



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2009, Volume: 4, Number: 4, Article Number: 1A0042

ENGINEERING SCIENCES

Received: December 2008
Accepted: September 2009
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2009 www.newwsa.com

Müslim Murat Saç
Erdener Yumurtacı
Ege University
muslum.murat.sac@ege.edu.tr
Izmir-Turkey

BURSA BÖLGESİNDE BAZI BİNALARDA DOĞALGAZDAN GELEN RADON KATKISININ İNCELENMESİ

ÖZET

Bu çalışmada Bursa ili kapalı alanlarında doğalgaz kullanımından gelen radon katkısı incelenmiştir. Katıhal nükleer iz kazıma LR-115 film detektörleri kullanarak doğalgazın kullanıldığı ve kullanılmadığı bina içi kapalı ortamlarda (evlerde) radon konsantrasyonları saptanmıştır. Elde edilen ortalama değerler birbiri ile karşılaştırılmıştır. Doğalgaz kullanılan kapalı ortamlarda ortalama radon konsantrasyonları 111.51 Bq m^{-3} ile 236.98 Bq m^{-3} arasında değişmektedir. Doğalgazın kullanılmadığı binalarda ise ortalama radon konsantrasyonları 67.63 Bq m^{-3} ile 69.68 Bq m^{-3} arasında bulunmuştur. Elde edilen bu değerlerden, doğalgaz kullanılan binalardaki radon konsantrasyonlarının doğalgaz kullanılmayan binalardakilerden daha yüksek olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Radon, Doğalgaz, Bina içi Radon Konsantrasyonu, Uranyum-238 Bozunma Zinciri, Alfa parçacıkları

INVESTIGATION OF RADON CONCENTRATIONS COMING FROM NATURAL GAS IN SOME BUILDINGS IN BURSA REGION

ABSTRACT

In this study, the contributions coming from natural gas in indoor environments of Bursa Distinct were investigated. Using the solid state nuclear track etching LR-115 film detectors, the radon concentrations of the closed buildings (houses) where natural gas is used and not used were determined. The obtained mean values were compared to each other. It was found that the mean radon concentrations in closed atmospheres using natural gas varied from 111.51 Bq m^{-3} to 236.98 Bq m^{-3} . In the buildings where natural gas is not used the mean radon concentrations were found between 67.63 Bq m^{-3} , 69.68 Bq m^{-3} . It is clearly seen that the radon values of the houses where natural gas is used is higher than the houses not using natural gas.

Keywords: Radon, Natural Gas, Indoor Radon Concentration, Disintegration Chain of Uranium-238, Alpha Particles



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ülkemizde konutlarda, endüstriyel alanlarda ve elektrik üretiminde oldukça fazla olarak kullanılmaya başlanan doğal gaz temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağı olarak nitelendirilmektedir. Ancak radyoaktif bir toprak gazı olan radon (Rn-222) doğal gazla beraber gaz tesislerine ve kapalı ortamlara taşınır. Birçok ortamda (konutlar ve özellikle de endüstride) doğal gazın yanması sonucu radon ürünleri polonyum-218, kurşun-214, bizmut-214, polonyum-214 atmosfere salınır. Radon ve ürünlerinin akciğerlere depolanması vücut içi radyoaktivite birikimine ve dolayısıyla sağlık riski oluşumuna neden olur [1].

Radon (^{222}Rn , $T_{1/2}=3,825$) doğada bulunan tek radyoaktif gazdır. Ayrıca 8A grubu elementi olduğundan asal bir gazdır. ^{222}Rn , ^{238}U bozunma serisine ait olan ^{226}Ra (Radyum)'un bozunması sonucu oluşan ve alfa ışıması yapan bir gaz elementtir (Tablo 1)[2].

Yer kabuğunda bulunan az miktardaki (ortalama 3 ppm) uranyumdan meydana gelen radon gazı kayalar ve topraklar arasındaki çatlaklardan atmosfere yayılmakta ve böylece atmosfer içinde yaklaşık 0.1 pCiL^{-1} 'lik ortalama bir radon konsantrasyonu bulunmaktadır. Yer kabuğundaki kayalarda bulunan radon ya doğrudan gaz olarak ya da yeraltı suyundan çözünerek yeryüzüne ulaşır ve oradan atmosfere yayılır [3].

Radon gazı bozunduğu zaman oluşan ^{218}Po (Polonyum-218) atomları, iyonize halde, hava içindeki herhangi bir parçacığa yapışma eğilimindedir. ^{214}Pb (Kurşun-214), ^{214}Bi (Bizmut-214) ve ^{214}Po (Polonyum-214) atomlarının pek çoğu oluştuklarında bir parçacığa yapışmış haldedirler. Dış radyasyon tehlikesi oluşturmayan radonun uzun süre solunması ve yutulması, önemli bir sağlık riski oluşturabilmektedir. Radonun bozunma ürünlerinin, genellikle akciğer mukozasına yerleşerek akciğer kanseri riskini artırdığı belirtilmiştir [4].

Tablo 1. Uranyum-238 bozunma zinciri [2]
(Table 1. Disintegration chain of uranium-238 [2])

Bozunma Zincirinin Ara Ürünleri	Yayılan Radyasyon Çeşidi	Yarılanma Süresi ($T_{1/2}$)
Uranyum-238	alfa	24.1 Gün
Protaktinyum-234 m	beta, gama	1.17 Gün
Uranyum-234	alfa	45000 Yıl
Toryum-230	alfa	80000 Yıl
Radyum-226	alfa	1602 Yıl
Radon-222	alfa	3.823 Gün
Polonyum-218	alfa	3.05 Dakika
Kurşun-214	alfa	26.8 Dakika

Konutlarda konuta giren radonun asıl kaynağı, binanın inşa edildiği arazide bulunan toprak ve kayalardır. Radon, uranyumun mevcut olduğu tüm kayalardan ve topraktan gelmekte olup gaz olması nedeniyle bulunduğu ortamın boşluklarında ilerleyerek atmosfere kaçma eğilimi göstermektedir. Radon volkanik kayalarda, kumtaşı ve kireçtaşından daha yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Radon atomlarının hareketi, yayılma veya taşınma ile olabilir. Radonun çıkış hızı; toprak-hava arakesitinde birim alan başına, radyoaktivite aktarımı oranı olarak tanımlanmaktadır. Toprakten gelen aktivitenin yalnızca küçük bir yüzdesi, çatlak olmayan 0.2 m kalınlığındaki betona aktarılır. Beton tabakada çatlak varsa, topraktan gelen aktivitenin %25'inin yayılma yolu ile beton tabakaya aktarılacağı hesaplanmıştır [3].

Doğalgazdan dolayı ortamda radon ve ürünlerinin konsantrasyonunun artışının nedenleri doğal gazın yanmasından kaynaklanmaktadır. Doğalgazın önemli bir ev içi radon kaynağı olduğu



bilinmektedir. Doğalgazın üretim kuyularındaki radon konsantrasyonu, dedekte edilemeyen seviyelerden, 50 kBq m⁻³ seviyesine kadar değişik değerler göstermektedir. Doğalgazın endüstriyel işlemleri, saflaştırma ve hidrokarbonlardan ayırıştırma işlemlerini içerir. Bu hidrokarbonların bazıları yakıt olarak kullanılırken, bazıları sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) olarak, basınç altında şişelenerek satılmaktadır. Doğalgaz, evlerde kullanıldığında radon gazı ortaya çıkarak ev içi radon konsantrasyon seviyesini artırır. Yanma ürünleri havalandırma ile dışarı atılırsa, radon kaynağı ihmal edilir [5].

İnsanların özellikle büyük toplum gruplarının, küçük olsa dahi sürekli olarak radyasyona maruz kalmasının toplum sağlığını olumsuz yönde etkileyeceği görüşü, Birleşmiş Milletler Atomik Radyasyonun Etkileri Bilimsel Komitesi tarafından yayınlanan UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations) raporları ile de desteklenmiştir.

Uluslararası Radyasyon Korunması Komitesi (ICRP), radona maruz kalmayı sınırlandırarak limit değerler tavsiye etmiş ve yıllık doz için bir eylem seviyesi tespit etmiştir. Eylem seviyesinin, 3-10 mSv arasında sınırlandırılması tavsiye edilmiştir. Bu doz değerlerine karşılık gelen radon konsantrasyonu evler için 200-600 Bq m⁻³, iş yerlerinde ise 500-1500 Bq m⁻³ arasında olacak şekilde bir değer tespit edilmesi önerilmiştir [6].

Radonun asıl kaynağının uranyum olması nedeniyle radon konsantrasyonu yer kabuğu üzerinde bölgeden bölgeye değişiklikler göstermektedir. Bu nedenle radon konsantrasyonunda izin verilen limit değerler ülkeler arasında değişiklikler göstermektedir. İngiltere'de bu değer 200 Bq m⁻³, Avrupa ülkelerinde 400 Bq m⁻³, yeni inşa edilecek binalarda 200 Bq m⁻³, Kanada'da ise 800 Bq m⁻³ olarak kabul edilmiştir. Türkiye'de ise bu değer Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği'nde 400 Bq m⁻³ olarak belirlenmiştir. ²²²Rn ve ürünleri akciğerlere yerleşerek akciğer kanseri riskini arttırıcı etki yaparlar. Örneğin, Amerika'da NCRP (National Council on Radiation Protection) kurumu, bina içi radona maruz kalarak, bir yılda 5000 ile 20000 kişinin; EPA (Environmental Protection Agency) kurumu ise ortalama 20000 kişinin radon alımından oluşan akciğer kanserinden öldüğünü tahmin etmektedirler[7,8].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

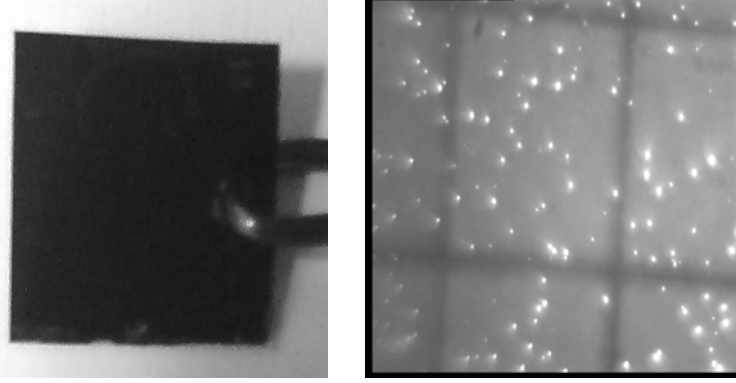
İnsan sağlığını tehdit eden doğal kaynaklı çevre tehlikelerinden bir tanesi de radon gazıdır. Radon kapalı ortamlara birçok yolla girebilmektedir. Radonun ortamda artmasına neden olan etkenlerden en önemlisi doğalgazdan gelen katkılardır. Solunum yolu ile akciğerlere geçen radon gazı akciğer dokusunda hasara ve zaman içerisinde kansere neden olabilmektedir.

Ülkemizdeki bina içi radon konsantrasyonları ile ilgili birçok çalışma yapılmasına karşın doğalgazdan gelen radon katkısı hakkında çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, doğalgazdan gelen radon fazlalığının tespit edilmesi ve bu fazlalığa uygun önlemlerin alınması gerekmektedir.

3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

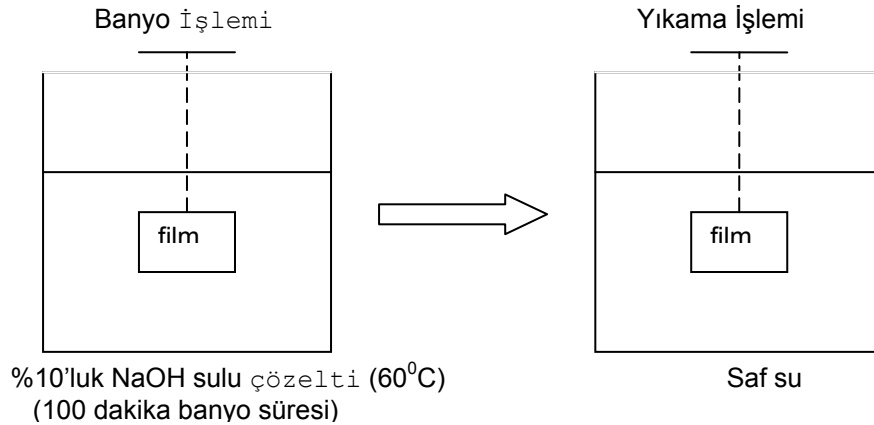
Bu çalışmada, doğal gazın bileşiminde bulunan ve doğalgaz ile birlikte bina içine taşınan radon gazı konsantrasyonunun tespitinde Kodak LR-115 nükleer iz kazıma film dedektörü (SSNTD: Solid State Nuclear Track Detector) kullanılmıştır. LR-115 film dedektörler radon gazının ve ürünlerinin yayınladığı alfa parçacıklarına duyarlıdır. Film dedektörlere çarpan alfa parçacıkları bu filmler üzerinde, ışık mikroskobu ile görülebilecek izler bırakmaktadır[9]. Kullanılan film dedektörler 1 cm x 1 cm büyüklükte yüzey alanına sahip kareler halinde kesilerek hazırlanmıştır (Şekil 1). Bina içi ortamlardaki nem

ve güneş ışığı etkilerinden korumak için, filmler ince teller vasıtasıyla ışık almayan duvar köşelerine ve davlumbaz dışı gibi noktalara asılmıştır. Çalışmada, Bursa ilinde doğalgaz kullanılan 4 adet bina içi ortam (ev mutfakları) ve 2 adet de doğalgazın hiç kullanılmadığı bina içi ortam seçilmiştir. Bu ortamlarda LR-115 film dedektörleri bir hafta boyunca tutularak alfa ışımaya maruz kalmaları sağlanmıştır. Bina içine çeşitli yollar ile taşınan radon gazı, alfa ışımaya yaparak dedektörde iz bırakmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. LR-115 film dedektörü ve alfa parçacıklarının film dedektörler üzerinde bıraktığı izler
(Figure 1. LR-115 Film Detector and tracks of alpha particles on film detectors)

Bina içi kapalı ortamlarda 1 hafta süreyle radon gazı ve ürünlerinden gelen alfa taneciklerine maruz kalan filmler, %10'luk NaOH çözeltisinde 60 °C sıcaklıkta 100 dakika banyo edilmektedir. Gereken banyo süresi sonunda filmler çözeltiden çıkarılarak saf su ile yıkanıp bir sürede saf suda bekletilmektedir (Şekil 2) [10].



Şekil 2. LR-115 Film Dedektörlerin banyo edilmesi ve yıkanması süreci
(Figure 2. Etching bath and washing process of LR-115 film detectors)

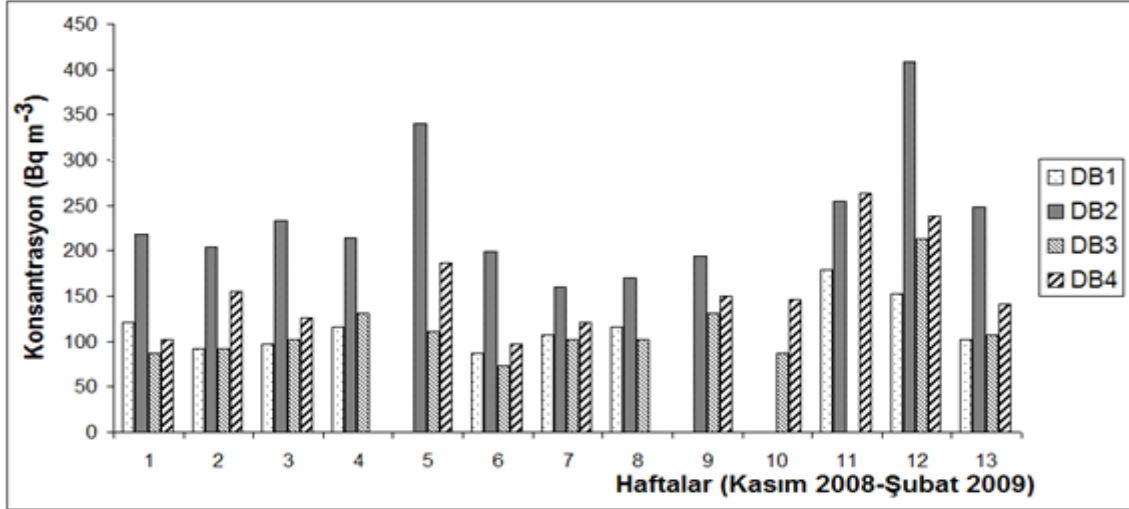
Filmlerin bir kısmı, 200 büyütme ışık mikroskobu kullanılarak izlerin teker teker sayılması yöntemi ile okunmuştur. 1 cm² yüzey alanına sahip olan filmlerin üzerine alfa tanecikleri tarafından bırakılan izler iz cm⁻² gün⁻¹ birimine göre tespit edilmeye çalışılmıştır. Filmlerin diğer kısmı ise Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde dijital mikroskop ve ona ait yazılım kullanılarak saydırılmıştır. Sayımlar iz cm⁻² gün⁻¹ birimine göre



hesaplandıktan sonra Singh ve çalışma grubu (1986) [11, 12] tarafından önerilen çevirme faktörü ($1 \text{ iz cm}^{-2} \text{ gün}^{-1}=34 \text{ Bq m}^{-3}$) ile düzeltilerek Bq m^{-3} olarak hesaplanmıştır.

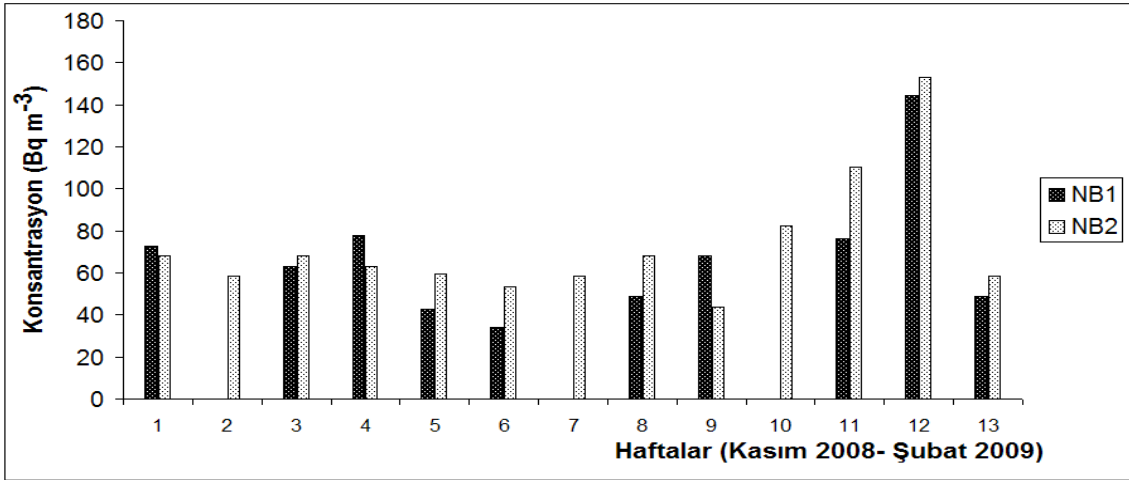
4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Haftalık radon gazı konsantrasyonları ve konsantrasyonların istasyonlara göre dağılımları Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmektedir.



Şekil 3. Doğalgaz kullanılan binalarda radon gazı konsantrasyonları (haftalık)

(Figure 3. Radon gas concentrations in the buildings with the natural gas (per week))



Şekil 4. Doğalgaz kullanılmayan binalarda radon gazı konsantrasyonları (haftalık)

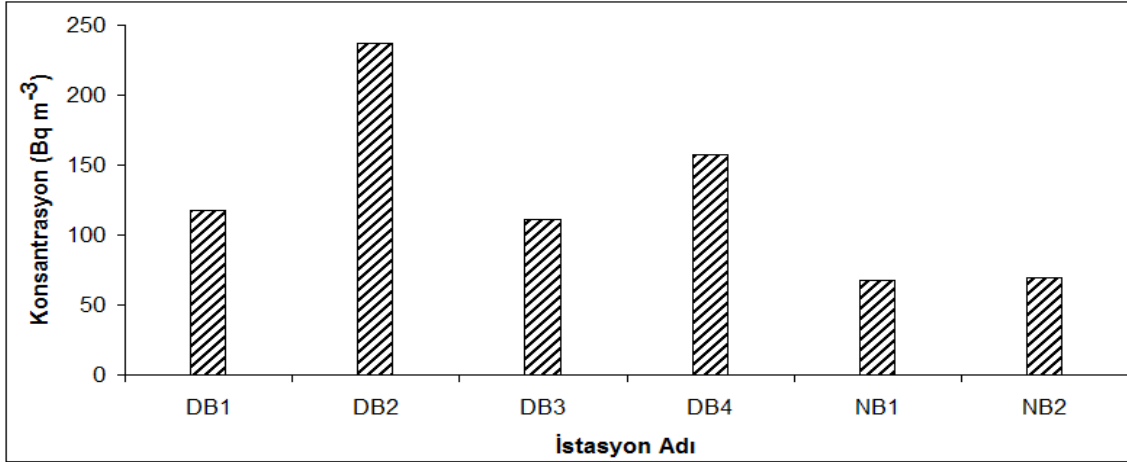
(Figure 3. Radon gas concentrations in the buildings without the natural gas (per week))

İstasyonların ortalama radon konsantrasyonları Tablo 2'de ve Şekil 5'te gösterilmektedir.



Tablo 2. İstasyonların ortalama radon konsantrasyonları
(Table 2. Mean radon concentrations of the stations)

İstasyon Adı	Ortalama Radon Konsantrasyonu (Bq m ⁻³)
DB1	117.17
DB2	236.98
DB3	111.51
DB4	157.08
NB1	67.63
NB2	69.68



Şekil 5. Ortalama radon konsantrasyonları
(Figure 5. Mean radon concentrations)

Şubat 2009 tarihi sonuna kadar elde edilen sonuçlar incelendiğinde doğalgazı mutfak ortamında kullanmakta olan DB1, DB2, DB3 ve DB4 adlı istasyonların ortalama radon konsantrasyon değerlerinin doğalgaz kullanılmayan bina içi ortamlara (NB1 ve NB2) göre daha yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Bu tespitler, radon gazının ve alfa yayınlayıcısı olan ürünlerinin doğalgaz ile birlikte bina içi ortamlara kolaylıkla taşınabildiğini dolayısıyla da radon gazı konsantrasyonunun arttırdığı düşünülmektedir. İstasyonların kendi içinde haftalara göre değişimlerinin çok fazla fark etmediği göze çarpmaktadır. Bina bazında ele aldığımızda, özellikle DB2 adlı istasyonun konsantrasyon değerlerinin diğer bina içi ortamlardan oldukça fazla olduğu dikkat çekmektedir. Bu binada çevreden gelen radon gazı katkısının (toprakten, sudan ve inşaat malzemelerinden gelen radon katkısının) da yüksek olup olmadığı da ileride yapılacak bir çalışma ile ortaya konulabilir. Ancak bina içi konsantrasyon değerlerinin Türkiye için bina içi ortamlarda izin verilen en büyük değer olan 400 Bq m⁻³'ten daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu değer biraz daha aşağı bir değere (250 Bq m⁻³) çekilmesinin sağlık fiziği açısından yararlı olacağı düşünülmekte ise de ülkemizde bina yapılırken radon gazı ile ilgili hiçbir kıstasın dikkate alınmadığı da göze çarpan bir gerçektir. Gelişmiş ülkelerde (İngiltere, Fransa vb gibi) izin verilen değerler ile ilgili denetçi kurum ve kuruluşlar (EPA Environmental Protection Agency Amerika, IGEM Institution of Gas Engineers and Managers İngiltere vb gibi) oldukça ciddi bir şekilde çalışmakta ve standartları belirlemektedirler [8].

Bu çalışma ve buna benzer çalışmalar sayesinde Türkiye'de iller genelinde radon konsantrasyonu haritasının çıkartılabilir ve il bazında farklılıklar varsa bunların nedenlerinin neler olduğu araştırılabilir.



Radon gazının insanlara zarar verici etkinliğini azaltabilmek için, topraktan gelen radona karşı, binalar sıkı ve sızdırmaz yapıda (tight construction) tasarlanmalıdır. Binalarda iyi bir havalandırma sistemi yapılarak doğalgaz kullanmanın avatajlarından faydalanmak gerekmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Ackers, J.G., (1990). Direct Measurement of Radon Exhalation From Surfaces, Radiation Protection Dosimetry 7, 1-4, pp:199-201.
2. Köksal, M., Çelebi, N. ve Özçınar, B., (1993). İstanbul'daki Evlerde Binaıçi Radon Konsantrasyonları Sağlık Fiziği 65, ss:87-88.
3. Nakoman, E., (1979). Radyoaktif Hammaddeler Jeolojisi, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Eğitim Serisi No. 20, Ankara.
4. Li, C., (1990). Field Evaluation and Health Assessment of Air Cleaners in Removing Radon Decay Products in Domestic Environments. Doktora Tezi. 1.
5. Dixon, D.W., (2001). Radon Exposures From The Use Of Natural Gas In Buildings, Radiation Protection Dosimetry Vol. 97, No. 3, pp:259-264.
6. Papastefanou, C., (2002). An overview of instrumentantion for measuring radon in soil gas and groundwaters Journal of Environmental Radioactivity 63 pp:271-283.
7. ICRP, (1993). Protection against radon-222 a home and at work. International Commission Radiological Protection. Oxford Pergamon Press, ICRP Publication No. 65.
8. UNSCEAR, (1982). Ionizing Radiation Sources and Biological Effects. United Nations, New York.
9. Kathren, R., (1984). 'Radioactivity in the Environment Sources, Distribution and Surveillance, Harwood Academic Publishers, OPA, Amsterdam.
10. Canoba, A.C., López, F.O., Arnaud, M.I. and Oliveira, A.A., (1998). Indoor Radon Measurements in Argentina, 10th International -Congress of the International Radiation Protection Association - IRPA pp:199-203.
11. Singh, M., Singh, N.P., Singh, S., and Virk, H.S., (1986). Calibration of radon detectors. Nuclear Tracks 12 (1-6), pp:739742.
12. Singh, S., (2006). Geological significance of soil gas radon:A case study of Nurpur area District Kangra, Himachal Pradesh, India, Radiation Measurements 41, pp:482-485.