

Erciş Obsidyenlerinin Mineralojik-Petrografik, Jeokimyasal Özellikleri ve Süs Taşı Olarak Değerlendirilmesi Üzerinde Ön Çalışma

Ali BİLGİN¹ Süleyman POLAT² Nursev BİLGİN³ Sönmez ARSLAN⁴

ÖZET: Ekonomik önemi olan Erciş/Van yöresi obsidyenleri Anadolu plakasının kuzeydoğusunda Van ilinin 20 km kuzeyinde yer almaktadır. Bölgede bulunan volkanik kayalar stratigrafik olarak (i) Paleozoik yaşlı metamorfik seri (klorit-muskovit, kuvars şist, fillit) ile üzerinde bulunan (ii) bazalt (iii) obsidyen, (iv) perlit ve (v) tuf serisinden meydana gelmektedir. Bazaltlar inceleme alanında ve Doğu Anadolu bölgesinde, diğer volkanik kayalara benzer şekilde, oluşum yönünden subalkalin tür bir köken sunmakta olup, bir okyanus tabanı toleyitine karşılık gelmektedir. Tuf serisi ise, jeokimyasal olarak aynı magmatik ayrışmanın farklı jeokimyasal özellikteki andezitik ve riyolitik bir türünü yansıtmaktadır. Perlit ve obsidyenler ise, jeokimyasal açıdan, riyolitlerle benzer kimyasal bileşime sahiptir. Perlitler jeokimyasal olarak, yüksek K₂O, Rb ve Nb değerleriyle riyolitlerden kolaylıkla ayrılabilirken, obsidyenler ise yüksek SiO₂ değerleriyle her iki tür volkanik kayadan açık bir şekilde ayırt edilmektedir. Erciş yöresi perlit ve obsidyenleri oluşum modu açısından, Sarıkamış yöresi obsidyenleriyle ve perlitleriyle karşılaştırıldığında benzer jeokimyasal değerler sunmaktadır. Obsidyenler, jeokimyasal açıdan magmanın soğuması sırasında, volkanik camların bünyesine bir miktar H₂O alması ve hidratlanma yoluyla ana magmadan oluşmuştur. İnceleme sahasının araştırılmasında, yörenin 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası temel alınarak, obsidyen zonunun uzunluğu 1250 m, genişliği 250 m. ve kalınlığı 8 m olarak belirlenmiştir. Obsidyenlerle alakalı olarak yapılan rezerv hesaplamalarında, 5 850 000 tonluk obsidyen miktarı ortaya konmuştur. Van Erciş Ulupamir Köyü yakınındaki obsidyen araştırma sahasındaki obsidyenler ham yarı değerli süstaşları niteliğindedir. Bu çalışma da Erciş obsidyenlerinin süstaşı olarak değerlendirilmesinde; taşın rengi, parlaklığı, ışığı geçirmesi, taşın kristalografik özelliği, görünümü, taşın kırılması, taşın sertliği, yoğunluğu, çizgi rengi, bulunuşu ve arazide tanınması gibi bir takım temel parametreler ölçüt olarak alındı. Söz konusu süstaşları yörede madencilik çalışması yapan firmalar tarafından ocaklardan çıkarılarak, süstaşları üretmek için atölyelere taşınmakta, ilgili atölyelerde işlenmekte, istihdam kaynağı oluşturmakta ve üretilen bu ürünleri ihraç edilerek ulusal ekonomiye önemli miktarda ekonomik girdi sağlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Obsidyen, süstaşı, jeokimya, kristal, amorf, ekonomi

Preliminary Study on Erciş Obsidians Regarding Mineralogical-Petrographical and Geochemical Properties

ABSTRACT: Erciş/Van obsidians with economical value are located in 20 km Northern of Van in Northeast of Anatolian plate. Volcanic rocks situated in the region are made up of such as stratigraphic sequence ; (i) paleozoic aged metamorphic series (chlorite-muscovite, quartz schist, fillat) and above them (ii) basalt(iii) obsidian, , (iv) perlite, and (v) tuffaceous rocks. Basalts in study area and in Eastern Anatolia like the other volcanic rocks in the world, their genesis is subalkaline which correspond to oceanic crust tholeiitic basalt. Tuffaceous rocks show geochemically the products of magmatic differentiation of andesitic and rhyolitic in type of magma. Perlit and obsidians in point of geochemically are similar to rhyolites like chemical composition. Perlit can be easily differentiated from rhyolites by their high K₂O, Rb and Nb values. Obsidians having high SiO₂ values are distinguished from both perlit and rhyolites clearly. Perlit and obsidians which are giving outcrop in Erciş and surrounding area display geochemical values with Sarıkamış obsidians and perlit regarding occurrence mode. Obsidians have been formed by addition of water into volcanic glass through hydration process during the cooling of magma. Length of obsidian zone 1250 m, wideness 250 m, and thickness 8 m were determined with respect to 1/25 000 scaled geological map during the investigation of study area. According to reserve calculations, the amount of obsidian was found as 5 850 000 tones. Obsidians in Van Erciş Ulupamir village to the near the study area are semi-valued gemstones. During the evaluation of Erciş obsidians as a gemstone; color of the rock, luster, transmission of the light, crystallographic property, appearance, reflection of the light, hardness, density, streak color, occurrence and identification of the rock in the field were taken into consideration as main parameters. Mentioned gemstones were produced from mine deposits by companies and carried to workshops to be processed to manufacture germ materials by exporting the products and employing the people contribute to significant amount economic input to the national income

Keywords: Obsidian, gemstone, geochemistry, amorph, economy

¹ Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Batman, Türkiye

² Batman Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Müh. Bölümü, Batman, Türkiye

³ Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Metalürji ve Malzeme Bilimi Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

⁴ Batman Üniversitesi, Kimya Bölümü, Batman, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Sönmez Arslan, sonmez.arslan@batman.edu.tr

GİRİŞ

Bu çalışma, Van Erciş Ulupamir yöresinde yüzeyleme veren obsidyen sahasındaki, yarı kıymetli süstaşı niteliğindeki obsidyenlerin, mineralojik, petrografik, jeokimyasal bileşimleri ve bunların süstaşı olarak kullanım alanlarını konu almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Ulupamir Köyü ve civarında yer alan obsidyenlere ait yer bulduru haritası.

Sahada daha önceleri Karaman Deresi ve diğ. 1984 tarafından Erciş kuzeyinde Zilan Deresi boyunca jeotermal araştırmalar yapılmıştır. Arslan ve Aktaş 1998 tarafından Zilan (Erciş-Van) yöresi pomza tüflerinde gelişen Mn oluşumunun jeoloji ve jeokimyası konulu bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Maden ruhsatı, Vatan Madencilik Şirketinin uhdesinde olan, Van Erciş yöresindeki obsidyen sahasındaki, yarı kıymetli süstaşı niteliğindeki obsidyenin, doğal taş olarak kullanım alanlarını ve obsidyenlerin ekonomik olarak değerlendirilmesini konu alan bir araştırma yapılmıştır (Bilgin, 2009) Elmasdaş (2009) tarafından Erciş kuzeyindeki kaplıcaları jeotermal özellikleri araştırılmıştır.

Obsidyen doğal olarak oluşan bir volkan camıdır. Binlerce yıldır dekorasyon amaçlı olarak kullanılmış ve halen de kullanılmaya devam edilmektedir. Obsidyen dünya ölçüsünde özellikle plaka sınırlarında, volkanik etkinliklerin yoğun olduğu alanlardan İtalya, Anadolu, Kafkaslar ve Amerika'nın batı kıyılarında geniş alanlarda yüzeyleme vermektedir. Ülkemizde Kars Saikamış, Van Gölü çevresi, Kütahya ve İzmir Menderes hava Alanı civarında yoğun bir şekilde dikkati çekmektedir. Bunlar siyah ve kahverengi olup, yarı kıymetli süstaşları olarak değerlendirilmektedir.

Süs minerali veya süs taşları denilince albenisi olan nadir bulunan, dayanıklı, yaşantımızı renklendiren, doğal olarak oluşan, kıymetli ve yarı kıymetli mineral ve taşlar akla gelmektedir. Süstaşları genellikle, fiziksel ve kimyasal ayrışmaya karşı oldukça dayanıklı, sertlikleri yüksek olan, alımlı güzel renklere sahip minerallerin yığılmasından ibaret olan malzemelerdir. Süstaşları tarih boyunca takı olarak kullanılarak, hem yaşantımızı renklendirmiş ve hem de ametist gibi minerallerin piyezoelektrisite, turmalin gibi minerallerin de piroelektrisite gibi fiziksel özelliklerinden yararlanılarak hem elektronik endüstrisinde ve hem de bazı hastalıkların tedavisinde de yaygın olarak kullanılmıştır.

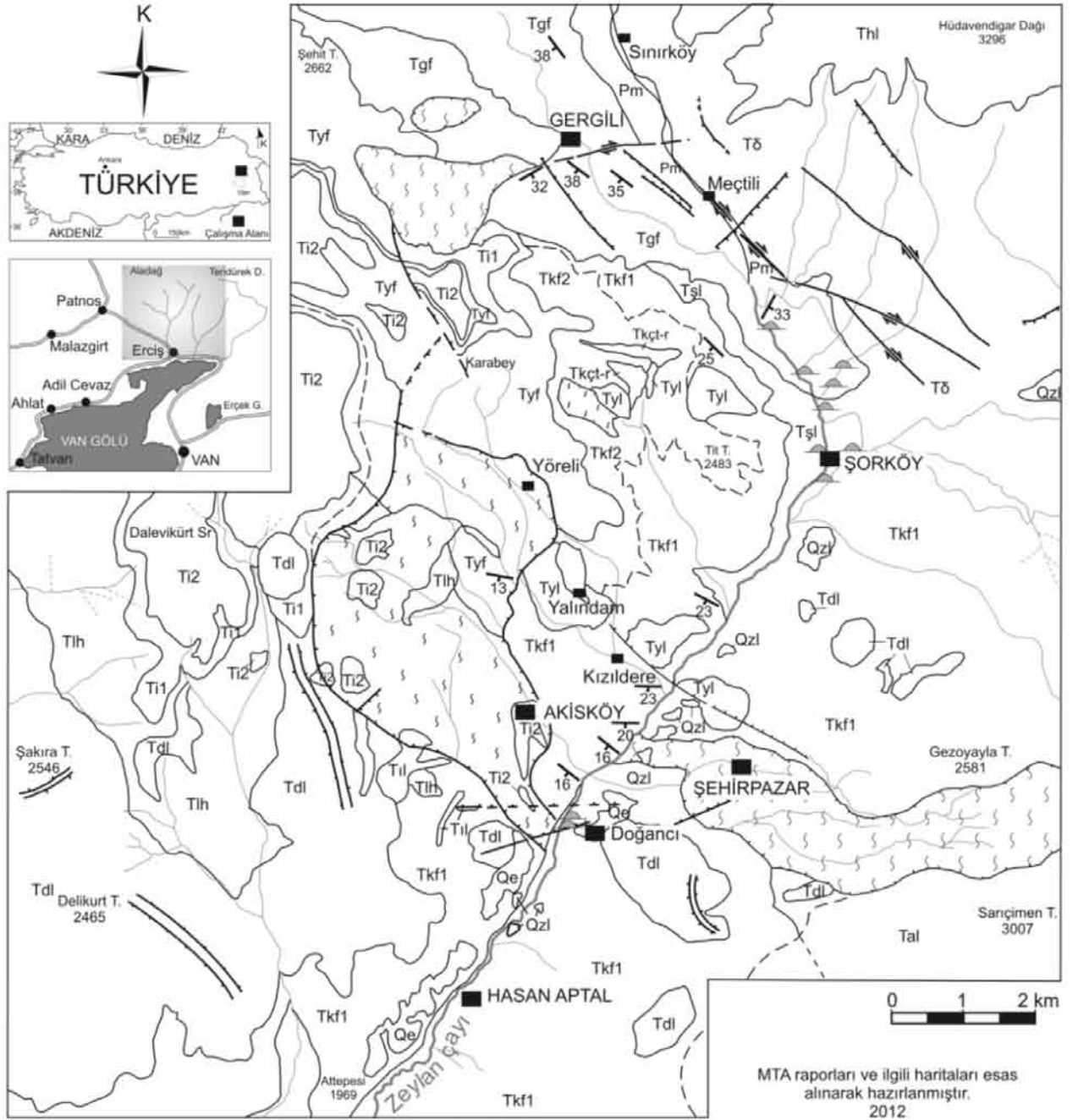
Süstaşları, kesilip işlendikten ve parlatıldıktan sonra, bunların albenileri daha da artmaktadır. Süs mineralleri ve taşları arasında elmas, yakut, zümrüt, uvarovit, kemererit ve obsidyen sayılabilir (Caran ve Bilgin, 2003). Süstaşlarının en önemli özellikleri, onların sağlamlığıdır. Sağlamlık denilince süstaşlarının çizilmeye, aşınmaya ve kırılmaya karşı olan dayanımları hatıra gelir. Süs taşlarından elmas, en sert mineral olmakla birlikte kırılmaya karşı fazla dayanıklı değildir. Jadit ve nefrit (yeşil veya mavi amfibolit) çok sert olmamakla birlikte, dayanıklılığı çok fazla olan bir süstaşları arasındadır.

Obsidyenler yüksek viskozitedeki magmanın ürünleri olup siyah ve kahverengi renklerde görülmekte olup tümünden camsı olan dokusuyla dikkati çekmektedir (Şekil-2). Bileşimleri genellikle riyolitik bileşimde olup yüksek oranda SiO₂ içermektedir.



Şekil 2. Erciş obsidyenlerinde siyah renkli obsidyenler kahverengi obsidyenler içerisinde düzensiz merccekler şeklinde yer almaktadır.

Obsidyende süstaşı olarak sağlamlığı, parlaklığı ve farklı renkleriyle tarih öncesi devirlerden başlamak üzere, günümüze dek farklı uygarlıklar tarafından süs-



A Ç I K L A M A L A R

KUVATERNER

- Qy Alüvyon
- Qe Seki
- Qtr Traverten
- Qzl Zilan lavı

PLIYOSEN

- Ti2 İğnimbirit 2
- Ti1 İğnimbirit 1
- Tal Aladağ lavı
- Thl Hüdavendigar lavı
- Tyf Yörelî formasyonu

MIYOSEN

- T11 İlica lavı
- Tdl-Tlh Doğancı lavı
- Tyl Yalındam lavı
- Tkf2 Kızıldere formasyonu
- Tkçt-r Resifal kireçtaşı
- Tşl Şorköy lavı

EOSEN

- Tö Granodiyorit
- Tgf Gergili formasyonu

PALEOZOYİK

- Pm Metamorfikler

- Dokanak
- - - Kuru dere
- Dere
- Yerleşim merkezi
- ↔ Doğrultu atımlı fay
- ↗ Eğim atımlı fay
- ↘ Tabaka doğrultu eğim
- ▲ Sıcak su kaynağı

Şekil 3. Çalışma alanının jeolojik haritası.

taşı olarak kullanılmıştır. Süstaşlarının sertliği, en azından kuvarsın sertliğine yakın veya eşdeğer düzeyde olmalıdır. Obsidyen tüm özellikleriyle kuvarsın sertliğine yakın bir sertliğe sahiptir. Süstaşlarının işlenmesinde özellikle parlatılmasında onun sağlamlığına ve yapısına zarar verilmemesine özen gösterilmelidir. Obsidyen moho sertlik cetvelinde sertliği 5 ile 6 arasında olan bir süstaştır. Dolayısıyla, aşınmaya ve dış etkilere karşı fiziksel ve kimyasal olarak oldukça dayanıklıdır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Van Erciş Ulupamir Köyü civarında yüzeyleme veren obsidyenler ile içinde yer aldığı litolojiler arasındaki ilişki klasik gözleme yöntemiyle araştırıldı. Araziden alınan örneklerden 30 mikron inceliğinde ince kesit yapıldı. İnce kesitler polarizan mikroskop altında incelenerek renk farklılıklarının nedeni ve siyah renkli obsidyenler ile kahverengi obsidyenler arasındaki ilişki araştırıldı. Yine x-ray flüoresans yardımıyla obsidyenlerin temel oksit değerleri ve iz element içerikleri ortaya konuldu.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma Alanın Jeolojisi

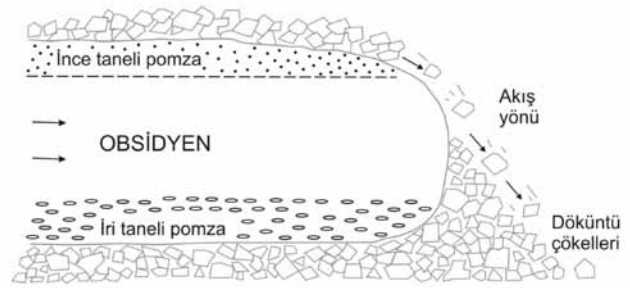
Erciş'in kuzeyinde yer alan obsidyen sahasında, temeli bölgesel ölçekte başkalaşım geçirmiş metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Söz konusu başkalaşım kayaları, Zilan Deresi boyunca dar bir alanda yüzeyleme vermektedir. başkalaşım kayalarına özgü, tipik foliyasyonlu bir doku sunmaktadır. Bu dokuda egemen mineralleri feldspatlar, kuvars ve mikalar oluşturmaktadır (Şekil 3).

Başkalaşım kayalarının üzerinde ise uyumsuz olarak kumtaşı kireçtaşı ve marn aralanmasından oluşan Eosen yaşlı Gergili formasyonu yer almaktadır. Şarköy'ün hemen Kuzey Doğusu'nda Kömler Deresi boyunca, Şehitler Yaylası'na kadar uzanmaktadır. Formasyon tipik olarak Gergili Köyü çevresinde görüldüğünden bu ad verilmiştir (Karamanderesi ve diğ., 1984). Gergili formasyonu kumtaşı marn ve kireçtaşı aralanmasından oluşmaktadır. Katmanlı bir yapıda olup, katman kalınlığı 10 cm ile 20 cm arasında değişmektedir. Kumtaşlarının taneleri arasında kuvars, mika, kalsit mineralleriyle litik malzemelerden de serpantin, radyolarit dikkati çekmektedir.

Miyosen yaşlı Kızıldere formasyonu 450-500 m civarında bir kalınlığa sahiptir.

Neojen çökellerini de Kızıldere Formasyonu oluşturmaktadır. Kızıldere Formasyonu volkanik lav, tüf,

pomza, aglomera, marn bantları, killi kireçtaşı, kumtaşı birimlerinden oluşmaktadır. Bunlar jeomorfolojik olarak düzlük alanlarda ve dere yataklarına yakın yüzeylerde yüzeyleme vermektedir. Bunlardan pomzalar içerisinde yer yer obsidyenler dikkati çekmektedir. Obsidyenler mercekli yapılar oluşturmaktadır. Mercekli yapı akma sırasında obsidyeni oluşturan lavın önünün gerilmesiyle akma olayı firelenmiştir. Soğuma sırasında üstteki volkanoklastiklerin etkisiyle mercekli bir yapı kazanmıştır (Şekil 4).



Obsidyenin akış yönü önünde ortaya çıkan pomza kırıntılarının oluşturduğu bariyer nedeniyle akışın engellenmesi

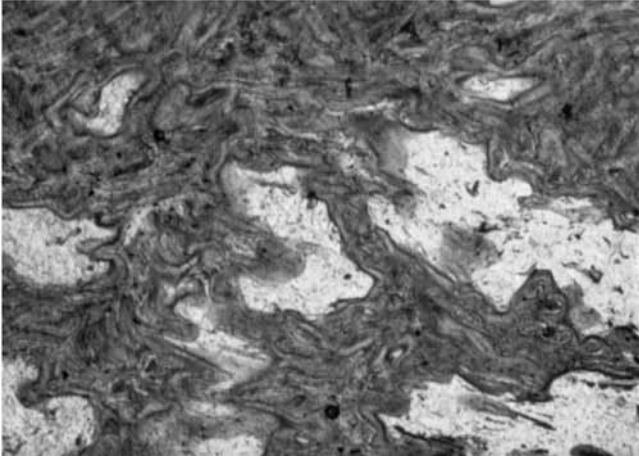
Şekil 4. Obsidyen merceklerinin oluşumu.

En üstte ise Alüviyal çökeller yer almaktadır. Bunlar eski dere yataklarında ve güncel derelerin tabanında dikkati çekmektedir.

Magmatik kayalar granit ve lavlardan oluşmaktadır. Granitler orta renkli fanaritik dokulu içinde kuvars bulunduran derinlik kayaçlarıdır.

Erciş Obsidyenlerinin Mineralojik Özellikleri

Erciş ve yöresinde hem siyah renkli ve hem de kahverengi obsidyenler yüzeyleme vermektedir. Söz konusu obsidyenlerden yapılan ince kesitlerde kayacın tamamen camdan oluştuğu dikkati çekmektedir. Amorf bir özellik sunmaktadır. Renk farklılığına neden olan kimyasal özellikler obsidyenlerin jeokimyası ile alakalı bölümde tartışılacaktır. Literatür bilgilerinden siyah renkli olanların elektron mikroskobu çalışmalarında çok küçük micro düzeyde magnetit kristallerinden meydana geldiği görülmüştür. Bizim aldığımız örneklerde hem siyah renkli ve hem de kahve renkli kısımlarda çubuğumsu mikrolitler ve çok küçük opak muhtemelen magnetitlerden oluşan mineraller görülmüştür (Şekil 5).



Şekil 5. Erciş obsidyenlerinde renkli olanlar kahverengi obsidyenleri, beyaz renkli olanlarda siyah obsidyenleri temsil etmektedir. beyaz renkli olanlarda çok küçük magnetit mikrolitler dikkati çekmektedir (Tek Nikol, X 40).

Erciş Obsidyenlerinin Jeokimyasal Özellikleri

Obsidyenler genellikle % 77' ye kadar SiO_2 içeren asidik bileşimli volkanik kayalardır. Jeokimyasal olarak obsidyenler; peralkalin, kalkalkalin ve alkalin olmak üzere üç katogoride değerlendirilmektedir. Peralkalin olanlarda $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ miktarı Al_2O_3 içeriğini aşmaktadır. Bunlar orojenik olmayan magmatik kuşaklarda ortaya çıkmaktadır. Afrika'daki obsidyenler bu tür peralkalin obsidyenler içerisinde yer almaktadır. Kalkalkalin obsidyenlerde Al_2O_3 içeriği $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeriğinin üzerindedir. Alkalin obsidyenlerde ise $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeriği Al_2O_3 içeriğine yakın olan obsidyenlerdir. Peralkalin tür obsidyenlerde Fe, Mn, Ti, Zr, F ve Cl içerikleri yüksek, buna karşılık da Ca, Mg ve P içerikleri düşüktür.

Çizelge 1'de Erciş Obsidyenlerinin kimyasal bileşimi verilmiştir. Yapılan değerlendirmede Erciş obsidyenlerinin Al_2O_3 içeriği $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ içeriğinin üzerindedir. Dolayısıyla bunlar kalkalkalin tür obsidyenler içerisinde yer almaktadır.

Obsidyen Oluşumu

Erciş ve yöresindeki obsidyenler tuf ve süngertaşları içerisinde yer almaktadır. Riyolit bileşimli magma yeryüzüne çıkarken azalan basınçla birlikte çözelti içerisindeki birtakım gazlar kabarcıklar şeklinde yükselerek volkanın patlamasına neden olur. Gaz boşlukları soğuyan magma içinde hapsedilerek ortaya çıkan malzeme de boşluklu yapıdaki pomzayı (süngertaşları-

Çizelge 1. Erciş obsidyenlerinin temel oksit bileşenleri

Temel Oksitler	% Olarak	Eser Elementler	ppm
SiO_2	77.13	Ba	18
TiO_2	0.51	Cl	53
MnO	0.07	C	4
Al_2O_3	15.40	Rb	14
CaO	0.34	Zr	21
Fe_2O_3	1.07	Sr	2
K_2O	3.33	Co	3
Na_2O	2.15	Nb	2
Ateş Kaybı	0.30		
Toplam	100.30		

nı) oluşturur. Pomza oluşumundan sonra gazlardan kurtulmuş olan magma da katı ve boşluksuz camsı yapıdaki obsidyenleri şekillendirmektedir. Erciş yöresi perlit ve obsidyenleri oluşum modu açısından, Sarıkamış yöresi obsidyenleriyle ve perlitleriyle karşılaştırıldığında benzer jeokimyasal değerler sunmaktadır (Özgür ve Bilgin, 1990).

Obsidyen siyah ve kahverengi olarak dikkati çekmektedir. Siyah obsidyen kayacın içinde yer alan magnetit kristallerinden kaynaklanmaktadır. Magnetitler oksitlenerek daha sonra hematite dönüştüğünde renk kırmızı kahverengiye dönüşmektedir.

Erciş Obsidyenlerinin Süstaşı Olarak Kullanılması

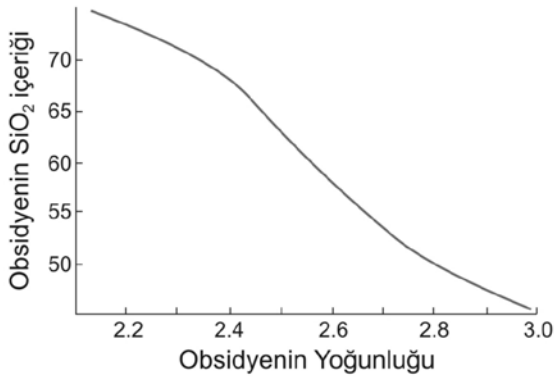
Erciş obsidyenlerinin süstaşı olarak kullanılmasında taşın rengi, parlaklığı, ışığı geçirmesi, taşın kristalografik özelliği, görünümü, taşın kırılması, taşın sertliği, yoğunluğu, çizgi rengi, bulunuşu ve arazide tanınması gibi temel parametreler ölçüt olarak alındı (Çizelge 2)

SONUÇ

Obsidyenlerin yoğunlukları ile SiO_2 içerikleri arasında ters bir bağıntı vardır (Şekil 6) SiO_2 içeriği arttıkça yoğunlukta azalmaktadır.

Çizelge 2. Erciş obsidyenlerinin fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler	Açıklamalar
Taşın rengi	Taşın rengi siyah ile kahverengi arasında değişmektedir.
Taşın parlaklığı	Camsı bir parlaklığa sahiptir.
Işığı geçirmesi	Erciş obsidyenleri diğer camlar gibi saydam olup, belirli bir düzeyde ışığı geçirmektedir. İnce kesitlerde bu özellik görülmektedir.
Görünümü	Arazide görünümü kompakt bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla yapısı masiftir.
Kırılması	Arazide çekiçle kırıldığında siyah renkli ve kahverenkli obsidyenler konkoidal bir kırılma sunmaktadır.
Sertlikleri	Ayrışma durumuna bağlı olarak sertlikleri 5 ile 5.5 arasında değişmektedir.
Yoğunluğu	2.6 gr/cm ³
Tanınması	Arazide kendine özgü parlaklığı, siyah ve kahverengi rengiyle kolayca tanınmaktadır.

Şekil 6. Obsidyenlerin SiO₂ içeriği ile yoğunluğu arasındaki ilişki.

Obsidyenler, jeokimyasal açıdan magmanın soğuması sırasında, volkanik camların bünyesine bir miktar H₂O alması ve hidratlanma yoluyla ana magmadan oluşmuştur. İnceleme sahasının araştırılmasında, yöre nin 1/25 000 ölçekli jeolojik haritası temel alınarak, obsidyen zonunun uzunluğu 1250 m, genişliği 250 m. ve kalınlığı 8 m olarak belirlenmiştir. Obsidyenlerle alakalı olarak yapılan rezerv hesaplamalarında, 5 850 000 tonluk obsidyen miktarı ortaya konmuştur (Bilgin, 2009) . Van Erciş Ulupamir Köyü yakınındaki obsidyen araştırma sahasındaki obsidyenler ham yarı değerli

süstaşları niteliğindedir. Bu çalışma da Erciş obsidyenlerinin süstaşı olarak değerlendirilmesinde; taşın rengi, parlaklığı, ışığı geçirmesi, taşın kristallografik özelliği, görünümü, taşın kırılması, taşın sertliği, yoğunluğu, çizgi rengi, bulunuşu ve arazide tanınması gibi bir takım temel parametreler ölçüt olarak alındı. Söz konusu süstaşları yörede madencilik çalışması yapan firmalar tarafından ocaklardan çıkarılarak, süstaşları üretmek için atölyelere taşınmakta, ilgili atölyelerde işlenmekte, istihdam kaynağı oluşturulmakta ve üretilen bu ürünleri ihraç edilerek ulusal ekonomiye önemli miktarda ekonomik girdi sağlamaktadır. Van Erciş Ulupamir obsidyen sahasından üretilecek olan obsidyenler süstaşı olarak işlenerek Türkiye ekonomisine ve ülke turizmüne önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca mozaik üretiminde kullanılarak renkli ithal taş alımının önüne geçilecek ve önemli miktarda döviz tasarrufu sağlanacaktır.

TEŞEKKÜRLER

Van Erciş obsidyen sahasına ait bazı verileri paylaşmamıza izin verdikleri için Obsidyen Maden ve Mermercilik Sanayi Ticaret Limited Şirketi yetkililerine en içten teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Arslan, M., Akçay, M., 1998. Zilan (Erciş-Van) yöresi pomza tüflerinde gelişen Mn oluşumunun jeoloji ve jeokimyası, Türkiye Jeoloji Bült., 41, 2, pp.139-141.
- Bilgin, A., 2009. Stonex Madencilik Şirketi'nin Van Erciş Ulupamir Köyü yakınındaki obsidyen sahasına ait ekspertiz raporu, Proje No-16, SDÜ Döner Sermaye Raporu, Isparta.
- Caran, S., Bilgin, A., 2003. Süs taşlarının genel özellikleri, bulunuşu ve değerlendirilmesi, 1. Gemoloji Sempozyumu, Ankara.
- Elmastaş, N., 2004. Hasanabdal Kaplıcası, I.Van Gölü Havzası Sempozyumu, 2004, pp.73-96, Van.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati di Brozola, F., Villari, L., 1976. Evolution of volcanism in the area of interaction between Arabian, Anatolian and Iranian plates (Lake Van, Eastern Turkey): J. Volcanol. Geotherm. Res., 1,103-112
- Karamandere, İ. H., Can, A.R., Coşkun, B., Güner, A., Çaęlav, F., Polat, Z., Tarakçioęlu, H., Yıldırım, T.,1984, Zilan Deresi (Van-Erciş) Jeolojisi ve Jeotermal Enerji Olanakları. M.T.A. Enst. Rapor No:7793 (Yayımlanmamış), s.7-9, Ankara.
- Özgür, N., Bilgin, A., 1990. Sarıkamış/Kars perlit ve obsidyenlerinin jeokimyası, jenezi ve ekonomik önemi, Jeomorfoloji Derg., 18, pp. 25-38, Ankara.
- Pearce, J. A., Bender, J. F., De Long, S. E., Kidd, W. S. F., Low, P. J., Güner Y., Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J.G., 1990. Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey: J. Volcanol, Geotherm. Res., 44,189-229.

