

İGNİMBRİTLERİN KAYNAK BÖLGELERİNİN TAYİNİNDE SIKÇA KULLANILAN MANYETİK HASSASİYET ANİZOTROPİSİ (AMS) YÖNTEMİNE DAHA AVANTAJLI VE GÜVENİLİR BİR ALTERNATİF METOD: YÜKSEK ÇÖZÜNÜRLÜLÜKTE X-IŞINLARI TOMOGRAFİSİ (MİKRO-CT)

Orkun Ersoy^a, Gökhan Atıcı^b, Philippe Robion^c, Erkan Aydar^d

^a Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde

^b MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

^c Université de Cergy-Pontoise, Dep. Geosciences et Environnement, France

^d ATERRA R&D, Yüksel Cad. 30/8 Kızılay Ankara

(oersoy@nigde.edu.tr)

ÖZ

Piroklastik akışların akış dinamikleri ve mekanizmaları hakkındaki birçok bilgi bu akışların depolanmış oldukları çökellerin incelenmesi sonucunda elde edilmektedir. İgnimbrit çökellerinin kaynak bölgelerinin tayin edilmesinde yakın geçmişe kadar pomza ve litik gibi akış bileşenlerinin yönelimleri kullanılmıştır. Son zamanlarda ignimbitlerin akış yönlerinin ve kaynaklarının tespit edilmesinde manyetik hassasiyet anizotropisi (AMS) yöntemi yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bir çok mineralin bireysel taneleri manyetik olarak anizotropik olduklarından dolayı manyetik anizotropi petrofabrik bir araç olarak kullanılmaktadır. Manyetik olarak anizotropik olan mineraller başlıca kristalografi ve/veya tane şekli tarafından belirlenen belli oryantasyonlarda kolayca manyetize olurlar. Piroklastik yoğunluk akıntılarında (ignimbitlerde) taşınan uzun eksenli taneler akış hareketi ile beraber ve diğer tanelerle ve zeminle etkileşimlerinden dolayı belli bir yönde dizilebilirler. Genellikle uzun eksenlerinin akış yönünde dizilmelerinden yola çıkarak ve çok domenli manyetik minerallerin de manyetik hassasiyetlerinin uzun eksenleri yönünde maksimum değerde olacağı varsayıldığından, AMS yöntemi ile elde edilen maksimum hassasiyet yönü akış yönü olarak kabul edilmiştir. Ancak bu koşul ne yazık ki her zaman böyle olmamaktadır. Baskın biçimde tek domenli manyetik tane içeren ignimbit örneklerinde yapılan AMS ölçümleri sonucunda akış yönüne dik hassasiyet yönleri saptanmıştır. Çünkü tek domenli manyetik tanelerin (çapı $\leq 1\mu\text{m}$) maksimum hassasiyetleri uzun eksenlerine diktir. Çok domenli manyetik mineralin baskın olduğu örneklerde dahi yapılan AMS ölçümleri sonucu ortaya konan akış yönleri literatürde çokça tartışılmaktadır. Kayaç içerisinde biyotit gibi paramanyetik minerallerin de bulunması AMS ölçümlerini yorumlamayı iyice zorlaştırmaktadır. İgnimbitlerdeki AMS fabriğinin fiziksel kaynağı halen anlaşılamamıştır. İgnimbit çökellerinin yerleşme sıcaklıkları, pekişme-kaynaklanma dereceleri ve depolanma sonrası soğuma sırasında meydana gelen alterasyonların manyetik özelliklerde farklılıklar yarattığı görülmüştür. Bu nedenle AMS ölçümlerini yorumlamak ciddi bir uzmanlık, diğer laboratuvar ölçümlerini ve arazi gözlemlerini gerektirmektedir. Bu çalışma kapsamında, manyetik hassasiyetlerini kullanarak minerallerin uzun eksenlerinin yönelimini tayin etme yolu olan AMS ye alternatif

olarak, kayaç içerisindeki manyetik olsun olmasın uzun eksenli olan tüm minerallerin yönelimlerini direkt (dolaysız) ölçen bir yöntem kullanılmıştır. Kullanılan yöntem yüksek çözünürlükte x-ışınları tomografisi olup örneklerin iç ve dış kısımlarını görüntülemeyi ve x-ışınları çizgisel zayıflama (atenüasyon) katsayıları ile kayaç bileşenlerini (cam, gözenek, mineral) ayırt etmeyi içermektedir. Her bir mineral elektron yoğunluğu, etkili atom sayısı ve gelen x-ışının enerjisine bağlı olarak farklı renk tonlarında görüntülenmekte ve diğer bileşenlerden kolayca ayırt edilip incelenebilmektedir. AMS ölçümleri sonunda aynı örnekler tomografi ile görüntülenmiş ve örnek içerisindeki baskın yönelim ortaya konmuştur. Üç boyutlu yüksek hassasiyette görüntüleme yolu olan mikro-tomografi ile bileşenlerin tane boyu analizleri ve şekil analizleri de yapılabilmekte, AMS ölçümlerine etki eden tek domenli minerallerin varlığı ortaya konabilmektedir. Bunun yanında yabancı kayaç parçası gibi bileşenlerin içerisinde kapanım halinde bulunan ve serbest olmayan ve akış esnasında herhangi bir yönelim de gösteremeyecek olan mineraller tespit edilip ihmal edilebilmekte ve bunların AMS ölçümlerine koydukları negatif katkılar açıklanabilmektedir. Kayaca ait manyetik özellikler gibi özelliklerden etkilenmeden dolaysız yolla uzun eksen yönelimini ölçen tomografinin AMS yanında akış yönünü belirlemede daha güvenilir olacağı elde edilen ilk bulgular sonucunda düşünülmektedir. Bu çalışmada uzun soluklu bir çalışmanın ilk bulguları paylaşılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mikro-tomografi, manyetik hassasiyet anizotropisi, AMS, ignimbrit

A MORE ADVANTAGEOUS AND RELIABLE ALTERNATIVE METHOD THAN WIDELY USED ANISOTROPY OF MAGNETIC SUSCEPTIBILITY (AMS) FOR DETERMINATION OF VENT LOCATIONS OF IGNI MBRITES: HIGH RESOLUTION X-RAY TOMOGRAPHY (MICRO-CT)

Orkun Ersoy^a, Gökhan Atıcı^b, Philippe Robion^c, Erkan Aydar^d

^a Niğde Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Niğde

^b MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara

^c Université de Cergy-Pontoise, Dep. Geosciences et Environnement, France

^d ATERRA R&D, Yüksel Cad. 30/8 Kızılay Ankara

(oersoy@nigde.edu.tr)

ABSTRACT

Most of knowledge of the flow dynamics and mechanisms of pyroclastic flows comes from examination of their deposits. Until recent date, orientations of flow components such as pumice and lithics were used in order to estimate the vent positions for ignimbrite deposits. Recently, anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) is widely used for determination of flow directions and source positions of ignimbrites. Owing to the fact that individual grains of most minerals are magnetically anisotropic, magnetic anisotropy works as a petrofabric tool. Magnetically anisotropic minerals magnetize in certain directions which are governed by primarily by crystallography and/or grain shape. Elongate fragments carried in a pyroclastic density current (ignimbrite) may become aligned by the current motion and by interactions with other grains as well as with the substrate. By accepting that the orientation of long axis are parallel to the flow direction and by assuming that the multi domain magnetic minerals have maximum susceptibilities parallel to their long axis, the maximum susceptibility orientations determined by AMS were accepted as the flow directions. However, this condition is not always in this way, unfortunately. Maximum susceptibility orientations perpendicular to the flow axis were determined from AMS measurements from ignimbrite samples having dominantly single domain magnetic minerals. Because the maximum susceptibility orientations of single domain magnetic grains (diameter $\leq 1\mu\text{m}$) are perpendicular to their long-axes. AMS results from samples having dominantly multi domain magnetic particles are already controversial. The occurrence of paramagnetic minerals such as biotite in rocks complicates the interpretation of AMS results. The physical origin of the AMS fabric in ignimbrites remains still enigmatic. The emplacement temperatures, lithification and welding degrees, and alteration occurred during cooling after emplacements operate to change the magnetic properties. Consequently, interpretation of AMS results needs specialization, additional laboratory measurements and field observations. In this study, as an alternative method for AMS which uses the maximum susceptibilities to determine the long axis orientation of magnetic minerals, a new method which directly measures the orientations of long axes of magnetic or non-magnetic minerals in a rock is used. New method is high resolution x-ray tomography which image the interior and exterior of samples and distinguish their components (glass, pores, minerals) using their x-ray attenuation coefficients. Each mineral is imaged in different gray scales according to

its electron density, and the effective atomic number, and the energy incoming X-ray beam and easily distinguished from other components for analysis. After AMS measurements same samples were imaged by tomography and the dominant orientation were determined. The grain size analysis and shape analysis of components were also performed by tomography which is a three dimensional imaging tool at high sensitivity and the effect of single domain magnetic minerals in AMS measurements were introduced. Furthermore, fixed magnetic minerals which cannot align during flow in components such as a lithic clast were determined and omitted and their negative contributions on AMS measurements were introduced. Tomography which is unaffected from some properties in rocks such as magnetism and directly measures the orientations of aligned minerals is assumed to be a more reliable method according to AMS in determination of flow directions after preliminary results. Here, we present our preliminary results which belong to a long-running study.

Keywords: *Micro-tomography, anisotropy of magnetic susceptibility, AMS, ignimbrite*