde açılmış olan yatay konumlu ocakların, teras şekilli dikliklerinde havzanın açılmalı tektonik gelişimi (Tüysüz, 1993: 273) hakkında ipuçları veren normal eğim atımlı faylar tespit edilmiştir. Piroklastik tabakaları kesen bu faylar Erzincan Havzası'nın güneyini kateden doğrultu atımlı fayların bileşenleri durumundaki listrik (kavisli) faylar olup, havza gelişimiyle ilgili olarak ortaya çıkan roll-over

antiklinal (ters sürüme kıvrımı) yapısıyla ilişkilidir (Temiz, 2004: 224). Tavan bloğundaki tabakaların roll-over antiklinaline dönüşmesi sırasında konide bir seri sentetik fay düzlemi gelişmiştir. Mevcut normal fayların yer yüzeyine yakın olan bölümlerinde fay düzlemleri az çok dikliğini korurken alt bölümlerde kavislenme görülmektedir (Fotoğraf 3).

Koni üzerinde henüz akarsu ağı oluşmamıştır. Ancak yamaçlarda selcik erozyonuyla gelişmiş düzensiz, güncel yarınlar vardır. Bu yarınlar derin değildir. Konide akarsu ağının gelişmemiş olmasında, kayaçların yüksek geçirimsizliğe sahip olması dolayısıyla yağış sırasında ortaya çıkan suyun yüzey akışına imkân vermemesinin rolü büyüktür.



Fotoğraf 3. Konideki volkanik breş ve tüflerden meydana gelen tabakaları kesen roll-over antiklinal yapısıyla ilişkili listrik faylar.

B. Molla Tepe Perlitinin Fiziko-Kimyasal Özellikleri

Bütünüyle perlitte oluşan Molla Tepe, kaya ve kum perlit olmak üzere perlit cevherinin iki türünün bir arada görüldüğü ender yerlerden biridir. Ocaklardan çıkarılan perlitin doğal rengi gri ve grinin tonlarındadır. Ancak perlitin rengi genişletme ünitelerinde beyaza dönmektedir. İçerdiği kristal su nedeniyle, kimyasal reaksiyonlara girmeyen ve suda çözünmeyen kararlı bir madde özelliği taşıyan perlit, fırınlama sürecinde 750-1000 °C arasında ani olarak ısıtıldığında bünyesinden çıkan buharın etkisiyle genişlerken camsı tanelerden oluşan oldukça hafif bir köpük agregasına dönüşmektedir.

Meteorik kökenli suların perlitte evrilen riyolitik magmanın soğumasında ve kristal su değerlerinin değişmesinde rolü tartışmalıdır. Bununla birlikte perlitin eşdeğeri olan, asidik volkanların yaygın ürünlerinden biri olan pomza, magmanın yeryüzüne çıkıp, atmosferik ortamda soğumasıyla oluşurken, perlit aynı tür magmadaki *juvenil suyun* emilmesinden sonra meydana gelmekte (Hinojosa-Prieto ve diğ., 2016: 196) ve sistem içinde magmadaki suyu emerek, bünyesinde %2 ile % 6 arasında değişen oranda suya sahiptir (Thann ve diğ., 2011: 93). Söz konusu hidrasyon suyu (moleküler su) kayacın katılaşması esnasında kaybolmamakta (Khanjarkhani, 2014: 43) sadece

genleştirme sürecinde uygulanan ısıtma sırasında % 80-90 buharlaşarak⁵ birim kayaç içindeki oranı % 2'ye kadar düşmektedir. Perlitteki *moleküler su* aktif su olarak genleşmeyi sağlamakta ve 750 °C-1000 °C arasında buharlaşmaktadır (Kibici, 2018: 21).

Analizlerde ham perlitte yumuşama noktası: 870 - 1100 °C; erime noktası: 1260 - 1343 °C, Ph: 7,8-8.0; özgül ağırlığı: 2.2 – 2.4 g/cc (2200 – 2400kg/m³ ve kuru ağırlık: 1100- 1200 kg/m³ olarak bulunmuştur (Tablo 3). Perlitin mevcut kuru ağırlığının diğer agregalarla yapılan karşılaştırmasında %50'ye kadar daha hafif bir materyal olduğu tespit edilmiştir⁶. Bu özellik inşaat sektöründe yapıların statik ağırlığını azalttığı için oldukça önemlidir. Özellikle çok katlı binalarda perlit ve perlit katkılı ürünlerin tercih edilmesinin nedeni budur.

Tablo 3. Mollaköy perlitinin fiziksel özellikleri.

Renk	Beyaz ve grinin tonları
Yumuşama Noktası	870 - 1100 °C
Erime Noktası	1260 - 1343 °C
Kuru Ağırlık	1100- 1200 kg/m ³
Ph	7.5 - 8.0
Özgül Isı	0.2 Cal/g 0 C (837 J/kg.k)
Özgül Ağırlık	2.2 – 2.4 g/cc (2200 – 2400kg/m ³)
Refraktif İndeks	1.5
Serbest Nem	Maksimum 0.5
Gevşek Yoğunluk (Genleşmiş)	32 – 400 kg/ m ³
Isı İletkenliği (Genleşme)	0.04 W/m.k
Ses İzolasyonu	150 Hz de sesin 0.18 db. 400 Hz de 0.90 db. yutar
Asitte Erime Özelliği	*Konsantre sıcak alkali ve hidroklorik asitte erir

Kaynak: <http://www.persanyapi.com.tr>

Molla Tepe perlitinin kökenini belirlemek amacıyla yapılan kimyasal analiz değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre perlitin ana element oksit analizi sonuçlarına göre en büyük bileşeni SiO₂'tir. İkinci en büyük kimyasal bileşen Al₂O₃ olup Na₂O ve K₂O alkali element bileşikleri sırasıyla en büyük bileşenleri oluşturmaktadır.

⁵ <http://www.dogusanas.com.tr/perlit.pdf>

⁶ http://www.persanyapi.com.tr/assets/images/kataloglar/kataloglar__921681568713029_dc_.pdf

Tablo 4. Molla Tepe ham perlitinin kimyasal analiz değerleri.

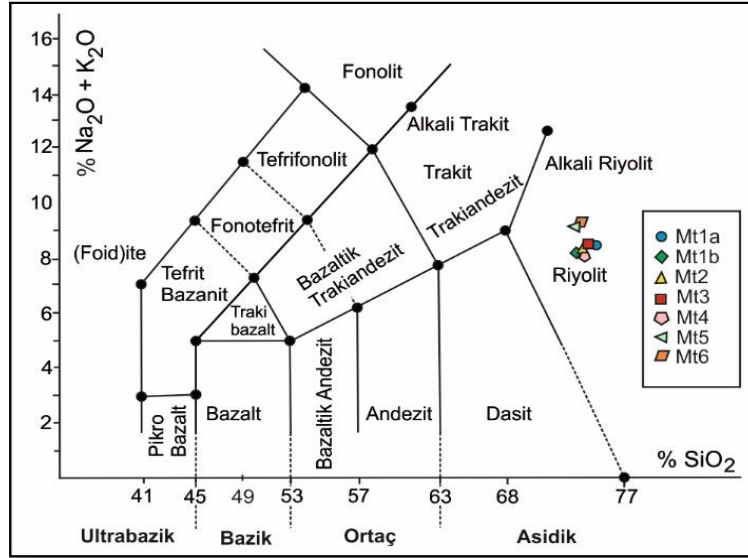
Örnek	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	(LOI)	Toplam
*MT1a	74,76	0,027	13,20	1,39	0,13	0,075	0,02	0,75	4,16	4,14	0,004	0,37	99,026
*MT1b	73,41	0,036	12,98	0,93	0,55	0,071	0,08	0,77	3,90	4,18	0,005	2,63	99,542
*MT2	73,70	0,032	12,91	0,91	0,48	0,070	0,03	0,76	3,92	4,21	0,003	2,58	99,605
*MT3	73,86	0,037	12,91	1,30	0,16	0,068	0,05	0,76	3,91	4,27	0,003	2,23	99,558
*MT4	73,80	0,029	12,88	0,85	0,49	0,071	0,03	0,76	3,96	4,16	0,003	2,70	99,733
**MT5	73,21	0,02	12,98	1,16	-	0,050	0,03	0,82	3,96	4,69	<0,01	3,00	99,933
**MT6	73,55	0,02	13,29	1,16	-	0,060	0,01	0,79	4,11	4,60	0,01	2,30	99,900
Ortalama	73,51	0,024	13,05	1,11	0,38	0,060	0,02	0,79	4,00	4,50	0,007	2,60	99,823

MT: Molla Tepe , LOI: Ateşte Kayıp *PERSAN Yapı Elemanları Madencilik San. Tic. A.Ş. **(Karlı, 2006:

396)

Molla Tepe'den alınan kayaç örneklerinde SiO₂ miktarları %73.21 (MT5) ile %74.76 (MT1a) arasında değişmektedir. Ayrıca Al₂O₃, Na₂O ve K₂O alkali element bileşiklerinin % değerleri de kendi içinde çok fazla fark içermemektedir. Bu değerler Molla Tepe perlitinin asit bileşimli ve saf bir volkanik cam olduğunu ortaya koymaktadır.

Kimyasal analiz verilerine göre, perlitin kökenini bulmak amacıyla Le Bas vd, (1992) tarafından önerilen toplam alkali (Na₂O+K₂O) ve silis (SiO₂) diyagramı kullanılmıştır. Bu verilere göre perlitin oluşuran kök magmanın subalkalin (Winchester ve Floyd, 1977: 327) riyolit bileşimli olduğu belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Le Bas ve diğ., (1992) tarafından önerilen toplam alkali (Na₂O+K₂O) ve silis (SiO₂) diyagramına göre perlitin riyolitik subalkalin bir magmanın ürünü olduğu anlaşılmıştır.

V. Molla Tepe Perlitinin Endüstriyel Madde Olarak Değerlendirilmesi

Molla Tepe'de perlit ile ilgili ilk etütler 1969 yılında yapılmış ve aynı yıl tesisler kurularak cevher çıkarma işlemlerine başlanmıştır⁷. Tepenin hemen yanı başında kurulan ilk tesiste öncelikle ham perlit⁸ üretimi gerçekleştirilmiş ardından da 2004 yılından itibaren, ulusal ve uluslararası ölçekte mamul madde ihtiyacına dönük talepler karşılanmaya çalışılmıştır. Günümüzde teknolojik imkânların sunduğu kolaylıklar sayesinde, tek vardiya çalışmak koşuluyla, yıllık 384.000 ton perlit üretim kapasitesine ulaşılmıştır. Henüz yeni yeni tanınmaya ve kullanılmaya başlanan perlit ürünleri, iç piyasada değerlendirilmekte ve sınırlı da olsa İsrail, Almanya, Hindistan, Irak ve Belçika'ya ihraç edilmektedir. Bu ülkelerden ağırlıklı olarak Hindistan'a mikronize ham perlit, İsrail ve Irak'a perlit esaslı kiremit ve diğer çatı sistemleri grubu ürünler, Belçika ve Almanya'ya ise yalıtım grubu perlit ürünleri ihraç edilmektedir.

Molla Tepe perlitinin çıkarılmasında açık işletme tekniği uygulanmaktadır. Koninin batı halkasında yer alan ocakta perlitin üzerini kaplayan riyolit ana materyal üzerindeki ayrılmış örtü katı temizlendikten sonra ocaktaki perlit, kepçelerle yatay şekilde alınarak kamyonlara yüklenmekte ve kırma-öğütme-sınıflandırma ünitesine taşınmaktadır (Fotoğraf 4). Perlitin ocaktan yatay şekilde çıkarılmasında temel hedef, ürünün kalite kararlılığını sağlamaktır (Tüzün, 1989: 46).

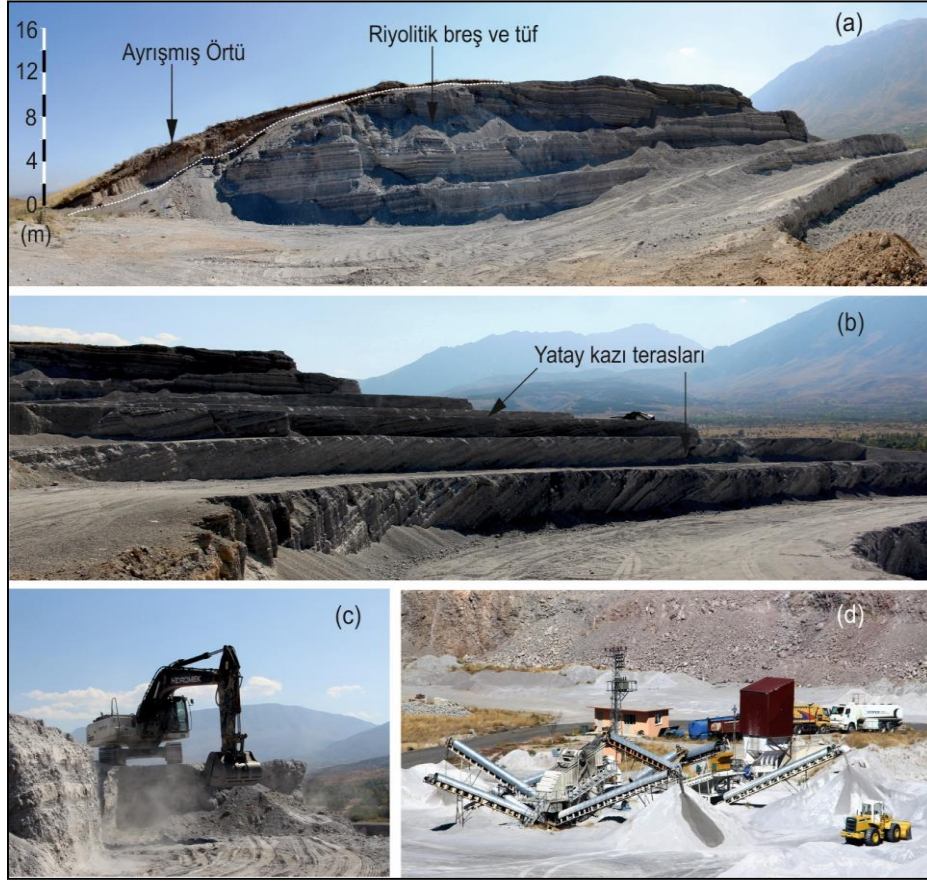
Molla Tepe perlitini esas olarak ham cevher ve genleştirilmiş perlit esaslı mamul maddeler olmak üzere iki temel alanda değerlendirilmektedir. Bu maksatla Molla Tepe'den kamyonlarla taşınan işlenmemiş cevher, kırma-öğütme-sınıflandırma ünitelerinde istenilen tane boyutuna getirildikten sonra depolanmakta ve ham perlit olarak inşaat endüstrisine sunulmaktadır. İkinci olarak belli tane boyutuna getirilen ham perlit, fabrikaya taşınmakta, genleştirme ünitelerinde belirli boyutlarda camsı tanelerden oluşan köpük agregasına dönüştürüldükten sonra çeşitli işlemlerden geçirilerek, kullanım amacına göre teknolojik ürünler haline getirilmektedir.

İşlenmemiş cevherden kırma-öğütme-sınıflandırma ünitesinde 2 mm'den 8 mm'ye ve 4-12 mm ile 12-15 mm boyutlu agregalar hazırlanmaktadır. Boyutları 2 mm'ye kadar olan agregalar ince taneli sıva, perdah sıva, derz ve tamir grubu harçların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Boyutu 3 mm'ye kadar olan agregadan, kiremit, çeşitli duvar elemanları, sıva harcı ve şap üretilmektedir. Agregada tane boyutları büyüdükçe kullanım alanı da değişmektedir. Nitekim 4 mm boyutlu agregadan bu kez kaba sıva harcı, duvar harcı, beton ve döşeme şaplarında istifade edilmektedir. Ayrıca 0-

⁷Molla Tepe perlitini 1969 yılında iş insanı Düzgün Ürün tarafından işletmeye alınmıştır. 1992 yılında ERPER Madencilik ismiyle şirketleşen firma 2004 yılında çalışma alanını genişletmiş ve PERSAN Çatı Cephe ve Yalıtım Sistemleri - PERSAN Yapı Elemanları Madencilik San. Tic. A.Ş. adıyla perlit esaslı ürünlerin üretimi ve pazarlamasına başlamıştır (<http://www.persanperlit.com.tr>). 2018 yılında bir adım daha atılarak BYS Blok Şirketi kurulmuş ve perlit esaslı termoblok üretimine başlanmıştır.

⁸Ocaktan çıkarıldıktan sonra kırma-öğütme ve sınıflandırmaya tabi tutulan ve henüz genleştirme işlemi uygulanmamış doğal haldeki perlitte ham perlit denir.

8 mm, 4-12 mm ve 12-15 mm boyutlu agregadan genellikle yüksek dirençli hafif beton ve dolgu döşeme harçları hazırlanmakta ve kullanılmaktadır. Ayrıca sınıflandırma ünitesinde 24.480 ton perlit cevheri 0-0,6 mm, 0,6-1,2 mm, 1,2-1,8 mm, 1,2-2,4 mm boyutlarına getirilerek doğrudan mikronize ürün olarak ihraç edilmektedir.



Fotoğraf 4. Perlit cevheri açık işletme tekniğiyle yatay şekilde açılan ocaklardan çıkarılmaktadır (a-b). Yatay ocaklarda kazı işlemi ekskavatörler tarafından yapılmaktadır (b). Ocaktan çıkarılan malzeme kamyonlarla kırma-öğütme-sınıflandırma ünitesine taşınmakta ve burada kullanım amacına göre çeşitli boyutlara ayrılmaktadır (c).

Sınıflandırılmış ham perlit genişletildiğinde kullanım alanı daha geniş bir ürün haline gelmektedir. Erzincan'daki üç genişletme ünitesinde toplam 75.000 m³ perlit genişletirebilmektedir. 0-1 mm boyutlu genişletilmiş granül perlit, sanayi perlit; 1-3 mm boyutlu perlit, inşaat perlit; 3-5 mm boyutlu perlit ise tarım perlit olarak değerlendirilmektedir.

Perlitin kullanıldığı diğer bir önemli sektör hafifletilmiş teknolojik ürün endüstrisidir. Bu kapsamda perlit, çeşitli kimyasallarla işlenerek inşaat sektöründe kullanılacak yeni ürünlere dönüştürülmektedir. Erzincan ilindeki tesislerde perlit esaslı bu ürünlerin toplam üretim miktarı 80.000 ton'a ulaşmaktadır⁹. Yapı kimyasalları olarak gruplandırılan perlit esaslı ürünler belirli bir raf ömrü bulunan ve 20 ila 50 kg'lık kraft torbalarda hizmete sunulan fabrikasyon mamullerden oluşmaktadır. Doğrudan ya da katkı maddesi olarak puzolanik¹⁰ özellikli perlit kullanılarak çeşitli harçlar, sıva materyalleri, yapıştırıcılar, ses ve ısı yalıtım ürünleri, duvar ve çatı sistemlerine ait endüstriyel ürünler elde edilmektedir (Fotoğraf 5). Aşağıda bu ürünlere dair kısa bilgiler verilmiştir.

A. Perlit Agregalı Sıva Materyali ve Harçlar

✓ **Isı Mantolama Levha Yapıştırma Harcı:** Çimento esaslı¹¹, polimer katkılı, ısı yalıtım levhalarının yapıştırılmasında kullanılan yapıştırma harcıdır.

✓ **Isı Mantolama Levha Sıva Harcı:** Kullanıma hazır ısı yalıtım levhalarının üzerinde ince tabaka sıva oluşturmak amacı ile hazırlanmış içinde lif ve polimer bulunan sıva harcıdır.

✓ **Mineral Kaplama Sıvası:** Çimento esaslı dış cephe kaplama sıva harcıdır.

✓ **Granit veya Seramik Yapıştırma Harcı:** Çimento esaslı granit ve seramik yapıştırma harcıdır.

✓ **Derz Dolgu Harcı:** Çimento esaslı ince derzler için standart derz dolgu harcıdır.

✓ **Hazır Sıva Harcı (Kalın):** Kalın sıva oluşturmak amacıyla hazırlanmış polimer ve kimyasal katkıları içeren çimento ve perlit esaslı toz üründür.

✓ **Hazır Sıva Harcı (İnce):** İnce sıva oluşturmak amacıyla hazırlanmış polimer ve kimyasal katkıları ihtiva eden çimento ve perlit esaslı toz üründür.

✓ **Saten Sıva Harcı:** Saten sıva görüntüsü oluşturmak amacı ile hazırlanmış, polimer katkıları içeren çimento esaslı sıva harcıdır. İç ve dış cephelerde kaba sıvanın üzerine ince sıva olarak, gerekirse eski ince sıvaların üzerine düzgün yüzeyli bitirme sıvası olarak kullanılabilir.

⁹ <http://www.persanyapi.com.tr/assets/images/kataloglar>.

¹⁰ Puzolanlar, “kendi başlarına bağlayıcılık değeri olmayan veya bağlayıcılık değeri çok az olan, fakat ince taneli durumdayken sulu ortamda kalsiyum hidroksitle birleştiğinde hidrolik bağlayıcılık gösterebilme özeliği kazanan silikalı ve alüminalı malzemelerdir” (Erdoğan, S.T ve Erdoğan, T. Y., 2007: 263).

¹¹ Çimento esaslı malzemeler; bir miktar su karıştırılarak kullanıma hazır hale gelen ve uygulanan malzemelerdir.

B. Perlit Agregalı Isı ve Ses Yalıtım Ürünleri

✓ **Perlit Termoşap:** Katlar arası yalıtımda, ısı yalıtımı, ses ve yangın yalıtımı şapı olan termoşap, yüksek buhar difüzyonuna sahiptir. Kimyasal bakımdan nötr özellikli olması sayesinde bakteri, küf ve yosun oluşturmadığı için sağlıklı bir materyal olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle nemli iklimlerde ve hastane, laboratuvar, okul gibi sağlığa uygunluk gerektiren binalar için üretilmektedir. Binaların teraslarında ve çatı katlarında ısı yalıtımı sağlaması bakımından tercih edilmektedir.

✓ **Perlit Termosiva:** Çimento esaslı, genişletilmiş perlit agregalı ve bağlayıcı özellikteki, kimyasal katkılı ısı, ses ve yangın geçişini engelleme özelliğine sahip bir sıvadır. Termosiva yanmazlık özelliği ile çok yüksek derecedeki ısı ve alevlere dayanıklılık göstermektedir. Ayrıca yüksek ses şiddetine sahip gürültü kabilinden sesleri yalıtma özelliğine sahiptir.

C. Perlit Agregalı Çatı ve Duvar Sistemi Ürünleri¹²

Perlit agregalı duvar ve çatı sistemi ürünleri, Mollaköy perlitinin değerlendirildiği diğer bir üretim alanıdır. Bu ürünlerin başında çatı sistemi bağlamında; perlit kiremit ve çatı detay sistemleri, duvar sistemi bakımından ise blok ve termoblok üretimi gelmektedir (Fotoğraf 6).

✓ **Perlit Kiremit:** Perlit esaslı malzemeyle üretilen kiremitler; farklı ısı derecelerindeki ortamlara, havadaki yüksek neme, don olayına, asitlere karşı dirençli bir inşaat materyalidir. Çok farklı renk (gri, gülkurusu, mavi, toprak, sarı, yeşil, kahve, siyah) ve yüzey seçenekleri göz önüne alınarak üretilen kiremitler hafifliği (40 kg/m²) ve sağlamlığıyla öne çıkmaktadır. Hafifliği ile binanın statik ağırlığını düşüren perlit kiremitleri -42 °C sıcaklığa dayanabilme özelliği göstermektedir. Bugün itibarıyla tesislerde 20.000 ton perlit kullanılarak günde 8 saat vardiya usulü çalışmak koşuluyla 6.254.280 adet/yıl perlit kiremit üretilmektedir.

✓ **Tamamlayıcı Grup Perlit Kiremitler:** Çatı detay sistemleri kabilinde üretilen yapılan bu ürünler havalandırma, kuru mahya, uç mahya, üç yollu mahya, dört yollu mahya, antenlik, geçiş, yan saçak, mahya kaplama, şet, yan saçak (sol-sağ) şet, yarım kiremit ürünlerinden oluşmakta olup tıpkı kiremit imalinde olduğu gibi perlit esaslı malzemenin üretilmektedir.

¹² Endüstriyel gereçlerin üretildiği PERSAN Çatı Cephe ve Yalıtım Sistemleri - PERSAN Yapı Elemanları Madencilik San. Tic. A.Ş. Erzincan organize sanayi bölgesinde 37.000 m² alan üzerinde 6.000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir. Yıllık 2.000.000 m² çatı sistemleri, 80.000 ton toz ürün ve üç ayrı hatla 75.000 m³ perlit genişletme kapasitesine sahip olan tesisler, Türkiye'nin yüksek kapasiteli ve tam otomatik ilk ve en modern kiremit fabrikası konumundadır. Tesislerdeki tüm işlemler bilgisayar kontrollü olarak gerçekleştirilmektedir. (http://www.persanyapi.com.tr/assets/images/kataloglar/kataloglar__475891568729030_dc_.pdf)



Fotoğraf 5. Erzincan'da çok çeşitli perlit agregalı sıva materyali ve harç üretimi yapılmaktadır.

✓ **Perlit Blok ve Perlit Termoblok:** Blok üretiminde hem ham perlit hem de geliştirilmiş perlit kullanılmaktadır. Ham perlitten üretilen bloklar, özellikleri itibariyle, pomzadan üretilen bloklara ve bütünüyle geliştirilmiş perlitten üretilen termobloklar (yalıtım blokları) ise ham perlitten üretilen bloklara göre daha fazla avantaja sahiptir. Perlit blok ve termobloklar 20'lik (19x19x38) ve değişik ebatlarda üretilmektedir. Ham perlitten üretilen bloklara göre daha fazla talep edilen termobloklar, hafifliği (3,6 kg), A1 sınıfı (yanmazlık) ve kolay kullanımı yanında ısı yalıtım özelliğine sahiptir. Özellikle ısı yalıtımında gösterdiği performans dolayısıyla termobloğa yalıtım bloğu da denilmektedir. Perlit blok ve termoblok üretiminde toplam 4.500.000 adet/yıl kapasiteye sahip tesislerde üretim miktarını talepler belirlemektedir. Blok türü malzemelerin diğer örgü materyallerine göre duvar örülmesinde kolaylık (Hayli, 2001: 29) ve zaman kazandırdığı bir gerçektir. Bu doğrultuda geliştirilmiş perlitten üretilen blokların pomzadan imal edilen bloklara nispetle daha hafif olması hem daha fazla inşaa kolaylığı ve zaman tasarrufu sağlamak hem de binanın statik ağırlığını düşürmektedir. Ayrıca merkezi ısıtma sistemiyle ısıtılan çok katlı binalarda ısı yalıtımı sağlayan termoblok, yüksek oranda enerji tasarrufu yapma olanağı vermektedir.



Fotoğraf 6. Perlit esaslı ürünlerden çatı sistemi bağlamında; çok renkli kiremit ve çatı detay sistemleri, duvar sistemi bakımından ise perlit esaslı çeşitli ebatlarda perlit blok ve termoblok üretimi yapılmaktadır.

VI.Sonuç ve Değerlendirme

Molla Tepe, Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerindeki Erzincan Depresyonu'nda yer alan 15 volkan konisinden biridir ancak içeriğinin perlit cevherinden oluşması, oluştuğu faylar ve magmatik kökeni gibi nedenlerle diğerlerinden ayrılmaktadır. Havza tabanında arka arkaya tepsih taneleri gibi sıralanmış bu volkanlar, havzanın oluşum ve gelişimi sürecinde çöken yerkaşu bloklarının magma hücrelerini sıkıştırması sonucu aktif hale gelmiştir. Molla Tepe litolojik bakımdan SiO₂ miktarları %73.21 (MT5) ile %74.76 (MT1a) arasında değişen riyolitik bileşimde lavlar ve piroklastik çökellerden oluşmaktadır.

Jeomorfolojik özellikleri itibariyle Molla Tepe, yaklaşık 1 km²'lik yüzölçüme sahip, dairesel tabanlı, koni şekilli, iki evreli ve her evrede tekrarlayan püskürmelerle biri kraterli diğeri domsal inşa olmuş, iç içe yapılanma gösteren bir konidir.

Molla Tepe konisinin gelişim sürecinde riyolitik magmanın hidrasyona uğramasıyla juvenil magma perlitte dönüşmüştür. Bu nedenle tepe, tümüyle kaya ve kum perlit olarak sınıflanan perlit cevherlerinden oluşmaktadır. Perlitin önemli bir endüstriyel kayaç olması havzadaki diğer volkan konilerinden farklı olarak Molla Tepe'nin kıymetini artırmıştır. Nitekim Molla Tepe'den açık işletme yöntemiyle çıkarılan perlitler hammadde ve mamul maddeler olmak üzere iki temel alanda değerlendirilmektedir. Ham cevher genleştirme işleminden sonra asıl değerini elde etmektedir. Bu bağlamda Mollaköy perlitinden hafifletilmiş teknolojik ürünler hazırlanarak iç ve dış piyasaya sunulduğu ve bu alanda önemli başarılar elde edildiği tespit edilmiştir. Perlit esaslı mamul ürünler bağlamında en fazla duvar ve çatı sistemi ürünleri tercih edilmektedir. Bu ürünlerden çatı sistemi bağlamında; kiremit ve çatı detay sistemleri, duvar sistemi bakımından ise perlit blok imalatının üretiminde önemli aşamalar kaydedilmiştir. Perlit'ten üretilen çeşitli harçlar, sıva materyalleri, yapıştırıcılar, ses ve ısı yalıtım ürünleri, duvar ve çatı sistemlerine ait endüstriyel ürünlerin başta inşaat sektörü olmak üzere farklı alanlarda kullanılması ve yaygınlaştırılması pek çok açıdan önemlidir.

Endüstriyel bir kayaç olarak Molla Tepe konisindeki perlitin ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olduğu bir gerçektir. Ancak ülke menfaatleri bakımından faydalı bir amaca yönelik değerlendiriliyor olsa da koninin doğal yapısının antropojenik degradasyona maruz kaldığı da görmezden gelinemez. Volkan konisinin havza gelişimine ışık tutan tektonik olaylara dair bilimsel bir anahtar rolü üstlendiği ve bunun da ötesinde bir *jeoturizm destinasyon değeri* olarak düşünüldüğünde, en azından Molla Tepe zirvesinin bulunduğu bölümde arazinin belli bir kısmının bilimsel çalışmalara ışık tutacak şekilde korunması ve gelecek nesillere bırakılması gerekmektedir. Özellikle Erzincan Havzası sınırları içinde aynı özellikleri gösteren başka bir volkanik yapının olmadığı göz önüne alındığında bunun gerekliliği daha iyi anlaşılabilir. Molla Tepe'de perlit çıkarımını üstlenen işletmenin, genelde maden faaliyeti sona erdikten sonra yapılan, orman ekosisteminin tesisi amacıyla ağaçlandırma ve silvikültür teknikleri kullanılarak maden alanının çevreye uyumlu hale getirilmesi işlemini (maden alanı rehabilitasyonu) bizzat rezerv alanında başlatmış olması en azından ağaçlandırma yapılan bölümlerin işletmeye alınmayacağını dolayısıyla ağaçların yer aldığı kesimlerin korunabileceği umudunu vermektedir. Nitekim Molla Tepe'nin kuzeydoğu yamacında (Mollaköy'e yakın kesimde) yaklaşık 26 bin m², kuzeybatı yamacında yaklaşık 40 bin m² alan çok sayıda ağaç dikilerek rehabilite edilmiştir. Bunlardan başka koninin eteklerindeki yaklaşık 100 bin m² alan modern bir tarım işletmesine dönüştürülerek tepe çevresinin bozkır çehresi değiştirilmiştir. Bu tür çevreci işletmelerin sayısının artması çevre duyarlılığı açısından umut vericidir.

Katkı Belirtme

Katkıları için ERPER Perlit Maden İşletmesi Genel Müdürü Salih ÜRÜN ve PERSAN Yapı Elemanları A.Ş. İşletme Müdürü Bahadır GÜRPINAR'a, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Coğrafya Bölümü yüksek lisans öğrencileri Hacer TUYSUZ ve Fatih YALÇIN'a çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Adiyaman, Ö., Chorowicz, J., Arnaud, O. N., Gündođdu, M. N., & Gourgaud, A. (2001). "Late Cenozoic tectonics and volcanism along the North Anatolian Fault: New structural and geochemical data". *Tectonophysics*, 338 (2), pp. 135-165.
- Ahmadia, P.F., Ardeshira, A., Ramezani-pourb, A.M. & Bayata, H. (2018). "Characteristics of heat insulating clay bricks made from zeolite, waste steel slag and expanded perlite", *Ceramics International*, 44, pp: 7588–7598.
- Akkan, E. (1961). "Erzincan Ovası'nda Son Tektonik Hareketler ve Bunların Morfolojideki Tesiri". *Türk Coğrafya Dergisi*, 21, İstanbul, s. 123-139.
- Akkan, E. (1964). "Erzincan Ovası ve Çevresinin Jeomorfolojisi", Doktora Tezi, Ankara Üniv. D.T.C.F. Yay. No: 53, Ankara, 70 s.
- Akpınar, Z. (2010). "Erzincan Havzası'nın Tektonik Gelişiminin Paleomanyetik ve Potansiyel Alan Verileri İle İncelenmesi". Yayınlanmamış Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, 196 s.
- Akpınar, Z., Gürsoy, H., tatar, O., Büyüksaraç, ., Koçbulut, F. and Piper, J.D.A. (2016) "Geophysical analysis of fault geometry and volcanic activity in the Erzincan Basin, Central Turkey: Complex evolution of a mature pull-apart basin, *Journal of Asian Earth Sciences*, vol.116, pp. 97-114.
- Aktimur, H.T. (1986). "Erzincan, Refahiye ve Kemah Dolayının Jeolojisi", MTA Yayınları, Rapor No: 7932, Ankara, 176 s.
- Aktimur, H.T., Sariaslan, M., Yurdakul, M.E., Keçer, M., Mutlu, G., Turşucu, A., Aktimur, S., Ölçer, S., Yıldırım, Y. (1995). "Erzincan Dolayının Jeolojisi", MTA Rapor No: 9792, Ankara, 61 s.
- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., and Yurkadul, M.D., (1990). "Geology of The Sivas-Erzincan Tertiary Basin", *MTA Bulletin*, 111, pp. 25–36.
- Aktimur, H.T., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., Teoman, M.Ş., Ateş, Ş., Sönmez, M., Keçer, M., Öztürk, V., ve Potođlu, S. (1988). "Erzincan ve Çevresinin Arazi Kullanım Potansiyeli", MTA Rapor No: 8381, Ankara, 327 s.
- Allen, C. R. (1982). "Comparisons between the North Anatolian Fault of Turkey and the San Andreas Fault of California": in Işıkara, A. M. and Vogel, A., editors, *Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction*, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, pp. 67-85.
- Allen, J.E. (1946). "Perlite deposit near the Desvhuates Riverore". *Dept. geol. and Min. Ind. GMI Short Paper*, 16 p.
- Baker, J.M. and Santini, K. (2009). "Perlit: Industrial Minerals and Rocks", (Ed: Kogel, J.E. Triveri, N.C. Barker, J.M. Krukovski, S.T.), Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc., Colorado, USA, pp: 685-702.
- Barka, A. A., ve Gülen, L. (1989). "Complex evolution of the Erzincan Basin (eastern Turkey)", *Journal of Structural Geology*, 11(3), pp. 275-283.

- Bozkurt, E. (2001). "Neotectonics of Turkey – a synthesis", *Geodinamica Acta*, 14: 1-3, pp. 3-30.
- Chatterjee K.K. (2009). "Uses of Industrial Minerals, Rock and Freshwater: Perlite", *Nova Science Publishers Inc.*, 33, Nev York, pp: 307-313.
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2001). "Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Yapı Malzemeleri-III, (Pomza-Perlit-Vermikülit-Flogopit-Genleşen Killer)", *Çalışma Grubu Raporu*, Ankara, 73 s.
- Doğan, H., Şen, F. (2004). "Hafif Yapı Malzemeleri (Pomza - Perlit - Ytong - Gazbeton) Kullanımının Yaygınlaştırılmasına Yönelik Sonuç ve Öneriler", *MTA Haber Bülteni*. Ankara. 55 s.
- Erdoğan, S.T. ve Erdoğan, T.Y. (2007). "Puzolanik Mineral Katkılar ve Tarihi Geçmişleri", *2.Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu (12-13 Nisan 2007) Bildiriler Kitabı*, TMMOB Kimya Müh. ve TMMOB İnşaat Müh. Odaları Yayını, Ankara, s.263-275.
- Eriñç, S. (1953). "Doğu Anadolu Coğrafyası". İstanbul Üniversitesi Yayınları No: 572, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayını*, No: 15, İstanbul, 124 s.
- Evans, A.M. (1993). "Perlite-Ore Geology and Industrial Minerals", 3rd Edition, Oxford, Boston, *Blackwell Science*, 389 p.
- Friedman, I. and Smith, R.L. (1958). "The deuterium content of water in some volcanic glasses", *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 15 (3), pp. 218–228.
- Friedman, I. Long, W.D., Smith, R.L. (1963). "Viscosity and water content of rhyolite glass", *Geophysical Research*, 68, pp.6523-6535.
- Friedman, I., Smith, R.L. and Long, W.D. (1966). "Hydration of natural glass and formation of perlite", *Geological Society of America Bulletin*, 77, pp. 323-328.
- Hayli, S. (2001). "Erzincan Ovasında Köy Meskenleri", *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), Elazığ, s. 21-43.
- Hinojosa-Prieto, H.R., Vidal-Solano, J. R., Kibler, K W. E Hinojosa-Garcia, H. J. (2016). "Geology of the Selene Perlite Deposit in the Northern Sierra Madre Occidental", Northeastern Sonora, Mexico. *Bol. Soc. Geol. Mex* [Online]. 68(1), pp.129-163.
- Hunting, M.T. (1949). "Perlite and other volcanic glass occurrences in Washington", Department of Conservation and Development Olympia, Report of Investigation No: 17, Washington. 78 p.
- Khanjarkhani, A. (2014). "Ham Perlit Agregası İle Üretilen Hafif Betonun Asitlere Karşı Dayanıklılığı", Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Bilim Dalı, Erzurum, 93 s.

- Kibici, Y. (2018). "İnşaat Yapı Hammaddeleri Jeolojisi: Perlit, Ders Notları", 7. Ünite, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, 30 s.
- Kuzvart, M. (1984). "Industrial Minerals and Rocks", Elsevier, Developments in Economic Geology, 18, New York, 454 p.
- Le Bas M. J., Le Maitre R. W., Woolley A. R. (1992). "The Construction of the Total Alkali-Silica Chemical Classification of Volcanic Rocks", *Mineralogy and Petrology*, 46, pp: 1-22.
- Marshall, R. R. (1961). "Devitrification of natural glass", *Geological Society of America Bulletin*, 72, pp. 1493-1520.
- Maxim, L.D., Niebo, R., Mc Connell, E.E. (2014). "Perlite toxicology and epidemiology – a review", *Inhalation Toxicology, International Forum for Respiratory Research*, 26, pp. 259-270.
- McArthur, A.N., Cas, R.A.F., Orton, G.J. (1998). "Distribution and significance of crystalline, perlitic and vesicular textures in the Ordovician Garth Tuff (Wales)", *Bulletin of Volcanology*, 60, pp. 260- 285.
- McPhie, J., Doyle, M., and Allen, R. (1993). "Volcanic Textures: A guide to the interpretation and textures in volcanic rocks", *Center for Ore Deposit and Exploration Studies*, University of Tasmania, 198 p.
- Okay, A.I. and Tüysüz, O. (1999). "Tethyan sutures of northern Turkey". In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (Eds. B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne), *Geological Society*, London, Special Publication 156, pp. 475-515.
- Okay, A.I., and Sahinturk, O. (1997). "Geology of the Eastern Pontides", in A.G. Robinson, ed., *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region: AAPG Memoir*, 68, pp. 291–311.
- Orhun, O. (1969). "Perlit", TMMOB. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 8 (4), s: 213-222.
- Özgül, N. (1981). "Munzur Dağlarının Jeolojisi", Maden Tetkik ve Arama Gn. Müdürlüğü, Derleme Rapor No: 6995, Ankara, 136 s.
- Rekaa, A.A., Pavlovskib, B., Lisichkovb, K., Jasharia,A., Boevc,B., Boevc,I., Lazarovac, M., Eskizeybek, V., Orald, A., Jovanovskie, G., and Makreskif, P. (2019). "Chemical, mineralogical and structural features of native and expanded perlite from Macedonia", *Journal of the Croatian Geological Survey and the Croatian Geological Society*, 72 (3), pp: 215–221.
- Rittmann, A., and Villari, L., 1979, Volcanism as a tracer in geodynamic processes: *Geologie en Mijnbouvv*, 58 (2), pp. 225-230.
- Ross, C.S., Smith, R.L. (1955). "Water and other volatiles in volcanic glasses", *American Mineralogist*, 40, pp. 1071-1089.

- Sağsöz, A.E. (2007). "Farklı Kür Şartlarının Doğal Perlit Agregalı Betonların Mekanik Özelliklerine Etkisi", Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 129 s.
- Sarıgan, O. (1985). "Türkiye Yalıtımlı Hafif Yapı Gereçleri (Pomza, Perlit, Silis, Diatomit) Yatakları, Ülke Ekonomisindeki Yeri ve MTA'nın Yaptığı Çalışmalar", 50 Yıl Semp. MTA Yayını. s. 89-101.
- Sevindi, C. (1999). "*Sarıkamış'ın Coğrafi Etüdü*", Atatürk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayımlanmamış), Erzurum.
- Sevindi, C. (2003). "Kars İli Perlit Yataklarının Ekonomik Önemi ve Değerlendirme Olanakları", *Atatürk Üniversitesi Sos. Bil. Derg.* Cilt: 3, Sayı: 30, Erzurum, s. 169-186.
- Simandl, G. J., Church, N. B., and Hodgson, W. (1996). "Perlite: From Terrace Mountain, Vernon Area: Possible Industrial Applications; in: Geological Field Work 1995, British Columbia Ministry of Mines and Petroleum Resources, 1, pp. 223-226.
- Sodeyama, K., Sakka, Y., Kamino, Y. and Seki, H. (1999). "Preparation of fine expanded perlite", *J. Mater. Sci.*, 34, pp: 2461-2468.
- Şaroğlu, F. ve Güner, Y. (1981). "Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler; Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri", *Türkiye Jeoloji Kurumu Bült.* 24, s.39-50.
- Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. (1981). "Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach", *Tectonophysics*, 75, pp: 181-241.
- Taşkın, C. (1977). "Perlitin Tanımı Ve Oluşumu İle Kökeni Hakkında Genel Bilgi ve Türkiye Perlit Zuhurları", I. Ulusal Perlit Kongresi, *MTA.-TJK Yayını*, Ankara, s: 129-134.
- Tatar, O., Akpınar, Z., Gürsoy, H., Piper, J. D. A., Koçbulut, F., Mesci, B. L., et al. (2013). "Palaeomagnetic evidence for the neotectonic evolution of the Erzincan Basin, North Anatolian Fault Zone, Turkey", *Journal of Geodynamics*, 65, pp. 244-258.
- Temiz, H. (2004). "The role of thrust ramp reactivation in pull-apart mechanism of the Erzincan Basin, North Anatolian Fault Zone, Turkey", *Geodinamica Acta*, 17 (3), pp: 219-228.
- Thanh, D. N., Singh, M., Ulbrich, P., Strnadova, N. and Štěpánek, F. (2011). "Perlite incorporating β -Fe₂O₃ and α -MnO₂ nanomaterials: Preparation and evaluation of a new adsorbent for As (V) removal", *Separation and Purification Technology*, 82, pp. 93-101.
- Turgay, Ö. (1981). "Türkiye Perlit Envanteri", MTA Rap. No: 6972, Ankara, 66 s.
- Tüysüz, O. (1993). "Erzincan Çevresinin Jeolojisi ve Tektonik Evrimi", II. Ulusal Deprem Sempozyumu, TMMOB İnşaat Müh. Odası, Deprem Müh. Türkiye Millî Komitesi, İTÜ Yapı ve Deprem Uygulama-Araştırma Merkezi, s. 271-280.

- Tüzün, R. (1989). "Türkiye Perlit Zuhurları Derleme ve Değerlendirme Çalışmaları", MTA Rap. No: 9421, Ankara, 46 s.
- Vijayaraghavan, K. and Raja, F.D. (2014). "Experimental characterisation and evaluation of perlite as a sorbent for heavy metal ions in single and quaternary solutions", *J. Water Process Eng.*, 4, pp: 179-184.
- Wilfley, R. O. and Taylor, C. V. (1950). "Perlite Mining and Processing a New Industry for the West", *Eng. and Min. Jour.* 51, pp. 30-83.
- Winchester, J. A., and Floyd, P. A. (1977). "Geochemical Discrimination of Different Magma Series and their Differentiation Products Using Immobile Elements", *Chemical Geology*, 20, pp. 325-343.
- Yılmaz, A. (1985). "Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal Evrimi", *T.J.K. Bülteni*, 28 (2), s. 79-92.
- Zafirovski, S., Jasmakovski, B., Zlatanovic, V. and Pavlovski, B. (1987). "Use of perlites in the ceramic industry", *2nd Int. Conf. of Natural Glasses*, Prague, pp: 169-175.

İnternet Kaynakları

- http://www.mapeg.gov.tr/istatistik_dok/Mapeg%20WEB%20C4%B0statistiki%20Veriler.pdf [Son erişim: 05.04.2020].
- http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/194a1ee187acd66_ek.pdf?tipi=5&turu=R&sube=0 [Son erişim: 02.04.2020].
- http://www.mapeg.gov.tr/istatistik_dok/Mapeg%20WEB%20C4%B0statistiki%20Veriler.pdf [Son erişim: 02.04.2020].
- http://www.persanyapi.com.tr/assets/images/kataloglar/kataloglar__921681568713029_dc_.pdf [Son erişim: 02.04.2020].
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/perlit> [Son erişim: 28.03.2020].
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/maden-yataklari> [Son erişim: 28.03.2020].
- <https://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/perlit> [Son erişim: 02.04.2020].
- <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2020-01.jpg> [Son erişim: 02.04.2020].
- <http://www.dogusanas.com.tr/perlit.pdf> [Son erişim: 02.04.2020].
- <http://www.persanyapi.com.tr/> [Son erişim: 09.12.2020].
- http://www.persanyapi.com.tr/assets/images/kataloglar/kataloglar__475891568729030_dc_.pdf [Son erişim: 09.12.2020].