

Afyon Manda Kaymağı ve Kaymakaltı Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin ICP-MS ile Araştırılması[#]

Fahriye KAN^{1*}, İsmail KÜÇÜKKURT¹

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

[#]Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu 13. SAĞ. BİL. 19 proje numarasıyla desteklenmiş, yüksek lisans tezinden (AKÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2015-007) derive edilmiş ve 7. Ulusal Veteriner Biyokimya ve Klinik Biyokimya Kongresinde poster olarak sunulmuştur.

*Corresponding author e-mail: fahriyeKan@gmail.com

ÖZ

Endüstri gelişimine bağlı ortaya çıkan ve artarak devam eden ağır metal kirliliğinin süt ve süt ürünlerine bulaşması doğrudan ve dolaylı yollardan olabilmektedir. Bu çalışma, Afyonkarahisar ilinin bazı bölgelerinden toplanan manda sütlerinin kaynatılması ile elde edilen kaymak ve kaymakaltı sütlerinde olası ağır metal varlığının ICP-MS cihazı ile araştırılması amaçlanmıştır. Afyonkarahisar ilinin beş farklı bölgesinden toplanan elli adet süt örneği 200 ml'lik cam kavanozlara alındı. Süt numunelerinin laboratuvar ortamında beherler içinde kaynatılması ile kaymak ve kaymakaltı sütleri elde edildi. Yaş yakma yöntemiyle numuneler çözünürleştirildikten sonra ağır metal miktarları ICP-MS cihazıyla tayin edildi ve sonuçlar literatür bilgileriyle karşılaştırılarak değerlendirildi. Araştırmada kaymaktaki ortalama krom (Cr), mangan (Mn), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As), selenyum (Se), molibden (Mo), gümüş (Ag), kadmiyum (Cd), baryum (Ba) ve kurşun (Pb) değerleri sırasıyla: 0,36 mg/kg, 0,56 mg/kg, 2,72 mg/kg, 0,08 mg/kg, 0,65 mg/kg, 0,09 mg/kg, 8,27 mg/kg, 0,14 mg/kg, 0,94 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,17 mg/kg, 0,01 mg/kg; kaymak altı sütünde ise 0,02 mg/L, 0,13 mg/L, 0,52 mg/L, 0,02 mg/L, 0,12 mg/L, 0,02 mg/L, 2,37 mg/L, 0,04 mg/L, 0,17 mg/L, 0,04 mg/L, 0,00 mg/L, 0,00 mg/L, 0,13 mg/L, 0,01 mg/L düzeylerinde tespit edildi. Sonuç olarak manda sütlerinden elde edilen kaymak ve kaymakaltı sütlerinde insan sağlığı açısından zararlı olabilecek bir ağır metal kontaminasyonunun bulunmadığı görüldü. Bu çalışma ağır metallerin kaymakaltı sütünden ziyade kaymakta görülmesi nedeniyle kaymak yapımında kullanılan sütlerin ağır metal yönünden risk oluşturmaması için sütlerin kontaminasyonlarının önlenmesinin önemini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Afyonkarahisar, Afyon Manda Kaymağı, Ağır Metal, ICP-MS, Kaymakaltı Sütü.

Investigation of Some Heavy Metals with ICP – MS in Afyon Buffalo Kaymak and Skimmed Milk

ABSTRACT

According to industrial development heavy metal pollution affects milk and milk products directly and indirectly. It was aimed to evaluate occurrence of heavy metal in kaymak and skimmed milk, produced from boiled Anatolian buffalo milk and obtained from Afyonkarahisar, measurement performed by means of ICP-MS. Totally 50 milk samples were collected from 5 different regions of Afyonkarahisar. To get kaymak and skimmed milk, samples were boiled in beakers under laboratory circumstances. Samples were dissolved according to wet digestion method afterwards quantity of heavy metals were determined by ICP-MS and obtained results were compared with literature values. In the study, average values of chromium (Cr), manganese (Mn), iron (Fe), cobalt (Co), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), selenium (Se), molybdenum (Mo), silver (Ag), cadmium (Cd), barium (Ba) and lead (Pb) were determined in clotted cream: 0,36 mg/kg, 0,56 mg/kg, 2,72 mg/kg, 0,08 mg/kg, 0,65 mg/kg, 0,09 mg/kg, 8,27 mg/kg, 0,14 mg/kg, 0,94 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,17 mg/kg, 0,01 mg/kg; in skimmed milk: 0,02 mg/L, 0,13 mg/L, 0,52 mg/L, 0,02 mg/L, 0,12 mg/L, 0,02 mg/L, 2,37 mg/L, 0,04 mg/L, 0,17 mg/L, 0,04 mg/L, 0,00 mg/L, 0,00 mg/L, 0,13 mg/L, 0,01 mg/L respectively. Kaymak and skimmed milk obtained from Anatolian buffaloes milk did not have heavy metal contamination that may be harmful to human health. This study shows the importance of preventing heavy metal contamination of milk used for making kaymak because this contamination is important in kaymak than skimmed milk

Keywords: Afyonkarahisar, Anatolian buffalo kaymak, heavy metals, ICP-MS, skimmed milk.

To cite this article: Kan F. Küçük Kurt İ. Afyon Manda Kaymağı ve Kaymakaltı Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin ICP-MS ile Araştırılması. Kocatepe Vet J. (2018) 11(4): 447-453.

GİRİŞ

Kaymak, Türkiye'ye has geleneksel bir ürün olup en iyi kaymak yağ oranı yüksek, kuru madde bakımından zengin ve kaymak bağlama yeteneğinin yüksek olması sebebiyle manda sütünden yapılmaktadır. Kaymak; kadayıf, baklava gibi tatlılar üzerine konulup süsleme ve tat verme amacıyla yenilmesi yanında kahvaltılarda da tüketilmek üzere değişik şekilde ve ambalajlar içerisinde sunulan bir üründür (Akalın ve ark., 2006).

Çeşitli süt ürünlerinin üretiminde önemli bir kalite kriteri olan süt yağı Türkiye'de bazı yöresel süt ürünlerinin üretiminde kaymak yapımında kullanılır. Özellikle Afyon, Edirne, Kocaeli, İstanbul, Bursa, Ankara illerinde genellikle küçük aile işletmelerinde üretilir ve "Lüle Kaymağı" olarak satılır (Kurt ve Özdemir, 1988 ; Çon ve ark., 2000). Ayrıca kaymak Afyon yöresinde lokumun içerisine sarılarak kaymaklı lokum şeklinde tüketilmektedir (Adam, 1971). Kaymak üretiminde çeşitli hayvan sütleri kullanılmakla birlikte daha çok manda sütü tercih edilir. Manda sütünün yağ ve kuru madde miktarının yüksek olması ve yağ renginin de beyaz olması kaymak üretiminde tercih edilmesinin başlıca nedenidir (Tekinşen, 2000).

Atmosferdeki değişik gaz ve parçacıkların fazlalığı, fabrika bacalarından çıkan hava kirleticiler ve atıkları toprak ve bitki verimliliğine olumsuz etkide bulunmakta ve bitkilerle beslenen insan ve hayvanları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında endüstri gelişimine bağlı olarak ortaya çıkan ve artarak devam eden hava ve ağır metal kirliliği artmış olup günümüzde bütün canlılar üzerinde tehdit oluşturmaktadır (Zheljzkov ve Nielsen, 1996). Ağır metal grubuna kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) başta olmak üzere 60'tan fazla metal dahildir (Kahvecioğlu ve ark., 2003). Zehirleyici özelliğe sahip ağır metaller çeşitli kaynaklardan çevreye yayılmakta ve günümüzde çevre kirliliğinin önemli nedenlerinden birini oluşturmaktadır (Goyer, 1991). Su, toprak ve havanın kirlenmesiyle birlikte ekolojik dengenin bozulması sonucu gıda maddelerine geçen ağır metaller insan sağlığını tehdit etmekte ve bu gelecek kuşaklara da geçebilmektedir. Ağır metallerin süt ve süt ürünlerine bulaşması; süt ürünlerinin sağladığı kaplar, süt taşımada kullanılan tanklar, süt ürünlerinin hazırlandığı ortamlar gibi doğrudan olabilir. Ya da farklı kaynaklardan çevreye bulaşan atıkların ağır metal içeriklerinin hayvanın tükettiği yeme ulaşması, hayvanın içtiği su, soluduğu hava gibi dolaylı yollardan da olabilir.

Yapılan bu çalışma ile Afyonkarahisar'da bulunan bazı bölgelerden toplanan manda sütünün kaynatılması ile elde edilen kaymak ve kaymakaltı sütlerinde ağır metal varlığının ICP-MS cihazı ile araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL- METOT

Örneklerin alınması

Manda sütleri, Afyonkarahisar il ve ilçelerinden 5 farklı bölgeden toplam 50 adet cam kavanozlara 200 ml olarak toplandı. Süt örneklerinin alındığı ve kaymak üretimi yapılan malzemeler 1:1 HNO₃ çözeltisinde 12 saat bekletildikten sonra ultra distile su (ELGA DV 25) ile yıkandı ve kurutuldu.

Kaymak Üretimi

Sütler toplandıktan sonra bekletilmeden beherlerde bek üzerinde yaklaşık 30 dk süre ile 95°C'ye gelinceye kadar ısıtıldı. Isıtma işlemi sonrası beherler oda sıcaklığında 1-2 saat soğumaya bırakılarak ardından +4 °C'de 12-14 saat bekletildi. Süre sonunda oluşan kaymak tabakası yine cam kavanozlara alındı.

Örneklerin Hazırlanması

Kaymak ve kaymakaltı sütü örneklerinin çözünme işlemleri için kapalı sistem mikrodalga yakma metodu kullanıldı. Sineo MDS- 10 marka mikrodalga kapalı sistemde HP-100 teflon kaplar kullanıldı. Kaymakaltı sütü örneği için; her bir teflonu önce mikropipet yardımıyla süt örneğinden 2 ml alındı ve üzerine 8 ml % 65'lik HNO₃ eklendi üzerine 1 ml %30'luk H₂O₂ eklendikten sonra 15-20 dk bekletildi. Teflon kapların kapakları sıkıştırılarak çözündürme işlemi için 130 °C 'de 10 dk, 150 °C 5 dk ve 180 °C'de 10 dk şeklinde yağ yakma cihazında yakma işlemi uygulandı. Kaymak örneği için; önce 0,5 g kaymak hassas terazide tartılarak teflon kaplara alındı ve üzerine 6 ml HNO₃ eklendi. 15 dakika ön muameleden sonra 3 ml HNO₃ ve üzerine 1 ml H₂O₂ eklendi. Çözünürleştirme için yağ yakma cihazında 130 °C'de 10 dk, 150 °C'de 5 dk, 180 °C'de 15 dk şeklinde sıcaklık dereceleri ayarlanarak yağ yakma yöntemi uygulandı.

ICP – MS ile Ölçüm

Çözünürleştirme işlemi sonrası oda sıcaklığında soğutulan kapların kapakları açıldıktan sonra teflondan çözünmüş çözeltiler 50 ml'lik balon jöjelere alındı. Çözeltiye 50 ml ultra distile su eklenerek seyreltme işlemi gerçekleştirildi ve örnekler plastik tüplere alındı. Daha sonra örnekler 25/0,45 µm'lik filtrelerden (econofilter) süzülme ve okuma işlemine kadar buzdolabında +4 °C'de bekletildi. Metal kontaminasyonunu önlemek amacıyla örneklerin çözündürülmesi esnasında

kullanılan tüm malzemeler, HNO₃ (1:1) ve ultra distile su (1/9)'dan geçirildi. Ağır metal analizlerinin gerçekleştirilmesi için Agilent 7700 seri ICP-MS cihazı kullanıldı.

BULGULAR

Toplanan sütlerden elde edilen kaymak ve kaymakaltı sütlerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre Ag ve Cd kaymakta ve kaymakaltı sütünde tespit edilebilir değerin altında bulundu. Manda sütünden elde edilen kaymakların hiçbirisinde Mo ağır metali tespit edilmedi fakat kaymakaltı sütünde Mo varlığı tespit edilmiştir. Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, ve Ba kaymaktaki ortalama değerleri kaymak altı sütüne göre daha fazla olduğu tespit edildi. Pb kaymakta ve kaymak altı sütünde ortalama değerleri aynı iken standart sapma ve maksimum değeri kaymak altı sütünde daha yüksek olduğu görüldü.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmada elde edilen bulgular incelendiğinde Cr değerlerinin kaymakta 0,36 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,02 mg/L olarak tespit edildi. Soylu ve Temiz (2011) Samsun bölgesinde yaptıkları çalışmada sığır süt örneklerinde Cr'u 0,03 mg/kg olarak bulmuşlardır. Öksüztepe ve ark. (2013), 25 çökelek ve 25 kurut olmak üzere toplam 50 numuneden oluşan çalışmalarında Cr seviyelerini çökelekte 0,06 mg/kg ve kurut örneklerinde 0,09 mg/kg olarak saptamışlardır. Her iki çalışmadaki Cr miktarları yapılan çalışmada elde ettiğimiz kaymaktaki değerden düşük; kaymakaltı sütü örneklerinin değerlerinden yüksek olduğu görüldü. Aslam ve ark. (2011), Pakistan'da yaptıkları çalışmada keçi ve sığır sütlerindeki ağır metal varlığını mevsimsel olarak incelemişler ve toplamda hayvanların sütlerinde Cr miktarlarını keçilerde 1,277 mg/L, sığırlarda 1,199 mg/L olarak yüksek seviyelerde bulmuşlardır. Bunun sebebinin toprak yapısı, otlakların sanayi bölgelerine yakın olması ve sütün elde edilmesi sırasında meydana gelen kontaminasyonlardan olabileceğini belirtmişlerdir. Aynı yönde Temurci ve Güner (2006), sütte Cr ortalama değerini 1,02 mg/kg ve peynirde 2,60 mg/kg olarak bulmuşlardır. Süt ve peynirdeki yüksek değerlerdeki Cr'un süt ve peynir üretiminin muhafazasında kullanılan kaplardan kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir. Afyonkarahisar'da manda kaymak ve kaymakaltı sütlerinde önemli bir Cr kirliliğinin olmadığı söylenebilir.

Kaymakta Mn 0,56 mg/kg, kaymakaltı sütünde 0,13 mg/L olarak tespit edildi. Samsun'da sanayi

emisyonlarının yöre sığır sütlerinin ağır metal içeriğine etkisinin araştırıldığı çalışmada Mn'in ortalama miktarı 0,048 mg/kg olarak bildirilmiştir. Enb ve ark. (2009), manda ve inek sütü ile yaptıkları çalışmada manda sütlerinde Mn miktarını 0,076 mg/kg inek sütlerindeki Mn miktarını ise 0,056 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada çeşitli süt ürünlerinden kaymak, tereyağ gibi süt ürünlerinde Mn miktarları en yüksek tereyağında 0,316 mg/kg, kremada ise 0,234 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmamızdaki bulgular dikkate alındığında kaymakta tespit edilen Mn değerlerinin bu çalışmalardan yüksek olduğu görülmektedir. Öksüztepe ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada ise Elazığ'da tüketime sunulan çökelek ve kurut örneklerinde çökelekte 0,41 mg/kg kurutta 1,25 mg/kg düzeyinde Mn olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada bulunan değerler yapılan çalışma ile uyumlu görülmektedir.

Elde edilen bulgular Fe yönünden incelendiğinde kaymakta 2,72 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,52 mg/L olarak tespit edildi. Temurci ve Güner (2006)'in Ankara'da süt ve beyaz peynirlerde ağır metal kontaminasyonu üzerine yaptıkları çalışmada sütte ortalama Fe değerini 52,19 mg/L ve peynir numunelerinde 62,56 mg/kg olarak bulmuşlardır. Yalçın ve Tekinşen (2010) beyaz salamura, tulum ve kaşar peynirlerinin Fe içeriklerini sırasıyla 17,47 mg/kg, 14,18 mg/kg ve 15,42 mg/kg olarak saptamışlardır. Bu çalışmalardaki yüksek Fe değerlerinin topraktaki demir içeriğinden, ürünlerin metal kaplarda muhafaza edilmesinden ve elle yapılan sağımdan kaynaklanabileceğini söylemişlerdir. Özlü ve ark. (2012), taze ve olgunlaşmış kaşarlarda Fe değerlerini sırasıyla 1,71 mg/kg ve 1,49 mg/kg olarak bulmuşlardır. Soylu ve Temiz (2011), sığır sütlerinde ortalama Fe miktarını 0,39 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmalar sütte ve süt ürünlerinde Fe değerlerinin farklı miktarlarda olabileceğini göstermekle birlikte yapılan çalışma ile uyumlu olarak süttten ziyade süt ürünlerinde Fe'in daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Kaymakta Co 0,08 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,02 mg/L olarak tespit edildi. Kılıçel ve ark. (2004), otlu lorlarda Co içeriğini ortalama 0,29 mg/kg, Benincasa ve ark. (2008) ise manda sütünde Co ortalama değerini 2,10 µg/kg ve inek sütünde 1,44 µg/kg olarak bulmuşlardır. Her iki çalışmadaki Co değerleri yapılan çalışmada elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Co değerlerinin yapılan çalışmada düşük olması insan sağlığı açısından olumlu bulunmaktadır.

Tablo 1. Toplam Kaymak ve Kaymakaltı Sütünde Ağır Metal Düzeyleri (mg/kg, mg/L)**Table 1.** Heavy Metal Levels in Total Kaymak and Scimmed Milk(mg / kg)

	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Ba	Pb	
Kaymak	X±Sx	0,36±0,48	0,56±0,69	2,72±3,57	0,08±0,08	0,65±0,66	0,09±0,31	8,27±12,70	0,14±0,15	0,94±1,18	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,17±0,10	0,01±0,02
	min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	max	1,23	2,27	9,29	0,23	1,77	1,79	81,51	0,51	2,77	0,00	0,00	0,02	0,40	0,12
Kaymakaltı Sütü	X±Sx	0,02±0,04	0,13±0,17	0,52±0,79	0,02±0,03	0,12±0,15	0,02±0,11	2,37±2,22	0,04±0,05	0,17±0,27	0,04±0,08	0,00±0,00	0,00±0,00	0,13±0,07	0,01±0,03
	min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
	max	0,16	0,47	2,96	0,07	0,42	0,81	9,28	0,16	0,71	0,26	0,00	0,00	0,29	0,22

Kaymakta Ni 0,65 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,12 mg/L olarak tespit edildi. Aslam ve ark. (2011), keçi ve sığır sütlerinde Ni değerlerini sırasıyla 20,402 mg/L ve 22,394 mg/L düzeylerinde çok yüksek miktarlarda saptamışlardır. Bunun sebebinin endüstriyel kirlenmeye bağlı olarak topraktaki Ni miktarının artması ve kullanılan sulara bulaşması sonucu olabileceğini ileri sürmektedirler. Bu çalışmanın aksine yapılan birçok çalışmada Ni değerlerinin düşük olduğu görüldü. Kılıçel ve ark. (2003), Van'da üretilen otlu lorlarda Ni değerini 0,11 mg/kg, Özlü ve ark. (2012), taze kaşarda 0,26 mg/kg, olgunlaşmış kaşarda 0,30 mg/kg, Soylu ve Temiz (2011), sığır sütlerinde ortalama Ni 0,49 mg/kg olarak bulmuştur. Yalçın ve Tekinşen (2010) ise beyaz salamura, tulum ve kaşar peynirlerde her birinden 30'ar örnek olmak üzere toplamda 90 örnek üzerinde çalışmış ve Ni değerlerini sırasıyla 0,49 mg/kg, 0,65 mg/kg ve 0,43 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bulduğumuz değerler bu araştırmacılarla benzer sonuçlar taşımaktadır. Türk Gıda Kodeksi, Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkındaki Tebliğ'de (Türk Gıda Kodeksi, 2002) kaymak ve kaymak altı sütündeki Ni hakkında bir sınırlama bulunmamaktadır.

Yapılan çalışmada Cu değerleri incelendiğinde kaymakta 0,09 mg/kg olarak ve kaymak altı sütünde 0,02 mg/L olarak tespit edildi. Soylu ve Temiz (2011)'in yaptığı çalışmada Cu miktarı ortalama değerini 1,08 mg/kg olarak bulmuştur. Öksüztepe ve ark. (2013), çökelek ve kurut örneklerinde Cu miktarlarını çökelekte 1,13 mg/kg ve kurut örneklerinde 2,44 mg/kg olarak bulmuşlardır. Ankara'da yapılan bir çalışmada ise Cu miktarı sütte 4,30 mg/kg olarak saptanmıştır. Cu miktarındaki bölgesel farklılıkları sanayi ve otoyol yakınlığı ve bakırın mantarlara karşı kullanılmasından dolayı tarım ilaçlarından süte geçebileceğini şeklinde belirtmişlerdir (Temurci ve Güner, 2006). Yalçın ve Tekinşen (2010) Cu değerini beyaz salamura 1,44 mg/kg, tulum peynirinde 1,06 mg/kg, kaşar peynirinde 1,35 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bulunan bu değerlerin peynir yapımında kullanılan ekipmanlardan, tarım ilaçlarında kullanılan Cu'nun hayvanın yediği yemlerden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Kaymakta Zn 8,27 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 2,37 mg/L olarak tespit edildi. Kılıçel ve ark. (2003), otlu lorlardaki Zn ortalama değerini 29,9 mg/kg bulmuşlardır. Yalçın ve Tekinşen (2010) beyaz salamura ve tulum ve kaşar peynirlerinde Zn değerlerini sırasıyla 15,35 mg/kg, 15,96 mg/kg, 27,15 mg/kg olarak bulmuştur. Öksüztepe ve ark. (2013), Zn çökelekte 4,19 mg/kg ve kurut

örneklerinde de 9,66 mg/kg bulmuşlardır. Soylu ve Temiz (2011) ise Tekke ilçesi köylerinden elde edilen süt örneklerinde ortalama çinko miktarını 13,33 mg/kg bulmuşlardır. Enb ve ark. 2009 manda ve inek sütleri toplayarak süt ürünleri elde edip yaptıkları ağır metal analizinde sütte Zn değerini 4,350 mg/kg, yoğurtta 4,059 mg/kg, kremada 19,570 mg/kg ve tereyağında 29,363 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmalarda Zn değerleri yapılan çalışma ile uyumludur. Şanlı (2002), endüstriyel bölge atmosferinde bulunan çinkonun oldukça yüksek olabileceğini ve element halinde bulunan çinkonun zehirli olmadığını bildirmiştir. Zn'nun otomotiv, azotlu gübreler, cam, çimento, metal, petrol, plastik - sentetik madde, termik enerji ve çelik endüstrisi vb. geniş bir kullanım alanı vardır (Küçüköğlü, 1996). Sütteki kontaminasyon sütün sağıldığı kaplardan kaynaklanabileceği gibi çevresel kontaminasyondan da kaynaklanabilir.

Kaymakta As değeri 0,14 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,04 mg/L olarak tespit edildi. İstanbulluoğlu ve ark. (2013), yaptıkları çalışmada açıkta satılan sütte As'i ortalama olarak 0,5 mg/kg olarak bulmuşlardır. Açıkta satılan sütlerdeki As miktarının yüksek oluşunu hijyen koşullarına uyulmamasının bir sonucu olabileceğini bildirmişlerdir. Ayar ve ark. (2007), Konya'da süt ve süt ürünlerinin ağır metal kontaminasyonu üzerine yaptıkları çalışmada As'i 0,146 mg/kg olarak en yüksek tereyağında bulmuşlardır. Aslam ve ark. (2011), keçi ve sığır sütlerinde As değerlerini sırasıyla 0,403 mg/L ve 0,078 mg/L düzeylerinde saptamışlar. Türk Gıda Kodeksi (2002), gıdalarda As'in limitlerini 0,1 – 1 mg/kg olarak bildirmiştir. Araştırma sonucu incelendiğinde bulunan değerler bu sınırın içinde olduğu görülmektedir. As ile maruziyet volkanik patlamalar ve yeraltı suları gibi doğal nedenlerden olabileceği gibi ahşap koruma, pestisitler, yakıtların yakılması gibi antropojenik nedenlerden kaynaklanabilir (Güven ve ark., 2004).

Kaymakta Se 0,94 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,17 mg/L olarak tespit edildi. İstabulluoğlu ve ark. (2012), çeşitli süt ve ürünlerinde yaptığı çalışmada Se değerini açıkta satılan kaşarda 0,5 mg/kg olarak bulmuştur ve Selenyumun çevreye yayılımının olası yollardan birini de insan ve hayvanlarda gıda takviyelerinin yoğun kullanımı olabileceğini söylemişlerdir. Ayar ve ark. (2007), çeşitli süt ve ürünlerinde bazı ağır metalleri incelemişler ve en yüksek Se değerini 0,434 mg/kg ile tulum peynirinde daha sonra en yüksek değeri 0,315 mg/kg ile tereyağında tespit etmiştir.

Mo diğer metallerin aksine kaymakta tespit edilmedi fakat kaymakaltı sütünde tespit edildi.

Kaymakaltı sütünde 0,04 mg/L olarak tespit edildi. Mo'in nispeten düşük toksisiteli olduğu ve bitkilere topraktan geçebileceği bildirilmiştir (İpek, 2003). Benincasa ve ark. (2008), manda sütünde Mo ortalama değerini 16,9 µg/kg ve inek sütünde 29,0 µg/kg olarak bulmuşlardır. Mo'in kaymakta görülmemesi sadece kaymakaltı sütünde görülmesi kaymağın Mo bağlamadığını düşündürmüştür.

Ba kaymakta 0,17 mg/kg ve kaymakaltı sütünde 0,13 mg/L olarak tespit edildi. Ba kullanım alanı oldukça geniş bir metaldir ve bu nedenle doğada sık olarak bulunabilmekte bitkiler vasıtasıyla hayvanlara geçebilmektedir. Yine ilaç kalıntılarıyla Ba sütte kontaminasyona neden olabilmektedir (Belitz ve ark., 2009). Tıp alanında kullanımı da çevreye yayılımının söz konusu olabileceğini düşündürmüştür (Şanlı, 2002). İstanbulluoğlu ve ark. (2012), yaptığı bir çalışmada sütte baryum içeriğini ambalajlı sütlerde 8,3 mg/kg olarak açıkta satılanlarda 1,7 mg/kg olarak bulmuştur. Benincasa ve ark. (2008), manda sütünde Ba miktarını 330 µg/kg ve inek sütünde 226 µg/kg olarak tespit etmişlerdir. Bulduğumuz değerler belirtilen değerlerden daha düşük olduğu görüldü.

Toplam kaymaktaki ve kaymakaltı sütündeki Pb miktarı 0,01 mg/kg ve 0,01 mg/L olarak tespit edildi. Soylu ve Temiz (2011) ortalama Pb değerini sütte 0,04 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Özlü ve ark. (2012) taze ve olgunlaşmış kaşar peynirlerde Pb miktarını sırasıyla 1,60 mg/kg ve 2,25 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Buldukları bu değerlerin süt üretiminin yapıldığı çiftlikler, peynir işletmeleri ile satış yerlerinin sanayi kuruluşlarına ve otoyollarına olan mesafesiyle ilişkili olabileceğinin kanısına varmışlardır. Özçetin ve ark. (2013) anne sütünde ağır metal analizi üzerine yaptıkları çalışmada Pb ortalama değerini 26, 71 µg/L olarak tespit etmişlerdir. Ayar ve ark. (2007) süt ve ürünlerinde ağır metal analizinde Pb miktarını süte göre peynir, yoğurt çeşitleri ve tereyağında daha yüksek bulmuşlardır. Sütte 0,10 mg/kg, tereyağında 0,11 mg/kg, süzme yoğurttta 0,13 mg/kg, kaşar peynirinde 1,10 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Peynirde Pb miktarının yüksek çıkmasını ise Pb'un kazein tarafından bağlanması nedeniyle olabileceğini bildirmişlerdir. Yalçın ve Tekinşen (2010) yaptıkları çalışmada ortalama Pb seviyesini beyaz salamura peynirlerinde 0,13 mg/kg, tulum peynirlerinde 0,08 mg/kg ve kaşar peynirlerinde 0,12 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmada tüm örneklerin Pb bakımından çok düşük değerlere sahip olması nedeniyle bu ağır metal yönünden sağlık açısından herhangi bir tehdit oluşturmayacağı kanaati oluşmaktadır.

Toplam kaymak ile kaymakaltı sütleri karşılaştırıldığında ise Ag hiçbir kaymakta ve kaymakaltı sütünde tespit edilmedi. Mo kaymakta tespit edilmemişken kaymak altı sütünde tespit edildi. Diğer tüm ağır metaller yönünden bakıldığında kaymakta kaymakaltı süte göre yüksek olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmalarda bazı ağır metallerin enzimlerin sülfhidril gruplarına etki edebileceğini ve fosfolipidlerin yapısında bulunabileceğini göstermektedir. Örneğin Cu metali yağ globül membranındaki proteinlerde sütteki diğer proteinlere göre daha yüksek bakır içerdiği gözlenmiştir (Yüzbaşı ve Sezgin 2002). Ayar ve ark. (2007), tarafından gerçekleştirilen süt ve süt ürünleri ağır metal düzeyleri üzerine yapılan bir çalışmada tereyağı ağır metal düzeyi diğer ürünlere oranla yüksek çıktığı görülmüştür. Çalışmamızdaki bulgular bu çalışmalarla uyumluluk göstermektedir. Enb ve ark. (2009) topladıkları inek ve manda sütlerinin ve sütlere elde ettikleri ürünlerin ağır metal düzeylerini incelemişlerdir. Metal düzeyleri incelendiğinde genel olarak süt ve yoğurda göre krema ve tereyağı gibi yağlı ürünlerin metal düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak; kaymak ve kaymakaltı sütleri ağır metal düzeyleri yönünden karşılaştırıldığında kaymak numunelerindeki ağır metal seviyelerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ağır metal miktarlarına genel olarak bakıldığında Türk Gıda Kodeksi'nde verilen sınırlar içinde yer almaktadır. Ayrıca, bulunan değerler bakımından kaymak ve kaymakaltı sütü örneklerinin sağlık yönünden herhangi bir tehlike arz etmediği söylenebilir. Kaymakta Mn, Fe, Co, Zn, Se gibi esansiyel iz elementlerinin kaymakaltı süte göre daha yüksek bulunması kaymağın besleyici değerinin fazla olduğunu göstermiştir.

KAYNAKÇA

- Adam RC.** Süt III. Çeşitli Ürünler ve Artıkları. E.Ü.Z.F. Yayınları, İzmir. 1971; No: 170.
- Akalın AS, Gönç S, Ünal G, Ökten S.** Determination of Some Chemical and Microbiological Characteristics of Kaymak. Grasas Y Aceites. 2006; 57 (4): 429-432.
- Aslam B, Javed I, Khan FH.** "Uptake of heavy metal residues from sewerage sludge in the milk of goat and cattle during summer season." Pakistan Veterinary Journal. 2011; 31 (1): 75-77.
- Ayar A, Sert D, Akın N.** Konya'da Tüketime Sunulan Süt ve Süt Ürünlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. Selçuk

- Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 2007; 21 (41): 58 – 64.
- Belitz HD, Grosch W, Schieberle P.** Milk and Dairy Products. Food Chemistry. 4th ed. München: Springer. 2009; P. 523.
- Benncasa C, Levis J, Sindona G, Tagarelli A.** The Use of Multi Element Profiling to Differentiate Between Cow and Buffalo Milk. Food Chemistry. 2008; 110: 257 – 262.
- Çon AH, Gökçe R, Gürsoy O.** Farklı Şekillerde Ambalajlanan Afyon Kaymaklarının Muhafaza Sürelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. VI Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu., Tekirdağ. S. 2000; 557 – 566.
- Enb A, Abou Donia MA, Abd-Rabou NS, Abou-Arab AAK, El-Senaity MH.** Chemical Composition of Raw Milk and Heavy Metals Behavior During Processing of Milk Products. Global Veterinaria. 2009; 3 (3): 268 – 275.
- Goyer RA.** Toxic effects of metals. In: Caserett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons (Eds. Amdur M. O., Doull, J., Klaassen, C. D.) Pergamon Press, New York. 1991; 1032.
- Güven A, Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Timur S.** Metallerin Çevresel Etkileri-III. TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası. Metalurji Dergisi. 2004; 138: 64-71.
- İpek H.** Molibden, YYÜ. Vet. Fak. Derg. 2003; 14(1): 73-76.
- İstanbuluoğlu H, Oğur R, Tekbaş FÖ, Bakır B.** Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Kirliliği. Türkiye Klinikleri J. Med. Sci. 2013; 33 (2): 410 – 419.
- Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S.** Metallerin Çevresel Etkileri-I. Metalurji Dergisi. 2003; 136: 47 – 53.
- Kılıçel F, Tarakçı Z, Sancak H, Durmaz H.** Otlulorların Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 2004; 14(1): 41- 45.
- Kurt A, Özdemir S.** Erzurum'da Yapılıp Satılan Kaymakların Bileşimi ve Mikrobiyolojik Kalitesi. Gıda, 1988; 13: 205 – 208.
- Küçüköğlü M.** Zebra Balığının (Brachydanio rerio) Embriyolojik Gelişimi Üzerine Kadmiyum Klorür ve Çinko Klorür gibi Çevre Kirleticilerinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi. Adana. 1996.
- Öksüztepe G, İncili KG, Uysal Aİ.** Elazığ'da Satılan Çökelek ve Kurutların Mineral Madde ve Ağır Metal Düzeyleri. E – Journal New World Science Academy. 2013; 8 (3): 1 – 9.
- Özçetin M, Yılmaz R, Mendil D, Koçyiğit R, Çedik Kulak D.** Presence of Toxic Heavy Metals in Human Breast Milk. Journal of Clinical and Analytical Medicine, 2013; 4 (2): 89 – 92.
- Özlu H, Atasever AM, Urçar S, Atasever M.** Erzurum'da Tüketime Sunulan Kaşar Peynirlerinin Mineral Madde İçeriği ve Ağır Metal Kontaminasyonu. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 2012; 18 (2): 205 – 208.
- Soylu A, Temiz H.** (2011). Samsun'da Sanayi Emisyonlarının Yöre Sığır Sütlerinin Ağır Metal İçeriğine Etkisi. Samsun Sempozyumu.
- Şanlı Y.** Veteriner Klinik Toksikoloji, Güngör Matbaacılık, Ankara. 2002.
- Tekinşen C.** "Süt Ürünleri Teknolojisi", Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya. 2000.
- Temurci H, Güner A.** "Ankara'da Tüketime Sunulan Süt ve Beyaz Peynirlerde Ağır Metal Kontaminasyonu." Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 2006; 1.2.
- TGK,** Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, 2002. (Erişim Tarihi: 25.02.2015)
- Yalçın Ö, Tekinşen KK.** Konya'da Tüketime Sunulan Salamura, Tulum ve Kaşar Peynirlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. Etlık Vet. Mikrobiyol. Derg. 2010; 21: 5 – 10.
- Yüzbaşı N, Sezgin E.** Süt Ve Ürünlerindeki Metalik Kontaminantların Toksikolojik Etkileri, Gıda. 2002; 27 (2): 121-127.
- Zheljzakov VD, Nielsen NE.** Effect of Heavy Metals on Peppermint and Commint. Plant and Soil. 1996; 178 (1): 59-66.