



Süt ve Ürünlerinde Mineral Maddeler ve Ağır Metaller

Korhan ÖZTURAN¹, Mustafa ATASEVER²✉

1. Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Ankara, TÜRKİYE.
2. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
31.05.2017	19.09.2017	25.10.2018

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:

Özturan K, Atasever M: Süt ve Ürünlerinde Mineral Maddeler ve Ağır Metaller. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 13 (2): 229-241, 2018. DOI: 10.17094/ataunivbd.317822

Öz: Mineral maddeler sağlık için önemlidir ve diyetle yer almaları gerekir. Ancak aşırı dozu insanlar için toksik olabilmektedir. Süt ve süt ürünleri ağır metallerin kaynağı olabilir. Sütte ağır metallerin bulunması, genellikle çevresel ve endüstriyel kirlilikten kaynaklanmaktadır. Çevresel kirlilik, insanlar için küresel bir sorundur. Ağır metal kaynaklı sağlık riskinin azaltılması ve çevrenin daha da kötüleşmesini önlemek için çevrede ağır metal birikimi önlenmelidir. Bu derleme, minerallerin ve ağır metallerin organizmaya etkilerini ve ağır metallerin gıdalara ve süt ürünlerine bulaşma kaynaklarını özetlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Ağır metal, Mineral madde, Süt, Süt endüstrisi.

Mineral Elements and Heavy Metals in Milk and Dairy Products

Abstract: Mineral elements are essential to health. They should be present in diet. But the excessive dose can be toxic to humans. Milk and dairy products can be a source of heavy metals. The occurrence of heavy metals in dairy often results from environmental and industrial contamination. Environmental pollution is a global problem for man. Heavy metal accumulation in the environment must be prevented to avoid health risk and further deterioration of the environment. This review is summarize the effects of mineral elements and heavy metals on organism and to describe a source of contamination and inputs of heavy metals into food chain and dairy products.

Keywords: Heavy metal, Mineral elements, Milk, Dairy industry.

✉ Mustafa ATASEVER

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.
e-posta: atasever@atauni.edu.tr

*Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalında yapılmış "Erzurum ve Çevresinde Üretilen Süt ve Süt ürünlerinin Mevsimlere Göre Mineral Madde ve Ağır Metal İçeriği" isimli doktora tezinden derlenmiştir.

GİRİŞ

Bazı mineraller canlılar için önemli ihtiyaçtır. Bunlar düşük konsantrasyonlarda iz elementler olarak adlandırılır ve vücutta çeşitli görevleri vardır. Ancak sınırları aşan konsantrasyonları toksik olabilir ve bir kısmı ağır metal olarak bilinirler. Hızlı sanayileşme nedeniyle dünyada artan ağır metal kontaminasyonu kaynaklı çevresel kirlilik besinler aracılığı ile halk sağlığını tehdit etmektedir. Bu kapsamda toprak, su ve hava kaynaklarında kirlilik problemiyle sıklıkla karşılaşmaktadır. Kirleticiler, tarımsal üretimi olumsuz yönde etkileyerek üretimin zamanla azalmasına yol açmaktadır.

Çevre ve gıda kirlenmesine neden olan binlerce kimyasal madde artıkları arasında, doğaya yayılmış bulunan her türlü metal kalıntılarının önemli bir payı vardır. Biyolojik sistemlerde çevresel kontaminant olarak bilinen metalik kirleticilerin düzeyi, kontaminasyonun yoğun olduğu bölgelerde yaşayan hayvanlarda ve yetişen bitkilerde yüksek boyutlara ulaşmaktadır. Bu durum gıda zinciri boyunca giderek artan düzeylerde birikerek zincirin son halkasında bulunan insanlara ulaşmaktadır. Böylece gıda yolu ile bu tür kontaminantlarla karşı karşıya kalan bireyler akut toksik etki ya da uzun süreli alımlarla kronik geri dönüşsüz sağlık problemleri ile karşılaşmaktadırlar (1).

Günümüzde 9 milyon civarında kimyasal madde olduğu ve bunun yalnızca yaklaşık 7600'nün günlük yaşamda kullanıldığı bilinmektedir. Bunlardan ağır metaller önemli bir grubu oluştururlar. Ağır metaller atom ağırlığı 40'tan fazla olan, eksenindeki elektron dağılımı benzerlik gösteren ve özgül ağırlığı 5'ten fazla olan elementlerdir. Ağır metallerin başlıca kaynakları; bazı anataşlar, mineral gübreler, biyosidler, kanalizasyon atık maddeleri, kentsel atık

maddeler, atık sular, madencilik ve motorlu araçların egzoz gazlarıdır (2).

Vücuda dışarıdan alınması gereken bazı mineraller (örn., Na, K, Ca, Mg, P, Cl) sütte bulunmaktadır. Ayrıca süt alınması zorunlu olmayan diğer bazı mineral maddeleri (örn., Li, Cs, Cd, Al, Hg, Pb) de içerebilmektedir. Bu elementlerin bazılarının toksik etkisi olduğu da bilinmektedir (3).

İyi kaliteli süt ürünleri yalnızca kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerine değil, sahip oldukları mineral içeriklerine de bağlıdır. Sütün esansiyel ve iz element içeriği birçok faktöre (örn., genetik özellikler, çevresel şartlar, laktasyon durumu ve çayır, mera tipi) bağlıdır. Süt ürünlerine uygulanan teknolojik uygulamalar da bu değerlerin değişmesine sebep olmaktadır (4) Sütteki eser elementlerin miktarı, süt hayvanlarının yetiştiği topraklar üzerindeki bitkileri yemesi sonucu farklılık göstermektedir. Süt ineği otlama süresince toprak üzerindeki toksik metalleri de vücuduna almaktadır.

Süt ve ürünlerindeki ağır metal kontaminasyonu; sağım hayvanlarının maruz kaldığı bulaşmaya bağlı olarak hammaddeden veya üretim ve depolama sırasında süt ürünleri ile temas eden makine ve ekipmanlardan kaynaklanabilen bulaşmalardan ileri gelmektedir. Teknolojik işlemler sırasında veya süt ve ürünlerinin muhafaza edilmesinde kullanılan metal kaplardan ve işletme suyundan kaynaklanan metalik kontaminasyondaki başlıca elementler Cu, Zn, Fe, Sn, As, Cd 'dir. Süt ve peynir gibi asidik nitelikli gıdaların üretiminde kullanılan kapların bileşimindeki metallerin çözünerek ürüne geçme riski diğer besinlere göre daha kolaydır (3,5). Atık sular hiçbir arıtma yapılmaksızın tarımsal alanlarda sulama suyu olarak kullanılabilir. Kirli su kaynakları ile yapılan tarımsal sulamalar nedeniyle toprak verimliliği ve

bitki kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Toprakta ağır metallerin toksik düzeylerde zenginleşmesi, bitki gelişimini ve kalitesini bozmakta, gıda zinciri yolu ile insan ve hayvanlara kadar ulaşmaktadır (6). Ağır metaller atmosferden kuru veya ıslak çökme yoluyla, kirli sularla, katı atıklarla, bazı pestisitlerle ve fosfatlı gübrelerle toprakta birikerek; ortam koşullarına bağlı olarak flora ve fauna bünyesine geçerek besin zincirinde üst basamaklara kadar transfer olmaktadır. Ağır metallerin topraktaki biyolojik prosesler üzerine toksik etkisi; onların mobiliteyi, topraktaki konsantrasyonları, ana materyalin kimyasal bileşimi ve bileşimin çözünürlüğüne bağlıdır. Söz konusu ağır metallerin topraktaki yüksek konsantrasyonları özellikle kültür topraklarında gübreleme, bitki gelişimi ve ürün üzerine olumsuz etkiler yapmaktadır. Ağır metaller toprak mikroflorası üzerine de etkilidir (7).

Doğal çevreyi meydana getiren öğeler; insanlar, hayvanlar ve bitkilerdir. Bu öğelerin, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, hayati aktivitelerinin olumsuz yönde etkilenmesi ve değişmesi olayına çevre kirliliği denir. Canlılar, doğada yaşamlarını hava, su ve topraktan oluşan bir ekosistem içerisinde sürdürürler. Sanayileşme ile birlikte çevre kirlenmesi ve dolayısıyla doğal dengenin bozulması artmış, insan ve çevre sağlığı olumsuz etkilenmeye başlamıştır. Günümüz teknolojisine paralel olarak toprak, su ve atmosfere bırakılan ağır metal iyonu miktarının ve çeşidinin artması; maden alanlarının işletimi, endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan katı, sıvı ve gaz atıkların çevreye kontrolsüzce bırakılması, artan nüfus ile birlikte fosil yakıtların konutlarda ve araçlarda kullanım miktarının artması, tarımda zirai ilaçlama ve gübreleme faaliyetlerinin bilinçsizce yapılmasından ileri gelmektedir (8). Gıdalarla metal kontaminasyonun oluşumu Tablo 1'deki şekilde özetlenebilir (9).

Tablo 1. Gıdalarda metal kontaminasyonun oluşumu.
Table 1. Formation of metal contamination in foods.

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Topraktan metale geçiş <ol style="list-style-type: none"> a. Bitkilerde metallere yükseltgenme <ol style="list-style-type: none"> i. Bitkilerde toplanarak ii. Jeobotanikal indikatörler b. Tarımsal uygulamaların topraktaki metal içeriğine etkisi <ol style="list-style-type: none"> i. Tarımsal gübrelerden kaynaklanan metaller ii. Sulamada kullanılan kanalizasyon sularından kaynaklanan metaller iii. Tarımsal kimyasallardan ileri gelen metaller c. Endüstriyel kontaminasyon <ol style="list-style-type: none"> i. Madencilik işlemleri sırasında ii. Metal endüstrisinden kaynaklı iii. Terk edilmiş endüstri bölgeleri d. Coğrafya 2. Gıda işlemleri sırasında metal kontaminasyonu <ol style="list-style-type: none"> a. Fabrika ve ekipmanlardan kaynaklanan kontaminasyon b. Konserve kutusu işlemleri yaparken kontaminasyon <ol style="list-style-type: none"> i. Kalay içerikli ii. Alüminyum içerikli c. Yiyeceklerin hazırlanması esnasında kaynaklanan kontaminasyon <ol style="list-style-type: none"> i. Pişirme kaplarından ii. Seramik kaplı eşyalardan iii. Emaye kaplı eşyalardan iv. Diğer yöresel kaynaklardan 3. Gıdalarda kullanılan takviye ürünlerden kaynaklanan kontaminasyon |
|---|

Doğal kaynaklardan yayılan mineral maddelerin pek çoğu teknolojik işlemlerle değişime uğramaktadır. Bunun sonucu olarak karışımlar ve çözeltiler haline gelerek, akıntı, kanalizasyon suyu, çöpler ve tozlar vasıtasıyla suya, toprağa, havaya buradan da gıdalara bulaşmaktadır. Bunlar ağır metal olarak tanımlanan mineralleri de içerir. Temel besinlerle birlikte bitkiler ve hayvanlar ağır metal bileşenlerini de alabilir ve bu metaller bitki ve hayvanlarda konsantre bir şekilde bulunabilirler. Bazı ağır metaller (örn., Pb, Cd, Hg ve As) spesifik limit değerler üzerinde potansiyel olarak toksik etkiye sahiptir. Bu nedenle, insanlar için önemli bir potansiyel tehlike söz konusudur. Ağır metal olarak tanımlanan bu metallerin çok düşük konsantrasyonları hayatın devamı için gerekli olabilmektedir. Bunlar esansiyel iz elementler olarak

tanımlanırlar. Ancak bunların yüksek konsantrasyonları toksik etkiye sahiptirler ve esansiyel ile toksik değerler arasındaki sınırın iyi belirlenmesi ise tüm yaşamsal faaliyetler için büyük önem taşımaktadır (10).

Çevre kirliliği nedeni ile insanlar doğuştan itibaren metallere maruz kalmakta, mesleki maruziyet ile birikim daha da artmaktadır. Toplumun genel sağlığı açısından, ağır metallere maruz kalan insanlarda en doğru risk değerlendirmesi yapabilmek için; ağır metal kaynakları, çevrede izledikleri yolu, ölçülebilen minimum konsantrasyonu ve insana ulaşma şekli incelenmelidir (11). Maden yataklarından geçen akarsuların buradaki metalleri çözerek doğal olarak kirlenmesinin yanı sıra endüstriyel atıkların akarsu, deniz ve göllere kontrolsüzce atılması da kirliliğin boyutunu artırmaktadır. Kirlenmiş akarsuların, tarım sulamada veya hayvan içme suyu olarak kullanılmasıyla; bitki ve hayvanlarda biriken metaller besinler yoluyla insana ulaşabilirler. Ağır metallere kontamine su canlılarının insanlar tarafından besin olarak tüketilmesi sonucunda da toksisite oluşabilir (12,13). Endüstriyel baca gazları ve taşıt trafiği ağır metaller yönünden havanın kirlenmesine yol açmaktadır. İlerleyen aşamalarda bu elementlerin yağışlarla toprağa iletilmesi, bazı yörelerde ağır metal içeriği zengin olan akarsuların sulama amacıyla kullanılması, yapay gübreler ve pestisitlerden bulaşmalar ile çöplerden süzülerek taban suyuna ve akarsulara karışan atıklar toprakta ağır metal birikimini arttırabilmektedir. Ayrıca kanalizasyon suları ile arıtma ünitelerinin sıvı ve katı atıklarının tarım arazilerine boşaltılması da toprakta ve bitkisel ürünlerde ağır metal kirlenmesine neden olmaktadır (14). Sanayi kökenli atık sularla, toprağa ulaşan ağır metaller, toprak tarafından tutulmaktadır. Bu metallerin toprak içindeki çözünürlüğü toprak pH'sından etkilenmektedir. Ağır metaller genellikle düşük pH'larda daha fazla çözünmektedir. Ağır metallerin topraktaki biyolojik prosesler üzerine toksik etkisi, onların mobiliteyi, topraktaki konsantrasyonları, ana materyalin kimyasal bileşimi, toprak bileşimi ve bileşimin çözünürlüğüne bağlıdır (15).

Çevresel toksikolojinin başlıca problemi çevrenin kirlenmeye maruz kalmasıdır. Ağır metaller dokularda seçici olarak birikim yaparak yaşayan organizmalara toksik etki gösterebilmekte ve immunolojik, teratojenik, nefrojenik ve sinirsel rahatsızlıkları içeren çeşitli hastalıklara da sebep olabilmektedir (13). Ağır metallerin (Cu, Cd, Cr, Pb, Mn, Hg, Zn, Bi, Ni, Co) hava, su ve toprak ortamlarındaki konsantrasyonları farklılıklar göstermektedir. Yıldız (16), toprakların ağır metaller için son depolanma yeri olabildiğini ve toprak çözeltisinde serbest halde bulunan ağır metallerin, toprak mikroorganizmaları ve bitki kökleri tarafından alındığını veya yeraltı suyuna yıkanarak geçtiğini ve yeraltı su kalitesinin bozulmasına, besin zincirinin kirlenmesine neden olduğunu bildirmiştir. Toprak kirliliği de çoğunlukla sulama sularından, gübrelemeden, sanayi atıklarından, foseptiklerin boşaltılmasından, ilaçlamadan, çevrenin volkanik yapısından kaynaklanabilmektedir (17-19). Jaradat ve Momani (20) bir otobanın her iki tarafından belirli mesafelerde toprak, bitki ve hava örnekleri alınmış ve ağır metal kirliliği araştırılmıştır. Toprak örneklerinde Cu, Cd, Pb ve Zn konsantrasyonları, otobanın 1.5 m mesafede, sırasıyla 29.7 ± 7.2 , 0.75 ± 0.32 , 188.8 ± 71.2 ve 121.7 ± 13.8 $\mu\text{g/g}$ değerleri bulunmuş; yoldan 60 m uzaklıkta ise 17.9 ± 5.7 , 0.33 ± 0.12 , 6.9 ± 4.5 ve 48.1 ± 11.2 $\mu\text{g/g}$ değerleri saptanmıştır. Benzer bulgular bitki örneklerinde ve havada da tespit edilmiştir Bitkilerde yolun 3 m uzağında Cu, Pb ve Zn düzeyleri 31.3 ± 18.2 , 7.3 ± 3.1 ve 98.7 ± 40.0 $\mu\text{g/g}$ düzeyinde, 50 m uzağında ise 26.5 ± 4.5 , 3.9 ± 1.8 ve 46.9 ± 13.2 $\mu\text{g/g}$ şeklinde tespit edilmiştir. Havadaki Cu, Pb ve Zn oranları ise 0.40 ± 0.12 , 0.94 ± 0.47 ve 0.26 ± 0.09 $\mu\text{g/m}^3$ olarak saptanmıştır. Bu değerler göz önünde tutulduğunda, otomobillerin ciddi çevre kirliliğine neden olduğu anlaşılmaktadır. Ağır metaller insanlara; tozların inhalasyonu, kontamine suların içilmesi ve metal kontaminasyonlu topraklarda büyüyen bitkisel ürünlerin tüketilmesiyle bulaşabilir. Charry ve ark. (21), toprak, bitki ve süt numunelerinde Zn, Cr, Cu, Ni, Co ve Pb içeriğini araştırmışlar; toprak ve bitkilerdeki kirlenmenin süt ve diğer bitkisel ürünleri de etkilediğini ortaya koymuşlardır.

1. Ağır Metallerin ve Minerallerin Sağlık Üzerine Etkileri

Mineraller, vücudun sağlıklı kalabilmesi ve birçok yaşamsal fonksiyonunu sürdürebilmesi için gerekli olan kimyasal elementler ile bu elementlerin inorganik bileşikleridir. Mineraller, inorganik bileşik olduklarından dolayı insan metabolizması tarafından sentezlenemez. Bu nedenle insan vücudunun ihtiyaç duyduğu minerallerin mutlaka dışardan hayvansal ve bitkisel gıdalar ile alınması gerekmektedir. Hayvansal gıdalar ile alınan mineraller insan organizması tarafından daha kolay bir şekilde emilebilmektedir (22). Yetişkin bir insanın vücut ağırlığının % 4-6'sını mineral maddeler oluşturmaktadır. Vücudun bazı minerallere (örn., Ca, Mg, P, S, K, Na, Cl) olan gereksinimi oldukça fazla, bazılarına ise (örn., Fe, Zn, Cu, I, Mn, Mo, F, Se, Si, Cr, Li vb) azdır. İnsan sağlığı için önemli mineraller; Fe, Ca, K, Mg, Zn, Mn, I, P, Cu ve Se'dur (22,23). Mineraller; vücut yapısının, iskelet sisteminin ve vücuttaki enzimlerin bir parçasıdır. Örneğin, Ca ve P kemiklerinin ve dişlerin oluşumuna katkı sağlamakta, Fe hemoglobinin, iyot da tiroit hormonlarının yapısında bulunmaktadır. Birçok

mineral vücut fonksiyonlarının düzenlenmesinde görev alırlar. Sodyum sıvı dengesinin sürdürülmesinde görev yapar. Na, P ve Ca sinir ve kas sisteminde önemli rol oynarlar. Mineraller, diyetle ihtiyaç duyulan miktarlarına göre makro ve mikro mineraller olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Besinlerle günlük 100 ppm veya daha fazla miktarda alınanlar makro mineral, 100 ppm'den daha az miktarda alınanlar ise mikro mineral olarak adlandırılmaktadır (22). Makro mineraller, canlı hücrelerin faaliyet göstereceği uygun izotonik ortamın oluşmasını ve vücudun su dengesini sağlayan elektrolit dengesinde aktif rol oynamakta, kasların kasılmasında, karbonhidrat ve protein metabolizmasında da önemli görev almaktadırlar. Mikro mineraller ise iz element veya ağır metal olarak da bilinmekte ve metabolizmada birçok enzimin kofaktörü olarak faaliyet göstermektedirler. Bu enzimler özellikle oksijenin taşınmasında, sinir uyarımlarının iletilmesinde, immun sistemde, büyüme ve gelişmede oldukça önemli fonksiyonlara sahiptir (22,24,25). Minerallerin vücuttaki görevleri ile eksikliğinde görülebilecek bazı belirtiler Tablo 2'de verilmiştir (22,26-28).

Tablo 2. Minerallerin insan vücudundaki fonksiyonları ve eksikliğinde belirtiler.

Table 2. Functions of minerals in human body and symptoms of deficiency.

Mineral	Fonksiyonu	Eksikliğinde belirtiler
Ca	Kemik ve diş oluşumu, hücre permeabilitesi, sinir uyarımı, kas kasılma ve gevşemesi, enzim aktivasyonu, kan pıhtılaşması	Büyüme geriliği, raşitizm, tetani, osteoporozis, nörolojik bozukluklar
Mg	Sinir impulslarının geçişi ve kasılma sonrası iskelet kaslarının gevşemesi için gerekli, kemik ve diş komponenti, karbonhidrat, yağ, protein metabolizması ve protein sentezi enzimlerini aktive eder, ADP'nin ATP'ye dönüşümü için fosfat ekleme enzimini aktive eder, kastaki glikojenden enerji salınımına yardım eder, birçok enzim aktivasyonunda, sinir uyarımında, kas kontraksiyonunda görev alır.	Protein-enerji yönünden eksik ve yanlış beslenmede Mg eksikliği görülebilir. Fakat eksiklik Mg atılımının artması veya emiliminin azalmasıyla olur. Mg'un aşırı atılımı kusma, ishal veya diüretik tedavi sonucu olabilir. Mg emiliminin azalması ise kronik alkolizmden olabilir. Merkezi sinir sistemi aktivitesi bozukluğu, kas uyarımlarında artış, alkolizmde böbrek yetmezliği, titreme nöbetleri, mide bulantısı, kusma, musküler kramp, <u>konvülsiyon</u> , psikoz
P	Kemik ve diş formasyonu, ATP ve ADP için enerji metabolizması komponenti, DNA ve RNA'nın bileşiminde yer alır, fosfolipidlerin önemli minerali, asit-baz dengesi, enzim formasyonu	Büyüme geriliği, raşitizm, musküler zafiyet, kemik ağrıları, iştah kaybı
K	Ozmotik basınç, elektrolit denge, asit-baz dengesi, sinir uyarımları, kalp kası ve diğer kasların kontraksiyonu, protein sentezi, glikozun glikojene dönüşümü	Bulantı, kusma, ishal, musküler zaafiyet, kalpte ritim bozuklukları, nörolojik bozukluklar, alkalozis, yorgunluk, kas zayıflığı, düzensiz nabız, refleks azalması
Na	Ozmotik basınç, elektrolit denge, asit-baz dengesi, sinir ve kas membranları boyunca elektrokimyasal impuls geçişi	Bulantı, kusma, baş dönmesi, yorgunluk, aşırı terleme, böbrek bozuklukları, kramp, baş ağrısı, iştah kaybı, diyare

Tablo 2. Minerallerin insan vücudundaki fonksiyonları ve eksikliğinde belirtiler (Devamı).**Table 2.** Functions of minerals in human body and symptoms of deficiency (continuation).

S	Hücre sitoplazmasının bileşenidir. Özellikle saç, deri, kas, kemik ve tırnaklarda bulunabilir. Tiamin, biotin, insülin ve heparinin bileşenidir. Toksinlerle birleşerek onları nötralize eder. Derinin elastikiyetini sürdürür. Sülfür bağları kas, kemik ve deri şekillerinin sürdürülmesini sağlar. Eklemlerde bağ oluşumunu sağlar.	Eklemler ağrısı, sivilce, arthrit, tırnaklar ve saçlarda kırılabilirlik, konvülsiyonlar, depresyon, hafıza kaybı, gastrointestinal sorunlar, kızamıklıklar, yara iyileşmesinde gecikme. Obesite ve kalp hastalıkları oluşumuna katkı sağlar.
Cr	Lipit metabolizmasında rol oynar, diabetin tedavisinde kullanılır	Büyüme problemi, glikoz intoleransı, kanda kolesterol kaybı
Co	Vit B ₁₂ bileşenidir. Alyuvar yapımında görev alır. İmmunitede rol oynar.	Nadiren görülür ama eksikliğinde Vit B ₁₂ kaybından dolayı pernisiyöz anemi ve hematolojik ve nörolojik semptomlar görülür.
Cu	Hemoglobin ve kollagen formasyonunda rol alır ve demirin kullanımı için gereklidir. Kan pıhtılaşmasında görev alır. Glikozu okside ederek enerji salınımına yardım eder. Melanin oluşumu ve sinir sisteminde myelin kılıfların devamı için gereklidir.	Anemi, büyüme ve gelişmede azalma, <u>hiperkolesteremi</u> (kanda kolesterol fazlalığı), kalpte ritim bozukluğu, kalp fonksiyonlarında bozulma, damarlarda yırtılma
Fe	Hemoglobin ve miyogloblin formasyonunda bulunur, birçok enzimin (örn., glikoz oksidasyonu sağlayan enzim) esansiyel bileşimidir.	Aşırı kan kaybı, yanlış beslenme veya midede HCl eksikliği demir yetersizliğine ve anemiye yol açabilir.
Mn	Daha çok kemiklerde ve bezlerde bulunur. Birçok enzimatik reaksiyonda (örn. fosforilasyon, kolesterol ve yağ asitleri sentezi) kofaktör, antioksidant, beyin fonksiyonları, üreme ve kemik yapısı için gerekli, absorpsiyonu daha çok inhalasyon yoluyla olur. Plazmada β ₁ -globuline (transferrin) bağlı olarak, kanda da eritrosin porfirin kompleksine bağlı olarak bulunur.	Serum Mn seviyesi bazı durumlarda (örn., diyabet, pankreatik yetersizlik, protein-enerji yanlış beslenmesi, epilepsi) düşük olabilir. Yara iyileşmesinde gecikme, seksüel ve büyüme gelişiminde gerileme, cücelik ve tad duyusunda azalma.
Zn	Bütün vücut dokularının (örn., pankreas, karaciğer, böbrek, akciğer, kas, kemik, göz, deri, erkek üreme organları) bileşenidir. DNA ve RNA sentezinde görev alır böylece dokuların gelişimi ve onarımı için önemlidir. Birçok enzim sisteminde yer alır. Kollogen şekillenmesi için gereklidir. Karbondioksit taşınmasında ve Vit A kullanımında rol alır. Bağışıklığı artırır.	Yara ve yanık iyileşmesinde gecikme, ishal, kusma, sperm sayısında azalma, büyüme ve gelişimde gerileme, cücelik, tat ve koku alma duyularında azalma, saç kaybı, deri lezyonları, enfeksiyonlara karşı direnç kaybı, aşırı yorgunluk, gece görüşü azalması, iştahsızlık,
F	Dişleri sağlamlaştırır, diş çürüklerine yol açabilen bakteriyel asitlere dayanımı artırır.	Dişlerde çürük
I	Tiroit bezi tiroksin (T4) ve triiyodotironin (T3) salgılar. Bu hormonların her ikisi de hücrelerin oksidasyonun oranını artırır, bu da metabolizmayı düzenler. İyot T3 ve T4 sentezinde yer alır.	Guatr, kretenizm (<u>zihinsel donukluk</u>), miksödem (tiroit bezi salgısındaki yetersizliğe bağlı olarak gelişen metabolizma hızında düşüş, kuruluk gösteren deri altında yaygın ödemler, saçlarda dökülme, zihni işlevler ve konuşmada ağırlaşma ile belirgin hastalık)
Se	Glutation peroksidaz enziminin (vit E ile birlikte hücresel bileşikler oksidasyondan korur) bir parçasıdır. Dişin protein matrisinde yer alır. Karaciğerin sirozdan korunmasına yardım eder. Kansere karşı rolü vardır	Katarakt, musküler atrofi, siroz, infertilite, kanser, hücresel immunitede yetersizlik, kalp hastalıkları, viral ve mikrobiyel enfeksiyonlara karşı duyarlılık, antikor üretiminde azalma. (Et tüketen insanlarda yetersizliği görülmez.)
Mo	Protein sentezinde görev alan enzimlerin kofaktörüdür. Özellikle karaciğer, böbrekler, kemik, deri ve adrenal bezlerde bulunur.	Nabız ve solunum artması, görüş bozukluğu, gece körlüğü, sinirlilik, koma.

İz elementler organizmada optimal değerlerde bulunmalıdır. Memelilerde bu elementlerin yetersizliği, Fe dışında çok nadir görülmektedir. İz elementlerin emilimi, intestinal sistemden olmaktadır. Plazmada taşınmaları spesifik bir

proteine ya da albümine bağlanarak gerçekleşmektedir. Eliminasyonları ise başlıca gastrointestinal yolla, özellikle safra ile olmaktadır. Ayrıca böbrekler ve ter bezleri kullanılarak da atılabilmektedir (29). Ağır metaller insan vücudunda

konsantrasyonlarına göre hedef organ (örn., karaciğer, böbrekler, merkezi sinir sistemi) seçer. Ağır metallerin çeşitli yollarla vücuda alınmasından sonra alınma dozuna, sıklığına ve süresine bağlı olarak akut, subakut ve kronik tarzda ciddi zehirlenme belirtileri ortaya çıkmaktadır (30). Ağır metaller suda, atmosferde, pestisid uygulanmış ve sürülebilir topraklarda bulunabilirler. İnsanlar ağır metalleri çoğunlukla gıdalarla ve kısmen de solunum ve deri teması yoluyla alabilirler. Ağır metallerin dokularda birikebildiği bilinmektedir. Bu konuda Finlandiya'da köstebekler üzerine yapılan bir çalışmada, kırsal bölgelerden ve otobanların civarından toplanan köstebeklerin karaciğer ve böbreklerinde metal incelemesi yapılmıştır. Kırsal bölgelerdeki genç köstebeklerde Cd, Cu, Zn, Pb ve Mo metalleri, yetişkinlere oranla daha düşük bulunmuştur. Yaş ile birlikte karaciğerdeki Cu, Zn ve Cr metalleri akümülyasyonunda azalma, Cd ve Mo konsantrasyonlarında ise artış gözlenmiştir. Dişilerin karaciğerlerindeki Pb konsantrasyonu erkeklerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Şehir merkezindeki köstebeklerde ise Cd, Pb ve Hg metalleri çok yüksek bulunmuştur (31). Shanghai'da mesleki olarak Pb absorpsiyonuna maruz kalmamış ve doğum yapmak üzere olan 165 kadının kan, süt ve plasental doku örnekleri alınarak incelenmiştir. Sonuçta; anne kanında 13.2 µg/dl, anne sütünde 4.74 µg/L ve plasental dokularda da 17.85 µg/100g oranlarında Pb tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Pb'un doğum öncesi plasenta yoluyla fötusa ve doğum sonrasında da süt yoluyla bebeğe geçebileceğini göstermiştir. Ayrıca aynı çalışmada, meslek itibarıyla Pb alımına maruz kalan kadınların sütlerindeki Pb miktarının 52.7 µg/L olduğu ve bunun da kurşun alımının söz konusu olmadığı kadınlarinkinden 12 kat fazla bulunduğu bildirilmiştir (32). Altıntaş ve ark. (33), içme suyu ile kronik olarak 250 ve 1000 ppm Pb alımının, farelerde klinik olarak böbrek ve sinir sistemini olumsuz etkilediğini ve biyokimyasal olarak da idrarla düşük molekül ağırlıklı protein uzaklaştırması (tubuler proteinüri), serum enzim değerlerinde artış, titremeler ve davranış bozuklukları ile kendini gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bu araştırmacılar Pb'un nörotoksik etkisinin, muhtemelen membran geçirgenliğini bozarak, kan-beyin engelini aşması sonucu merkezi sinir sisteminde, bilhassa beyinde yaptığı hasar ile ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. Metaller, birçok organ sistemini etkileyebilmekte ve genellikle toksisite hedefleri ise enzimler, hücre membranları ve organeller olmaktadır. Metallerin toksik etkisi, serbest metal iyonu ile toksikolojik hedef arasındaki interaksiyonu kapsamaktadır. Belirli bir toksik etkinin oluşmasında çok sayıda faktör etkili olabilmektedir. Örneğin, toksik element ile o doku için gerekli olan elementin metabolizması aynı olabilir. Nitekim MSS'nde Pb ile Ca'un; heme sisteminde Fe, Pb ve Zn'un metabolizması benzer durumdadır. Metallerin transferini gerçekleştiren hücreler (örn. gastrointestinal sistem, karaciğer ve renal tübüler hücreleri) toksisiteye en duyarlı olan hücrelerdir. Bununla birlikte çoğu metaller için bu hücreler, hücre kaybına neden olmaksızın, protein kompleksleri oluşumunu sağlayarak toksik elementlerin hücre içerisine akümülyasyonunu gerçekleştirirler. Metallerin toksisitesinde bireyler ile ilgili çok sayıda faktörün (örn., yaş, diyet) etkisi vardır. Küçük çocuklar ile yaşlı insanlar yetişkinlere oranla metallerin toksisitesine çok daha duyarlıdır. Çocukların toksik metallerle maruz kalmasında temel etmen besinlerdir (34). Son yıllarda halk sağlığı kuruluşları, çevre kirliliğine bağlı olarak gıdalara bulaşan toksik metallerin tüketici açısından sağlık sorunları yarattığı gerekçesi ile konuya dikkat çekerek, buna ilişkin çalışmalarını yoğunlaştırmışlardır.

2. Besin Maddelerinde Ağır Metal Kontaminasyonu ve Mineral Madde İçerikleri

İnsan sağlığını tehdit eden ve toksik etki gösteren ağır metallerin, vücuda giriş yollarından birisi de tüketilen gıdalardır. Gıda maddelerinin üretimi, doğada bulunan hava, su ve topraktan oluşan bir sistem içerisinde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle gıda maddesi ister bitkisel, ister hayvansal kökenli olsun çevrenin etkisi altındadır. Özellikle son yıllarda endüstrileşmenin gelişmesi ve tarımsal

üretimde modern teknikleri kullanımının yaygınlaşması çevrenin kirlenmesine, dolayısıyla gıda maddelerinin gün geçtikçe artan düzeylerde kontaminasyonuna sebep olmaktadır (35,36). Gıda maddelerinin üretimi sırasında gıdaya kasıtlı olarak katılmayan, üretim, işleme, hazırlama, muamele, paketleme, depolama, taşıma gibi işlemler sırasında çevresel bulaşmanın sonucu gıdada yer alan maddeye kontaminant denilmektedir. CAC (Codex Alimentarius Commission) nun belirlediği bu tanım; endüstriyel ve çevresel kontaminantları, gıda maddelerinin üretim ve işleme proseslerinden ileri gelen bileşenlerini kapsamaktadır (37). Gıda maddelerindeki kontaminasyonunun sebepleri arasında başlıca; atmosfer kirliliği, aşırı düzeyde pestisit ve gübre kullanımı ve atık sularla yapılan sulama yer almaktadır (38). Biyolojik döngü içerisinde çevresel faktörlerin etkisi ile gıda maddelerine bulaşan ağır metaller, gıda zinciri yoluyla insan vücuduna ulaşmaktadır. Böylece metalik bakımdan kontamine olmuş bir gıda maddesinin tüketilmesiyle vücuda alınan ağır metaller, maruz kalınan konsantrasyona ve tutulma miktarına bağlı olarak kronik boyutlarda önemli sağlık sorunlarına yol açmaktadır (39). Gıda maddelerinin yapısında doğal olarak bulunmayan metalik kontaminantlar, doğada hammaddeye bulaşarak ürüne taşınabilmektedir. Özellikle otomobillerin egzoz gazlarından ve fabrika bacalarından atmosfere yayılan metal atıkları, maden yataklarından geçen suların buradaki metalleri çözmesiyle çevre sularına karışması, endüstri atıkları olarak atık metallerin akarsuları kirletmesi, zirai ilaçlarda bulunan metalik bileşenlerin toprağı dolayısıyla bitkilere geçmesi gibi faktörler önemli bulaşma kaynaklarını oluşturmaktadırlar (40). Besin maddelerinin üretiminde veya muhafazasında kullanılan kaplar da ağır metal bulaşmasında önemli rol oynamaktadır. Demirözü ve Saldamlı (41), buğdayın irmik haline dönüştürüldükten sonra içerdiği ağır metallerde azalma olduğunu, buğday irmiğinin makarnaya işlenmesinden sonra, makarnanın metal içeriğinde irmiğe göre artış olduğunu ve bununda kullanılan alet ve ekipmanlardan veya kurutmada kullanılan havadan

kaynaklanmış olabileceğini ifade etmişlerdir. Yüzbaşı (42), iki farklı süt işletmesinde, kaşar peynirine işlenecek sütteki Pb miktarlarının (626.20 ve 265.19 ppb) üretim sonrası kaşar peynirlerinde önemli düzeyde (374.10 ve 42.95 ppb) düştüğünü; buna karşın sütteki mevcut Cu miktarında peynire işlenmesiyle herhangi bir değişme olmadığını, Cd miktarlarının ise 0.01 ppb düzeylerinden 4.41-3.38 ppb seviyelerine yükseldiğini tespit etmiştir. Araştırmacının peynirlerin Cd düzeylerinde, sütteki miktarına göre yaklaşık 400 kat oranında tespit ettiği artış, üretimde kullanılan kapların ne kadar önemli bir kontaminasyon kaynağı olabileceğini ortaya koymaktadır. Tripathi ve ark. (43), bebek gıdalarında Pb, Cd ve Cu miktarının sütlere nazaran daha fazla belirlendiğini ve farklılığın üretim sırasında meydana gelen kontaminasyonlardan kaynaklanmış olabileceğini vurgulamışlardır. Işık ve ark. (44), üretim yapan işletmelerden aldıkları örneklerde Fe, Cu, Zn, Pb ve Cd metalleri düzeylerini araştırmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda, analiz edilen domates salçası konservelerinin %20.8'inin, taze fasulye konservelerinin %65.52'sinin, bamya konservelerinin %73.49'unun, bezelye konservelerinin %90.54'ünün incelenen metal içerikleri bakımından Standartlara uygun olmadığını bildirmişlerdir. Balık örneklerinde ayrıca Hg analizleri yapılmıştır. Buna göre; tatlı su balıklarının %18.75'inin, deniz balıklarının %28.21'inin ve uskumru balıklarının %7.14'ünün yüksek miktarlarda Hg içerdiğini belirtmişlerdir. Van Gölü'nden avlanan inci kefali balığında Pb, Cd, Zn ve Cu birikim düzeylerinin araştırıldığı çalışma (45) sonucunda, inci kefali balıklarında ağır metal birikiminin olduğu ve bunun mevsimlere göre farklılık gösterdiği, birikimde endüstriyel artıklardan çok şehir kirliliğinin etkili olduğu ifade edilmiştir. Demirezen ve Aksoy (46), bal örneklerinin Cd, Pb, Ni, Zn ve Cu içerikleri üzerine araştırma yapmış ve bal örneklerinde Cd konsantrasyonunun 0.11 ile 0.18 ppm, Cu konsantrasyonunun 0.15-0.66 ppm, Zn konsantrasyonunun 2.2-11 ppm, Ni konsantrasyonunun 0.2-0.8 ppm ve Pb konsantrasyonunun 0.1-0.85 ppm arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

3. Süt ve Ürünlerinin Ağır Metal Kontaminasyonu ve Mineral Madde İçerikleri

Süt ihtiva ettiği fazla miktardaki (%80-90) suya ilave olarak, meme bezi hücrelerinde sentezlenen ve kandan dokular vasıtasıyla değişmeden geçen bileşiklerin kompleks karışımıdır. Sütte yüz binden fazla farklı molekül vardır. Sütün bileşimini başlıca emülsiyon şeklinde yağ globülleri, koloidal şekilde dağılmış proteinler ile çözelti şeklinde laktoz ve çözünür proteinler oluşturur. Bu besin unsurlarına ek olarak çeşitli mineral maddeler, vitaminler, enzimler,

organik bileşikler ve erimiş gazlar da sütün bileşimine girerler. Mineraller sütün yalnızca %0.75'lik kısmını oluştururlar. Mineral madde bakımından süt, en önemli Ca ve P kaynağıdır. Bir litre sütle günlük gerekli Ca'un %150, P'un %120, K %75'i, Zn ve Cl'un %30'u l ve Mg'un da %5'i sağlanır (47). Tablo 3'de bazı sütlerin mineral içeriği verilmiştir (48). Sütte bulunan mineral maddelerin miktarı süt veren hayvanın ırkına ve türüne, laktasyon dönemine, hayvanın hastalık (örn., mastitis) durumuna, hayvanın beslenmesine ve mevsime göre değişim gösterebilmektedir.

Tablo 3. Bazı sütlerin mineral içeriği (100 g sütte).

Table 3. Mineral content of some milks (100g in milk).

Mineral	İnsan sütü	İnek sütü	Koyun sütü	Keçi sütü	Çocuklar için günlük alınması önerilen miktar (1-3 yaş)
Ca (mg)	32	91-120	170-207	100-134	500 mg
Fe (mg)	iz	iz-0.2	iz-0.1	iz-0.6	5 mg (%12'si vücutta kullanılabilir)
Mg (mg)	3	10-11	18	13-14	60 mg
P (mg)	14	84-95	123-158	90-111	
K (mg)	51	132-155	120-187	170-228	
Na (mg)	17	38-45	30-44	32-50	
Zn (mg)	0.2	0.3-0.4	0.5-0.7	0.1-0.5	4.1 mg
Cu (mg)	0.1	iz-0.1	0.1	iz-0.1	
Se (µg)	1.8	1.0-3.7	0.7-1.4	1.7	17 µg
Mn (µg)		4-10	iz-18	iz-18	
Pb (µg)		40			
Ni (µg)		27			

Süt ve ürünlerindeki ağır metal kontaminasyonu, sağım hayvanlarının maruz kaldığı bulaşmaya bağlı olarak hammaddeden ve/veya üretim ve depolama sırasında süt mamulleri ile temas eden makine ve ekipmanlardan kaynaklanabilir. Teknolojik işlemler, süt ve ürünlerinin muhafaza edilmesi sırasında kullanılan metal alet ve ekipmandan veya kullanma suyundan kaynaklanan metalik kontaminasyonda başlıca Cu, Zn, Fe, Sn, As, Cd bulunabilir (3).

Elde edilen sütlerin fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri bölgesel şartlara göre değişebilmekte bu sütlerden yapılan ürünlerin kalitesi ve mineral madde düzeyleri de farklılık arz etmektedir. Sütteki eser elementler süt hayvanlarının yetiştiği topraklar üzerindeki bitkileri yemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu elementleri çoğu toprak ve

dolayısıyla bitki içermektedir. Süt ineği otlama süresince toprak üzerindeki toksik metalleri de vücuduna almaktadır. Her ne kadar sütte bulunan eser elementlerin ilk kaynağı yiyeceklerse de sudan insektisitlerden ve ilaç artıklarından, cam kaplardan, boyalı yüzeylerden (yalamaları sonucu), mandıralardaki ekipmanlardan ve metal kaplardan kantitatif olarak tayin edilebilmiştir (49). Metal kalıntıları teknolojik işlemler sırasında metallere yapılmış makine ve ekipmandan, mamul ürünlerin konulduğu metal kaplardan veya kullanma suyundan ya da yemden bulaşan Cu, Zn, Fe, Sn, Pb, As, Hg, Cd vb metal iyonlarıdır. Bu metaller Uluslararası Sütçülük Federasyonu ağır metal çalışma grubu (IDF/FIL) tarafından çok önemli olarak nitelendirilmektedir. Bu metallere As, Pb, Cd, Zn, ve Hg vb toksikolojik açıdan, Fe ve Cu ise teknolojik

açından önemli olmakta süt yağının oksidasyonunu artırmakta ve tereyağı teknolojisinde önemli tat ve aroma problemlerini ortaya çıkarmaktadır (50).

Metal iyonlarının alet ve ekipmanlardan süt ve ürünlere geçişi; metal kısımların yüzeyinde meydana gelen kimyasal tepkimelerle veya metal yüzeyindeki elektron alışverişi ile olmaktadır. Soy metallerin dışındaki metaller yeterli ölçüde kimyasal stabiliteye sahip olmadıklarından oksijen ve rutubetin etkisiyle korozyona uğrayarak bulaşmayı kolaylaştırırlar. Süt ve özellikle düşük pH değerindeki ürünlerinde laktik asit, korozyonu hızlandırabilmekte ve metal iyonlarının çok kolay bir şekilde bulaşmalarına neden olmaktadır. Süt naklinde kullanılan alüminyum güğümlerle, yoğurt ambalajında kullanılan alüminyum kaplar buna örnek olarak gösterilebilir. Temizlik ve dezenfeksiyon amacıyla hazırlanan çözeltilerin konuldukları metal kaplardan da metalik bulaşma mümkündür. Kullanma suyu da metalik bulaşmanın kaynağı olabilir. Bu nedenle, süt sanayinde kullanılan suda bulunabilecek metal iyonları sınırlandırılmıştır (3). Güray (34), peynir numunelerindeki Al, Cu, Co ve Cd miktarlarını sırasıyla 3.287-11.1; 0.350-0.961; 0.311-0.967; 0.110-0.285 mg/kg arasında tespit etmiştir. Bursa'da trafik yoğunluğunun fazla olduğu bölge, sanayi bölgesi ve kırsal alanlardan alınan çiğ süt örneklerinde ağır metal içeriği araştırılmış ve sütte ağır metal kirlenmesinin sanayi bölgesi ve trafik yoğunluklu bölgede, kırsal bölgeye nazaran, daha fazla olduğu tespit edilmiştir (51,52). Akın ve ark. (53), Konya'dan temin edilen süt örneklerinde tespit edilen Al (2,518-9,130 mg/kg) ve Pb (1,128-0,228 mg/L) miktarının bütün örneklerde izin verilen değerlerin üzerinde olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar trafiğin yoğun olduğu bölgelerde ve sanayi bölgelerinde ağır metal kontaminasyonunun daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Çevre koşullarının, mevsimsel değişimin ve beslemede kullanılan yemin süttün ağır metal içeriğine etkisi olabilir. Kış dönemine ait süt örneklerinde Pb ve Cd içeriklerinin daha yüksek olduğu, bununla birlikte yaz ve kış mevsiminde hayvan beslemede kullanılan yem türünün süttün metal içeriğine etki ettiği belirtilmiştir. Özellikle Pb,

Fe, Cu ve Zn düzeyinin kışlık yemlerde daha yüksek olduğu dolayısıyla bu artışın kış sütlerine de yansıtıldığı saptanmıştır. Yemleme ile hayvanın absorbe ettiği toplam metal miktarı, her elementin yemin bünyesinde bulunduğu forma bağlı olduğu ifade edilerek; her elementin absorbe olma miktarının, hızının, vücutta tutulma oranının ve salgılanma oranının farklı olduğu belirtilmiştir. Böylece yem ile aynı oranda bünyeye alınan her elementin süte geçiş düzeyinin de aynı olmadığı açıklanmıştır (54). Erzurum'da tüketime sunulan taze ve olgunlaşmış kaşar peynirlerinde mineral madde ve ağır metal içeriklerinin belirlendiği bir çalışmada (55); peynir örneklerindeki ortalama mineral madde ve ağır metal içerikleri; kalsiyum 2265.57±614.14 mg/kg, potasyum 1555.46±552.31 mg/kg, sodyum 4693.31±1886.12 mg/kg, magnezyum 129.34±32.05 mg/kg, demir 1.65±0.80 mg/kg, çinko 15.66±3.41 mg/kg, bakir 0.39±0.35 mg/kg, mangan 0.15±0.09 mg/kg, nikel 0.27±0.24 mg/kg, kurşun 1.77±1.72 mg/kg ve arsenik 0.0001±0.001 mg/kg olarak tespit edilmiştir.

SONUÇ

Sonuç olarak, bu derlemede, süt ve ürünleri ile çevredeki ağır metallerin yaygınlığı incelenmiş ve sütteki mineral maddeler hakkında bilgileri değerlendirilmiştir. Süt ve ürünlerinin ağır metallerle kontaminasyonu halk sağlığı açısından çok önemlidir. Süt ürünleri sıklıkla tüketilmesi nedeniyle, ağır metal içermesi durumunda, çeşitli hastalıkların ve lezyonların yaygınlığının nedeni olabilir. Besin zincirine ve dolayısıyla süte de kontamine olan ağır metallerin özellikle endüstri ve tarımdan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, bu maddelerin insanlara olumsuz etkilerinden kaçınmak ve süt ve ürünlerinin kalitesini artırmak için süt üretilen alanların çevre kirliliğinin önlenmesi önemlidir. Gıda ambalajı olarak kullanılan malzemeler, insan sağlığı açısından zararsız olmalıdır. Genel halk sağlığı açısından da çevre kirliliği hususunda etkin duyarlılığa ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Erdinç BD., 1998. Bazı Gıdalarımızda Metalik Kontaminant Düzeylerinin Belirlenmesi.

- Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi Ankara.
2. Çepel N., 1997. Toprak kirliliği, erozyon ve çevreye verdiği zararlar. Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı Yayınları 14, İstanbul. 111.
 3. Metin M., 2001. Süt teknolojisi. Sütün bileşimi ve işlenmesi. İzmir Ege Üniversitesi Basımevi, Yayın No: 33.
 4. Erdinç DB., Saldamlı I., 2000. Variation in some heavy metals during the production of white cheese. *Int J Dairy Technol*, 53, 96-99.
 5. Belgaied JE., 2003. Release of heavy metals from Tunisian traditional earthenware. *Food Chem Toxicol*, 41, 95-98.
 6. Karataş M., 2004. Konya ana tahliye kanalında ağır metallerin incelenmesi, bitki ve topraktaki birikiminin tespiti. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi Konya.
 7. Karaca A., Turgay O., Kızılkaya R., Haktanır K., 1996. Topraklara ağır metal ilavesinin bazı biyolojik olaylara etkisi. Tarım ve Çevre İlişkiler Sempozyumu, Mersin, 111-121.
 8. Şişli MN., 1999. Çevre bilimi ekoloji. Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Gazi Kitapevi, 2. Baskı. Ankara.
 9. Reilly C. Metal Contamination of Food. Blackwell Science Ltd.2002.
 10. Anonymous, 2003. Heavy metals and pesticides residue in the foodstuff. Auroville Innovative Urban Management IND-015. Annexes, Final report.
 11. Clarkson TW., 1992. Principles of Risk Assessment. *Adv Dental Res*, 6, 22-27.
 12. WHO and FAO., 1972. Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium. Sixteen Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, 505, 11-24. Geneva.
 13. Zukowska J., Bızıuk M., 2008. Methodological evaluation of method for dietary heavy metal intake. *J Food Sci*, 73, 21-29.
 14. Tok HH., 1997. Çevre kirliliği. Anadolu Matbaa Ambalaj San Tic Ltd Şti, sf: 266-283, İstanbul.
 15. Ağca N., 1998. Atıksuların toprak ekosistemine etkileri, Kayseri. 1. Atıksu Sempozyumu Bildiri Kitabı. Kayseri, s, 5-8.
 16. Yıldız N., 2001. Toprak kirleticisi bazı ağır metallerin (Zn, Cu, Cd, Cr, Pb, Co ve Ni) belirlenmesinde kullanılan yöntemler. Atatürk Üni Ziraat Fak Derg, 32, 207-213.
 17. Yılmaz D., Yaman S., 1998 Heavy metals pollution and chemical profile of Ceyhan River. *Turkish J Eng Env Sci*, 23, 59-61.
 18. Agrava GD., 1999. Diffuse agricultural water pollution in India. *Water Sci Technol*, 39, 33-47.
 19. Yağdı K., Kaçar O., Azkan N., 2000. Topraklardaki ağır metal kirliliği ve tarımsal etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 15, 109-115.
 20. Jaradat QM., Momani KA., 1998. Contamination of roadside soil, plants and air with heavy metals in Jordan, a comparative study. *Turk J Chem*, 23, 209-220.
 21. Chary NS., Kamala CT., Raj DSS., 2008. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. *Ecotox Environ Safe*, 69, 513-524.
 22. Atasever M., 2003. Spor ve beslenme. Milli Eğitim Bakanlığı No: 3843, Ders Kitapları Dizisi No: 888, Lise Ders Kitabı, Ankara.
 23. Ferreira MMC., Morgano MA., Queiroz SCN., Mantovani DMB., 2000. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. *Food Chem*, 69, 259-265.
 24. Tarakçı Z., Küçüköner E., 2003. Değişik ot katkılı süt ürünlerinin bazı mineral madde ve ağır metal içeriklerinin irdelenmesi, 3. Gıda Mühendisliği Kongresi, 441-454.
 25. Akşan G., 2000. Düzköy yöresinde elde edilen sütlerde bazı eser elementlerin araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi Trabzon 2000.
 26. Lutz CA., Przytulski KR., 1994. Nutrition and Diet Therapy. F.A. Davis Company, Philadelphia.
 27. Szefer P., Nriagu JO., 2007. Mineral Components in Food. CRC Pres.
 28. Berdanier CD., Dwver J., Feldman EB., 2008.

- Handbook of Nutrition and Food, Second Edition. CRC Pres.
29. Frieden E., 1985. New perspectives on the essential trace elements. *J Chem Educ*, 62, 917-923.
 30. Apostoli P., 2002. Elements in enviromental and occupational medicine. *J Chromatogr B*, 778, 63-97.
 31. Pankakoski E., Hyvarinen H., Jalkanen M., Koivisto I., 1993. Accumulation of heavy metals In the mole in Finland. *Environ Pollut*, 80, 9-16.
 32. Li PJ., Sheng YZ., Wang QY., Gu LY., Wang YL., 2000. Transfer of lead via placenta and breast milk in human. *Biomed Environ Sci*, 13, 9-85.
 33. Altıntaş A., Bilgili A., Çelik S., Eraslan G., 1998. İçme suyu ile farklı dozda ve değişik sürede kurşun alımının albino farelerde böbrek ve sinir sistemi üzerine etkisi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 48, 27-34.
 34. Güray Ç., 1999. Çeşitli gıda maddelerinde ağır metallerin incelenmesi. Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
 35. Vural N., 1996. Toksikoloji, Metalik zehirler. A Ü Eczacılık Fakültesi Yayınları, 3, 659 s., Ankara.
 36. Blüthgen B., Burt R., Heeschen WH., 1997. Heavy metals and other trace elements. Monograph on residues and contaminants in milk and milk products. FIL-IDF Special Issue, 9701, p.1-132, Belgium.
 37. Anonymous., 1994. Discussion paper on lead. Joint FAO/WHO Foods standards programme. Codez committee on food additives and contaminants. Twenty-seventh session. Food and Agriculture Organization of United nations. CX/FAC 95/18, Rome.
 38. Cabrera C., Lorenzo ML., Lopez MC., 1995. Lead and cadmium contamination in dairy products and its repercussion on total dietary intake. *J Agric Food Chem*, 43, 1605-1609.
 39. Concon JM., 1998. Food Toxicology, Part B: contaminants and additives, Marcel Dekker Inc, 1351 p. New York and Basel.
 40. Vural H., 1993. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. *Çevre Dergisi*, 8, 3-8.
 41. Demiröz B., Saldamlı İ., 2002. Metallic contamination problem in a pasta production plant. *Turkish J Eng Env Sci*, 26, 361-365.
 42. Yüzbaşı N., 2001. Kaşar peynirlerinde bazı ağır metallerin düzeyi ve Prosesteki değişimi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. Ankara.
 43. Tripathi RM., Raghuanth R., Sastry VN., Krishnamoorthy TM., 1999. Daily intake of heavy metals by infants through milk and milk products. *The Sci Total Environ*, 227, 229-235.
 44. Işık N., Konca R., Gümüş Y., 1996. Gıdalarda katkıkalıntı ve bulaşanların izlenmesi. T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. Gıda Teknolojisi Araştırma Enstitüsü, Bursa.
 45. Şen H., 1993. Van Gölü'nde avlanan *Chalcarburnus Tarichi* (İnci Kefali) balığında kurşun, Kadmiyum, çinko ve bakır gibi ağır metallerin birikim düzeylerinin ve toksik etkilerinin araştırılması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Van.
 46. Demirezen D., Aksoy A., 2005. Determination of heavy metals in bee honey using by ICP-OES. *G.U. J Sci*, 18, 569-575.
 47. Tekinşen OC., Atasever M., Keleş A., 1997. Süt ürünleri: Üretim ve kontrol. Selçuk Üniv. Basımevi, Mimoza Basım Yayım ve Dağıtım A.Ş., Konya.
 48. Bettoni RW., Burlingame B., 2013. Milk and dairy product composition. Milk and dairy product in human nutrition, Muehlhoff E., Bennett A., McMahon D. (eds.), FAO, Rome.
 49. Mata L., Sanchez L., Puyol P., Calvo M., 1995. Changes in the distribution of added leadandcadmium in human ve bovine milk induced by heating or freezing. *J Food Protect*, 58, 305-309.
 50. Coni E., Bocca A., Lanni D., Caroli S., 1995. Preliminary evaluation of the factors influencing the trace element contents of milkand dairy products. *Food Chem*, 52, 123-130.
 51. Gültekin R., 1998. Bursa ili çevresinde alınan çiğ süt örneklerinde bazı mineral madde ağır metallerin tespiti üzerine bir araştırma. Trakya

Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Tekirdağ.

52. Şimşek O., Gültekin R., Öksüz O., Kurultay S., 2000. The effect of enviromental pollution on the heavy metal content of raw milk. *Nahrung*, 44, 360-363.
53. Akın N., Ayar A., Sert D., Çalık N., 2003. Konya ilinin değişik bölgelerinden toplanan sütlerin ağır metal içerikleri üzerine bir araştırma. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, 22-23 Mayıs, 355-358, İzmir.
54. IDF/FIL., 1978. Metal contaminant in milk and milk products. *Int Dairy Fed Bull Dawment*, 105, 38.
55. Özlü H., Aydemir Atasever M., Urçar S., Atasever M., 2012. Mineral contents and heavy metal contamination in kashar cheeses consumed in Erzurum province Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18, 205-208.