
Araştırma Makalesi / Research Article

Su ve Toprak Örneklerinde Radon Gazı Yayılımının Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi

Sultan ŞAHİN BAL^{*1}, Mahmut DOĞRU²

^{1,2}*Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Bitlis.*

²*Fırat Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Elazığ.*

Özet

Sivrice Fay Zonu; yaklaşık 5 km genişlikte, 32 km uzunlukta, kenarları normal bileşene sahip doğrultu atımlı faylarla sınırlanmış mercek biçimli bir çöküntü alanı oluşturur. Sivrice Fay Zonu üzerine kurulan dört radon izleme istasyonundan alınan toprak ve su örneklerinde pasif olarak radon yayılımları incelenmiştir. Su ve toprak örneklerinde radon gazının yayılımının belirlenmesi CR-39 plastik detektörleri kullanılarak yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Radon, CR-39, Sivrice Fay Hattı

The Investigation of Seasonal Changes of Radon Gas Emission in Water and Soil Samples

Abstract

Sivrice Fault Zone creates lens-shaped a depression area with a normal component of edges bounded by strike-slip faults in approximately 5 km wide and 32 km long. In soil and water samples taken from four radon monitoring stations was founded on Sivrice Fault Zone were investigated as a passive radon emissions. To determine the emission of radon gas in water and soil samples are made using CR-39 plastic detectors.

Keywords: Radon, CR-39, Sivrice Fault Zone

1. Giriş

Karasal radyasyona katkı sağlayan ²³⁸U, ²³²Th ve ⁴⁰K gibi ilk radyonüklitlerin toprakta bulunma yoğunlukları toprak ve kaya çeşitliliğine göre değişir. Granit, fosfat gibi volkanik kayalar ve tuz kayalarında radyonüklit aktivitesi yüksektir. Tortul tipi kayalarda ise aktivite daha düşüktür [1].

Yer altı suyu radyonüklit ayrımını kolaylaştıran başlıca ortamdır ve yer altı sularında çok değişik konsantrasyonlarda radyonüklitlere rastlamak mümkündür. Örneğin, yer altı sularında uranyum 10⁻³ ppb'den ppm'in yüzlercesine kadar olan konsantrasyonlarda ölçülmüştür. Bunun aksine bütün toryum izotopları sulara her zaman çok zayıf konsantrasyonlardadırlar [2].

Radon, ²³⁸U bozulma zincirindeki ilk gaz izotoptur. Buna paralel olarak toron (²²⁰Rn) ve aktinon (²¹⁹Rn), ²³²Th ve ²³⁵U bozulma serilerindeki ilk gaz izotoplar olarak ortaya çıkarlar. Radonun alfa yayılımı yaparak bozunumu ile üç kısa ömürlü izotop meydana gelir. Bunlar ²¹⁸Po (RaA), ²¹⁴Pb (RaB) ve ²¹⁴Bi'dir (RaC). ²¹⁴Bi, ²¹⁴Po'ya (RaC') bozunur ve bu radyonüklitin yarı ömrü 163 s'dir. Bu izotopun aktivitesi ²¹⁴Bi'nin aktivitesine eşit olur. RaA ve RaC' başta olmak üzere bu üç radyoizotop solunum sisteminde radyoaktif risk oluştururlar çünkü alfa radyasyonunun solunum sistemi organları üzerindeki etkileri ihmal edilemeyecek kadar büyüktür [2].

Radon, toron ve onların bozulma ürünleri halkın radyasyona maruz kalmasını sağlayan en önemli kaynaklardır. Bu radyoaktif kaynaklar doğal ve suni radyoaktiviteden alınmış olan toplam efektif doz eşdeğerinin yaklaşık olarak yarısına katkı sağlarlar [3].

* Sorumlu Yazar: *sahin.sultan@gmail.com*

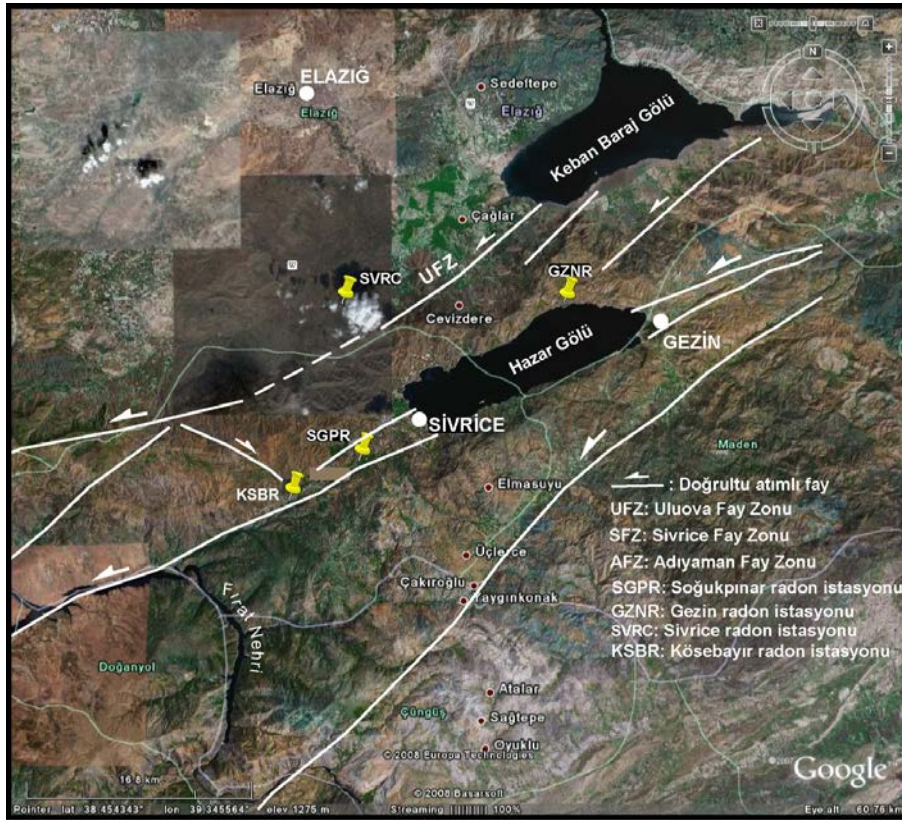
Radonun materyal boyunca dağınık geçişi difüzyon uzunluğu ile karakterize edilir. Difüzyon katsayısından belirlenen bu nicelik, bir radon atomunun bozunmadan önce madde içerisinde hareket edebileceği tipik mesafeyi gösterir. Tipik nemli topraklar için difüzyon uzunluğu 20-50 cm kadar olup bu değer kuru kumlarda 1,5 m kadar yüksek olabilir. Yoğun maddelerde (örneğin yoğun granitte) difüzyon uzunluğu sadece 10-15 cm kadardır. Havada ise difüzyon uzunluğu 2,18 m'dir [2].

Atmosferik radon yoğunlaşmasındaki mevsimlik, günlük ve farklı jeolojik yapıya bağlı olarak belirgin değişimler olabilmektedir. Yeryüzü yoğunlaşma seviyesinin sonbahar ayı boyunca ve kışın ilk yarısında yüksek ve ilkbahar boyunca da düşük olduğu genel olarak kabul edilmektedir. Yeryüzünden atmosfere yayılan radon miktarının yaklaşık olarak yıllık 9×10^{19} Bq olduğu tahmin edilmektedir [4].

Yeraltı suyundaki ve havadaki ^{222}Rn konsantrasyonu; yeraltında bulunan Uranyum depolarının yerini saptama, dünya içinde gazların uzun mesafeli göçünün belirlenmesi, depremlerin önceden kestirilmesi ve yeraltındaki hidrokarbon depolarının varlığını saptamak gibi uygulamalar için dünya bilimlerinde iz olarak kullanılır [5]. Deprem olaylarını tahmin etmede de kullanılan radon konsantrasyonları; atmosferik basınç, ağır yağmur yağışı ve kar erimesi gibi meteorolojik faktörler ile değişebilir [6].

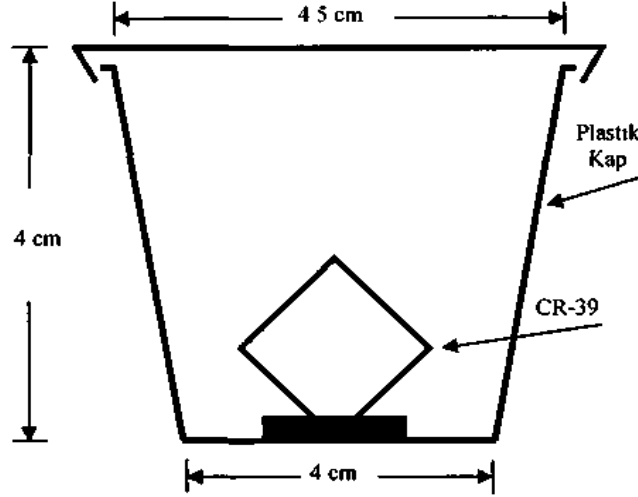
2. Deneysel Çalışma

Sivrice Fay Zonu üzerine kurulmuş olan dört radon gazı izleme istasyonlarının konumları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Radon gazı istasyonlarının Sivrice Fay Zonu üzerindeki konumları [7, 8].

Sivrice Fay Zonu üzerine kurulan radon izleme istasyonlarından alınan su ve toprak örneklerinde radon gazının yayılımının belirlenmesi ve izlenmesi çalışması da CR-39 detektörleri kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 2. Difüzyon kabı (içine iz detektörü yerleştirilmiş)[5].

Boyutları 2cmx2cm olarak kesilen iz detektörleri bardak benzeri boyutları 4, 5 cm ve 9 cm olan plastik radon difüzyon kabı içine yerleştirildi. Difüzyon kabı da numunenin bulunduğu kabın içerisine yerleştirildi. İçerisine iz detektörü yerleştirilmiş olarak bir difüzyon kabı Şekil 2'de gösterilmiştir.

Toprak ve su havasındaki radon gazı aktivitesinin hesaplanması,

$$C_{Rn} = \frac{\rho}{\eta T} \quad (1)$$

Denklemleri kullanılarak yapılmıştır. Burada, C_{Rn} (kBq/m³) birimi cinsinden radon derişimi, ρ iz yoğunluğu (iz/cm²), η deteksiyon verimi (0,089 (iz cm⁻² gün⁻¹)/(Bq m⁻³)) ve T algılayıcının radona maruz kaldığı süredir [9].

Bozunmalar sonucu açığa çıkan alfa parçacıkları detektör üzerine çarparak iz bırakır. Difüzyon kabı içine giren radon gazının, radyoaktif bozunması sonucu çıkan alfa parçacıklarının detektör ile etkileşmesi sonucu oluşacak izlerin sayısı, bu kap içine giren radon konsantrasyonu ile orantılıdır [8].

3. Sonuçlar ve Tartışma

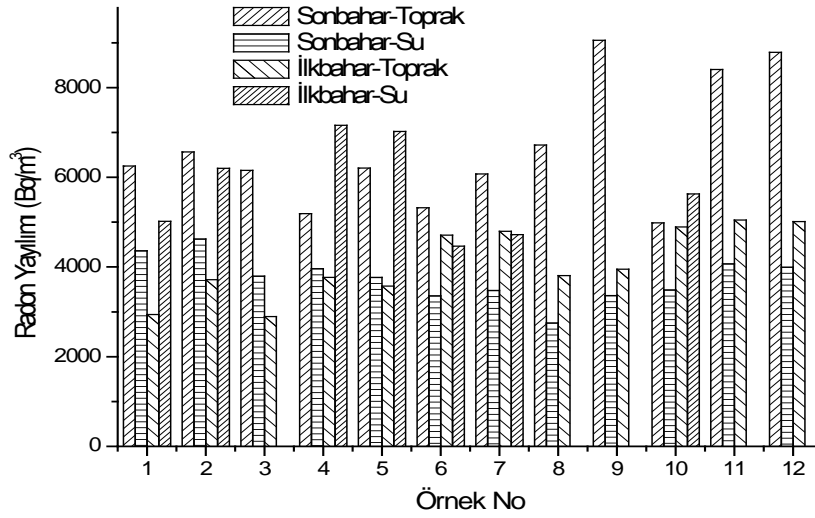
Fay Zonunda, tespit edilen dört istasyondan Sonbahar ve İlkbahar mevsimlerinde alınmış olan toprak ve su örneklerinin radon gazı yayılım değerleri Tablo 1 ve Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde, Sonbahar ve İlkbahar mevsimlerinde alınan toprak örneklerinin radon gazı yayılım değerlerinin sırasıyla; 4985±1284 Bq/m³ ile 9057±1831 Bq/m³ ve 2897±365 Bq/m³ ile 5049±1164 Bq/m³ değerleri arasında, Sonbahar ve İlkbahar mevsimlerinde alınan su örneklerinin radon gazı yayılım değerlerinin de sırasıyla; 2750±736 Bq/m³ ile 4624±1251 Bq/m³ ve 4464±1524 Bq/m³ ile 7163±1941 Bq/m³ değerleri arasında değiştiği görülür.

Tablo 1 ve Şekil 3 incelendiğinde; Sonbahar mevsiminde alınan toprak örneklerinde tespit edilen radon gazı yayılımının İlkbahar mevsiminde alınan toprak örneklerinde tespit edilen radon gazı yayılımından fazla olduğu görülmektedir. Yeryüzü yoğunlaşma seviyesinin sonbahar ayı boyunca ve kışın ilk yarısında yüksek ve ilkbahar boyunca da düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.

Tablo 1. Sonbahar ve İlkbahar mevsimlerinde alınan toprak ve su örneklerinde radon yayılımı.

Örnek Adı	Sonbahar		İlkbahar	
	Topraktaki Radon yayılımı (Bq/m ³)	Sudaki Radon yayılımı (Bq/m ³)	Topraktaki Radon yayılımı (Bq/m ³)	Sudaki Radon yayılımı (Bq/m ³)
I-1	6255±1315	4361±1042	2940±1750	5021±1143
I-2	6564±1353	4624±1251	3715±752	6200±1008
I-3	6155±1796	3798±1317	2897±365	-
II-1	5193±1468	3962±1122	3768±670	7163±1941
II-2	6206±1479	3771±1554	3577±732	7021±2521
II-3	5324±911	3357±1382	4712±1137	4464±1524
III-1	6073±1317	3477±708	4794±1409	4721±1251
III-2	6721±1431	2750±736	3809±1080	-
III-3	9057±1831	3361±1268	3949±1356	-
IV-1	4985±1284	3489±1228	4891±1349	5631±1907
IV-2	8408±1630	4071±1177	5049±1164	-
IV-3	8790±1904	3996±1032	5013±999	-

**Şekil 3.** Sonbahar ve İlkbahar mevsimlerinde alınan toprak ve su örneklerinin radon yayılımı. 1: I-1, 2: I-2, 3: I-3, 4: II-1, 5: II-2, 6: II-3, 7: III-1, 8: III-2, 9: III-3, 10: IV-1, 11: IV-2, 12: IV-3

İlkbahar mevsiminde alınan su örneklerinde tespit edilen radon gazı yayılımının Sonbahar mevsiminde alınan su örneklerinde tespit edilen radon gazı yayılımından fazla olduğu görülmektedir. İlkbahar mevsimine göre, Sonbahar mevsiminde yağışların az olmasından kaynaklanmış olabilir.

Ayrıca, Radon konsantrasyonu mevsimsel olarak $\pm\%10$ bir değişimle, her ilkbaharda maksimuma, sonbaharda ise minimuma ulaşır. Ancak, kayalar içinde oluşan mikro çatlaklar radon çıkışını sağlayabilir. Deprem öncesindeki küçük deformasyonlara bağlı olarak kayalarda oluşan mikro çatlaklar, kaya içindeki radonun kaya yüzeyine ulaşmasına ve suya karışmasına neden olacağından sudaki radon konsantrasyonunda bir artış görülecektir. [7].

Çalışma alanı jeolojik yapısı açısından (Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı) volkano-tortul kayalar, kireçtaşları, andezit, bazalt, volkanik breş ve bunları kesen diyabaz dayklarından oluşmaktadır. Bu kayaç türleri genellikle alfa parçacıklarını absorbe etme özelliğine sahiptir [10, 11]. Ayrıca, kırık zonlar üzerindeki yer altı sularında çözünmüş uranyum iyonları veya ürün çekirdekler vardır ve bunlar, yeryüzüne yakın yerlerde çökürlür, böylece bunların bozunmasından oluşan radyumdan da radon yayılır [4]. İstasyonların fay hattı üzerinde bulunması, bölgenin jeolojik oluşumunun radon birikimine müsait olması nedeniyle radon gazı çıkışının yüksek çıkması beklenen bir durumdur.

Kaynaklar

1. Özger A. G. 2005. Ceyhan, Yumurtalık ve Pozantı bölgelerinin Doğal Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
2. Valkovic V. 2000. Radioactivity in the Environment, Elsevier Science B.V., Netherlands.
3. UNSCEAR, 1988. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on The Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly, United Nations, New York.
4. Baykara O. 2005. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Hatlarının Kesişim Bölgesindeki Doğal Radyoaktivite Tayini. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ.
5. Garver E., Baskaran M. 2004. Effects of Heating on the Emanation Rates of Radon-222 from a Suite of Natural Minerals, Applied Radiation and Isotopes, 61: 1477-1485.
6. Nelson P. H., Rachiele R. and Smith A. 1983. Transport of Radon in Flowing Boreholes at Stripa, J. Geophys Res 88, Sweden, 2395-2405.
7. Doğru M., Bingöl A.F., Aksoy E., İnceöz M., Baykara O., Kūlahci F., Şahin S. . 2008. Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) Üzerinde Radon Gazı Hareketlerinin İzlenmesi, TÜBİTAK Projesi, Fırat Üniversitesi, Proje No: 104Y158.
8. Şahin S. 2009. Sivrice Fay Zonundaki Radon Değişimi ve Doğal Radyoaktivite, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Elazığ.
9. Baykara O., Doğru M., Taşdemir B. 2006. Determination of Radium and Radon Concentrations in Some Rock Samples, e-Journal of New World Sciences Academy, 1(2): 62-66.
10. Z. Gürocak, Sivrice (Elazığ) Çevresinin Jeolojisi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ, 1993
11. Güzel S. 1997. Kürkköy (Sivrice)- Karakaya Baraj Gölü Arasında Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Jeolojik Özellikleri, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ.