

PAPER DETAILS

TITLE: KIRKLARELI TARIM ARAZILERINDEKI AYÇIÇEGİNDE RADYONÜKLİD TRANSFERİNİN
BELİRLENMESİ

AUTHORS: Selin ÖZDEN,Serpil AKÖZCAN

PAGES: 153-164

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1379749>

KIRKLARELİ TARIM ARAZİLERİNDEKİ AYÇİÇEĞİNDE RADYONÜKLİD TRANSFERİNİN BELİRLENMESİ

Selin ÖZDEN^{1*} ve Serpil AKÖZCAN²

^{1,2} Kırklareli Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Kırklareli/TÜRKİYE

Öz

Bu çalışmada, topraktan ayçiçeğine radyonüklid transferini araştırmak için Türkiye’de Kırklareli ilinde 20 farklı tarım arazisinde toprak ve ayçiçeği örnekleme yapılmıştır. Toprak örneklerinde bulunan ⁴⁰K ve ayçiçeği örneklerinde bulunan ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K ve ¹³⁷Cs radyonüklid aktivite konsantrasyonları HPGe gama spektrometre sistemi kullanılarak ölçülmüştür. Ayçiçeği örneklerinde bulunan ⁴⁰K radyonüklid aktivite konsantrasyonu 255,86±21,78 ile 426,51±29,42 Bq kg⁻¹ aralığında ölçülmüş, fakat ²²⁶Ra, ²³²Th ve ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonları ihmal edilebilir seviyelerde bulunmuştur. ⁴⁰K radyonüklidinin topraktan ayçiçeğine transfer faktörleri hesaplanmış ve 0,34-1,17 aralığında bulunmuştur. Ayrıca, elde edilen ortalama transfer faktörü değeri Dünya’da yapılan diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Transfer Faktörü, Radyonüklid, ⁴⁰K, Ayçiçeği, Gama, Toprak

DETERMINATION OF RADIONUCLIDE TRANSFER IN SUNFLOWER ON AGRICULTURAL LANDS IN KIRKLARELİ

Abstract

In this study, soil and sunflower samples were collected in 20 different agricultural lands in Kırklareli province of Turkey in order to determine soil to sunflower radionuclide transfer. ⁴⁰K radionuclide activity concentrations in soil samples and ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K and ¹³⁷Cs radionuclide activity concentrations in sunflower samples were measured by high purity germanium (HPGe) gamma spectrometry. The activity concentration of ⁴⁰K ranged from 255.86±21.78 to 426.51±29.42 Bq kg⁻¹, but the activity concentrations of ²²⁶Ra, ²³²Th and ¹³⁷Cs were found as negligible levels for sunflower samples. Soil to sunflower transfer factors for ⁴⁰K was calculated and found to be in the range of 0.34-1.17. In addition, mean value of transfer factor compared with other studies around the world.

Key Words: Transfer Factor, Radionuclide, ⁴⁰K, Sunflower, Gamma, Soil

Sorumlu Yazar: Selin ÖZDEN, selinozden@klu.edu.tr

1. Giriş

Toprakta bulunan radyasyon kaynakları birkaç milyar yıl önceden beri yeryüzünde bulunmaktadır. Toprakta mevcut olan ^{238}U , ^{232}Th ve ^{40}K gibi doğal radyonüklidler ile ^{238}U , ^{232}Th bozunum serisi ürünleri (^{226}Ra ve ^{222}Rn), nükleer kazalar ve nükleer silah denemeleri sonucunda serpinti yoluyla gelen ^{137}Cs gibi yapay radyonüklidler toprağın radyoaktif olmasına neden olmaktadır. Toprağın verimliliğini arttırmak için tarım arazilerinde kullanılan suni gübreler de topraktaki radyoaktiviteyi arttırmaktadır [1]. Doğal ve yapay radyonüklidler, besin zincirinde topraktan bitkiye ve bitkiden canlılara geçiş yolunu izlemektedir. Canlılar, doğal ve yapay radyonüklidlerin besin zinciri yoluyla transfer edilmesi sonucunda zarar görmektedir.

Bitkilere radyonüklid transferi, genellikle toprakta bulunan radyonüklidlerin bitki kök sistemine direkt geçişi ya da nükleer serpinti yoluyla yapraklarına geçişi ile olmaktadır [2]. Radyonüklidlerin topraktan bitkiye alımı Transfer Faktör (TF) ile karakterize edilmektedir. TF, birim kütlede bitki ve toprağın radyonüklid konsantrasyon oranı olarak tanımlanmaktadır [3, 4]. Radyonüklid toprak-bitki transferi toprak tipi, elektriksel iletkenlik, pH, toprak/sıvı dağılım katsayısı, toprağın bikarbonat miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir [5].

Ayçiçeği, yağlı tohumlar içinde yüksek yağ oranına sahip olması nedeniyle ülkemizde önemli miktarlarda yetiştirilmektedir. Dünya geneline bakıldığında 2016 verilerine göre ülkemizin ayçiçeği üretimindeki payı %3,53 olup, 7. sırada bulunmaktadır. Ülkemizde ağırlıklı olarak Edirne, Kırklareli, Tekirdağ ve Konya’da ayçiçeği yetiştiriciliği yapılmaktadır [6].

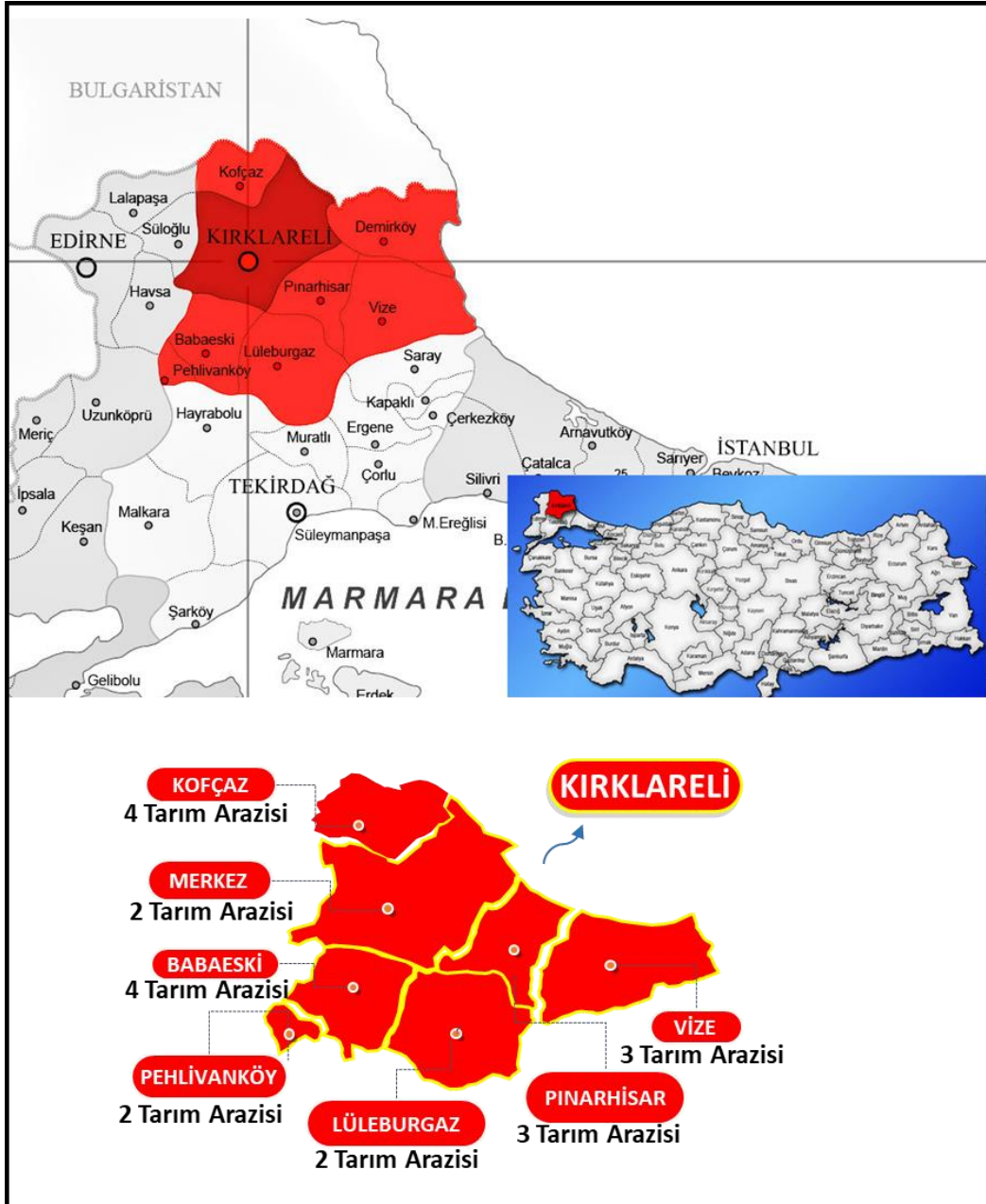
Bu çalışmada, Kırklareli ili merkezi ve ilçelerinde bulunan tarım arazilerinde toplanan toprak örneklerinde ^{40}K ve ayçiçeği örneklerinde ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs radyonüklid aktivite konsantrasyonları gama spektrometresi kullanılarak ölçülmüştür. Ayrıca, topraktan ayçiçeğine radyonüklid transfer faktörü hesaplanmış ve elde edilen ortalama transfer faktörü değeri Dünya’da yapılan diğer çalışmalarla kıyaslanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Örneklem Bölgesi

Çalışmada Kırklareli ili merkezi ve ilçelerinde bulunan toplamda 20 farklı tarım arazisinde toprak ve ayçiçeği örneklemesi yapılmıştır. Örneklem yapılan çalışma bölgesi Şekil 1’de gösterilmiştir.

Kırklareli ili Merkez, Babaeski, Demirköy, Kofçaz, Lüleburgaz, Pehlivanköy, Pınarhisar ve Vize olmak üzere 7 ilçeye sahip, $41^{\circ}13'34''$ ve $42^{\circ}05'03''$ kuzey enlemleri ile $26^{\circ}54'14''$ ve $28^{\circ}06'15''$ doğu boylamları arasında yer alan bir şehirdir. Marmara Bölgesi'nin Trakya kesiminde yer alan Kırklareli ilinde yetiştirilen en önemli ürünlerden biri ayçiçeği olup; bölge, Türkiye ayçiçeği üretimini (%61) büyük oranda karşılamaktadır [7].



Şekil 1. Çalışma Bölgesi.

2.2. Toprak ve Ayçiçeği Örneklerinin Alınması ve Sayıma Hazırlanması

Toprak örnekleri alınmış ve naylon poşetlere konularak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen toprak örneklerinde bulunan yabancı cisimler ayıklanmış ve 105 °C’de etüvde 48 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işleminden sonra toprak örnekleri öğütülerek elekten geçirilmiş ve son olarak 250 mL hacmindeki hava almayan sayım kaplarına yerleştirilmiştir.

Ayçiçeği örnekleri ise tarım arazilerinde baş kısımları kesilerek toplanmış ve naylon poşetlere yerleştirilerek laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen ayçiçeği örnekleri ilk olarak oda koşullarında kurumaya bırakılmış ve sonrasında toprak örneklerinde olduğu gibi 105 °C’de etüvde 48 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işleminin ardından örneklerin çekirdek kısımları ve baş kısımları rondodan geçirilerek karıştırılmıştır. Örnekler son olarak 250 mL hacmindeki hava almayan sayım kaplarına yerleştirilmiştir. Toprak ve ayçiçeği örneklerinde bulunan radyonüklidlerin radyoaktif dengeye ulaşması için sayım kaplarında 4-5 hafta süresince beklemeye alınmıştır.

2.3. Gama Spektrometrik Analiz Sistemi

Çalışmada topraktan ayçiçeğine deki ²²⁶Ra, ⁴⁰K, ²³²Th ve ¹³⁷Cs radyonüklid transfer faktörlerini belirlemek için Kırklareli Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan % 70 relatif verime sahip Ortec GEM 70P4-95 model yüksek saflıkta germanyum HPGe dedektörlü gama-ışını spektrometresi kullanılmıştır. ²²⁶Ra aktivite konsantrasyonu ²¹⁴Pb (351,9 keV) ve ²¹⁴Bi (609,3 keV) gama ışınları, ⁴⁰K aktivite konsantrasyonu 1460,8 keV değerindeki gama piki, ²³²Th aktivite konsantrasyonu ²²⁸Ac (911,2 keV) ve ²⁰⁸Tl (583,1 keV) gama ışınları, ¹³⁷Cs aktivite konsantrasyonu ise 661,7 keV değerindeki gama piki kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmada her toprak ve ayçiçeği örneği ile arka plan 160000 saniye sayılmıştır.

2.4. Aktivite Konsantrasyonunun Hesaplanması

Kırklareli ili ve ilçelerindeki tarım arazilerinden toplanan toprak ve ayçiçeği örneklerinde bulunan radyonüklid aktivite konsantrasyonu değerleri Bq kg⁻¹ (kuru ağırlık) biriminde aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır:

$$A = \frac{N_{net}}{\varepsilon.t.I.m}$$

Burada A , N_{net} , ϵ , t , m ve I sırasıyla; aktivite ($Bq\ kg^{-1}$), net pik alanı, dedektör verimi, sayım süresi, örnek kütlesi (kg) ve gama enerjisinin yayınlanma olasılığıdır [8].

2.5. Transfer Faktörünün Hesaplanması

Topraktaki mevcut radyonüklidlerin bitki metabolizmasına geçiş oranını transfer faktörü (TF) vermektedir. Çalışmada TF değerleri ayçiçeğindeki ve topraktaki radyonüklid aktivite konsantrasyonları kullanılarak aşağıda verilen denklemle hesaplanmıştır:

$$TF = \frac{A_A}{A_T}$$

Burada A_A ayçiçeğinde bulunan radyonüklidin $Bq\ kg^{-1}$ biriminde aktivite konsantrasyonu ve A_T toprakta bulunan radyonüklidin $Bq\ kg^{-1}$ biriminde aktivite konsantrasyonudur [9].

3. Sonuçlar

3.1. Ayçiçeği Örneklerindeki ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs Dağılımı

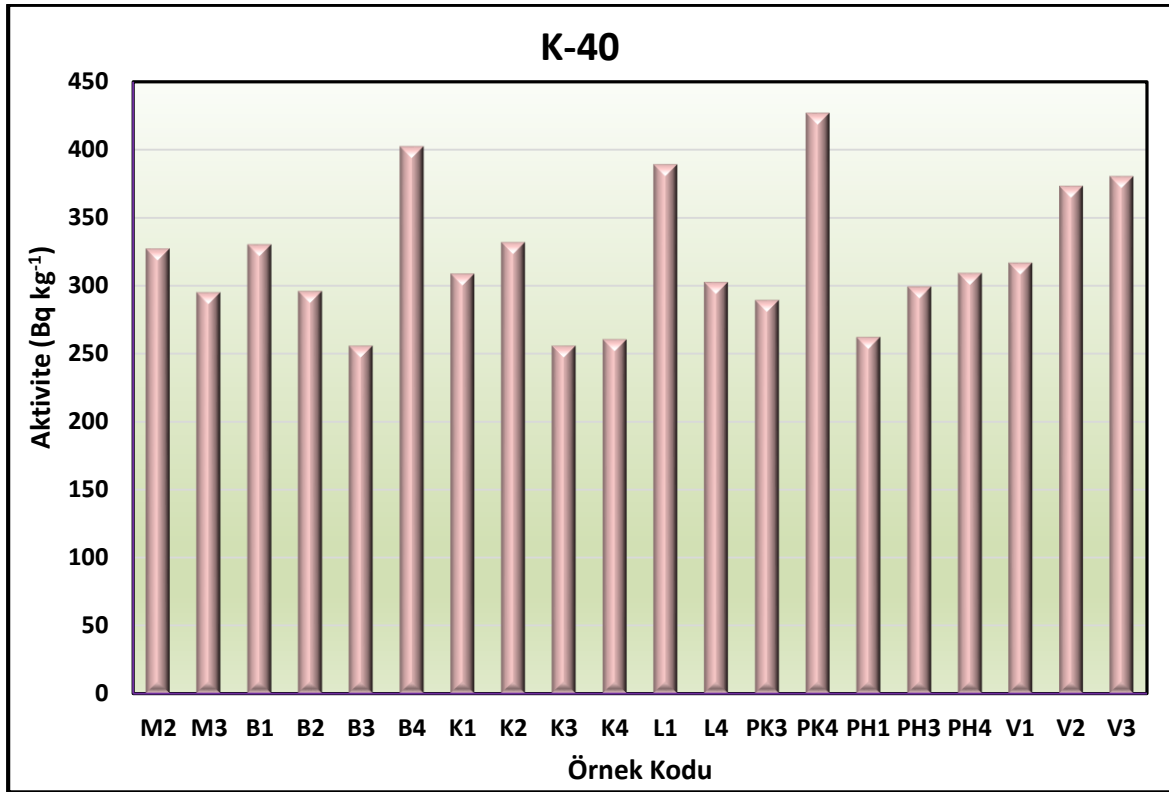
Kırklareli ili ve ilçelerinde 20 farklı tarım arazisinden alınan ayçiçeği örnekleri için ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K ve ^{137}Cs radyonüklid aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir. Ayçiçeği örneklerindeki radyonüklid aktivite konsantrasyonları Tablo 1’de verilmiştir. Bitkide ve gıda ürünlerinde bulunan radyoaktivite toprak, su ve hava yoluyla direkt ve dolaylı olarak aktarılmaktadır. Bitki ve toprak örneklerindeki radyonüklid oranları radyonüklidin fiziko-kimyasal yapısı, bitki türleri ve bitkideki içsel translokasyon mekanizması, toprak karakteristiği, tarım arazilerinde kullanılan gübreler ve tarımsal kimyasallar, organik maddeler, radyonüklidlerin topraktaki dağılımı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır [10].

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında; ayçiçeği örneklerindeki ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{137}Cs radyonüklid aktivite konsantrasyonları ihmal edilebilir düzeydedir. ^{40}K aktivite konsantrasyonu ise $255,86 \pm 21,78\ Bq\ kg^{-1}$ ile $426,51 \pm 29,42\ Bq\ kg^{-1}$ aralığında değişmektedir. En yüksek ^{40}K radyonüklid aktivite konsantrasyonu Pehlivan köy (PK4 kodlu örnek) ilçesinden alınan ayçiçeği örneğinde hesaplanmış ve en düşük aktivite konsantrasyonu ise Babaeski (B3 kodlu örnek) ilçesinden alınan ayçiçeği örneğinde bulunmuştur. Tarım arazilerindeki verimliliği arttırmak için uygulanan gübreleme işlemlerinin ayçiçeği örneklerindeki ^{40}K radyonüklid aktivite konsantrasyonunu arttırdığı düşünülmektedir.

Tablo 1. Ayçiçeği örneklerinin radyonüklid aktivite konsantrasyonları (Bq kg⁻¹).

Örnekleme Noktası	Örnek Kodu	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K	¹³⁷ Cs
2	M2	<1,62*	<1.40*	327.07±12.72	<0.15*
3	M3	<2,73*	3,76±4,17	294,98±21,82	0,36±0,68
5	B1	<2,90*	<2,30*	330,15±20,95	0,78±0,77
6	B2	<1,75*	<1,41*	296,07±14,47	<0,11*
7	B3	<2,83*	<2,36*	255,86±21,78	<0,21*
8	B4	<2,32*	<2,04*	401,91±16,98	<0,11*
9	K1	17,19±12,31	<3,14*	308,68±25,72	<0,27*
10	K2	<3,21*	<2,44*	331,84±22,13	<0,28*
11	K3	<2,19*	<1,75*	255,90±14,75	0,40±0,58
12	K4	<1,98*	<1,77*	260,63±16,61	<0,20*
13	L1	<2,77*	<2,26*	388,70±18,61	<0,23*
16	L4	<4,03*	<3,36*	302,46±28,68	<0,30*
19	PK3	<2,01*	<1,77*	289,47±14,68	<0,19*
20	PK4	<3,29*	<2,27*	426,51±29,42	<0,36*
21	PH1	<2,93*	<2,11*	262,31±21,48	<0,25*
23	PH3	<2,82*	<2,39*	299,28±21,21	<0,20*
24	PH4	<1,29*	<0,97*	309,13±10,61	<0,11*
25	V1	<2,18*	<1,69*	316,59±15,40	<0,18*
26	V2	<1,76*	<1,39*	373,08±13,04	<0,15*
27	V3	<4,87*	<3,70*	380,01±33,33	1,98±1,79
Minimum	-	<1,29*	<0,97*	255,86±21,78	<0,11*
Maximum	-	17,19±12,31	3,76±4,17	426,51±29,42	1,98±1,79
Ortalama	-	-	-	320,53±19,72	-

*MDA: Minimum dedekte edilebilir aktivite



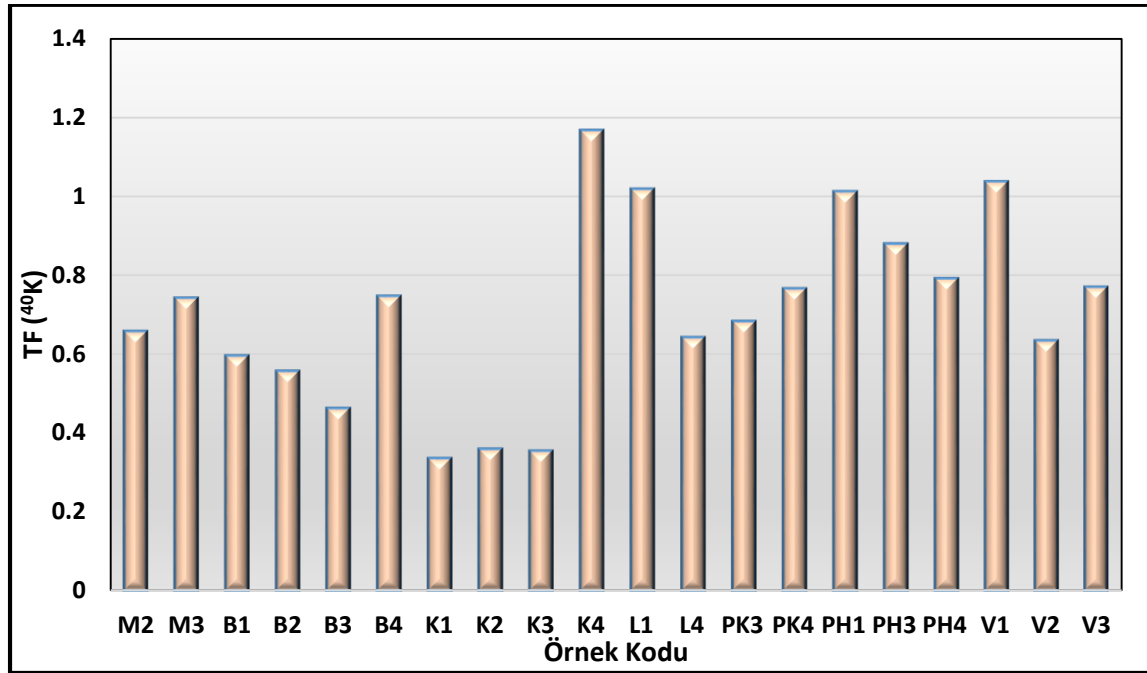
Şekil 2. Ayçiçeği örneklerinin ⁴⁰K aktivite konsantrasyonları.

3.2. Transfer Faktörü

Topraktan ayçiçeği örneklerine ⁴⁰K radyonüklidinin geçiş oranları transfer faktörü hesaplanarak belirlenmiş ve Tablo 2’de elde edilen sonuçlar verilmiştir. Bitkiler hemostatik dengeye ulaşmak için bitkiler tarafından yüksek oranlarda potasyum emilmekte ve bu nedenle yüksek oranlarda transfer faktörü değerleri elde edilmektedir [11]. Bu çalışmada; tarım arazilerinde topraktan ayçiçeği örneklerine ⁴⁰K radyonüklidi geçişi için hesaplanan transfer faktörleri 0,34 ile 1,17 aralığında hesaplanmıştır. Örneklem noktalarına göre hesaplanan transfer faktörü TF(⁴⁰K) değerleri Şekil 3’te karşılaştırılmıştır. En düşük TF(⁴⁰K) değeri Kofçaz ilçesinde K1 kodlu örnekte, en yüksek ise Kofçaz ilçesinde K4 kodlu örnekte elde edilmiştir.

Tablo 2. ^{40}K radyonüklidi için topraktan bitkiye transfer faktörleri.

Örnekleme Noktası	Örnek Kodu	$^{40}\text{K}_{\text{Toprak}}$	$^{40}\text{K}_{\text{Ayçiçeği}}$	TF(^{40}K)
2	M2	497,63±10,12	327,07±12,72	0,66
3	M3	398,05±9,13	294,98±21,82	0,74
5	B1	554,98±11,82	330,15±20,95	0,59
6	B2	532,18±11,11	296,07±14,47	0,56
7	B3	553,56±11,13	255,86±21,78	0,46
8	B4	538,28±18,02	401,91±16,98	0,75
9	K1	920,22±10,72	308,68±25,72	0,34
10	K2	924,68±15,21	331,84±22,13	0,36
11	K3	723,36±10,15	255,90±14,75	0,35
12	K4	223,50±6,82	260,63±16,61	1,17
13	L1	381,78±9,87	388,70±18,61	1,02
16	L4	471,23±9,85	302,46±28,68	0,64
19	PK3	424,38±9,97	289,47±14,68	0,68
20	PK4	557,50±9,66	426,51±29,42	0,77
21	PH1	259,44±8,74	262,31±21,48	1,01
23	PH3	340,56±11,44	299,28±21,21	0,88
24	PH4	390,96±11,95	309,13±10,61	0,79
25	V1	305,42±9,48	316,59±15,40	1,04
26	V2	589,08±11,14	373,08±13,04	0,63
27	V3	494,01±8,25	380,01±33,33	0,77
Minimum	-	223,50±6,82	255,86±21,78	0,34
Maksimum	-	924,68±15,21	426,51±29,42	1,17
Ortalama	-	492,86±10,90	320,53±19,72	0,71



Şekil 3. ⁴⁰K transfer faktörleri.

Tablo 3. Farklı bölgelerde topraktan bitkiye/meyveye geçişlerde elde edilen ortalama transferi.

Ülke	Örnek Türü	TF(⁴⁰ K)	Referans
Mısır	Bitkiler	1,06	[12]
Suudi Arabistan	Bitkiler	0,16	[13]
Bangladeş	Çimen	0,28	[14]
	Bitkiler	0,27	
Filistin	Bitkiler	1,70	[15]
	Çimen	1,20	
Tanzanya	Fasülye	0,13	[16]
	Mısır	0,80	
Irak	Buğday	0,55	[17]
	Arpa	0,48	
Yemen	Kuru Soğan	0,10	[18]
	Kırmızı Turp	0,10	
	Fıstık	0,25	
	Mısır	0,15	
Hindistan	Buğday	0,16	[19]
Hindistan	Muz	0,14	[20]
Almanya	Domates	1,40	[21]
Türkiye	Ayçiçeği	0,71	Bu çalışma

Tablo 3'te Dünya'da yapılmış çalışmalardan elde edilen topraktan bitkiye/meyveye geçişlerde bulunan ortalama transfer faktörleri karşılaştırılması verilmiştir. Bu çalışmada hesaplanan ortalama $TF(^{40}K)$ değeri, Tanzanya'da fasülye, Irak'ta buğday ve arpa, Yemen'de kuru soğan, kırmızı turp, fındık ve mısır, Hindistan'da buğday ve muz için hesaplanan TF değerlerinden daha yüksek bulunmuştur [16-20].

4. Tartışma

Bu çalışmada, Türkiye Trakya bölgesinde bulunan Kırklareli ili merkezi ve ilçelerindeki tarım arazilerinde toplanan toprak ve ayçiçeği örneklerinde doğal radyonüklid konsantrasyonları HPGe dedektörlü gama ışını spektrometresi kullanılarak belirlenmiş ve topraktan ayçiçeğine radyonüklid transfer faktörleri hesaplanmıştır. Ayçiçeği örneklerinde ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{137}Cs radyonüklid aktivite konsantrasyonları ihmal edilebilir düzeyde bulunmuştur. Ancak, belirgin miktarlarda ^{40}K radyonüklidine rastlanmıştır. Ayçiçeği örnekleri için ^{40}K aktivite konsantrasyonu $255,86 \pm 21,78$ Bq kg^{-1} ile $426,51 \pm 29,42$ Bq kg^{-1} aralığında değişmektedir. Ortalama aktivite konsantrasyonu $320,53 \pm 19,72$ Bq kg^{-1} bulunmuştur. Toprakta ayçiçeğine ^{40}K radyonüklidi geçişi için hesaplanan transfer faktörleri 0,34 ile 1,17 aralığında hesaplanmıştır. Ayçiçeği örneklerinde ^{40}K radyonüklidinin yüksek değerlerde bulunmasının nedeni tarım arazilerinde verimliliği artırmak için uygulanan gübreleme işlemlerinin toprakta bulunan ^{40}K aktivite konsantrasyonlarını arttırması ve ayçiçeği örneklerine yüksek oranda ^{40}K radyonüklidin geçmiş olabileceğidir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların, besin zincirine katılan radyonüklidlerin belirlenmesi ve katılım miktarları konusunda önemli bir veri tabanı oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Akkaya, G., Bursa İli Toprak Numunelerinde Radyonüklid Dağılımının İncelenmesi, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- [2] Noordijk, H, Van KE, Lembrechts J, Frissel MJ., Impact of ageing and weather conditions on soil-to-plant transfer of radiocesium and radiostrontium, The Journal of Environmental Radioactivity, 15:277-286, 1992.
- [3] Staven LH, Rhoads K, Napier BA, Strenge DL., A Compendium of Transfer Factors for Agricultural and Animal Products, Pacific Northwest National Laboratory US Department of Energy, 2003.

- [4] Yassine T, Al-Odat M, Othman I., Transfer of ¹³⁷Cs and ⁹⁰Sr from typical Syrian soils to crops, *Journal of Food Engineering* 16:73-79, 2003.
- [5] Shyamal R. C., Rezaul A., Rahman A. R. and Sarker R., Radioactivity concentrations in soil and transfer factors of radionuclides from soil to grass and plants in the Chittagong City of Bangladesh, *Journal of Physical Science*, 24 (1), 95–113, 2013.
- [6] Meral, U.B., Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Bitkisinin Önemi ve Üretimine Genel Bir Bakış, *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 2(2): p. 58-71, 2019.
- [7] Semerci, A., Trakya’da tarımsal yapı, verimlilik ve gelişmişlik düzeyi, *Tarım ve Mühendislik Dergisi*, (76-77), 2006.
- [8] Kaya, S., Karabıdak, S. M., & Çevik, U., Gümüşhane İli Çevresinde Toplanan Toprak ve Karayosunu Örneklerinde Doğal (²²⁶Ra, ²³²Th ve ⁴⁰K) ve Yapay (¹³⁷Cs) Radyoaktivite Konsantrasyonlarının Belirlenmesi, *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24-33, 2015.
- [9] International Union of Radioecologists, Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in temperate environments, Technical reports series no. 364. Vienna: International Atomic Energy Agency (IAEA), 1994.
- [10] El-Taher, A., & Al-Turki, A., Soil-to-plant transfer factors of naturally occurring radionuclides for selected plants growing in Qassim, Saudi Arabia, *Life Science Journal*, 11(10), 2014.
- [11] Pulhani, V. A., Dafauti, S., Hegde, A. G., Sharma, R. M., & Mishra, U. C., Uptake and distribution of natural radioactivity in wheat plants from soil, *Journal of environmental radioactivity*, 79 (3), 331-346, 2005.
- [12] Harb, S., El-Kamel, A. H., El-Mageed, A. A., Abbady, A., & Rashed, W., Radioactivity levels and soil-to-plant transfer factor of natural radionuclides from Protectorate area in Aswan, Egypt, *World Journal of Nuclear Science and Technology*, 2014.
- [13] Alharbi, A., & El-Taher, A., A study on transfer factors of radionuclides from soil to plant. *Life Science Journal*, 10 (2), 532-539, 2013.
- [14] Chakraborty, S. R., Azim, R., Rahman, A. R., & Sarker, R., Radioactivity concentrations in soil and transfer factors of radionuclides from soil to grass and plants in the Chittagong city of Bangladesh, *Journal of Physical Science*, 24 (1), 95, 2013.
- [15] Jazzar, M. M., & Thabayneh, K. M., Transfer of natural radionuclides from soil to plants and grass in the Western North of West Bank Environment, Palestine, *Int. J. Environ. Monitoring and Analysis*, 2, 252-258, 2014.

- [16] Banzi, F., Msaki, P., & Mohammed, N., Assessment of radioactivity of ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{40}K in soil and plants for estimation of transfer factors and effective dose around Mkuju River Project, Tanzania. Mining of Mineral Deposits, 2017.
- [17] Pourimani, R., & Mortazavi Shahroudi, S. M., Radiological Assessment of the Artificial and Natural Radionuclide Concentrations of Wheat and Barley Samples in Karbala, Iraq, Iranian Journal of Medical Physics, 15 (2), 126-131, 2018.
- [18] El-Gamal, H., Hussien, M. T., & Saleh, E. E., Evaluation of natural radioactivity levels in soil and various foodstuffs from Delta Abyan, Yemen. Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 12 (1), 226-233, 2019.
- [19] Pulhani, V. A., Dafauti, S., Hegde, A. G., Sharma, R. M., & Mishra, U. C., Uptake and distribution of natural radioactivity in wheat plants from soil. Journal of environmental radioactivity, 79(3), 331-346, 2005.
- [20] Shanthi, G., Thanka Kumaran, J. T., Gnana Raj, G. A., & Maniyan, C. G., Transfer factor of the radionuclides in food crops from high-background radiation area of south west India, Radiation protection dosimetry, 149 (3), 327-332, 2011.
- [21] Köhler, M., Gleisberg, B., & Niese, S., Investigation of the soil–plant transfer of primordial radionuclides in tomatoes by low-level γ -ray spectrometry. Applied Radiation and Isotopes, 53(1-2), 203-208, 2000.