

MANYETİK DUYARLIK ÖLÇÜMLERİ İLE YENİAY-ÇAMBURNU (TRABZON) BÖLGESİNİN KİRLİLİK ETÜDÜ

Pollution Investigations Near the Region of Yeniay-Çamburnu (Trabzon) by the Magnetic Susceptibility Method

Kenan GELİŞLİ*, Ali AYDIN*, Derman DONDURUR* ve Salih LİVAOĞLU

ÖZET

Trabzon ili Yeniay-Çamburnu beldeleri sınırları içerisinde bulunan inceleme alanında, 1985 yılında Karadeniz Bakır İşletmesi tarafından, yöredeki bakır yataklarını işletmek amacıyla bir flotasyon tesisi kurulmuştur. Bu tesis o tarihten bu yana atıklarını yakınında bulunan Sargona deresi vasıtasıyla Karadeniz'e bırakmaktadır. Atıkların gerek derede gerekse denizde canlı yaşamını olumsuz yönde etkilediği yöre halkı tarafından gözlenmiştir.

Bu çalışmada, manyetik duyarlık ölçümlerinin bölgenin ağır metal bakımından kirliliğinin belirlenmesinde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla inceleme alanında manyetik duyarlık ölçümleri yapılmıştır. Kirliliğin boyutları ve dağılımını belirlemek amacı ile derede, hem yüzey manyetik duyarlık ölçümü hem de alınan örneklerin laboratuvar manyetik duyarlık ölçümü yapılmış, denizde ise alınan örneklerin manyetik duyarlıkları laboratuvarla ölçülmüştür. Böylece atıkların bıraktığı derede manyetik duyarlık değişim eğrisi, denizde de atık maddelerden etkilenen alanlar için bir manyetik duyarlık dağılım haritası çıkarılmıştır. Alınan örneklerin bir kısmının jeokimyasal analizi yapılarak, örneklerdeki ağır metal oranı bulunarak, ağır metal oranındaki artmanın, bölgenin volkanik-magmatik kayalarından oluşan dere ve deniz kumlarında manyetik duyarlık değerindeki azalmaya karşılık geldiği belirlenmiştir.

Çok ucuz ve hızlı uygulanabilen manyetik duyarlık ölçümlerinin kirlilik araştırmalarında geniş alanların kirlilik dağılım haritalarının belirlenmesinde kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Bu çalışma sonucu, işletmenin dereye ve dolayısıyla denize bıraktığı ağır metal oranının çok yüksek boyutlarda olduğu ve bunun Çamburnu-Yeniay bölgesinde yayılarak geniş bir alanı etkilediği belirlenmiştir.

ABSTRACT

The investigation area lies within the boundaries of Yeniay-Çamburnu region in Trabzon, where the Karadeniz Copper Corporation built a flotation unit in 1985 to make use of region's available copper deposits. Metal tailings of this flotation unit are discharged to the Black Sea through the Sargona stream nearby. It has been reported that the discharges from this flotation unit damage the marine living environment both in Sargona stream and the Black Sea.

In this study, we have investigated the validity of the magnetic susceptibility method in determining the contamination of the region's fresh waters by some heavy metals. For this purpose, the magnetic susceptibility measurements were carried out of the samples from the Sargona stream banks as well as the sea floor where the stream joins. In addition, surface magnetic susceptibility measurements were performed along the stream. The variation of susceptibility values for Sargona stream is shown by a curve along a selected profile. A two-dimensional magnetic susceptibility variation map is also prepared for the areas of contamination in the Black Sea. Geochemical analysis over a few samples showed that an increase in heavy metal contaminated by such heavy metals can be investigated by the magnetic susceptibility method for the stream and marine sands that are derived from a region made of volcanic-magnetic rocks.

This method is cost effective and faster to apply to large areas. It is concluded that the flotation unit discharges in the study area contain very dangerous heavy metals that contaminate the waters of Sargona stream and the Black Sea. The negative effects of this contamination are enlarging at a considerable rate in the Çamburnu-Yeniay region.

* K.T.Ü. Müh.-Mim. Fak. Jeofizik Müh.Böl. 61080 Trabzon

GİRİŞ

Malzemelerin bir dış alan etkisinde kazandığı mıkna-tıslanma değerinin katsayısı olan manyetik duyarlık, günümüzde çok değişik amaçlar için kullanılabilir (Thompson ve Oldfield 1986). Bunlardan birisi de kirlilik araştırmalarıdır. Manyetik duyarlığın kirlilik analizlerinde kullanılabilmesi, kirliliğe yol açan ağır metallerin (Pb, Zn, Cu vs.) manyetik duyarlık anomalisi vermesi nedeniyledir. Scoullos ve diğ. (1979) ağır metal içeren şehir ve sanayi atıklarının oluşturduğu kirlilik seviyelerinin, manyetik duyarlık ölçümleri ile ortaya konulabileceğini göstermiştir. Bekwith ve diğ. (1986, 1990) yoğun trafik akışının gözlen-diği otoyolların çevresindeki tortullarda, kurşun içeriğinin yüksek olduğu ve otoyol çevresinde ekzoslardan çıkan atık malzemenin oluşturduğu kirlilik dağılımının manyetik duyarlık ölçümleri ile ortaya konulabileceğini göstermiştir.

Yeniay-Çamburnu (Trabzon) bölgesinde 1985 yılında kurulmuş olan flotasyon tesisi atıklarını Sargona dere-si vasıtasıyla Karadeniz'e bırakmakta ve bölgede ağır metal kirliliğine yol açmaktadır. Tesis tarafından Sargona dere-si üzerinde 1990 yılında üç adet tutma havuzu inşa edilmiştir. Bu havuzlar sayesinde, dört yılda 13500 ton bakır ve 45000 ton pirit tutulmuş olmasına rağmen, işlet-menin kuruluş tarihinden itibaren çok miktarda atık madde, çevreye zarar vermek pahasına dereye ve denize bırakılmıştır. Bölge hakkında daha önce yapılmış çalış-malardan ve yöre halkından edinilen bilgilerden, ölçüle-rin bir kısmının alındığı Sargona dere-sinin, tesisin açıl-masından önceki yıllarda yörenin en önemli su kaynağı olduğu anlaşılmıştır. Daha sonraları, atıklar sonucu dere-de yaşayan canlıların tamamı, kısmen çevre bitkileri ve denizde de ilgili sahanın yakınındaki canlı yaşam tümüyle yok olmuştur.

Manyetik duyarlık ölçümleri ile inceleme alanında bu-lunan flotasyon tesisinin atıklarını bıraktığı dere ve dere-nin döküldüğü denizde meydana gelen ağır metal kirliliğ-i-nin düzeyi ve dağılımı belirlenmiştir.

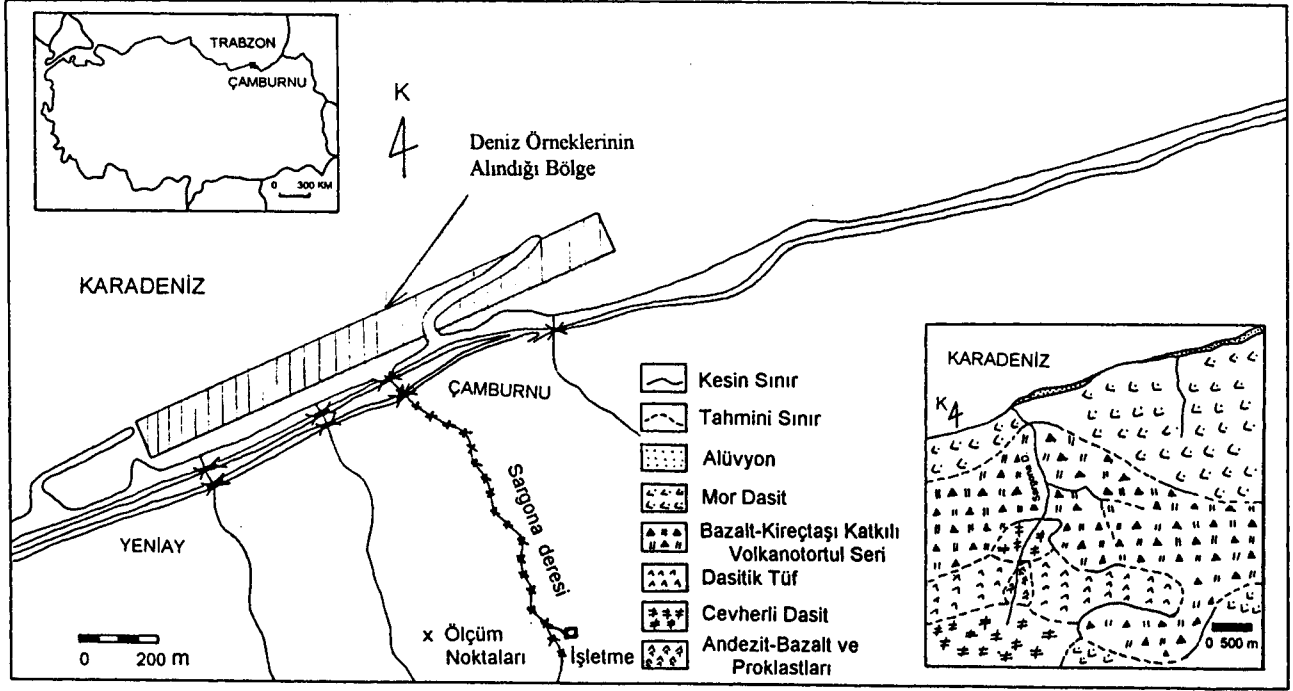
BÖLGENİN JEOLJİSİ

İnceleme alanı, Trabzon'a 42 km uzaklıkta, Karade-niz kıyısında yer alan, kuzeyde Karadeniz kıyısının bir kıs-mını içine alan, güneyde Demirtepe ve Kukultepe ile sınırlı 26 km²'lik bir alanı kapsamaktadır. Bölge iç kısımlara doğru oldukça engebeli olup, yükselti kuzeyden güneye doğru artmaktadır. Çalışma bölgesinin genel konumu Şekil 1'de verilmiştir. Bölgenin maden potansiyeli bakımından zengin olması yörede detay jeolojik çalışmaların yapılma-sına neden olmuştur (Gümrükçü 1974).

Yapılan jeolojik çalışmalar, cevherin dasitik tüfler arasında bulunduğunu, 1.566.000 ton rezervli ve %2.52 ortalama tenörlü bir bakır yatağı olduğunu göstermiştir. İnceleme alanına ait basitleştirilmiş jeolojik birimler, andezit-bazalt proklastları, cevheri dasit, volkanotortul seri, mor dasit ve alüvyondur. Andezit-bazalt proklastları inceleme alanının en yaşlı ve en çok yüzeylenme gösteren birimidir ve Sargona dere-sinin kollarında gözlenmektedir. İnceleme alanının güney-güneybatı kısmında gözlenen cevherli dasit, andezit-bazalt proklastları üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Masif bir görünümü olup, kalınlığı yaklaşık 350-500 m arasında değişmektedir. Volkanotortul seri Kutlular'ın kuzeyinde ve yazlık köyü yöresinde oldukça geniş bir alanda yüzeylenir. Bu birim, tüf breş üzerinde uyumlu olarak bulunur ve üzerine mor dasitler gelmiştir. Kalınlığı 500-700 m arasında değişen bu birim genelde andesit-bazalt ve kırmızı kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bazaltlar volkanotortul seri içerisinde yer yer gözlenebilir. Mor dasitler inceleme alanında sahile yakın ve iç kesimlerde yüzeylenir. Volkanotortul seri üzerine uyumlu olarak gelirler. Sargona dere-sinin denize yakın kesimlerde ve sahilde gözlenen alüvyon-lar, bölgeye ait kayaçların kum ve çakıllarından oluşurlar.

MANYETİK DUYARLIK ÖLÇÜMLERİ VE YORUMU

Manyetik duyarlık ölçümleri Bartington marka MS2 ölçüm sistemiyle alınmış olup, sistemin saha ve laboratuvar alıcısının ölçüm duyarlılığı $4\pi \times 10^{-7}$ SI mertebesindedir. Sargona dere-sinin, atıkların atıldığı kirliliği ile, daha yukarıdaki temiz kısmı arasındaki manyetik duyarlık kontrastını belirlemek amacıyla, dere içerisinde MS2-D saha alıcısı kullanılarak ölçümler alınmıştır. Ölçümlere atık malzemenin dereye bırakıldığı yerin yukarisından başlanmış, dere içerisinde belirli aralıklarla atık malzeme üzerinde alınarak, denize kadar yaklaşık 1 km'lik kısım 50 m aralıkla atık taranmıştır (Şekil 1). Ayrıca, Yüzey manyetik duyarlık ölçümü yapılan her noktadan, laboratuvarında manyetik duyarlık ölçümü yapmak amacıyla örnek alınmıştır. Bu örnekler kurularak laboratuvarında, indüksiyon köprüleri prensibiyle ölçüm yapan MS2-B alıcısı ile kütle manyetik duyarlıkları ölçülmüştür. Elde edilen yüzey manyetik duyarlık ve laboratuvarında ölçülen manyetik duyarlıkların uzaklıkla değişimi Şekil 2'de görülmektedir. Şekilde arazi alıcısı ile ölçülen değerler kesikli çizgi ile gösterilmiştir. Grafik incelendiğinde, temiz kısım ile kirliliği kısım arasındaki manyetik duyarlık kontrastı bariz olarak gözlenmektedir. Kirliliği kısımından önceki iki noktada manyetik duyarlık değerinin oldukça yüksek olduğu, buna karşın işletmenin atıklarının dereye bırakıldığı üçüncü noktadan itibaren ise ölçülen de-



Şekil 1. İnceleme alanının konumu, genel görünümü ve basitleştirilmiş jeolojik haritası.

Fig. 1. The location, general view and simplified geological map of the investigated area.

ğerlerin ani olarak düştüğü ve düşük manyetik duyarlık değerinin dere boyunca denize kadar devam ettiği görülmektedir. Şekilden görüldüğü gibi arazi alıcısı ile dere üzerinde ölçülen manyetik duyarlık değerleri, laboratuvarında ölçülen manyetik duyarlık değerinden daha yüksektir. Bunun nedeni, arazi alıcısının 30 cm çapındaki ve 30 cm derinliğindeki bir kısmın manyetik duyarlığını ölçmesi olabilir. Bölgenin jeolojisinde de değinildiği gibi inceleme alanı yüksek manyetik duyarlıklı formasyonlardan oluşmaktadır.

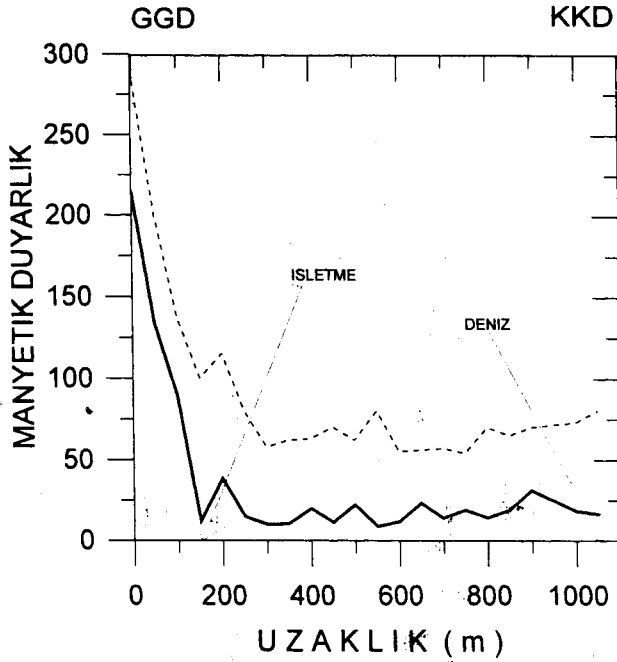
Artık maddenin manyetik duyarlığı düşürdüğünü göstermek amacı ile, inceleme alanından alınan temiz kum örneğine, belirli oranda işletmenin çıkışından alınan atık madde karıştırılarak, her defasında manyetik duyarlığı ölçülmüştür. Elde edilen atık madde oranı, manyetik duyarlık değişim eğrisi Şekil 3'de verilmiştir. Görüldüğü gibi yüksek manyetik duyarlıklı ortamlardan gelen alüvyonların üzerine düşük manyetik duyarlıklı atık maddelerin karışması manyetik duyarlık değerini düşürmektedir.

Dere boyunca yapılan incelemelerden başka, Yeniay-Çamburnu mendirekleri arasında 13 km²'lik bir alanda atıkların yayıldığı deniz tabanından 57 noktadan örnek alınarak manyetik duyarlık ölçümü yapılmıştır. Söz konusu alanda sahile dik olarak her profilde 3 noktadan örnek alınarak 19 profil atılmıştır. Profiller derenin denize döküldüğü alanda 25 m aralıklarla, uzaklaştıkça 50 m ve 100 m aralıklarla

alınmıştır. Deniz örneklerinin alındığı bölge Şekil 1'de gösterilmiştir.

Deniz tabanından alınan örnekler kurularak, laboratuvarında manyetik duyarlıkları ölçülmüştür. Elde edilen manyetik duyarlık değerleri kontur haritası Şekil 4'de verilmiştir. Haritada, kontur değerlerindeki dalgalanma artık malzemenin deniz tabanındaki düzgün olmayan bir dağılımını göstermektedir. Harita genel olarak incelendiğinde atıkların denize karıştığı zondan batıya ve doğuya doğru uzaklaştıkça manyetik duyarlık değerinde bir artma olduğu gözlenmektedir. Haritadaki düşük değerli kapanımlar kirli zonları, yüksek değerli kapanımlar ise nispeten daha az kirli zonları göstermektedir. Doğu kısmında yer alan nispeten düşük değerli kapanımlar atık maddelerin buradaki mendirek nedeniyle o kısma az yayıldığını göstermektedir. Tüm ölçüm noktalarından sadece bir tanesinde temiz kum örneğinde ölçülen manyetik duyarlık değerine yakın bir değer ölçülmüştür. Buna göre sahanın tümünün atık maddelerden etkilendiği söylenebilir.

Atık malzemelerin ağır metalleri içerip içermediği, eğer içeriyorsa ağır metal oranındaki değişim ile manyetik duyarlık değişimini karşılaştırmak amacı ile birkaç örnek jeokimyasal olarak analiz edilmiştir. Bunun için dereden, denizin nispeten temiz sayılabilecek kısmından, derenin denize karıştığı kirli kısımdan olmak üzere alınan üç örnek ve



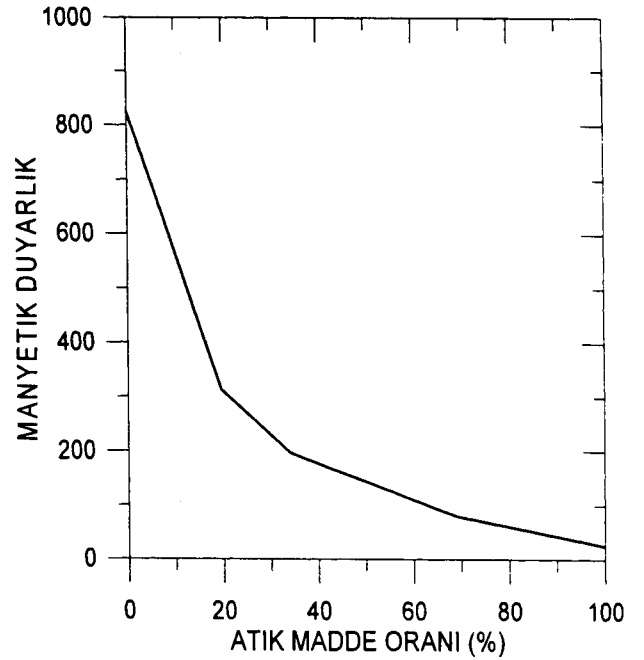
Şekil 2. Sargona deresi içerisinde manyetik duyarlık değişim eğrisi. Kesikli çizgi arazi alıcısı ile ölçülen değerleri, düz çizgi ise laboratuvarında ölçülen değerleri göstermektedir. Manyetik duyarlık değerleri $4\pi \times 10^{-6}$ SI'dır.

Fig. 2. The variation curve of magnetic susceptibility Sargona stream. The dashed line shows the values measured by the field sensor and solid line shows the values measured in the lab. The magnetic susceptibility values yield SI when multiplied by $4\pi \times 10^{-6}$.

eski temiz kumlardan alınan bir örnek jeokimyasal olarak kurşun, bakır ve çinko açısından analiz edilmiştir. Deniz suyunda bulunması gereken normal değerler ve örneklerin jeokimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir. Çizelge incelendiğinde atık maddelerin normal deniz suyunda bulunması gereken miktara göre çok çok yüksek ve nispeten temiz kısımdan alınan örneklerle göre ise oldukça yüksek ağır metal içerdiği görülmektedir. Jeokimyasal analiz sonuçları, manyetik duyarlık ölçümleri ile iyi bir ilişki göstermektedir. Buna göre ağır metal oranının artması ile manyetik duyarlık değerleri düşme göstermektedir.

SONUÇLAR

Ağır metallerin belirli bir değerinin üzerine çıktığında insan sağlığı ve çevre açısından son derece zararlı olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, volkanik kayaların bulunduğu bölgelerde sanayi tesisleri tarafından meydana getirilen ağır metal kirliliğinin manyetik duyarlık ölçümleri



Şekil 3. Atık madde oranı süseptibilite değişim eğrisi. Manyetik duyarlık değerleri $4\pi \times 10^{-6}$ SI'dır.

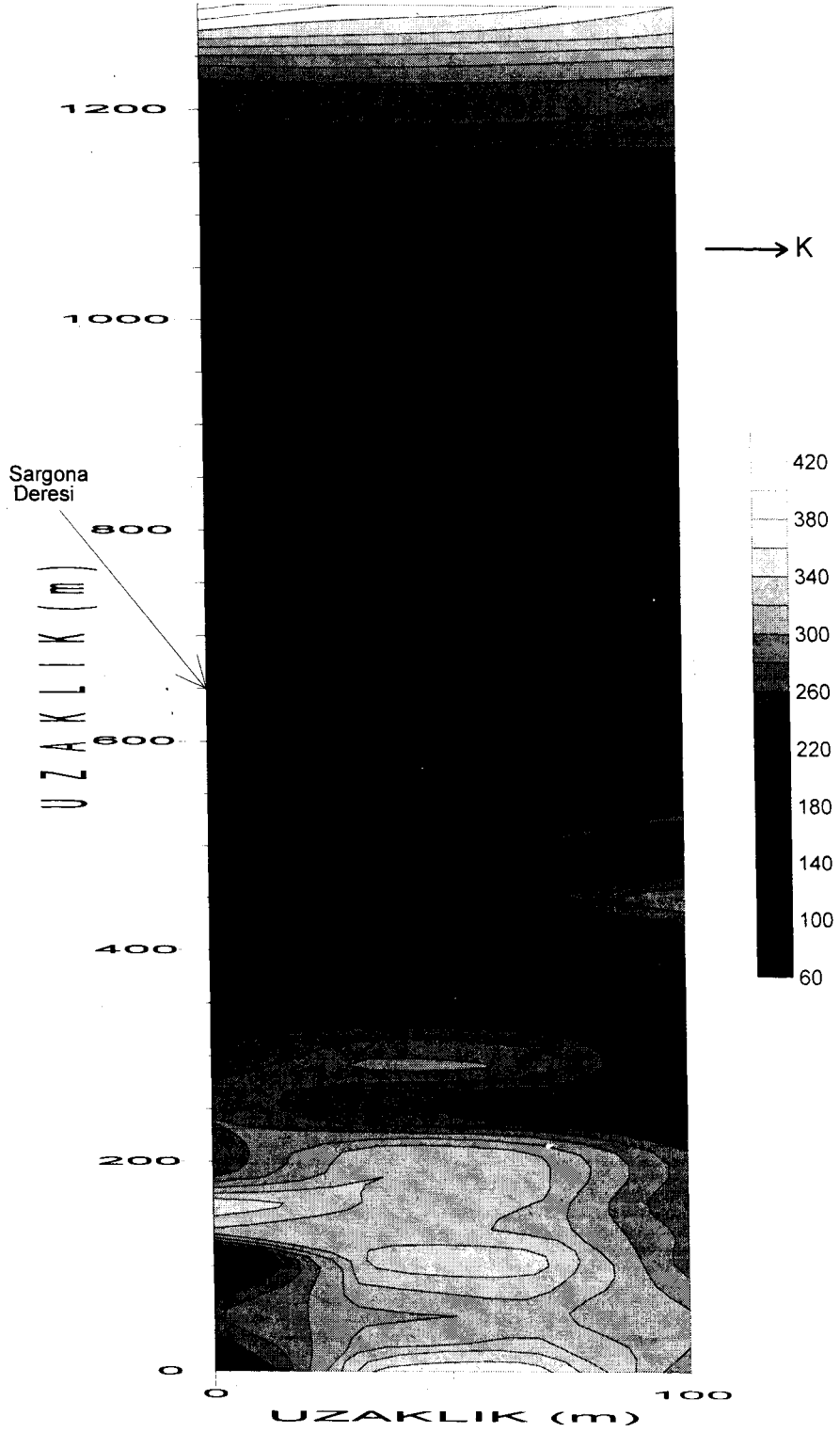
Fig. 3. A diagram showing the magnetic susceptibility variation versus the metal tailing ratios of flotation unit. The magnetic susceptibility values yield SI when multiplied by $4\pi \times 10^{-6}$.

Çizelge 1. Jeokimyasal analiz sonuçları ve ağır metallerin deniz suyundaki normal değerleri.

Table 1. The results of geochemical analysis and normal values of heavy metals in sea water.

Örnek Türü	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)
Temiz kum	80	110	330
Deniz (Temiz Bölge)	90	115	338
Deniz (Kirlili Bölge)	1119	1095	789
Dere (Kirlili Bölge)	1200	1115	1146
Deniz suyundaki			
Normal değer	5.10^{-10}	3.10^{-11}	2.10^{-9}

ile ortaya konulabileceği gösterilmiştir. Gerek dere üzerinde, gerekse deniz tabanından alınan örnekler üzerinde yapılan manyetik duyarlık ölçümleri kirliliğin boyutlarını çok iyi bir şekilde ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar işletmenin çevreyi büyük oranda kirlittiğini ve kirliliğin geniş bir alana yayılmış olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Deniz tabanından alınan örneklerin ölçülen manyetik duyarlık kontur haritası. Manyetik duyarlık değerleri $4\pi \times 10^{-6}$ SI'dır.

Fig. 4. Magnetic susceptibility contour map of the values measured over the samples taken from the sea floor. The magnetic susceptibility values yield SI when multiplied by $4\pi \times 10^{-6}$.

Manyetik duyarlık ölçümlerinin çok hızlı uygulanabilir ve ucuz olması diğer yöntemlere göre yöntemin üstünlüğünü ortaya koymaktadır. Bu araştırma sonucu elde edilen bilgilerden, bu yöntemin büyük denizel havzaların kirlilik haritalarının çıkarılmasında ön etüt olarak kullanılabilceği ortaya çıkmıştır. Kirlilik dağılım haritalarının çıkarılmasının, kirliliğin canlı yaşamına etkisinin en aza indirilmesi ve atıkların çevreye zararının en aza indirilerek depolanması bakımından son derece yararlı olacağı açıktır.

KAYNAKLAR

Beckwith, P.R., Ellis, J.B., Revitt, D.M. and Oldfield, F. 1986, Heavy metal and magnetic relationships for

urban source sediments. *Phys. Earth Planet Interiors* 42, 67-75.

Beckwith, P.R., Ellis, J.B. and Revitt, D.M. 1990, Applications of magnetic measurements to sediment tracing in urban highway environments. *Sci. Total Environment* 93, 449-463.

Gümrükçü, A. 1974, Trabzon-Sürmene-Kutlular maden sahasının jeoloji ve bakır rezervi. MTA Raporu.

Scoullou, M., Oldfield, F. and Thompson, R. 1979, Magnetic monitoring of marine particulate pollution in the Elefsis Gulf, Greece. *Marine Pollution Bull.* 10, 287-291.

Thompson, R. and Oldfield, F. 1986, *Environmental Magnetism*. Allen and Unwin, London.