



Determination of Heavy Metal Content of Milk Collected by Some Dairy Plants in Sivas

Mehmet Beykaya¹, Zeliha Yıldırım², Ayşe Özbey^{3*}, Metin Yıldırım⁴

¹Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry Eskisehir Road 9th Km Lodumlu/Ankara, Turkey

E-mail: mb-kaya@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2594-5011>

²Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, 51240 Niğde, Turkey

E-mail: zeliha.yildirim@ohu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6155-6921>

^{3*}Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, 51240 Niğde, Turkey

Corresponding author, E-mail: ayse.ozbey@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3210-4077>

⁴Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, 51240 Niğde, Turkey

E-mail: metin.yildirim@ohu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6637-916X>

| ARTICLE INFO | ABSTRACT |
|--|---|
| <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 03/08/2018 Accepted : 17/11/2018</p> <p>Keywords: Raw milk Cd Cu Cr Pb</p> | <p>In this study, some heavy metal contents, including cadmium (Cd), copper (Cu), chrome (Cr) and lead (Pb) of 50 raw bulk milk samples obtained from 5 different dairy plants in the Sivas and its vicinity were investigated. The contamination level of Cd, Cu and Cr were found 8.896, 33.69 and 31.81 µg/kg respectively in milk samples. Lead contents of 92% of the milk samples were below the detection limit, but 8% of the samples contained 304.1 - 503.4 µg/kg lead.</p> |

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(1): 105-109, 2019

Sivas İlindeki Bazı Süt İşletmelerine Gelen Sütlerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi

| MAKALE BİLGİSİ | ÖZ |
|--|---|
| <p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 03/08/2018 Kabul : 17/11/2018</p> <p>Anahtar Kelimeler: Çiğ süt Cd Cu Cr Pb</p> | <p>Bu çalışmada Sivas ve yöresinde bulunan 5 süt fabrikasının depo tankından temin edilen 50 adet süt örneğinde ağır metallerden kadmiyum (Cd), bakır (Cu), krom (Cr) ve kurşun (Pb) içerikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda süt örneklerinin Cd, Cu ve Cr içeriklerinin sırasıyla 8,896, 33,69 ve 31,81 µg/kg düzeyinde olduğu saptanmıştır. Süt örneklerin %92'inde Pb miktarının tespit edilebilir limitin altında, %8'inde ise 304,1-503,4 µg/kg olduğu belirlenmiştir.</p> |



Giriş

Günümüzün en önemli sorunlarından biri, sürekli artan dünya nüfusunun beslenmesi için gerekli gıda kaynaklarının bulunması ve bu gıdaların insanlar için tehlikeli bileşenleri içermemesinin sağlanmasıdır. Çevre kirlenmesine paralel olarak, gıda kaynakları da kirlenmeye uğramakta ve insanlar için önemli sağlık sorunları oluşturabilmektedir. Ağır metal iyonları; gıdanın yapısında tabii olarak bulunmamakta çevreden (toprak, sudan, havadan), gıdaların üretimi sırasında kullanılan metalik alet-ekipmanlardan, depolama ve dağıtım sırasında kullanılan ambalaj materyallerinden gıdalara bulaşmaktadır (Vural, 1993).

Birçok tehlikeli elementler veya bileşikler örneğin dioksin, pestisitler, ağır metaller gıda zincirine girebildiğinden gıdalar toksik bileşiklerin yüksek canlı organizmalara geçişinde başlıca rol oynayabilmektedirler. Toksik bileşiklerin çevredeki konsantrasyonu, kentsel, zirai ve endüstriyel emisyonla da artmaktadır. Gıda maddelerine bulaşan ağır metaller gıda zinciri yoluyla insan ve hayvan vücuduna ulaşabilmektedirler. Çevre kirliliği nedeniyle süt ve ürünlerine arsenik, civa, kadmiyum ve kurşun gibi ağır metallerin bulaştığı, bu maddelerin vücutta birikmeye başlamalarıyla birçok ciddi hastalığa yol açabildikleri bilinmektedir (Simsek ve ark., 2000; Licata ve ark., 2004; Caggiano ve ark., 2005; Ay ve Karayünlü, 2008, Coşkun ve Şanlı, 2016). Sütte kurşun kalıntısı özellikle endişe yaratmaktadır. Çünkü süt daha çok bebek ve çocuklar tarafından tüketilmektedir (Tripathi ve ark., 2005; Tajkarimi ve ark., 2008). Türk Gıda Kodeksi “Bulaşanlar Yönetmeliği” kapsamında çiğ sütte bulunabilecek maksimum kalıntı limiti sadece kurşun için 0,02 mg/kg olarak verilmiştir (Anonim, 2011).

İnek sütünde iz elementlerin düzeyi esansiyel veya toksik etkilerinden dolayı oldukça önemlidir. Örneğin Cd ve Pb toksik olmalarına karşın Zn, Cr ve Mn esansiyeldirler ve ancak yüksek dozlarda toksik olmaktadır. İnsan sağlığı üzerine olumsuz etkiye sahip elementler içinde Pb ve Cd en tehlikeli olanlardır. Çünkü gıda zincirine çok kolay bir şekilde girmekte ve esansiyel herhangi bir biyolojik fonksiyona sahip olup olmadığı bilinmemektedir (Martino ve ark., 2000; Liu, 2003). Çocuklar yetişkinlere göre Pb ve Cd'a daha duyarlıdır ve Pb ile Cd'un etkileri kümülatif olup dokularda birikmektedirler. Bundan dolayı düzenli olarak çok küçük miktarlarda alınan kurşun çocukların sağlığı üzerinde çok ciddi etkilere yol açabilmektedir. Örneğin mental gelişiminde yavaşlama (okuma ve öğrenme kabiliyetinin azalması gibi), konsantrasyon azalmasına neden olabilmekte, böbrek ve kalp sağlığı ile iştahı olumsuz etkileyebilmektedir (Tripathi ve ark., 1999; Salma ve ark., 2000; Hizel ve Şanlı, 2006). Süt ve süt ürünleri çocukların temel besin kaynakları olduğundan inek sütündeki iz elementlerin düzeyini kontrol etmek oldukça önemlidir.

Bu amaç doğrultusunda Sivas ilinde beş adet süt fabrikasına gelen sütlerden belli dönemlerde süt örnekleri aseptik koşullarda alınarak ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Türkiye’de sokak sütlerinin kalitesini belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmış olmasına karşın işletmeye gelen sütlerin kalitesini saptamak amacıyla yapılan çok az sayıda araştırma mevcuttur.

Materyal ve Yöntem

Süt Örneklerinin Alınması ve Analize Hazırlanması

Sivas ve civarında bulunan 5 süt fabrikasından 5 ay süresince ayda iki kez olmak üzere depo tankında depolanan sütler bu çalışmada materyal olarak kullanılmıştır. Süt fabrikalarında depolama tanklarına alınan sütler iyice karıştırılıp (10 dk) homojen hale getirildikten sonra aseptik koşullarda tank hacmine göre belirlenen miktarlarda (1000 ml) süt örneği alınmış ve 0-5°C’de muhafaza edilerek analizlere tabi tutulmuşlardır (Anonim, 1999; Anonim, 2001).

Ağır Metal Analizi

Toplanan örneklerde kadmiyum, kurşun, bakır ve krom varlığı ICP/OES (Perkin Elmer Optima 2000, ABD) cihazı kullanılarak In-House Yöntem ile saptanmıştır (Jorhem, 1993; Skurikhin, 1993; Anonim, 2008). Homojen hale getirilen süt örneğinden 1,5 g alınmış ve üzerine 10 ml HNO₃ ve 1 ml H₂O₂ eklenmiştir. Bunu takiben hazırlanan örnek mikrodalga numune parçalama sitesine (Cem Mars Express, ABD) konulup yakma işlemine tabi tutulmuştur. Mikrodalga sıcaklık kontrollü olup yakma işlemi 210°C’de gerçekleştirilmiştir. Daha sonra ICP/OES cihazı kullanılarak okuma işlemi yapılmıştır. Kadmiyum, kurşun, bakır ve krom değerleri sırasıyla 228,8, 283,3, 324,8 ve 357,9 nm dalga boylarında okunmuştur. Her ağır metal için kalibrasyon eğrileri çizildikten sonra süt örneklerindeki ağır metal düzeyleri tespit edilmiştir.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kadmiyum

Cd ve bileşikleri; boya, cam, tekstil, elektrik, pil, fungusit, insektisit ve metal alaşımlar ile sentetik polimerlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Cd’un birçok sanayii dalında kullanılmasının, bu toksik metalin toprak, hava ve su yoluyla gıda maddelerine bulaşma riskini artırdığını ve bazı gıdalarda yüksek düzeyde kontaminasyonu olduğunu göstermektedir. Süt Cd içeriği bakımından fakirdir. Genellikle ağır metal içeren gübreli topraklarda yetişen otlarla beslenen süt ineklerinde Cd konsantrasyonunun yüksek olduğu bildirilmektedir. Uluslararası Gıda Kodeksinde sütte kadmiyum için maksimum kalıntı limiti belirlenmemiştir. İnsanlarda haftalık olarak alınmasına izin verilen Cd miktarı ortalama 50-150 µg/gün olarak sınırlandırılmıştır (Bluthgen ve Tuinstra, 1997; Kaya ve ark., 1998; Nordberg, 2009, Anonim, 2018).

Analiz edilen tank sütlerinde Cd miktarı 1,2 µg/kg (0,0012 mg/kg) ile 15,1 µg/kg (0,0151 mg/kg) arasında değişmekte, ortalama 8,896 µg/kg (0,0089 mg/kg) olarak bulunmaktadır (Tablo 1). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği’nde kabul edilebilir en yüksek Cd değeri süt ve ürünleri için belirtilmemiş, fakat diğer bazı gıdalar için 0,05-1,00 mg/kg arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 2011). Araştırmada tespit edilen süt numunelerinin ortalama Cd değerlerinin 0,05 mg/kg’ın altında kaldığı saptanmıştır.

Tablo 1 Süt örneklerinin ağır metal içerikleri
 Table 1 Heavy metal composition of milk samples

| Örnek | Kadmium (Cd) (mg/kg) | Kurşun (Pb) (mg/kg) | Bakır (Cu) (mg/kg) | Krom (Cr) (mg/kg) |
|----------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | 0,0071 | TEDB | 0,0275 | 0,0321 |
| 2 | 0,0070 | TEDB | 0,0470 | 0,0324 |
| 3 | 0,0047 | 0,4115 | 0,0240 | 0,0583 |
| 4 | 0,0089 | 0,5034 | 0,0880 | 0,0746 |
| 5 | 0,0068 | TEDB | 0,0225 | 0,0621 |
| 6 | 0,0067 | TEDB | 0,0389 | 0,0513 |
| 7 | 0,0080 | TEDB | 0,0599 | 0,0307 |
| 8 | 0,0068 | TEDB | 0,0740 | 0,0319 |
| 9 | 0,0080 | TEDB | 0,0090 | 0,0299 |
| 10 | 0,0052 | TEDB | 0,0264 | 0,0313 |
| 11 | 0,0117 | TEDB | 0,0611 | 0,1969 |
| 12 | 0,0080 | TEDB | 0,0328 | 0,0399 |
| 13 | 0,0034 | TEDB | 0,0329 | 0,0239 |
| 14 | 0,0059 | TEDB | 0,0307 | 0,0263 |
| 15 | 0,0012 | TEDB | 0,0181 | 0,0417 |
| 16 | 0,0089 | TEDB | 0,0253 | 0,0285 |
| 17 | 0,0037 | TEDB | 0,0407 | 0,0435 |
| 18 | 0,0092 | TEDB | 0,0399 | 0,0488 |
| 19 | 0,0095 | TEDB | 0,0521 | 0,0429 |
| 20 | 0,0139 | TEDB | 0,0644 | 0,0577 |
| 21 | 0,0098 | TEDB | 0,0350 | 0,0279 |
| 22 | 0,0097 | TEDB | 0,0532 | 0,0322 |
| 23 | 0,0098 | TEDB | 0,0284 | 0,0239 |
| 24 | 0,0096 | TEDB | 0,0594 | 0,0351 |
| 25 | 0,0102 | TEDB | 0,0209 | 0,0110 |
| 26 | 0,0102 | TEDB | 0,0208 | 0,0118 |
| 27 | 0,0097 | TEDB | 0,0154 | 0,0279 |
| 28 | 0,0098 | TEDB | 0,0214 | 0,0028 |
| 29 | 0,0096 | TEDB | 0,0309 | 0,0262 |
| 30 | 0,0095 | TEDB | 0,0482 | 0,0211 |
| 31 | 0,0102 | TEDB | 0,0208 | 0,0085 |
| 32 | 0,0101 | TEDB | 0,0207 | 0,0098 |
| 33 | 0,0097 | TEDB | 0,0153 | 0,0249 |
| 34 | 0,0097 | TEDB | 0,0662 | 0,0336 |
| 35 | 0,0103 | TEDB | 0,0212 | 0,0172 |
| 36 | 0,0151 | 0,3041 | 0,0310 | 0,0102 |
| 37 | 0,0101 | TEDB | 0,0144 | 0,0143 |
| 38 | 0,0102 | TEDB | 0,0152 | 0,0173 |
| 39 | 0,0097 | TEDB | 0,0199 | 0,0185 |
| 40 | 0,0098 | TEDB | 0,0175 | 0,0279 |
| 41 | 0,0093 | TEDB | 0,0320 | 0,0372 |
| 42 | 0,0097 | TEDB | 0,0357 | 0,0137 |
| 43 | 0,0100 | TEDB | 0,0152 | 0,0127 |
| 44 | 0,0098 | 0,3937 | 0,0150 | 0,0166 |
| 45 | 0,0096 | TEDB | 0,0198 | 0,0192 |
| 46 | 0,0096 | TEDB | 0,0383 | 0,0308 |
| 47 | 0,0095 | TEDB | 0,0394 | 0,0082 |
| 48 | 0,0097 | TEDB | 0,0575 | 0,0339 |
| 49 | 0,0100 | TEDB | 0,0197 | 0,0145 |
| 50 | 0,0102 | TEDB | 0,0209 | 0,0169 |
| EKD | 0,0012 | TEDB | 0,0090 | 0,0028 |
| EBD | 0,0151 | 0,5034 | 0,0880 | 0,1969 |
| Ortalama | 0,0089 | - | 0,0337 | 0,0318 |

TEDB, tespit edilebilir düzeyde bulunamadı; EKD, en küçük değer; EBD, en büyük değer.

Benzer şekilde Polatlı bölgesinin sütlerinin Cd (0,71-1,78 ng/ml) içerikleri (Aktan ve ark., 1991) ile İzmit'in ve Ankara'nın bazı süt işletmelerinin tanker sütlerinin Cd içerikleri sırasıyla 0,180-0,398 µg/L, <0,01 µg/kg olarak düşük düzeyde tespit edilmesine (Ay ve Karayünlü, 2008; Yüzbaşı ve ark., 2009) karşın Ankara ve yöresinde üretilen sütlerin Cd içerikleri daha yüksek olduğu (0,114 mg/L) belirlenmiştir (Temurci ve Güner; 2006). Konya yöresinde üretilen sütlerin de Cd içeriklerinin düşük düzeyde olduğu belirtilmiştir (Algan, 2002). Aydın ilinde toplanan çiğ sütlerde Cd içeriği tespit edilebilir sınıra altında bulunmuştur (İnci ve ark., 2017).

Kurşun

Pb, toksik ağır metaller içerisinde doğada en yaygın olarak bulunan, çevresel ve biyolojik sistemlerin hemen her fazında saptanabilen toksik bir elementtir. Endüstriyel tüm ortamlarda bulunmaktadır (Kahvecioğlu ve ark., 2009). Kurşundan etkilenen canlılar içinde insanlar birinci sırayı almaktadır. En duyarlı olanları ise süt çocukları, gebe kadınlar ve kurşunla yoğun teması olan meslek gruplarıdır (Hizel ve Şanlı, 2006). Çocukların kurşunu absorbe etme oranı %50 iken bu oran erişkinlerde %10 olarak bulunmuştur. Kan kurşun düzeyinin üst sınırı Alman toplumunda kadınlar için 70 µg/ml düzeyine indirilmiştir (Bakar ve Baba, 2009). Kurşun bir nevi nörotoksindir ve anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Analiz edilen 50 tanker süt örneklerinden 46'sında (% 92'sinde) tespit edilebilir limitin üzerinde kurşun belirlenmemiştir (Tablo 1). Sadece 4 örneğin (% 8'sinde) kurşun içerdiği belirlenmiş ve bu örneklerde kurşun değerlerinin 304,1 ile 503,4 µg/kg olduğu gözlenmiştir. Türk Gıda Kodeksine göre çiğ sütte maksimum bulunması gereken kurşun değeri 0,02 mg/kg yani 20 µg/kg (Anonim, 2011) olduğu göz önünde tutulduğunda bu çalışmada 4 süt örneğinde bulunan kurşun değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Yüzbaşı ve ark. (2009) Ankara'daki iki süt işletme sütlerinin Pb değerlerinin (626,2 µg/kg) Gıda Kodeksinde belirtilen limit değerinin üstünde olduğunu bulmalarına karşın birçok araştırmacı inceledikleri süt örneklerinde bu değerinin altında olduğunu ortaya koymuşlardır (Licata ve ark., 2004; Ay ve Karayünlü, 2008; Tajkarimi ve ark., 2008; Aktan ve ark., 1991; Algan, 2002; Özrenk, 2002; Baranowska ve ark., 2005; İnci ve ark., 2017).

Bakır

Cu, tuzlarına nazaran daha az toksik bir elementtir. Bakırın bitkiler ve canlılar üzerindeki etkisi, kimyasal formuna ve canlının büyüklüğüne göre değişir. Küçük ve basit yapıları için zehir özelliği gösterirken büyük canlılar için temel yapı bileşenidir. Bakırla bulaşık olan bitkisel ve hayvansal tarım ürünlerinin tüketilmesi halinde, insan ve hayvanlarda zehirlenmeler görülebilmektedir (Şener ve Yıldırım, 2000). Ancak Cu, insan ve hayvan gelişiminde rol oynayan esansiyel besin elementlerinden birisidir. Normal günlük diyetle 2-5 mg düzeyinde alınmaktadır. JECFA (Joint FAO/WHO Expert Comitee on Food Additives), Cu için maksimum günlük alınabilir dozu 0,5 mg/kg olarak belirlemiştir. Doğada pek çok sebze ve meyvede bulunduğu için Cu'nun büyük kısmı

bitkilerden sağlanmaktadır. Sütte Cu iz miktarda bulunmakta olup, 50-300µg/L arasında değişir (Mertz, 1987; Anonim, 1996).

Analiz edilen süt örneklerinde Cu miktarının 9 µg/kg ile 88 µg/kg arasında değiştiği ve ortalama 33,69 µg/kg olduğu belirlenmiştir (Tablo 1). Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanlar Yönetmeliğinde hiçbir gıda örneği için kabul edilebilir maksimum Cu değeri belirtilmemiştir (Anonim, 2011). Gıda-Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) bünyesindeki Gıda Kodeks Komisyonuna göre gıdalarda en fazla bulunabilecek Cu miktarı 0,1-5,0 mg/kg'dır (Anonim, 1984). Bu değer baz alındığında test edilen süt örneklerinin bakır içeriğinin düşük olduğu söylenebilir.

Licata ve ark. (2004) inceledikleri süt örneğinde Cu miktarını (1,98 µg/kg) düşük bulurken Simsek ve ark. (2000) (0,39-0,96 mg/kg), Temurci ve Güner (2006) (4,300 mg/L) ve Yüzbaşı ve ark. (2009) (1,7 mg/kg) yüksek belirlemişlerdir. İnci ve ark. (2017) Cu içeriğini tespit edilebilir sınıra altında bildirmişlerdir.

Krom

Vücutta insulin hareketini sağlayarak karbonhidrat, su ve protein metabolizmasını etkileyen Cr, doğada her yerde bulunan bir metal olup havada >0,1 µg/m³ ve kirlenmemiş suda ortalama 1 µg/L bulunur. Günde ortalama Cr alımı (tüm değerliklerde) 30-200 µg'dır ve bu oranda alınan kromun toksikolojik bir etkisi olmayıp yetişkin bir insanın günlük krom ihtiyacını karşılamaktadır. Yüksek dozda Cr⁶⁺ bileşiklerinin alınması bağlı olarak şiddetli ve sıklıkla ölümlü sonuçlanan patolojik değişimler ortaya çıkar. Günlük doz sınırları içinde alınan Cr³⁺ bileşiklerinin insanlara veya hayvanlara zararları görülmemiştir. Altı değerlikli krom bileşikleri deri, sindirim sistemi ve akciğerler için temas ettikleri durumlarda tahriş edici ve korozif özellik gösterirler. Süt ve ürünleri az miktarda krom içerirler (Kahvecioğlu ve ark., 2009).

Araştırmada süt örneklerinin krom içerikleri en düşük 2,8 µg/kg, en yüksek 196,9 µg/kg ve ortalama 31,81 µg/kg olarak bulunmuştur (Tablo 1). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliğinde gıda maddelerinde krom miktarları konusunda herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (Anonim, 2011).

Sütteki krom miktarını Azcue ve ark. (1988) 0,13 mg/L, Licata ve ark. (2004) 2,03 µg/l, Bratakos ve ark. (2002) 0,01-0,02 µg/L, Temurci ve Güner (2006) 1,016 mg/L olarak tespit etmişlerdir.

Sonuç

Ağır metal yönünden irdelendiğinde; örneklerde Cd, Cu ve Cr'un ortalama olarak sırasıyla 8,896 33,69, 31,81 µg/kg olduğu belirlenmiştir. Gıda Kodeksinde gıdalarda bulunmasına izin verilen maksimum değerinin altında kaldığı için söz konusu ağır metaller açısından sütlerin güvenli olduğu söylenebilir. Örneklerin %92'inde Pb miktarının tespit edilebilir limitin altında olduğu ve sadece %8'inde (4 örnek) Türk Gıda Kodeksine göre çiğ sütte maksimum bulunması gereken kurşun değerinin (0,02 mg/kg) üzerinde olduğu belirlenmiştir. Analiz edilen süt örneklerinde ağır metal içeriklerinin düşük olmasının nedeni Sivas ilindeki endüstriyel sanayinin

azlığından dolayı toprak ve suların temiz kalmasından, hayvan beslenmelerinin büyük oranda tabii yemlere dayanmasından ve meraların gübre ve tarım ilaçları açısından fakir olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Aktan HT, Mutluer B, Aydın A, Isimer A. 1991. İnek sütlerindeki kurşun ve kadmiyum miktarları üzerine araştırma. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi. 38: 100-107.
- Algan G. 2002. Konya Yöresi Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin İncelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya.
- Anonim, 1984. FAO-WHO, Food standard programme contaminants. Codex Alimentarius Commission, Caclvol XVII-Ed 1.
- Anonim, 1996. WHO "Trace Elements In Human Nutrition and Health", World Health Organization, Geneva.
- Anonim, 1999. Süt ve Süt Mamulleri - Numune Alma Kılavuzu. TS 2530 EN ISO 707. Türk Standardları Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2001. Süt ve Süt Ürünleri - Numune Alma-Değişkenler İle Muayene, TS ISO 8197. Türk Standardları Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2008. Gıdalar - Metalik elementlerin tayini, TS 3606. Türk Standardları Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2011. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. 29.09.2011 Tarihli ve 28157 Sayılı Resmi Gazete, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskile/2011/12/20111229M3-8.htm>
- Anonim, 2018, General Standard For Contaminants And Toxins In Food And Feed http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-roxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2B193-1995%252FCXS_193e.pdf
- Ay Ü, Karayünlü S. 2008. Modification in direct analysis method: metal levels in raw milk at the region of Izmit by graphite furnace atomic absorption spectrophotometer. International Journal of Food Science and Technology. 43: 326-329.
- Azcue JMP, Pfeiffer WC, Donangelo CM, Fiszman Malm O. 1988. Heavy metals in foods from thr Paraíba Do Sul River Valley, Brazilian Journal of Food Composition and Analysis. 1: 250-258.
- Bakar Ç, Baba A, 2009. Metaller ve insan sağlığı: yirminci yüzyıldan bugüne ve geleceğe miras kalan çevre sağlığı sorunu. 1. Tıbbi Jeoloji Çalıştayı, 30 Ekim-1 Kasım 2009, Ürgüp Bld., Kültür Merkezi, Ürgüp, Nevşehir.
- Baranowska I, Barchanska H, Pyrsz A. 2005. Distribution of pesticides and heavy metals in trophic chain. Chemosphere. 60: 1590-1599.
- Bluthgen A, Tuinstra LGM, 1997. Monograf on residues and contaminants in milk and milk products. International Dairy Federation (IDF) IDF-Special Issue, Ref. S.I.9701.
- Bratakos MS, Lazos ES, Bratakos SM. 2002. Chromium content of selected Greek foods. The Science of the Total Environment. 290: 47-58.
- Caggiano R, Sabia S, Emilio MD, Macchiato M, Anastasio A, Ragosta M. 2005. Metals levels in fodder, milk, dairy products, and tissues sampled in bovine farms of Southern Italy. Environmental Research. 99: 48-57.
- Coşkun T, Şanlı T. 2016. Süt ve süt ürünlerinde kalıntılar. Akademik Gıda. 14: 67-74.
- Hizel S, Şanlı C. 2006. Çocuklarda beslenme ve kurşun etkileşimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi. 49: 333-338.
- İnci A, Ünübol Aypak S, Güven G. 2017. Aydın ilinde üretilen inek sütlerinde bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. Gıda. 42: 229-234.
- Jorhem L. 1993. Determination of metals in foodstuffs by atomic absorption spectrophotometry after dry ashing: NMKL interlaboratory study of lead, cadmium, zinc, copper, iron, chromium, and nickel. Journal of AOAC International. 76, 798.2.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S, 2009. Metallerin Çevresel Etkileri-I, Metalurji. 136. Sayı, http://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d136_4753.pdf.
- Kaya S, Pirinçi İ, Bilgili A. 1998. Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji. Medisan Yayınları, Konya 115-142s.
- Licata P, Trombetta D, Cristani M, Giofre F, Martino D, Calo M. 2004. Levels of "toxic" and "essential" metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. Environment International. 30: 1-6.
- Liu ZP. 2003. Lead poisoning combined with cadmium in sheep and horses in the vicinity of non-ferrous metal smelters. The Science of the Total Environment. 309: 117-126.
- Martino FAR, Sánchez MLF, Medel AS. 2000. Total determination of essential and toxic elements in milk whey by double focusing ICP-MS. Journal of Analytical Atomic Spectrometry. 15: 163-168.
- Mertz W. 1987. Trace Elements In Human and Animal Nutrition. Fifth Edition, Vol. 1, Academic Pres, USA.
- Nordberg GF, 2009. Historical perspectives on cadmium toxicology. Toxicology Applied Pharmacology. 238: 192-200.
- Özrenk E. 2002. Van İli Ve İlçelerinde Üretilen İnek Sütlerinin Ağır Metal Kirliliği Düzeyi Ve Bazı Mineral Madde İçerikleri. (Doktora Tezi), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Salma I, Maenhaut W, Dubtsov S, Papp ÉZ, Záray G. 2000. Impact of phase out of leaded gasoline on the air quality in Budapest. Microchemical Journal. 67: 127-133.
- Simsek O, Gültekin R, Öksüz O, Kurultay Ş. 2000. The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk. Nahrung. 44: 360-363.
- Skurikhin IM. 1993. Methods of Analysis for Toxic Elements in Foods. Part IV. General Method of Ashing for Determination of Toxic Elements. Journal of AOAC International. 76, 257.
- Şener S, Yıldırım M. 2000. Metalik Zehirler. Bölüm 9. Veteriner Toksikolojisi. Teknik Yayıncılık, İstanbul, 520 s.
- Tajkarimi M, Faghih MA, Poursoltani H, Nejada AS, Motallebi AA, Mahdavi H. 2008. Lead residue levels in raw milk from different regions of Iran. Food Control. 19: 495-498.
- Temurci (Usta) H, Güner A. 2006. Ankara'da tüketime sunulan süt ve beyaz peynirlerde ağır metal kontaminasyonu. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 1: 20-28.
- Tripathi M, Munot HP, Shouche Y, Meyer JM, Goel R. 2005. Isolation and functional characterization of siderophore-producing lead- and cadmium-resistant *Pseudomonas putida*. Current Microbiology. 50: 233-237.
- Tripathi RM, Raghunath R, Sastry VN, Krishnamoorthy TM. 1999. Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products. The Science of the Total Environment. 227: 229-235.
- Vural H. 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. Çevre Dergisi. 8: 3-8.
- Yüzbaşı N, Sezgin E, Yıldırım Z, Yıldırım M. 2009. Changes in lead, cadmium, iron, copper and zinc levels during the production of Kaşar cheese. Journal of Food Quality. 32: 73-83.