

İNEK SÜTLERİNDEKİ KURŞUN VE KADMIYUM MİKTARLARI ÜZERİNDE ARAŞTIRMA

H. Tansu Aktan*

Bülent Mutluer**

Ahmet Sayal***

Ahmet Aydın****

Aşkın Işimer*****

The study on the determination of lead and cadmium contents of cow milk

Summary: *Lead and cadmium levels were determined in 140 samples of cow milk, collected from 9 regions of Turkey. A graphite furnace-AAS method was used for determination of lead and cadmium in milk samples. Mean regional levels were 6.16-10.55 ng/ml for lead and 0.71-1.78 ng/ml for cadmium, highest values occurring in the Beypazarı (Pb) and Polatlı (Cd) regions. Significant differences ($P < 0.001$) were observed among the regional lead and cadmium contents of milk samples. Overall mean of milk samples in ng/ml were found for lead 8.52 ± 1.64 ng/ml and for cadmium 1.09 ± 0.33 ng/ml. Based on the results of this study and literatur data the milk samples consumed in Ankara showed higher lead and cadmium contents than consumed in some other countries.*

Özet: *Türkiye'nin 9 ayrı bölgesinden getirilen toplam 140 süt numunesinde kurşun ve kadmiyum miktarı tayin edildi. Süt numunelerinde kurşun ve kadmiyum tayinininde grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanıldı. Bölgelere göre ortalama kurşun miktarları 6.16—10.55 ng/ml, kadmiyum miktarları 0.71—1.78 ng/ml arasında değişiyordu. En yüksek kurşun ve kadmiyum miktarları Beypazarı (Pb) ve Polatlı (Cd) bölgelerinden gelen sütlerde bulundu. Sütlerdeki kurşun ve kadmiyum miktarları bakımından bölgeler arasında istatistiki yönden önemli fark ($P < 0.001$) bulundu. Bütün numunelere ait ortalama kurşun miktarının*

- * GATA Askeri Sağlık Hizmetleri A.B.D.Yrd.Doç.Dr.
** A.Ü. Veteriner Fak. Besin Hijyeni ve Tekn. A.B.D. Doç.Dr.
*** GATA Farm. Toksikoloji A.B.D.Uzm.Ecz.
**** GATA Farm. Toksikoloji A.B.D.Uzm.Öğr.
***** GATA Farm. Toksikoloji A.B.D. Bşk. Prof. Dr.

8.52±1.64 ng/ml, kadmiyum miktarının 1.09±0.33 ng/ml olduğu görüldü. Bu çalışma sonuçlarına ve sütte bulunan kurşun ve kadmiyum miktarları ile ilgili literatür verilerine göre Ankara'da tüketilen sütlerin diğer bazı ülkelerde tüketilen sütlerdekenden daha fazla kurşun ve kadmiyum içerdikleri görüldü.

Giriş

Çevre kirliliğinin neden olduğu ve toplum sağlığını ilgilendiren önemli sorunlar arasında başta hava, su ve besinlerin kurşun ve kadmiyum gibi ağır metallere kontaminasyonu gelmektedir. Kurşun ve kadmiyumun hava, su ve besinlerdeki kontaminasyon düzeylerinin belirlenmesi, çevre kirliliğinin ve bunların toplum sağlığı açısından taşıdıkları risklerin ortaya konulması yönünden önem taşımaktadır. Bu bakımdan çoğu ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de çeşitli araştırmalar yapılmıştır (2, 16, 20).

Sanayileşmenin sonucu olarak toplumlar her yıl giderek artan oranlarda kurşun kontaminasyonuna maruz kalmaktadırlar. Günümüzde tüm dünyada yılda ortalama 3 milyon ton kurşun üretilmektedir. Bu miktar 50 yıl önceki yıllık kurşun üretiminden 1 milyon ton daha fazladır (3). Kurşun, sanayiide akümülatör, kablo, emaye, boya ve cam üretiminde, polymerlerin yapımında stabilizatör olarak ve geniş ölçüde benzinlerin bileşiminde kompresyonu önleyici madde olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda dikkatler en önemli kurşun kaynağı olarak otomobil ekzos gazları üzerinde yoğunlaşmıştır. Atmosfere karışan tüm kurşunun %86'sının otomobil egzozlarından kaynaklandığı ve şehirlerde oturanlarda kan kurşun konsantrasyonunun artış nedeninin benzinlerdeki kurşun olduğu kabul edilmektedir (3). Kurşun, organizmada kümülatif etki yapmakta, hematopoetik, nörovejetatif sistem ve sinir sistemi üzerindeki toksik etkileri yanı sıra karaciğer ve böbreklerde önemli hasarlar meydana getirmektedir (22). Kadmiyum, sanayiide galvaniz teknolojisinde, boya, lak ve plastiklerin bileşiminde sarı-oranj renkte pigmentlerde taşıyıcı olarak ve nikel-kadmiyum pillerin yapımında kullanılmaktadır. Maden filizlerinin ergitilmesi ve çöplerin yakılması sırasında atmosfere ve suya, bazı fosfatlı gübrelere de toprağa karışmaktadır (17). İnsanlarda kadmiyumun toksik etkileri genel olarak uzun süreli alımlardan sonra böbrek ve akciğerlerdeki bozukluklarla ortaya çıkmaktadır. Aşırı miktarda kadmiyum alımı ile

hipertansiyon, proteinüri, amfizem, osteomalasi, prostat ve akciğer kanseri vakaları arasında önemli bir ilgi bulunmuştur (22).

Besin maddeleri ve sularla alınan kurşunun % 8-10 u sindirim kanalında rezorbe olmakta ve bu oran çocuklarda %50 ye kadar yükselmektedir (3, 8, 22). Aynı yolla alınan kadmiyumun rezorbsiyon oranı % 5-10 arasındadır (17). Kurşunun bağırsak mukozasından rezorbsiyonunda D vitamini, kalsiyum, çinko, demir, selenyum ve fosforun etkili olduğu bildirilmekte ve diyetteki miktarlarının azalması kemik ve yumuşak dokulardaki kurşun düzeyinin ve toksiditenin artmasına neden olmaktadır. Bunlar arasında en önemlisinin kalsiyum olduğu gözlenmiştir (5). Bu bakımdan kalsiyum gereksinimi fazla olan hamilelerin ve küçük çocukların kurşunun etkilerine daha duyarlı olduklarına dikkat çekilmektedir(18). Aynı şekilde diyetle protein, çinko ve kalsiyum yetersizliğinde kadmiyum rezorbsiyonunun arttığı bildirilmektedir (17). Ratlarda süt diyetleri ile kadmiyum rezorbsiyonu % 14-18 oranında artmaktadır. Sütün etkisinin muhtemelen sütün sindirimi sırasında şelatik ajanın meydana gelmesinden kaynaklandığı, şelatik ajanın mevcut olmadığı durumlarda sadece önemsiz miktarda kadmiyumun bağırsaklardan rezorbe olduğu bildirilmiştir (10).

Erişkin insanlar tarafından besin maddeleri ve sularla günde ortalama 300-500 mcg kurşun alındığı tahmin edilmektedir (9). İngiltere'de günde 517 mcg kurşunun sularla ve 140 mcg kurşunun diğer besin maddeleri ile alındığı bildirilmektedir. A.B.D'de günde 330 mcg kurşunun sularla alındığı saptanmıştır (14). İnsanların günlük normal kadmiyum alımlarının İsveç'te 17 mcg, Almanya'da 31 mcg ve Japonya'da 41-80 mcg olduğu bildirilmiştir (14).

A.B.D de günlük ortalama kadmiyum alımı 50-70 mcg arasında değişmektedir (15). WHO tarafından 70 kg ağırlığında erişkin insanlar için haftalık tolere edilebilir kurşun miktarı 3.0 mg, kadmiyum miktarı ise 500 mcg olarak belirlenmiştir (17). Küçük çocuklarda kurşun ve kadmiyum rezorbsiyonunun daha yüksek olması nedeni ile bu değerlerin daha düşük olması istenmektedir. Küçük çocukların günde 100-150 mcg' dan daha fazla kurşun almamaları gerektiği kabul edilmekle birlikte, şehirlerde yaşayan çocukların hava, su ve besin maddeleri ile günde 175 mcg'a kadar kurşun ve 3-41 mcg kadmiyum aldıkları tahmin edilmektedir (3,12). Küçük çocukların kurşun ve kadmiyumun toksik etkilerine daha duyarlı oldukları, anne sütlerinin bile ortalama 0.05-15-8 ng/g kurşun ve

0,002-4,05 ng/g kadmiyum içerdikleri (7) dikkate alındığında çocuk beslenmesinde önemli bir yer tutan inek sütlerindeki kurşun ve kadmiyum miktarlarının araştırılması önem kazanmaktadır. Bu bakımdan bu çalışmada Ankara'da bir süt fabrikasına Türkiye'nin 9 ayrı bölgesinden getirilen inek sütlerinde kurşun ve kadmiyum miktarları tayin edilerek çevre kirliliğine bağlı kontaminasyon düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Çalışmada Ankara'da önemli miktarda pastörize süt ve süt ürünleri üretimi yapan bir süt fabrikasına Türkiye'nin 9 ayrı bölgesinden ayrı ayrı toplanarak getirilen toplam 120 süt partisi ile aynı fabrikaya ait çiftlikte yetiştirilen ineklerden alınan 20 ayrı süt numunesi materyal olarak kullanılmıştır. Numuneler analizden önce dondurularak muhafaza edilmiş ve analizde grafit fırınlı atomik absorpsiyon spektrofotometrisi kullanılmıştır (13). Analizde kullanılan cihaz ve kimyasal maddeler ile analiz koşulları aşağıda belirtilmiştir.

Kullanılan cihazlar:

- a) Varian marka 30/40 model atomik absorpsiyon spektrofotometresi
- b) Varian marka GTA-96 model grafit tüp atomizeri ve buna bağlı örnekleyici
- c) Varian marka D5-15 bilgisayar ve Epson X-800 yazıcı
- d) Varian marka kurşun (5 mA) ve kadmiyuma (4 mA) ait çukur katod lambalar

Kullanılan Kimyasal maddeler

- a) Kurşun standardı (Sigma L-4885)
- b) Kadmiyum standardı (Sigma C-5524)
- c) Nitrik asit (Merck : Art. 452)

Analiz koşulları

Kurşun 283,3 nm dalga boyunda, kadmiyum 228,8 nm dalga boyunda grafit fırın tekniği ile ölçülmüş ve ölçümlerde deuterium lambalı background düzeltme kullanılmıştır. Numuneler nitrik asit-

le yakılarak 15 mcl enjektelerde edilmiş ve her ölçüm iki kez tekrarlanmıştır.

Bulgular

Süt numunelerinde saptanan kurşun ve kadmiyum miktarları bölgelere göre Tablo 1 ve 2 de gösterilmiştir.

Tablo 1: Bölgelere göre sütlerde saptanan kurşun miktarları

Bölge Adı	Numune Sayısı	Bulunan değerler (ng/ml)			
		Ortalama	Standart sapma	En düşük	En yüksek
Beypazarı	10	10.55	0.57	9.77	11.46
Polatlı	10	10.24	0.37	9.87	10.74
Bala	20	10.15	0.54	9.09	11.09
Konya	10	9.95	0.58	8.69	10.79
Burdur	20	9.24	0.29	8.69	9.79
Antalya	10	9.23	0.41	8.66	9.82
Seydiköy (Isparta)	10	8.09	0.60	7.38	9.19
Kastamonu	10	8.03	0.45	7.42	8.67
Çiftlik İneklerinden	20	6.59	0.50	5.82	7.38
Ankara	20	6.16	0.25	5.72	6.69

Tablo 2: Bölgelere göre sütlerde saptanan kadmiyum miktarları

Bölge Adı	Numune Sayısı	Bulunan değerler (ng/ml)			
		Ortalama	Standart sapma	En düşük	En yüksek
Polatlı	10	1.78	0.16	1.63	1.99
Bala	20	1.38	0.33	0.72	1.89
Konya	10	1.38	0.23	1.04	1.68
Antalya	10	1.31	0.21	1.04	1.67
Burdur	10	1.22	0.23	0.82	1.64
Antalya	20	1.11	0.17	0.74	1.42
Seydiköy (Isparta)	10	0.96	0.16	0.73	1.23
Kastamonu	20	0.89	0.12	0.71	1.17
Çiftlik İneklerinden	20	0.76	0.10	0.62	0.96
Ankara	10	0.71	0.07	0.62	0.86

Tablolarda görüldüğü üzere incelenen süt numunelerinde bölgelere göre ortalama kurşun miktarları 6.16-10.55 ng/ml arasında; ortalama kadmiyum miktarları 0.71-1.78 ng/ml arasında değişmektedir. En yüksek ortalama kurşun miktarı Beypazarı, en yüksek ortalama kadmiyum miktarı Polatlı bölgesinden gelen sütlerde saptanmıştır. En düşük ortalama kurşun ve kadmiyum miktarları Ankara bölgesinden getirilen sütlerde bulunmuştur. Uygulanan varyans analiz sonuçlarına göre çeşitli bölgelerde üretilen sütlerin içerdiği kurşun ve kadmiyum miktarları arasında istatistiki yönden önemli ($P<0.001$) derecede fark bulunmuştur. Bütün numunelere ait ortalama kurşun miktarının 8.52 ± 1.64 ng/ml, kadmiyum miktarının 1.09 ± 0.33 ng/ml olduğu saptanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Kurşun ve kadmiyum süt inekleri tarafından yem, hava ve su ile alınan ve sütle atılabilen toksik eser elementlerdendir. Sanayii bölgeleri ve karayolu çevrelerinde yem bitkileri kurşun emisyonu veya ekzos gazları ile kontamine olabilmektedirler. Karayolu yakınında yetiştirilen kuru otlarla yapılan yemleme denemelerinde inek sütlerindeki kurşun miktarının trafikten uzak bölgelerde yetiştirilen yemlerle beslenen inek sütlerine nazaran iki misli artış gösterdiği saptanmıştır (11). Yemlerin kurşunla aşırı kontaminasyonu sütte kurşun konsantrasyonunun artışına neden olmaktadır. Örneğin normal değerlerden 1-2 ppm daha fazla kurşun içeren çayırlarda otlayan inek sütlerindeki kurşun miktarı normalin 3-4 misli artış göstermektedir (19). Almanya'da sütlerdeki kurşun ve kadmiyum miktarları için kabul edilen değer kurşun için 0.03 mg/kg, kadmiyum için ise 0.0025 mg/kg'dır (6). Tablo 3'de çeşitli ülkelerde sütlerde saptanan kurşun ve kadmiyum miktarları gösterilmiştir.

Çeşitli ülkelerde sütlerde saptanan kurşun ve kadmiyum miktarları ve araştırma bulgularımız dikkate alındığında ülkemizin çeşitli bölgelerinde üretilen sütlerin çevre kirliliğine bağlı olarak diğer bazı ülkelere kıyasla kurşun ve kadmiyumla daha fazla kontamine oldukları ortaya çıkmaktadır.

Tablo 3: Çeşitli ülkelerde sütlerde saptanan kurşun ve kadmiyum miktarları

Ülke	Kurşun (ng/ml)		Kadmiyum (ng/ml)		Kaynak
	\bar{x}	en az-en çok	\bar{x}	en az-en çok	
İsveç	2.0	1.0-3.3	<0.2	<0.2-0.2	(13)
Almanya	1.8	0.9-4.1	0.05	0.02-0.2	(13)
Kanada	1.1	0.01-2.5	0.10	0.005-0.7	(13)
Avusturya	2.4	0-3.5	0.1	0-3.4	(13)
Danimarka	0.9	<0.7-2.5	<0.03	<0.03-0.055	(13)
A.B.D	9.1				(3)
Hindistan	11.1				(1)
Norveç		5.0-8.0		<0.5-1.9	(21)
Türkiye	8.5	6.1-10.5	1.09	0.7-1.8	

Kaynaklar

1. **Abdel-Hamid, A.M., El-Ayoty, S.A.** (1989): *Lead contents in feedstuffs, blood and milk of buffaloes in Dakahlia*. Egypt. FSTA. 1990:22, 3:150.
2. **Bayhan, A., Yentür, G., Kır, S.** (1989): *Ankara'da içilen çeşme ve kaynak sularında kurşun ve kadmiyum miktarlarının saptanması*. Gıda, 14, 3:175-177.
3. **Boeckx, R.L.** (1986): *Lead Poisoning in children*. Anal. Chem., 58, 2: 275-286.
4. **Bruhn, J.C., Franke, A.A.** (1976): *Lead and cadmium in California raw milk*. J. Dairy Sci., 59: 1711-1717.
5. **Cerklewski, F.L.** (1979): *Influence of dietary zinc on lead toxicity during gestation and lactation in female rat*. V.Nutr., 109:1703-1707.
6. **Classen, H.J., Elias, P.S., Hammes, W.P.** (1987): *Toxikologischhygienische Beurteilung von Lebensmittelinhalts-und-zusatzstoffen sowie bedenklicher Verunreinigungen*. Paul Parey Verlag. Hamburg.
7. **Dabeka, R.W., Karpinski, K.F., McKenzie, A.D., Bajdik, C.D.** (1986): *Survey of lead, cadmium and fluoride in human milk and correlation of levels with environmental and food factors*. Fd. Chem. Toxic., 24,9:913-921.
8. **Hammond, P.B.** (1977): *Exposure of humans to lead*. Ann. Dev. Pharmacol. Toxicol., 17:197-214.
9. **Hammond, P.B., Beliles, R.P.** (1980): *Metals*. In: "Casarett and Doull's Toxicology-The Basic Science of Poisons", 2nd Ed., Ed. V. Doull, C.D.Klassen, M.O. Ambur, Macmillan Publ. Co. Inc. Newyork, 409.

10. **Kello, D., Kostial, K.** (1977): *Influence of age and milk diet on cadmium absorption from the gut.* Toxicol. Appl. Pharmacol., 40:277-282.
11. **Kielwein, G.** (1976): *Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene.* Paul Parey Verlag. Berlin-Hamburg.
12. **Kowal, N.E., Johnson, D.E., Kraemer, D.F., Pahren, H.R.** (1979): *Normal levels of cadmium in diet, urine, blood and tissues of inhabitants of the United States.* J. Toxicol. Environ. Health. 5: 995-1014.
13. **Larsen, E.H., Rasmussen, L.** (1991): *Chromium, lead and cadmium in Danish milk products and cheese determined by Zeeman graphite furnace atomic absorption spectrometry after direct injection or pressurized ashing.* Z. Lebensm. Unters. Forsch., 192: 136-141.
14. **Macholz, R., Lewerenz, H.J.** (1989): *Lebensmitteltoxikologie.* Springer Verlag. Berlin-Heidelberg.
15. **Mahaffey, K.R., Corneliussen, P.E., Jellinek, C.F., Florino, J.A.** (1975): *Heavy metal exposure in foods.* Environ. Health. Persp. 12: 63-69.
16. **Mutluer, B., Ersen, S., Berker, A.** (1989): *Ankara çevresinde yetiştirilen kasaplık hayvanların karaciğer ve böbreklerdeki kurşun kontaminasyon düzeyleri üzerine araştırmalar.* A.Ü. Vet. Fak. Derg. 36, 3:596-603.
17. **Sinell, H.J.** (1985): *Einführung in die Lebensmittelhygiene.* Verlag Paul Parey. Berlin, Hamburg.
18. **Six, K.M., Goyer, R.A.** (1970): *Experimental enhancement of lead toxicity by low dietary calcium.* J. Lab. Clin. Med., 76:933-935.
19. **Terhaar, G.** (1973): Sources and pathways of lead in the environment. Proc. Int. Symp. Environ. Health Aspects Lead.
20. **Vural, N., Güvendik, G.** (1983): *Ankara'da hava ve insanlarda kan kurşun seviyesinin araştırılması.* Doğa Derg. 7:191-200.
21. **Wlig, N., Brathen, G.** (1988): *Determination of cadmium and lead in Norwegian market milk.* FSTA: (1990): 22,4:134.
22. **World Health Organization.** (1980): *Recommended Health -Based Limits in Occupational Exposure to Heavy Metals.* WHO Technical Report Series 647. WHO, Geneva.