

İSTANBUL-SARIYER İLÇESİNDEKİ BAZI TOPRAK ÖRNEKLERİNDE Cs-137 KONSANTRASYONUN BELİRLENMESİ

Osman GÜNAY^{*1}, Canel EKE²

¹*İstanbul Okan Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, 34969, İstanbul, Türkiye*

²*Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Eğitimi Bölümü, 07058, Antalya, Türkiye*

Özet

Çevresel radyoaktivite genellikle doğal radyasyon ve yapay radyasyon olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Yapay radyasyon; nükleer silah denemeleri, nükleer kazalar, nükleer tıp uygulamaları ve parçacık hızlandırıcılar sonucunda meydana gelmektedir. 2011 yılında Fukushima Daiichive 1986 yılında Çernobil’de meydana gelen nükleer santral kazaları sebebiyle çevreye yoğun miktarda yapay radyoaktif nükleotitler saçılmıştır. Çernobil nükleer kazası İstanbul’ a yakın olduğu için, radyoaktif serpintiden etkilenme olasılığı yüksektir. Bu çalışma İstanbul’un Sarıyer ilçesinde bazı toprak örneklerinde yapay radyoaktif madde olan Cs-137 konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma bölgesinde 12 örnekleme noktası belirlenmiş, spektroskopik ölçümler, yüksek saflıkta germanyum detektör (HPGe) ile yapılmıştır. Cs-137 radyoaktivite konsantrasyonları $1.70 \pm 0,72 \text{ Bqkg}^{-1}$ ile $16.43 \pm 1.26 \text{ Bqkg}^{-1}$ arasında değiştiği bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Cs-137, Toprak, Sarıyer

*Sorumlu Yazar: osman.gunay@okan.edu.tr



DETERMINATION OF Cs-137 CONCENTRATION OF SOME SOIL SAMPLES IN SARIYER DISTRICT FROM ISTANBUL

Abstract

Environmental radioactivity generally consists of two parts: natural radiation and artificial radiation. Artificial radiation is caused by nuclear weapons trials, nuclear accidents, nuclear medicine applications and particle accelerators. In 2011 Fukushima Daiichi and in 1986 in Chernobyl, nuclear power plant accidents caused massive artificial radioactive nucleotides. Since the Chernobyl nuclear accident is close to Istanbul, it is likely to be affected by radioactive fallout. This study was carried out to determine the artificial radioactive Cs-137 concentration of some soil samples in Sarıyer district of İstanbul. 12 sampling points were determined in the study area and gamma-ray spectroscopic measurements were made with high purity germanium detector (HPGe). Cs-137 radioactivity concentrations were found to range from $1.70 \pm 0.72 \text{ Bqkg}^{-1}$ to $16.43 \pm 1.26 \text{ Bqkg}^{-1}$.

Key words: Cs-137, Soil, Sarıyer

1. Giriş

Çevre kirliliği, doğal olmayan yöntemlerle çevrenin insan eliyle bozulması olarak tanımlanabilmektedir. Çevre kirliliğinin birçok çeşitleri vardır. Bunlardan en önemlileri, hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği, gürültü kirliliği ve radyoaktif kirliliktir [1,2]. Çevre kirliliğinin etkileri sadece meydana geldiği yerde gözlemlenemeyebilir. Birçok farklı taşıyıcılar vasıtasıyla Dünya'nın bir yerinden başka bir yerine taşınarak farklı bölgelerde çevresel kirliliğe neden olabilmektedir. Çevresel kirlilik düzeyinin belirlenmesi veya alınması gereken önlemlerin düzeyinin tespiti ile çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır [3-5].

Çevresel radyoaktivite genellikle doğal radyasyon ve yapay radyasyondan oluşmaktadır. Doğal radyasyon, karasal ve kozmik radyasyon olarak iki başlık altında toplanmıştır ve Dünya'nın oluşumundan itibaren etkisini göstermektedir [6-11]. Doğal radyasyon insan eliyle üretilmediği için çevre kirliliği olarak tanımlanmamaktadır fakat yapay radyasyon çevre kirliliğine neden olmaktadır. Yapay radyasyon, nükleer silah denemeleri, nükleer kazalar, nükleer tıp uygulamaları ve parçacık hızlandırıcılar sonucunda meydana gelmektedir [12-14]. 2011 yılında Fukushima Daiichive 1986 yılında Çernobil' de meydana gelen nükleer santral kazaları sebebiyle çevreye yoğun miktarda yapay radyoaktif nükleotitler saçılmıştır.

Çevresel ortama saçılan bazı uzun ömürlü radyoaktif nükleotitler hem denize hem de karasal ortama yayılmıştır. Ülkemiz, Çernobil nükleer santralının Türkiye'ye yakın olması sebebiyle bu kirlilikten en çok etkilenen ülkelerden birisidir. Bu sebepten dolayı 1986 yılından itibaren hem ülkemizde hem de kazanın meydana geldiği ülkenin komşu ülkelerinde yapay radyoaktif nükleotitlerin düzeyinin belirlenmesine yönelik oldukça çok sayıda çalışma yapılmıştır [15-18]. En son, 11 Mart 2011 tarihinde Fukushima Daiichinükleer santral kazası meydana gelmiştir. Kaza bölgesi Türkiye'ye oldukça uzak olmasına rağmen atmosferik olaylar aracılığıyla Dünya'nın her bölgesine ve ülkemize de yapay radyoaktif nükleotitler taşınmış olabilir. Bundan dolayı Dünya'nın her noktasında yapay radyoaktif nükleotitlerin konsantrasyonunun sürekli olarak ölçülüp literatüre katkı sağlanması önem arz etmektedir. Bu çalışmada, yarı ömrü yaklaşık 30 yıl olan yapay radyoaktif nükleotit Sezyum ($Cs-137$)'nin İstanbul'un Sarıyer ilçesindeki konsantrasyonu gama spektroskopisi kullanılarak araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1 Çalışma bölgesi

Bu çalışma İstanbul Sarıyer ilçesindeki 12 farklı noktadan toplanan toprak örnekleri kullanılarak yürütülmüştür. İstanbul Türkiye'nin en kalabalık şehridir. İstanbul'un ilçesi olan Sarıyer'in nüfusu ise yaklaşık 350000 civarındadır [19]. Sarıyer'in komşuları, güneyde Beşiktaş ve Şişli; doğuda Eyüpsultan; batıda İstanbul Boğazı; Kuzeyde ise Marmara Denizidir. Sarıyer 41°06' 01" ile 41°15'27" Kuzey paralelleri ile 8°57'01" ile 29°04'38" doğu meridyenleri arasındadır.

2.2 Örneklerin Hazırlanması

Çalışmada 12 örnekleme noktası belirlenmiş ve bu noktaların her birinden yaklaşık 1kg toprak toplanmıştır. Toprak numuneleri toplanırken 1 m² yöntemi kullanılmıştır. 1 m² lik alan belirlenmiş ve bu alanın 4 köşesinden 250 gram toplanarak birleştirilmiştir. Önce toprak numuneleri makro kirlilikten arındırılması amacıyla elenmiştir. Toprak örnekleri 105 °C sıcaklığında kurutulmuş daha sonra 2 mm'lik eleklerden geçirilerek elenmiştir. Kurutulmuş toprak örnekleri 250 ml lik polietilenden üretilmiş kaplara konulmuştur. Bu kapların ağzı hiç hava almayacak biçimde kapatılmıştır. Kaplardaki toprak numunelerinin radon ve bozunum ürünleriyle radyoaktif dengeye ulaşması için 5 hafta bekletilmiştir. 5 haftadan sonra gama spektroskopisi kullanılarak sayımlar alınmıştır.

2.3 Gama Spektroskopisi Ölçüm Sistemi

Çalışmadaki toprak örneklerinin Cs-137 ve background radyoaktivite konsantrasyon ölçümleri, elektriksel olarak soğutulmuş, bağıl verimi %40, p tipi koaksiyel yapıda olan yüksek saflıkta germanyum (HPGe) detektör[20] kullanılarak yapılmıştır. Gama ışını spektrumları Maestro-32[21] yazılımı kullanılarak elde edilmiştir. Her bir numune yaklaşık olarak 24 saat sayıldı. Arkaplan (Background) radyoaktivite konsantrasyonunun belirlenmesi, toprak numunelerin ölçüm standartlarıyla yapılmıştır. Ölçülen her bir toprak numunesinin Cs-137 konsantrasyonundan background radyoaktivite konsantrasyonu çıkartılarak net sayım sayısı elde edilmiştir. Daha sonra spektrumlar Gamma-W yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Cs-137 konsantrasyonu 661,66 keV enerji değerindeki sayımlar kullanılarak hesaplanmıştır. Cs-137 nükleotinin aktivite

konsantrasyonu ($Bqkg^{-1}$), aşağıdaki bağlantı[22] kullanılarak hesaplandı.

$$A=N/(m.t.\varepsilon.I\gamma) \quad (1)$$

Burada

- A : Cs-137 aktivite konsantrasyonu;
N : arka plan çıkarma işleminden sonra sayım sayısı;
M : numunenin kütlesi;
t : sayım süresi;
 ε : ilgilenilen gama ışını enerjisinin detektör verimliliği;
I γ : gama ışını yayma olasılığıdır.

Cs-137 radyonüklinin aktivite konsantrasyonunun belirsizliği, ISO-GUM [23] standardı kullanılarak aşağıdaki bağlantıyla hesaplandı,

$$\Delta A = A \sqrt{\left(\frac{\Delta N}{N}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{t}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varepsilon}{\varepsilon}\right)^2 + \left(\frac{\Delta I\gamma}{I\gamma}\right)^2 + \left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2} \quad (2)$$

Burada

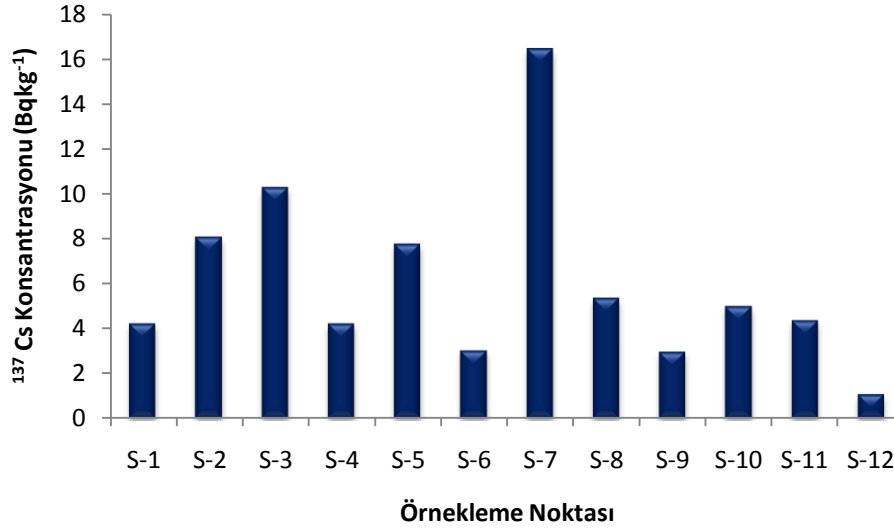
- ΔN : Sayım sayısındaki belirsizliği;
 Δt : Sayım süresindeki belirsizliği;
 $\Delta \varepsilon$: Dedektör verimindeki belirsizliği;
 $\Delta I\gamma$: Gama ışını yayılım belirsizliği;
 Δm : Örnek kütlesinin belirsizliğini göstermektedir.

3. Bulgular

Yapılan ölçümlerin sonucunda hesaplanan Cs-137 radyoaktivite konsantrasyonları, toprak numunelerin alındığı coğrafi koordinatları ve numunelerin yoğunlukları Tablo-1’de gösterilmiştir. Coğrafi koordinatlar GPS sistemiyle belirlenmiştir. Toprak numunelerinin yoğunluğu 0.95 ile 1.64 gcm⁻³ arasında değişmektedir. Cs-137 radyoaktivite konsantrasyonunun en küçük değeri 12. numunede olup 1.70 ± 0,72 Bqkg⁻¹ olarak belirlenmiştir. En yüksek Cs-137 radyoaktivite konsantrasyonu ise 7.numunede gözlenmiş olup değeri 16.43±1.26 Bqkg⁻¹(Şekil 1). Yapılan çalışmada Cs-137 radyonükleotinin ortalama aktivite konsantrasyonu 6.05±0.95 Bqkg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 1. Toprak numunelerinin coğrafi koordinatları, yoğunluğu ve Cs-137 radyoaktivite konsantrasyonları

Örnekleme Numarası	Enlem (N)	Boylam(E)	Yoğunluk (g/cm ⁻³)	¹³⁷ Cs (Bqkg ⁻¹)
S-1	41°07'38"	29° 02'15"	1.45	4.21±0.82
S-2	41° 07'19"	29° 02'48"	1.30	8.07±0.99
S-3	41° 07'10"	29° 03'41"	1.30	10.27±1.05
S-4	41° 07'33"	29° 04'07"	1.25	4.22±0.94
S-5	41° 10'30"	29° 03'16"	1.35	7.75±0.95
S-6	41° 11'15"	29° 02'57"	0.95	3.02±1.21
S-7	41° 10'07"	29° 03'17"	1.33	16.43±1.26
S-8	41° 11'10"	29° 02'47"	1.46	5.34±0.83
S-9	41° 12'02"	29° 02'02"	1.21	2.96±0.95
S-10	41° 13'12"	29° 01'58"	1.29	4.98±0.92
S-11	41° 14'39"	29° 01'05"	1.64	4.35±0.73
S-12	41° 14'32"	29° 01'35"	1.58	1.70±0.72
Ortalama				6.05±0.95



Şekil 1. Cs-137 radyonükleotinin aktivite konsantrasyonunun değişimi

Cs-137 nükleotinin radyoaktivite konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla hem Türkiye’de hem de Dünya genelinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Türkiye’de Karataşlı vd. 2016 yılında Mersin’de yaptığı çalışmada Cs-137 konsantrasyonunu 18.6 Bqkg^{-1} olarak belirlenmiştir [24]. Dizman vd. 2016 yılında, Rize’de yaptıkları çalışmada ise Cs-137 konsantrasyonunu 236 Bqkg^{-1} olarak hesaplamışlardır [25]. Cengiz vd. 2014 yılında Kars ve çevresinde yaptıkları çalışmada Cs-137 konsantrasyonunu 18 Bqkg^{-1} , Taşkın vd. 2009 yılında Kırklareli’de yaptıkları çalışmada 8 Bqkg^{-1} , Kapdan vd. 2009 yılında Yalova’da yaptıkları çalışmada $2,3 \text{ Bqkg}^{-1}$, Değerlier vd. 2008 yılında Adana’da yaptıkları çalışmada $6,8 \text{ Bqkg}^{-1}$ olarak bulmuşlardır [26-29]. Korkulu ve Özkan’ın 2013 yılında yaptıkları çalışmada $0,56 \text{ Bqkg}^{-1}$ ile $5,43 \text{ Bqkg}^{-1}$ arasında değiştiği, Örgün vd. 2007 yılında Çanakkale’de yaptıkları çalışmada ise 0.6 Bqkg^{-1} ile 5.9 Bqkg^{-1} arasında değiştiğini bulmuşlardır [30,31].

Dünya’daki yapılan çalışmalar incelendiğinde ise Cs-137 konsantrasyonlarını, Abu Samreh vd. 2014 yılında Filistin’de yaptıkları çalışmada 2.8 Bqkg^{-1} olarak ve Rafique vd. 2014 yılında Pakistan’da yaptıkları çalışmada, 15.04 Bqkg^{-1} olarak bulmuşlardır [32,33]. Harb’ın 2008 yılında Mısır’da yaptığı çalışmada ise Cs-137 konsantrasyonunun 0.45 Bqkg^{-1} ile 2.3 Bqkg^{-1} arasında değiştiği bulunmuştur [34]. Bu çalışmadaki sonuçları Türkiye ve Dünya da yapılan benzer çalışmaların sonuçları ile uyumlu çıkmıştır.

4. Sonuç ve Yorum

Bu çalışma İstanbul'un Sarıyer ilçesinin yapay radyoaktif madde olan Cs-137 konsantrasyonun belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışma bölgesinde 12 örnekleme noktası belirlenmiş, spektroskopik ölçümler, yüksek saflıkta germanyum detektör (HPGe) ile yapılmıştır. Cs-137 radyoaktivite konsantrasyonları $1.70 \pm 0,72 \text{ Bqkg}^{-1}$ ile $16.43 \pm 1.26 \text{ Bqkg}^{-1}$ arasında değiştiği bulunmuştur. Tüm örnekleme noktalarının ortalaması ise $6.05 \pm 0.95 \text{ Bqkg}^{-1}$ olarak belirlenmiştir. Türkiye'nin ortalama Cs-137 aktivite konsantrasyonu 11.6 Bqkg^{-1} ile karşılaştırıldığında [35], bu çalışmadaki ortalama Cs-137 konsantrasyonun Türkiye ortalamasından düşük olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonucu ülkemizdeki Cs-137 konsantrasyon verilerine bir katkı sağlayacaktır. İleri zamanlarda yapılacak olan başka çalışmalar ile çalışma bölgesindeki Cs-137 konsantrasyon değişimleri belirlenecektir. Bu çalışma farklı bölgelerde yapılmaya devam edilecek olup Türkiye'nin Cs-137 aktivite konsantrasyon haritasının çıkarılması hedeflenmektedir.

Teşekkür

Yazarlar, radyoaktivite konsantrasyonlarının belirlendiği, Akdeniz Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümüne teşekkür eder.

Kaynakça

- [1] O. Yazar, E. Temizsoy and O. Günay, "Noise pollution level in a pediatric hospital," Int. J. of Env. Sci. Tech., 1-6, 2018.
- [2] H. Toros, H. Erdun, O. Capraz, B. Ozer, E. Bozyazı Daylan, A. İ. Öztürk, "Air Pollution and Quality Levels in Metropolitans of Turkey for Sustainable life," Euro. J. of Sci. Tech., 1, 2, 28-38, 2014.
- [3] S. Aközcan, "Annual effective dose of naturally occurring radionuclides in soil and sediment," Tox. Env. Chem., 96.3, 379-386, 2014.
- [4] S. Aközcan, M. Yılmaz and F.Külahcı, "Dose rate and seasonal variations of ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K and ^{137}Cs radionuclides in soils along Thrace, Turkey," J Radional. Nucl. Chem. 299:95-101, 2014.

- [5] O. Günay, "Determination of Natural Radioactivity and Radiological Effects in some Soil Samples in Beykoz-Istanbul," *Euro. J. of Sci. Tech*, No. 12, pp. 9-14, 2018.
- [6] B. Çetin, F.Öner and I. Akkurt, "Determination of Natural Radioactivity and Associated Radiological Hazard in Excavation Field in Turkey (Oluz Höyük)," *Act. Phys. Pol. A*, Vol 130, 2016.
- [7] B. Mavi and I.Akkurt, "Natural radioactivity and radiation hazards in some building materials used in Isparta, Turkey," *Rad. Phys. Chem.*, 79-9, 933-937, 2010.
- [8] O. Günay, M. M. Saç, M.İçhedef and C. Taşköprü, "Natural radioactivity analysis of soil samples from Ganos fault (GF)," *Int. J. Environ. Sci. Tech.*, 1-4, 2018.
- [9] S. Seçkiner, I.Akkurt and K.Günoglu, "Determination of ^{40}K concentration in gravel samples from Konyaaltı Beach, Antalya," *Act. Phys. Pol. A.*, Vol 132 (3-II), 1095-1097, 2017.
- [10] N. A. Uyanık, I. Akkurt and O. Uyanık, "A ground radiometric study of uranium, thorium and potassium in Isparta, Turkey," *Ann. of Geophys.* . 53, 5-6(2010)25-30, 2010.
- [11] O. Günay, M. M. Saç, M. İçhedef and C. Taşköprü, "Soil gas radon concentrations along the Ganos Fault (GF)," *Arabian J. of Geosci.*, 11:213, 2018.
- [12] M. W. Yü, A. Zaharudin, and M. Norfaizal, "Concentration of Radio cesium ^{137}Cs and ^{134}Cs in Sediments of the Malaysian Marine Environment," *App. Rad. Isotop.*, 65, 1389-1395, 2007.
- [13] S. Topçuoğlu, "Sources and Distribution of Anthropogenic Radionuclides in Marmara Sea Environment," *Turk. J. Marine Sci.*, 7: 143-152, 2001.
- [14] S. Aközcan, F. Külahcı and Y. Mercan, "A Suggestion to Radiological Hazards Characterization of ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs : Spatial Distribution Modelling," *J. Hazard. Materials*, 353: 476-489, 2018.
- [15] M. R. M. Akram, N. Qureshi, T. J. Ahmad, A. Solaija, M. A. Mashiatullah, and S. Irshad, "Determination of Natural and Artificial Radionuclides in Sea Water and Sediments off Gwadar Coast, Arabian Sea," *The Nucleus* 41: 19-25, 2004.
- [16] A. M. Nouredine, R. Benkrid, M. Maoui and R. Boudjenoun, "Distribution of Natural Radioactivity, ^{137}Cs , ^{90}Sr , and Plutonium Isotopes in a Water Column and Sediment Core along the Algerian Coast," *New York, NY: Hindawi P. Cor. Sci. Tech. Nuc. Ins.*, Project Report, 2007.
- [17] A. Rantavaara, "Ingestion Doses in Finland Due to ^{90}Sr , ^{134}Cs and ^{137}Cs from Nuclear Weapons Testing and the Chernobyl Accident," *App. Rad. Isot.*, 66: 1768-1774, 2008.
- [18] H. Florou, G. Nicolaou and N. Evangelioi, "The Concentration of ^{137}Cs in the Surface of the Greek Marine Environmen," *J. Env. Radio.*, 101: 654-657, 2010.
- [19] TUIK, (2012, December 26) "Address Based Population Registration System, Turkish Statistical Institute", [Online]. Available <http://www.tuik.gov.tr>

- [20] C. Eke, I. Boztosun I, “Determination of activity concentration of natural and artificial radionuclides in sand samples from Mediterranean coast of Antalya in Turkey,” *J. Kerntechnik*, 80: 280-290, 2015.
- [21] Maestro-32, (2018 Jan 02). Multi-channel analyser software, A65- B32 model, Ortec (2008)”, [Online]. Available <http://www.ortec-online.com/-/media/ametektortec/manuals/a65-mnl.pdf>
- [22] M. Ismail, M. A. Zia and H. M. Khan. “Investigation of Cs-137 in the environmental soil segments of the Peshawar and Nowshera districts of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan,” *Int.J. Rad. Res.*, 15(4), 407-412, 2017.
- [23] ISO-GUM, (2018 Jan 02). “International Organization for Standardization-Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement”, [Online]. Available <https://www.bipm.org/en/publications/guides/>
- [24] M. Karataslı, S. Turhan, A. Varinlioglu and Z.Yegingil, “Natural and fallout radioactivity levels and radiation hazard evaluation in soil samples,” *Env. Earth. Sci*, 75:424, 2016.
- [25] S. Dizman, F. K. Görür and R. Keser, “Determination of radioactivity levels of soil samples and the excess of lifetime cancer risk in Rize province, Turkey,” *I. J. Rad. Res.*, 14(3): 237-244, 2016.
- [26] B. G. Cengiz and S. Reşitoğlu, “Determination of natural radioactivity levels in Kars City center, Turkey,” *J. Nuc. Sci.*, 1, 32-37, 2014.
- [27] H. Taskin, M.Karavus, P. Ay, Topuzoglu A., Hidiroglu S. and Karahan G., “Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kırklareli, Turkey,” *J. Env. Rad.*, 100, 49- 53, 2009.
- [28] E. Kapdan, A.Varinlioglu and G.Karahan, “Radioactivity Levels and Health Risks due to Radionuclides in the Soil of Yalova”, *Northwestern Turkey Int. J. Env. Res.*, 5(4):837-846, 2011.
- [29] M. Değerlier, G. Karahan and G. Ozger, Radioactivity concentrations and dose assessment for soil samples around Adana, Turkey,” *J. Env. Rad.*, 99(7), 1018–1025, 2008.
- [30] Z. Korkulu and N. Özkan, “Determination of natural radioactivity levels of beach sand samples in the black sea coast of Kocaeli (Turkey),” *Rad. Phy. Chem.*, Volume 88, 2013, Pages 27-31, 2013.
- [31] Y. Örgün, N. Altınsoy, S. Y. Şahin, Y. Güngör, A. H. Gültekin, G. Karahan and Z. Karacık, “Natural and antropogenic radionuclides in rocks and beach sands from Ezine region (Çanakkale) WesternAnatolia, Turkey,” *Appl. Radiat. Isot.*, 65, 739–747, 2007.
- [32] M. M. Abu Samreh, K. M. Thabayneh and F.W. Khrais, “Measurement of activity concentration levels of radionuclides in soil samples collected from Bethlehem Province, West Bank, Palestine,” *Turkish J. Eng. Env. Sci*, 38: 113-125, 2014.
- [33] M. Rafique, S. Ur Rahman, M. Basharat, W. Aziz, I. Ahmad, K. A. Lone, K. Ahmad and M.



Matiullah, “Evaluation of excess life time cancer risk from gamma dose rates in Jhelum valley,” *J. Radiat. Res. App. Sci.s*, 7 29-35, 2014.

[34] S. Harb, “Natural radioactivity and external gamma radiation exposure at the coastal Red Seain Egypt,” *Radiat. Prot. Dosimetry*, 130,376–384, 2008.

[35] TAEA, “*En.l Radio. Monitoring in Turkey, Tech. Report*”, Ankara 9-14, 2010.