

ANTALYA - BURDUR KARAYOLU ÇEVRESİNDE YETİŞTİRİLEN BUĞDAYLARDA KURŞUN VE KADMIYUM KİRLİLİK DÜZEYLERİNİN BELİRLENMESİ*

THE DETERMINATION OF POLLUTION LEVELS OF Pb AND Cd IN WHICH GROWN ALONG THE ANTALYA - BURDUR HIGHWAY

Ünal DOĞAN, Muharrem CERTEL

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümü, ANTALYA

ÖZET: Bu çalışma ile Antalya - Burdur kara yolu çevresinde yetiştirilen Buğdaylarda, kurşun ve kadmiyum kirlilik düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yola farklı mesafelerden alınan örneklerden hazırlanan ekstarktların Pb ve Cd içeriği atomik absorpsiyon spektrofotometrede okutuldu. Yola 0, 50 ve 100 m. mesafelerden alınan örneklerde sırasıyla; 1.171 mg/kg, 0.994 mg/kg ve 0.908 mg/kg'lık bir kurşun konsantrasyonu tespit edilmiştir. Örneklerde kadmiyum konsantrasyonu ise sırasıyla; 0.219 mg/kg, 0.206 mg/kg ve 0.214 mg/kg olarak bulunmuştur.

Örneklerde kurşun konsantrasyonunun yola yaklaştıkça arttığı, yoldan uzaklaştıkça azaldığı görülmüştür. Kadmiyum konsantrasyonunun ise yola olan mesafe ile doğru orantılı olarak artıp veya azalmadığı tespit edilmiştir. Kurşun kirliliği üzerinde taşıt trafiğinin etkili olup, kirlilik düzeyini artırırken, kadmiyum kirliliği üzerinde etkisiz olduğu görülmüştür.

ABSTRACT: In this study determination the level of lead and Cadmium contaminations in wheat which are grown surrounding of the highway between Burdur and Antalya was intended.

Wheat samples which are taken from surrounding of the highway at different distance was analysed by Atomic Absorption Spectrofluorimetry. The lead concentration of the samples that are taken from just near to the road, fifth meter and hundredth meter were detected as 1.171 mg/kg, 0.994 mg/kg and 0.908 mg/kg and the cadmium concentrations were determined 0.219 mg/kg, 0.206 mg/kg and 0.214 mg/kg respectively.

The lead concentration of the samples are increased by approaching to the road, on the contrary when go away from the highway the lead concentration was decreased.

The Cadmium concentration was independent linear relation with the distance. The lead pollution is effected by traffics exhaust but the cadmium concentration is not effected.

GİRİŞ

Ülkemizde özellikle son yıllarda gelişen turizm ve taşımacılık sektörü bazı çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların başında da çevrenin çeşitli şekillerde kirlenmesi gelmektedir. Çevrenin çeşitli şekillerde kirlenmesi ise gıda kirliliğini gündeme getirmektedir. Gıda kirliliği başlığı altında şu kalıntı ve bulaşıklar ele alınmaktadır; pestisitler, büyüme regülatörleri ve hormonlar, ağır metaller, radyoaktif elementler veya radyonüklitler, gıda ambalajlarından kaynaklanan kimyasal maddeler, mikrobiyolojik kontaminantlar ve bunların metaboliti toksinler ve diğer yabancı maddeler. Ağır metallerden en önemli iki toksik element kurşun ve kadmiyum'dur. Bunlar atık gazlar (egzoz ve baca gazları) ve tozlar, arıtma tesisleri çamurları, ekskavatör çamurları ve balçıkları, şehir çöpleri vasıtasıyla çevreyi kirletirler (ANONYMOUS 1987a). Bu ağır metaller, bitkiler veya hayvanlar vasıtasıyla insanların gıdalarına ulaşmaktadır. Bu her iki ağır metalin de insan sağlığı açısından çok yönlü zararları söz konusudur. Bu ağır metallerden vücudun en az zarar görmesi ve zehirlenmelerin önlenmesi için kurşuna karşı kalsiyum, kadmiyum'a karşı ise amino asitlerin alınması tavsiye edilmektedir. Bu iki ağır metalden kurşun kemiklerde depolanırken, kadmiyum daha ziyade böbreklere zarar vermektedir. Absorbe edilen kurşun enzim sistemlerini bloke ederek zehirlenmelere yol açar ve direkt olarak kontraktıl sistemleri etkisi altına alır. Her iki ağır metal de kronik zehirlenmelere neden olabilir (ANONYMOUS 1987b).

Topraktaki ağır metallerin bitki yaşı, toprak pH'sı ve Ca içeriğine bağlı olarak alınımının değişebileceği, kışık buğday dışındaki bitkilerde yapraklarda tohum ve sürgünlere göre daha fazla biriktikleri, bitkinin yaşlanmasıyla birlikte bitkideki birikimlerinin azaldığı da rapor edilmektedir (LENN ve BOPP, 1987).

* Akdeniz Üniversitesi Araştırma fonu tarafından desteklenen bu araştırma Ünal Doğan'ın Yüksek Lisans tezinden alınmıştır.

Literatürde durum buğdayının yumuşak buğdaydan, buğday tanesinin un ve irmikten, ithal edilen buğdayların Almanya orjinli buğdaylardan daha yüksek Cd ve Pb içerdikleri, ayrıca farklı bitki türlerinin topraktaki Cd ve Pb'ü farklı seviyelerde kaldırdıkları bildirilmektedir. (OCKER, 1974 ve 1990, BRÜGGEMANN ve ark., 1983, TIETZ ve ark., 1993).

TAHVONEN ve KUMPULAINEN (1993) Finlandiya pazarındaki bazı tahıl ürünlerinin Cd ve Pb içeriklerini araştırmışlar; çavdar ununun 9 µg/kg Cd, 16 µg/kg Pb, kahvaltılık buğday ürünlerinin 22 µg/kg Cd, 42 µg/kg Pb, çavdar ürünlerinin 19 µg/kg Cd, 26 µg/kg Pb, yulaf ürünlerinin 17 µg/kg Cd, 2 µg/kg Pb, mısır ürünlerinin 11 µg/kg Cd, 18 µg/kg Pb, pirinç ürünlerinin 31 µg/kg Cd, 10 µg/kg Pb, mülslilerin 34 µg/kg Pb, 27 µg/kg Cd, pasta ürünlerinin 79 µg/kg Cd, 18 µg/kg Pb içerdiklerini saptamışlardır.

Güney Hindistan bölgesinde yetişen tahıl ve baklagillerin mineral ve ağır metal içerikleri üzerine yapılan bir çalışmada tahılların baklagillerden daha yüksek oranda Cd, Pb ve Hg içerdikleri saptanmıştır (SRIKUMAR, 1992).

KNIEL ve ark. (1992) Federal Almanya piyasasında ticareti yapılan bazı değirmencilik ürünlerinin kadmyum ve urşun içerikleri üzerine yaptıkları çalışmada 55 yumuşak buğday irmiği ve kırma ununu, 104 sert buğday irmiği ve kırma ununu, yaş yakma metoduyla yaktıktan sonra Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrik olarak analiz ederek, bu ürünlerin Cd (kadmyum) ve Pb (kurşun) içeriklerini saptamışlardır. Bu çalışmada yumuşak buğday ürünlerinin Cd içerikleri 16 µg/kg, Pb içerikleri 10 µg/kg, sert buğday ürünlerinin Cd içerikleri ise 60-70 µg/kg, Pb içerikleri 18 µg/kg arasında bulunmuştur.

Bu çalışmada yoğun taşıt trafiği olan Antalya-Burdur karayolu çevresinde yetiştirilen buğdayların eksoz gazlarından ne ölçüde etkilendiğini, yola olan yetiştirme mesafesinin Pb ve Cd içeriği üzerinde etkisinin olup, olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmada; deneme desenine göre, Antalya-Burdur karayolu çevresindeki ekili alanlardan yola 0,50 ve 100 metre mesafelerden 1 kg net buğday olacak şekilde elle hasat edilen örnekler kullanılmıştır. Örneklerin belirlenmesinde Antalya-Burdur karayolu üzerinde bir ön inceleme yapılarak değişik özelliklere sahip lokasyonlar belirlenmiş, ürünün hasat olgunluğuna gelme zamanı takip edilerek, hasattan hemen önce örnek alınmıştır. Hasat edilen buğday örnekleri hasat edildiği şekilde başak halinde plastik torbalara konularak numaralandırılmış, daneler mini harman makinası kullanılarak harmanlanmış, laboratuvarında analiz edilmeye kadar oda şartlarında muhafaza edilmiştir. Örnekler böcek ve benzeri zararlılara karşı 3 ayda bir kez – 18 C'de 1 hafta süreyle şoklanmıştır.

Deneme; yoldan 3 farklı yetiştirme mesafesi ve 30 alım noktası olmak üzere (3x30) tam şansa bağlı deneme planına göre kurulmuştur. Deneme desenine göre alınan örneklerin Cd ve Pb içerikleri varyans analizine, önemli bulunan (P 0.05 ve 0.01) varyasyon kaynakları Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine tabi tutulmuştur. Deneme iki tekerrürlü olarak yürütülmüş ve analizler iki paralelli yapılmıştır (O' MAHONY, 1985).

Denemede kullanılan tüm örneklerde su ICC- 110/1, kül ICC-104 standart metodlarıyla (ANONYMOUS 1983), ağır metal içerikleri kuru yakılan örneklerden elde edilen çözeltilerin Atomik Absorbsiyon Spektrometrede (Varian spectraAA-550) Cd ve Pb lambaları ve standart çözeltiler kullanılarak saptanmıştır (KNIEL ve ark., 1992, ANONYMOUS 1983/1984).

Kurşun tayininde 283.3 nm, Cd tayininde 228.8 nm dalga boylarında okuma yapılmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI BULGULARI VE TARTIŞMA

Antalya- Burdur karayolu çevresinden 30 ayrı noktadan yola 0, 50 ve 100 metre uzaklıklardan alınan buğday örneklerinin su ve kül içerikleri Çizelge 1'de toplu olarak verilmiştir.

Analiz sonuçlarına göre buğday örneklerinde su içeriği %9,59-11,92 arasında değişmiş olup, ortalama %10,76 olarak belirlenirken, kül içerikleri %1, 171-2,491, ortalama %1,523 olarak saptanmıştır.

Örneklerin Kurşun ve Kadmyum İçerikleri

Antalya-Burdur karayolu çevresinden, 30 noktadan, yola 0,50 ve 100 m. mesafelerden alınan örneklerden hazırlanan ekstraktlarda Atomik absorbsiyon spektrofotometrik olarak belirlenen kurşun ve kadmyum miktarları tekerrür ortalamaları toplu olarak Çizelge 2'de verilmiştir. Bu verilere ait varyans analizi sonuçları ise

Çizelge 3'de özetlenmiştir. Çizelge 3'den de görüleceği üzere örnekleme noktasının yola olan mesafesinin örneklerin kurşun içeriği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,001$) bulunmuştur. Mesafe değişkenine ait kurşun içeriği ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Çeşitli noktalardan alınan 90 buğday örneğinin 0,400-2,190, ortalama 1,0242 mgPb/kg içerdiği saptanmıştır. Bu sonuçları daha görsel ve anlaşılır hale getirmek için yola olan uzaklık ile Kurşun içeriği arasındaki ilişki Şekil 1'de blok diyagramı halinde gösterilmiştir.

Settle ve Patterson (1980) ABD'de insan diyetindeki ortalama kurşun düzeyinin 200 mg/gün olduğunu ve bu diyetin %20'sini konserve gıdaların oluşturduğunu rapor etmişlerdir.

Kirsch ve Odenthal (1988) Almanya'da yetiştirilen buğdayların ortalama 0.04 mg/kg Pb, 0.05-0.06 mg/kg Cd, çavdarların ise 0.07 mg/kg Pb, 0.01-0.02 mg/kg Cd içerdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 1. Antalya -Burdur Karayoluna 0,50 ve 100 M Uzaklıklarda Yetiştirilen Bazı Buğday Örneklerinin Su ve Kül İçerikleri (1. ve 2. Tekerrür Ortalamaları)

Örnek No.	0 m		50 m		100 m	
	Su %	Kül %	Su %	Kül %	Su %	Kül %
2	10.47	1.523	11.92	1.611	10.95	2.491
3	11.15	1.668	11.23	1.574	11.49	1.468
5	11.44	1.417	11.10	1.505	10.99	1.371
6	11.87	1.302	11.50	1.518	10.20	1.615
7	9.91	1.525	10.17	1.533	12.01	1.406
8	11.57	1.576	11.73	1.555	10.32	1.608
9	11.10	1.426	10.87	1.308	11.50	1.433
37	11.15	1.275	10.41	1.538	10.02	1.566
38	10.92	1.774	11.63	1.384	11.45	1.349
39	11.22	1.334	11.17	1.673	11.20	1.704
41	11.08	1.357	11.16	1.228	10.17	1.585
42	10.18	1.298	11.40	1.537	10.96	1.345
43	10.54	1.437	10.72	1.464	11.17	1.334
44	10.88	1.677	11.38	1.294	10.35	1.391
45	10.82	1.674	10.98	1.834	10.65	1.658
46	10.28	1.743	10.32	1.427	10.24	1.472
47	9.62	1.325	11.19	1.125	10.04	1.180
48	10.77	1.807	9.59	1.659	9.90	1.484
49	10.55	1.628	9.88	1.498	10.05	1.440
50	9.92	1.784	10.63	1.647	10.23	1.559
51	10.85	1.512	11.15	1.673	10.31	1.450
52	10.99	1.324	11.02	1.394	10.30	1.354
53	10.24	1.375	10.00	1.498	10.71	1.428
54	10.56	1.555	10.53	1.382	10.51	1.761
55	10.75	1.520	10.26	1.662	10.52	1.660
56	10.65	1.171	10.53	1.820	10.94	1.575
57	11.26	1.540	10.74	1.654	11.15	1.651
58	10.94	1.743	11.06	1.356	11.16	1.525
59	10.97	1.703	10.49	1.383	10.52	1.338
60	10.51	1.648	10.84	1.903	10.70	1.541

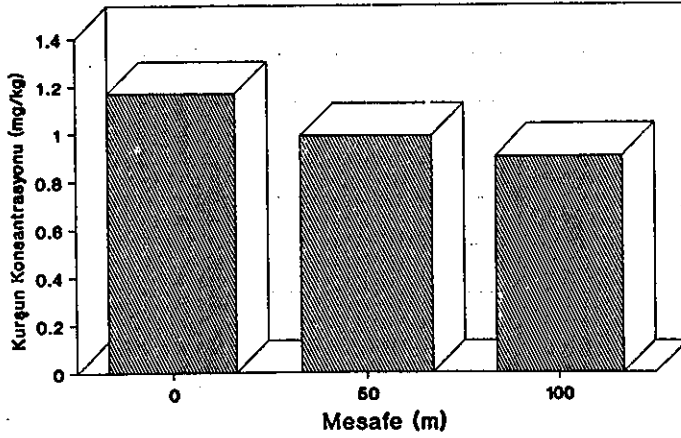
Örneklerin yola olan uzaklıkları göz önüne alınarak, örneklerde bulunan kurşun miktarları değerlendirildiğinde, örneklerdeki kurşun konsantrasyonlarının yoldan uzaklaştıkça istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,01$) düzeyde azaldığı görülmüştür. Örneklerin tamamında belirlenen kurşun içeriği çeşitli ülkelerde belirlenen sınır değerlerin oldukça üzerinde bulunmuştur.

Kurşun içeriklerinin yüksekliği çok ağır bir trafik yükü olan bu yol kenarındaki toprakların yılların birikimi sonucu kirlenmiş olabileceğinin bir sonucu olabileceği gibi, bu kirlenmeye ek olarak bu üretim sezonu içinde de yoğun bir Pb kirlenmesinden kaynaklanmış olabilir. Bunu kesin olarak belirleyebilmek için ise topraktaki kirlenme düzeyinin araştırılması gerekir.

Zurera Cosano ve arkadaşları (1990) taze kuşkonmazların Cd içeriğinin 0,006-0,0622 mg/kg, Pb içeriğinin 0,059-0,409 mg/kg arasında değiştiğini saptamışlardır. Ayrıca bu çalışmada kuşkonmaz çapı arttıkça ağır metal içeriğinin de arttığını yani çap ile ağır metal içeriği arasında bir ilişkinin varlığını ortaya koymuşlardır.

Çizelge 2. Antalya -Burdur Karayoluna 0, 50 ve 100 m Mesafede Yetiştirilen Bazı Buğday Örneklerinin Kurşun ve Kadmiyum İçerikleri (1. ve 2. Tekerrür Ortalamaları)

ÖRNEK NO	0 metre		50 metre		100 metre	
	mgPb/kg	mgCd/kg	mgPb/kg	mgCd/kg	mgPb/kg	mgCd/kg
2	1.090	0.135	0.920	0.120	0.870	0.110
3	0.840	0.100	0.700	0.100	0.580	0.095
5	0.720	0.120	0.610	0.085	0.550	0.060
6	1.130	0.075	0.930	0.070	0.800	0.080
7	1.090	0.175	0.930	0.150	0.660	0.150
8	1.320	0.230	1.110	0.240	1.030	0.180
9	0.890	0.120	0.860	0.120	0.770	0.150
37	1.010	0.215	0.990	0.210	0.920	0.190
38	1.080	0.305	0.700	0.130	0.690	0.170
39	0.460	0.100	0.440	0.070	0.400	0.225
41	0.610	0.335	0.450	0.150	0.410	0.190
42	0.720	0.320	0.670	0.315	0.580	0.285
43	0.810	0.305	0.750	0.250	0.630	0.335
44	0.920	0.295	0.850	0.325	0.780	0.285
45	1.220	0.320	0.970	0.210	0.980	0.275
46	0.930	0.140	0.890	0.175	0.920	0.115
47	0.900	0.105	0.640	0.100	0.600	0.115
48	1.190	0.155	1.100	0.185	1.070	0.175
49	1.010	0.185	0.880	0.185	0.860	0.200
50	1.850	0.360	1.780	0.350	1.810	0.420
51	2.190	0.375	1.800	0.375	1.680	0.370
52	0.950	0.225	0.900	0.220	0.810	0.225
53	0.920	0.150	0.770	0.220	0.510	0.230
54	2.150	0.215	1.760	0.215	1.870	0.275
55	1.430	0.260	0.950	0.300	0.760	0.275
56	0.930	0.190	0.840	0.320	0.650	0.300
57	1.600	0.375	1.590	0.395	1.700	0.380
58	1.780	0.255	1.360	0.160	1.300	0.160
59	2.060	0.230	1.730	0.190	1.350	0.190
60	1.330	0.185	0.950	0.250	0.690	0.220



Şekil 1. Yol kenarında yetişen buğdaylardaki Pb içeriklerinin yola olan uzaklıkla değişimi

Çizelge 3. Yola Olan Mesafenin Kurşun ve Kadmiyum İçeriği Üzerindeki Etkisine Ait Varyans Analizi Sonuçları (** P < 0,01)

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kurşun İçeriği		Kadmiyum içeriği	
		Kareler Ortalaması	F. Değeri	Kareler Ortalaması	F. Değeri
Mesafe	3	0,5406	3,13**	0,001181	0,14
Hata	87	0,1728		0,1728	

Çizelge 4. Mesafe (Yola Olan Uzaklık) Değişkenine Ait Kurşun İçerikleri Ortalamalarının Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi Sonuçları (P < 0,05)*

Mesafe	n	Kurşun İçeriği mg/kg
0 metre	30	1,1710a
50 metre	30	0,9940ab
100 metre	30	0,9077b

* Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklı değildir.

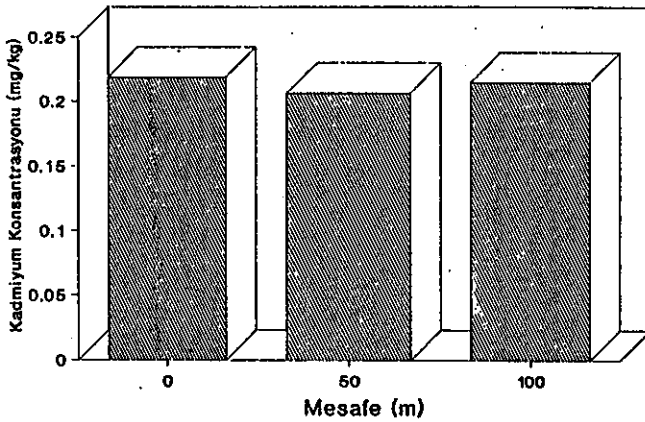
Çizelge 2 incelendiğinde yola sıfır mesafeden örneklerin kadmiyum içeriklerinin 50 ve 100 metre mesafeden alınan örnekler göre çok az da olsa yüksek olduğu gerçeği görülecektir. Gölyatağı, bataklık kurutma alanı ve bataklık kurutma kanalları çevresinden alınan örneklerde Cd içeriğinin diğer örneklerden daha yüksek olduğu da dikkati çekmektedir. Bu sonuçları daha anlaşılır hale getirmek için yola olan uzaklık ile Cd içeriği arasındaki ilişki Şekil 2'de blok diyagramları halinde gösterilmiştir.

Anılan karayolu çevresinde yetiştirilen buğday örneklerinin kurşun yönünden taşıt trafiğinden kaynaklanan önemli düzeyde kirlenmeye maruz kaldıkları, kirlenmenin yoldan uzaklaştıkça azaldığı, büyük yerleşim yerlerinin bacagazı yoğunlaşma alanları, fabrika gazları yoğunlaşma bölgeleri, rampalar, hava sirkülasyonunu kısıtlayan topografik özellikler gibi faktörlerin de Pb kirlenme düzeyini artırıcı etkiler gösterdiği saptanmıştır.

Ancak bu kirlenme düzeyleri insanların günlük diyetinde bulunabilecek doz olan 200 mg/gün seviyesini insanlarımızın sadece bu buğdaylar ve ürünleriyle beslenmeleri halinde dahi aşması söz konusu değildir. Ayrıca bu buğdayların ayrı ayrı tüketilmelerinden çok, sıfır kirlilik düzeyindeki buğdaylarla paçal edildikten sonra insanlar tarafından tüketilme olasılığı da yüksek olduğundan risk faktörü daha da azalmaktadır. Sonuç olarak karayollarımıza yakın mesafelerde (0-50 m) yetişen tahıllar kurşun içeriği bakımından insan ve hayvan beslenmesinde akut olarak düşünülmesi bile kronik bir takım sağlık riskleri doğurabilecek düzeyde kirli bulunmuştur.

Örneklerdeki kadmiyum konsantrasyonlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de özetlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, yola olan uzaklık örneklerin Cd içeriğini istatistiksel olarak etkilememiştir (P < 0,05). Çeşitli noktalardan alınan 90 buğday örneğinin 0,05-0,95, ortalama 0,204 mgCd/kg içerdikleri saptanmıştır. Kadmiyum kirliliğinin sebepleri arasında egzoz gazının katkısının düşüklüğü göz önüne alınırsa bu sonuç yadırganmaz. Ancak istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte Çizelge 2

Örneklerdeki kadmiyum konsantrasyonlarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de özetlenmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, yola olan uzaklık örneklerin Cd içeriğini istatistiksel olarak etkilememiştir (P < 0,05). Çeşitli noktalardan alınan 90 buğday örneğinin 0,05-0,95, ortalama 0,204 mgCd/kg içerdikleri saptanmıştır. Kadmiyum kirliliğinin sebepleri arasında egzoz gazının katkısının düşüklüğü göz önüne alınırsa bu sonuç yadırganmaz. Ancak istatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte Çizelge 2



Şekil 2. Yol kenarında yetişen buğdaylardaki Cd içeriklerinin yola olan uzaklıkla değişimi

Örneklerde belirlenen kadmiyum içerikleri çeşitli ülkelerdeki kabul edilebilir sınırlar içinde bulunmuştur.

Sonuç olarak; yoğun trafik yükü olan yol kenarlarına çok yakın mesafelerde buğday üretilmesi, insan beslenmesinde uzun vadede bir takım risklerin ortaya çıkma olasılığını kuvvetlendirmektedir. Bu şekilde kirlenme riski bulunan buğdayların mutlaka daha temiz olabilecek, yoldan uzak mesafelerde yetişenlerle paçal yapılarak tüketilmesi faydalı olacaktır. Araştırma kapsamında incelenen buğdaylar ağır metal içeriği yönünden akut problem doğuracak düzeyin çok altında bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- ANONYMOUS, 1980. Chemie und Umweltschutz zur Chemie-Diskussion Fakten 1, 2, 3, 4. Deutschen Chemischen Industrie e. V. (Wiesbaden) und Verband der Chemischen Industrie e.V. Frankfurt, B.R.D.
- ANONYMOUS, 1983. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Genel Yayın No: 65, Özel Yayın No: 62-105, Bakanlıklar, Ankara.
- ANONYMOUS, 1984. Official Methods of Analyses of The Association of Analytical Chemists. (A.O.A.C.)
- ANONYMOUS, 1987a. Chemie und Umwelt, Boden. Verband der Chemischen Industrie e.V., Frankfurt, B.R.D.
- ANONYMOUS, 1987b. Umwelt und Chemie Von A-Z Verband der Chemischen Industrie e.V., Verlag Herder Freiburg,
- BRÜGGEMANN, J., OCKER, H.D., ZWINGELBERG, H., 1983. Müllereitechnische Möglichkeiten zur Entfernung toxischer Schwermetalle bei Weizen. Getreide Mehl und Brot. 37(6) 168-172.
- KIRSCH, B., ODENTHAL, A., 1988. Fachkunde Müllereitechnologie, Werkstoffkunde Bayerischer Müllerbund e. V, München. 278. p.
- KNIEL, B., RAUH, J., ROLLER, A., 1992. Untersuchung über das Vorkommen von Cadmium und Blei in handelsüblichen Weizenmahlerezeugnissen und Eiprodukten für die Teigwarenherstellung. Getreide Mehl und Brot 46 (11) 327-329.
- LENN, H., BOPP, M., 1987. Heavy metals in soil and the determination of their availability for plants. Angewandte-Botanik. 61: 5-6, 467-481.
- O' MAHONY, M., 1985. Sensory Evaluation of Food, Statistical Methods and Procedures. Marcel Dekker Inc., New York, USA p. 157-211.
- OCKER, H.D., 1974. Schwermetalle in Durumweizen und erzeugnissen. Getreide Mehl und Brot, 28(8) 204-28.
- OCKER, H.D., 1990. Rückstandsituations des Brotgetreides in der Bundesrepublik Deutschland. Vortrag Müllereifachtagung, Neu-Ulm, März, 1992.
- SETTLE, D.M., PATTERSON, C.C., 1980. Lead in albacore: Guide to lead pollution in Americans, Science, 207, 1167.
- SIRIKUMAR, T.S., 1992. The mineral and trace element composition of vegetables, pulses and cereals of southern India. Food Chem. Vol. 46 (2) 163-167.
- TAHVONEN, R., KUMPULAINEN, J., 1993. Lead and cadmium in some cereal products on the finnish market. Food Addit. contam. London, Vol. 10 (2) 245-255.
- TÍETZ, U., OCKER, H.D., BRÜGGEMAN, J., 1993. Pflanzenschutzmittelrückstände und schwermetallgehalte in der deutschen Brotgetreideernte. Getreide Mehl und Brot, 47(3) 1-4.
- ZURERE-COSANO, G., MORENO-ROJAS, R., AMARO-LOPEZ, M.A., 1990. Cadmium and lead distribution in fresh asparagus. Food-Addit-Contam-Anal-Surveillance-Eval-Control. London. Vol. 7(3), 381-385.