

Artvin İlinde Yetişen Bazı Tarım Ürünlerinde Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi

Yaşar KOBYA^{1*}, Cafer Mert YEŞİLKANAT²

ÖZET: Bu çalışmada, Artvin ilinde yetiştirilen bazı tarım ürünlerinde (lahana, patates, fasulye ve mısır) doğal ve yapay radyasyon seviyeleri belirlenmiştir. Artvin ilini temsil edecek şekilde mısır ve fasulyeden 24'er adet, patates ve lahanadan ise 15'er adet olmak üzere toplam 78 adet numune toplanmıştır. Toplanan tarım ürünleri, Canberra marka GX5020 model HPGe dedektör içeren gama spektrometre sayım sistemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz sonucu tarım ürünü örneklerinin içerdiği ²²⁶Ra, ²³²Th ve ⁴⁰K doğal radyonüklitlerin ve fisyon ürünü olan yapay ¹³⁷Cs radyoizotopun aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir. Mısır için bu ortalama aktivite değerleri sırasıyla; 9.5, 12.7, 279.0, 23.5 Bq/kg, patates için sırasıyla; 11.7, 12.9, 307.9, 32.5 Bq/kg, fasulye için sırasıyla; 10.7, 16.3, 392.5, 41.1 Bq/kg ve lahana için sırasıyla; 25.9, 36.3, 486.5, 15.4 Bq/kg olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler dünya üzerinde farklı yerlerde yapılan benzer çalışmalar ve UNSCEAR referans değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen ²²⁶Ra ve ²³²Th ortalama aktivite sonuçlarının UNSCEAR referans değerlerinden yüksek çıkmıştır. Son olarak tarım ürünlerindeki radyoaktivite düzeylerinin dağılımı, belirli bir renk skalasında haritalandırılarak gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarım Ürünleri, Doğal ve Yapay Radyoaktivite, Gamma-Ray Spektrometre, Haritalama, Artvin

Determination of Radioactivity Levels in Some Agricultural Products in Artvin Province

ABSTRACT: In this study, natural and artificial radiation levels of some agricultural products (cabbage, potato, bean and corn) grown in Artvin province were determined. A total of 78 samples were collected from 24 pieces of corn and beans and 15 from potato and cabbage. The collected agricultural products were analyzed using a gamma spectrometer counting system including Canberra GX5020 HPGe detector. The activity concentrations of ²²⁶Ra, ²³²Th and ⁴⁰K natural radionuclides and fission product artificial ¹³⁷Cs radioisotope were determined. For corn, these average activity values are respectively; 9.5, 12.7, 279.0, 23.5 Bq/kg, respectively for potato; 11.7, 12.9, 307.9, 32.5 Bq/kg, respectively for bean; 10.7, 16.3, 392.5, 41.1 Bq/kg and for cabbage respectively; 25.9, 36.3, 486.5, 15.4 Bq/kg. The data obtained were compared with similar studies in different places in the world and the reference values of UNSCEAR. The results of ²²⁶Ra and ²³²Th average activity results obtained in this study were higher than UNSCEAR reference values. Finally, the distribution of radioactivity levels in agricultural products is shown by mapping on a specific color scale.

Keywords: Agricultural Products, Natural and Artificial Radioactivity, Gamma-Ray Spectrometer, Mapping, Artvin

¹ Yaşar KOBYA (Orcid ID: 0000-0001-7919-7552), Artvin Çoruh Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, Artvin, Türkiye

² Cafert Mert YEŞİLKANAT (Orcid ID: 0000-0002-7508-7548), Artvin Çoruh Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Artvin, Türkiye

* Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Yaşar KOBYA, e-mail: ykoby@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 15.03.2019
Kabul tarihi / Accepted: 14.06.2019

GİRİŞ

Radyoaktiflik, atom çekirdeklerinin bazı parçacıklar ve enerji yayınlamak suretiyle kendiliğinden bozulması olayı olup, çekirdek kararlı bir duruma gelinceye kadar devam eder (L'Annunziata 2007). Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı protonlarından fazla ya da tersi durum var ise, bu çeşit bir madde kararsızlık göstermekte ve çekirdek enerji yayınlamaya kararlı hale gelmeye çalışmaktadır. Bu şekilde çevresine ışınlar saçarak parçalanmış maddelere radyoaktif maddeler denilmektedir. Radyoaktif madde dışarıdan enerji almaksızın kendiliğinden çevresine radyasyon saçan bir madde olarak da tanımlanabilir (Kobyay 2009).

Radyasyon, tipine ve enerjisine göre yaşayan organizmalarda hücrelerin biyokimyasal mekanizmasını etkileyebilir. Bunun sonucunda, hücrelerin ve dolayısıyla tüm organizmanın yaşamını etkilemesi söz konusu olabilir. Radyasyonun yaşayan organizmalar üzerine etkisi, radyasyonu oluşturan izotoplara bağlı olarak değişir. Bazı izotoplar insan bünyesinde (kemik ve dokularda) birikim yaparlar ve biyolojik açıdan olağanüstü tehlikeler yaratırlar (Barrett ve ark., 2012). Bu yüzden yüzeysel suların, toprağın, gıdaların ve havanın kabul edilebilir değerleri saptanırken, izotop içeriği de dikkate alınarak düşük sınır değerlerin koyulması çalışılmalıdır (UNSCEAR 2000).

Doğal radyoaktif elementlerin hepsi az miktarda da olsa mutlaka bütün kayaç ve toprakların bileşiminde ve dolayısıyla havada bulunur (Durrance 1986). Dünyanın oluşumu ile yer kabuğunun yapısında yer alan radyoaktif ^{232}Th , ^{238}U ve ^{235}U atomlarının alfa, beta parçalanmaları yaparak meydana gelen ürün atomları, bugün bilinen radyoaktif ürün atomlarını oluşturur. Yapay radyoaktif elementler ise; nükleer santral sızıntıları, nükleer silah denemeleri ve tıbbi aktivitelerden ortaya çıkan yapay radyoaktif çekirdeklerdir. Bu tür

radyoaktif çekirdeklere örnek olarak ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{55}Fe , ^{241}Am , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{131}I vb. gösterilebilir (Kobyay ve ark., 2015).

Tarım ürünlerindeki radyoaktivite, ilgili gıda maddesinin direkt ya da dolaylı yollarla doğal-yapay radyoaktif kontaminasyona uğramış toprak, su ve hava ile etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Örneğin; bitkilerin kökleri vasıtasıyla toprak ve su ile etkileşimi, yaprakları vasıtasıyla hava ile etkileşimi ve bitki tüketimi yapan hayvansal besin maddelerine geçişi vs. gösterilebilir (Izrael 2002). Toprakta bitki metabolizmasına genellikle kökler vasıtasıyla geçerler. Bir radyonüklid, radyonüklidin kimyasal yapısına, bitki metabolizmasındaki gereksinimine ve topraktaki fizikokimyasal faktörlere bağlı olarak bitki tarafından soğrulabilir (Desideri ve ark., 2010). Soğrulma olayı, radyoaktif özelliklerinden bağımsızdır. Bazı bitki türlerinde yüzey alanları çok büyük olduğu için, radyoaktif yağışlarla yere düşen radyoaktif tozların yapraklar tarafından tutulmaları daha fazla olmaktadır. ^{137}Cs 'nin de bitki yüzeylerinde tutulduğu çeşitli çalışmalar ile gösterilmiştir (Ciuffo ve ark., 2002; Badran ve ark., 2003; Desideri ve ark., 2010; Beresford ve ark., 2016). Ayrıca bitkilerdeki doğal radyonüklitler, hayvanlar vasıtasıyla da insana geçebilmektedir. İnek sütündeki ^{90}Sr 'nin %20'si topraktan otlar vasıtasıyla hayvana buradan da insan vücuduna geçer (Lettner ve ark., 2007).

Doğal radyonüklitler insan vücuduna sindirim veya solunum yollarıyla girebilirler. Vücuda sindirim yoluyla alınan doğal radyonüklitler ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K 'nin bozunma ürünleri olarak sayılabilir. Biyosferde bulunan karbon, hidrojen ve diğer kozmik kaynaklı radyonüklitler, kozmik ışın nötronlarının atmosferdeki azotla etkileşimleri sonucu ortaya çıkarlar ve çok az da olsa insan vücuduna girebilirler (UNSCEAR 2000).

Bu çalışmanın amacı, Artvin yöresinde yetiştirilen ve tüketilen bazı tarım ürünleri için

karasal radyolojik seviyelerin belirlenmesi ve literatürdeki benzer çalışmalar ve Dünya referans değerleri ile karşılaştırmalar yapılarak, radyasyon dağılımının incelenmesidir.

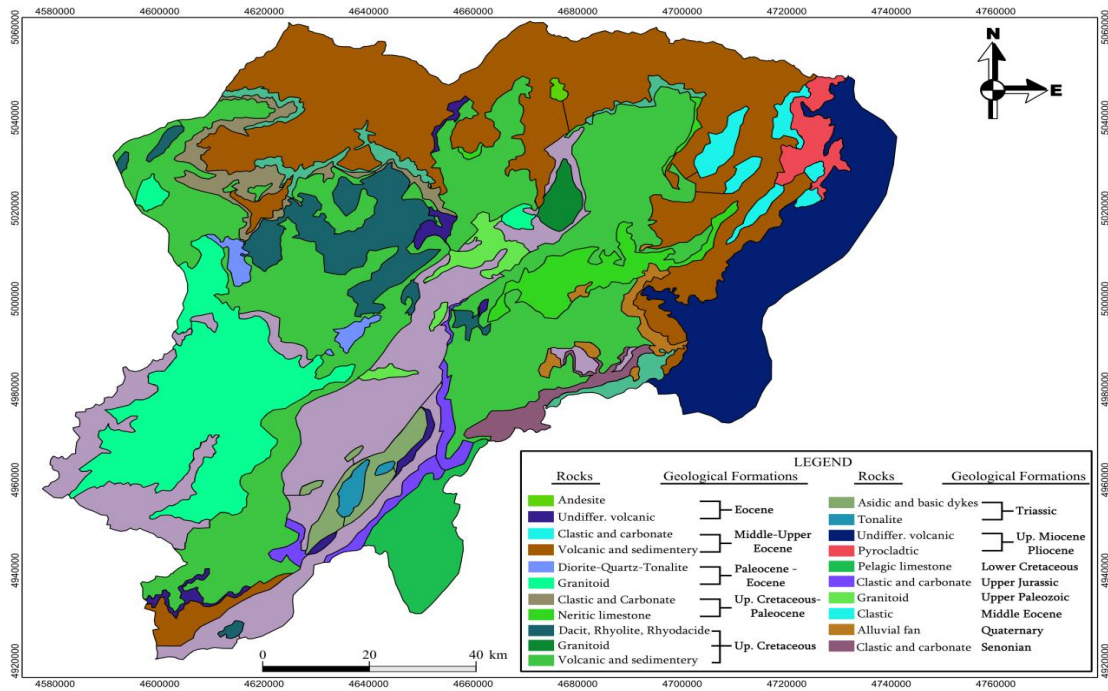
MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanının Coğrafik ve Jeolojik Yapısı

Artvin yöresi Doğu Karadeniz'in en doğusunda yer almaktadır. Batıda Rize, doğuda Ardahan, güneyde Kars ve Erzurum kuzeyde Karadeniz ve Gürcistan ile sınırı bulunmaktadır. Çalışma alanı 0-3300 metre arasında değişen yükseklikler ile Türkiye'nin en engebeli arazisine sahiptir. Ortalama yükseklik 2000 metre civarındadır. Jeolojik özelliklere bakıldığında tabandan tavana doğru Paleozoik metamorfikleri, jura yaşlı kayalar, kretase volkanik ve proklastitleri, eosen birimleri,

miyosen çökelleri, neojen volkanizması ve quaternar yaşlı çökellerden oluşmaktadır (Ustaomer ve Robertson 2010). Şekil 1'de bölgenin jeolojik haritası verilmiştir.

Artvin ilinde yayılan topraklar kırmızı-sarı podzolik topraklar (17%), Yüksek Dağ çayır toprakları (17%), Kireçsiz Kahverengi Orman Toprağı (12%), Alüvyal (4%), Kollivial (2%) ve Kahverengi Orman Toprağı (%48), olmak üzere altı grupta toplanmaktadır (Yukse ve Ölmez 2002). Bu toprak gruplarından kahverengi orman toprağı ve kireçsiz kahverengi orman toprakları özellikle ^{238}U - ve ^{232}Th kaynağı olarak yüksek radyasyon seviyelerine sebep olmaktadır (Degerlier ve ark., 2008). Ayrıca Artvin de organik madde ayrışması ve parçalanması yeteri ölçüde olmadığından, topraklar organik madde yönünden zengindir (Yeşilkanat ve ark., 2015).



Şekil 1. Artvin yöresinin jeolojik haritası (MTA 2002;Yeşilkanat 2016)

Numune Alınan Noktaların Belirlenmesi ve Toplanması

Artvin yöresinde homojen olarak belirlenen bölgelerde, toplam 24'er adet mısır ve fasulye ile 15'er adet patates ve lahana örneği toplanmış ve bu örnekler uygun şartlarda muhafaza edilmişlerdir. Toplanan numunelerin

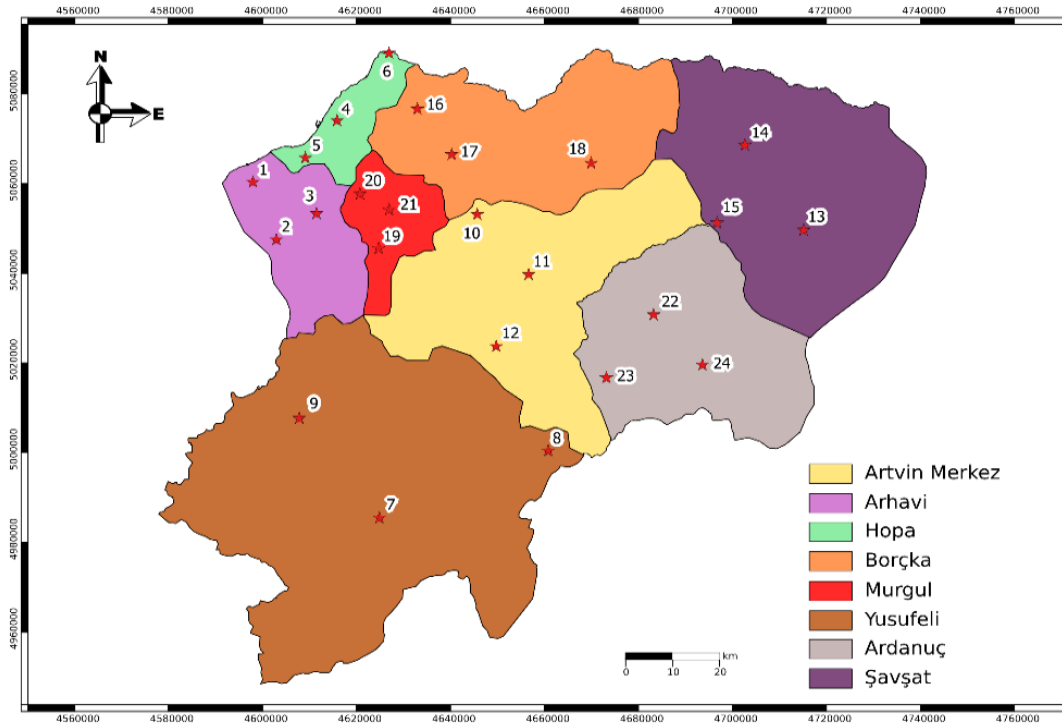
bölge mahsulü olmasına ve o yılın hasadının olmasına dikkat edilmiştir. Çalışılan bölgenin genişliği dikkate alındığında toplanan numunelerin bölgenin tamamını temsil edecek büyüklükte olmasına dikkat edilmiştir. Bu sebepten numuneler toplanırken bu durum göz önünde tutulmuş ve özellikle insanların daha çok

bulduğu yerleşim alanlarına yakın noktalardan örnekler toplanmaya çalışılmıştır. Şekil 2’de toplanan bu örnekler için istasyonlar gösterilmektedir.

Numunelerin Ölçüm İçin Hazırlanması

Artvin ilinde belirlenen istasyonlardan toplanan tarım örnekleri (mısır, patates, fasulye, lahana) laboratuvara getirilerek burada etüv fırınlarında uygun sıcaklıklarda (105-200 °C)

kurutulmuştur. Daha sonra desikatöre alınan numuneler burada bir süre bekletilmiştir. Ardından uygun değirmenlerde öğütülen gıda maddeleri toz haline getirilip homojen dağılım için elekten geçirilerek, korunaklı plastik kaplara konulmuş ve 1 ay bekletilerek (radyoaktif dengelenme için) ölçüm için hazır hale getirilmişlerdir.



Şekil 2. Tarım ürünü örneklerinin alındığı istasyonlar

Aktivite Konsantrasyonlarının Hesaplanması

Aktivite konsantrasyon ölçümleri için aşağıdaki formül kullanılmış olup, hesaplamalar Bq/kg biriminden hesaplanmıştır.

$$A(Bq/kg) = \frac{Net\ Alan}{Verim \times Bolluk \times Sayım\ süresi \times Numune\ miktarı}$$

En düşük ölçülebilen aktivite (Minimum Detectable Activity-MDA) değerlerinin hesaplanmasında ise aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$MDA = 2.71 + 4.65\sqrt{Boş\ Sayım} \times Verim \times Bolluk \times Numune\ miktarı \times Sayım\ süresi$$

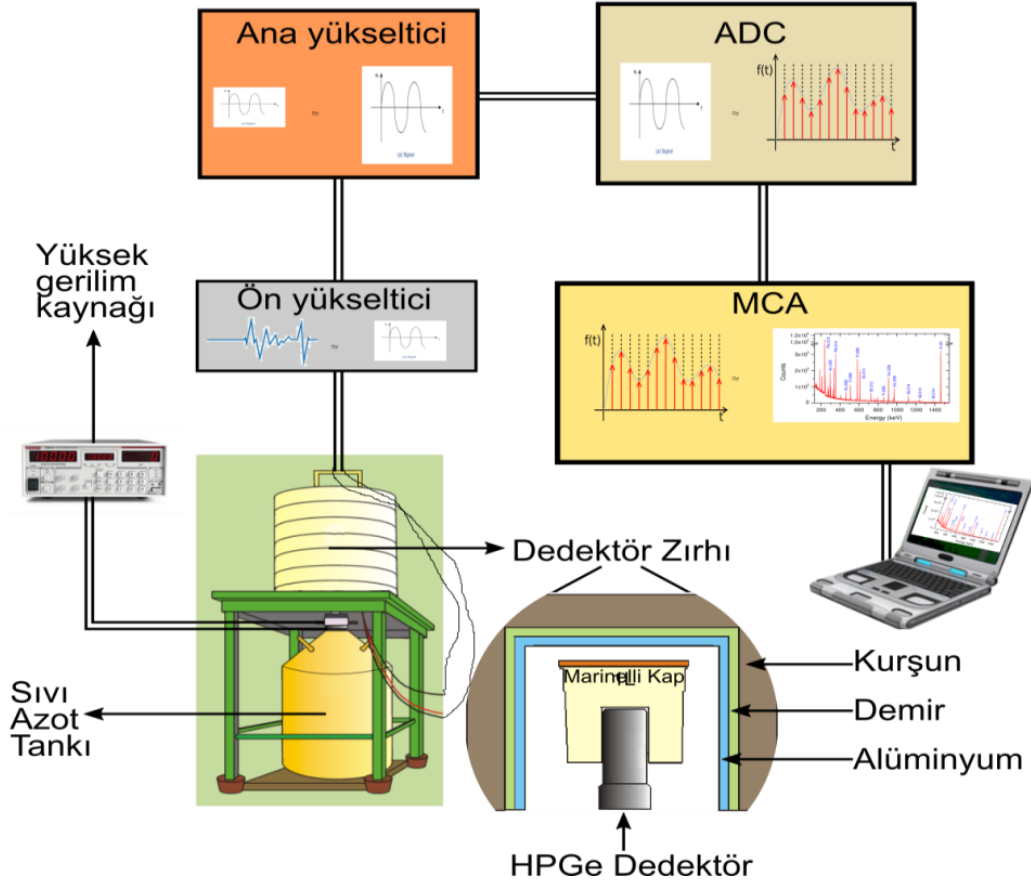
Bu çalışmada, MDA hesaplamaları her bir ölçüm istasyonu ve her bir numune için ayrı ayrı

hesaplanmıştır. Bu nedenle MDA değerleri arasında farklılıklar mevcuttur.

Numune Ölçüm Sistemi

Artvin’de toplanan gıda örneklerinin doğal radyoaktivite seviyelerinin belirlenmesinde Şekil 3’de blok diyagramı verilen analiz sistemi kullanılmıştır (ÇNEAM-Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi). Analiz sistemi

HPGe yarı-iletken detektör, beraberinde ön yükselteç ve yüksek voltaj filtresi ile güç kaynağı, ana yükselteç, sayısal-örneksel dönüştürücü (ADC), çok kanallı analizör (MCA), bilgisayar ve yazıcıdan oluşmaktadır (Taskin ve ark., 2009).



Şekil 3. Gama spektrometrik analiz sistemi blok diyagramı (Yeşilkanat 2016)

BULGULAR VE TARTIŞMA

Artvin İli Gıda Örneklerinde Radyoaktivite Ölçüm Sonuçları

Artvin ilini temsil edecek şekilde, GPS cihazı ile koordinatları belirlenen noktalardan gıda numuneleri, örnek alım kurallarına dikkat edilerek alınmıştır. Her bir gıda örneği (mısır, fasulye, patates, lahana), gama spektrometre sayım sistemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda her bir gıda örneğinin radyoizotop

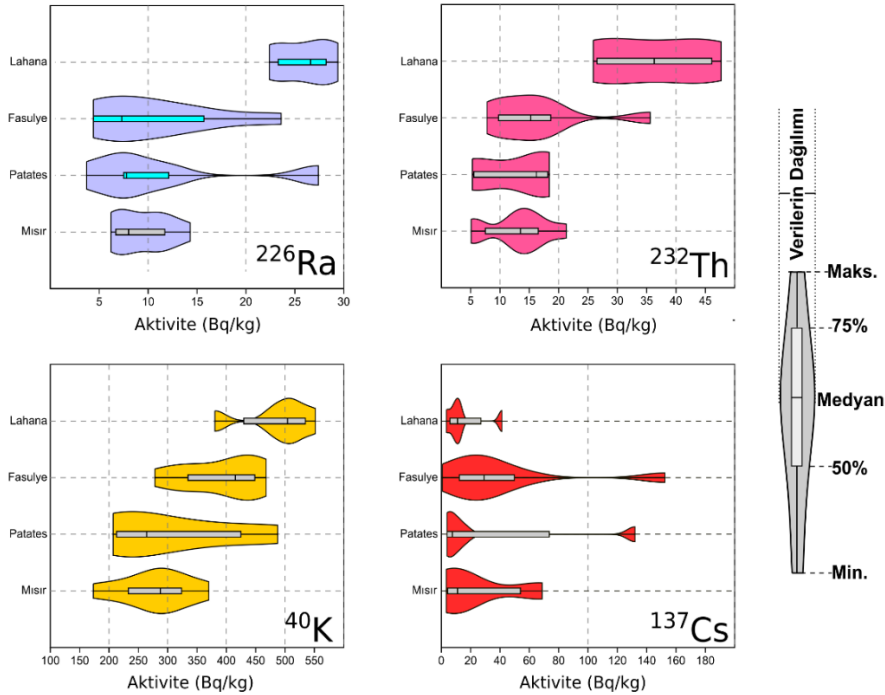
içeriği ve aktivite konsantrasyonları belirlenmiş olup her bir radyoizotop için Artvin ili radyoaktivite dağılım haritaları oluşturulmuştur. Gama spektrometre sayım sisteminde yapılan analiz sonucu Artvin ili gıda örneklerinde konsantrasyonları belirlenen radyoizotoplar; Radyum (^{226}Ra), Toryum (^{232}Th), Potasyum (^{40}K) ve fisyon ürünü olan Sezyum (^{137}Cs)’dur. Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen bulgular ve verilerin istatistiksel özeti Çizelge 1’de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Artvin ili tarım ürünleri için radyoaktivite ölçüm sonuçları ve istatistiksel özet

	Mısır (Ortalama Değerler)				Patates (Ortalama Değerler)				Fasulye (Ortalama Değerler)				Lahana (Ortalama Değerler)			
	Ra-226 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	K-40 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Ra-226 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	K-40 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Ra-226 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	K-40 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	Ra-226 (Bq/kg)	Th-232 (Bq/kg)	K-40 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
Arhavi	8	21.3	282.5	68.7	-	-	-	-	7.3	10.8	406.2	<10	23.3	25.9	380.4	12.8
Hopa	11	15.1	292.7	19.3	-	-	-	-	12.9	16.1	450.2	55.5	22.4	27.2	478.9	3.5
Borçka	7.2	5.1	224.8	15.3	7.5	5.8	219	15.2	<4.4	9.4	278.1	32.9	28.2	47.7	551.7	8.3
Murgul	6.2	12.4	369.9	<6.9	-	-	-	-	4.4	7.8	333.6	152.4	29.4	36.3	504.2	41.3
Merkez	<6.7	5.9	173.3	3.4	3.7	5.3	206.9	4.1	23.6	35.6	424.2	19	26.6	44.5	517.6	11.1
Şavşat	14.3	17	300	5.3	7.8	17.9	487.3	3.9	15.7	18.2	467.8	29	-	-	-	-
Ardanuç	11.7	14.6	331.5	65.5	12.1	18.4	362.2	7.5	10.1	18.8	337.5	29.2	-	-	-	-
Yusufeli	10.8	12.3	257.8	3.9	<27.4	<16.2	264.1	132	7.2	14.4	443.1	0.8	-	-	-	-
İl Ort.	9.5	12.7	279.0	23.5	11.7	12.9	307.9	32.5	10.7	16.3	392.5	41.1	25.9	36.3	486.5	15.4
Standart Sapma	2.88	5.41	61.20	27.48	9.26	6.59	117.4	55.78	6.54	8.75	67.96	47.85	3.04	9.85	64.89	14.90
Eğrilik	0.44	-0.21	-0.37	1.27	1.68	-0.54	1.05	2.19	1.15	1.69	-0.66	2.20	-0.20	0.05	-1.34	1.91
Basıklık	-1.02	-0.35	0.22	-0.23	3.08	-3.23	-0.01	4.86	1.03	3.58	-0.98	5.38	-2.49	-2.69	2.29	3.99

Çizelge 1 incelendiğinde; mısır için en yüksek ortalama aktivite değerleri ^{226}Ra için Şavşat'ta, ^{232}Th ve ^{137}Cs için Arhavi'de ve ^{40}K için Murgul ilçesinde, en düşük ortalama değerler ise ^{226}Ra ve ^{40}K için Merkez'de, ^{232}Th için Borçka'da ve ^{137}Cs için Murgul ilçesinde ölçülmüştür. Patates için en yüksek ortalama aktivite değerleri ^{226}Ra ve ^{232}Th için Ardanuç'ta, ^{40}K için Şavşat'ta ve ^{137}Cs için Yusufeli ilçesinde, en düşük ortalama değerler ise ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K için Merkez'de ve ^{137}Cs için Şavşat ilçesinde ölçülmüştür. Fasulye için en yüksek ortalama aktivite değerleri ^{226}Ra ve ^{232}Th için Merkez'de, ^{40}K için Şavşat'ta ve ^{137}Cs için Murgul ilçesinde, en düşük ortalama değerler ise ^{226}Ra ve ^{40}K için Borçka'da, ^{232}Th için Murgul'da ve ^{137}Cs için Arhavi ilçesinde ölçülmüştür. Son olarak lahanada için en yüksek

ortalama aktivite değerleri ^{226}Ra ve ^{137}Cs için Murgul'da ve ^{232}Th ve ^{40}K için Borçka ilçesinde, en düşük ortalama değerler ise ^{226}Ra ve ^{137}Cs için Hopa'da ve ^{232}Th ve ^{40}K için Arhavi ilçesinde ölçülmüştür. Mısırdaki Artvin ili geneli için ortalama ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs değerleri sırasıyla 9.5, 12.7, 279.0 ve 23.5 Bq/kg; patatesteki Artvin ili geneli için ortalama ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs değerleri sırasıyla 11.7, 12.9, 307.9 ve 32.5 Bq/kg; fasulyedeki Artvin ili geneli için ortalama ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs değerleri sırasıyla 10.7, 16.3, 392.5 ve 41.1 Bq/kg; lahanada Artvin ili geneli için ortalama ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs değerleri sırasıyla 25.9, 36.3, 486.5 ve 15.4 Bq/kg olarak bulunmuştur.



Şekil 4. Fasulye, Mısır, Lahana ve Patates örnekleri için kutu bıyık diyagramları

Şekil 4’de Artvin il geneli için fasulye, mısır, lahanaya ve patates örneklerinin aktivite sonuçlarına ait kutu-bıyık diyagramları ve dağılım eğrileri gösterilmektedir. Burada doğal radyonüklitler (^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K) için en büyük ortalama aktivite düzeyleri lahanaya üründe sırasıyla 25.9, 36.3 ve 486.5 Bq/kg, en küçük ortalama aktivite düzeyleri mısır üründe 9.5, 12.7 ve 279.0 Bq/kg tespit edilmiştir. Yapay radyonüklid (^{137}Cs) için en büyük ortalama aktivite değeri fasulye üründe 41.1 Bq/kg, en küçük ortalama aktivite değeri ise lahanaya üründe 15.4 Bq/kg ölçülmüştür. Verilerin dağılımlarına bakıldığında ise, lahanadaki ^{232}Th hariç, tüm ölçümlerde aktivite konsantrasyonlarının her bir ürün için log-normal olarak dağıldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar Çizelge 1’de verilen eğrilik ve basıklık oranları ile uyusmaktadır.

Artvin İlindeki Tarım ürünleri İçin Radyolojik Dağılım Haritaları

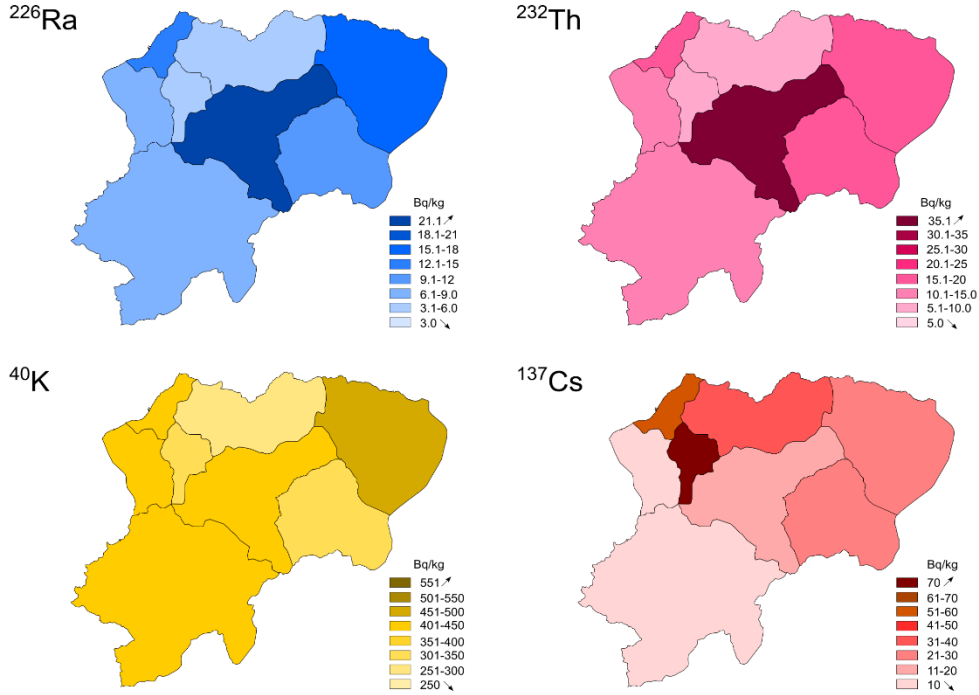
Fasulye, mısır, lahanaya ve patates örnekleri için radyolojik dağılım haritaları ilçeler bazında sırasıyla Şekil 5, 6, 7 ve 8’ de gösterilmiştir.

Sonuçların Benzer Çalışmalar İle Karşılaştırılması

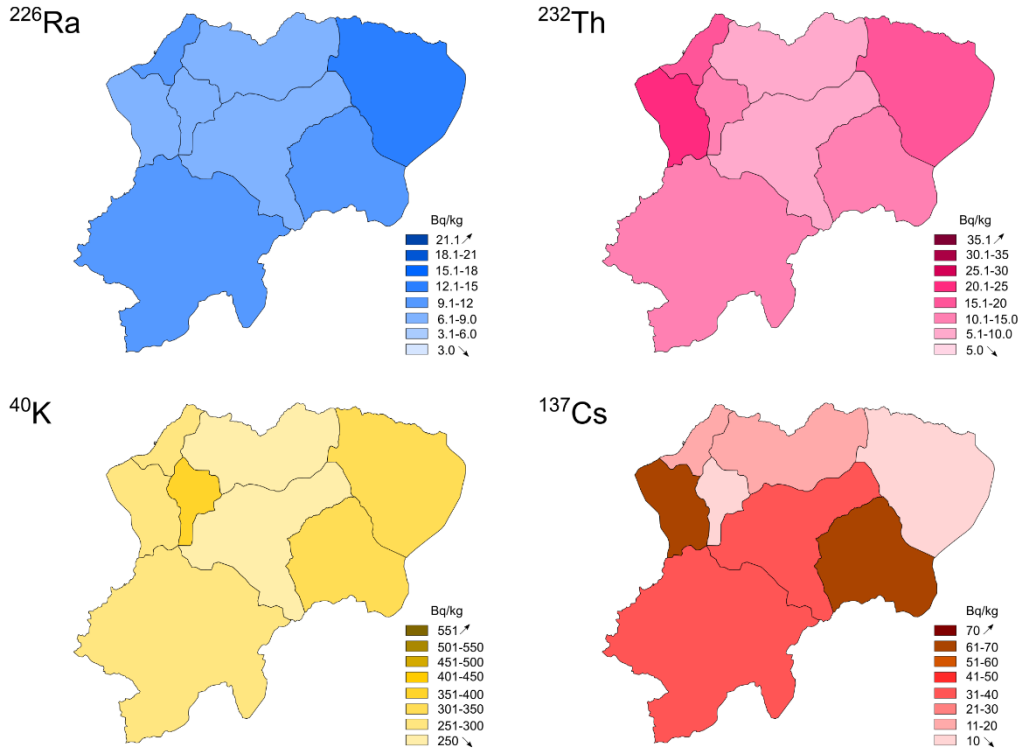
Çizelge 2’de elde edilen bulguların benzer çalışmalar ile karşılaştırılması gösterilmiştir. Bu çalışmada mısır, fasulye ve lahanadan için elde edilen radyolojik aktivite yoğunlukları, Türkiye’nin Gediz Nehri havzasında Bolca ve ark., tarafından 2007 yılında yapılan bir çalışmada (Bolca ve ark., 2007) elde edilen sonuçlara göre düşük seviyelerde çıkmasına rağmen UNSCEAR (UNSCEAR 2000) tarafından belirlenen referans konsantrasyonlarından oldukça yüksek seviyelerde bulunmuştur. Patates örneklerinden elde edilen aktivite konsantrasyonları Gana ve İran’dan elde edilen radyolojik seviyelerden yüksek, Nijerya’daki seviyelerden düşük düzeylerde tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki mısır örnekleri için radyolojik düzeyler, ABD, İran ve Çin’de elde edilen aktivite konsantrasyonlarından yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Fasulyedeki ^{226}Ra aktivite yoğunlukları İran ve Brezilya’da elde edilen sonuçlardan daha yüksek, ^{232}Th aktivite yoğunlukları Nijerya’daki bulgulara göre daha

düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Lahanadaki doğal radyonüklid kaynaklı aktivite düzeyleri benzer çalışmalarda elde edilen bulgulara göre düşük seviyelerde kalmıştır. Yapay radyonüklid

seviyeleri ise tüm benzer çalışmalarda elde edilen bulgulara göre oldukça yüksek düzeylerde tespit edilmiştir.

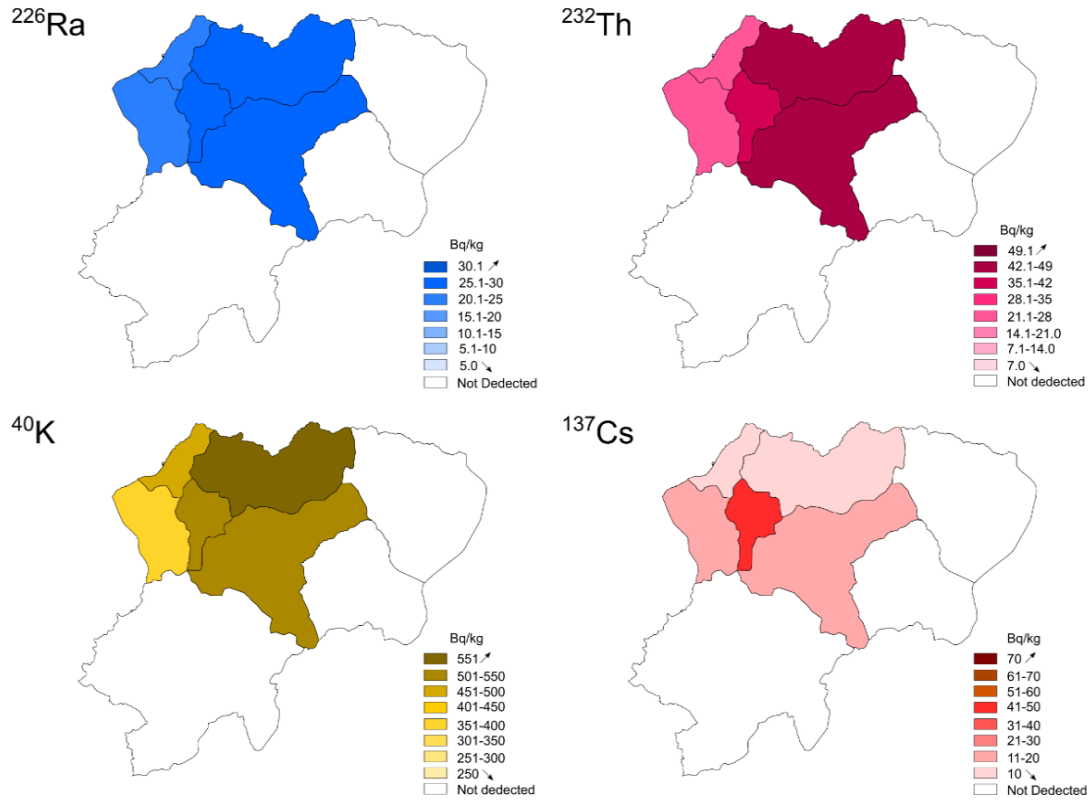


Şekil 5. Fasulye örnekleri için radyolojik dağılımlar

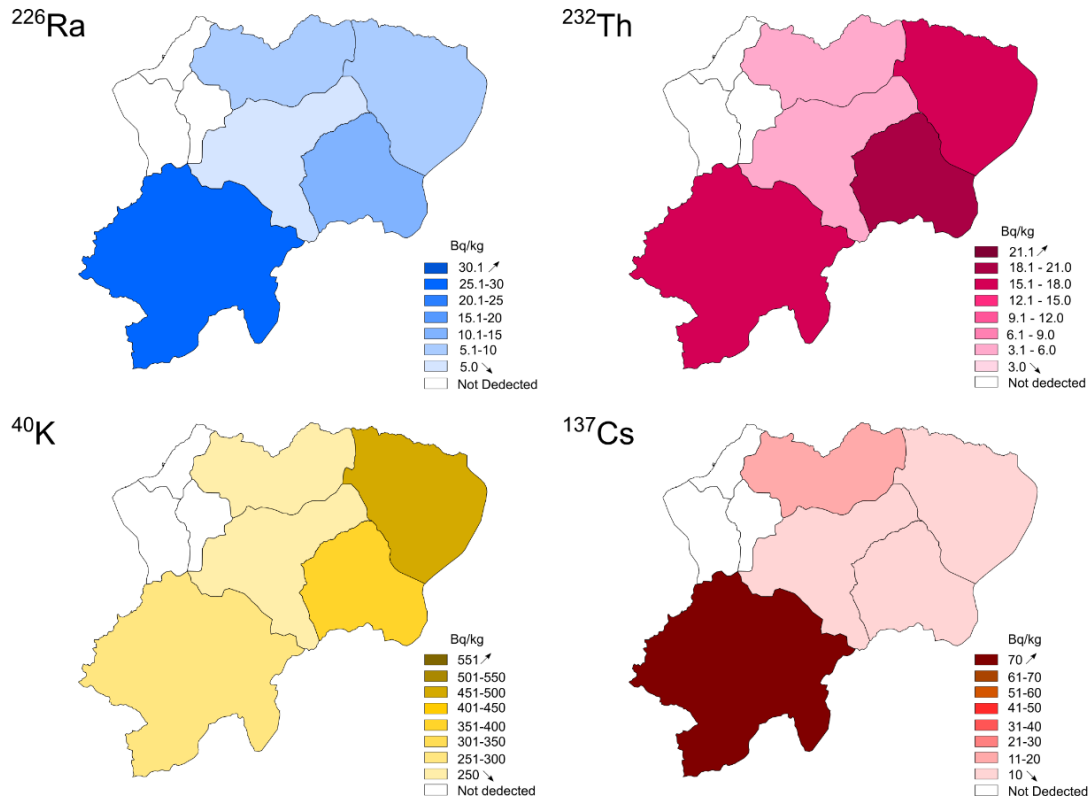


Şekil 6. Mısır örnekleri için radyolojik dağılımlar

Artvin İlinde Yetişen Bazı Tarım Ürünlerinde Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenmesi



Şekil 7. Lahana örnekleri için radyolojik dağılımlar



Şekil 8. Patates örnekleri için radyolojik dağılımlar

Çizelge 2. Elde edilen sonuçların benzer çalışmalar ile karşılaştırılması

Ülke	Ürün	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs	Referans (Bq/kg)
Türkiye (Artvin)	Mısır	9.5	12.7	279.0	23.5	Bu çalışma
	Patates	11.7	12.9	307.9	32.5	
	Fasulye	10.7	16.3	392.5	41.1	
	Lahana	25.9	36.3	486.5	15.4	
Türkiye		25.82	-	491.62	-	(Bolca ve ark., 2007)
ABD		0.21	-	87.0	-	(Hosseini ve ark., 2006)
Çin	Mısır	0.14	-	87.0	0.05	(Tuo ve ark., 2016)
Japonya		-	-	-	0.066	(Shozugawa ve ark., 2016)
Nijerya		-	7.6	85.9	-	(Jibiri ve ark., 2007)
Gana		3.37	-	185.8	-	(Awudu ve ark., 2012)
İran	Patates	0.026	-	-	-	(Asefi ve ark., 2005)
Nijerya		-	35.6	423.7	-	(Jibiri ve ark., 2007)
Türkiye		52.8	-	1099.2	-	(Bolca ve ark., 2007)
Brezilya		1.43	-	434.0	-	(Venturini ve Sordi 1999)
Japonya	Fasulye	-	-	-	0.11	(Shozugawa ve ark., 2016)
İran		9.0	-	-	-	(Asefi ve ark., 2005)
Nijerya		-	18.9	453.6	-	(Jibiri ve ark., 2007)
Türkiye		34.32	-	1644.0	-	(Bolca ve ark., 2007)
Japonya	Lahana	-	-	-	0.012	(Shozugawa ve ark., 2016)
İran		58.0	-	-	-	(Asefi ve ark., 2005)
UNSCEAR'ın Referans Değerleri	Mısır	0.08	-	-	-	(UNSCEAR 2000)
	Patates	0.03	0.005	-	-	
	Fasulye	0.08	-	-	-	
	Lahana	0.05	0.015	-	-	

SONUÇ

Bu çalışmada Artvin yöresinde yetişen bazı tarım ürünlerinde (mısır, patates, fasulye ve lahana) doğal ve yapay radyoaktivite seviyeleri belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda özetlemiştir.

- Artvin il genelindeki bazı besin maddelerinde (mısır, patates, fasulye ve lahana) doğal ve yapay radyoaktivite seviyelerini belirlemek için il genelinde 24 istasyondan toplam 78 adet numune toplanmış ve HPGe (High Purity Germanium) detektörü yardımıyla besin maddelerinde ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K ve ¹³⁷Cs radyoizotop ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda; Artvin il geneli için ortalama ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K ve ¹³⁷Cs radyoizotop değerleri sırasıyla mısır için; 9.5, 12.7, 279.0, 23.5 Bq/kg, patates için; 11.7, 12.9, 307.9, 32.5 Bq/kg, fasulye için; 10.7, 16.3, 392.5, 41.1 Bq/kg ve lahana için; 25.9, 36.3, 486.5, 15.4 Bq/kg olarak bulunmuştur.

- Elde edilen veriler yardımıyla Artvin ilinde yetişen mısır, patates, fasulye ve lahana ürünlerinde her bir radyonüklid için radyoaktivite haritası çizilmiştir. Bu şekilde çalışma alanında çalışılan tarım ürünleri için radyolojik dağılım durumu tespit edilmiştir.

- Elde edilen sonuçlar dünya genelinde yapılan bazı benzer çalışmalar ve UNSCEAR'ın belirlediği sınır değerleri ile karşılaştırılarak, çalışma alanının radyoaktivite seviyelerinin bir değerlendirilmesi yapılmış ve genellikle diğer çalışmalar ile benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Sonuç olarak; farklı nedenlere bağlı olarak radyoaktivite seviyeleri değişebildiğinden, bu tarz çalışmalar periyodik aralıklarla yapılmalı ve değişimler gözlenerek olası sağlık riskleri tespit edilmelidir. Ayrıca elde edilen bulgular bölge insanı ile paylaşılmalı ve insanlar potansiyel risklerden haberdar edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Artvin Çoruh Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (AÇÜBAP) Koordinasyon Birimi tarafından desteklenen proje (Proje No: 2016.F40.02.06) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca radyolojik ölçümler, Artvin Çoruh Üniversitesi ve Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) arasında imzalanmış iş birliği protokolü kapsamında Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezinde (ÇNAEM) yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Asefi M, Fathivand AA, Amidi A, Najafi A ,2005. Determination of ²²⁶Ra and ²²⁸Ra concentrations in foodstuffs consumed by inhabitants of Tehran city of Iran. *Iran J Radiat Res* 3:149–151
- Awudu AR, Faanu A, Darko EO, et al ,2012. Preliminary studies on ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²²⁸Th and ⁴⁰K concentrations in foodstuffs consumed by inhabitants of Accra metropolitan area, Ghana. *J Radioanal Nucl Chem* 291:635–641. doi: 10.1007/s10967-011-1444-9
- Badran HM, Sharshar T, Elnimer T ,2003. Levels of ¹³⁷Cs and ⁴⁰K in edible parts of some vegetables consumed in Egypt. *J Environ Radioact* 67:181–190. doi: 10.1016/S0265-931X(02)00178-9
- Barrett B, Stiles M, Patterson J ,2012. Radiation risks: Critical analysis and commentary. *Prev Med (Baltim)* 54:280–282. doi: 10.1016/j.ypmed.2011.12.017
- Beresford NA, Fesenko S, Konoplev A, et al ,2016. Thirty years after the Chernobyl accident: What lessons have we learnt? *J Environ Radioact* 157:77–89. doi: 10.1016/j.jenvrad.2016.02.003
- Bolca M, Saç MM, Çokuysal B, et al ,2007. Radioactivity in soils and various foodstuffs from the Gediz River Basin of Turkey. *42:263–270*. doi: 10.1016/j.radmeas.2006.12.001
- Ciuffo LEC, Belli M, Pasquale A, et al ,2002. Cs-137 and K-40 soil-to-plant relationship in a seminatural grassland of the Giulia Alps, Italy. *Sci Total Environ* 295:69–80
- Degerlier M, Karahan G, Ozger G ,2008. Radioactivity concentrations and dose assessment for soil samples around Adana, Turkey. *J Environ Radioact* 99:1018–25. doi: 10.1016/j.jenvrad.2007.12.015
- Desideri D, Meli MA, Roselli C ,2010. Natural and artificial radioactivity determination of some medicinal plants. *J Environ Radioact* 101:751–6. doi: 10.1016/j.jenvrad.2010.04.018
- Durrance EM ,1986. Radioactivity in geology: principles and applications. John Wiley and Sons Inc, New York, NY (USA)
- Hosseini T, Fathivand AA, Abbasizadeh F, et al ,2006. Assessment of annual effective dose from ²³⁸U and ²²⁶Ra due to consumption of foodstuffs by inhabitants of Tehran city, Iran. *Radiat Prot Dosimetry* 121:330–332. doi: 10.1093/rpd/ncl030
- Izrael Y ,2002. Radioactive fallout after Nuclear explosions and accidents
- Jibiri NN, Farai IP, Alausa SK ,2007. Estimation of annual effective dose due to natural radioactive elements in ingestion of foodstuffs in tin mining area of Jos-Plateau, Nigeria. *J Environ Radioact* 94:31–40. doi: 10.1016/j.jenvrad.2006.12.011
- Kobyay Y ,2009. Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Kaynak ve Maden Sularında Radyoaktivite Tayini. KTÜ
- Kobyay Y, Taşkın H, Yeşilkanat CM, et al ,2015. Radioactivity Survey and Risk Assessment Study for Drinking Water in the Artvin Province , Turkey. *Water Air Soil Pollut* 226:49. doi: 10.1007/s11270-015-2344-3
- L'Annunziata MF ,2007. Radioactivity Introduction and History, 1. Edition. Elsevier, Oxford
- Lettner H, Hubmer a, Bossew P, Strebl F ,2007. ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr transfer to milk in Austrian alpine agriculture. *J Environ Radioact* 98:69–84. doi: 10.1016/j.jenvrad.2006.09.011
- MTA ,2002. 1:500 000–scale map of Turkey. General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), Ankara, Turkey
- Shozugawa K, Saito T, Hori M, Matsuo M ,2016. High-sensitivity determination of radioactive cesium in Japanese foodstuffs: 3 years after the Fukushima accident. *J Radioanal Nucl Chem* 307:2117–2122. doi: 10.1007/s10967-015-4407-8

- Taskin H, Karavus M, Ay P, et al ,2009. Radionuclide concentrations in soil and lifetime cancer risk due to gamma radioactivity in Kizilirmaci, Turkey. *J Environ Radioact* 100:49–53. doi: 10.1016/j.jenvrad.2008.10.012
- Tuo F, Zhang Q, Zhou Q, et al ,2016. Measurement of ²³⁸U, ²²⁸Ra, ²²⁶Ra, ⁴⁰K and ¹³⁷Cs in foodstuffs samples collected from coastal areas of China. *Appl Radiat Isot* 111:40–44. doi: 10.1016/j.apradiso.2016.02.013
- UNSCEAR ,2000. Source and effects of ionizing radiation, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Report to the General Assembly with Annex B. United Nations, New York
- Ustaomer T, Robertson a. HF ,2010. Late Palaeozoic-Early Cenozoic tectonic development of the Eastern Pontides (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia. *Geol Soc London, Spec Publ* 340:281–327. doi: 10.1144/SP340.13
- Venturini L, Sordi GA ,1999. Radioactivity in and committed effective dose from some Brazilian foodstuffs. *Health Phys* 76:311–3
- Yeşilkanat CM ,2016. Jeostatistik analiz, yapay sinir ağları ve bulanık mantık yaklaşımları kullanarak çevresel radyoaktivitenin aradeğerleme modellemesi ve haritalandırılması. Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Yeşilkanat CM, Kobya Y, Taşkin H, Çevik U ,2015. Dose rate estimates and spatial interpolation maps of outdoor gamma dose rate with geostatistical methods; A case study from Artvin, Turkey. *J Environ Radioact* 150:132–144. doi: 10.1016/j.jenvrad.2015.08.011
- Yuksekk , Ölmez Z ,2002. A general assessment of climate, oil structure, forest areas, growing stock and some forestry applications of Artvin region. *J Artvin For Fac Kafkas Univ* 3:50–62