Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi

Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering

AKÜ FEMÜBİD **18** (2018) **011102** (780-785) AKU J. Sci.Eng.**18** (2018) **011102** (780-785)

DOI: 10.5578/fmbd.67766

Araştırma Makalesi /Research Article

Hatay ve Çevresinde Çevresel Gama Radyasyon Ölçümü

Muhammet KARATAŞLI

Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Adana.

e-posta: muhammet.karatasli@gmail.com

Geliş Tarihi: 07.07.2018 ; Kabul Tarihi:04.12.2018

Anahtar kelimeler
Radyasyon; Çevresel Gama; Yıllık Etkin Doz; Hatay

Öz

Hatay ve çevresinde havada yapılan ölçümlerde gama doz seviyelerini belirlemek için 183 farklı noktada yerden yaklaşık 1 m yükseklikte, cihazın belli bir dengeye gelebilmesi için 2 dakika beklendikten sonra ölçümler alınmıştır. Ölçümler ucuna SPA-6 model plastik sintilasyon dedektörü bağlanmış Eberline Smart Portable (ESP-2) model bir cihaz kullanılarak yapılmıştır. Açık havada soğurulan gama doz oranı (ADR), gama doz kullanılarak radyo çekirdeklerin varlığına bağlı, havadaki yıllık etkin doz oranı (AEDE) ve yaşam boyu kanser risk değerleri (YFKR) belirlendi. Hatay ve çevresinde dış gama dozu kullanılarak, gama doz ölçümlerinin aritmetik ortalaması 61,9 nGy/h, yıllık etkin doz eşdeğerinin ortalama değeri ise 75,91 µSv/y olarak bulunmuştur. Bu çalışmada sunulan sonuçlar, Türkiye'nin farklı bölgelerinde yapılan benzer çalışmaların sonuçları ve dünya ortalamaları ile karşılaştırılmıştır.

Measurement of Environmental Gamma Radiation in and Around The Hatay Province, Turkey

Keywords
Radiation; Enviromental Gamma; Annual Effective Dose; Hatay Province

Abstract

Measurements were taken after a waiting time of 2 minutes for the device to arrive at a certain balance at a height of about 1 m from 183 different points in order to determine the gamma dose levels by measurements made in the air in and around Hatay province. Measurements were made using an Eberline Smart Portable (ESP-2) model connected to the SPA-6 model plastic scintillation detector. Annual effective dose rate (AEDE) and lifetime cancer risk values (YFKR) were determined by using the gamma dose rate (ADR), gamma dose in the open air, and the presence of radionuclides. The arithmetic mean of the gamma dose measurements using external gamma doses in and around Hatay province was found to be 61.9 nGy /h and the mean value of the annual effective dose equivalent was 75,91 µSv /y. The results that are presented in this study has been compared with the results and the average of similar studies conducted in different regions of the world and Turkey.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

İnsanoğlu yaşamı boyunca sürekli ve kaçınılmaz olarak radyasyona maruz kalarak ışınlanmıştır. Bu ışınlanma uzaydan gelen kozmik ışınlar, su, gıda, hava, toprak ve yapı malzemeleri gibi doğal radyasyonlar ve buna ilave olarak yapay radyasyonlardan kaynaklanmaktadır. Canlılar doğal radyasyon kaynaklarından %85'lik bir dozun etkisi altındayken, yapay radyasyon kaynaklarından ise, %15'lik bir etki altında kalmaktadır (UNSCEAR 2008).

Doğal radyasyon kaynaklarını karasal ve kozmik olarak iki başlıkta inceleyebiliriz. Kozmik ışınlardan kaynaklanan radyasyon miktarı; güneş patlamalarına, bölgenin manyetik alanına ve yükseltiye göre değişmektedir. Kozmik ışınların

doğal radyasyona katkısı yükseklik artıkça artmakta, deniz seviyesinden yukarı rakımlara çıkıldıkça belirli enlem değerlerinde sabit alınmaktadır (UNSCEAR 2000).

Volkanik kayalardaki radyoaktivite konsantrasyonu tortul kayalardaki radyoaktivite konsantrasyonundan daha yüksektir. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça ya da ekvatordan kutuplara gidildikçe kozmik ışınların şiddeti artmaktadır (Eisenbud 1987, Karataşlı ve Özer 2017).

Karasal radyasyon ise, dünyanın oluşumundan itibaren yer kabuğunda bulunan uranyum, toryum ve onların bozunum ürünlerini gibi radyoaktif elementlerden kaynaklanan ışımanın sonucudur (Smith and Beresford 2005).

Doğal radyasyon seviyesi, çevrede bulunan radyoaktif materyallerin miktarına bağlı olup, bu miktar insanların maruz kaldığı toplam radyasyon doz miktarına katkıda bulunur. Doğal radyo-çekirdeklerin (U-238, Th-232 ve K-40 gibi) kütle aktivite konsantrasyonları ve dolayısıyla maruz kalınmış doz miktarı, coğrafik ve jeolojik koşullara bağlı olduğundan, dünyanın her yerinde farklı toprak ve kaya tipleri için değişiklik gösterir [Bozkurt vd. 2007, Tzortzis *et*. *al* 2003).

Kütle aktivite konsantrasyonu, 1 m yükseklikte havadaki absorblanmış doza karşılık gelen radyasyon şiddetidir. Bu nedenle havada ölçülen radyasyon dozu topraktaki radyo-çekirdek konsantrasyonları ile yakından ilgilidir [Beck 1982, NCRP 1977).

Doğal radyasyon açısından yaşanılan alanın sağlıklı olup olmadığını belirlemek için, doğal radyasyon kaynaklarını oluşturan radyoçekirdeklerin çevresel ortamdaki konsantrasyonları ile radyasyonun özellikle insanların üzerindeki tesirinin belirlenmesi ve biyolojik sistemlerdeki etkisinin tayin edilmesi gerekir. Bundan dolayı çevresel faktörlerden kaynaklanan radyasyonların dozlarını ve türlerinin yanı sıra, insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği risklerin değerlendirilmelerine yönelik araştırmalar yapılmıştır (Karataşlı ve Özer 2017). Ayrıca, 1986 yılında Çernobil nükleer kazasından sonra Türkiye'de öncelikle bu kazadan etkilenebilecek bölgelerde doğal zemin radyasyon düzeyinin belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışmalar yapılmıştır (TAEK 1998, TAEK 2006). Çizelge 1'de Türkiye'nin bazı illerinde benzer çalışmaların yapıldığı görülmektedir.

Çizelge 1. Adıyaman ili dış gama radyasyonu ölçüm verileri ve literatürdeki veriler.

	Soğurulan doz hızı (nGy/h)	**Yıllık etkin doz (µSv/y)**
Trabzon (Kurnaz vd. 2011)	59	72,4
Çankırı (Kapdan vd. 2011)	69.6	87,7
Çanakkale (Kam vd. 2010)	66.4	81.4
Tekirdağ (Kam vd. 2010)	43.85	53.77
Kastamonu (Kam ve Bozkurt 2007)	54.81	67.21
Şanlıurfa (Bozkurt vd. 2007	60.9	74.7
Kırklareli (Taşkın vd. 2009)	118	144,7
Yalova (Kapdan vd. 2011)	84	103
Balıkesir (Kapdan vd. 2012)	127	155,8
İstanbul (Karahan ve Bayulken 2000)	65	79,7
Hatay	**61,9**	**75,91**
Dünya (UNSCEAR 2000)	60	73,6

2. İnceleme Alanı

Hatay, Türkiye'nin en güney sınırında yüzölçümü 5556,8 km^2 ve 35^0 52' ile 37^0 04' kuzey enlemleri, 35^0 40' ile 36^0 35' doğu boylamları arasında yer alır. Kuzeyden Osmaniye, batıdan Akdeniz, kuzeybatıdan Adana, kuzeydoğudan Gaziantep,

güney ve doğudan Suriye ile çevrilir. Ölçüm yapılan Hatay ve çevresi Şekil 1'de gösterilmiştir. Hatay yeryüzü şekilleri bakımından çeşitlilik gösterir. Bunları dağ, ova ve plato oluşturur. En önemli dağlık alanı, kuzeydoğu-güneybatı yönünde Akdeniz arasında adete bir set gibi yükseliş gösteren Amanos Dağları ile Amanos Dağlarının doğusunda dağların uzanışına paralel olan Amik ovasının içinde bulunduğu graben alanıdır. Bu dağların il içindeki en yüksek tepesini 2240 metre ile Mığır Tepe oluşturur. Alt Paleozoyik'ten günümüze kadar il sınırları içinde bütün jeolojik devirleri görmek mümkündür. Mesozoyik yaşlı ofiyolitler Güney Amanoslarda yoğunlukta iken Mesozoyik ve Paleozoyik yaşlı kalkerler orta Amanoslar'da yüzeylenmektedir. Tersiyer yaşlı kalkerler ilin güney ve güneydoğu kısmında hâkimdir. Akarsu vadileri, Amik ovası ve kıyı ovaları Kuvaterner yaşlı alüvyal dolgularla kaplıdır. Bu dolgular ise, Hassa yakınlarında genç bazalt akıntıları ile kaplanmıştır (Int Kyn. 1).



Şekil 1. Hatay ve İlçeleri

3. Bulgular

Hatay ve çevresinde 183 farklı bölgede yerden 1 metre yükseklikte insanların üreme organları hizasında açık havada gerçekleştirilen ölçümler sonucunda elde edilen dış gama dozu ölçüm sonuçları Çizelge 2'de verilmektedir. Gama doz değerlerinin belirlenmesi esnasında her bir ölçüm bölgesinde üçer kez okuma yapılmış ve bu üç değerin ortalaması alınarak her bir ölçüm noktası için gama doz değerleri belirlenmiştir. Sonuçlar hem kozmik hem de karasal kaynaklı radyonüklitleri içermektedir.

Açık havada bir dakika süreyle gerçekleştirilen ölçümlerde, gama ışınlanma hızlarının sonuçları µR/h cinsinden elde edildi. Yapılan ölçümlerde elde edilen sonuçlar Rontgen'in tanımından gelen bir dönüşüm faktörü kullanılarak (8,7 nGy/µR) soğurulan doz hızı olan nGy/h'e dönüştürüldü (Baykara 2005).

Hatay ve çevresinde doğrudan gama ışınlanma hızı hesaplanarak soğurulan minimum, maksimum ve ortalama ölçüm sonuçları µR ve nGy cinsinden Çizelge 2'de verildi.

Çizelge 2. Hatay ve ilçelerinde havada gama dozu ölçüm sonuçları.

	GEDR Işınlanma hızı (µR/h)			**ADRA Soğurulan doz hızı (nGy/h)**		
	Min,	Mak,	Ort.	Min.	Mak.	Ort.
Hatay Merkez	2,63	12,70	6,40	22,9	110,5	55,7
Erzin	4,20	8,00	6,53	36,5	69,6	
Dörtyol	5,21	9,40	8,33	45,3	81,8	72,5
Payas	5,56	10,66	8,58	48,4	92,7	74,7
İskenderun	3,51	8,53	6,53	30,5	74,2	56,8
Belen	3,85	10,18	7,52	33,5	88,6	65,4
Defne	4,22	8,83	6,75	36,7	76,8	58,8
Kumlu	3,86	8,31	5,59	33,6	72,3	48,6
Hassa	3,61	15,62	11,71	31,4	135,9	101,8
Arsuz	3,03	6,67	4,70	26,4	58,0	40,9
Reyhanlı	3,53	11,33	7,91	30,7	98,6	68,8
Yayladağ	3,54	17,89	6,81	30,8	155,6	59,3
Samandağ	2,94	11,54	5,74	25,6	100,4	49,9
Altonözü	4,10	7,79	5,34	35,7	67,8	46,5
Kırıkhan	2,94	10,77	6,85	25,6	93,7	59,6
Hatay Ortama	**2,63**	**17,89**	**7,11**	**22,9**	**155,6**	**61,9**

Açık havada soğurulan gama radyasyon doz oranı kullanılarak, yıllık etkin doz eşdeğeri (YEDE), ve nihayetinde insanın bir yıl süresince maruz kaldığı doz miktarı bulunabilmektedir. Aşağıdaki eşitlik kullanılarak yıllık etkin doz eşdeğeri hesaplanmaktadır (UNSCEAR Report 2000, Karataşlı vd. 2016)

$$YEDE = ADRA \times DCF \times OF \times T \qquad (1)$$

Burada, YEDE yıllık etkili doz eşdeğeri, ADRA açık havada soğurulan gama radyasyon doz oranını, DCF çevresel gama dozu dönüşüm faktörü, OF meşguliyet faktörü, T ise zamandır. Soğurulan doz oranını, yıllık etkin doz eşdeğerine dönüştürmek için çevresel gama dozu dönüşüm faktörü 0,7 Sv/Gy olarak belirlenmiştir. Ayrıca insanların bir yıl boyunca (8760 h/y) ışınlara maruz kaldığı sürenin %20'sini ev dışı açık alanlarda geçirdiği dikkate

alındığında ev dışı meşguliyet faktörü olarak 0,2 katsayısı kullanılmıştır. Buna ek olarak yaşam boyu kanser riski YBKR Denk. (2) ile hesaplandı (UNSCEAR Report 2008).

$$YBKR = YEDE \times YS \times RF \quad (2)$$

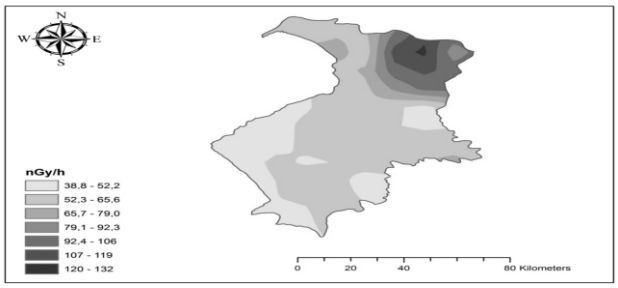
Burada, YEDE yıllık etkili doz eşdeğeri, YS, ortalama yaşam süresi (ortalama 70 yıl) ve RF ise risk faktörü olup stokastik etkiler için, toplumun tamamında ölümcül kanser için ICRP risk faktörleri sırasıyla (1/Sv), RF'yi ICRP 103, BEIR VII (NRC, 2006) ve ICRP 60 için 0,057, 0,064 ve 0,072 değerleri kullanılır (ICRP 2007).

Denk. 1 ve Denk. 2 ile hesaplanan Hatay ve çevresinde insanların bir yıl süresince maruz kaldıkları YEDE ve insanların bir yıl süresince çevresel gama radyasyonundan kaynaklanan YBKR değerleri Çizelge 3'de verildi.

Çizelge 3. Hatay ve ilçelerinde yıllık etkin doz eşdeğerleri (YEDE) ve yaşam boyu kanser risk (YBKR) değerleri.

			% YBKR	
	YEDE	**ICRP 103**	**BEIR VII**	**ICRP 60**
	Yıllık etkin doz (µSv/y)			
Hatay Merkez	68,31	0,027	0,031	0,034
Erzin	69,66	0,028	0,031	0,035
Dörtyol	88,91	0,035	0,040	0,045
Payas	91,61	0,037	0,041	0,046
İskenderun	69,66	0,028	0,031	0,035
Belen	80,21	0,032	0,036	0,040
Defne	72,11	0,029	0,032	0,036
Kumlu	59,60	0,024	0,027	0,030
Hassa	124,85	0,050	0,056	0,063
Arsuz	50,16	0,020	0,022	0,025
Reyhanlı	84,38	0,034	0,038	0,043
Yayladağ	72,73	0,029	0,033	0,037
Samandağ	61,20	0,024	0,027	0,031
Altonözü	57,03	0,023	0,026	0,029
Kırıkhan	73,09	0,029	0,033	0,037
Hatay Ortalama	75,91	0,030	0,034	0,038

Ayrıca Hatay ve çevresi için ölçümler sonucu elde edilen soğurulan gama doz haritası çizildi. Şekil 2'de soğurulan gama doz hızının il genelindeki genel dağılımı izodoz haritası biçiminde görülmektedir. Koyu renkli bölgeler Hatay ili ve genelindeki soğurulan gama doz değerlerinin yüksek olduğu alanları temsil etmektedir.



Şekil 2. Hatay ili soğurulan gama doz hızının izodoz haritası (nGy/h)

4. SONUÇLAR

Hatay ve çevresinde 183 farklı bölgede yapılan gama doz ölçümlerinin aritmetik ortalaması 61,9 nGy/h olarak hesaplanmıştır. Dış gama dozu kullanılarak hesaplanan yıllık etkin doz eşdeğerinin ortalama değeri ise 75,91 µSv/y olarak bulunmuştur. Bu değer, yıllık etkin doz eşdeğerinin dünya ortalaması olarak belirlenen 73,6 µSv/y (UNSCEAR, 2000) değerinden büyüktür. Ayrıca Hatay'ın Dörtyol İlçesi (88,91 µSv/y), Payas İlçesi (91,61 µSv/y), Belen İlçesi (80,21 µSv/y), Hassa ilçesi (124, 85 µSv/y) ve Reyhanlı İlçesi (84,38 µSv/y) ortalama yıllık etkin doz eşdeğeri dünya ortalama değerinden yüksek bulunurken, Kırıkhan İlçesi (73,09 µSv/y), Erzin ve İskenderun İlçesi (69,66 µSv/y), Hatay Merkez (68,31 µSv/y), Samandağ İlçesi (61,20 µSv/y), Kumlu İlçesi (59,60 µSv/y), Altınözü İlçesi (57,03 µSv/y) ve Arsuz İlçesi (50,16 µSv/y) ise dünya ortalamasından küçük bulunmuştur.

Hatay ve çevresinde gama doz ölçümlerinin aritmetik ortalaması 61,9 nGy/h, yıllık etkin doz eşdeğerinin sınır değeri olarak ICRP tarafından belirlenen 1 mSv/y değerinden küçüktür (ICRP 1990). Hatay ve çevresinde YBKR değerleri ICRP 103, BEIR VII ve ICRP 60 için yüzdelik ortalamaları sırasıyla 0,030, 0,034 ve 0,038 olarak bulundu.

Bu çalışma, Hatay ve ilçelerinde çevresel gama dozu ölçümlerinin yapılması ileriye dönük çalışmalar için temel veriler olarak kullanılabilir ve gelecekteki değerlendirmeler için referans oluşturulabilir. Ayrıca ileride doğabilecek herhangi bir nükleer kaza durumunda radyasyon takibi bakımından ve insan sağlığına yönelik radyolojik risklerin değerlendirilmesi bakımından çok faydalı olacaktır.

5. KAYNAKLAR

Baykara, O., 2005. The determinations of natural radioactivity in the intersect zone of the North Anatolian Fault and East Anatolian Fault. PhD thesis, Firat University Graduate School of Natural and Applied Science, Physics Department, Elazig, Turkey (in Turkish).

Beck, H.L, 1982. The Natural Radiation Environment II. USERDA Conf.-720805-P2, The Physics of Environmental Gamma Radiation Fields, 101-104.

Bozkurt, A., Yorulmaz, N., Kam, E., Karahan, G. and Osmanlıoğlu, A. E., 2007. Assessment of environmental radioactivity for Şanliurfa region of Southeastern Turkey. *Radiation Measurements*, **42**, 8, 1387-1391.

Eisenbud, M., 1987. Environmental Radioactivity, Third Edition, ISBN. 0-12-235153, Academic Pres, Inc., London.

ICRP, 1990. The International Commission on Radiological Protection, ICRP Publication 60. Recommendations of the International Commission on the Radiological Protection, Pergamon Press Inc., ICRP, USA.

ICRP, 2007. International Commission on Radiological Protection. Recommendations of the ICRP. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2–4)

Kam, E., and Bozkurt, A., 2007. Environmental radioactivity measurements in Kastamonu region of northern Turkey. *Applied Radiation and Isotopes,* **65**, 440–444.

Kam, E., Bozkurt, A., and Ilgar, R., 2010. A study of background radioactivity level for Canakkale. Turkey. *Environmantal Monitoring and Assessment,* **168**, 685– 690.

Kam, E., Yarar, Y., and Bozkurt, A., 2010. A study of background radioactivity level for Tekirdag. *Turk Radiat Prot Dosimetry,* **138**, 40–44.

Kapdan, E. , Varinlioglu, A. and Karahan, G. 2011. Radioactivity Levels and Health Risks due to Radionuclides in the Soil of Yalova, Northwestern Turkey. *International Journal of Environmental Research*, **5**(4), 837-846.

Kapdan, E., Taşkın, H., Kam, E., Osmanlıoğlu, A.E., Karahan, G., and Bozkurt A., 2011. A study of environmental radioactivity measurements for Cankiri. Turkey. *Radiation Protection Dosimetry*, **150**(3):398–404.

Kapdan, E. , Varinlioglu , A. and Karahan, G ., 2012. Outdoor radioactivity and health risks in Balikesir, Northwestern Turkey, *Radiation Protection Dosimetry*, **148**, 3, 301–309.

Karahan, G. ve Bayulken, A., 2000. Assesment of Gamma Dose Rates Around Istanbul. *Journal of Envrionmental Radioactivity*, **47**, 2, 213-221.

Karataşlı, M., Turhan, Ş., Varinlioğlu, A., Yeğingil, Z. 2016. Natural and fallout radioactivity levels and radiation hazard evaluation in soil samples. *Environmental Earth Science*, **75**, 424, 1-9.

Karataşlı, M., ve Özer, T., 2017. Osmaniye'de Yetişen Yer Fıstığının Radyasyon Aktivitesinin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **21**, 3, 1017-1023.

Kurnaz, A., Kucukomeroglu, B., Damla, N., and Cevik, U., 2011. Radiological maps for Trabzon, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, **102**:393–399.

NRC,2006. National Academy of Sciences. National Research Council Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. Report of VII

NCRP, Report No. 50, 1977. National Council on Radiation Protection and Measurements, (1977), Environmental Radiation Measurement, ISBN. 0-913392-32-4.

Smith, J. and Beresford, N.A. 2005. Chernobyl, Catastrophe and Consequences. Springer, 310, New York.

TAEK, 1998. Türkiyede Çernobil Sonrası Radyasyon ve Radyoaktivite Ölçümleri. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara.

TAEK, 2006. Türkiyede Çernobil Sonrası Radyasyon ve Radyoaktivite Ölçümleri. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Ankara.

Taskin, H., Karavus, M., Ay, P., Topuzoglu, A., Hidiroglu, S., Karahan, G., 2009. Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kirklareli, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, **100**, 49–53.

Tzortzis M., Tsertos H., Christofides S., Christodoulides G., 2003. Gamma-ray measurements of naturally occurring radioactive samples from Cyprus characteristic geological rocks. *Radiation Measurements,* **37**, 221-229.

UNSCEAR, 2000. United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation to the General Assembly, Sources, Effects and Risk of Ionizing Radiation, United Nations, New York, USA.

UNSCEAR, 2000. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation. United Nations sales publication, New York. United Nations.

UNSCEAR, 2008. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, United Nations Publication, New York, USA.

UNSCEAR 2008. Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Sources, Effects, and Risks of Ionizing Radiation. United Nations sales publication, New York. United Nations.

İnternet kaynakları

1-http://www.hatay.gov.tr/sosyal-ve-cografi-durum, (02.07.2018)