

## ARMUTLU YARIMADASI'NDA MANYETİK DUYARLIK ÇALIŞMALARI

### Magnetic Susceptibility Studies in the Armutlu Peninsula

Mücella CANBAY<sup>1</sup> ve Cengiz KURTULUŞ<sup>1</sup>

#### ÖZET

Armutlu Yarımadası'nda yer alan çeşitli yaşlara ait kaya örnekleri toplanarak laboratuarda jeokimyasal analizlere tabii tutulmuştur. Manyetik duyarlık ölçümleri hem yerinde hem de laboratuarda gerçekleştirilmiş, bölgenin manyetik duyarlık haritası ve manyetik duyarlık-derinlik değişim profilleri çıkartılmıştır. Bu amaçla bölgenin değişik yörelerinden yönlü el numuneleri alınmış ve ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm için MS-2 ölçüm cihazı kullanılmıştır.

#### ABSTRACT

The rock samples of different ages were collected at the Armutlu Peninsula and were subjected to the geochemical analysis. The magnetic susceptibility measurements were performed either in situ in the study area using MS-2 sensor and in the laboratory. The magnetic susceptibility map and the magnetic susceptibility-depth profiles of the investigation area were figured out.

## GİRİŞ

Çalışmaya konu teşkil eden manyetik ölçüler manyetik özellikli kütlelerin aranmasında ve fiziksel boyutlarının saptanmasında çok eskiden beri kullanılmaktadır (Mullins, 1973; Dearing ve diğ. 1996; Lecoanet ve diğ. 1999; Andrew, 2006; Stefanie, 2006). Ülkemizde de bu çalışmalara örnek Aydın(1996) verilebilir. Manyetik cismin oluşturduğu manyetik alan şiddetinin ölçülen değerlere katkısı, bu cisimlerden alınan numunelerin manyetik duyarlıklarının ölçülmesi ile belirlenebilmektedir. Malzemelerin bir dış alan etkisinde kazandığı mıknatıslanma değerinin katsayısı olan manyetik duyarlık, günümüzde değişik amaçlar için kullanılabilir. Manyetik araştırmaların manyetik duyarlık değerleriyle birlikte korelasyonunun yapılması değerlendirmenin daha sağlıklı olmasına neden olmaktadır.

Bu amaçla bölgenin değişik yörelerinden yüzey manyetik duyarlık ölçümü yapılan her noktadan yönlü el numuneleri alınmış ve laboratuarda ölçümleri yapılmıştır. Ölçüm için MS-2 ölçüm cihazı kullanılmıştır.

## BÖLGENİN JEOLJİSİ VE TEKTONİĞİ

Kuzey Anadolu Fay Zonu Mudurnu vadisinden sonra üç kola ayrılmaktadır. Armutlu Yarımadası da bu kolların kuzeydeki ve ortadaki uzantıları arasında bulunmaktadır. Gemlik Körfezi ve İznik Gölü'nün güneyinden Mudurnu vadisine kadar uzanan fay zonu'nun güneyi ve kuzeyi farklı jeolojik özellikler sergilemektedir. Güney zon, genellikle sedimanter birimlerden oluşmuş olup, geç Trias'ta deforme olmuş metamorfizmaya uğrayan Neotetisin kalan bir kolu olarak yorumlanmıştır. Kuzey zonda, geç Kretase ve Tersiyer yaşlı örtü kayalar ile metamorfik topluluklar bulunmaktadır. (Akartuna,1968).

<sup>1</sup>Kocaeli Müh.Fak.Jeofizik Müh.Bölümü, Umuttepe Yerleşkesi 41380 İzmit-Kocaeli. e-mail: [mucella@kou.edu.tr](mailto:mucella@kou.edu.tr), [cengizk@kou.edu.tr](mailto:cengizk@kou.edu.tr)

Türkiye'nin aktif faylarının büyük bir kısmının kenet kuşaklarını izlediği, bu açıdan kenet kuşaklarında yapılan bu türden çalışmaların Türkiye'nin tektoniğini anlamak açısından oldukça yararlı olduğu kesindir. Araştırma bölgesinde de sağ yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun kuzeyinde ve güneyinde hareket eden levhalara göre arada kalmış ufak bloklar bulunmaktadır.

## TEORİ ve METOT

### Manyetik Duyarlılık ve Ölçüm Sistemi

Malzemelerin bir dış alan etkisinde kazandığı mıknatıslanma değerinin katsayısı olan manyetik duyarlılık, günümüzde çok değişik amaçlar için kullanılabilir.

Manyetik cismin oluşturduğu manyetik alan şiddetinin ölçülen değere katkısı, bu cisimden alınacak örneklerin manyetik duyarlıklarını ölçmekle belirlenir. Manyetik duyarlılık "k" simgesi ile gösterilir ve maddenin, bir dış alan içinde mıknatıslanma kazanabilme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Bir kütlelerin birim hacmi içinde bulunan dipoller, şiddeti yavaş yavaş arttırılan dış alan yönüne ne kadar çok sayıda ve çabuk yönelebilirse kütlelerin manyetik duyarlılığı o ölçüde büyük olur. Manyetik duyarlılık, H ve J sırası ile dış alanın ve mıknatıslanmanın şiddetini göstermek üzere;

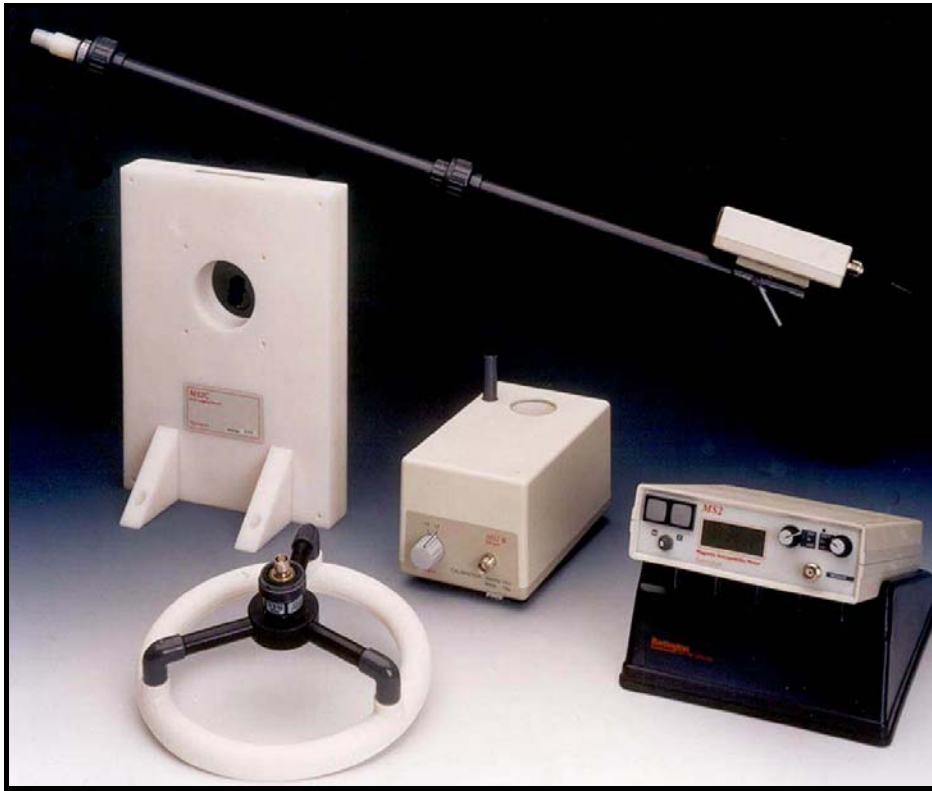
$$k = -J/H \quad (1)$$

bağıntısı ile tanımlanır; gerek SI ve gerek CGS-EMB sisteminde boyutsuz bir büyüklüktür. Bir maddenin SI birimler sisteminde belirlenen manyetik duyarlılığı "k", CGS-EMB sisteminde belirlenen manyetik duyarlılığı "kç" ise bu iki skaler büyüklük arasında ilişkisi vardır. Manyetik duyarlılık, manyetik prospeksiyon yönteminde yer içinde yanal ve düşey doğrultuda değişimini araştırdığımız temel fiziksel parametredir. Yeraltında bulunan ve farklı büyüklükte manyetik duyarlılığa sahip kütleler yeryüzünde ölçtüğümüz manyetik anomalilere neden olur. Bu anomalilerin nedeni, kütlelerin sahip olduğu kalıcı mıknatıslanma ile kütlelerin yer manyetik alanı içinde bulunmaları nedeniyle kazandıkları endüksiyon mıknatıslanmasıdır. Ancak manyetik histeresisin incelenmesinden anlaşılacağı gibi, aynı bir madde için uygulanan alan şiddeti değiştikçe farklı mıknatıslanma şiddetleri ölçüleceğinden farklı manyetik duyarlılık değerleri elde edilecektir. Manyetik prospeksiyon açısından bakıldığında bu manyetik duyarlılık değerleri arasında "H" alanının çok küçük değerlerine karşı gelen duyarlılık değeri önemlidir. Yer manyetik alanının ortalama şiddeti 0.5 Oe olduğundan ve yeraltında bulunan kütleler böyle zayıf bir dış alan içinde endüksiyon mıknatıslanmalarını kazandıklarından bizim kullanacağımız duyarlılık değeri manyetik histerezis eğrisinin 1.0 Oe gibi düşük değerlerine karşı gelen kısmından hesaplanmalıdır. Jeofizik çalışmaları için maddenin yer manyetik alanına yakın şiddetteki dış alanda sahip olduğu manyetik duyarlılık önemlidir. En düşük manyetik duyarlılığa sahip kayalar sedimanter kayalar olup onları büyüklük sırasına göre metamorfik kayalar, asidik ve bazik bileşimli magmatik kayalar izlemektedir. Dolayısıyla söz konusu kayalar yer manyetik alanı içinde endüksiyonla mıknatıslık kazandıklarında yeryüzünde oluşacak en şiddetli manyetik anomaliler bazik magmatik kayalara ait olacaktır.

Bazı durumlarda mıknatıslanma katsayısı anizotropik özellik gösterir. Bu durumda yüksek anizotropik manyetik duyarlılığa sahip malzemelerde yapılacak ölçümlerde ve model çalışmalarında anizotropiyi dikkate almak gerekir.

Alınan örneklerin manyetik duyarlılıkları MS-2 ölçüm sistemi ile yapılmıştır. Bu sistemde genellikle kayalar, kumlar, nehir ve denizel çökeller, atmosferik tozlar ve yapı malzemelerinin ölçümleri olabilmektedir. Manyetik duyarlılık bir malzemenin ne kadar manyetik olduğunun bir ölçüsüdür ve

her malzemenin yapısına ve içerdiği malzeme türüne göre değişiklik gösterir. MS-2 sistemi, ölçümleri çok hızlı, her bir örnek için 20 sn kadar kısa sürede, temiz ve güvenli bir biçimde hemen hemen her materyal üzerinde arazide ve laboratuarda ölçüm yapar. Ölçülerin doğruluk payı çok yüksektir. Ölçümler; Bir örnek içinde bulunan mineralleri tanımak, bu minerallerin konsantrasyonunu ya da toplam hacmini hesaplamak, malzemenin farklı tiplerini sınıflandırarak malzemeye özgü farklar yaratmak, formasyonun ya da taşımının süreçlerini tanımlamak şeklinde sınıflandırılabilir. Sistem bir sayaç ve değişebilir sensör alanından ibarettir. Her sensör değişik amaçlar için tasarlanmıştır. Şekil 1’de manyetik duyarlık sistemi verilmiştir. Çalışmada kullanılan manyetik duyarlık aletiyle iki ayrı frekansta 10-7 CGS duyarlıkla ölçü alınabilmektedir. Sahadan alınan yönlü örnekler kare veya silindirik olarak laboratuarda hazırlanarak ölçümlere hazırlanmalıdır.



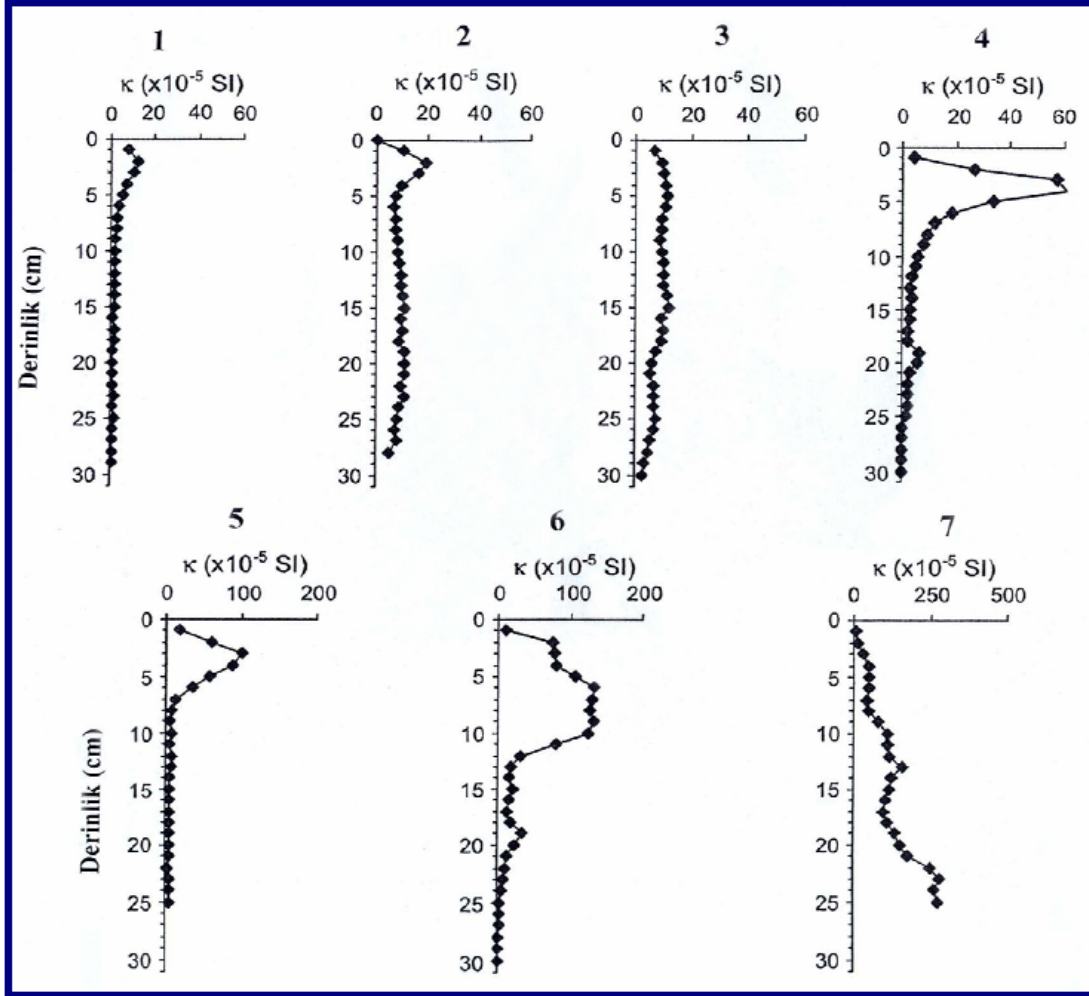
**Şekil 1.** Manyetik duyarlık sistemi (<http://www.bartington.com>)

**Figure 1.** Magnetic susceptibility system (<http://www.bartington.com>)

Çalışmada Eosen’den günümüze İntra-Pontid kenet kuşağının batısının tektonik gelişimi hakkında bilgi toplamak amacıyla, Eosen yaşlı volkanik numunelerden ve değişik yaşlı sedimanlardan örnekler alınmıştır. Alınan örneklerin manyetik duyarlılıkları Şekil 2’de verilmektedir.

Şekil 2’de değişik özellikler gösteren bölgelerden alınmış örneklerin değişim eğrileri verilmektedir. 1, 2, 3, 4 numaralı eğri tipleri sediman örneklerindeki değişimi göstermekte ve yaklaşık ilk 5cm.de duyarlık değerlerinin hafif bir yükselim gösterdiği ve aşağıya doğru değişimin aynı kaldığı görülmektedir. Örnek tiplerinde malzeme türü çeşitlendikçe değişim farklılaşmakta, değerinde ufak değişimler olmakta ama genel seyri değişmemektedir. 5, 6 tipindeki eğriler ise volkanik malzemelere ait olup, yüksek duyarlık değerleri göstermekte ve yine yüzeye yakın alınmış örneklerde genel bir yükselim (0-15 cm.) görülmekte, derinlere doğru değişim değeri azalarak devam etmektedir. 7 numaralı eğri ilginç sayılabilecek bir değişim ile göze çarpmakta olup,

yüzeydeki sediman ve onun altında giderek manyetik özelliği fazla olan volkanik malzeme geçişi gösteren bir örnektir. Mıknatıslanma katsayısı mıknatıslanma şiddetinin, cismi mıknatıslamada rol oynayan alan şiddetine oranına eşittir ( $k=J/H$ ). Kayacın içinde bulunduğu manyetik alanın şiddetine, taneciklerin boyutuna, şekil ve iç gerilimlerine bağlıdır. Bundan dolayı jeofizikçi, jeolojik olarak adlandırılmış bir kayacın manyetik özelliklerinin bölgeden bölgeye, hatta aynı bölgede bile değişebileceğini bilmeli ve manyetik değerlendirmeleri buna göre yapmalıdır.



Şekil 2. Çalışma bölgesinden alınan numunelere ait manyetik duyarlılık profilleri

Figure 2. The vertical distribution of magnetic susceptibility profiles from investigation area

## DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Ölçüm aşamasında fark edilen sonuçlardan biri de, ölçülen malzeme içindeki madde çeşitliliği olan örnek ve kayalarda manyetik duyarlılık değerinin düştüğüdür. Bunun yanında manyetik duyarlılıktaki yüksek değer ile nispeten daha az değer gösteren yerlerden daha çok, manyetik duyarlılık için bu iki değer in ortalamasının alınması uygun görülmektedir.

Bölgenin jeolojisinde de kısmen belirtildiği gibi bölgedeki kayalar çok çeşitlilik göstermekle birlikte genel olarak yüksek manyetik duyarlılık gösteren formasyonlardan oluşmaktadır. Özellikle

volkanik kayaç örnekleri manyetik duyarlık ölçülerine çok uyum göstermekte ve değeri yükseltmektedir.

Manyetik duyarlık değerleri geniş değişim değerlerine sahip görünmekte, inceleme alanının içerisinde bulunan ve mıknatıslanma özelliği olan cevherleşme alanları için iyi bir potansiyel bilgi sunmaktadır.

Çalışma bölgesinin büyüklüğü nedeni ile manyetik araştırma gerçekleştirilemeyen yerlerde manyetik duyarlık ölçülerinin yanında alınan kayaç örneklerinden elde edilen değerlerin manyetik aramalarda ön etüt olarak uygulanabileceği ve bölgenin genel manyetik değişimi hakkında bilgi oluşturabileceği söylenebilir.

## KAYNAKLAR

AKARTUNA M., 1968. Armutlu Yarımadasının Jeolojisi : İÜFF Monografi, 20, 120 s.

ANDREW P. ROBERTS., 2006. High-resolution magnetic analysis of sediment cores: Strengths, limitations and strategies for maximizing the value of long-core magnetic data *Physics of The Earth and Planetary Interiors*, 156,162-178.

AYDIN A., GELİŞLİ K., 1996. Magnetic studies in Saruhan-Bayburt skarn zone (in Turkish).*Saruhan-Bayburt Skarn Zonunda Manyetik Çalışmalar*, *Jeofizik*, 10,40-49.

DEARING J.A., HAY K.L., BABAN S.M.J., HUDDLESTON A.S., WELLINGTON E.M.H., LOVELAND P.J., 1996. Magnetic susceptibility of soil: An Evaluation of Conflicting Theories using a national data set, *Geophys J Int*;127:728-734.

LECOANET H., LÉVESQUE F., SEGUNA S., 1999. Magnetic susceptibility in environmental applications: comparison of field probes. *Phys. Earth Planet. Inter.* 115, 191 – 204.

MULLINS C.E., TITE M.S., 1973. Magnetic viscosity, quadrature susceptibility and frequency dependence of susceptibility in single-domain assemblages of magnetite and maghaemite. *J. Geophys. Res.* 78, 804-809.

STEFANIE A. BRACHFELD., 2006. High-field magnetic susceptibility ( $\chi_{HF}$ ) as a proxy of biogenic sedimentation along the Antarctic Peninsula, *Physics of The Earth and Planetary Interiors* , 156, 274-282.

(<http://www.bartington.com>)