

Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Kirliliği

Heavy Metal Contamination in Milk and Dairy Products

Hakan İSTANBULLUOĞLU,^a
Recai OĞUR,^b
Ö. Faruk TEKBAŞ,^b
Bilal BAKIR^b

^aGenelkurmay Başkanlığı,
TSK Sağlık Komutanlığı,
^bHalk Sağlığı AD,
GATA, Ankara

Geliş Tarihi/Received: 25.03.2012
Kabul Tarihi/Accepted: 10.10.2012

Bu çalışma, 14. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi
(4-7 Ekim 2011), Trabzon’nde bildiri olarak
sunulmuştur.

Yazışma Adresi/Correspondence:
Hakan İSTANBULLUOĞLU
Genelkurmay Başkanlığı,
TSK Sağlık Komutanlığı, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
h.istanbulluoglu@hotmail.com

ÖZET Amaç: Kadmiyum, kurşun, cıva ve arsenik gibi önemli toksik ağır metaller insan sağlığı için bir tehdit olarak kabul edilmektedir. Süt ve süt ürünlerinde ağır metal kirliliği özellikle çevre koşullarına bağlı ise de, üretim süreci sırasındaki çeşitli faktörler sebebiyle de bulaşma olabileceği kabul edilmektedir. Bu çalışmada ülkemizde satışa sunulan süt ve süt ürünlerinde ağır metal seviyelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Bu çalışma Ankara’daki büyük marketlerde satışa sunulan ambalajlı sütler ve süt ürünleri ile Ankara’da semt pazarlarından ve seyyar satıcılardan toplanmış açıkta satılan sütler ve süt ürünlerini kapsamaktadır. Ambalajlı süt ürünleri beyaz peynir, kaşar peyniri ve meyveli yoğurttan, açıkta satılan süt ürünleri beyaz peynir ve kaşar peynirinden oluşmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde; cıva, arsenik, kadmiyum, selenyum, baryum ve antimon ağır metallerinin miktarı araştırılmıştır. **Bulgular:** Ürünler, açıkta ve ambalajlı satılanlar olarak gruplanmış ve ağır metal içeriklerinin dağılımları incelenmiştir. Ambalajlı ürünlerde, baryum, kadmiyum, cıva, antimon ve arsenik içeriği açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmıştır (sırasıyla p= 0,01; 0,034; 0,044; <0,01 ve <0,01). Açıkta satılan ürünlerde baryum, cıva ve arsenik içeriği açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunmaktadır (p<0,01). **Sonuç:** Süt ve süt ürünleri ile ilgili ciddi bir denetim mekanizması geliştirilmelidir. Toplum sağlığını tehdit eden ürünlerin satışı engellenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Süt; süt ürünleri; metaller, ağır

ABSTRACT Objective: Heavy metals like cadmium, lead, mercury and arsenic are the major toxic heavy metals posing a threat to human health. Heavy metal content of milk and dairy products are usually due to various environmental conditions, but the contamination may occur during the production process due to various factors. The aim of this study is to detect the levels of some heavy metals in milk and dairy products. **Material and Methods:** The present study includes packaged milk and dairy products offered for sale in the big supermarkets and street-vended milk and dairy products collected from the open street markets and street vendors in Ankara. Packaged dairy products studied consisted of white cheese, kashar cheese and fruit yogurt while street-vended dairy products were white cheese and kashar cheese. The levels of mercury, arsenic, cadmium, selenium, barium and antimony were analyzed in milk and dairy products. **Results:** Heavy metal content distributions of packaged and street-vended products are analyzed. Significant differences were determined between packaged products in terms of barium, cadmium, mercury, antimony and arsenic contents (p= 0.01; 0.034; 0.044; <0.01 and <0.01 respectively). There are significant differences between street-vended products in terms of barium, mercury and arsenic contents (p<0.01). **Conclusion:** Powerful control mechanisms should be developed for milk and dairy products. Uncontrolled sale of these products threatens public health and thus should be avoided.

Key Words: Milk; dairy products; metals, heavy

Türkiye Klinikleri J Med Sci 2013;33(2):410-9

doi: 10.5336/medsci.2012-29718

Copyright © 2013 by Türkiye Klinikleri

Süt, dişi memeli hayvanların süt bezlerinde yavrularını beslemek amacıyla üretilmektedir. Sütten elde edilen çeşitli gıdalara “süt ürünleri” adı verilmekte, peynir, kaymak, yoğurt gibi gıdalar “süt ürünleri” baş-

lığı altında incelenmektedir. Süt ve süt ürünleri halk sağlığı açısından, tartışılmayacak derecede önemli bir besin grubu olup, yaşamlarının her evresinde insanlar için gereklidir. Bu durumun temel sebebi; süt ve süt ürünlerinin çeşitli besin öğeleri açısından iyi bir kaynak olmalarıdır.^{1,2}

Atom numaralarına göre sınıflandırıldığında, atom numarası 20'den büyük olan veya bir santimetreküp hacim kaplayan miktarı beş gramdan ağır metaller, ağır metal olarak isimlendirilmektedir. Ağır metaller insan vücudunda birikme özelliği göstermektedirler. Ağır metaller insan vücuduna sindirim, solunum ve deri yolu ile girmektedir. İnsan vücuduna girişi takiben ağır metaller, dokularda birikme eğilimleri nedeniyle zaman içinde toksik değerlere ulaşabilmekte, ciddi sağlık sorunlarına neden olabilmektedirler.^{3,4}

Son yıllarda gıda üretiminde ağır metallere kaynaklanan bulaş hızla artmış, dolaylı olarak gıda maddelerinde saptanan ağır metal kirliliği de riskli seviyelere ulaşmıştır. Süt ve süt ürünlerinin de yukarıda bahsedilen diğer gıda ürünlerinden ayrı değerlendirilemeyeceği açıktır. Ağır metallere süt ve süt ürünlerine bulaş; sütün sağıldığı ve taşındığı tank, süt ürünlerinin hazırlandığı ortam gibi unsurlardan dolaylı olarak kaynaklanabileceği gibi, farklı kaynaklardan çevreye ulaşan atıkların içeriğindeki ağır metallere süt elde edilen hayvanların tükettiği yem, içtiği su ve soluduğu hava yoluyla hayvana bulaşması sonucu, direkt olarak da gerçekleşebilmektedir. Peynirlerde, peynirin yapıldığı sütte ağır metal kirliliği olmasa bile ağır metal saptanabilmektedir. Bu durum, özellikle peynirlerin mayalanması aşamalarında ortaya çıkan asidik ortam, kullanılan ekipman ve yüzeylerde söz konusu asidik ortamdan kaynaklanan korozyon nedeniyle gerçekleşebilmektedir.^{5,6}

Ülkemizde ısıtılmış işlem görmemiş açık süt veya sokak sütü tüketiminin günümüzde de devam ettiği bilinmektedir. Söz konusu tüketimin bazı dar gelirli bölgelerde %60-70'lere ulaşması söz konusudur. Yapılan çeşitli araştırmalar, bu sütün pek çok kimyasal ve mikrobiyolojik bulaşan yönüyle insan sağlığı açısından risk oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte özellikle semt pazarlarında açıkta satılan peynir çeşitlerinin de insan

sağlığı açısından benzer riskleri içermesi söz konusudur.

Meyve katkıları içeren yoğurtlar bebeklik çağından başlayarak çocukların yoğun olarak tükettikleri gıda maddelerindedir. Ülkemizde bu gıdalar hakkında yapılan araştırmalara rastlanmamıştır. Bu sebepten içerikleri açısından, çeşitli bulaşanlar yönüyle kapsamlı bir yorum yapmak mümkün değildir. Çocukların tüketimini, içeriklerinde bulunan katkı maddeleri ile teşvik eden bu gıdaların, ağır metal içeriği boyutuyla incelenmesinin okul çağındaki çocukların sağlığının korunması açısından gerekli olduğu, çalışmanın bu konuda bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.^{7,8}

Bu çalışmada; süt ve süt ürünleri gibi sık tüketilen ürünlerde, son derece önemli bir konu olan ağır metal kirliliğinin boyutları araştırılması, toplum sağlığı alanında önemli bir noktanın aydınlatılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma Ankara'da bir Eğitim Hastanesinin Halk Sağlığı Laboratuvarında Ocak 2010 - Eylül 2011 döneminde yapılmıştır. Çalışma, Ankara'daki büyük marketlerde satışa sunulan ambalajlı sütler ve süt ürünleri ile Ankara'da semt pazarlarından ve seyyar satıcılardan toplanmış açıkta satılan sütler ve süt ürünlerini kapsamaktadır. Ambalajlı süt ürünleri beyaz peynir, kaşar peyniri ve meyveli yoğurttan oluşurken, açıkta satılan süt ürünleri beyaz peynir ve kaşar peynirinden oluşmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde; cıva, arsenik, kadmiyum, selenyum, baryum ve antimon ağır metallere miktarı araştırılmıştır.

Ambalajlı örnekler Ankara'daki iki büyük marketten, süt ürünlerinin açıkta satılan çeşitleri ise, semt pazarı, bakkal ve marketlerden toplanmıştır. Açıkta satılan süt örnekleri, sütün kendi hayvanlarından sağarak elde eden ve satışını da kendi imkânlarıyla gerçekleştiren sokak sütü satıcılarından satın alınmıştır. Örnek toplama işlemi sonucunda, 13 adet ambalajlı süt, 10 adet meyveli yoğurt, 15 adet ambalajlı kaşar, 18 adet ambalajlı beyaz peynir, 24 adet açıkta satılan sokak sütü, 12 adet açıkta satılan kaşar, 21 adet açıkta satılan

beyaz peynir satın alınarak araştırmaya dâhil edilmiştir. Tüm örnekler analiz edilecekleri zamana kadar buzdolabında +4°C’de saklanmışlar, takiben, araştırmacılar tarafından araştırmanın ön denemeleri yapılarak yöntemin standardizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ön denemeler ve standardizasyon aşamasında kullanılan cihazların üreticilerinin tavsiyelerinden faydalanılmıştır.

Örneklerin mikrodalga fırında analiz için hazırlanmaları aşamasında süt örneklerinden mikro pipet yardımıyla 0,2 ml, benzer şekilde meyveli yoğurt, beyaz peynir ve kaşarlardan 0,2 g alınarak cihaza ait teflon numune kaplarına konulmuş, basınçlı mikrodalga sisteminde yüksek ısı ve basınçta eritilerek analiz için hazır hale getirilmişlerdir. Bu işlem için Millestone marka Ethos EZ model mikrodalga numune hazırlama sistemi kullanılmıştır. Üreticinin tavsiye ettiği yöntem çerçevesinde; numunelerin üzerine, 4 ml nitrik asit (HNO₃) ve 2 ml hidrojen peroksit (H₂O₂) eklenmiş, cihaz 280°C sıcaklıkta ve 270 bar basınçta çalıştırılmıştır. Bu yolla, numuneler berrak sıvı hale dönüşmüş, ağır metal analizi için hazır hale gelmiştir. Ayrıca, teflon numune kaplarına örnek konulmaksızın sadece 0,2 ml distile su, 4 ml nitrik asit ve 2 ml hidrojen peroksit konularak “kör” (blank) hazırlanmıştır. Mikrodalga yakma sisteminden çıkan numuneler, standardizasyon amacıyla, distile su ile 10 ml’ye tamamlanmış ve analizin gerçekleştirileceği zamana kadar buzdolabında +4°C’de saklanmıştır.

Ağır metal analizlerinin gerçekleştirilmesi için Thermo Scientific iCE 3000 atomik absorpsiyon cihazı kullanılmıştır. Her ağır metal için mikrodalga sisteminden çıkan ve hacimleri 10 ml’ye tamamlanan numunelerinden 60 µl alınmış, atomik absorpsiyon cihazının numune kaplarının içinde distile su ile 25 kat sulandırılarak analiz için hazır hale getirilmiştir. Ağır metal analizi atomik absorpsiyon cihazının “milyarda birim” (ppb) seviyesinde hassasiyetle çalışan grafit fırın kısmında gerçekleştirilmiştir. Her ağır metal için üreticinin tavsiye ettiği madde düzenleyici (matrix modifier), dalga boyu, bant aralığı, kül ısı ve atomizasyon ısı ayarları ve baryum elementi dışında, zemin düzeltme (background correction) seçeneği kullanılmıştır. Yapılan üç analizin ortalaması cihaza

verilen sıvının arsenik değeri olarak kabul edilmiştir. Elde edilen sonuçlar sütler için µg/ml, süt ürünleri için µg/g cinsinden verilmiştir. Yapılan sulandırmalar, cihaza konan miktar gibi faktörler dikkate alınarak cihazından alınan değer; Şekil 1’de verilen formüle konulmuş ve sütler için bir ml süt ürünleri için bir mg örneğin içerdiği ağır metal miktarı, µg cinsinden hesaplanmıştır.

Elde edilen veriler SPSS 15 istatistik paket programına aktarılarak istatistiksel analizler gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılıma uymaması nedeniyle tanımlayıcı istatistik olarak ortanca, en büyük ve en yüksek değerler verilmiştir. İstatistiksel analizlerde karşılaştırılan grup sayısı iki ise Mann Whitney U, ikiden fazla ise Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Kruskal Wallis testi kullanılarak yapılan analizler sonucunda verilerin dağılımının anlamlı çıkması halinde, anlamlı farkın kaynaklandığı grubu bulmak için Mann Whitney U testi uygulanmış, çoklu karşılaştırmalarda Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. Bonferroni düzeltmesi, Mann Whitney U testi sonucunun ikili karşılaştırma sayısı ile çarpılması ile elde edilmiş, halen p<0,05 ise farkın anlamlı olduğu kabul edilmiştir. Çalışmada, süt ve süt ürünlerine ait numunelerin ağır metal içerikleri arasında olası bir korelasyonun varlığı da araştırılmıştır. Veriler normal dağılıma uymadığından, korelasyon analizi için Spearman korelasyon testi kullanılmıştır. P değerinin 0,05’ten küçük olduğu durumlarda, gruplar arası farklılık anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları, tüm süt ürünlerinin araştırmamıza dâhil edilememiş olması ve piyasada satılan ithal peynir ve kaşarların araştırmamıza dâhil edilmemesi şeklinde özetlenebilir.

BULGULAR

Çalışma kapsamında 13 adet ambalajlı süt, 10 adet meyveli yoğurt, 15 adet ambalajlı kaşar, 18 adet ambalajlı beyaz peynir, 24 adet açıkta satılan sokak

| | | |
|----------------------------|------|--------------------------------|
| Cihazdan Elde Edilen Değer | X 25 | µg cinsinden bir ml veya g |
| | X 5 | = numunenin ağır metal miktarı |
| 100 | | |

ŞEKİL 1: Örneklerde bulunan ağır metal miktarlarının hesaplanması.

sütü, 12 adet açıkta satılan kaşar, 21 adet açıkta satılan beyaz peynir örneği olmak üzere toplam 113 adet örnek incelenmiş, sayı ve nitelikleri belirtilen numunelerin ağır metal içerikleri Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

Çalışma kapsamında incelenen ürünler açıkta ve ambalajlı satılanlar olarak gruplanmıştır. Ambalajlı ürünlerde, baryum, kadmiyum, cıva, antimon ve arsenik açısından, açıkta satılan ürünlerde ise, baryum, cıva ve arsenik ağır metallerinin dağılımı açısından gruplar arasında anlamlı fark bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 1 ve 2).

Ambalajlı ürünlerde tespit edilen anlamlı farkın kaynağını bulmak amacıyla gerçekleştirilen ileri istatistiksel analizlerde; baryum açısından gruplar arasındaki anlamlı farkın beyaz peynirlerin baryum içeriklerinin diğer gruplardan düşük olmasından, kadmiyum ve arsenik içeriğinde saptanan anlamlı farklılığın gruplardaki tüm değerlerin birbirinden farklı olmasından, cıva içeriğindeki anlamlı farkın, meyveli yoğurtların cıva içeriğinin diğer gruplardan düşük, kaşarların cıva içeriğinin ise diğer gruplardan yüksek olmasından, antimon ile ilgili anlamlı farklılığın sütlerin antimon içeriğinin diğer gruplardan düşük, beyaz peynirlerin antimon içeriğinin diğer gruplardan yüksek olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir. Açıkta satılan ürünlerde ise; baryum içeriğindeki anlamlı farkın, baryum içeriğinin sütlerde diğer gruplardan

düşük, kaşarlarda yüksek olmasından, cıva içeriğinin beyaz peynir, arsenik içeriğinin açıkta satılan sütlerde diğer gruplardan yüksek olmasından kaynaklandığı saptanmıştır.

Süt, peynir ve kaşarların açıkta satılan çeşitleri ile ambalajlı çeşitlerinin ağır metal içeriklerinin dağılımlarının incelendiği ikili karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Arsenik değerinin dağılımı arasında tüm ürünlerde anlamlı farklılık görülürken ($p<0,01$), cıva ve selenyum değerlerinin dağılımları arasında ürünlerin hiçbirinde anlamlı fark bulunamamıştır. Baryum değerlerinin dağılımı yalnızca süt numunelerinde anlamlı fark gösterirken ($p=0,015$), kadmiyum değerleri yalnızca beyaz peynirlerde ($p<0,01$), selenyum değerleri ise, kaşar ve beyaz peynirlerde anlamlı farklılık göstermiştir ($p<0,01$).

Süt ve süt ürünlerinin ağır metal dağılımları arasındaki korelasyon incelenmiş, açıkta ve ambalajlı satılan ürünlerin bazı ağır metal içeriklerinin dağılımları arasında pozitif ve negatif yönde korelasyon olduğu saptanmıştır. Açıkta satılan sütlerde ağır metal içerikleri arasında herhangi bir korelasyon olmadığı belirlenmiştir.

TARTIŞMA

Araştırmada süt ve süt ürünlerinin hiç bir grupta normal dağılıma uymadığı saptanmıştır. Bu duru-

TABLO 1: Ambalajlı süt ve süt ürünlerinin ağır metal içeriklerine ait değerlerin dağılımı [ortanca (en küçük-en büyük)].

| Ürün | Ba | Cd | Hg | Sb | Se | As |
|----------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Süt | 8,3 (0,1-150,9) | 0,0 (0,0-0,1) | 1,3 (0,0-46,0) | 0,0 (0,0-0,2) | 0,2 (0,1-0,7) | 0,0 (0,0-0,1) |
| Meyveli yoğurt | 33,4 (0,0-48,3) | 0,0 (0,0-0,2) | 0,6 (0,0-1,8) | 0,1 (0,0-0,3) | 0,1 (0,0-0,8) | 0,0 (0,0-0,5) |
| Kaşar | 6,4 (0,0-15,0) | 0,0 (0,0-0,1) | 2,4 (0,1-243,6) | 0,1 (0,0-0,3) | 0,3 (0,0-0,6) | 0,0 (0,0-0,0) |
| Beyaz peynir | 0,0 (0,0-9,6) | 0,0 (0,0-0,1) | 1,4 (0,0-129,2) | 0,3 (0,0-0,4) | 0,2 (0,0-0,6) | 0,0 (0,0-0,1) |
| p değeri | <0,01 | 0,03 | 0,04 | <0,01 | 0,26 | <0,01 |

TABLO 2: Açıkta satılan süt ve süt ürünlerinin ağır metal içeriklerine ait değerlerin dağılımı [ortanca (en küçük-en büyük)].

| Ürün | Ba | Cd | Hg | Sb | Se | As |
|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| Süt | 1,7 (0,4-6,5) | 0,0 (0,0-0,1) | 0,7 (0,0-3,7) | 0,0 (0,0-0,1) | 0,4 (0,0-0,7) | 0,5 (0,2-0,7) |
| Kaşar | 3,7 (1,2-6,0) | 0,0 (0,0-0,0) | 0,2 (0,0-66,6) | 0,0 (0,0-0,2) | 0,5 (0,0-0,7) | 0,3 (0,2-0,5) |
| Beyaz peynir | 2,7 (0,6-6,2) | 0,0 (0,0-0,0) | 8,2 (0,0-153,1) | 0,0 (0,0-0,1) | 0,4 (0,0-0,5) | 0,3 (0,1-0,5) |
| p değeri | <0,01 | 0,46 | <0,01 | 0,16 | 0,08 | <0,01 |

mun ürünlerin farklı çeşitlerde ve markalarda olmalarından, farklı üretim aşamalarından geçmelerinden kaynaklanmış olması olasıdır.

Baryum en yüksek miktarda meyveli yoğurtlarda saptanmıştır. Ambalajlı ürünlerden beyaz peynirlerde baryum değerleri bazı uç değerler dışında sıfır olarak tespit edilmiştir. Açıkta satılan ürünlerin baryum seviyeleri birbirine yakındır. Açıkta satılan ürünler arasında kaşarların baryum seviyeleri diğerlerinden yüksek, sütlerde ise düşüktür.

Koyun-keçi süt ve peynirlerinin ağır metal içeriklerinin araştırıldığı İtalya'da gerçekleştirilmiş bir çalışmada baryum değeri, 0,61–1,86 µg/g aralığında bulunmuştur.⁹ Araştırmamızda saptanan değerler ambalajlı sütler dikkate alındığında bu değerlerden yüksekken, açıkta satılan ürünler dikkate alındığında benzerlik göstermektedir. Benzer durum beyaz peynirler için de söz konusudur, araştırmamızda saptanan uç baryum değerleri dışındaki değerler, incelenen çalışmanın değerleri ile oldukça yakındır. Bu durumun nedeni; çalışmaların gerçekleştirildiği ülkelerin hayvancılık uygulamalarına ve peynir yapımına yansıyan benzer kültürlerin geçerli olduğu Akdeniz ülkeleri olması, ülkelerin çevresel kirliliklerinin benzerliği olabilir.¹⁰ Diğer bir çalışmada, koyun-keçi peynirlerinde ağır metal analizi gerçekleştirilmiş, peynirlerin ağır metal içeriklerinin çevre şartları, hayvanın türü ve sütün elde edilme zamanına bağlı olduğunun ifade edildiği çalışmada, bu çalışmadakine benzer değerler elde edilmiştir.¹¹

Yukarıda bahsedilen çalışmalar ile bu çalışmayı farklı kılan unsur, bu çalışmada incelenen ürünlerin büyük çoğunlukla inek sütü olmasıdır. Farklı türlerden elde edilen sütlerin benzer değerler içermeleri, türlerin çevre şartlarından etkilenmelerinin benzer seviyede olması ile açıklanabilir.

Baryumun kullanım alanı son derece geniştir. Bu nedenle doğada sık olarak bulunmakta, bitkilere oradan da hayvanlar ve hayvansal ürünler yoluyla insanlara bulaşabilmektedir.¹² Meyveli yoğurtlar, çalışmamıza katılan diğer gruplara göre daha fazla insan müdahalesine maruz kalmaktadır.¹³ Bu durum, söz konusu üründe saptanan yük-

sek baryum içeriğini açıklayabilir. Ambalajlı ürünlerin açıkta satılan ürünlere göre daha fazla miktarda baryum içermesinin nedeninin de, ambalajlı ürünlerin açıkta satılanlara göre daha fazla koruyucu kimyasal ve üretim aşamasında daha fazla insan müdahalesi içermesi olabileceği düşünülmüştür.^{14,15}

Son yıllarda içme ve kullanma sularında bulunan metabolize olmamış veya kısmen metabolize olmuş ilaç kalıntıları kamuoyunun gündemindedir. Kalıntıların önemli bir kısmı tıpta teşhis amaçlı kullanılan baryum bileşiklerinden oluşmakta, bu durum incelenen ağır metaller arasında baryumun diğerlerine göre daha yüksek miktarda saptanmasının nedeni olabileceğini düşündürmektedir.^{16,17}

Baryum, kadmiyum ve cıva ağır metallerinin dağılımları arasında pozitif yönde istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmıştır. Bu durum çevresel kirliliğin artmasıyla üç ağır metalin doğada bulunuşlarının yaygın hale gelmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Baryumun tıbbi alanda kullanımının artması doğada rastlanabilirliğini artırmış, artan sanayi faaliyetleri nedeniyle kadmiyum ve cıvanın çevrede bulunuşu ve hayvanlara bulaşabilirliği artmıştır. Baryum içeriği ambalajlı kaşarlarda antimon, açıkta satılan kaşarlarda selenyumla negatif yönde korelasyon göstermiştir.⁵

Numunelerin kadmiyum içerikleri tüm ürün gruplarında benzerdir. Nadiren saptanan uç değerler, meyveli yoğurtlarda (0,2 µg/g), ambalajlı peynir ve açıkta satılan sütlerde (0,1 µg/g, 0,1 µg/ml) tespit edilmiştir. Bu durum meyveli yoğurtların geçtikleri farklı üretim aşamalarından veya içerdikleri katkı maddelerinden kaynaklanmış olabilir.¹⁸ Ambalajlı ürünlerden süt, kaşar ve beyaz peynirlerde birkaç numune dışında kadmiyum değerinin sıfır olarak saptanması dikkat çekicidir çünkü kadmiyum, çevre kirliliği nedeniyle, doğada sık rastlanan bir ağır metaldir.^{19,20}

Ülkemizde ambalajlı süt, kaşar ve çeşitli beyaz peynirlerin ağır metal analizlerinin incelendiği bir çalışmadan elde edilen sonuçlar bu çalışmada elde edilenlere benzerdir.²⁰ Ancak söz konusu çalışmada numune sayısı oldukça azdır ve açıkta atılan ürünlere yer verilmemiştir. Bu açıdan, bu çalışmada elde

edilen değerler ülkemizde satışı sunulan süt ve süt ürünlerinin ağır metal profilini daha iyi yansıtıyor olabilir.

İspanya'da gerçekleştirilen bir araştırmanın sonuçlarına göre, 2000 yılında gıda kaynaklı kişi başı günlük kadmiyum alımı 15 µg iken 2010 yılında 9 µg'a düşmüştür.²¹ Günlük gıda kaynaklı kadmiyum alımında süt ve ürünlerinin önemli bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Mısır'da manda ile inek süt ve süt ürünlerinin ağır metal içeriklerinin incelendiği bir çalışma gerçekleştirilmiş, sonuçların bu çalışmaya benzer olduğu tespit edilmiştir.²²

Kadmiyum pek çok çevresel ögede bulunmakta, bu durum yapılan analizlerde kadmiyuma belli seviyelerde rastlanması gerektiğini düşündürmektedir.²³ Kadmiyum miktarı açıkta satılan ürünlerde de sifıra yakın değerlere sahiptir ancak, ambalajlı ürünlere kıyasla daha yüksektir. Bunun nedeni, açıkta satılan ürünlerin geleneksel üretim süreçlerinden geçerken kadmiyum bulaşına maruz kalması veya çevresel kirlilikten daha fazla etkilenenin sonucu olabilir. Kadmiyum, çinko üretiminde kullanılmaktadır ve çinkodan mamül malzemede kadmiyumun seviyelerinin yüksek bulunmaktadır. Açıkta satılan ürünlerde kadmiyum içeriği yüksekliğinin nedeni, üretim aşamasında kullanılan çinko kaplar olabilir.²⁴

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'ne göre metal ambalajlarda kullanılan kaplama maddelerinin bileşiminde, antimon, kadmiyum, kurşun ve arsenik miktarı belirli miktarları aşmamalıdır.²⁵ Yapılan çeşitli araştırmalarda teneke kutularda satışı sunulan, özellikle asit oranı yüksek gıda maddelerinde kurşun, kalay, demir, kadmiyum metallerinin miktarında artış olduğunu saptanmıştır. Piyasada bazı beyaz peynirler asidik tuzlu su içinde teneke kutularda satışı sunulmakta, dolayısıyla ağır metal bulaşına uygun ortam oluşmaktadır. Bu çalışmada ambalajlı beyaz peynirlerde saptanan kadmiyum uç değerlerinin nedeni, ilgili yönetmelikte vurgulanan kadmiyum standardını sağlamayan teneke kutular olabilir.²⁶

Ambalajlı satılan sütlerde, kadmiyum içeriği ile cıva içeriği arasında pozitif yönde anlamlı korelasyon bulunduğu belirlenmiştir. Bu durumun ağır

metallerin doğada bulunuşlarının yaygınlığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Açıkta satılan süt ve kaşarlar ile meyveli yoğurtlarda cıva değerlerinin diğer gruplara kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Açıkta satılan kaşarlar cıva içeriğinin en düşük olduğu gruptur. Bu grupta 66,528 µg/g'lık bir uç değer mevcuttur. Bu uç değer, üretim aşamasında gözden kaçan, ciddi bir cıva odağından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ambalajlı beyaz peynirler diğer gruplardan belirgin seviyede yüksek cıva içeriği ile öne çıkmaktadır ve bu gruba ait numunelerin yaklaşık yarısının cıva değeri 10,00 µg/g'dan yüksektir. Ambalajlı olarak satılan sütlerin hazırlandıkları ve satışı sunuldukları ortamın açıkta satılanlara göre daha hijyenik olması beklenmektedir. Bu açıdan cıva içeriğinin ambalajlı sütlerde yüksek çıkması şaşırtıcı olabilir. Nedeni ise, açıkta satılan sütlerin üreticiler tarafından ticari kaygı sonucu sulandırılması, dolayısıyla mevcut cıva içeriğinin düşük saptanması olabilir.

ABD'de yapılan bir araştırmada meyveli ve çikolatalı süt ürünlerinden bazılarında yüksek miktarda cıva tespit edilmiş, cıva bulaşının ürünlerde kullanılan yüksek früktozlu mısır şurubu yoluyla bulaştığı belirlenmiştir.²⁷ Diğer şekerlere göre ucuz olan bu maddenin kullanımını oldukça artmıştır. Araştırmamızdaki meyveli yoğurtlarda saptanan bazı uç değerlerin yüksek früktozlu mısır şurubu kaynaklı olması olasıdır.²⁸

Cıva bileşikleri çevre şartlarında uzun mesafelere kadar taşınmaktadır.^{29,30} Bu taşınma özelliğinden dolayı incelenen numunelerin çevreden kaynaklanan cıva bulaşlarının büyük farklılıklar göstermemesi gerektiği şeklinde bir çıkarım yapılabilir. Bu çalışmada, bu çıkarımı doğrulayacak şekilde, numunelerde saptanan cıva değerlerinin büyük farklılıklar göstermediği belirlenmiştir.

Bu çalışmada incelenen ambalajlı sütlerin tamamı; sütün 135-150 dereceye kadar ısıtılıp bu sıcaklıkta 2-4 saniye tutulduğu UHT (çok yüksek sıcaklık) tekniği ile üretilmiştir. UHT sütlerde HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) ambalajların kullanımı yaygındır. Ambalajlamada kullanılan diğer kutular ise altı tabakalı olup, bu tabakalardan

üçü polietilendir.^{31,32} Ambalajlı sütlerde cıva bulaşının kaynağı yukarıda bahsedilen UHT üretim süreçleri olabilir. Ambalajlamada kullanılan HDPE ve polietilenin petrol ürünü olması, bu ürünlerden kaynaklanan cıva bulaşının olabileceği şüphesini desteklemektedir. Yukarıda sayılan konular yapılacak ileri araştırmalarla incelenebilir.

Cıva içeriği beyaz peynirlerde kaşarlardan farklıdır. Ambalajlı beyaz peynirlerde saptanan cıva değerleri, açıkta satılanlarda saptanan değerlerden düşüktür, kaşarlarda ise, aksi durum söz konusudur. Ağır metaller süt ve ürünlerine, sütün sağıldığı ve taşındığı tank, süt ürünlerinin hazırlandığı ortam gibi unsurlardan bulaşabilmekte, bu yol dolaylı bulaş yolu olarak bilinmektedir.²¹ Beyaz peynir üretiminin çeşitli aşamalarında, düşen pH nedeniyle korozyona uğramış yüzey ve ekipmanlarla temas sonucu, ağır metal bulaşı görülebilmektedir.^{22,33} Geleneksel yöntemlerle üretilmeleri, denetim mekanizmasının dışında kalmaları nedeniyle açıkta satılan beyaz peynirlerde, hijyenik koşullara dikkat edilmesini beklemek oldukça zordur, bu yüzden, ambalajlı beyaz peynirlerin üretim aşamalarında kullanılan ekipmanın korozyonu nedeniyle ağır metal bulaşına maruz kalmış olmaları olasıdır.

Açıkta satılan ürünlerin bazı istisnalar dışında tamamında, antimon değerinin sıfır olduğu ambalajlı olarak satılan ürünlerindeki durumun ise oldukça farklı olduğu belirlenmiştir. En yüksek antimon içeriğine sahip olan grup ambalajlı beyaz peynirlerdir. Ambalajlı beyaz peynir ve kaşarlarda hiç bir numunede antimon değeri sıfır bulunmamıştır.

İspanya'da yapılan bir çalışmada, analiz edilen ambalajlı sütlerde antimon içeriği, 3,4 µg/g ile 11,5 µg/g arasında, en yüksek antimon içeriğinin keçi sütünde olduğu bulunmuştur.³⁴ Bu araştırmada analizi yapılan ambalajlı sütler arasında keçi sütü olmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak, çalışmadan elde edilen sonuçlar bu araştırmadakilere kıyasla yüksektir. Elde edilen sonuçlar arasındaki farkın, ambalaj tekniği farklılığı ya da iki ülkenin çevresel kirliliklerinin farklı olmasıyla açıklanabileceği düşünülmüştür.

Fransa'da yapılan benzer bir çalışmada, ambalajlı süt ve süt ürünlerinde saptanan antimon içeriği diğer ürün gruplarından düşük çıkmıştır.³⁵ Antimon değerleri bu çalışmada elde edilenlere kıyasla oldukça düşüktür. Çalışmada incelenen numune sayısının araştırmamıza benzer olması, örnek sayısından kaynaklanan bir farklılığın söz konusu olmadığını düşündürmüştür. Fransa'nın sanayileşmiş bir ülke olması nedeniyle, sütlere çevresel kaynaklı antimon bulaşının ülkemize benzer veya ülkemizden fazla olacağı noktasından hareketle, her iki çalışma arasındaki antimon düzeyi farkının, ambalaj materyalinden kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir.

Antimon, kurşunun stabilitesini sağlamak amacıyla kurşun ile beraber kullanılmakta, kurşun içeriği yüksek olarak saptandığına, antimon içeriği de yüksek çıkabilmekte, bu birliktelik önemli görünmektedir.^{36,37} Bu araştırmada incelenmeyen bir konu olması nedeniyle, süt ve süt ürünlerinde kurşun ile antimon seviyeleri arasındaki korelasyon konusunda bir yorum yapılamamıştır.

Antimonun kullanım alanlarından biri polietilen tereftalat (PET) üretimidir. PET ile temas eden gıdalardan insanlara antimon bulaşının gerçekleşebileceği belirtilmektedir.³⁸ Bu çalışmada incelenen ambalajlı sütlerin tamamında kullanılan ambalaj malzemeleri yukarıda belirtildiği gibi, HDPE'den veya polietilen içeren malzemedendir. Ambalajlı kaşarlar ve meyveli yoğurtların ambalaj malzemeleri de benzer bir teknikle üretilen polistren ve polipropilendir.³⁹ Plastik materyalden gıdalara antimon geçişlerinin araştırıldığı bir çalışmanın sonuçlarına göre, özellikle bekleme süresinin uzadığı durumlarda antimonun plastik malzemedan gıdalara geçtiği tespit edilmiştir.⁴⁰

Selenyum içeriğinin açıkta satılan ürünler grubunda ambalajlı ürünlere göre yüksek seviyede olduğu, açıkta satılan kaşarların diğer tüm gruplardan daha yüksek miktarda selenyum içerdiği saptanmıştır. Ambalajlı satılan ürünler benzer selenyum seviyesine sahiptir ancak, en düşük seviye meyveli yoğurtlardadır.

İspanya'da 347 adet işlem görmemiş süt numunesinde gerçekleştirilen bir araştırmada, se-

lenyum içerikleri bu araştırmada elde edilenlere kıyasla oldukça yüksek bulunmuştur.⁴¹ Bu durumun nedeninin, araştırmının yapıldığı yörede selenyum içeriğinin yüksek olması veya örnek sayısının bu çalışmadan fazla olması olabileceği düşünülmüştür. Japonya'da yapılan benzer bir çalışmada sütlerde saptanan selenyum içeriklerinin, bu araştırmada elde edilenlere benzer miktarda olduğu görülmüştür.⁴² Japonya ile ülkemizin çevresel selenyum maruziyetinin veya söz konusu araştırmının tasarımının araştırmamızla benzer olması bu benzerliğin kaynağı olabilir.

Selenyum, günlük alım miktarı (RDA) 55 mikrogram/gün aşılmadıkça insan sağlığı için gereklidir.^{43,44} Bu araştırmada incelenen gruplarda en yüksek selenyum miktarı, 0,754 µg/g ile açıkta satılan kaşarlarda saptanmış, sağlığa zararlı miktara ulaşmak için düzenli olarak günlük yaklaşık 300 gram kaşar tüketmek gerektiği hesaplanmıştır. Bu bilgiler ışığında selenyum kaynağı olma açısından insan sağlığına daha yararlı olan grubun açıkta satılan süt ve ürünleri olduğu söylenebilir. Meyveli yoğurtların diğer ürünlere kıyasla selenyum açısından fakirliği dikkat çekmektedir. Ülkemizde bölgeler arası selenyum içeriği farklılığından bahsedilen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan, ülkemizin farklı yörelerinden elde edilen sütlerden mamül ambalajlı süt ve ürünlerinde saptanan benzer selenyum seviyelerinin, beklenen bir sonuç olduğu düşünülmüştür.

Selenyumun gıda takviyesi olarak adlandırılan ürünlerde sıklıkla kullanıldığı bilinmektedir.^{15,16} Selenyumun çevreye yayılımında olası yollardan biri de, insan ve hayvanlarda kullanılan gıda takviyelerinin yoğun kullanımı olabilir. Söz konusu yoğun kullanım sonucunda çevresel ögelere yayılan selenyum, sular aracılığıyla bitkilere, hayvanlara ve süt ve ürünlere geçebilir.

Bu çalışmanın korelasyon analizi sonuçları incelendiğinde, ambalajlı satılan beyaz peynirlerde selenyum içeriği ile kadmiyum içeriği arasında, açıkta satılan kaşarlarda selenyum içeriği ile baryum içeriği arasında ve açıkta satılan beyaz peynirlerde selenyum içeriği ile kadmiyum içeriği arasında negatif yönde ve istatistiksel olarak an-

lamli korelasyon bulunduğu, özellikle açıkta satılan kaşarlarda belirlenen korelasyonun oldukça güçlü olduğu dikkat çekmiştir. Her iki peynir çeşidinde de benzer korelasyonun tespit edilmesi, peynirlerde yapısal olarak kadmiyum artışı ile tetiklenen bir selenyum azalması mekanizması olabileceğini düşündürmüştür.

Arsenik analizi sonuçlarında dikkat çeken noktalar şu şekildedir; açıkta satılan ürünlerde ve özellikle açıkta satılan sütlerde arsenik seviyelerinin tüm gruplardan yüksek olduğu görülmektedir. Ambalajlı satılan kaşar numunelerinin hiçbirinde arsenik tespit edilmemiştir. Ambalajlı satılan ürünlerden en yüksek arsenik seviyesine sahip olan ürün beyaz peynirlerdir. Ülkemizde gerçekleştirilen ve bu çalışmaya benzer şekilde tasarlanan, ambalajlı süt ve ürünlerinin incelendiği bir çalışmada, numune sayısının oldukça düşük olması sağlıklı bir karşılaştırma yapmayı güçleştirirse de, saptanan sonuçlar bu çalışmada elde edilen ambalajlı ürünlere ait sonuçlarla uyum içerisinde.²⁰

Çevresel arsenik maruziyetinin oldukça yüksek olduğu Hindistan'ın Bengal bölgesinde yapılan bir çalışmada, içme sularının %77'sinin 0,1 mg/l'nin üzerinde arsenik seviyesine sahip olduğu belirlenmiştir.⁴⁵ Bu çalışmada, açıkta satılan ürünlerden elde edilen arsenik miktarı yukarıda bahsedilen bölgenin ürünlerinden elde edilen arsenik miktarı ile benzerdir. Açıkta satılan süt ve süt ürünleri tüketenlerin ciddi arsenik maruziyeti yaşamalarının olası olduğunu anlatan bu durum oldukça düşündürücüdür.

Kaynaklar incelendiğinde Dünya'da bazı bölgelerde arsenik miktarının oldukça yüksek olduğu, ülkemizin yüksek arsenik içeriğine sahip ülkeler arasında bulunmadığı görülmektedir.^{46,47} Arseniğin doğada yaygın olması ve günümüzde çevresel arsenik maruziyetinin artması bazı ürünlerdeki yüksek arsenik içeriğini açıklasa da, ambalajlı süt ve ürünlerindeki arsenik içeriğinin, açıkta satılanlardan düşük olmasını açıklayamamaktadır. Kadmiyum elementine benzer şekilde açıkta satılan ürünlerin arsenik içeriğinin ambalajlı ürünlerden oldukça fazla olması, açıkta satılan ürünlerde hijyen kurallarına uyulmamasının bir sonucu olabilir.

Mevcut literatürde, Ankara ve çevresinde içme sularında saptanan yüksek arsenik miktarı ile ilgili bir veriye rastlanmamıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

İncelenen ürünlerden hiç birinin ağır metallerin tamamını yüksek miktarda içermesi durumuna rastlanmamıştır ancak, bazı gruplarda oldukça yüksek uç değerlere rastlanmıştır. Meyveli yoğurtları tüketenler sıklıkla okul çağı ve öncesi dönem çocuklarıdır. Bu ürünlerin bazı ağır metalleri yüksek miktarda içerdikleri, bazılarında ise uç değerler gösterdikleri saptanmıştır. Markalar tarafından, ürünlerinin güvenilir oldukları vurgulanmaktadır. Bunun aksine, ambalajlı satılan ürünlerde ağır metal saptanmakta, bazı kaygı verici uç değerlere rastlanmaktadır. Ambalajlı satılan ürünlerin ambalajlarından kaynaklanan ağır metal bulaşlarının olabileceği şüphesi mevcuttur. Selenyum ve antimon içeriklerinin bazı ürünlerde baryum, cıva ve kadmiyum değerleri ile negatif korelasyon göstermesi, elimizdeki literatür bilgileri ile açıklanamamıştır. Açıkta satılan sütlerin arsenik değerlerinde

saptanan yükseklik, üretimde hijyene hassasiyet gösterilmemesinin yanında, henüz tespit edilmiş ciddi bir çevresel arsenik odağı nedeniyle olabilir.

Açıkta satılan süt ve süt ürünleri ile ilgili ciddi bir denetim mekanizması geliştirilmelidir. toplum sağlığını ciddi derecede tehdit etme riski bulunan bu ürünlerin denetimsiz satışı engellenmelidir. Çocuklara yönelik ürünler detaylı olarak incelenmeli, ruhsat almak isteyen mamuller hassasiyetle araştırılmalıdır. Bazı ürünlerde saptanan kaygı verici uç değerlerin nedenleri araştırılarak, gözden kaçan ciddi bir ağır metal kaynağının varlığı sorgulanmalıdır. Ambalajlı satılan ürünlerde kullanılan plastik ve metal ambalaj malzemelerinin ağır metal bulaşına etkileri, yapılacak incelemelerle net olarak ortaya konmalıdır. Ankara ve çevresi, olası yüksek arsenik kaynaklarının varlığı açısından incelenmelidir. Daha çarpıcı olarak selenyumda olmak üzere, selenyum ve antimon ağır metallerinin baryum, cıva ve kadmiyum elementleri arasında saptanan negatif yöndeki korelasyonun nedeni araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Bonjour JP, Lecerf JM. Dairy micronutrients: new insights and health benefits. Introduction. *J Am Coll Nutr* 2011;30(5 Suppl 1):399S.
- Lucas A, Coulon JB, Grolier P, Martin B, Rock E. Nutritional quality of dairy products and human health. In: Hocquette JF, Gigli S, eds. *Indicators of Milk and Beef Quality*. 1sted. Wageningen: EAAP Publication; 2005. p.164.
- Agarwal SK. Introduction. *Heavy Metal Pollution*. 1sted. New Delhi: APH Publishing; 2009. p.1-2.
- Hernandez AJ, Gutierrez-Gines MJ, Pastor J. Ecology and health in risk analysis of polluted soils. In: Brebbia CA, ed. *Environmental Health Risk V*. 1sted. Southampton: WIT Press; 2009. p.261-2.
- Melek M, Demir H, Kırımı E, Meral İ, Keskin S. [Catalase and carbonic anhydrase enzyme activities, and some mineral-heavy metal concentrations in newborns with congenital malformations]. *Turkiye Klinikleri J Med Sci* 2011;31(2):405-12.
- Pečar D, Slemnik M, Goršek A. Testing the corrosion resistance of stainless steels during the fermentation of probiotic drink. *J Sci Food Agric* 2011;91(7):1293-7.
- Tribby D. Yoghurt. In: Clark S, Costello M, Bodyfelt FW, Drake M, eds. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. 2nded. New York: Springer; 2008. p.201-3.
- Akbay C, Tiryaki GY. [Comparative study of packaged and fresh milk consumption habits of consumers. Kahramanmaraş sample]. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 2007;10(1):89-96.
- Coni E, Bocca B, Caroli S. Minor and trace element content of two typical Italian sheep dairy products. *J Dairy Res* 1999;66(4):589-98.
- Zeder MA. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: origins, diffusion and impact. *Proc Natl Acad Sci USA* 2008;105(33):11597-604.
- Coni E, Bocca A, Coppolelli P, Caroli P, Cavallucci C, Marinucci MT. Minor and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. *Food Chemistry* 1996;57(2):253-60.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. *Milk and dairy products*. Food Chemistry. 4thed. München: Springer; 2009. p.523.
- Ranadheera RDCS, Baines SK, Adams MC. Importance of food in probiotic efficacy. *Food Res Int* 2010;43(1):1-7.
- Öksüztepe G, Padır B, Dikici A, İlhak Oİ. [Microbiological and chemical quality of vacuum packaged fresh parmesan cheese consumed in Elazığ]. *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg* 2009;23(2): 89-94.
- Boyd GR, Reemtsma H, Grimm DA, Mitra S. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in surface and treated waters of Louisiana, USA and Ontario, Canada. *Sci Total Environ* 2003;311(1-3):135-49.
- Boyd GR, Palmeri JM, Zhang S, Grimm DA. Pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) and endocrine disrupting chemicals (EDCs) in stormwater canals and Bayou St. John in New Orleans, Louisiana, USA. *Sci Total Environ* 2004;333(1-3):137-48.
- Kim SD, Cho J, Kim IS, Vanderford BJ, Snyder SA. Occurrence and removal of pharmaceuticals and endocrine disruptors in South Korean surface, drinking, and waste waters. *Water Res* 2007;41(5):1013-21.

18. Küküköner E, Tarakçı Z. Influence of different fruit additives on some properties of stirred yoghurt during storage. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J Agric Sci)* 2003;13(2):97-101.
19. Järup L, Akesson A. Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicol Appl Pharmacol* 2009;238(3):201-8.
20. Ayar A, Sert, D, Akin N. The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia-Turkey. *Environ Monit Assess* 2009; 152(1-4):1-12.
21. Martí-Cid R, Llobet JM, Castell V, Domingo JL. Dietary intake of arsenic, cadmium, mercury, and lead by the population of Catalonia, Spain. *Biol Trace Elem Res* 2008;125(2):120-32.
22. Enb A, Abou Donia MA, Abd-Rabou NS, Abou-ArabnAAK, El-Senaity MH. Chemical composition of raw milk and heavy metals behavior during processing of milk products. *Global Veterinaria* 2009;3(3):268-75.
23. Cobb A. The Elements Series, Cadmium. 1st ed. New York: Marshall Cavendish; 2007. p.23-6.
24. Kirschmann JD. Nutrition Search Inc. Nutrition Almanac. 6thed. New York: McGraw-Hill Professional; 2006. p.55.
25. Turkish Food Codex. Regulations of the Substance and Materials Contact with the Food. Addition 3 Metal-Based Substance and Materials Contact with the Food. Date of publication 29.12.2011-28157. p.1-2.
26. Maduabuchia JMU, Nzegwua CN, Adigbaa EO, Alokea RU, Ezomikea CN, Okochaa CE. Lead and cadmium exposures from canned and non-canned beverages in Nigeria: a public health concern. *Sci Total Environ* 2006; 366(2-3):621-6.
27. Wallinga D, Sorensen J, Mottl P, Yablon B. Why we tested brand name foods for mercury. Not So Sweet. 1sted. Minnesota: Institute for Agriculture and Trade Policy; 2009. p.13-5.
28. Parker K, Salas M, Nwosu VC. High fructose corn syrup: production, uses & public health concerns. *Biotechnol Mol Biol Rev* 2010; 5(5):71-8.
29. Horvat M. Determination of mercury and its compounds in water, sediments, soil and biological samples. In: Pirrone N, Mahaffey KR, eds. *Dynamics of Mercury Pollution on Regional and Global Scales: Atmospheric Processes and Human Exposures Around the World*. 1sted. New York: Springer; 2005. p.153-5.
30. Hirner AV. Speciation of alkylated metals and metalloids in the environment. *Anal Bioanal Chem* 2006;385(3):555-67.
31. Datta N, Deeth HC. UHT and septic processing of milk and milk products. In: Tewari G, Juneja VK, eds. *Advances in Thermal and Non-Thermal Food Preservation*. 1sted. Iowa: John Wiley & Sons; 2007. p.65-6.
32. Malpass D. Basic description of polyethylene. *Introduction to Industrial Polyethylene: Properties, Catalysts, and Processes*. 1sted. New Jersey: John Wiley & Sons; 2010. p.3-6.
33. Tarakci Z, Kucukoner E. Comparison of basic nutrients, mineral and heavy metal contents of herby dairy products. *Int J Food Sci Tech* 2008;43(2):216-9.
34. Cava-Montesinos P, de la Guardia A, Teutsch C, Cervera ML, de la Guardia M. Non-chromatographic speciation analysis of arsenic and antimony in milk hydride generation atomic fluorescence spectrometry. *Analytica Chimica Acta* 2003;493(2):195-203.
35. Milloura S, Noëla L, Kadara A, Chekria R, Vastela C, Sirota V, et al. Pb, Hg, Cd, As, Sb and Al levels in foodstuffs from the 2nd French total diet study. *Food Chemistry* 2011;126(4): 1787-99.
36. Ipser H, Flandorfer H, Luef Ch, Schmetterer C, Saeed U. Thermodynamics and phase diagrams of lead-free solder materials. *J Mater Sci Mater Electronics* 2007;18(1-3):3-17.
37. Takahashi Y, Sakuma K, Itai K, Zheng G, Mitsunobu S. Speciation of antimony in PET bottles produced in Japan and China by X-ray absorption fine structure spectroscopy. *Environ Sci Technol* 2008;42(24):9045-50.
38. Hansen C, Tsigirigotaki A, Bak SA, Pergantis SA, Stüürup S, Gammelgaard B, et al. Elevated antimony concentrations in commercial juices. *J Environ Monit* 2010;12(4):822-4.
39. Li L, Zhai T, Zeng H, Fang X, Bando Y, Goldberg D. Polystyrene sphere-assisted one-dimensional nanostructure arrays: synthesis and applications. *J Mater Chem* 2011;21(1): 40-56.
40. Tukur A, Sharp L, Stern B, Tizaoui C, Benkreira H. PET bottle use patterns and antimony migration into bottled water and soft drinks: the case of British and Nigerian bottles. *J Environ Monit* 2012;14(4):1237-47.
41. Sola-Larrañaga C, Navarro-Blasco I. Chemometric analysis of minerals and trace elements in raw cow milk from the community of Navarra, Spain. *Food Chemistry* 2009;112(1): 189-96.
42. Qin LQ, Wang XP, Li W, Tong X, Tong WJ. The minerals and heavy metals in cow's milk from China and Japan. *J Health Sci* 2009; 55(2):300-5.
43. Yang GQ, Xia YM. Studies on human dietary requirements and safe range of dietary intakes of selenium in China and their application in the prevention of related endemic diseases. *Biomed Environ Sci* 1995;8(3):187-201.
44. Burk RE, Levander OA. Selenium. In: Shils ME, Shike M, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 10thed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. p.322.
45. Mazumder DNG, Ghosh A, Majumdar KK, Ghosh N, Saha C, Mazumder RNG. Arsenic contamination of ground water and its health impact on population of district of Nadia, West Bengal, India. *Indian J Community Med* 2010;35(2):331-8.
46. Mukherjee A, Fryar AE, O'shea BE. Major occurrences of elevated arsenic in ground water and other natural waters. *Arsenic: Environmental Chemistry, Health Threats and Waste Treatment*. In: Henke KR, eds. 1sted. Sussex: John Wiley and Sons; 2009. p.313-14.
47. Kohnhorst A. Arsenic in groundwater in selected countries in south and Southeast Asia: a review. *Trop Med Parasitol* 2005;28(2):73-82.