



ISSN: 1306-3111/1308-7339
NWSA-Veterinary Sciences
NWSA ID: 2013.8.3.3B0022

Status : Original Study
Received: September 2012
Accepted: July 2013

E-Journal of New World Sciences Academy

Gülsüm Öksüztepe
Gökhan Kürşad İncili
İbrahim Alper Uysal
Firat University Veterinary Faculty
goksuztepe@firat.edu.tr
Elazig-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2013.8.3.3B0022>

ELAZIĞ'DA SATILAN ÇÖKELEK VE KURUTLARIN MİNERAL MADDE VE AĞIR METAL DÜZEYLERİ

ÖZET

Perakende satış merkezlerinden toplanan 50 adet (25 çökelek ve 25 kurut) numunenin mineral madde ve ağır metal içerikleri ICP-OE ile belirlendi. Çökelek örneklerinde ortalama mineral madde ve ağır metal içerikleri (mg/kg); kalsiyum 327.76, fosfor 67.46, magnezyum 136.11, sodyum 620.40, potasyum 1142.24, bakır 1.13, çinko 4.19, mangan 0.41, demir 5.70, krom 0.06 ve alüminyum ise 3.05 olarak tespit edildi. Kurut örneklerinde ise ortalama (mg/kg) kalsiyum 13968.52, fosfor 1060.47, magnezyum 432.42, sodyum 9782.45, potasyum 7012.45, bakır 2.44, çinko 9.66, mangan 1.25, demir 6.57, krom 0.09 ve alüminyum ise 1.07 düzeyinde saptandı. Ayrıca kobalt, nikel, arsenik, kurşun ve kadmiyum miktarının tespit edilebilir seviyenin altında olduğu görüldü. Sonuç olarak numunelerin üretim tekniğindeki çeşitliliklere bağlı olarak kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum, bakır, çinko ve alüminyum değerlerinde anlamlı farklılıklar olduğu ($P \leq 0.001$) fakat ağır metallerin ise Türk Gıda Kodeksi'nin bazı gıdalar için belirlediği sınırlar içerisinde olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Mineral Madde, Ağır Metal, Çökelek, Kurut, Kalite.

MINERAL SUBSTANCES AND HEAVY METAL LEVELS IN COKELEK AND KURUT SOLD IN ELAZIG PROVINCE, TURKEY.

ABSTRACT

A total of 50 samples were obtained from retail outlets. Mineral substances and heavy metal levels of the samples were detected with ICP-OES. The average levels in the cokelek samples were determined as (mg/kg); calcium 327.76, phosphorus 67.46, magnesium 136.11, sodium 620.40, potassium 1142.24, copper 1.13, zinc 4.19, manganese 0.41, iron 5.70, chrome 0.06 and aluminum 3.05. As for the kurut samples were determined as (mg/kg); calcium 13968.52, phosphorus 1060.47, magnesium 432.42, sodium 9782.45, potassium 7012.45, copper 2.44, zinc 9.66, manganese 1.25, iron 6.57, chrome 0.09 and aluminum 1.07. Additionally, cobalt, nickel, arsenic, lead and cadmium levels in the cokelek and kurut samples were detected below the detection limit. In conclusion, the results indicated that calcium, phosphorus, sodium, potassium, copper, zinc and aluminum levels of the samples showed significant statistical differences ($P \leq 0.001$) due to diversity of the production techniques. Heavy metal levels of the samples were within the acceptable limits established in the Turkish Food Codex.

Keywords: Mineral Substance, Heavy Metal, Cokelek, Kurut, Quality.



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Süt mineral maddeler bakımından önemli bir kaynaktır. Mineral maddeler makro ve iz elementler olmak üzere iki gruptan oluşur. Kalsiyum, magnezyum, klor ve sodyum makro elementler grubunda demir, çinko, bakır, krom, alüminyum ve mangan ise iz elementler grubunda bulunmaktadır [18]. Mineral madde içerikleri hayvanın ırkına ve türüne, süt verme durumuna, hayvanda meme hastalığı olup olmamasına, hayvanın beslenmesine, mevsimsel değişimlere ve genetik faktörlere göre farklılık arz etmektedir [27]. Kalsiyumun kanın pıhtılaşmasında, enzimlerin aktivasyonunda, hücre gelişiminin düzenlenmesinde ve insülin salgılanmasında önemli görevleri vardır. Fosforun ise kalsiyumla beraber kemik ve dişlerin yapısında yer aldığı bilinmektedir [10 ve 18]. Magnezyumun ise kas ve sinir iletiminde önemli etkileri vardır. Bitkisel ve hayvansal yemelerde magnezyum miktarı yeterli seviyede olmasına rağmen kuru baklagiller ve yeşil sebzeler daha zengin kaynaklardır [10 ve 19].

Rahat ve kaliteli bir hayatı devam ettirmenin dezavantajlarından biri de besinlerin yüksek düzeyde ağır metallere bulaşmasıdır. Bu durum önemli halk sağlığı sorunlarından biridir. Metal kalıntıları gıdaların doğal yapısında bulunmazlar fakat çeşitli yollarla gıdalara bulaşabilirler. Gıda maddelerinin imalatı ve depolanması sırasında temas ettiği makineden, alet ve malzemelerden, paketleme materyallerinden veya ürün oluşurken gıdalara bulaşması ile ürünlere taşınabilmektedir [2].

Enzim sistemlerinin fonksiyonları için gerekli olan ağır metallerin bir kısmı (örn: demir, bakır ve çinko gibi) yaşamsal değere sahiptir. Bir kısmının ise insan fizyolojisindeki fonksiyonları henüz saptanamamıştır [22]. Çinkonun, koku alma duyusunun korunması, sağlıklı bir bağışıklık sisteminin gelişmesi, proteinlerin yapımı, enzimlerin salgılanması ve DNA'nın üretilmesi gibi işlevlerde önemli görevleri vardır. Günlük alınması zorunlu çinko miktarı yetişkin erkekler için 11 mg, kadınlar için 8 mg, çocuklarda ise 4-8 yaş arası 5 mg ve 9-13 yaş arası 8 mg'dır [6]. Teknolojik işlemler sırasında süt ve süt ürünlerinin saklanması kullanılan metal kaplardan ve işletme suyundan kaynaklanan metalik bulaşmadaki başlıca elementler bakır, çinko, demir, kalay, kurşun, kadmiyum ve arseniktir [18]. Gıdalarla alınan ağır metallere seviyelerine bağlı olarak vücutta çeşitli düzensizliklere ve zararlara neden olmaktadır. Bu maddeler iştahsızlık, nefes darlığı, hafıza karışıklığı, uyku ve sinir sistemi bozukluğu gibi rahatsızlıklar oluştururlar. Ayrıca, kalp ve damar hastalıkları ile kan dolaşım sisteminin bozulmasında rol oynamakta ve ilerleyen dönemde kanser, anemi, zehirlenme ve erken ölüm görülebilmektedir. Besinlerle alınan ağır metallerin vücutta birikme oranı, ağır metalin kimyasal formuna, kişinin yaşı ve beslenme durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterir [11 ve 12]. Ağır metal bulaşmalarının kontrol altına alınabilmesi, çevre kirliliği nedeniyle oluşan hammadde kirliliğinin önlenmesi ile süt ve ürünlerinin üretimi sırasında uygulanan teknolojik işlemlerin tekniğine göre yapılması; tüketime sunuluncaya kadar uygun koşullarda ve ambalajlarda saklanmasıyla mümkün olabilir. Ayrıca sütün depolandığı kaplar ve kullanılan ekipmanların niteliği de önemli bir metalik bulaşma kaynağı oluşturduğundan sözü edilen bu faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir [29]. Türk Gıda Kodeksi'nin gıda maddelerinde belirli bulaşmaların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkındaki tebliğde [25] bazı gıdalar için kabul edilebilir en yüksek değerler alüminyum için 2-15 mg/kg, kadmiyum için 0.01-1 mg/kg, kurşun için 0.02-2 mg/kg, bakır için 0.05-50 mg/kg, demir için 0.2-25 mg/kg, nikel için 0.1-0.2 mg/kg, çinko için 2-50 mg/kg olarak belirtilmekte krom için herhangi



bir miktar bildirilmemektedir. Türk Gıda Kodeksi'nin 2008 yılında yayımladığı ilgili tebliğde [26] ise, bazı gıdalarda kurşun, kadmiyum, civa ve kalay dışında diğer ağır metallerin (bakır, çinko, mangan, demir, krom, alüminyum, kobalt, nikel ve arsenik) minimum ve maksimum limitleri belirtilmemekte, kurşun limitlerinin 0.02-0.20 mg/kg, kadmiyum limitlerinin 0.05-1.00 mg/kg, civa limitlerinin 0.50-1.00 mg/kg ve kalay limitlerinin ise 50-200 mg/kg seviyelerinde olması gerektiği ifade edilmektedir.

Ülkemizde yaygın olarak beyaz peynir, kaşar peyniri ve tulum peyniri üretilmektedir. Ayrıca, standart yoğurt tipleri dışında kış, torba, tulum yoğurdu, çökelek ve kurut gibi ürünler de bulunmaktadır. Kurut bugün Anadolu'nun bazı yörelerinde halk tarafından çökelekten, yoğurttan veya ayrandan yapılan ve beğenilerek tüketilen bir üründür. Dar gelirli yöre halkının başlıca kış yiyeceklerinden birini oluşturmaktadır. Kurutun besleyici değerinin oldukça yüksek olduğu ve kişinin sağlıklı yaşaması ve gelişimi için gerekli olan hayvansal protein ile kalsiyum, potasyum ve fosfor gibi maddeleri önemli miktarlarda içerdiği belirtilmektedir [1 ve 3]. Tarakçı ve ark. [24] incelemiş oldukları 12 adet Darende Dumas çökeleği örneklerinde ortalama olarak kuru madde %34.93, yağ %8.01, kül %2.39, protein %21.66, tuz %1.64, asitlik (laktik asit cinsinden) %1.67, Ca 407.29 ppm, K 979.10 ppm, Fe 29.30 ppm, Mg 16.66 ppm, Cu 15.71 ppm, Zn 4.41 ppm ve Mn ise 2.60 ppm seviyelerinde bulmuşlardır.

Erzurum ilinde satışa sunulan 30 adet lor örneğinin bazı özellikleri üzerinde yapılan bir araştırmada [21]; ortalama olarak Ca 133.30 mg/100g, Na 835.30 mg/100g, P 184.20 mg/100g ve Mg 8.39 mg/100 g olarak bulunmuştur.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu çalışmanın amacı, Elazığ ilinde satışa sunulan çökelek ve çökelekten de elde edilen kurut örneklerinde bazı mineral madde ve ağır metal düzeylerinin belirlenmesidir. Gıdalarla birlikte alınan ağır metallerin insanlarda ciddi sağlık sorunlarına neden olabilecekleri yapılan çalışmalar sonucunda görülmektedir. Çökelek ürünlerine ait mineral madde ve ağır metal kontaminasyonları bakımından literatürlerde sınırlı sayıda çalışma [24] olmasına rağmen kurut ile ilgili herhangi bir bilgiye rastlanılmamıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

- **Materyal: Örneklerin Alımı:** Elazığ'da tüketime sunulan 25'er adet çökelek ve kurut örnekleri kapalı çarşıdan, marketlerden, şarküterilerden ve semt pazarlarından temin edildi. Örnekler soğuk zincirde laboratuara getirildi ve analizleri yapılmaya kadar (en fazla yarım saat) 4±1°C'de muhafaza edildi.
- **Metot: Örneklerin Hazırlanması:** Numunelerin alınmasında kullanılan cam kavanozlar 1:1 HNO₃ çözeltisinde bir gece bekletildikten sonra distile suyla yıkanıp bidistile sudan geçirildikten sonra kurutuldu. Analizi yapılacak örneklerdeki organik bileşiklerin yok edilmesi ve inorganik bileşiklerin çözünür faza geçirilmesi amacıyla 1 gr çökelek ve kurut örnekleri teflon kaplar içerisine alındı ve üzerine 5 ml %65'lik nitrik asit (Merck, 1.00452.2500) ve 5 ml %30'luk hidrojen peroksit (Merck, 1.08597.1000) kombinasyonu ilave edildi. Teflon kapların ağızları kapatılarak, örnekler Mars-5 mikrodalga fırında (Cem Corporation) iki kademeli olarak yakıldı. Örnekler bidistile su ile yıkanarak kaplara alındı ve 50 ml'ye tamamlandı. Bu işlemden sonra S&S mavi bantlı süzgeç kağıtları kullanılarak süzüldü. Blank solüsyonu da aynı yolla hazırlandı.



Metal kontaminasyonunu önlemek amacıyla örneklerin çözündürülmesinde kullanılan malzemeler, 1+9 (v/v) HNO₃ ultra distile su ile birkaç kez çalkalandı. Daha sonra ultra distile su ile iyice yıkanan ve durulanan malzemeler etüvde kurutuldu. Örneklerdeki mineral madde ve ağır metal seviyeleri ICP-OES (Optima 5300 DV) cihazıyla belirlendi [7].

- **İstatistiksel Analizler:** Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde SPSS paket programı kullanılarak minimum, maksimum, ortalama değer ve standart hatalar belirlendi. Çökelek ve kurut örneklerindeki mineral maddeler ve ağır metaller arasındaki farklılıklar t-testi analiziyle incelendi [20].

4. BULGULAR (FINDINGS)

Çökelek ve kurut örneklerine ait mineral madde miktarları Tablo 1'de, ağır metallere ait düzeyleri ise Tablo 2'de gösterilmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre; Mn, Fe, Cr ve Mg miktarları bakımından çökelek örnekleri ile kurut örnekleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmadı ($P \geq 0.05$). Ancak incelenen diğer mineral maddeler (Na, K, Ca ve P) ile ağır metaller (Cu, Zn, Al) bakımından ise örnekler arasındaki farkın istatistiksel olarak oldukça anlamlı olduğu görüldü ($P \leq 0.001$). Ayrıca, incelenen hem çökelek hem de kurut örneklerinde Co, Ni, As, Pb ve Cd ağır metallerin ise tespit edilebilir seviyenin altında olduğu saptandı.

5. TARTIŞMA (DISCUSSION)

Ca, P ve Mg kemik ve dişlerin yapısında birlikte bulunur. Süt ve süt ürünleri Ca ve P, yeşil yapraklı sebzeler ise Mg yönünden zengindir [9 ve 19]. Magnezyum protein ve nükleik asit metabolizmalarında ve enzim sistemlerinde kofaktör olarak önemli fonksiyonları bulunan önemli bir makro elementtir [14 ve 17]. Ca, P ve Mg miktarları ortalama olarak sırasıyla çökelek örneklerinde 327.76±36.47 mg/kg, 67.46±5.83 mg/kg, 136.11±2.15 mg/kg, kurut örneklerinde ise 13968.52±10215 mg/kg, 1060.47 ± 990.00 mg/kg ve 432.42 ± 90.52 mg/kg seviyesinde bulundu (Tablo 1). Çökelekte saptanan Ca değerinin Tarakçı ve ark.'nın [24] 12 adet Darendede Dumas çökeleği üzerinde yaptıkları çalışmada elde ettikleri Ca değerinden (407.29 ppm) düşük, Mg değerinin ise yine aynı çalışmada tespit edilen Mg değerinden (16.66 ppm) oldukça yüksek oranda olduğu görüldü. Yapılan istatistiksel analiz sonucuna göre; çökelek örnekleri ile kurut örnekleri arasındaki fark Mg miktarları bakımından önemsiz ($P \geq 0.05$) ancak Ca ve P miktarları bakımından ise oldukça önemli ($P \leq 0.001$) bulundu.

Su ve asit-baz dengesini, osmotik basıncı ve besin öğelerinin membrandan emilmesini düzenleyen sodyumun (Na) günlük olarak tüketimi 5-6 g'ı geçmemelidir. Vücuttaki fazla sodyum birikimi ödemlere ve kan basıncının artmasına sebep olabilir. Ayrıca, gıdalarla birlikte fazla sodyum alımı ile hipertansiyon arasında bağlantı olduğu bilinmektedir [9 ve 19]. Yapılan analizler sonucunda Na miktarları ortalama olarak çökelek örneklerinde 620.40±68.12 mg/kg, kurut örneklerinde ise 9782.45±1123.10 mg/kg düzeyinde tespit edildi (Tablo 1). Kurut örneklerinde Na düzeyinin yüksek olması üretim esnasında tuz kullanılmasından kaynaklanmaktadır. İstatistiksel olarak Na miktarları bakımından çökelek ve kurut örnekleri arasındaki farkın önemli olduğu görüldü ($P \leq 0.001$).

Potasyum (K) hücrelerin canlılıklarını devam ettirebilmeleri için gerekli olan bir elementtir. Özellikle taze meyve ve sebzeler potasyum bakımından zengindir [4]. İnsanda en fazla bulunan intrasellüler bir katyon olan potasyumun sodyum ile tam bir metabolik ilişkisi vardır. Günlük diyetle uygun seviyede alınabilecek potasyum

miktarı 1.9-5.5 g arasındadır [23]. İncelenen çökelek örneklerindeki K miktarı ortalama olarak 1142.24±512.56 mg/kg olarak saptandı (Tablo 1). Bu değer Tarakçı ve ark.'nın [24] çökelek örneklerinde buldukları 979.19 ppm değerinden yüksektir. Kurut örneklerinde ise K miktarı ortalama olarak 7012.45±813.00 mg/kg seviyesinde bulundu. K miktarları bakımından çökelek ve kurut örnekleri arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu saptandı ($P \leq 0.001$).

Tablo 1. Çökelek ve Kurut Örneklerinde Mineral Madde Miktarları (mg/kg)
(Table 1. Mineral Substance Limits in Cokelek and Kurut Samples (mg/kg))

Mineral Madde	Numunenin Sayısı (Her biri için n: 25)	En az	En çok	Ortalama ($\bar{x} \pm S_x$)	P
Ca	Çökelek	292.90	383.2	327.76±36.47 ^a	0.0001**
	Kurut	2201.00	15340.60	13968.52±10215.11 ^b	
P	Çökelek	59.02	97.20	67.46±5.83 ^a	0.0001**
	Kurut	951.06	1091.34	1060.47±990.00 ^b	
Mg	Çökelek	92.12	161.73	136.11±2.15^a	0.141*
	Kurut	212.61	597.22	432.42±90.52^a	
Na	Çökelek	356.22	712.40	620.40 ±68.12 ^a	0.0001**
	Kurut	1240.14	13476.14	9782.45±1123.10 ^b	
K	Çökelek	452.14	2462.40	1142.24±512.56 ^a	0.0001**
	Kurut	938.57	9878.06	7012.45±813.00 ^b	

a, b: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.001$).

Sx : Standart Sapma

x : Aritmetik Ortalama

P : $P \leq 0.001$ **

P : $P \leq 0.05$ * (Önemsiz Değer)

Bakır (Cu) düzeyi ortalama olarak çökelek örneklerinde 1.13 ± 0.39 mg/kg, kurut örneklerinde ise 2.44±0.15 mg/kg olarak saptandı (Tablo 2). Bu değer Tarakçı ve ark.'nın [24] Dumas çökeleği örneklerinde buldukları Cu miktarından (15.71 ppm) oldukça düşük seviyededir. Bakırın sütün içerisinde bırakıldığı kaplarla etkileşime girmesi ve hayvanın diyetindeki bakırın artışına bağlı olarak sütteki miktarın artabileceği bilinmektedir [18]. Türk Gıda Kodeksi'nde [26] süt ve süt ürünleri için bir oran bildirilmemiştir. Ancak çeşitli besinler için 0.05-50 mg/kg sınır belirtilmektedir. Bu oranlarla karşılaştırıldığında hem çökelek hem de kurut örneklerinin tüketilebilir seviyenin içerisinde olduğu görülmektedir. Çökelek ve kurut örnekleri arasında Cu miktarları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıkların olduğu belirlendi ($P \leq 0.001$).

Çökelek örneklerinde tespit edilen ortalama 4.19±0.91 mg/kg çinko (Zn) değerinin Tarakçı ve ark.'nın [24] buldukları 4.41 ppm değeriyle aynı seviyelerde olduğu gözlemlendi. Kurut örneklerinde ise bu değer ortalama olarak 9.66±3.04 seviyesinde bulundu (Tablo 2). Genellikle süt ve süt ürünlerinin gerek yapım aşamalarında ve gerekse ambalajlama ve muhafaza esnasında metalik kontaminasyonun bir sonucu olarak ürünlerde çinko bulunabilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'ne [25] göre süt ve süt ürünlerindeki sınır ile ilgili bir bilgi olmamasına rağmen diğer gıda maddeleri ile ilgili olarak 2-50 mg/kg sınır belirtilmektedir. Buna göre hem çökelek hem de kurut örneklerinin tüketilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Yapılan



İstatistiksel değerlendirmeler sonucuna göre çökelek ve kurut örnekleri arasındaki fark oldukça anlamlıdır ($P \leq 0.001$).

Genellikle çiğ süt ürüne işlerken ısıtma ve haşlama aşamalarında kullanılan çelik kapların bileşiminde bulunan mangan (Mn) ürüne geçebilmektedir [28]. İncelenen çökelek örneklerinde ortalama olarak Mn miktarı 0.41 ± 0.78 mg/kg seviyesinde tespit edildi. Bu değer Tarakçı ve ark.'nın [24] buldukları 2.60 ppm değerinden oldukça düşük seviyededir. Kurut örneklerinde ise bu değer 1.25 ± 0.06 mg/kg olarak saptandı (Tablo 2). İstatistiksel analiz sonucuna göre çökelek örnekleri ile kurut örnekleri arasındaki farkın önemsiz olduğu görüldü ($P \leq 0.05$).

Süt ve süt ürünleri demir için ana kaynaklar değildir. Bu ürünlerdeki demir (Fe) içeriği süte uygulanan pastörizasyon işlemleri ve sütü ürünlere dönüştürme işlemleri sırasında demir içeren malzemelerin kullanılmasından kaynaklanmaktadır [5]. Çökelek örneklerinde bulunan ortalama demir (Fe) miktarı 5.70 ± 1.72 mg/kg seviyesindedir. Bu değer Darende Dumas çökeleğinde tespit edilen 29.30 ppm değerinden [24] oldukça düşüktür. Kurut örneklerinde ise demir (Fe) miktarı 6.57 ± 4.04 mg/kg olarak bulundu (Tablo 2). Farklı ülkelerde izin verilen demir miktarları, süt numuneleri için Hollanda'da 0.25 mg/kg, İsviçre'de 0.30 mg/kg, peynir numuneleri için İsviçre'de 6.50 mg/kg, Hollanda'da 1 mg/kg olarak bildirilmiştir [13]. Türk Gıda Kodeksi'ne [25 ve 26] göre süt ve süt ürünlerinde demir miktarı ile ilgili bir bilgi olmamasına rağmen çeşitli gıdalar için bildirilen değerler 0.2-25 mg/kg arasında değişmektedir. Buna göre hem çökelek hem de kurut örneklerinin tüketilebilir sınırlar içerisinde olduğu görülmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre; çökelek ve kurut örneklerindeki demir miktarlarının birbirlerine yakın değerlerde olduğu ve herhangi bir anlamlık arz etmediği görüldü ($P \leq 0.05$).

Kromun (Cr) özellikle sütü ürünlere dönüştürürken uygulanan pastörizasyon işlemleri sırasında kullanılan alet ve ekipmanlardan bulaşabileceği bildirilmektedir [15]. Lucas [16] günlük alınan normal krom miktarını 0.1 mg olarak bildirmiştir. İncelenen çökelek ve kurut örneklerinde ortalama olarak krom (Cr) miktarları sırasıyla 0.06 ± 0.04 mg/kg ve 0.09 ± 0.03 mg/kg düzeylerinde tespit edildi (Tablo 2). Türk Gıda Kodeksi'nin ilgili tebliğlerinde [25 ve 26] maksimum krom miktarları belirtilmemiştir. Çökelek ve kurut örnekleri arasında krom miktarları bakımından istatistiksel olarak bir farkın olmadığı belirlendi ($P \leq 0.05$).

İncelenen çökelek ve kurut örneklerinde alüminyum (Al) miktarları 3.05 ± 1.01 mg/kg ve 1.07 ± 0.06 seviyesinde bulundu (Tablo 2). Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğinde [25] kabul edilebilir en yüksek alüminyum değeri süt ve ürünleri için belirtilmemiş fakat diğer bazı gıdalar için 2-15 mg/kg arasında bildirilmiştir. Araştırmada elde edilen alüminyum değerlerinin bu sınırlar içerisinde kaldığı görülmektedir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre örnekler arasındaki fark oldukça önemlidir ($P \leq 0.001$). Kurut örneklerindeki alüminyum değerinin düşük seviyelerde olması ürünün yapım aşamasında tuzlama işleminin olması ve güneşte bir bez üzerinde kurutulmuş olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durumun, tuzlama işleminin alüminyum, kurşun ve kadmiyum elementlerinin kaybolmasına neden olabileceğini belirten Ayar ve ark [8] tarafından da desteklenmektedir.

Çökelek ve kurut örneklerinde Co, Ni, As, Pb ve Cd ağır metallerin tespit edilebilir seviyenin altında olduğu görüldü (Tablo 2).

Tablo 2. Çökelek ve Kurut Örneklerinde Ağır Metal Miktarları (mg/kg)
(Table 2. Heavy Metal Limits in Cökelek and Kurut Samples (mg/kg))

Ağır Metaller	Numunenin Sayısı (Her biri için n: 25)	En az	En çok	Ortalama ($\bar{x} \pm S_x$)	P
Cu	Çökelek	0.41	1.80	1.13 ± 0.39^a	0.0001**
	Kurut	2.11	2.71	2.44 ± 0.15^b	
Zn	Çökelek	2.66	6.88	4.19 ± 0.91^a	0.0001**
	Kurut	5.81	15.22	9.66 ± 3.04^b	
Mn	Çökelek	0.27	0.62	0.41 ± 0.78^a	0.369*
	Kurut	1.11	1.37	1.25 ± 0.06^a	
Fe	Çökelek	3.22	7.70	5.70 ± 1.72^a	0.256*
	Kurut	5.01	8.22	6.57 ± 4.04^a	
Cr	Çökelek	0.03	0.10	0.06 ± 0.04^a	0.346*
	Kurut	0.02	0.19	0.09 ± 0.03^a	
Al	Çökelek	1.02	4.02	3.05 ± 1.01^a	0.0001**
	Kurut	0.09	2.26	1.07 ± 0.06^b	
Co	Çökelek	-	-	-	-
	Kurut	-	-	-	-
Ni	Çökelek	-	-	-	-
	Kurut	-	-	-	-
As	Çökelek	-	-	-	-
	Kurut	-	-	-	-
Pb	Çökelek	-	-	-	-
	Kurut	-	-	-	-
Cd	Çökelek	-	-	-	-
	Kurut	-	-	-	-

a, b : Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.001$).

- : Tespit edilebilir seviyenin altında.

Sx : Standart Sapma

x : Aritmetik Ortalama

P : $P \leq 0.001^{**}$

P : $P \leq 0.05^*$ (Önemsiz Değer)

6. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSSION AND SUGGESTS)

Sonuç olarak, çökelek ve kurut örneklerine ait numuneler arasında işlem proseslerindeki farklılıklardan dolayı kalsiyum (Ca), fosfor (P), sodyum (Na), potasyum (K), bakır (Cu), çinko (Zn) ve alüminyum (Al) düzeyleri arasında anlamlı farklılıklar saptandı ($P \leq 0.001$). Bununla birlikte incelenen tüm ağır metallerin ise (bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), demir (Fe), krom (Cr), alüminyum (Al), kobalt (Co), nikel (Ni), arsenik (As), kurşun (Pb) ve kadmiyumun (Cd) Türk Gıda Kodeksi'nin [25 ve 26] bazı gıdalar için saptadığı değerler içerisinde olduğu görüldü.

Ciddi sağlık sorunlarına sebep oluşturacak olan bu ağır metallerin istenilen seviyelerde olması memnun edici bir durum olmasına rağmen; sağlıklı ve güvenilir ürünlerin üretiminin sürekliliği esas amaç olmalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için ise üretim yerlerinin ve kullanılan materyallerin kimyasal atıklardan ve çevre kirliliği görülebilecek yerlerden uzakta olması sağlanmalı, hayvan yemlerinin hazırlanmasında kimyasal içerikli yemlerin kullanılmaması gibi noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Adam, R.C., (1971). Süt Tozu. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:84. Ege Üniv. Matbaası, Bornova, İzmir.
2. Akın, N., Ayar, A., Sert, D. ve Çalık, N., (2003). Konya ilinin değişik bölgelerinden toplanan sütlerin ağır metal içerikleri üzerine bir araştırma. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu Bildiriler Kitabı. 355-358, 22-23 Mayıs, İzmir.
3. Akyüz, N., (1999). Kurut. Dünyada Van. Van Valiliği Kültür ve Sanat Derg: Cilt:7, Sayı:20, ss:12-15.
4. Anonymous., (1989). Recommended Dietary Allowances, 10th ed., National Academy Press, Washington D.C., p.284.
5. Anonymous., (1992). Trace elements in milk and milk products. Bulletin of The International Dairy Federation. No: 278.
6. Anonymus., (2011). Çinkohangibesinlerde bulunur? <http://www.onikibilgi.com/cinkohangi-besinlerde-bulunur/> Erişim Tarihi Aralık 2011.
7. Association Official Analytical Chemists., (2002). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17th Edition, Revision 1, Metals and other elements, chapter 9. Maryland, 16-19. ISBN: 0-8247-0749-4
8. Ayar, A., Sert, D. ve Akın, N., (2007). Konya'da tüketime sunulan süt ve ürünlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Derg: Cilt:21, Sayı:41, ss:58-64. ISSN 1016-3573
9. deMan, J.M., (1990). Principles of Food Chemistry. 2nd ed., Van Nostrand Reinhold. New an J.M: Principles of Food Chemistry. 2nd ed., Van Nostrand Reinhold. New York, USA. 469 p.
10. Demirci, M., (2002). Beslenme. Rebel Yayıncılık, Topkapı, İstanbul. 287 p. ISBN 9759714639-9789759714635
11. Goyer, R.A., (1996). Toxic Effects of Metals. "CD Klaassen (ed): Casarett and Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons", p691, 5th Ed, McGraw-Hill Inc, New York, USA.
12. Hu, H., (2002). Human Health and Toxic Metals. In, McCally M (Ed): Life Support: The Environment and Human Health, MIT Press.
13. International Dairy Federation., (1992). Trace elements in milk and milk products. Bulletin of the International Dairy Federation. No: 278.
14. İşleten, M., Uysal-Pala, Ç. ve Karagül-Yüceer, Y., (2007). Ezine peynirinin mineral madde içeriği. Gıda: Cilt:32, Sayı:4, ss:173-179.
15. Jensen, R.G., (1995). Handbook of milk composition. Academic Press, New York. pp:897-899.
16. Lucas, J., (1974). Our Polluted Food. A Survey of the Risks. pp:157-163. John Willey & Sons, New York.
17. Metin, M., (1996). Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, 1.Bölüm, Ege Üniv. Müh. FAK. Yayın No: 33, 623, Bornova, İzmir.
18. Metin, M., (2001). Süt Teknolojisi. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. 4.Baskı, s.801-806. Ege Üniv. Müh. Fak. No: 33, Bornova, İzmir.
19. Miller, D.D., (1996). Minerals. In: "Food Chemistry". Ed. Fennema. O.R., 3 rd ed., Marcel Dekker Inc., New York, USA. 1069p.
20. Özdamar, K., (1997). Paket programlar ile istatistiksel veri analizi. 1.Anadolu Üniv. Yayınları No: 1001, Fen Fakültesi Yayınları No: 11, Eskişehir.
21. Özdemir, S., Demircioğlu, N., Çelik, Ş. ve Bakırcı, İ., (2000). Erzurum piyasasında tüketilen lorların bazı özellikleri üzerinde bir araştırma. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri "VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı" Tekirdağ, ss:524-531.



22. Özlü, H., Aydemir-Atasever, M., Urçar, S. ve Atasever, M., (2012). Erzurum'da tüketime sunulan kaşar peynirlerinin mineral madde ve ağır metal kontaminasyonu. Kafkas Univ. Vet. Fak. Dergisi, Volume:18, Number:2, pp:205-208.E-ISSN13092251
23. Reddy, K.A. ve Marth, E.H., (1991). Reducing the sodium content of foods: A review. J. of Food Pro., Volume:54,Number:2, pp:138-150. Des Moines, IA 50322-2864, USA
24. Tarakçı, Z., Yurt, B. ve Küçüköner, E., (2003). Darende Dumas çökeleğinin yapılışı ve bazı özellikleri üzerine bir araştırma. Gıda, Cilt:28, Sayı:4, ss:421-427.
25. Türk Gıda Kodeksi., (2002). Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tebliğ No: 2002/63, Ankara.
26. Türk Gıda Kodeksi., (2008). Gıda maddelerindeki bulaşanların maksimum limitleri hakkında tebliğ. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tebliğ No: 2008/26, Ankara.
27. Üçüncü, M., (2004). Süt ve Mamülleri Teknolojisi. Meta Basım, Bornova, İzmir.
28. Vural, H., (1993). Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. Ekoloji. Cilt:8, ss:3-8. ISSN: 1300-1361
29. Yüzbaşı, N., (2001). Kaşar peynirinde bazı ağır metallerin düzeyi ve prosesteki değişimi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.