

ÖZET

Fulguritler, buluttan yere yıldırım düşmesi sonucunda kaya, kum veya toprağın hızlı bir şekilde ısıtılmasıyla oluşan çoğunluğu camsı yapılardır ve isimlerini Latince yıldırım anlamına gelen fulgur (Arago, 1821) kelimesinden alırlar. Teorik olarak, fulguritler, yıldırımın çarptığı her yerde oluşabildikleri için, bileşimsel çeşitliliği fazla olan doğal cam yapılardır. Yıldırımlar küresel bir parlama hızı ile dünya üzerinde saniyede yaklaşık 45 kez gerçekleşen (Christian, vd., 2003), çoğunluğu (%75-90) buluttan kıtasal kara kütesine elektrik aktarımıyla meydana gelen doğa olaylarıdır. Hava yoluyla yıldırım düşmesinin kanal çapı tipik olarak iki ila beş santimetre arasındadır (Rakov ve Uman 2003).

Topraktan geçen yıldırımın özelliklerini doğrudan gözlemlemek zor olduğundan fulguritler, biriken enerji, yıldırım kanalı genişliği, tepe sıcaklıkları ve potansiyel olarak ısıtma ve soğutma hızları dahil olmak üzere yeraltında ilerleyen yıldırımın özelliklerine dair önemli ipuçları sağlar. Kum fulguritler, kaya fulguritler ve kil fulguritler dahil olmak üzere önceki çalışmalarda birkaç farklı fulgurit morfolojisi rapor edilmiştir (Pasek, vd., 2009; Pasek, vd., 2012). Fulguritler, içindeki farklı mineral bileşimleri ve çekirdekten kabuk bölgelerine geçişteki değişimi ile fulguritlerin oluşum mekanizması arasında farklı türde ilişkiler kurmayı amaçlayan çeşitli çalışmaların konusu olmuştur (Cristian, vd., 2003; Pasek, vd., 2012; Rakov, vd., 2003; Pasek, vd., 2009; Crespo, vd., 2009; Saikia, vd., 2015; Sponholz, vd., 1993; Elmi, vd., 2017). Bu çalışmalarda incelenen fulguritlerin morfolojilerinin sistematik olarak farklılık gösterdiği belirlenmiş ve fulgurit oluşturan yıldırım çarpmalarının özelliklerini belirlemek için morfolojik özelliklerin kullanılabileceği de öngörülmüş olmasına karşın, fulguritlerin yapısal incelenmesine ve oluşum mekanizmasıyla ilişkilendirilmesine yönelik az sayıda çalışma yer almaktadır. Fulgurit oluşumunun sıklığı ve morfolojik olarak incelenmesinin yıldırım mekanizmasının aydınlatılmasındaki rolü düşünüldüğünde yapısının tüm yönleriyle karakterize edilmesi büyük önem arz etmektedir. (Matthew A. Pasek vd., 2012; Pasek and Block

2009; Christian vd., 2003; Altaratz vd., 2003; Williams vd., 2004; Lay vd., 2007; Boccippio vd., 2000). Bu çalışmada Moğolistan'daki Gobi çölünden alınmış fulgurit örneklerinin petrografik ve spektroskopik karakterizasyonu ortaya konulmuştur. Çalışılmış olan fulguritlerin menşei açısından da bu çalışma bir ilk olma özelliğine sahiptir.

Örneklerin mineral içerikleri İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliğindeki polarizan mikroskop ile incelenmiştir. Sonrasında, XRD (X-Ray Diffraction) cihazı ile mineral içerikleri net olarak belirlenmiştir. Jeokimya ve Jeokronoloji laboratuvarındaki ICP-OES (Inductive Coupled Plasma-Optic Emission Spectrometer) cihazı ile majör oksitleri hesaplanmıştır. Hazırlanmış ince kesitlerden İstanbul Kültür Üniversitesi bünyesindeki Raman Spektroskopi Laboratuvarı'ndaki Raman cihazı ile minerallerin raman ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Jeokimya ve Jeokronoloji Laboratuvarında LA-ICPMS (Laser Ablation-Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometer) cihazı ile mineral kimyası hesaplamaları yapılmıştır.

Fulguritin çekirdeğinde kuvars, mikroklin, albit, hematit ve barit Raman spektroskopisi ve kemometrik analizlere dayalı olarak tanımlanmıştır. Buna karşılık, fulguritin kabuk bölmesinde, tespit edilen mineraller kuvars, K-feldispat ortoklaz, mikroklin, albit, hematit ve götit karışımı olarak belirlenmiştir. Raman spektroskopi sonuçları, SEM-BSE ve SEM-EDX analizleri ile birlikte, iki fulgurit bölgesinin toz haline getirilmiş örneklerinin X-ışını kırınım analizi ve ayrıca Kırmızı-altı spektroskopik verileriyle doğrulanmıştır. İç ve dış kısımdaki mineral bileşimindeki farklılıklar, yıldırım düşmesi sırasındaki farklı difüzyon hızları, yıldırım düşmesi sonrasında fulguritin yüzeyindeki ve iç kısımdaki farklı soğuma hızları ve minerallerin spesifik özellikleri dikkate alınarak açıklanmıştır.

ABSTRACT

Fulgurites are glasses formed by the rapid heating of rock, sand, or soil by a cloud-to-ground lightning strike, and they take their name appropriately from the Latin term for lightning, fulgur (Arago 1821). Theoretically, fulgurites are natural structures with a high compositional diversity as they can be formed from anything struck by lightning. Lightnings are natural phenomena that occur at a global flash rate about 45 times per second on Earth (Christian, *vd.*, 2003), mostly (%75-90) by transmission of electricity from the cloud to the continental land mass. The channel diameter of a lightning strike through air is typically between two to five centimeters (Rakov and Uman 2003).

As it is difficult to directly observe the properties of lightning passing through the soil, including the energy deposited, lightning channel width, peak temperatures, fulgurites are and potentially a source of data to investigate heating and cooling rates associated with lightening effects on the ground, providing important clues about the properties of lightning moving underground. Several different morphologies of fulgurites have been reported in previous studies, including sand fulgurites, rock fulgurites, and clay fulgurites (Pasek, *vd.*, 2009; Pasek, *vd.*, 2012). It was determined in those studies that the morphologies of the examined fulgurites may differ considerably, and morphological features have been used to evaluate some characteristics of lightning strikes that form the fulgurites. Fulgurites have been the subject of various studies aiming to establish different kinds of relationships between the different mineral compositions and the change in the transition from core to shell regions and the formation mechanism of fulgurites. Nevertheless, there is only a reduced number of studies focusing on the detailed structural analysis of fulgurites and on the establishment of relations between these properties and the fulgurites' formation mechanism (Matthew A. Pasek *vd.*, 2012; Pasek and Block 2009; Christian *vd.*, 2003; Altaratz *vd.*, 2003; Williams *vd.*, 2004; Lay *vd.*, 2007; Boccippio *vd.*, 2000). In this

study the petrographic and spectroscopic characterizations of fulgurite samples from the Gobi desert in Mongolia were undertaken. This study is a first in terms of origin of the fulgurites subjected to analysis.

The mineral contents of the samples were first examined with a polarized-light microscope, in the Istanbul University-Cerrahpaşa Geological Engineering Department. Afterwards, the mineral contents were determined using X-ray diffraction (XRD) (Geochemistry and Geochronology Laboratory of the Istanbul University) as well as by Raman spectroscopy complemented by chemometrics (at the Raman Spectroscopy Laboratory of the Istanbul Kultur University). Inductive Coupled Plasma-Optic Emission Spectrometry (ICP-OES) was used to shed light on the fulgurites composition (Geochemistry and Geochronology Laboratory of the Istanbul University), which was also investigated using the Laser Ablation-Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry method (LA-ICPMS) (Istanbul University-Cerrahpaşa Geochemistry and Geochronology Laboratory). Quartz, microcline, albite, hematite and barite were identified in the core of fulgurite based on Raman spectroscopy and chemometric analysis. On the other hand, the minerals detected in the shell section of fulgurite were determined as a mixture of quartz, K-feldspar orthoclase and microcline, albite, hematite and goethite. Raman spectroscopy results were confirmed to together with SEM-BSE and SEM-EDX analyses, by X-ray diffraction analysis of powdered samples of the two fulgurite regions as well as IR spectroscopic data. The observed differences in the mineralogical composition of the core and shell regions of the studied fulgurite can be explained taking into account the effects of both the diffusion of the melted material to the periphery of the fulgurite following the lightening and the faster cooling at the external shell region, together with differential properties of the various minerals.