For cited: *Bolat, M. & Okumuşoğlu, N. T. (2018). Gamma Radioactivity Measured in Teas in 1986 and Later Years and Comparison of Results. Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology, 4 (2), 15-24.*

Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology (JoCREST)
ISSN: 2651-2521

Year: 2018
Volume: 4
Issue: 2

Crossref doi: 10.26579/jocrest-4.2.2

Research Article/Araştırma Makalesi

Gamma Radioactivity Measured in Teas in 1986 and Later Years and Comparison of Results*

Mualla BOLAT[1] & Nazmi Turan OKUMUŞOĞLU[2]

Keywords
Radioactivity, Tea, Chernobyl, Cs-137, Cs-134.

Abstract
In this study, it was aimed to determine the activities of Cs -134and Cs-137 in tea belonging to different tea brands collected in 1987, 1988 in the same year after the Chernobyl nuclear accident and to compare them with the results of other studies in the following years. Tea samples were analyzed using multi-channel gamma spectrometry system. The greatest activity of tea in 1986 belongs to çay çiçeği. Then the order is Rize tea, kamelya and filiz çay. The results obtained from our study were found to be small and large, close to the activity values found in the tea by different researchers. This difference is thought to be due to precipitation and climatic conditions of the region where tea is collected. It has been found that the values of activity measured by the study and different studies are far above the permissible amount. Also, it is seen that the activity in those years is very big when compared to the activity values measured in teas in the years after 2000. Low activity of tea today does not mean that there is no radioactive contamination. The importance of the storage of tea with radiation pollution is important. Because the half-life of 137-Cs is 30 years. If these teas are buried in the ground, ground water with rain may be contaminated. In this way, irrigation water, polluting the plants, polluting the food of the animals and consuming these products may cause the human body to get radiation through food and beverages.These radionuclides may pose a risk to human health. Here it is important to know how important it is to store radioactive waste.

Article History
Received
19 Oct, 2018
Accepted
26 Nov, 2018

* Bu çalışma Mualla Bolat'ın Yüksek lisans çalışmasındandır.

[1] Corresponding Author. ORCID: 0000-0002-6348-0115. Dr. Öğretim Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, mbolat@omu.edu.tr
[2] Prof. Dr., Emekli Öğretim Üyesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

1986 Yılı ve Sonraki Yıllardaki Çaylarda Gama Radyoaktivitesi ve Sonuçların Karşılaştırılması*

Keywords
Radyoaktivite, Çay, Çernobil, Cs-137, Cs-134.

Özet
Bu çalışmada Çernobil nükleer kazasından sonra aynı yıl ve 1987, 1988 yılında toplanmış farklı çay markalarına ait çaylardaki Cs -137 ve Cs-134 aktivitelerini belirlemek (Bq/Kg) ve sonraki yıllarda yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırmak amaçlanmıştır. Çay örnekleri çok kanallı gama spektrometre sistemi kullanılarak analiz edilmiştir. 1986 yıllarına ait çaylardaki toplam gama aktivitesi en büyük olan çay çiçeğindedir. Sonra sırası ile Rize çayı, kamelya ve filiz çayıdır. Çalışmamızdan elde edilen sonuçların farklı araştırmacılar tarafından çaylarda bulunan aktivite değerlerine yakın, küçük ve büyük oldukları tespit edilmiştir. Bu farklılığın çayın toplandığı bölgenin yağış ve iklim şartlarından dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ve farklı çalışmalar tarafından ölçüle aktivite değerleri izin verilen miktarın çok çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca 2000 yılından sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda çaylarda ölçülen aktivite değerleri ile karşılaştırıldığında o yıllardaki aktivitenin çok büyük olduğu görülmektedir. Bugün çayın aktivitesinin düşük olması radyoaktif kirliliğin olmadığı anlamına gelmemektedir. Radyasyon kirliliği olan çayların ne şekilde saklandığı önem teşkil etmektedir. Çünkü 137-Cs'un yarılanma zamanı 30 yıldır. Bu çayların toprağa gömülmesi durumunda yağmur suyu ile yer altı sularını kirletme; buradan sulama suyunu, bitkileri kirletme, hayvanların yiyeceğini kirletme ve bu ürünleri tüketme sonucunda da insan vücuduna yiyecek ve içecekler ile radyasyon girebilir. Bu radyonüklitler insan sağlığı için bir risk oluşturabilir. Buradan radyoaktif atıkların saklanmasının ne kadar önemli olduğu sonucunu çıkarabiliriz.

Makale Geçmişi
Alınan Tarih
19 Ekim 2018
Kabul Tarihi
26 Kasım 2018

1. Giriş

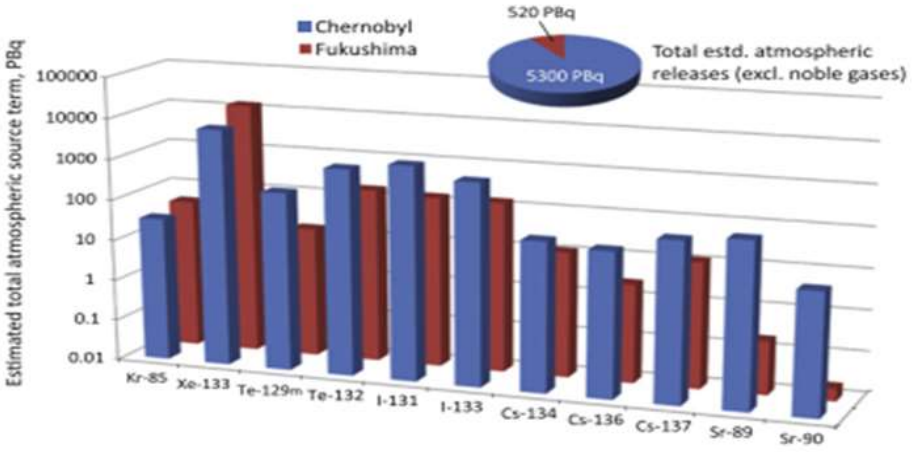
İnsanoğlu her zaman çevresindeki doğal radyoaktivitenin etkisi altındadır. Doğal radyoaktivite kozmik ışınlardan, kaplıca sularından, granit ve başka taşlardan, konutlarda kullanılan bazı yapı malzemelerinden ve insan bedenindeki radyoaktif çekirdeklerden kaynaklanır. Ayrıca tanı ve tedavide kullanılan radyasyon, nükleer sanayi bölgelerindeki ya da nükleer patlama deneyleri sırasında salınan radyoaktif maddelerden, kötü işletilen nükleer santraller ve bunlarda oluşan kaçaklar ve patlamalar dan da çok daha fazla radyoaktiviteye maruz kalınabilir. Bu durumda da alınan radyasyon miktarı izin verilen yıllık dozun çok çok üzerine çıkabilir.

Son 30 senenin en önemli nükleer kazası 26 Nisan 1986 günü Sovyet Sosyalist Cumhuriyetleri Birliği'nde Kiev şehrine yakın Çernobil Nükleer Santralinde meydana gelmiş ve çevreye önemli ölçüde radyoaktif madde yayılmıştır. Atmosfere salınan bu radyoaktif gaz ve maddeler, 1000–1500 metre yüksekliğe ulaşmış ve radyoaktif bulutlar oluşturmuştur. Bu radyoaktif bulutlardan Trakya ve Doğu Karadeniz bölgesi meteorolojik koşulların etkisiyle oldukça fazla etkilenmiştir. Çernobil reaktöründen salınan radyoizotoplar içinde en önemlileri iyot-131, stronsiyum-90, sezyum-134 ve sezyum-137 dır. Radyoaktif kirlilikten etkilenen ülkelerde bunlardan başka birçok radyoizotop da tespit edilmiştir. Bunlar lantan–140, rutenyum–103, baryum–140, rutenyum–106, Neptünyum-234, Lantan-140, Rubidyum-102 ve tellür–132 dır. Şekil 1 de Çernobil ve Fukushima kazasında her birinden ve toplamından atmosfere yayılan radyoizotopların salınma miktarını göstermektedir. Radyoaktif maddelerin toplam salınımının 1-2 EBq olduğu tahmin edilmektedir. Ana radyonüklitler I-131 (630 PBq), Cs-134 (35 PBq) ve Cs-137 (70

PBq) olduğu ve SSCB'nin ötesine yayılan oransal miktarların ise I-131 için % 34 ve –Cs-137'ler için% 56 olarak belirlenmiştir (UNSCEAR, 1993).

Radyoaktif maddeler havanın teneffüs edilmesi ve yiyecek ve içeceklerin tüketilmesi sonucu insan vücuduna girebilirler. Bitkilerin üzerinde veya bünyesinde bulunan radyoizotoplar, bitkisel gıdaların yenilmesi sonucunda insan vücuduna geçer. Ayrıca hayvanların da kirletilmiş yiyecekleri yemesi sonucu vücutlarında bol miktarda radyasyon biriktirir. Bu hayvan ürünlerinin yenmesi ve sütünün içilmesi sonucunda radyasyona maruz kalınır.

Şekil 1. Çernobil ve Fukushima kazasında atmosfere salınan radyoizotopların her birinin ve toplam salınma miktarı (Steinhauser, Brandl, & Johnson, 2014)



Radyoaktif maddelerden önemli olanlar İyot–131, Stronsiyum–90, Sezyum–134 ve Sezyum-137'dir. Yarı ömrü 8 gün olan iyot, nükleer kazadan sonra ilk zamanlar en fazla bulunan radyoizotoplardandır. Besin yoluyla insan vücuduna kolay girer. Bu element, vücutta trioid de oldukça fazla depolanır. İyot-131' in yarılanma zamanı küçük olduğu için iki ay sonra aktivetisini kaybeder. Stronsiyum-90'ın ise yarı ömrü uzundur. İnsan vücudunda kemiklere yerleşir. Stronsiyum–90 insan vücuduna en fazla süt ürünleri ve bitkisel besin maddeleri ile girer. Sezyum-134'ün yarı ömrü 2 yıl, Sezyum-137'in yarı ömrü ise 30 yıldır. Bu radyoizotop da yine diğerleri gibi bitkilerin veya hayvansal gıdaların yenilmesiyle insan vücuduna geçer. Vücutta toplandığı bölge yumuşak doku, özellikle kaslardır UNSCEAR (1993).

Çernobil kazasından hemen sonra, aktivite ölçümleri Avrupa'da çoğu ülkede neredeyse tüm gıda maddelerinde başlatılmıştır (Mück, 1997). Türkiye'nin kuzeyindeki geniş alanlar mayıs 1986'nın başlarında radyoaktivite ile yoğun şekilde kirlenmiştir. Bu acil durum sırasında Çekmece Nükleer Araştırma ve İzleme Merkezi gıda maddelerini de içeren çeşitli maddelerin analizlerini gerçekleştirmiştir. Raporlarında, Karadeniz dağlarının doğu kısmının toprak yüzeyinin Cs-137 aktivitesinin, 1988 yılında 0.5 cm toprakta 4000-4500 Bq / kg civarında olduğu ve bu alanda çayın yetiştiği bölgede önemli bir serpinti meydana geldiğini belirtmişlerdir (Ünlü vd., 1995). Gıda incelemeleri sonucunda ise süt ve

çay da Avrupa Ekonomik Topluluğu limitleri üstünde radyasyon saptanmıştır (Demircioğlu & Sayıcı, 2013).

Dünyadaki en popüler içeceklerden biri olan çay, her gün 18- 20 milyar bardak tüketilmek tekdir (Fernández-Cáceres, Martín, Pablos, & González, 2001). Bu neden ile çayın içeriği sağlık için çok önemlidir. Birçok sağlık sorununun önlenmesi ve tedavisi için çayın tıbbi değeri gittikçe yaygınlaşmaktadır (Naithani & Kakkar, 2005). Mevcut çalışmalar, çayın özel antioksidanlar ve sağlığı geliştirici maddeler içerdiğini, kalp hastalıkları, pankreas ve prostat gibi belirli kanser türlerinin riskini azalttığını göstermektedir (Fernández-Cáceres vd., 2001). Türkiye Dünyada üretilen çayda ilk beşe girmektedir. Türkiye'deki tüm çay üretiminin % 100'ünü sağladığı Doğu Karadeniz Bölgesi, 1986 Çernobil kazasıyla kirlenmiş alanlar arasındadır (TAEK, 1998). Kazadan sonraki dönemde Doğu Karadeniz Bölgesinde yetişen çay ya yağmur ile ya da radyoaktif serpinti ile radyasyona maruz kalmıştır. 1986 Çernobil nükleer reaktör kazasından sonra radyoaktif serpinti sonucu, Cs-137 (T = 30.07 y) yaygın olarak Türkiye'nin özellikle Karadeniz bölgesine dağılmıştır (Turhan vd., 2012). Bu çalışmada gama spektrometre sistemi kullanılarak Çernobil nükleer kazasından sonra aynı yıl toplanmış farklı çay markalarının ve 1987, 1988 yılına ait çaylardaki Cs-134 ve Cs-137 aktivitelerini sunmak (Bq/Kg) ve sonraki yıllarda yapılan diğer çalışmaların sonuçları ile karşılaştırmak amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çay örneklerindeki gama radyasyonu ölçmek için HpGe çok kanallı gama spektrometre sistemi kullanılmıştır.

2.1. Örnek toplama

Örnek çaylar toplanma zamanı ve ürün yıllarına göre belirlenmiştir. Gama aktivitesi ölçülecek çaylar; çay çiçeği, filiz, kamelya ve turistik Rize çayıdır. İlk hasadı yapılan çay, çay çiçeğidir. Diğerleri ise sonraki hasatlardır. Çalışmada 1986 ürünü olan bu dört farklı çayın gama radyoaktivitesi ve ayrıca 1987 ve 1989 Rize çayından örnekler toplanmıştır.

2.2. Radyoaktivite ölçümü

Örnekler çok kanallı gama spektrometre sistemi kullanılarak analiz edilmiştir. Lityum katkılandırılmış germanyum detektörün (Ge(Li)) verimi %10, detektörün enerji çözünürlüğü 1.33 MeV (^{60}Co) enerji için 2.00keV, 122 keV enerji için 1.00keV dır. Çay numuneleri her biri 80 g olacak tartılıp, tekdüze boyuttaki kirlenmemiş boş silindirik plastik kaplara aktarıldı. Örnekler detektörün önüne hep aynı mesafede olacak şekilde kurşun odaya yerleştirildi. Veri toplama süresi 10000 s yapıldı. Spektrum altındaki net alan, toplam alandan diğer arka plan kaynaklarının Compton saçılması nedeniyle sayımlar çıkarılarak hesaplandı. Örneklerdeki aktivite konsantrasyonları aşağıdaki eşitlik ile hesaplandı:

$$A = \frac{C}{P\,\varepsilon M t} \qquad 1.1$$

Burada A ($Bqkg^{-1}$) radyonüklidin aktivitesi, C toplam net sayımı, ε detektör verimi, P gama yayınlanmasının mutlak geçiş olasılığı, M örneğin kütlesi kütle, t sayma zamanıdır.

3. Bulgular

1986 yılı ürününe olan ait çay çiçeği, filiz, kamelya, Rize ve 1987,1989 yılına ait Rize çayındaki bulunan radyoaktif izotoplar ve aktiviteleri (Bq/Kg) tablo 1 de verilmiştir. Tablo 1 den de görüldüğü gibi en büyük aktivite ilk hasat çay olan çay çiçeğindedir.

Tablo 1. 1986 yılına ait çay çiçeği, filiz, kamelya, Rize ve 1987,1989 yılına ait Rize çayındaki bulunan radyoaktif izotoplar, aktiviteleri (Bq/Kg) ve toplam aktiviteleri

Çay çeşitleri (ürün yılları)	^{134}Cs (602 keV)	^{137}Cs (662 keV)	^{134}Cs (801 keV)	Toplam aktivite
Çay çiçeği (1986)	4725±125	**25255±225**	3980±12	33960±184
Filiz (1986)	1928±51	10826±148	1780±81	14534±120
Kamelya (1986)	2899±122	17160±195	2842±94	22952±151
Rize (1986)	4243±125	24228±250	3827±113	32298±179
Rize (1987)	444±84	1978±141	334±49	2756±52
Rize (1989)	134±90	299±44	107±51	540±23

4. Sonuç ve Tartışma

Gama spektrometre sistemi kullanılarak çaylardaki aktivite belirlenmiş ve aktivitenin oldukça büyük olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1). Valentin (2006), gıda maddeleri için Cs -137aktivitesinin 1000 Bq / kg olarak kullanılmasına izin vermiştir. Çay çiçeğinde ölçülen aktivite bu değerin çok çok üzerindedir. En büyük aktivite 1986 çay çiçeğindedir (tablo1). Çay çiçeği çayı 1986 çayının ilk hasadı olan çaydır. Nisan mayıs aylarında toplanır. Bu aylarda da en fazla radyasyon serpintisi olmuştur. Rize çayındaki aktivite çay çiçeğine yakındır. 1987 ve 1989 yıllarına ait Rize çaylarındaki aktiviteler düşmüştür. Bu durum çay bitkisinin yaprağının kazadan sonra 1. sürgünün etkilendiğini, daha sonraki sürgünlerin ise bitkinin kendi bünyesinin aldığı radyasyondan kaynaklandığı düşünülmektedir. Gedikoğlu ve Sipahi (1986), 1986 çayındaki en yüksek ^{137} Cs aktivitesini 44000 Bq / kg olarak bulmuştur. Bu değer bizim bulduğumuz değerden büyüktür (Tablo 1). Bu farklılığın çayların farklı bölgelerden toplanmış olmasından ve o günlerdeki hava şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 2 de çalışmamızdan elde edilen sonuçlar ile başka araştırmacılar tarafından çayda ölçülen 137- Cs ve 134- Cs aktiviteleri (Bq/Kg) verilmiştir. Tablo 2 deki sonuçlara bakıldığında 1986 çaylarından elde edilen sonuçlar farklılık göstermektedir. Farklılık göstermesine rağmen bütün aktivite ölçümleri ICRP (2003) nin izin verdiği değerin çok çok üzerindedir.

Tablo 2. Farklı yıllarda yapılmış çalışmalarda çayda ölçülen ^{137}Cs ve ^{134}Cs aktiviteleri (Bq/Kg)

Yayınlar (yıl)	**Çay Örnekleri (yıl)**	**Aktivite (Bq/Kg, Ge(Li) detektör)**
Bolat (1990)	Çay çiçeği(1986)	33960±184
	Filiz (1986)	14534±120
	Kamelya (1986)	22952±151
	Rize (1986)	32298±179
	Rize (1987)	2756±52
	Rize (1989)	540±23
Gedikoğlu & sipahi (1989)	Çay (1986)	44000
Çetiner & Özmen, A. (1995)	Çay (1987)	3156±615
	Çay (1988)	1225±494
	Çay (1989)	702±271
Yaprak, Gür & Epik(2000)	Çay(1987)	45000±52
	Çay (1993)	258±8
	Çay(1998)	143±8
	Çay(1999)	113±7
	Çay (2000)	72±7
Görür, Keser, Akçay, Dizman& Okumuşoğlu (2011)	Çay (2011)	42
Gökmen, Birgül, Kence, Gökmen (1995)		^{134}Cs+^{137}Cs(NaI detektör)
	Çay çiçeği (1986)	18600
	Kamelya (1986)	9700
	Rize (1986)	10000
	Çay çiçeği (1987)	8300
	Kamelya (1987)	5200
	Rize (1987)	6900

Di Gregorio, Huck, Aristegui, De Lazzari, & Jech, 2004 de yapmış oldukları çalışmada Arjantin'deki çaylarda 137-Cs aktivitesini 7 – 10 Bq/kg bulmuşlardır. Bu sonuç Türkiye de çayda ölçülen aktiviteden oldukça düşüktür (tablo 2). Karadeniz bölgesinde yetişen çayların Çernobil kazasından ne kadar çok etkilendiğini göstermektedir.

1987 çayları ile yapılan ölçümlerde aktivite değerleri 2756 ile 44000Bq/kg arasındadır (Tablo 2). Bu çaylardaki radyoaktivite ölçümü ICRP (2003) nin izin verdiği değerin üzerindedir. Çaylardaki aktivitelerin farklı ölçülmesi toplanan çayların Doğu Kareniz de olmasına rağmen bölgesel hava olayları ve toplanma zamanlarının farlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çetiner & Özmen, (1995) çalışmalarında demlenmiş 100 cc çaydaki 137-Cs aktivitesini ölçmüşlerdir. Demlenmiş çaya 137Cs aktivitesinin % 80 ninin geçtiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca çalışma sonuçlarından Türkiye'deki 137-Cs alımının temel olarak diğer gıda kaynaklarından ziyade çay tüketiminden kaynaklanabileceğini sonucuna ulaşmışlardır.

Çelik, Çevik, Çelik, & Küçükömeroğlu, 2008 Çernobil kazasından 21 yıl sonra Giresun ili çevresindeki topraklarda Cs-137 gama ölçümü yapmışlardır. Cs-137 gama aktivitesinin 41 ile 1304 Bq/kg arasında ve ortalamanın da 307 Bq/Kg olduğunu tespit etmişlerdir. Bu bölgedeki Cs-137 aktivitesinin hala yüksek olduğunu söylemişlerdir. Çernobil olayından önce Cs-137 ve Cs-134 aktivite

konsantrasyon seviyesi ile ilgili veri eksikliği, verilerin kökenini oldukça zorlaştırıyor olsa da, Çernobil olayının en iyi aday olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonucu Di Gregorio ve ark. (2004) yapmış oldukları çalışmanın sonuçları da desteklemektedir.

Aynı çayda bugün ölçüm yapılsa hemen hemen yarısı kadar aktivite miktarı ölçülür. Buradan radyoaktif atıkların saklanmasının ne kadar önemli olduğu sonucunu çıkarabiliriz. Bu çayların toprağa gömülmesi durumunda yağmur suyu ile yer altı sularını kirletme; buradan sulama suyunu, bitkileri kirletme, hayvanların yiyeceği kirletme ve bu ürünleri tüketme sonucunda insan vücuduna yiyecek ve içecekler ile radyasyon girebilir. Bu radyonüklitler insan sağlığı için bir risk oluşturabilir (WHO, 2011).

Çağımızda olması muhtemel bu tür kazaların olduğu zamandan haberdar olmamız, hangi izotopların hangi dozlarda saçıldığı ve bunların yakın çevremize olan etkilerinin belirlenmesi çok önemli ve gereklidir. Çernobil kazası bu gerçeği ortaya çıkarmıştır. Nitekim TAEK belirli illerin meteoroloji istasyonlarına radyasyon erken haber alma sistemleri kurmuştur. Aynı gerekçe ile ülkemizde laboratuvarların sayısı ve donanım artmıştır.

Kaynakça

Aybers, N. ve Bayülken, A. (1989),Nükleer reaktörlerde radyoaktif artıklar idaresi ve çevre üzerindeki etkileri, *Radyoaktive Artıklar Çevre ve Sağlık Sempozyumu Bildirileri*, Boğaziçi Üniversitesi, 3-5 Mayıs, İstanbul.

Çelik, N., Çevik, U., Çelik, A., & Kucukomeroglu, B. (2008). Determination of indoor radon and soil radioactivity levels in Giresun, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity, 99*(8), 1349-1354.

Çetiner, M. A., & Özmen, A. (1995). Transfer of 137-Cs in tea and other foods to man after the Chernobyl accident in Turkey. *Radiation Physics and Chemistry, 46*(1), 77-82.

Demircioğlu, F., & Sayıcı, Y. (2013). Rize bölge eğitim ve araştırma hastanesine başvuran kanser hastalarının tanı oranları ve Çernobil kazasının etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences, 33*(4), 1069-1076.

Di Gregorio, D. E., Huck, H., Aristegui, R., De Lazzari, G., & Jech, A. (2004). 137Cs contamination in tea and yerba mate in South America. *Journal of environmental radioactivity, 76*(3), 273-281.

Fernández-Cáceres, P. L., Martín, M. J., Pablos, F., & González, A. G.(2001). Differentiation of tea (Camellia sinensis) varieties and their geographical origin according to their metal content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49*(10), 4775-4779.

Gedikoglu, A. and Sipahi, B. L.(1989). Chernobyl radioactivity in Turkish Tea , *Health Physics*, *56*,97-101.

Gökmen, I., Birgül, O., Kence, A., & Gökmen, A. (1995). Chernobyl radioactivity in Turkish tea and its possible health consequences. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, 198*(2), 487-497.

Görür, F. K., Keser, R., Akçay, N., Dizman, S., & Okumuşoğlu, N. T. (2011). Radionuclides and heavy metals concentrations in Turkish market tea. *Food control,22*(12), 2065- 2070.

ICRP(International Commission on Radiological Protection) (2003). Relative Biological Effectiveness (RBE), Quality Factor (Q) and Radiation Weighting Factor (wR). ICRP Publication 92 Oxford: Pergamon Press

Mück, K. (1997). Long-term effective decrease of cesium concentration in foodstuffs after nuclear fallout. *Health Physics*, *72*(5), 659-673.

Naithani, V., & Kakkar, P. (2005). Evaluation of heavy metals in Indian herbal teas. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 75*(1),197-203.

Steinhauser, G., Brandl, A., & Johnson, T. E. (2014). Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: a review of the environmental impacts. *Science of the Total Environment, 470*, 800-817.

TAEK (Türkiye Atom Enerji Kurumu) (1998). Türkiye'de Çernobil Sonrası Radyasyon ve Radyasyon Çalışmaları, Ankara:TAEK Raporu.

TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu). (2007). Çernobil Nükleer Santralinin Özellikleri ve Kazanın Oluşumu. Ankara : TAEK Raporu

Tüysüz, M.Z., Yorulmaz, N., Bozkurt, A. (2004). Co-60 Radyoterapi Kaynağı İçin Monte Carlo Yöntemiyle Uygun Zırh Tasarımı. *Türk Fizik Derneği 22. Fizik Kongresi Bildiriler Kitapçığı,* Bodrum

Valentin, J.(2006). Protecting people against radiation exposure in the event of a radiological attack, *International Commission on Radiological Protection Series, 96* Amsterdam: Elsevier

UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)(1993). Sources and Effects of Ionizing Radiation., United Nations: New York

Yaprak, G., Gür, F., & Epik, Ö. (2000, October). Radiocesium activity in Turkish tea followed the Chernobyl after thirteen years. *In Eurasia Conference on Nuclear Science and its Application*. Proceedings (pp. 674-677).

Turhan, Ş., Köse, A., Varinlioğlu, A., Şahin, N. K., Arıkan, I., Oğuz, F., ... & Özdemir, T. (2012). Distribution of terrestrial and anthropogenic radionuclides in Turkish surface soil samples. *Geoderma, 187*, 117-124.

Ünlü, M.Y.; Topçuoğlu, S.; Küçükcezzar, R.; Varinlioglu, A.; Güngör, N.; Bulut, A.M. and Güngör, E.(1995), Natural effective half-life of 137 Cs in tea plants, *Health Physics,68*(1): 94-99.

WHO (World Health Organization). (2011). Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008.

© Copyright of Journal of Current Researches on Engineering, Science and Technology (JoCREST) is the property of Strategic Research Academy and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.