



BODRUM- ÖREN -AKYAKA SAHİL ŞERİDİNDE TORYUM KONSANTRASYON DAĞILIMININ İNCELENMESİ

Ezgi ERBEK*, M. Nuri DOLMAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Toryum,
Radyoaktivite,
Ternary görüntü haritası

Özet

Gama- ışını spektrometresi, radyonükleidlerin konsantrasyon dağılımlarının (Uranium- ²³⁸U, Toryum - ²³²Th, Potasyum - ⁴⁰K) belirlenmesinde, yüzey jeoloji haritalarının çizdirilmesinde, metalik maden yataklarının aranmasında kullanılan etkili yöntemlerden birisidir. Bu çalışmada taşınabilir gama ışını spektrometresi kullanılarak Bodrum-Ören-Akyaka sahil şeridindeki çeşitli volkanik, metamorfik ve tortul kayaç örnekleri üzerinde 140 noktada Toryum dağılımları ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler ile bölgedeki Toryum dağılım haritası ve eşdeğer Toryum dağılımına göre görüntü haritası çizdirilmiş, Toryum konsantrasyon dağılımlarının 0.2-103.8 Bq/kg aralığında değiştiği ve yüksek Toryum değerlerinin volkanik ve metamorfik kayalara karşılık geldiği belirlenmiştir. Görüntü haritası üzerinde ise KD-GB uzanımlı, 565-605 km boylamları ile 4100-4110 km enlemleri arasında belirgin bir Toryum zenginleşmesi gözlenmiştir.

INVESTIGATION OF THORIUM CONCENTRATION DISTRIBUTION IN BODRUM-AKYAKA-OREN COASTLINE

Keywords

Thorium,
Radioactivity,
Ternary image map

Abstract

Gamma-ray spectrometry is one of the most effective methods that allows the measurement of concentrations of radionuclide elements (Uranium - ²³⁸U, Thorium - ²³²Th, Potassium - ⁴⁰K), mapping of the geological units and investigating metallic mineral deposits. In this study, measurements of Thorium were taken for different samples of igneous, metamorphic and sedimentary rocks in the Bodrum-Oren-Akyaka coastline at a total number of 140 sites measured by using multi-channel gamma-ray spectrometer. With the obtained measurements, distribution of Thorium concentrations map and distribution of equivalent Thorium image map were generated, it has been determined that Thorium concentration distributions vary between 0.2-103.8 Bq/ kg and high Thorium values correspond to volcanic and metamorphic rocks. Also, it has been observed that distinctive enriched Thorium concentrations with trending NE- SW in longitudes of 565-605 km and latitudes of 4100-4110 km on image map.

Alıntı / Cite

Erbek E., Dolmaz, M. N., (2017). Bodrum- Ören -Akyaka Sahil Şeridinde Toryum Konsantrasyon Dağılımının incelenmesi, *Journal of Engineering Sciences and Design*, 5(3), 489-493.

Yazar Kimliği / Author ID (ORCID Number)

E. Erbek, 0000-0003-4627-8932

M. N. Dolmaz, 0000-0002-9185-9835

Başvuru Tarihi / Submission Date	13.07.2017
Revizyon Tarihi / Revision Date	15.08.2017
Kabul Tarihi / Accepted Date	11.10.2017
Yayın Tarihi / Published Date	18.12.2017

* İlgili yazar/ Corresponding author: ezgierbek@sdu.edu.tr, +90-246-211-1358

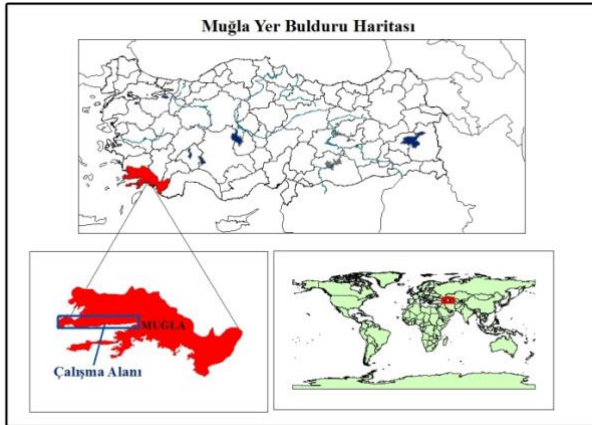
1. Giriş

Yer kürenin oluşumundan itibaren içerisinde uzun ömürlü radyonükleidler (Uranyum - ^{238}U , Toryum - ^{232}Th ve Potasyum - ^{40}K) bulunmaktadır. Doğada mevcut olan bu radyonükleidler izotoplarını meydana getirirken radyoaktif ışın yapmakta ve α , β parçacıkları ile γ ışınları yaymaktadırlar. Bozunma sonucu açığa çıkan α ve β parçacıkları havada 10-20 cm' den fazla yayılamazken, gama ışınlarının havada yayılımları 700-1000m' ye ulaşabilmektedir. Bu nedenle jeofizik çalışmalarda gama ışınlarının yakalanmasına olanak sağlayan gama-ışın spektrometreleri kullanılmaktadır (Aydın, 2004).

Gama-ışın spektrometresi ölçümleri yüzey jeolojilerinin haritalanmasında (El-sadek, 2004; Grasty ve Shives, 1997; Kalyoncuoğlu, 2014; Maden ve Yiğit, 2017; Shives vd., 2000; Uyanık ve Akkurt, 2010), hidrotermal bozunma alanlarının ve metalik maden yataklarının aranmasında (Charbonneau vd., 1997; Graham ve Bonham-Carter, 1993), doğal ve yapay kirlilik alanlarının belirlenmesinde ve doğal radyoaktif maddelerin aranmasında etkin olarak kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Toryum radyonükleidi yer kabuğunun %0.0007' lik bir kısmını oluşturmakla birlikte nükleer teknolojide kullanımı açısından büyük önem arz etmektedir. Türkiye' de Toryum üzerine çalışmalar ilk olarak 1959 yılında MTA (Maden Tetkik ve Arama Müdürlüğü) tarafından yapılmış olmasına rağmen bu etüdlere sonucunda tespit edilen Toryum alanlarına ait bir rezerv çalışması yapılmamıştır (TAEK, 2009).

Çalışmada GF Instrument firmasına ait 512 kanallı gama ışın spektrometresi kullanılarak Muğla ili Bodrum- Akyaka- Ören sahil şeridi boyunca Toryum konsantrasyon dağılımının belirlenmesi ve potansiyel Toryum yataklarının ortaya çıkarılarak, ileride yapılacak olan rezerv tayinlerine ön adım oluşturması amaçlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanını gösterir yer bulduru haritası

2. Bilimsel Yazın Taraması

Bir bölgede doğal radyoaktivite düzeyinin belirlenebilmesi için ortamda bulunan toprağın, suyun ve havanın yapısındaki radyoaktivite düzeyinin belirlenmesi gerekmektedir.

Wallin (1984) tarafından Yozgat ili civarında havadan yapılan gama ışını spektrometresi ölçümleri ile potasyum konsantrasyonu haritalanmıştır. Bu dağılım haritası bölgenin jeolojik haritası ile karşılaştırıldığında bölgede var olan ofiyolitik birimler ile granitik birimlerin sınırları rahatlıkla izlenebilmiştir.

Karahan (1997) tarafından yapılan çalışmada radyoaktif elementlerin volkanik kayalar ile metamorfizma sonucu oluşan toprak ve denizaltı birikim alanlarında yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirtilmiştir.

Aydın vd. (2006), radyo elementçe zengin olan radyoaktif minerallerin aranmasında da kullanılan gama ışın spektrometresinin, volkanik ve magmatik kayaların petrokimyasal olarak sınıflandırılmasında yardımcı bir yöntem olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Uyanık ve Akkurt (2010) tarafından Isparta-Çünür tepesinde doğal radyoaktivite çalışması yapılmıştır. Bölgede gama ışını spektrometresi kullanılarak ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K konsantrasyonları ölçülmüş ve bulunan değerler radyoaktif konsantrasyonları olarak haritalanmıştır. Bölge için literatürde verilen jeolojik bilgilerin bulunan sonuçlarla uyumlu olduğu ifade edilmiştir.

Kalyoncuoğlu (2014) tarafından Isparta ilinde gama ışını spektrometresi kullanılarak yapılan çalışma sonucunda ise granit gibi magmatik kayalarda radyonükleidlerin yüksek değerler verdiği, sediman kayaların ise düşük değerler verdiği belirtilmiştir. Çalışmada en yüksek U, Th ve K değerlerinin Gölcük volkanı civarında en düşük değerlerin ise Davraz, Söbü kırıçtaşları ile Kayıköy formasyonunda ölçüldüğü gözlemlenmiştir.

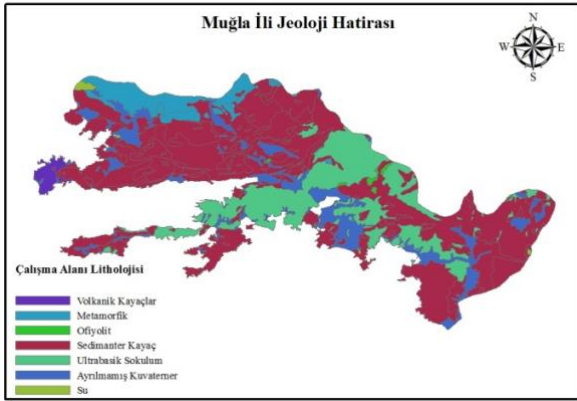
3. Materyal ve Yöntem

3.1. Çalışma alanının jeolojisi

Çalışma alanı olarak seçilen bölge, Akdeniz' deki yaklaşan levha sınırlarının dokanak halinde bulunduğu bindirme zonundan ve Anadolu bloğunun, Arap ve Avrasya levhalarının konverjan hareketi neticesinde güneybatıya Hellenik ve Kıbrıs yaylarına doğru hareket etmesi sonucu oluşan K-G yönlü bir açılma rejiminden etkilenmektedir (Jackson ve Mckenzie, 1984).

Güneybatı Anadolu jeolojisinde ise Likya napları üzerinde gelişen, karasal ve sığ denizel çökeller ile doldurulmuş Neojen havzaların varlığı genel kabul gören görüşlerdendir (Görür vd., 2011). Bodrum civarında yaygın bir kalkalkalin volkanizma etkin olmuş ve tuf-aglomera yatakları, andezit-trakiandezit-latif-dasit türde lavlar oluşmuştur. Kabuksal malzeme ürünü bu kalkalkalin volkanizma belirgin bir süreçten sonra gittikçe manto ürünü alkali olivin bazaltik oluşumlara dönüşmüştür. Bu nedenle, ikinci volkanik evre başlamış olup, bu kez alkali nitelikte ve dayklar şeklinde bazalt-trakibazalt-trakit türde lavlar oluşmuştur. İkinci volkanik evrenin ilerleyen safhalarında ise mağma, tamamen alkalın niteliğe bürünmüş ve alkali trakibazaltlar, Benmoritler, Trakitler, Komenditik trakitler ve alkali dizininin en son ürünü olan alkali riyolitlerin oluşmalarıyla biten volkanizma, Batı Anadolu' da hakim olan tansiyon rejimi sonucu oluşan kıtasal riftleşme ürünü olarak meydana gelmiştir (Ercan vd., 1984).

Çalışma alanının kapsadığı bölgede yer yer metamorfik birimlerin (şist, kalk-şist, mermer vb) mostra verdiği görülmektedir. Bölge için aynı zamanda ardalanmalı yapıların varlığı da söz konusudur. Çörtlü mermer ve mermer alanları kireçtaşları ile örtülmüş durumda olmakla birlikte çalışma alanının büyük kısmında yer almaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Muğla ili içerisinde yer alan jeolojik birimleri gösterir harita

3.2. Gama Işın Spektrometresi

Gama ışını spektrometresi, yerkürede radyoaktif özelliğe sahip olan kayaçların bu özelliğinden yararlanarak uygulanan radyometrik bir yöntemdir. Bir bölgenin radyoaktivite seviyesinin belirlenebilmesinde Uranyumun hareket edebilir nitelikte olması nedeniyle, Uranyumdan ziyade suda çözünmeyen özelliğe sahip olan Toryum konsantrasyonuna bakılması gerekmektedir.

Çalışmada, GF Instrument firmasına ait 512 kanallı GF Gama Surveyor NaI (TI) spektrometre kullanılmıştır. Gama ışınlarının yakalanmasında kullanılan sintilatörler en bilinen yöntemlerden olup sintilatörler, yüksek enerjiye sahip parçacıkların çarpması sonucunda düşük enerjiye sahip fotonlar yayan kristallerdir. Spektrometrelerin NaI dedektörlerinde bulunan iyodun atom numarasının yüksek olması sayesinde gama ışınlarının yakalanmasında daha etkili sonuçlar elde edilebilmektedir. Işınların yakalanma etkinliği talyumla artırılmış sodyumiyandır (NaI(TI)) bileşimli kristallerce de güçlendirilmiştir.

Muğla ili sınırları içerisinde Akyaka, Ören ve Bodrum ilçeleri arasında kalan alanda arazi şartlarının el verdiği ölçüde eşit aralıklı dağılım olacak şekilde belirlenen 140 noktada taşınabilir spektrometre ile ölçüm yapılmıştır. Arazi çalışmalarında ölçümlerden sağlıklı sonuçlar elde edilebilmesi için yağmurlu havalarda ölçümlere ara verilmiştir. Arazi yapısının yer yer zorlu topografyası nedeniyle ölçüm alımı zorlaşmıştır. Bununla birlikte ölçüm noktaları istenildiği gibi eşit dağılmış olmasa da, elde edilen sonuçların kayaç tipleri ile ilgisine önemli ölçüde dikkat edilmiştir. Arazi çalışmaları sonucunda elde edilen U, Th ve K (Bq/kg) konsantrasyonları kullanılarak bölgede var olan Toryum konsantrasyonunun dağılımı yorumlanmaya hazır hale getirilmiştir.

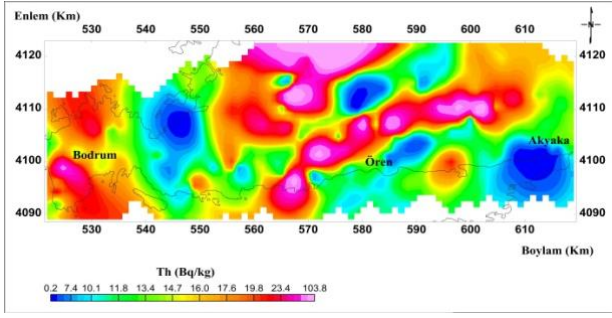
4. Araştırma Bulguları

Çalışma sahası içinde hakim kayaç topluluklarını ağırlıklı olarak mermer, çörtlü mermer, şist-kalkşist ve kırıntılı karbonatlar formundaki metamorfizmaya maruz kalmış kayaç türleri oluşturmaktadır. Ana kayaçlar üzerinde alınan ölçüm sonuçlarına ait Toryum konsantrasyon dağılım haritası oluşturulmuştur. Dağılım haritası incelendiğinde Toryum konsantrasyonunun en yüksek 103.84 Bq/kg değerine ulaştığı görülmektedir (Şekil 3.)

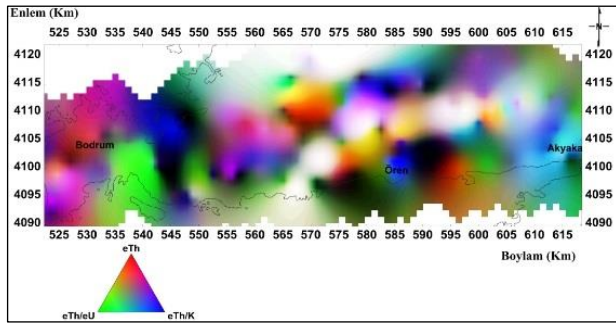
Genellikle kayaçların yüzey dağılımlarının ortaya çıkarılmasında ve birimleri oluşturan kayaçların litolojilerinin ayrımlarının yapılmasında da yaygın olarak kullanılan Ternary diyagramı (üçlü diyagram sistemi), arazi çalışması kapsamında gama-ışın spektrometresi ile alınan Uranyum, Toryum ve Potasyum konsantrasyonları kullanılarak Toryum radyonükleidi için çizdirilmiştir.

Bu çalışmada üç radyonükleid için kırmızı, yeşil ve mavi renkleri seçilerek eşdeğer Toryum dağılımına göre ternary (üçlü diyagram sistemi) görüntü haritası oluşturulmuştur (Şekil 4). Yüksek konsantrasyon değerleri haritalar üzerinde beyaz alanlara karşılık gelirken, düşük konsantrasyon değerleri koyu renkli alanlara karşılık gelmektedir. Eşdeğer Toryum (eTh)

görüntü haritası eTh , eTh/eU ve eTh/K oranlarını içermektedir.



Şekil 3. Çalışma alanına ait Toryum konsantrasyon dağılımını gösterir harita



Şekil 4. Eşdeğer Toryum dağılımına göre ternary (üçlü diyagram sistemi) görüntü haritası

5. Sonuç ve Tartışma

Bölge için Toryum konsantrasyon dağılımının 0.2-103.8 Bq/kg aralığında değiştiği belirlenmiştir. Ölçülen bu değerlerin UNSCEAR (2000) tarafından belirlenen dünya ortalaması değerlerinin biraz üzerinde olduğu görülmektedir.

Volkanizma etkisi olan Bodrum yarımadasında yer alan volkanik kökenli kayalar içerisinde bulunan silisyumdioksit (SiO_2) oranına bağlı olarak artan Toryum konsantrasyonunun neden olduğu yüksek değerler, arazi ölçüm sonuçlarının bölge jeolojisi ile uyum içerisinde olduğunu göstermektedir. Çalışma sahası içerisinde 565-605 km boylamları ile 4100-4110 km enlemleri arasındaki alanda KD-GB uzanımlı bir Toryum zenginleşmesi dikkat çekmektedir. Bu zenginleşmenin fay boyunca gelişen alterasyon zonu ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışma, belirtilen sınırlar içerisinde yer alan bölgede ileride daha detaylı yapılabilecek olan Toryum yataklarının araştırılması için bir ön çalışma niteliği taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi ÖYP Kurum Koordinasyon biriminin 05283-DR-14 numaralı projesince desteklenmiştir. Ayrıca Makalenin değerlendirmesi aşamasında yer alan

hakemlere yapıcı eleştirileri ve değerli katkıları için teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Aydın, İ., 2004. Jeofizikte Radyometrik Yöntem ve Gama Işın Spektrometrisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Isparta, 49.

Aydın, I., Aydoğan, M.S., Oksum, E., Koçak, A., 2006. An Attempt to Use Aerial Gamma-ray Spectrometry Results in Petrochemical Assessments of The Volcanic and Plutonic Associations of Central Anatolia (Turkey), Geophysical Journal International, 167, 1044-1052.

Charbonneau, B.W., Holman, P.B., Hetu, R.J., 1997. Airborne Gamma Spectrometer Magnetic-VLF Survey of Northeastern Alberta. In: MacQueen (Ed.), Exploring for Minerals in Alberta: Geological Survey of Canada Geoscience Contributions, Canada-Alberta Agreement on Mineral Development. Geological Survey of Canada Bulletin 500, 107-132.

El-Sadek, M.A., 2009. Radiospectrometric and Magnetic Signatures of A Gold Mine in Egypt, Journal of Applied Geophysics, 67, 34-43.

Ercan, T., Günay, E., Türkecan, A., 1984. Bodrum Yarımadasındaki Magmatik Kayaların Petrolojisi ve Kökensel Yorumu, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 27, 85- 98.

Görür, Ö. F., Özbüran, M., Sanğu, E., Gürbüz, A., 2011. Muğla-Yatağan Havzası ve Çevresinin Neotektonik İncelemesi, Tubitak, Proje No: 108Y277.

Graham, D.F., Bonham-Carter, G.F., 1993. Airborne Radiometric Data: A Tool for Reconnaissance Geological Mapping Using a GIS. Photogramm. Eng. Remote. Sens. 58 (8), 1243-1249.

Grasty, R.L., Shives, R.B.K., 1997. Applications of Gamma Ray Spectrometry to Mineral Exploration and Geological Mapping, Workshop Presented at Exploration 97: Fourth Decennial Conference on Mineral Exploration.

Jackson, J. A., McKenzie, D., 1984. Active Tectonics of The Alpine-Himalayan Belt Between Western Turkey and Pakistan, Geophysical Journal Royal Astronomy Society, 77, 185-264.

- Kalyoncuoğlu, U.Y., 2014. In Situ Gama Source Radioactivity Measurement in Isparta Plain, Turkey. *Environmental Earth Science*, 73(7), 3159-3175.
- Karahan, G., 1997. İstanbul'un Çevresel Doğal Radyoaktivitesinin Tayini ve Doğal Radyasyonların Yıllık Etkin Doz Eşdeğeri, Doktora Tezi, 118, İstanbul.
- Maden, N., Yiğit, Y., 2017. Kaletaş (Gümüşhane) Au Madeninde Cevher Yerleşimine Bağlı Gelişen Alterasyon Zonlarının Gamma Işın Spektrometresi ile Belirlenmesi: Örnek Bir Çalışma, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 38 (1), 1-14.
- Shives, R.B.K., Charbonneau, B.W., ve Ford, K.L., 2000. The Detection of Potassic Alteration by Gamma-ray Spectrometry Recognition of Alteration Related to Mineralization, *Geophysics*, 65(6), 2001-2011.
- TAEK, 2009. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, <http://www.taek.gov.tr> (Erişim Tarihi : 13.07.2017)
- UNSCEAR United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 2000. Sources and Effects of Ionizing Radiation, United Nations, 659 s, New York.
- Uyanık, N.A., Akkurt, İ., 2010. Alkali Volkanitler Yönünden Zengin Olan Isparta-Çünür Tepesinde Doğal Radyoaktivite Tayini. *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 9, Sayı 2.
- Wallin, B., 1984. A pilot airborne gama ray survey in Yozgat and Bayburt areas, Anatolia, Turkey. Riso National Laboratory, DK - 400, Roskilde, Denmark.