

**TÜKETİME SUNULAN YOĞURT VE AYRANLARDA
AĞIR METAL VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI**

Hacer GÖRDES BAŞ
BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Recep KARA

TEZ NO: 2020-010

2020 – AFYONKARAHİSAR

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜKETİME SUNULAN YOĞURT VE AYRANLARDA
AĞIR METAL VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Hacer GÖRDES BAŞ
BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Recep KARA

Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu
19.SAĞ.BİL.02 proje numarası ile desteklenmiştir.

TEZ NO: 2020-010

2020 – AFYONKARAHİSAR

KABUL VE ONAY

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı
çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından

Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 27/07/2020

İmza

Doç. Dr. Zeki GÜRLER

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Jüri Başkanı

İmza

Doç. Dr. Recep KARA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Jüri Üyesi

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Savaş ASLAN

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Ü.

Jüri Üyesi

Veteriner Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Hacer GÖRDES BAŞ' in “**Tüketime Sunulan Yoğurt ve Ayrarlarda Ağır Metal Varlığının Araştırılması**” başlıklı tezi/...../..... günü saat :’da Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Esmâ KOZAN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

27/07/2020

İmza

Hacer GÖRDES BAŞ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilim insanı profili ve insani yönü ile örnek aldığım, tez çalışmamda da konu seçiminde, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında bilgi birikimi ve anlayışıyla desteğini, ilgisini hiç esirgemeyerek büyük katkıları gördüğüm, birlikte çalışmaktan onur duyduğum çok değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Recep KARA'ya,

Her sorunumun çözümünde öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı çok kıymetli bölüm hocalarıma,

İlgilerinden dolayı Sağlık Bilimleri Enstitüsüne,

Çalışmamın 19.SAĞ.BİL.02 proje numarası ile desteklenmesini sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine,

İlgi ve desteğiyle her daim yanımda olan canım eşim Şükrü BAŞ' a,

Hayatım boyunca gösterdikleri maddi manevi büyük bir özveriyle beni bugünlere ulaştıran değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	ii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ	iii
ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	vii
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ.....	1
1.1.Bazı Önemli Ağır Metaller:	8
1.1.1.Alüminyum (Al):	8
1.1.2.Krom (Cr):.....	9
1.1.3.Demir (Fe):	10
1.1.4.Nikel (Ni):	10
1.1.5.Bakır (Cu):.....	11
1.1.6.Çinko (Zn):.....	12
1.1.7.Arsenik (As):	13
1.1.8.Kurşun (Pb):.....	13
1.1.9.Kobalt (Co):	15
1.1.10.Kadmiyum (Cd):.....	15
1.2.Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Varlığı	16
2.METERYAL VE METOT	29
2.1. Materyal.....	29
2.1.1. Yoğurt ve Ayrın Örnekleri.....	29
2.1.2. Kullanılan Kimyasallar ve Malzemeler	29
2.2. Metot	30
2.2.1. Mikrodalga Yakma.....	30
2.2.2. Okuma-Değerlendirme	30
3.BULGULAR:.....	34
3.1.Alüminyum (Al):	34

3.2.Krom (Cr):.....	35
3.3.Demir (Fe):	36
3.4.Nikel (Ni):	37
3.5.Bakır (Cu):.....	38
3.6.Çinko (Zn) :	39
3.7.Arsenik (As) :	40
3.8.Kurşun (Pb):.....	41
3.9.Kobalt (Co) ve Kadmiyum (Cd):	42
4.TARTIŞMA.....	43
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	50
ÖZET	51
SUMMARY	52
KAYNAKLAR	53
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER ve KISALTMALAR

Al : Alüminyum

Cr : Krom

Fe : Demir

Co : Kobalt

Ni : Nikel

Cu : Bakır

Zn : Çinko

As : Arsenik

Cd : Kadmiyum

Pb : Kurşun

HNO₃ : Nitrik asit

H₂O₂ : Hidrojen peroksit

g : Gram

kg : Kilogram

µg/l : Mikrogram/litre

ppm : Milyonda bir birim

ICP-MS : İnduktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi

TUİK : Türkiye İstatistik Kurumu

TGK : Türk Gıda Kodeksi

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.Sütün Bileşimi.....	1
Tablo 1.2.İnek Sütünde Bulunan İz Elementler.....	1
Tablo 1.3.Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırılması.....	5
Tablo1.4.Ekosisteme Dahil Olan Toksik Ağır Metallerin Kaynakları.....	7
Tablo 3.1.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Alüminyum Seviyeleri.....	34
Tablo 3.2.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Krom Seviyeleri.....	35
Tablo 3.3.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Demir Seviyeleri.....	36
Tablo 3.4.Yoğurtve Ayran Örneklerinde Nikel Seviyeleri.....	37
Tablo 3.5.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Bakır Seviyeleri.....	38
Tablo 3.6.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Çinko Seviyeleri.....	39
Tablo 3.7.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Arsenik Seviyeleri.....	40
Tablo 3.8.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Kurşun Seviyeleri.....	41

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Alüminyum Seviyeleri.....	35
Şekil 3.2.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Krom Seviyeleri.....	36
Şekil 3.3.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Demir Seviyeleri.....	37
Şekil 3.4.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Nikel Seviyeleri.....	38
Şekil 3.5.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Bakır Seviyeleri.....	39
Şekil 3.6.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Çinko Seviyeleri.....	40
Şekil 3.7.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Arsenik Seviyeleri.....	41
Şekil 3.8.Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Kurşun Seviyeleri.....	42

1.GİRİŞ

Süt; memelilerin yavrularını ilk 6 ay boyunca besleyebilmek amacıyla özel meme bezlerinden biyolojik salgılanan, içerisinde yavruların bütün gıda ihtiyaçlarını karşılayacak ve erginliğe erişinceye dek alması gerekli bütün besin maddelerini uygun miktarlarda barındıran bir gıdadır. Süt önemli besin maddelerini yeterli, dengeli, kaliteli ve çok iyi sindirilebilir formda içeren, kırık beyaz renğinde, özel tadı ve kokusu bulunan, sudan daha koyu kıvamda olan viskoz ve ideal bir sıvı besin maddesidir (Metin, 2003; Köse, 2009). Sütün bileşimi, o canlının fizyolojisi, genetiği ve yaşam koşullarına bağlı olmakla birlikte tüm sağım işlemlerindeki farklılıklara bağlı olarak ta çeşitlilik gösterebilir (Çakır, 2009). Sütün genel birleşimi Tablo 1. 1’ de ve inek sütünde bulunan iz elementler ise Tablo 1. 2 ’ de verilmiştir.

Tablo 1. 1: Sütün Bileşimi (Yetişmeyen, 2000)

	Kuru Madde	Su	Yağ	Protein	Laktoz	Kül
Sütün Bileşimi	%12,50	%87,50	%3,70	%3,40	%4,70	%0,70

Tablo 1. 2: İnek sütünde bulunan iz elementler (Yetişmeyen, 2000)

Element Adı	Miktarı(µg/L süt)	Element Adı	Miktarı(µg/L süt)
Alüminyum	460	Kobalt	0,6
Arsenik	50	Krom	15
Bakır	100	Kurşun	40
Bor	270	Magnezyum	22
Brom	600	Molibden	73
Çinko	3700	Nikel	27
Demir	450	Selenyum	40-1270*
Flor	150	Silikon	1430
Gümüş	47	Stronsiyum	171
İyot	43	Vanadyum	0,092

*Yörenin selenit düzeyine bağlı

Sütü işleyerek elde ettiğimiz farklı gıdalara “süt ürünleri” adı verilmekte olup bu ürünler farklı tat, kıvam ve kokuya sahip olan; yoğurt, ayran, kaymak, peynir, tereyağı, dondurma, krema, kımız, son dönemde probiyotik özelliği nedeniyle bilinçli tüketimi gittikçe artan kefir gibi lezzetli ve bir o kadar da sağlıklı olan bu gıdalar “süt ürünleri” başlığı altında incelenmektedir (Demirci, 1996; Yaygın, 1999).

Anadolu’da geleneksel bir süt ürünü olan Yoğurt, özel olarak mikroorganizmalarının sütün laktozunu kullanarak oluşturduğu laktik asit fermantasyonu sonrasında oluşan bir süt ürünüdür. Bu süt mamulü için Türk Standartları Enstitüsüne göre yoğurt; “inek, koyun, manda ve keçi sütü veya bu sütlerin farklı veya aynı oranlarda karışımlarının pastörizasyon işlemine tabi tutularak veya pastörize sütün (TS1019) bazen süt tozu eklenerek homojen karışım elde edilip veya edilmeden olan yoğurt laktik kültürünün eklenmesiyle ve Türk Standartları Enstitüsünün yoğurt yapımıyla ilgili maddeleri standardında belirtilen işlemlerin uygulanmasından sonra elde edilen mamuldür” şeklinde tanımlaması yapılmıştır (Anonim 2006). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde ise yoğurt: Fermantasyonda özel olarak *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* ve *S.thermophilus*’un simbiyotik kültürlerinin rol oynadığı fermente süt ürünü olarak tanımlaması yapılmıştır (Anonim, 2009).

Beslenmemizin temel öğelerinden olan yoğurt; protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve minerallerce zengin, sindirimi de süte göre daha kolay olan bir besindir. Ülkemizde çok eski zamanlardan bu yana geleneksel mutfak kültürümüzün bir parçası haline gelmiş, günlük beslenmemiz de sıklıkla tüketmeyi sevdiğimiz diğer bir fermente ürün ise ayrandır (Yaygın, 1981; Kurt, 1995).

Gıda maddeleri tüzüğümüzde ayran, yağlı yoğurtlara uygun oranda içilebilir temiz su karıştırılmasıyla elde edilen koyu kıvamlı bir madde olarak tanımlaması yapılmaktadır (Anonim, 1980).

Ayranla ilgili standartta ise (TS 3810) ayran, yoğurdun veya büyük ve küçükbaş hayvanlardan elde edilerek içilen sütlerinin, belirli kriterler doğrultusunda işlenerek, kendine has özellikleri bulunan süt ürünü olarak tarif edilmiştir (Anonim, 1980).Başka bir tanımla ayran *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* bakterileri kullanılarak elde edilen bir süt içeceğidir (Anonim, 2009).Ayrıca, tereyağının yoğurttan yapıldığı yerlerde, yoğurt bir miktar suyla karıştırılarak yayıklanmaktadır. Yağ alındıktan sonra geri kalan kısma ayran denilmektedir (Adam, 1971).

Ayran yapılma şekline göre, kısa ve uzun dayanımlı ve yayık ayranı şeklinde üçe ayrılır. Kısa dayanımlı ayran, yoğurda bir miktar su ve isteğe bağlı olarak tuz veya süte bir miktar su, yoğurt sonra isteğe bağlı olarak tuz ilavesi yapılarak elde edilen bir süt içeceğidir. Uzun dayanımlı ayran tanımı ise; ayrana, uzun dayanımı için gerekli olan bazı maddeler ilave edildikten sonra eşit dağılacak şekilde karıştırma işlemi gerçekleştirilir daha sonra fermantasyon sürecine belirli bir düzeyde sıcaklık uygulamasıyla son verilmesiyle gerekli işlemler yapılarak üretimi gerçekleştirildikten sonra $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ minimum 30 gün veya $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ minimum 60 gün kendine has özelliklerini muhafaza edilebilen bir üründür (Şeker ve Patır, 2011). Başka bir ifadeyle, kısa ömürlü ayran evde ve endüstriyel boyutlarda üretilmektedir. Uzun dayanımlı ayran ise klasik olarak yapılan ayranlarda görünen bazı istenmeyen durumların ortaya çıkmasını engellenmesi amaçlanarak yapılmış bir mamuldür. Klasik yollarla ayran yapılan yerlerde tereyağı ise yoğurttan elde edilmektedir. Bu yoğurtlar yayık adı verilen su ile çalkalama işlemi yapıldıktan sonra yayığın üst kısmında biriken yağ alınarak kalan yağsız kısım Anadolu'da yayık ayranı olarak bilinmektedir. Yayık ayranı çökelek, kurut ve katık gibi bazı mamullerin oluşumunda

kullanılır ve ayrıca ferahlamak için de içilmekte olup çeşitli bölgelerde satışı bile yapılmaktadır (Anonim, 2007).

Endüstrinin gelişmesiyle birlikte artan her türlü kirliliğin insan ve hayvan sağlıkları üzerinde önemli bir tehlike oluşturmaktadır (Zheljazkov ve Nielsen, 1996). Doğada bulunan ağır metallerin olumsuz sonuçlarından dolayı bu ağır metaller kirleticiler içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır (Vural, 1984; Burton ve ark., 1982; Algan ve ark., 2003). Ağır metaller kimya, biyoloji, tıp gibi bilim dallarında farklı şekillerde tanımlanabilse de genel anlamda tanımlanacak olursa fiziksel özellik açısından özgül ağırlığı $4,0 \text{ g/cm}^3$ 'ten büyük olan ve düşük derişimler de dahi insanlar üzerinde olumsuz sonuçlara neden olan bir metaldir. Ağır metal grubunda kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), demir (Fe), kobalt (Co), bakır (Cu), nikel (Ni), civa (Hg) ve çinko (Zn) başta olmak üzere 60'tan fazla metal sayılabilmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

Metaller Domingo tarafından 4 grupta aşağıda belirtildiği gibi sınıflandırılmıştır (Domingo, 1998);

1. Doğada en fazla bulunan ve zehirli etki yapan metaller: Ar, Cd, Pb, Hg
2. Esansiyel iz elementler: Cr, Co, Mn, Se, Zn
3. Biyolojik önemi olan diğer metaller: Ni, Va
4. Farmakoloji ile ilgili metaller: Al, Ca, Li

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma seviyelerine göre bitki ve hayvanlar için gereklilikleri ve kirletici olma durumuna göre sınıflandırılması Çizelge 1. 3' te gösterilmiştir. İnsan hayatı için gerekli olan eser olarak ifade edilenlerin fizyolojik işlemlerin yerine getirilebilmesi için organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir. Bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı

düzenli olarak hem bitkisel hem de hayvansal besin maddeleri yoluyla alınmaları zorunludur (Bigersson ve ark., 1988). Yaşamsal olmayan ağır metaller ise çok düşük miktarlarda bile vücuttaki seviyesi maksimum değerlere ulaşırsa metal kontaminant haline gelerek toksik etki yaratırlar ve psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler (John ve ark., 1996).

Tablo 1. 3: Önemli Ağır Metallerin Ekolojik Sınıflandırılması (Yıldız,2004)

Element	g/cm ³ özgül ağırlık	Bitki ve Hayvan İçin Gereklilik	Kirletici Olup Olmadığı
Ag (Gümüş)	10,5	-	K
Cd (Kadmiyum)	8,5	-	K
Cr (Krom)	7,2	G	K
Co (Kobalt)	8,9	G	K
Cu (Bakır)	8,9	G	K
Fe (Demir)	7,9	G	K
Hg (Civa)	13,6	-	K
Mn (Mangan)	7,4	G	-
Pb (Kurşun)	11,3	-	K
Mo (Molibden)	10,2	G	K
Ni (Nikel)	8,9	G	K
Pt (Platin)	21,5	-	-
Tl (Talyum)	11,9	-	K
Sn (Kalay)	7,3	-	K
U (Uranyum)	19,1	G	K
V (Vanadyum)	6,1	G	K
W (Tungsten)	19,3	G	K
Zn (Çinko)	7,1	G	K
Zr (Zirkon)	6,3	-	-

G:Bitki ve Hayvan İçin Gereklidir, K:Kirleticidir.

Ağır metallerin insanlar üzerinde gösterdikleri etkileri sınıflandırılması yapılacak olursa:

- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler,
- Fizyolojik ve Taşınım sistemlerine etki edenler,
- Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler,
- Alerjen olarak etki edenler,
- Spesifik olarak etki edenler olarak sıralamak mümkündür (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

Doğanın kirlenmesinin ana faktörlerinden olan ağır metallerin yayıldıkları kaynaklar; depremler, volkanik patlamalar gibi doğa kaynaklı olabileceği gibi endüstriyel, kentsel, tarımsal ve egzoz gazları gibi antropojenik sebeplerden de olmaktadır (Yıldız, 2004). Gıdalarda bulunmayan fakat bazı faktörlerle bulaşan ağır metal kalıntıları, gıdaların üretimi ve saklanması sırasında temasta bulunduğu makinelerden gıdalara geçmesiyle olabileceği gibi, doğadan bulaşma şeklinde de taşınabilmektedir (Akın ve ark., 2003). Ağır metallerin yayılmasının en başında insan faktörü olduğu görülmektedir. Ağır metallerin bu yayılma içerisinde ise asıl sebep endüstriyel faaliyetler imento sanayi, demir elik üretimi, enerji santralleri, cam yapımı, p ve atık çamur yakma tesisleridir (Markert, 1993). Ağır metallerin doğaya yayımı kaynakları izelge 1. 4'te verilmiştir.

Tablo 1.4: Çevreye Yayılımı Olan Zehirli Ağır Metal Kaynakları (Markert,1993)

	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Ba	Pb
Endüstri														
Plastikler	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Ev aletleri yapım sanayi	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Tekstil	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Ağaç işletmeciliği	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Havadaki Partikül ve Dumanlar														
Fosil yakıtlar	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+
Metal işletmeciliği	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+
Şehir, fabrika vb.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
Taşıtlar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
Tarım														
Sulama	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
Gübreleme	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
Pestisit uygulaması	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Hayvansal gübreler	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Kireçler	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+
Metal aşınması	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Metal işletmeciliği ve eritmeden gelen atıklar														
Maden işletmelerinden rüzgarla çevreye yayılanlar	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Metallerin eritilmesinden	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	+
Demir ve çelik endüstrisinden	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Metal işletmeciliğinden	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
Atıklar														
Lağım	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+
Kazım ve delme	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+
Küller	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+

Ağır metal iyonlarının yiyeceklere geçmesi ve günlük tolerans seviyelerinin üstüne geldiğinde sağlık açısından olumsuz sonuçlar göstermesi FAO ile WHO'nun dikkat ederek vurguladıkları arasında bulunmakta ve gerek ülkemizde gerekse diğer ülkelerde gıda ve yem maddelerinde kontaminant seviyelerinin tespit edilmesi nedeniyle çeşitli araştırmalarda bulunmuşlardır (Concon, 1988; Debeca ve McKenzie, 1992).

Türk Gıda Kodeksi'nin (2002), gıdalarda belirli bulaşanların limit değerlerinin ayarlanması ile ilgili tebliğde, bazı gıdalar için bulunması gereken alüminyum miktarı 2-15 mg/kg, bakır miktarı 0,05-50 mg/kg, demir miktarı 0,2-25 mg/kg, nikel miktarı 0,1-0,2 mg/kg, çinko miktarını 2-50 mg/kg olarak bildirilmekte olup krom ile ilgili henüz miktar açıklanmamıştır. Türk Gıda Kodeksi'nin, besin maddelerinin bazı bulaşanların limit değerlerinin ayarlanması ile ilgili ise 2008'de yayımladığı tebliğde ise, bazı Pb, Cd, Hg ve Sn dışında kalan metallerin (Al, Cu, Fe, Ni, Zn, Cr) seviyeleri bildirilmekte, Cd miktarının 0,05 -1,0 mg/ kg, Pb miktarının 0,02-1,5 mg/kg, pişmemiş süt, ısı işlemleri uygulanmış süt ve hammaddesi süt olan gıdaların yapımında kullanılan sütteki kurşun seviyesinin ise en fazla 0,02 mg/ kg düzeyinde kalmasının gerekliliği bildirilmiştir(Anonim, 2008; TGK, 2008). Açıklamalardan varılan sonuç; ağır metal iyonlarının önemli hastalıklara sebebiyet verdiği bazen de hastalıklar ölümler kadar ilerleyebileceği için bu konuya gerekli önemin verilmesi gereklidir. Muhtelif bulaşma kaynaklarının incelenerek etkin önlemlerin alınması gerekmektedir (Şahan, 2003).

1.1.Bazı Önemli Ağır Metaller:

1.1.1.Alüminyum (Al):

Alüminyum yer kabuğunda en sık bulunan ve en yaygın kullanılan bileşikler arasında yer almaktadır. Genelde zararı olmayan bir metal olarak bilinse de fazla düzeylerde alındığında, ciddi hastalıklara sebebiyet vermektedir. Al'un suda çözünebilen şekli ciddi hasarlara sebep olabilmektedir. Bunlar da iyon adı altında isimlendirilmekte olup çoğunlukla başka iyonlarla birleşik durumdaki Al bileşimlerinde bulunmaktadır (örneğin alüminyum klorür) (Food-Info, 2008).

Ülkemizde Al kullanımı; inşaat sektörü, elektrik sanayi, metalürjide, paketlemede, ulaşım sektörü vb. birçok alanlarda mevcuttur (Gülşes ve Tuncay, 2006). İnsanlar alüminyumı gıda maddeleri ve suyla günde 3- 5 mg seviyelerinde alırlar ve bunun 15 µg kadarı emilir, genellikle böbrekler vasıtasıyla bu miktarda bir boşaltım olur. Alüminyum zehirlenmesi genellikle kronik bir rahatsızlıktır. Alüminyum içerikli ürünlerin tüketilmesi (örneğin; alüminyum tencerelerde pişen yemeklerin yenmesi) sonucu kaşıntılı kızarıklık, sindirim bozuklukları ve besinlerin emiliminin durması gibi zehirlenme belirtileri şeklinde alerjik reaksiyonlar meydana gelmektedir (Gülşes ve Tuncay, 2006).

1.1.2.Krom (Cr):

İnsan vücudunda pek çok hayati fonksiyonlarda işlevi olup yağ , karbonhidrat , su ve protein metabolizması için önemli bir element olan Cr , çevrede birçok ortamda bulunabilen bir metaldir ve havada 0,1µg/m³ ve kirli suda yaklaşık 1µg/l oranında bulunabilmektedir (Barceloux, 1999).

Bir günde yaklaşık 250 µg' a kadar alınan Cr insan vücuduna zararı bulunmamaktadır çünkü deri aracılığıyla kolayca vücuda alınabilir ve böbreklere giderek atılır. En iyi Cr kaynakları; et, hububat, bakliyat, baharatlar şeklinde sıralanarak bunlara ilave süt ürünleri, bazı sebze ve meyvelerde az miktarda bulunsa da sayılabilir. Krom kaynaklarına örnek verecek olursak; bira mayası, dana karaciğeri ve bal başlıca gıdalarımız arasında yer almaktadır. Kişilerde meydana gelen Cr yetersizliği diyabet rahatsızlığı şeklinde görülmektedir (Kahvecioğlu ve ark., 2003; Tayar ve Korkmaz, 2004).

Cr geniş kullanım sahasına sahip olup metal alaşımların yapımında, çimento, kağıt, kauçuk imal edilmesinde, laboratuvar cam malzemelerinin ıslatılmasında ve

temizlenmesinde de kullanılmaktadır. Ortak laboratuvar koşullarında bu uygulama riskli olabilmekte çünkü besinlere işlenmeleri sırasında temas ettikleri alet ekipman, süt tankları, laboratuvar mikserleri gibi cihazlar ile insana bulaşabilmektedirler (Kahvecioğlu ve ark., 2003; Temurci ve Güner, 2006). Gerçekleştirilen çalışmalar neticesinde nefes yolu ve cilt temasıyla kesin sınır değerleri bilinmemekle birlikte Cr' a maruz kalan kişilerin ciltte tahriş ve yara meydana gelmesi, daha fazla maruziyette ise bazı organlarda zararlara sebebiyet verdiği gözlemlenmiş ancak cilt kanseri bulgusuna rastlanmamıştır. Hava yoluyla alınması durumunda ise nefes darlığı da görülebilmektedir.

1.1.3.Demir (Fe):

Element halinde Fe sadece meteorların yapısında rastlanırken, buna karşın bileşik halleri doğada bolca ve yaygın olarak oksit, sülfür ve karbonat bileşikleri şeklinde bulunur (Tuncay, 2007). Demir, oksijenin organizma içinde dolaşımı için vazgeçilmez bir mineraldir ve kanda oksijenin taşınması ve depolanmasında, safra asidi ve steroid hormonlarının üretiminde, karaciğerdeki yabancı maddelerin detoksifikasyonun da sorumludur. Vücudumuzdaki demir oranı günlük ortalama 4 gramdır ve bu oran yükseldiğinde toksik etki göstermektedir (Tayar ve Korkmaz, 2004). Aşırı demir alımı vücut dokularının zarar görmesine neden olmakla birlikte öncelikle karaciğerde yapısal bozukluklara (siroz hastalığına), pankreatik diyabete sebebiyet vermekte; kanser ve kalp hastalığı riskini artırmaktadır (Yüzbaşı ve Sezgin 2002, Şahan 2003).

1.1.4.Nikel (Ni):

Nikel kontaminasyonunun en önemli etkenleri; yakıtların yanması, maden filizleri, tasfiye fırınları ile havaya yayılmasıdır (Beliles, 1975; Concon, 1988; Vural 1993).

Lağım çamuru karışmış toprakta ve sigarada 0 - 0.51 µg/sigara iken yüzey ve yeraltı sularında az miktarda bulunmakla birlikte içme ve kullanma sularında 1- 200 ppb (0,01-0,2 mg/kg) arasında değişmektedir. Nikel tuzları metal kaplama işlerinde kullanılır ve Ni içerikli eşyaların kullanımında da meydana gelebilir. Ni kullanım sektöründe görülebilecek rahatsızlıklar alerji ve mesleki maruziyetler olabilmektedir. Nikel elektrikli ısıtıcı bobinlerde, mıknatıslarda, kimya sanayinde elektrolitik olarak kaplamada, cerrahi ve fizik aletlerin yapımında, paranın yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır (Kartal ve ark., 2004).

İnsan vücuduna solunum ve sindirim kanalıyla vücuda giren Ni'in çoğu kullanılmadan dışkı ile atılırken bir miktarı da organlarda birikmesi görülebilir. Nikel kronik zehirlenmeye neden olmakla birlikte, böbrek, kalp, karaciğer gibi organlarda birikim gösterebilmektedir (Vural, 1993). Ni'in vücutta meydana getirdiği zararlı etkileri 3 şekilde incelenmekte olup bunları: Kanserojen etki, solunum sistemine etki ve dermatolojik (alerjik) etki olarak sıralayabiliriz (Habashi, 1997; Emre, 2000).

1.1.5.Bakır (Cu):

Bakır, atom ağırlığı 63,546 g/mol değerliliği +1, +2 olan bir metal olup topraktaki miktarı 55 ppm seviyesindedir. Bakır bitki ve hayvan dokularıyla suda doğal olarak bulunmaktadır. İnsan ve hayvan gelişiminde rol oynayan esansiyel elementlerdendir ve doğada yaygın olarak bulunmaktadır (Yüzbaşı, 2001; Özrenk, 2002; Şahan, 2003; Temurci ve Güner, 2006).

Vücuttaki bakır miktarı 50-150 mg arasındadır ve vücut için önemi, kemik gelişimi, omuriliğin miyelinleşmesi, hemoglobinin ve metalloenzimlerin oluşumunda görev alması ve sinir sisteminde ise bazı yaşamsal faaliyetlerin yapılmasından sorumludur. Bu görevini yapabilmesi için elementin eser miktar alınması yeterli olmaktadır. Diyetsetel gereksinimden fazla alınması toksik olabilmektedir. Yaklaşık olarak günlük tüketim miktarı ortalama 2-4 mg bakırdır buda erişkinler için yeterli bir dozdur.

Bebekler ve çocuklar da ise bu gereksinim 0,05 mg/kg civarındadır (Saldamlı, 1998; Aksoy, 2000; Şahan, 2003).

Genellikle sütün içerdiği Cu seviyesi minimum seviyelerdedir ama sonradan oluşan bulaşmalar ile süt ve süt mamullerindeki Cu maksimum düzeyde görülebilmektedir. Sütteki Cu'nun yaklaşık %15- 50'si yağ globullerinde yer almakta ve yağ globül membranındaki proteinler, sütteki diğer proteinlere göre en yüksek Cu içeriğine sahiptir. Sütteki Cu'nun yaklaşık % 35'i kazeinle, % 28'i peynir altı suyu proteinleriyle birlikte bulunmaktadır (Fox, 1982; Yüzbaşı ve Sezgin, 2002). Bulaşma veya diğer sebeplerle vücuda alınan fazla Cu, zehirlenme etkisi oluşturabilmekte ve hiperkupremiye sebebiyet vermektedir (Yüzbaşı ve Sezgin, 2002; Bayşu Sözbilir ve Bayşu, 2008).

1.1.6.Çinko (Zn):

Zn tüm canlılar için önemli elementler arasında yer alır. Günlük çinko gereksinimi 1 ile 10 yaş aralığındaki çocuklarda 10 mg, 11 ile 51 yaş ve üstü erkeklerde 15 mg, kadınlarda ise 12 mg civarındadır ve insan vücudundan yaklaşık olarak 300-600 mkg (mikrogram) çinko atılabilmektedir (Baş ve Demet, 1992). Zn kanda, alyuvarlarda, karaciğerde, pankreasta, bazı kaslarda ve kemiklerde; büyüme, cilt bütünlüğü ve fonksiyonu, yumurta olgunlaşması, hastalıklara karşı dayanım, yara iyileşmesi ve karbonhidrat, yağ, protein, nükleik asit sentezi ya da degradasyon gibi çeşitli metabolik prosesler için gereklidir (Şahan, 2003; Tayar ve Korkmaz, 2004).

Zn alımının çokluğunda ise zehir etkisi oluşturmakta ve hastalıklara dayanımı olumsuz yönde etkilemektedir. Zn' nin fazla miktarlarda alınımı Cu yetersizliğine de sebep olarak kişilerde kansızlık rahatsızlığı meydana gelebilmektedir (Yüzbaşı ve Sezgin, 2002).

1.1.7.Arsenik (As):

As kısmi iletken maddelerinin üretiminde ve lazer endüstrisinde yaygın olarak kullanıldığı gibi madencilik, fosil yakıtların yanması ve metallerin ergitilmesi gibi kapsamlı teknolojik üretimlerde As kullanımı doğaya dağılarak kirlenmesine yol açmaktadır. Bünyesinde As bulunduran bazı pestisitlerin araziye uygulanması süreci de kirliliğe sebebiyet vermektedir (Habashi, 1997; Güven ve ark.,2004).

İnorganik As bileşikleri toksik ve kanserojen olduğu bilinmekle birlikte hangi oranda alındığı (miktar), nasıl alındığı (solunarak, yenerek veya içilerek, temas sonucu) ve ne kadar zaman etki ettiği sağlık sonuçları üzerinde belirleyicidir ve 10-50 mg üzerindeki konsantrasyonlarda oral yolla vücuda alınmasıyla insanlarda toksik etki yaparak akut zehirlenmelerde görülen semptomlardan bulantı, kusma ve ishal görülebilir. Bunlara ilave olarak böbrek ve karaciğer hasarı, deri pigmentlerinde artma, görme bozukluğu, kas felçleri de meydana gelebilmektedir. İnorganik As bileşiklerinin öldürücü dozu (LD50: lethal doz) ise 60-200 mg civarında olduğu ve bu dozun alımlarında ölümlere sebebiyet verebilir (Güven ve ark., 2004; Bakar ve Baba, 2009).

1.1.8.Kurşun (Pb):

Çok geniş bir endüstriyel kullanım alanına sahip toksik metal olması yanında doğada bol miktarda bulunmaktadır. İnsan vücudundaki Pb miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar Pb'ü atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300- 400 mg'ı geçmemekte ve insan vücudunda diğer metallere göre daha fazla biriken ve ölümcül tehlikelere sebebiyet verebilen metal özelliği vardır (Şahan, 2003; Kaçar, 1998).

Pb vücuda başlıca sindirim ve solunum yoluyla girmekte ve atmosferde bulunan kurşunun % 90'ı akciğerler tarafından emilimi gerçekleşmektedir. Emilen kurşunun % 90'dan fazlası kırmızı kan hücrelerinde toplanmaktadır. Günlük kurşunun % 16'sı yiyeceklerden, % 40'ı yemek yapılan veya yenilen kapların yüzeylerinde yapımından kaynaklanan, toz şeklinde bulunan kurşunun % 75'inin alınması şeklinde görülebilir (Baş ve Demet, 1992; Hızel ve Şanlı, 2006).

Yetişkinlerde, beyin fonksiyonlarında ve aktivitesinde hasarlar, iştahsızlık, uykusuzluk, mide ağrıları, kabus görmeler, zeka, dikkat süresi, dil ve hafıza kaybı kurşunun yol açtığı önemli sağlık sorunları ilave olarak görme bozuklukları, anemi, depresyon, heyecan hali, böbrek rahatsızlıkları da görülebilmektedir. Ağır kurşun toksisitesi ölümle sonuçlanabilmektedir (Elson ve Hass, 2001; Şahan, 2003; Tayar ve Korkmaz, 2004; Hızel ve Şanlı, 2006). Kurşunla temas eden çocuklarda boy uzunluklarının ortalamanın gerisinde kaldığı bildirilmiş olup kurşun zehirlenmelerinin çocuklarda psikomotor ve zihinsel işlevleri etkileyen faktörlerden biri olduğu yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir (Cook, 1994; Koller ve ark., 2004; Hızel ve Şanlı, 2006). Ayrıca kurşunun kadın ve erkek üreme sistemine de etkileri olduğu ve anne kanından plasentaya ve fetüse kolaylıkla geçerek kemiklerde birikir. Bu nedenle annenin maruz kalması yıllarca sonra bile yeni doğanın kurşundan etkilenmesine sürdürür ve bu maruz kalma embriyonik organ gelişimi kadar bilişsel gelişimde de geriliğe neden olmaktadır. Buda hamile kadınlarda ölü doğum ve düşük tehlikesini artırabilmektedir (Hingley, 1996; Elson ve Hass, 2001; Raloff, 2001; Şahan 2003).

Türk Gıda Kodeksi (2002) gıdalarda belirli bulaşanların limit seviyelerinin bulunması hakkındaki tebliğde gıda maddelerinde Pb miktarı sütte 0,02 mg/kg ve süt tozunda ise 0,2 mg/kg olarak saptanmıştır.

1.1.9.Kobalt (Co):

Co sağlam ve oksitlenmeye dirençli bir metal olması neticesiyle elektrolizle kaplama işleminde, porselen ve cam sanayilerinde uzun süreli ve parlak mavi rengin üretilmesinde Co tuzları kullanımını mevcuttur (Kartal ve ark. 2004).

Co içeriği yüksek gıdalar arasında et, karaciğer, böbrek, midye, istiridye, süt, balık ve deniz yosunları bulunurken daha düşük miktarda olmakla beraber bakla tohumu, ıspanak, lahana, salata, pancar, incir gibi kara sebzeleri de Co içerdiği bildirilmiştir.

Co yüksek dozda vücuda alınımında ise zehirli etki göstermekte ve suda çözünürlüğü bulunmayan kobalt oksit nefes yolu ile alındığında emilimi hızlı olmakta, hücrelerde kısa sürede çözünümü gerçekleşerek kana geçmektedir. Suda çözünür Co bileşikleri ağızdan gıdalarla vücuda girdiğinde dörtte üçü yeniden atılırken geriye kalan Co bazı organlarda birikmektedir. Co tozu fazlaca alındığında, alerjik tepkilere ve kronik bronşite sebebiyet verir (Kartal ve ark., 2004).

1.1.10.Kadmiyum (Cd):

Cd içeren önemli maddeler; sigara, rafine edilmiş gıda maddeleri, kahve, çay, kabuklu deniz ürünleri, tarımsal gübreler ve sanayide oluşan zehirli gazlar sayılabilir. Endüstriyel olarak Cd kullanım alanları ise; kaynak yapımı esnasında kullanılan alaşım bileşimleri, elektrokimyasal kaplamalar, Cd içeren sprey boyalar ve Cd'li pillerde bulunmaktadır (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

İnsanlar besin zincirinin yanı sıra çimento üretimi, demir işlemleri gibi fosil yakıt kullanım işlemleri sonucunda havaya ve dolayısıyla çevreye yayılan Cd solunum yoluyla da alınmakta ve bu bağlamda çimento tozlarına maruz kalan bir kırsal

yerleşim birimindeki Cd durumunu belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada yaşları 15-82 yaş üstü insanların kan Cd konsantrasyonu ortalama 2.328 g/l iken kontrol grubunda bu değer 1.308 g/l düzeyinde olduğu verilerine ulaşılmıştır (Işıklı ve ark., 2007).

Cd'un zehirlenme etkisi sonucunda; karaciğer, böbrek, kalp – damar rahatsızlıklarına, prostat kanserine, iskelet hastalıklarına, kansızlık rahatsızlığına ve tat alma yetisinin azalması gibi rahatsızlıklara sebebiyet verebilir (Yüzbaşı ve Sezgin, 2002).

WHO'nun yaptığı açıklamalarda 60 kg'lık bir insan için haftalık yaklaşık olarak 0.4 ile 0.5 mg arası normal olarak kabul görmekte ve Türk Gıda Kodeksi (2002). Gıdalarda Belirli Bulaşanların Limit Seviyesinin Belirlenmesi İle İlgili Tebliğe göre de gıdalardaki Cd içeriğinin 0,01- 1 mg/kg'dan fazla bulunmaması şeklindedir.

1.2.Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Varlığı

Süt ve süt ürünlerinde veteriner ilaç kalıntıları (antibiyotik, hormon vs.), pestisitler ve mikotoksin riskleri olduğu gibi toksik ağır metal riski de bulunmakta olup gıda güvenliği için önemli bir halk sağlığı sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu riskler arasında belki de en çok gözden kaçan risk ağır metal riskidir. Kadmiyum, kurşun, cıva, arsenik vb. ağır metaller insan yaşamını tehdit eden önemli bir sorundur. Bu amaçla gerek ülkemizde gerekse yurtdışında süt ve süt ürünlerindeki ağır metal risklerinin tespit edilmesine yönelik çok sayıda araştırma yapılmış ve bu riskler gün yüzüne çıkarılmaya çalışılmıştır. İstanbulluoğlu ve ark. (2013) tarafından yapılan böyle bir çalışmada; Ankara'nın büyük marketlerinden, semt pazarlarından ve seyyar satıcılardan ambalajlı (süt, beyaz peynir, kaşar ve meyveli yoğurt) ve ambalajsız (süt, beyaz peynir ve kaşar) olarak çeşitli süt ve süt ürünleri toplanarak bu ürünlerde cıva, arsenik, kadmiyum, selenyum, baryum ve antimon içerikleri analiz edilmiştir. Meyveli yoğurtlarda kadmiyum ve arsenik çoğunlukla tespit edilemezken, baryum

içeriği 33,4µg/g; cıva içeriği 0,6 µg/g; antimon içeriği 0,01 µg/g ve selenyum içeriği 0,10 µg/g olarak tespit edilmiştir. Açıkta satılan ürünlerde cıva ve arsenik, ambalajlı ürünlerde ise baryum değerinin daha yüksek çıktığı görülmüştür. Çalışmada bu risklerin ağırlıklı olarak süt ürünlerinin üretilmesi, taşınması ve depolanması gibi aşamalarda kullanılan ambalaj malzemelerinden (plastik, teneke vs.) meydana gelmiş olabileceği vurgulanmıştır. Baryum, plastik malzemelerin imalatında kullanılabilen bir bileşen olup ambalajlı olarak satılan ürünlerde daha yoğun gözlemlenmesinin sebebi ambalaj olarak plastiğin kullanılması ve ambalajlı ürünlerin raf ömrünün daha uzun olmasıyla açıklanabilir. Nitekim Pecar et al. (2010) da fermente edilmiş süt ürünlerinin çelik yapımında kullanılan malzemeye göre bu ürünlerde çözünme oranının değişebileceğini vurgulamıştır. Diğer taraftan asitliği yüksek olan ve plastik ambalajlarla sunulan meyveli yoğurta baryum yoğunluğunun daha yüksek olması plastik kaynaklı bir çözünme ihtimalini güçlendirmektedir. Plastik ambalajlarda satılan ve çocukların severek tükettikleri ve diğer ürünlere göre daha asidik olan meyveli yoğurtlarda da baryum içeriğinin yüksek olması, süt ürünlerindeki ağır metal tehlikesini ön plana çıkarmış ve denetimlerin önemini ortaya koymuştur (İstanbuluoğlu ve ark., 2013).

Çoğunluğu inek sütünden ve bir kısmı da koyun sütü olmak üzere Elazığ'daki farklı noktalardan temin edilen yoğurt örnekleri ile inek sütünden kontrollü ortamda yapılan yoğurttaki metal konsantrasyonları bakır için 0.011-0.498 mg/kg, mangan için 0.01-0.179 mg/kg ve kurşun için 0.019-0.126 mg/kg aralığında tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada yoğurt üzerinden toksikolojik açıdan önemli seviyede vücuda kurşun alımının olduğu ve yoğurtların muhafaza edildiği kaplardan yoğurda önemli seviyede (alüminyum veya plastik) metal geçişi olabileceği vurgulanmıştır (Kaya et al., 2008). Benzer şekilde Ordu ilimizdeki 15 farklı marketten temin edilen yoğurtların kurşun içeriğinin ortalaması 0.055mg/kg olarak tespit edilirken, kadmiyum içeriğinin ortalaması ise 0.002 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bu değerler kodeksin öngördüğü referans limitlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir (Tarakci and Dağ, 2013).

Güler (2007) tarafından yapılan bir çalışmada Hatay'dan toplanan keçi sütü ve keçi sütünden üretilen yoğurtlarda ağır metal analizleri yapılmıştır. Analizi yapılan Cd, Ag ve Pb seviyeleri sırasıyla çiğ süt için 0,63 ppm; 0,28 ppm ve 0,06 ppm; süzme yoğurt için 1,01 ppm; 0,29 ppm ve 0,11 ppm; Tuzlu süzme yoğurt için 1,00 ppm; 0,71 ppm ve 1,3 ppm olarak belirlenmiştir. Ayrıca toplanan bu numunelerde arsenik analizi de yapılmış, ancak arsenik tespit edilememiştir. Toksik bileşiklerin yoğurta hammaddeye göre daha fazla çıkması, ısıl işlem uygulaması, fermantasyon, tuzlama ve kullanılan alet-ekipmandan kaynaklanmış olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca yazarlar sütün temin edildiği Hatay'da yoğun bir suni gübreleme yapıldığını ve buna bağlı olarak kullanılan gübrelerden de ağır metallerin taşınmış olabileceğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca ürünlerin kuru madde içerikleri değerlendirildiğinde kuru madde artışıyla ilişkili olarak da ağır metal içeriğinin göreceli olarak arttığı da göz ardı edilmemelidir.

Ayar et al. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada süt ve süt ürünlerindeki ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Bu ağır metallerin en düşük ve en yüksek çıktığı ürünler ve ağır metal içerikleri şu şekildedir: kurşun için 0,054 mg / kg (süt tozu) –1,100 mg/kg (kaşar peyniri); kadmiyum için 0,009 mg/kg (peynir altı suyu tozu ve yoğurt) – 0,051 mg/kg (tulum peyniri); arsenik için 0.010 mg/kg (peynir altı suyu tozu) – 0.146 mg/kg (tereyağı); alüminyum için 2.848 mg / kg (dondurma) –8.778 (süzülmüş yoğurt) ve selenyum için tespit edilebilir sınırın altı (dondurma, süt ve peynir altı suyu tozu, yoğurt, ayran ve lor peyniri) ile 0.434 mg / kg (tulum peyniri) arasında değişmektedir. Elde edilen değerlere göre beyaz ve kaşar peyniri örneklerinin %75'i, lor peyniri örneklerinin %50'si ve tulum peyniri örneklerinin %12,5'i Türkiye Gıda Kodeksi ve Avrupa Birliğinin kurşun ve kadmiyum için belirlenen yasal sınırlarına göre oldukça yüksek ve insan sağlığı için son derece tehlikeli olabileceği sonucuna varılmıştır.

Yukarıda bahsedilen bazı araştırmalarda (Kaya et al., 2008; Tarakci and Dağ, 2013; Güler, 2007; Ayar et al., 2009) ülkemizdeki yoğurt ve diğer süt ürünlerinde ağır

metal içeriklerinin referans değerlerin üzerinde olduğu tespit edilirken Er et al. (2013) tarafından yapılan çalışmada ise yüksek olmadığı belirlenmiştir. Türkiye'deki farklı süpermarket, çiftlik veya bizzat çiftçiden toplanarak yürütülen bu çalışmada (Er et al., 2013); çiğ süt (n:4), ambalajlı süt (n:4) ve yoğurt (n:6) numunelerinde kurşun ve nikel analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada tespit edilebilir sınırlarda (0,75ng/mL) nikel rastlanmazken; kurşun içerikleri sırasıyla 15-35ng/mL, 29-61ng/ml ve 21-42ng/mL arasında değişiklik göstermiştir. Yapılan çalışmada ayrıca nikel içeriği de incelenmiş olup, sadece bir çiğ sütte ve bir süt tozunda 9ng/g ve altında nikel tespit edilmiş olup, bu miktarın sorun teşkil etmeyecek seviyede olduğu vurgulanmıştır.

Bununla birlikte yoğurt ve benzeri ürünlerdeki ağır metal riskleri sadece ülkemize özgü bir soru olmayıp farklı ülkelerde de referans değerlerin üzerinde çıktığı araştırmalarla karşılaşılmaktadır. Nitekim, Capcarova et al. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada Sloveky'a'nın Nitra şehrinde piyasadan temin edilen 30 adet sade yoğurt ve 30 adet meyveli yoğurtta (çilek, yaban mersini ve kiraz) Cu, Cd, Hg ve bazı metal seviyeleri belirlenmiştir. Slovakya Cumhuriyetinde bu ürünlerdeki yasal sınırlar kurşun, kadmiyum ve cıva için sırasıyla 0,03mg/kg, 0,05mg/kg ve 0,01 mg/kg olup, elde edilen sonuçlara göre bazı meyveli yoğurtlarda bu limitlerin aşıldığı ancak beyaz yoğurtlarda bu sınırın aşılmadığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde Hernandez and Park (2014) tarafından yapılan bir çalışmada A.B.D.'nin Georgia eyaletindeki Warner Robins'teki bir marketten temin edilen keçi sütünden yapılmış 3 farklı yoğurdun kadmiyum (0,614-0,700ppm), nikel (0,898-1,110ppm) ve kurşun (4,003-4,280ppm) içerikleri yasal sınırlar içinde olduğu belirlenmesine rağmen ve alüminyum içeriğinin (7,653-11,890) standardın üzerinde olduğu diğer ağır metallerin ise standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir.

Rezaei et al. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada Arak şehrindeki (İran) lokal marketlerden farklı markalara ait 15'er adet süt, ayran, yoğurt ve peynirde ağır metal içerikleri incelenmiştir. Bu ürünlerdeki Al, Sn, As, Cd, Hg ve Pb konsantrasyonları

sırasıyla $168,25 \pm 92,2$ (30,6 – 356,5) g/kg; $5,9 \pm 4$ (1,1 – 16,0) g/kg; $3,2 \pm 1,95$ (0,4 - 8,1) g/kg; $4,55 \pm 2,6$ (0,6 - 10,6) g/kg; $23,15 \pm 10,4$ (6,8 - 50,2) g/kg ve $15,4 \pm 8,53$ (3,1 - 40,2) g/kg olarak tespit edilmiştir. Bu numunelerinin % 28,3'ünün (yani 60 örneğin 17'sinin) AB sınırından ve ulusal İran standardından daha yüksek (20 µg / kg) kurşun (Pb) içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

Nijerya'da yapılan bir çalışmada (Tona et al., 2013) ise Ogbomoso'daki Abogunde köyündeki göçebe bir çiftlikten inek sütü, keçi sütü, tereyağı, yumuşak peynir ve yoğurt numuneleri her birinden sekizer adet toplanarak AAS ile kurşun ve kadmiyum analizleri yapılmıştır. Süt ve süt ürünlerindeki kurşun seviyesi inek sütünde 0.0030 ± 0.0016 ; keçi sütünde 0.0035 ± 0.0005 ; tereyağında 0.0026 ± 0.0012 ; yumuşak peynirde 0.0061 ± 0.0025 ; yoğurtta ise 0.0025 ± 0.0009 olarak hesaplanmıştır. Bu ürünlerdeki kadmiyum içeriği ise; inek sütünde 0.0021 ± 0.0007 ; keçi sütünde 0.0045 ± 0.0005 ; tereyağı yağında 0.0016 ± 0.0003 ; yumuşak peynirde 0.0048 ± 0.0007 ; yoğurtta ise 0.0019 ± 0.0008 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada sadece keçi sütü ve yumuşak peynirdeki kadmiyum içeriğinin referans değerlerin üzerinde insan sağlığı için riskli olduğu belirlenmiştir.

Brezilya'da yapılan bir çalışmada (de Andrade et al., 2018) Paraná'nın Ponta Grossa şehrinden inek sütünden yapılmış 8 farklı yoğurt ve 1 soya yoğurdu olmak üzere üç farklı markaya ait toplan 9 yoğurt toplanmış ve elektrotermal atomik absorpsiyon kullanılarak kurşun, kadmiyum krom ve bakır içerikleri analiz edilmiştir. Yoğurtlarda kurşun içeriği 36-210ng/g; kadmiyum içeriği 2,5-12,4ng/g; krom içeriği ≤ 12 ng/g ve bakır içeriği 34-61ng/g olarak tespit edilmiştir. Soya yoğurdundaki kurşun, kadmiyum krom ve bakır içerikleri ise sırasıyla $< 35,4$ ng/g; $5,3 \pm 0,4$ ng/g; $< 8,3$ ng/g; 899 ± 7 ng/g olarak tespit edilmiştir. Burada sadece bakır içeriği açısından soya yoğurdunun diğer yoğurtlara göre dramatik bir şekilde (15-26 kat) daha fazla olduğu, diğer ağır metallerin ise yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir.

Güney Kore’de yapılan bir çalışmada (Khan et al., 2014) ülkenin farklı bölgelerinden temin edilen 187 süt, yoğurt ve meyveli yoğurtta arsenik, kadmiyum, indiyum, kurşun ve talyum içerikleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu bileşikler sütte sırasıyla 1.90 ± 0.068 ; 2.38 ± 0.023 ; 0.04 ± 0.001 ; 3.35 ± 0.076 ve 0.35 ± 0.002 olarak; yoğurtta sırasıyla meyveli yoğurtta sırasıyla 0.21 ± 0.055 ; 1.36 ± 0.022 ; 0.02 ± 0.001 ; 12.49 ± 0.044 ve 0.29 ± 0.001 olarak; 1.49 ± 0.042 ; 1.79 ± 0.015 ; 0.01 ± 0.001 ; 24.50 ± 0.034 ve 0.18 ± 0.001 olarak; ayran benzeri üründe 0.264 ± 0.056 ; 1.77 ± 0.018 ; 0.03 ± 0.001 ; 4.21 ± 0.066 ; 0.48 ± 0.001 olarak ve meyveli ayran benzeri üründe 1.49 ± 0.042 ; 1.79 ± 0.015 ; 0.01 ± 0.001 ; 24.50 ± 0.034 ve 0.18 ± 0.001 olarak tespit edilmiştir. Çalışmada toksik elementlerin miktarının çok düşük olduğu ve tüketiciler için herhangi bir tehdit oluşturmadığı belirtilmiştir.

Filistin’de yapılan bir çalışmada West Bank’taki Ramallah şehrindeki yerel ve yabancı markalardan süt, süt tozu, yoğurt, beyaz peynir ve labne peyniri örnekleri toplanarak ağır metal içerikleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kadmiyum içerikleri süt tozunda $nd-117,2$ ng/g, içme sütünde $nd-102$ ng/g; yoğurtta $39,5-70,0$ ng/g; labne peynirinde $12,25-41,25$ ng/g ve beyaz peynirde $7,75-55,25$ ng/g arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kurşun içerikleri süt tozunda $0,78-1,08$ µg/g, içme sütünde $0,13-0,27$ µg/g, yoğurtta $0,03-0,51$ µg/g ve labne peynirinde $0,14-0,87$ µg/g aralığında tespit edilirken beyaz peynirde hiç kurşun tespit edilememiştir. Benzer şekilde demir ve bakır içerikleri de yüksek çıkmıştır (Abdulkhaliq et al, 2012).

İspanya’da yapılan bir çalışmada (Luis et al., 2015) Tenerife adasında (Kanarya Adaları, İspanya) süpermarkette satın alınan 72 yoğurt numunesinde ICP-OES ile 20 makro ve iz elementin içeriği ölçülmüştür. Yaş ağırlık olarak yoğurtlardaki konsantrasyon ortalamaları Na: 455 mg/kg, K: 1101 mg/kg, Ca: 1018 mg/kg, Mg: 115,1 mg/kg, Al: 0,59 mg/kg, B: 0,07 mg/kg, Ba: 0.40 mg/kg, Co: 0,002 mg/kg, Cr: 0,02 mg/kg, Cu: 0,27 mg/kg, Fe: 0,33 mg/kg, Li: 0,52 mg/kg, Mn: 0,02 mg/kg, Mo: 0,04 mg/kg, Ni: 0,01 mg/kg, Pb: 0,002 mg/kg, V: 0,02 mg/kg ve Zn: 2,79 mg/kg.

Yoğurtlarda kadmiyum ve stronsiyom ise tespit edilememiştir. Tespit edilen ağır metallerin seviyelerinin tüketiciler için herhangi bir toksikolojik risk oluşturmadığı belirlenmiştir.

Suudi Arabistan'da yapılan bir çalışmada (Al-Othman, 2010); Riyad şehrinde satışa sunulan 104 gıda ürünündeki kurşun içeriğinin incelendiği bir çalışmada 8 farklı süt ve süt ürünün kurşun içerikleri belirlenmiştir. Bu ürünlerdeki kurşun içerikleri taze sütte 0.006 ± 0.003 ; muz aromalı sütte $0.018\pm 0.008\mu\text{g/g}$; çilek aromalı sütte $0.027\pm 0.012\mu\text{g/g}$; yoğurtta $0.025\pm 0.01\mu\text{g/g}$; Peynirde $0,003\pm 0,001\mu\text{g/g}$; plastik kapta sunulan dondurmada $0.055\pm 0.024\mu\text{g/g}$; kağıt ambalajlı sade dondurmada $0.014\pm 0.01\mu\text{g/g}$ ve kağıt ambalajlı vanilyalı dondurmada $0.032\pm 0.021\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir. Elde edilen değerlerin birçok ülke değerlerine göre yüksek çıkmasına rağmen kurşun içeriğinin en az olduğu gıda gruplarından bir tanesinin de süt ve süt ürünleri olduğu; diğer bazı gıda ürünlerinde bu oranın daha da arttığı tespit edilmiştir.

İran'da yapılan bir çalışmada (Beikzadeh et al., 2019) Tebriz piyasasından temin edilen pastörize süt ve yoğurttaki ağır metaller tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre süt ve yoğurtlarda kurşun içeriği sırasıyla 6.066-10.830 ppb ve 5.543-19.340 ppb arasında değişirken; kadmiyum içeriği sırasıyla 2.343-6.070 ppb ve 3.143-8.830 ppb aralığında; arsenik içeriği ise 3,246-7,536 ppb ve 6,650-10,840 ppb aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu sonuçlar değerlendirildiğinde, tespit edilen ağır metal limitlerinin herhangi bir sağlık sorununa sebep olmayacak seviyede olduğu değerlendirilmiştir.

Enb et al. (2009) tarafından Mısır'da yapılan bir çalışmada toplam 60 adet manda ve sığır sütünden imal edilmiş numunelerinde tespit edilen bazı ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre manda sütünden yapılan yoğurtta demir içeriği 0,766 mg/kg; bakır içeriği 4,059 mg/kg, kurşun içeriği 0,060 mg/kg;

kadmiyum içeriği 0,090 mg/kg; nikel içeriği 0,002 mg/kg ve kalay içeriği 0,001 olarak tespit edilirken inek sütünden yapılan yoğurtta demir içeriği 0,498 mg/kg; bakır içeriği 0,120mg/kg, kurşun içeriği 0,039 mg/kg; kadmiyum içeriği 0,059 mg/kg ve nikel içeriği 0,001 mg/kg olarak tespit edilmiş, kalay ise tespit edilememiştir. Manda ve inek sütünde ise sırasıyla demir içeriği 0.980 ± 0.442 mg/kg ve 0.682 ± 0.406 mg/kg; bakır için 0.212 ± 0.102 mg/kg ve 0.142 ± 0.116 mg/kg; kurşun için 0.084 ± 0.042 mg/kg ve 0.066 ± 0.056 mg/kg; kadmiyum için 0.118 ± 0.086 mg/kg ve 0.086 ± 0.062 mg/kg; nikel için 0.006 ± 0.010 mg/kg ve 0.004 ± 0.002 mg/kg ve kalay için 0.006 ± 0.010 mg/kg ve 0.003 ± 0.006 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Manda sütünden yapılan krema tereyağı ve sade tereyağının kurşun içeriği sırasıyla 0,230 mg/kg, 0,345 mg/kg ve 0,414 mg/kg; kadmiyum içeriği ise sırasıyla 0,451 mg/kg, 0,676 mg/kg ve 0,811 olarak tespit edilmiştir. İnek sütünden yapılan krema tereyağı ve sade tereyağının kurşun içeriği sırasıyla 0,149 mg/kg, 0,224 mg/kg ve 0,269 mg/kg; kadmiyum içeriği ise sırasıyla 0,293 mg/kg, 0,439 mg/kg ve 0,527 olarak tespit edilmiştir. Mısır'da yapılan başka bir çalışmada Mout- El-Dakhla şehirden toplanan süt örneklerinde kurşun (0,215ppm), kadmiyum (0,050ppm) ve demir (0,730ppm) içeriklerinin yüksek olduğu ve günde 200 mL tüketilmesi durumunda ADI değerleri esas alınarak günlük tüketebilecekleri limitlerin üzerine çıktığı tespit edilmiştir (El-Bassiony et al., 2016).

Kılıç ve Özkaya (2017) tarafından yapılan bir çalışmada Denizli'nin çeşitli bölgelerinde toplanarak bir araya getirilen 4 farklı çiğ süt toplama merkezinden temin edilen süt örneklerinde Kurşun, kadmiyum, bakır, kobalt ve krom içeriklerinin belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütülmüştür. Kadmiyum içeriği 0,486-0,567ppm, kurşun içeriği 0,145-0,574ppm, bakır içeriği 0-0,067ppm, 0,208-0,450ppm ve krom içeriği 0-0,245ppm seviyesinde tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar 1990'larda ve 2000'lerin başında tespit edilen ulusal ve uluslararası bir çok çalışmaya göre düşük olduğu ve elde edilen değerlerin JECFA'nın ve ulusal yasaların sınır değerlerinin altında ve kabul edilebilir seviyede bulunmuştur.

Kara ve ark. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada manda sütündeki metal ve ağır metal içeriklerinin belirlenmesine yönelik 50 farklı çiğ manda sütünde bazı ağır metallerin (Pb, As, Ag, Cd ve Hg) kontaminasyon seviyesi belirlenmeye çalışılmış, fakat tespit edilebilir limitlerde ağır metale rastlanmamıştır. Bu manda sütünün diğer sütlere göre daha kıymetli olması nedeniyle mandaların yetiştirilmesi ve manda sütünün işlenmesinde daha iyi koşullarında işlemlerin yapıldığını göstermektedir. Benzer şekilde Kan ve Küçükkurt (2018) tarafından yapılan bir çalışmada afyondan temin edilen 50 süttten kaymak ve kaymakaltı sütü elde edilmiş ve bu ürünlerde bazı ağır metal ICP-MS ile elde edilen yüksek hassasiyette analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; araştırmada kaymaktaki ortalama kurşun, baryum, krom, mangan, demir, kobalt, nikel, bakır, çinko, arsenik ve selenyum içerikleri sırasıyla 0,01mg/kg; 0,17mg/kg; 0,36mg/kg; 0,56mg/kg; 2,72mg/kg; 0,08mg/kg; 0,65mg/kg; 0,09mg/kg; 8,27mg/kg; 0,14mg/kg ve 0,94 mg/kg olarak tespit edilirken; kaymak altı sütünde ise 0,01mg/L; 0,13mg/L; 0,02mg/L; 0,13mg/L; 0,52mg/L; 0,02mg/L; 0,12mg/L; 0,02mg/L; 2,37mg/L; 0,04mg/L ve 0,17 mg/L olarak tespit edildi. Her iki üründe de kadmiyum ve gümüş tespit edilememiştir. Elde edilen bulgulara göre insan sağlığı açısından tehlikeli seviyelerde bir kirlenmenin olmadığı ifade edilmiştir.

Endonezya'da (Bandung) yapılan başka bir araştırmada (Harlia et al. 2018) ise çiftlikten, sokak satıcılarından ve mandıradan temin edilen 30'ar adet süt örneği temin edilmiş ve bu sütlerde Kurşun ve kadmiyum seviyeleri belirlenerek MRL seviyelerine göre değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarda numunelerin %83'ünde kurşun olduğu %57'sinde kurşun seviyesi ülkenin MRL değerinin (1,00ppm) üzerinde bulunurken, %90'ında ise kadmiyum olduğu ve bunların ülkenin MRL değerinden (0,01ppm) yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

İtalya'daki Campania ve Calabria bölgelerinden 8 farklı çiftlikten temin edilen keçi sütü ve peynirlerindeki ağır metal içerikleri kuru ağırlık baz alınarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre keçi sütündeki kadmiyum içeriği $0,07 \pm 0,02 \mu\text{g/g}$ (0,05-0,10 $\mu\text{g/g}$), kurşun içeriği $0,18 \pm 0,07 \mu\text{g/g}$ (0,11-0,28 $\mu\text{g/g}$) ve cıva içeriği

0,002±0,005 µg/g (0,0014-0,0029 µg/g) olarak; keçi sütünden yapılan taze peynirde ise kadmiyum içeriği 0,19±0,11 µg/g (0,05-0,35 µg/g), kurşun içeriği 0,47±0,37 µg/g (0,13-1,15 µg/g) ve cıva içeriği 0,0080±0,0005 µg/g (0,0006-0,0017 µg/g) olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında bazı ürünlerde AB yönetmeliklerinin belirlediği sınırların üzerinde ağır metal içeriğine sahip olduğu anlaşılmıştır (Anastasio et al., 2006).

Qin et al. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, Çin'in Suzhou şehrinde ve Japonya'nın Yamanashi şehrindeki yerel bir marketten 2006 ve 2007 yıllarında toplanan ambalajlı sütler ve Çin'in İç Moğolistan Özerk bölgesinden 2007'de toplanan çiğ sütte arsenik, kadmiyum, cıva ve kurşun analizleri de dahil olmak üzere bir dizi mineral analizi yapılmıştır. Sütlerin hiçbirinde arsenik ve cıva bulunamamıştır. Sütlerdeki kurşun içeriği Japonya'da 11,98-12,95 µg/kg aralığında, Çin'de 35,01-32,97 µg/kg aralığında, İç Moğolistan Özerk bölgesinde ise 28.15±11,23 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Sütlerdeki kadmiyum içeriği ise Japonya'da 1,13-2,01 µg/kg aralığında, Çin'de 4,25-4,53 µg/kg aralığında ve İç Moğolistan Özerk bölgesinde ise 4,19±3,80 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmelerde Çin'deki ağır metallerin Japonya'ya kıyasla daha yüksek olduğu ancak referans değerler açısından değerlendirildiğinde insan sağlığı açısından güvenli kabul edilebileceği değerlendirilmiştir.

Baranowska et al. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada Polonya'nın çeşitli bölgelerinden toplanan numunelerle yapılan bir çalışmada süt ile ineklerin yetiştiği toprak ve yeşillikten alınan numunelerde kadmiyum ve kurşun analizi yapılmıştır. Sütte kurşun ve kadmiyum içeriği sırasıyla 1,16-3,74 µg/g ve 0-25µg/g arasında bulunurken, toprakta sırasıyla 52,48-151,50 µg/g ve 0,58-5,89 µg/g ve otlandığı çayırda 0,16-137,57 µg/g ve 114,29-627,24 µg/g olarak tespit edilmiştir.

İnsan, çiğ ve pastörize inek ve keçi sütü ve sütü toz bebek maması örneklerinde Pb ve Cd konsantrasyonlarının belirlendiği bir çalışmada (Rodriguez et al., 2019), 12 sağlıklı anneden insan sütü, farklı günlerde 6 noktadan inek sütü, farklı zamanlarda 20 farklı keçi sütü, 5 farklı markaya ait sütü toz bebek mamasında numuneleri toplanmıştır. Kadmiyum analizlerinin ortalamaları ve minimum-maksimum değerleri şu şekildedir: İnsan sütünde, 2,70 mg/L (0,6-11,3; n=55); çiğ inek sütünde 4,88 mg/L (0,7–23,1; n=47); pastörize inek sütünde 4,30 mg/L (3,4-5,9; n=6); keçi sütünde 7,81 mg/L (1,0-18,4; n=38) ve sütü toz bebek mamasında 3,81 mg/L (3,4–4,1; n=5) olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde kurşun değerleri ise insan sütünde, 8,34 mg/L (0,1-32,3; n=055); çiğ inek sütünde, 14.82 mg/L (1,3-39,1; n=28); pastörize inek sütünde, 10,25 mg/L (6,9-19,6; n=6); keçinin sütünde, 11,86 mg/L (0,4-38,5; n=36); ve sütü toz bebek mamasında 8,30 mg/L (5,1-10,6; n=5) olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değerler normal sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir. Keçi sütünde kadmiyum ve kurşun değerleri son derece yüksek çıkarken, insan sütünde ve sütü toz bebek mamasında bu değerler düşük çıkmıştır. Ayrıca mevsimsel olarak konsantrasyonların genellikle değiştiği belirlenmiştir (Rodriguez et al., 2019).

Yüzbaşı (2001) tarafında yapılan bir çalışmada Ankara piyasasından yılın her ayı 10'ar adet kaşar toplanarak kurşun ve kadmiyum içerikleri incelenmiş ve yıl boyu düzensiz bir şekilde miktarlarının değiştiği ancak bu limitlerin insan sağlığını tehdit edebilecek seviyede olmadığı bildirilmiştir. Kaşar üretimi yapan iki firmada proses boyunca bu ağır metallerin değişimi incelenmiş ve sütün işlenmesiyle birlikte bu değerlerin azaldığı tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada ise Ankara'nın farklı şehirlerinden süt ve beyaz peynir numuneleri toplanmış ve ağır metal içerikleri analiz edilmiştir. Süt numunelerinde alüminyum, kadmiyum, krom, bakır, demir ve nikel miktarları sırasıyla 6,000mg/L, 0.114mg/L, 1.016mg/L, 4.300mg/L, 52,149mg/L ve 2,754mg/L olarak tespit edilirken; peynir numunelerinde sırasıyla 23.276mg/kg, 0,073mg/kg, 2,597mg/kg, 5,338mg/kg, 62,567mg/kg ve 2.371mg/kg olarak belirlenmiştir. Ankara'nın semtlerine göre ürünlerdeki ağır metal içeriklerinin %40 ile %83 arasında değiştiği, metal kapta muhafaza edilen ürünlerde bakır içeriğinin

arttığı, peynirlerde alüminyum içeriğinin yüksek olduğu, otoyola yakınlığın ağır meal içeriğini olumsuz etkilemediği tespit edilmiştir (Temurci ve Güner, 2006).

Konya'da satışa sunulan 3 farklı çeşit peynirden (beyaz peynir, tulum peynir ve kaşar peynir) 30'ar adet peynir numunesinde ICP-AES ile yapılan analizlerde beyaz peynirlerde kadmiyum, kurşun, alüminyum, demir, nikel miktarları sırasıyla 0,12 mg/kg, 0,13 mg/kg, 3,12 mg/kg, 17,47 mg/kg ve 0,49 mg/kg olarak belirlenirken; kaşar peynirlerinde bu değerler 0,11 mg/kg, 0,12 mg/kg, 0,64 mg/kg, 15,42 mg/kg ve 0,43 mg/kg olarak ve tulum peynirlerinde 0,10 mg/kg, 0,08 mg/kg, 0,59 mg/kg, 14,18 mg/kg ve 0,65 mg/kg olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler Türk Gıda Kodeksine uygun olduğu tespit edilmiştir. Bir üretim hattından alınan süt, lor ve beyaz peynir örneklerinde kurşun, kadmiyum, arsenik ve cıva içeriği incelenmiştir. Kurşun, kadmiyum ve arsenik düzeyleri sütte 12.07 ± 0.06 ng/ml, 1.82 ± 0.01 ng/mL, 0.64 ± 0.03 ng/ml olarak; lor peynirinde 219.85 ± 0.46 ng/g, 19.58 ± 0.34 ng/g ve 8.80 ± 0.41 ng/g olarak; taze beyaz peynirde 250.63 ± 0.53 ng/g, 21.19 ± 0.16 ng/g ve 10.85 ± 0.34 ng/g olarak; olgunlaşmış beyaz peynirde 260.25 ± 0.51 ng/g, 22.87 ± 0.17 ng/g ve 11.35 ± 0.29 ng/g olarak bulunmuştur. Örneklerin hiçbirinde cıva tespit edilememiştir (Demirözü-Erdinç and Saldamli, 2000).

Coni et al. (1999) tarafından İtalya'da yapılan bir çalışmada; koyun sütü, lor, peynir altı suyu, Pecorino peyniri, Ricatta peynirinde alüminyum, kadmiyum, kurşun ve platin içerikleri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre bu örneklerdeki alüminyum, kadmiyum, kurşun ve platin içerikleri sırasıyla koyun sütünde 1.78 ± 0.87 ; 0.058 ± 0.019 , 0.006 ± 0.003 ve 0.066 ± 0.024 olarak; koyun sütünden elde edilen lorda sırasıyla 2.61 ± 1.03 , 0.048 ± 0.016 , 0.016 ± 0.006 ve 0.118 ± 0.042 olarak; koyun sütünden elde edilen peynir altı suyunda sırasıyla 1.01 ± 0.45 , 0.076 ± 0.035 , 0.003 ± 0.001 ve 0.033 ± 0.009 olarak; koyun sütünden elde edilen Pecorino peynirinde sırasıyla 2.25 ± 0.98 , 0.025 ± 0.009 ; 0.019 ± 0.006 ve 0.132 ± 0.047 olarak; koyun sütünden elde edilen Ricatta peynirinde sırasıyla 2.87 ± 1.11 , 0.043 ± 0.013 , 0.002 ± 0.001 ve 0.108 ± 0.032 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre

peynirlerde sütlere göre daha fazla ağır metal içeriği tespit edilmiştir. Ancak elde edilen verilere göre bu seviyedeki toksiklerin önemli bir risk içermediği yönünde değerlendirilmiştir.

zturan ve Atasever (2018) gıdalardaki ağır metal kontaminasyonu olası oluşumunu topraktan metale geçiş (bitkilerin metali yükseltmesi, tarımsal uygulamalar, endüstriyel kirlenme, coğrafı koşullar), gıdaların işlenme prosesi (kullanılan gıda işleme makinelerin metal kalitesi, konserve kutusu seçimi ve gıdaların hazırlanma şekilleri) ve gıdalara ilave edilen katkı maddeleri veya ingredientlerden kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Süt ve süt ürünlerindeki ağır metaller; ağır metala maruz kalmış sağılan hayvanlardan süte geçmesi şeklinde olabileceği gibi sütün sağımından sonra sütün bekletildiği kaplar, üretim prosesleri, evre veya ambalaj malzemesinden de kaynaklanmış olabilmektedir. Ayrıca evre koşulları, mevsimsel değişim, hayvanın beslenmesinde kullanılan yemin ağır metal varlığı gibi faktörler de etkili olabilmektedir.

2.METERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Yoğurt ve Ayran Örnekleri

Bu çalışmada kullanılan farklı markalara ait yoğurt ve ayran örnekleri Şubat-Haziran 2019 tarihleri arasında Afyonkarahisar il ve ilçelerinden temin edilmiştir. Analiz için 40 adet yoğurt ve 40 adet ayran olmak üzere toplam 80 adet numune analize alınmıştır. Örnekler orijinal ambalajında temin edilmiş ve analize alınıncaya kadar -20°C’de muhafaza edilmiştir.

Yapılan çalışmada yoğurt ve ayran örnekleri Alüminyum (Al), Krom (Cr), Demir (Fe), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (As), Kurşun (Pb), Kobalt (Co) ve Kadmiyum (Cd) yönünden ICP/MS/MS cihazı kullanılarak Bayburt Üniversitesi Merkezi Araştırma laboratuvarında Hizmet alımı ile analiz edilmiştir.

2.1.2. Kullanılan Kimyasallar ve Malzemeler

-HNO₃

-H₂O₂

-Mikrodalga Fırın

-ICP/MS/MS

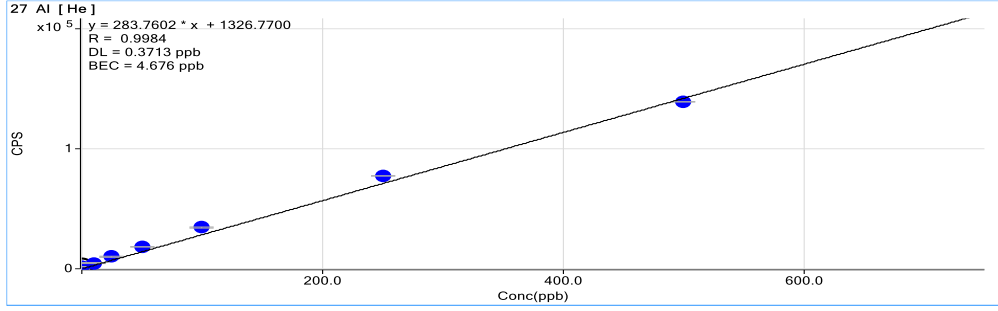
2.2. Metot

2.2.1. Mikrodalga Yakma

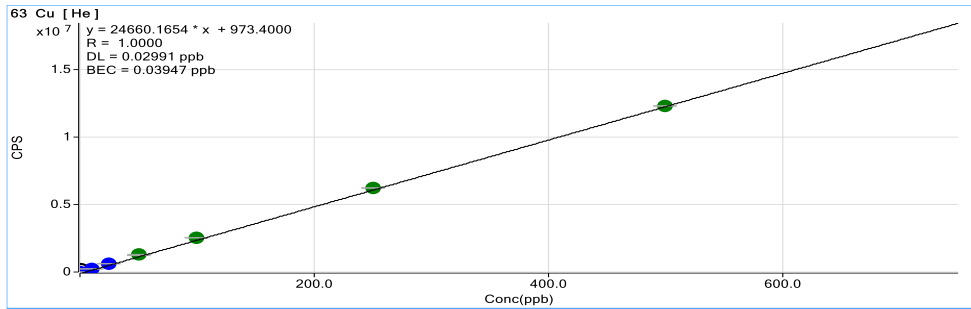
Yoğurt ve ayran örnekleri için kapalı sistem mikrodalga yakma metodu kullanılarak analize hazırlanmıştır. Bu amaçla her örnek için; her bir teflona örneklerden 500 mg alınmış ve üzerine 8 ml % 65'lik HNO₃ eklenmiştir. Üzerine 2 ml %30'luk H₂O₂ eklendikten sonra 15- 20 dk beklenilmiştir. Teflon kapların kapakları sıkıştırılarak yakma ünitesi (Ethos Easy, İtalya) 10 dakikada 180 °C'ye çıkartıldı ve 10 dakika tutulduktan sonra oda sıcaklığına soğumaya bırakılmıştır. Reaktörden çıkarılan numuneler 25/0,45µm'lik filtrelerden süzülerek, analize hazır hale getirildi ve okuma işlemine kadar buzdolabında + 4'te muhafaza edilmiştir.

2.2.2. Okuma-Değerlendirme

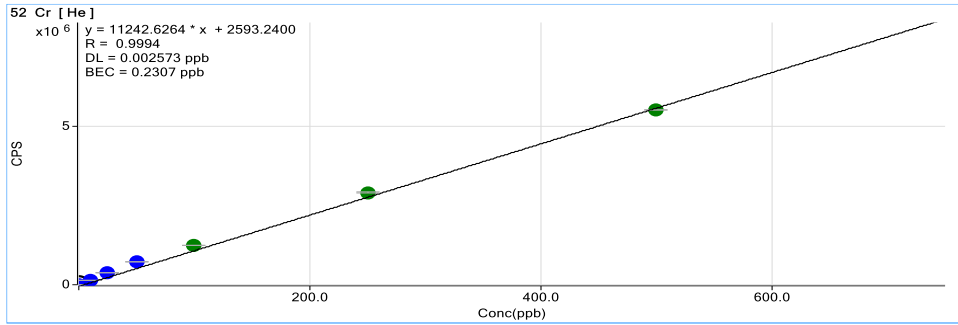
Toplanan yoğurt ve ayran örneklerinde, metal-ağır metal analizleri ve seviyeleri ICP-MS/MS (Agilent Technologies – 7700) ile belirlenmiştir. Sonuçlar mg/kg cinsinden değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümlerde tespit limiti 0,0001 ppm'dir. Yapılan çalışmada 0, 25, 50, 100, 250 ve 500 ppm standartlar kullanılmış olup, her bir elemente ait standart grafikleri Grafik 3.1 – 3.10 'da gösterilmiştir.



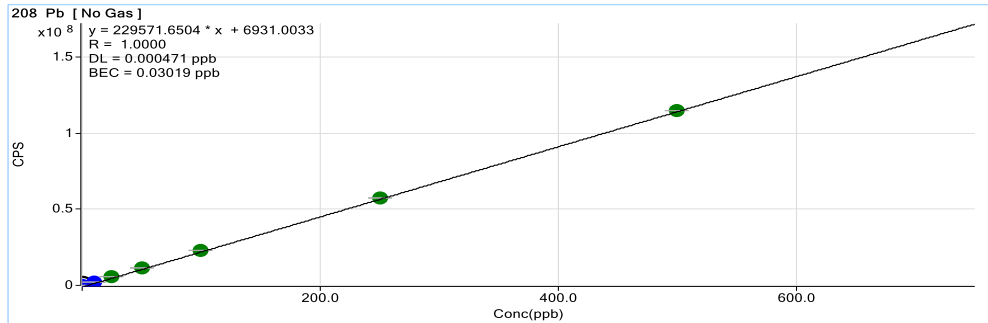
Grafik 1: Alüminyum Standart Ölçüm Grafiği



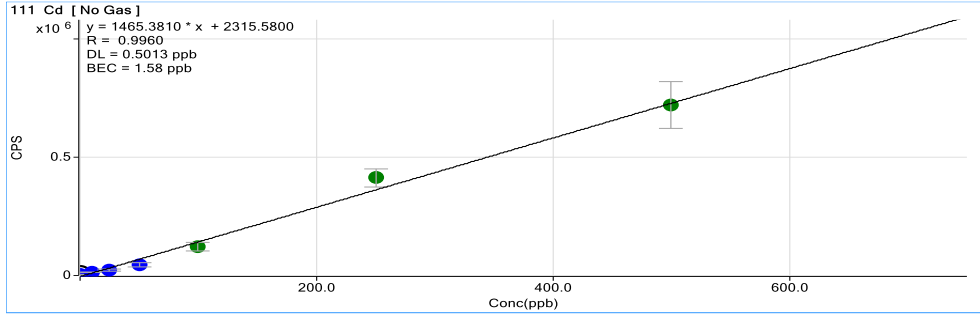
Grafik 2: Bakır Standart Ölçüm Grafiği



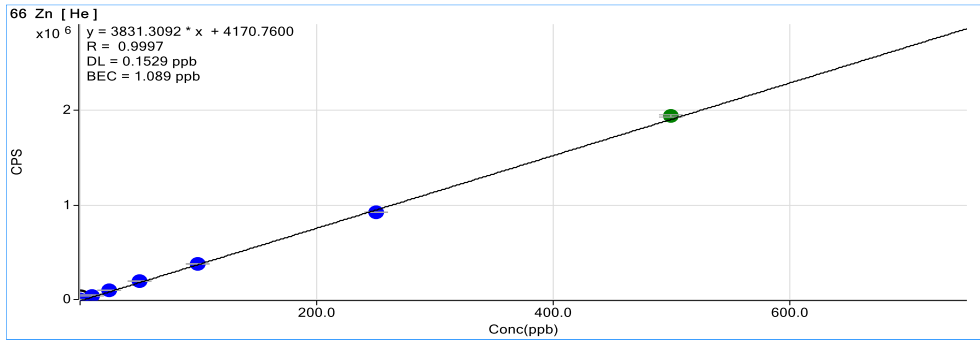
Grafik 3: Krom Standart Ölçüm Grafiği



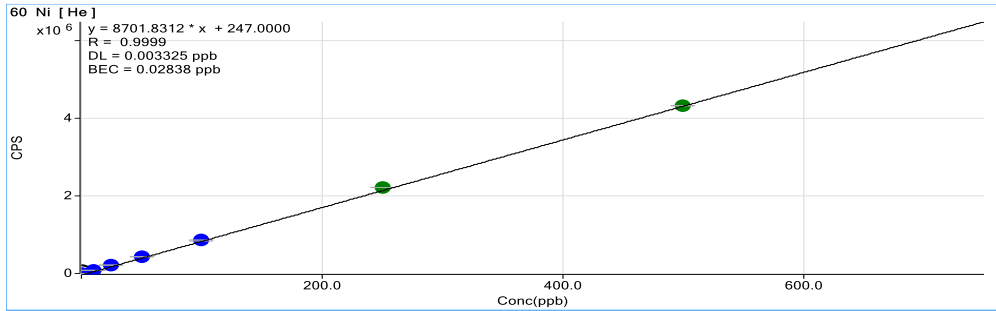
Grafik 4: Kurşun Standart Ölçüm Grafiği



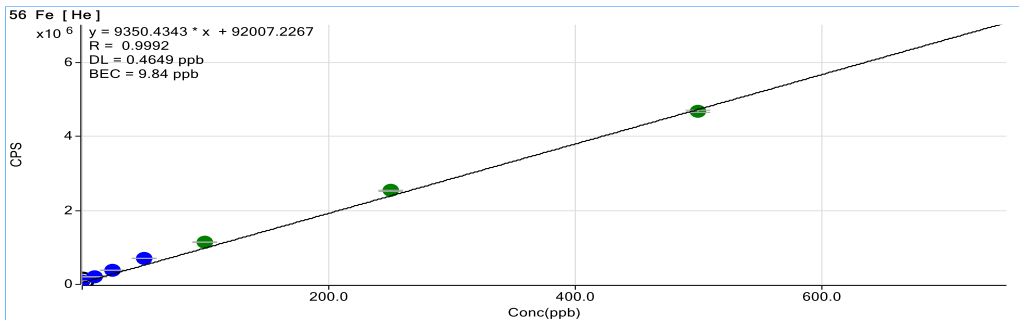
Grafik 5 : Kadmiyum Standart Ölçüm Grafiği



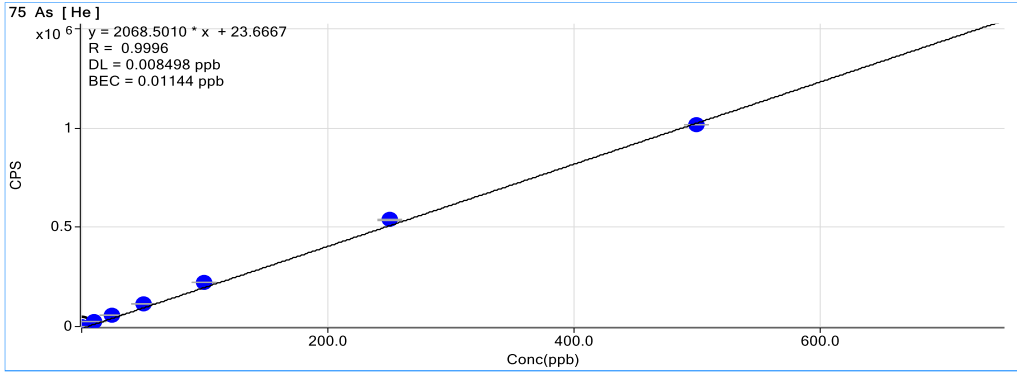
Grafik 6: Çinko Standart Ölçüm Grafiği



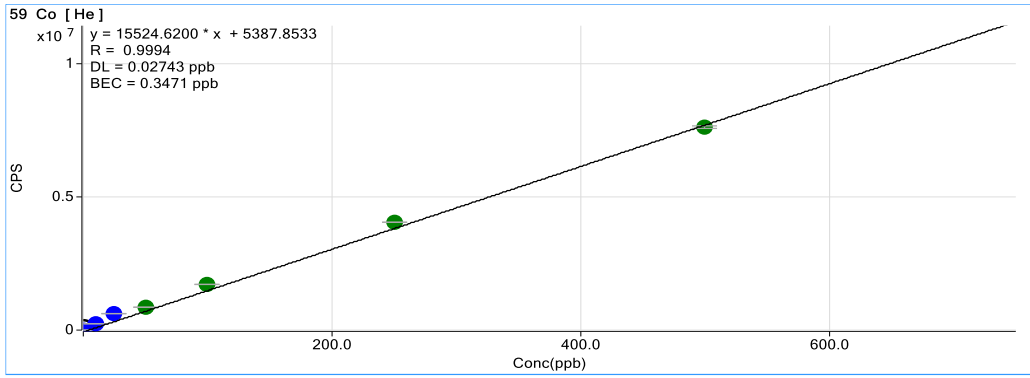
Grafik 7: Nikel Standart Ölçüm Grafiği



Grafik 8: Demir Standart Ölçüm Grafiği



Grafik 9: Arsenik Standart Ölçüm Grafiği



Grafik 10: Kobalt Standart Ölçüm Grafiği

3.BULGULAR:

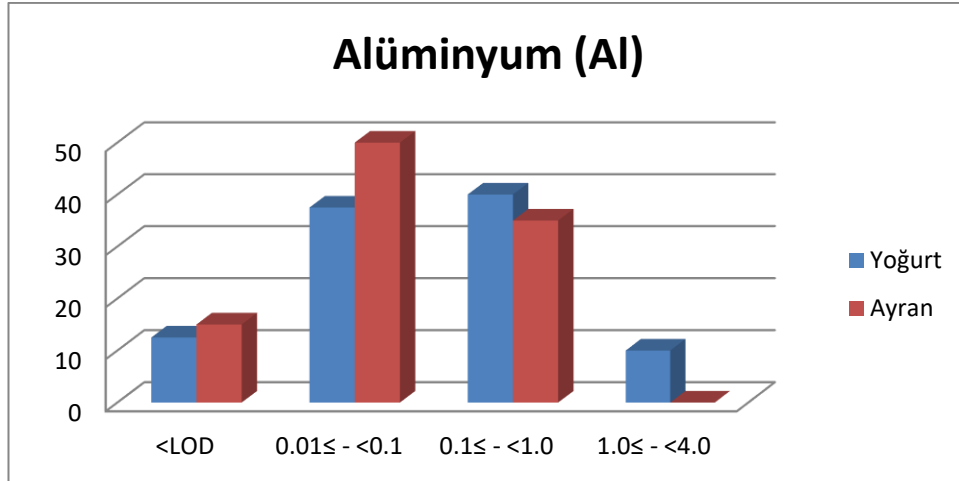
Çalışma kapsamında çeşitli perakende satış yerlerinden toplanan 40 adet ayran, 40 adet yoğurt örneği olmak üzere toplam 80 adet örnek analize alınmıştır. Analize alınan ayran ve yoğurt örneklerine ait sonuçlar Tablo 3. 1– 3. 8’ de gösterilmiştir.

3.1.Alüminyum (Al):

Tablo 3. 1: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Alüminyum (Al) Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	5	12,5	6	15
0.01≤ - <0.1	15	37,5	20	50
0.1≤ - <1.0	16	40	14	35
1.0≤ - <4.0	4	10	0	0
Toplam	40	100	40	100
Minimum		0,00		0,00
Maksimum		3,17		0,21

Tablo 3. 1’den de görüldüğü üzere yoğurt ve ayran numunelerindeki alüminyum miktarları belirtilen ppm aralıklarda tespit edilmiştir. Yoğurtlardaki elde edilen en yüksek alüminyum içeriğinin, ayranlardaki en yüksek alüminyum içeriğinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır. Al seviyesi yoğurt örneklerinde maksimum 3.17 ppm iken ayran örneklerinde 0.21 ppm seviyesinde tespit edilmiştir (Tablo 3.1) Yoğurt örneklerinin %10’u 1.0-4.0 ppm arasında iken ayran örneklerinin %35’i 0.1-1.0 ppm seviyeleri arasında tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



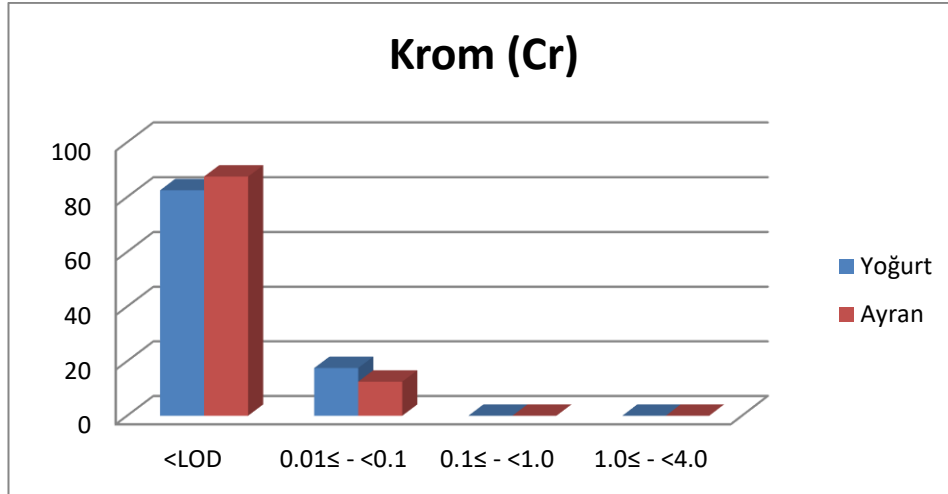
Şekil 3. 1: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Alüminyum (Al) Seviyeleri (ppm)

3.2.Krom (Cr):

Tablo 3. 2: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Krom (Cr) Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	33	82,5	35	87,5
0.01 ≤ - <0.1	7	17,5	5	12,5
0.1 ≤ - <1.0	0	0	0	0
1.0 ≤ - <4.0	0	0	0	0
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0		0	
Maksimum	0,01		0,03	

Tablo 3. 2'den de görüldüğü üzere yoğurt ve ayran numunelerinde tespit edilen krom miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, ayranlardaki elde edilen en yüksek krom içeriğinin, yoğurtlardaki en yüksek krom içeriğinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Cr seviyesi yoğurt örneklerinde maksimum 0.01ppm iken ayran örneklerinde 0.03 ppm seviyesinde tespit edilmiştir (Tablo 3.2) Yoğurt örneklerinin 0.01-0.1ppm arasında %17,5 iken ayran örneklerinde aynı seviyelerde %12,5 yüzdeliğini oluşturmaktadır (Şekil 3.2).



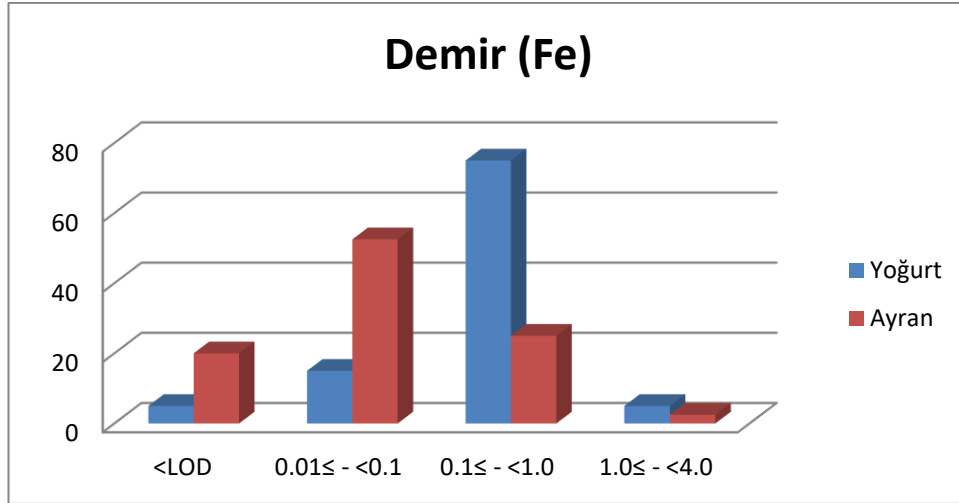
Şekil 3. 2: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Krom (Cr) Seviyeleri (ppm)

3.3.Demir (Fe):

Tablo 3. 3: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Demir (Fe) Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	2	5	8	20
0.01 ≤ - <0.1	6	15	21	52,5
0.1 ≤ - <1.0	30	75	10	25
1.0 ≤ - <4.0	2	5	1	2,5
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0		0	
Maksimum	3,71		2,04	

Tablo 3. 3'den de görüldüğü üzere yoğurt ve ayran numunelerinde tespit edilen demir miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, yoğurtlardaki elde edilen en yüksek demir içeriğinin, ayranlardaki en yüksek demir içeriğinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu görüldü. Fe seviyesi yoğurt örneklerinde maksimum 3.71 ppm iken ayran örneklerinde 2.04 ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.3). Yoğurt örneklerinin %5'i 1.0-4.0 ppm arasında iken ayran örneklerinin %2,5'u aynı seviyeler arasında tespit edilmiştir (Şekil 3.3).



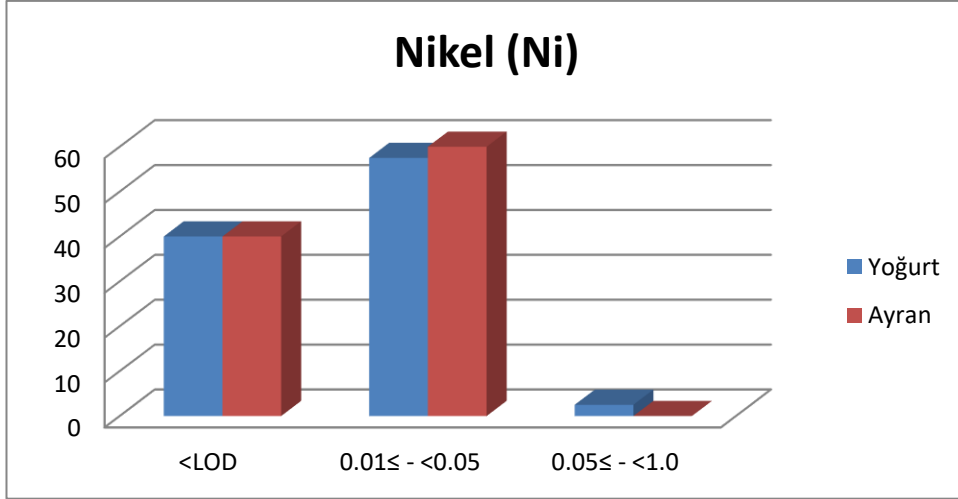
Şekil 3. 3: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Demir (Fe) Seviyeleri (ppm)

3.4.Nikel (Ni):

Tablo 3. 4: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Nikel (Ni) Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	16	40	16	40
0.01 ≤ - <0.05	23	57,5	24	60
0.05 ≤ - <1.0	1	2,5	0	0
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0		0	
Maksimum	0,07		0,02	

Tablo 3. 4'den de görüldüğü üzere yoğurt ve ayran numunelerinde tespit edilen nikel miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, yoğurtlardaki elde edilen en yüksek nikel içeriğinin, ayranlardaki en yüksek nikel içeriğinden yüksek olduğu görülse de ortalama değerleri aynıdır. Araştırmamızda Ni değerlerinin düşük olduğu görülürken Ni seviyesi yoğurt örneklerinde maksimum 0.07 ppm iken ayran örneklerinde 0.02 ppm seviyesinde tespit edilmiştir (Tablo 3.4) Yoğurt örneklerinin %2,5'u 0.05-1.0 ppm arasında iken ayran örneklerinin %60'ı 0.01-0.05 ppm seviyeleri arasında saptanmıştır (Şekil 3.4)



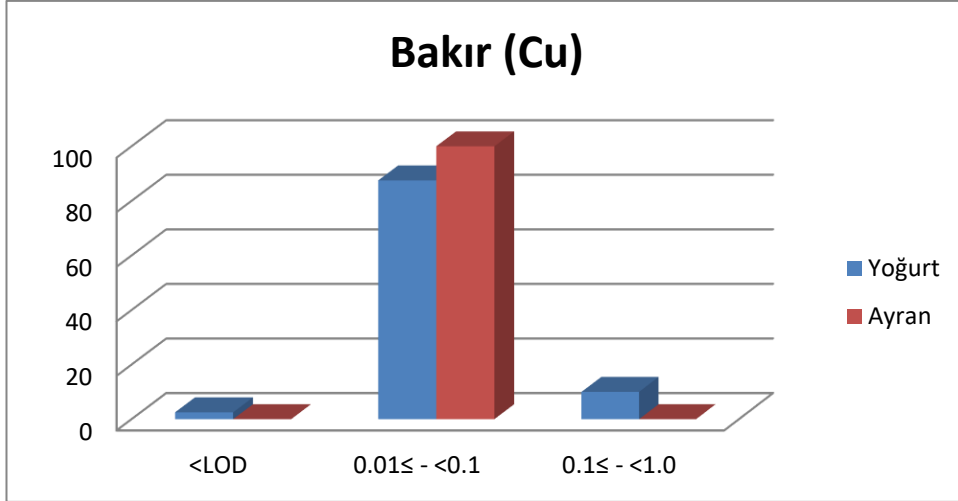
Şekil 3. 4: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Nikel (Ni) Seviyeleri (ppm)

3.5.Bakır (Cu):

Tablo 3. 5: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Bakır (Cu) Seviyeleri (ppm)

Bakır (Cu) Seviyesi				
Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	1	2,5	0	0
0.01 ≤ - <0.1	35	87,5	40	100
0.1 ≤ - <1.0	4	10	0	0
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0		0,01	
Maksimum	0,22		0,04	

Analiz sonucu elde edilen Cu değerlerine bakıldığında yoğurt ve ayran olmak üzere sırasıyla ortalama değerlerini ppm cinsinden 0.04 ve 0.01 olduğu gözlemlenmektedir. Cu seviyesi yoğurt örneklerinde maksimum 0.22 ppm iken ayran örneklerinde 0.04 ppm seviyesinde gözlemlenmiştir (Tablo 3.5). Yoğurt örneklerinin %10'u 0.1-1.0 ppm arasında iken ayran örneklerinin %100'u 0.01-0.1 ppm seviyeleri arasında saptanmıştır (Şekil 3.5).



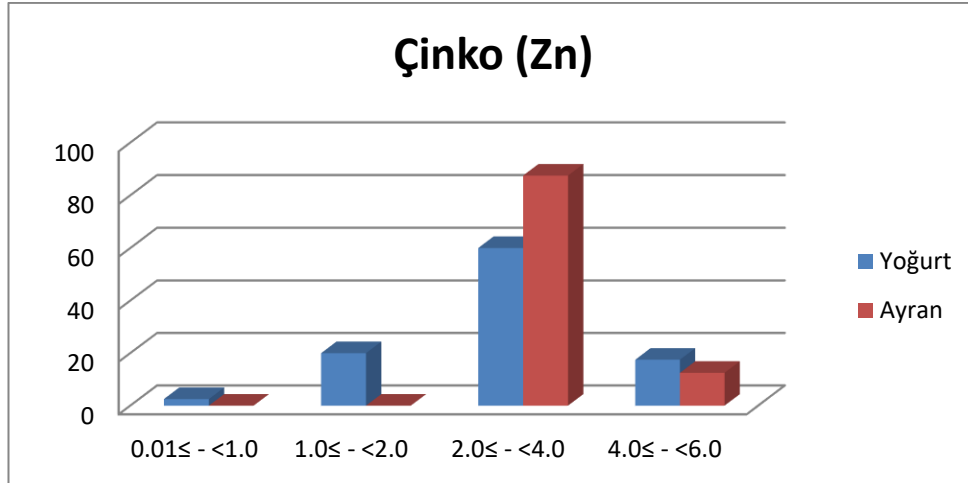
Şekil 3. 5: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Bakır (Cu) Seviyeleri (ppm)

3.6.Çinko (Zn) :

Tablo 3. 6: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Çinko (Zn) Seviyeleri (ppm)

Çinko (Zn) Seviyesi				
Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
0.01 ≤ - <1.0	1	2,5	0	0
1.0 ≤ - <2.0	8	20	0	0
2.0 ≤ - <4.0	24	60	35	87,5
4.0 ≤ - <6.0	7	17,5	5	12,5
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0,97		1,1	
Maksimum	5,04		2,96	

Tablo 3. 6'dan da görüldüğü gibi yoğurtlardaki en yüksek Zn değeri 5.04 mg/kg iken ayranlardaki en yüksek değeri ise 2.96 mg/l'dir. Çalışmamızda elde ettiğimiz Zn seviyesi yoğurt örneklerinin %17,5'u 4.0-6.0 ppm arasında iken ayran örneklerinin %12,5'u aynı ppm seviyeleri arasında tespit edilmiştir (Şekil 3.6).



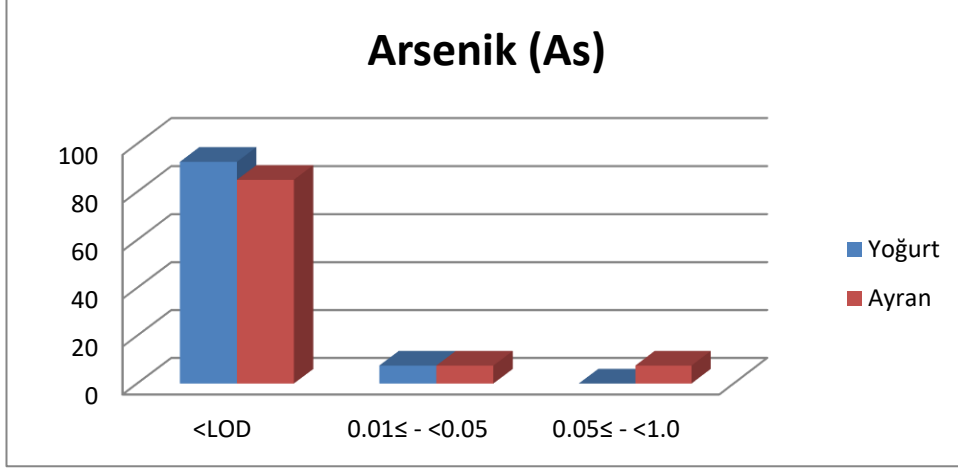
Şekil 3. 6: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Çinko (Zn) Seviyeleri (ppm)

3.7.Arsenik (As) :

Tablo 3. 7: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Arsenik (As) Seviyeleri (ppm)

Arsenik (As) Seviyesi				
Seviye (ppm)	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	37	92,5	34	85
0.01 ≤ - <0.05	3	7,5	3	7,5
0.05 ≤ - <1.0	0	0	3	7,5
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0		0	
Maksimum	0,01		0,07	

Arsenik analizi sonuçlarında elde edilen verilerle dikkat çeken noktalar şu şekildedir; yoğurt ve ayran numunelerinde tespit edilen As miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, yoğurt örneklerinde maksimum 0.01 ppm iken ayran örneklerinde 0.07 ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.7) Yoğurt örneklerinin %7,5'u 0.01-0.05 ppm arasında iken ayran örneklerinin %7,5'u 0.05-1.0 ppm seviyeleri arasında tespit edilmiştir (Şekil 3.7).



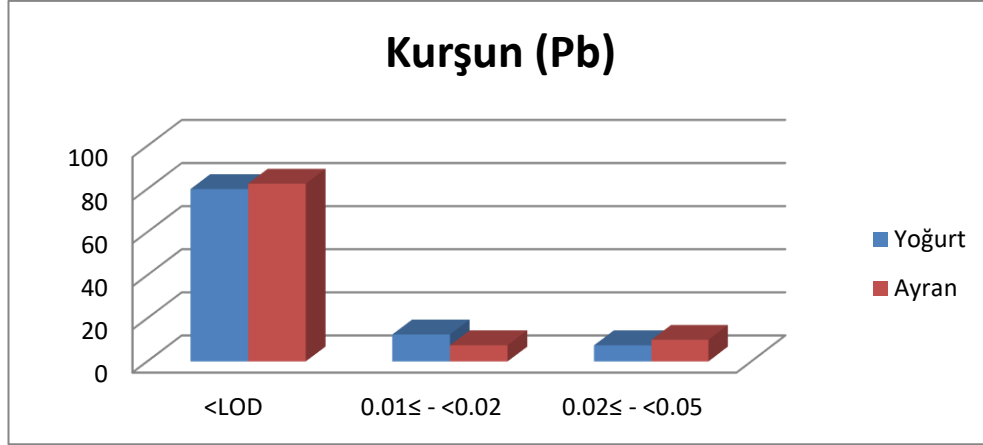
Şekil 3. 7: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Arsenik (As) Seviyeleri (ppm)

3.8.Kurşun (Pb):

Tablo 3. 8: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Kurşun (Pb) Seviyeleri (ppm)

Seviye (ppm)	Kurşun (Pb) Seviyesi			
	Yoğurt		Ayran	
	n	%	n	%
<LOD	32	80	33	82,5
0.01 ≤ - <0.02	5	12,5	3	7,5
0.02 ≤ - <0.05	3	7,5	4	10
Toplam	40	100	40	100
Minimum	0		0	
Maksimum	0,05		0,04	

Tüm yoğurt ve ayran numuneleri analizi sonucu bulunan en yüksek Pb değeri sırasıyla 0.05 mg/kg ve 0.04 mg/kg'dir.(Tablo 3.8). Yoğurt örneklerinin %7,5'u 0.02-0.05 ppm arasında iken ayran örneklerinin %10'u aynı ppm seviyeleri arasında tespit edilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3. 8: Yoğurt ve Ayran Örneklerinde Kurşun (Pb) Seviyeleri (ppm)

3.9.Kobalt (Co) ve Kadmiyum (Cd):

Yapılan analiz sonuçlarında yoğurt ve ayran örneklerinde Co ve Cd tespit edilmemiştir.

4.TARTIŞMA

Yapılan çalışma ile Afyonkarahisar il ve ilçelerinde tüketime sunulan yoğurt ve ayranlardan toplanan numunelerde Alüminyum (Al), Krom (Cr), Demir (Fe), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd) ve Kurşun (Pb) metallerinin varlığı ve miktarının belirlenmesi amacıyla ağır metal varlığı ICP-MS cihazı kullanılarak araştırıldı. Tüketimde önemli paya sahip olan bu yoğurt ve ayran çeşitlerinin, ağır metal varlıkları ve miktarları, aralarında kıyaslanarak değerlendirildi dolayısıyla bu yoğurt ve ayranların üretiminde ağır metal düzeylerini etkileyebilecek faktörlerin belirlenmesine katkıda bulunabilmesi amaçlandı.

Afyon il ve ilçelerinden elde edilen bulgular ağır metal varlığının araştırılması sonucunda yoğurt numunelerinde tespit edilen maksimum alüminyum miktarı 3,17 mg/kg iken ayran numunelerinden tespit edilen maksimum alüminyum miktarı ise 0,21 mg/kg 'dır. Yoğurt ve ayran örneklerindeki Al maksimum seviyesine bakıldığında ise sırasıyla 3,17 ppm ve 0,21 pmm olarak gözlemlenmiştir. Yoğurt örneklerinin %10'u 1,0-4,0 ppm arasında iken ayran örneklerinin %35'i 0,1-1,0 ppm seviyeleri arasında tespit edilmiştir. İtalya'da Crescenza ve Squacquerone isimli İtalyan peynirlerinde alüminyum içeriği 30-50 mg/kg olarak belirlenmiştir (Lante ve ark., 2006). Çalışmamızda elde edilen Al bu değerlerden oldukça düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi'nde (2002), yoğurt ve ayranlarda en yüksek alüminyum miktarı belirtilmemiş olup bazı gıda maddeleri (pasta ürünleri, bisküvi, bira, alkolsüz bira) için 2-15 mg/kg arasında bildirilmiştir. Örneklerde tespiti yapılan bulgular maksimum düzeyin altında kalmaktadır. Elde edilen verilere bakıldığında bulunan Al seviyelerinin, üretim ve muhafaza sırasında kullanılan materyallerden ya da paketlenme aşamasından kaynaklanabilir. Nitekim araştırmalar (Coni ve ark., 1996), alüminyum, kadmiyum, kurşun gibi bazı elementlerin çevresel kirlenmeyle ilişkili olduğunu ve süt ürünlerinin üretiminde kullanılan alet ve ekipmanlardan geçebildiğini belirtmektedir (Ayar ve ark., 2007).

Araştırma sonucu elde edilen Cr değerleri incelendiğinde, ayranlardaki elde edilen en yüksek krom içeriğinin, yoğurtlardaki en yüksek krom içeriğinden yüksek olduğu görüldü. Analiz sonucu 40 adet yoğurt örneklerinin maksimum Cr miktarı 0,01ppm iken 40 adet ayran örneklerinde bu seviye 0,03ppm olarak bulundu. Soylu ve Temiz (2011) Samsun ili civarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında süt numunelerinde Cr seviyesini 0,03 mg/ kg civarında saptamışlardır. Öksüztepe ve ark. (2013), 25 adet peynir çökeleği ve 25 adet kurut üzerinde totalde 50 adet örnekte yapılan çalışmalarda çökelekte saptanan Cr düzeyinin 0,06 mg/ kg ve kurut örneklerinde ise 0,09 mg/kg olarak tespit etmişlerdir. Yapılan çalışmalardaki Cr düzeyleri Afyon ilinde yapmış olduğumuz çalışmada saptanan değerlerden fazla miktardadır. Bu örneklerdeki düzeylerin önemli sebebi toprağın içeriği ve yapısı, hayvanların otladığı alanların sanayi bölgelerinin civarında bulunması ve sütün hayvanlardan sağımı sırasında oluşan bulaşmadan da olabileceği düşünülmektedir. Afyon ili ve ilçelerinden toplanan yoğurtlarda toplanan örneklerin ambalajlı olduğu ve kontrollü bir üretim gerçekleştirildiği dikkate alınırca gözlemlenen Cr düzeylerinin klasik elle sağimlardan ve dış etmenlerden bulaştığı söylenebilir. Tespiti yapılan Cr düzeylerinin bu bölgelerin otoyol ve sanayiye mesafeleri ile ilişkisi olabilir. Krom; bir takım tepkimelere girmesi sonucunda doğaya altı değerli olarak yayılmaktadır. Ayrıca Cr çelik yapımı sırasında da kullanılabilir (Kahvecioğlu ve ark., 2003). Organize sanayide farklı işletmeler de bulunmaktadır. Bunlardan; cam sanayi, çimento, inşaat malzemeleri, makine, kimya, lastik sanayi gibi alanlardır. Yapılan numunelerin değerlendirilmesi göz önüne alındığında ise Afyonkarahisar'da tüketime sunulan yoğurt ve ayranlardan toplanan numunelerde kayda değer bir ölçüde Cr kirliliğinin bulunmadığı görülmüştür.

Numunelerde tespit edilen demir miktarlarındaki bulgulara bakıldığında belirtilen ppm aralıklarda, yoğurtlardaki elde edilen en yüksek demir içeriğinin, ayranlardaki en yüksek demir içeriğinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu görüldü (Tablo 3. 3, Şekil 3. 3). Türk Gıda Kodeksi, Gıda Ürünlerinde Bazı Bulaşanların Limitlerinin Bulunması İle İlgili Tebliğde (Türk Gıda Kodeksi, 2002) bazı gıda ürünleri için olması gereken Fe 0,2 – 25 mg/ kg civarındadır. Bu çalışmadaki tespit edilen

düzeyleyler ise olması gereken değerler içerisinde olduğu saptanmıştır. zli ve ark. (2012), taze ve olgunlaşmış kaşarlarda Fe değerlerini sırasıyla 1,71 mg/kg ve 1,49 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu bulguların peynir yapım aşamasındaki alet ve ekipmanlar ile paketleme sırsında olabileceği, bundan dolayı bu seviyelerde normal sayılabileceği dūřüncesini ileri sürmektedirler.

Nikel miktarları belirtilen ppm aralıklarda incelendiğinde, yoğurtlardaki elde edilen en yüksek nikel içeriğinin, ayranlardaki en yüksek nikel içeriğinden yüksek olduğu görölse de ortalama değerleri aynıdır. (Tablo 3. 4, Şekil 3. 4). Birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmada da Ni değerlerinin düşük olduğu görölmüştür. Örneğin; Aslam ve ark. (2011)'nin yaptığı araştırmada, sığır ve keçi sütlerindeki Ni değerlerini sırasıyla 20,402 mg/L ve 22,394 mg/L düzeylerinde tespit etmişlerdir. Bu değerlerin yüksek çıkmasının nedeni sanayileşme bağlı olarak toprakta Ni seviyesinin yükselmesinden kaynaklı olabileceği gibi, kullanım sularına karışması sonucu olabileceğini ileri sürmektedirler. Kılıçel ve ark. (2003), Van ilinde yapılan otlu lor peynirlerinde Ni seviyesi 0,11 mg/kg, zli ve ark. (2012), yeni kaşardaki değer 0,26 mg/kg, olgunlaşmış kaşardaki değer ise 0,30 mg/kg, Soylu ve Temiz (2011), sığır sütlerinden alınan numunelerde ortalama Ni içeriği 0,49 mg/kg olarak saptanmıştır.

Analiz sonucu elde edilen Cu değerlerine bakıldığında yoğurt ve ayran olmak üzere sırasıyla maksimum değerlerini ppm cinsinden 0.22 ve 0.04 olduğu gözlemlenmektedir. Bulunan bu değerlerin yoğurt ve ayran üretimi ve yapım aşaması sırasında kullanılan malzemelerden, tarımsal ilalamalardaki bakır uygulaması sonucu hayvanın beslendiği yem ve otlardan da geçebilmektedir. Süt için Türk Gıda Kodeksi, Gıda Ürünlerinde Bazı Bulaşanların Limitlerinin Bulunması İle İlgili Tebliğde (Türk Gıda Kodeksi 2002) süttten elde edilen mamuller için bir limit değeri belirtilmemesine karşın bazı gıda ürünleri için 0,05 – 50 mg/kg limit değeri bildirilmektedir. Çalışmamızdaki yoğurt ve ayran numunelerinin Cu değerinin Türk Gıda Kodeksi' nde bildirilen tutarlar içerisinde olduğu saptanmıştır. Soylu ve Temiz (2011)' in araştırmasında bakır içeriğinin yaklaşık değerini 1,08 mg/ kg civarında

elde etmiştir. Öksüztepe ve ark. (2013), kurut ve çökeleğin numunelerinde Cu'nun çökelekteki düzeyini 1,13 mg/kg bulmuş ve kurut numunelerinde 2,44 mg/kg civarında belirtmiştir. Ankara'da gerçekleştirilen başka bir araştırmada ise Cu düzeyi süt için 4,30 mg/kg civarında belirtilmiş olup, Cu düzeyindeki farklılıklar numunelerin alındığı yerlerin çeşitliliğinden ayrıca araç yolu ve sanayilere mesafesi, tarımsal alanlarda bakırın fungusit olarak kullanılmasından kaynaklı süte dahil olabileceğini söylemişlerdir (Temurci ve Güner, 2006). Yapılan başka bir çalışmada ise Cu düzeyleri beyaz salamura peynirinde 1,44 mg/kg, tulum peynirinde 1,06 mg/kg, kaşarda 1,35 mg/kg düzeyinde tespit edilmiş ve bu düzeylerin peynir üretim aşamasındaki malzemelerden, tarımsal alanda fungusit olarak kullanılan Cu'dan kaynaklı olabileceğini söylemişlerdir (Yalçın ve Tekinşen, 2010).

Araştırmamızda elde ettiğimiz bulgulara göre; yoğurtlardaki en yüksek Zn değeri 5.04 mg/kg iken ayranlardaki en yüksek değeri ise 2.96 mg/l' dir. Türk Gıda Kodeksi (2002)'nin bildirdiği çeşitli gıda ürünlerindeki limit seviyelerini 2 – 50 mg/kg civarında olduğunu açıklamıştır. Çalışmamızda elde ettiğimiz düzeyler belirtilen aralıklar arasında olduğu anlaşılmıştır. Zn'nun oto sanayide, tarımsal besin gübreleri, cam endüstrisi, çimento sanayisi, metal yapımı, petrol ve plastik üretimi, sentetik madde, termik enerji santralleri ve çelik endüstrisi gibi birçok alanda kullanımı söz konusudur (Küçüköğlü, 1996). Sütlerin kontaminasyonu sağım esnasında sütün konulduğu kaplardan olabileceği gibi dışarıysından kaynaklı kontaminasyondan da olabilir. Yalçın ve Tekinşen (2010) kaşar, tulum ve salamura peynirlerinde yapılan çalışmalarda ise Zn düzeyleri sırasına göre 15,35 mg/kg, 15,96 mg/kg, 27,15 mg/kg civarında saptamışlardır. Öksüztepe ve ark. (2013)'da, Zn değerini çökelek ve kurut peynirinde sırasıyla 4,19 mg/kg ve 9,66 mg/kg civarında saptamışlardır. Enb ve ark. (2009) yapmış oldukları çalışmada, inek ile mandadan elde edilen süt numunelerinde Zn seviyesini 4,350 mg/kg, yoğurt numunelerinde 4,059 mg/kg, süt kremasında 19,570 mg/kg ve tereyağından alınmış olan örneklerde ise 29,363 mg/kg olarak bulmuşlardır. Yapmış olduğumuz çalışmadaki elde ettiğimiz Zn değerleri ile bu örneklerdeki Zn değerleri ile uyumludur. Şanlı (2002), sanayi bölgelerinde bulunan

havanın içeriğindeki çinkonun bir hayli fazla bulunabileceği ve element şeklindeki çinkonun toksik etkide bulunmayacağını bildirmektedir.

Yapılan çalışmada arsenik analizi sonuçlarında elde edilen maksimum düzey yoğurt örneklerinde 0,01 mg/kg iken, ayran örneklerinde ise maksimum değer 0,07 mg/kg tespit edilmiştir. Dünya’da bazı bölgelerde arsenik miktarının oldukça yüksek olduğu, ülkemizin yüksek arsenik içeriğine sahip ülkeler arasında bulunmadığı görülmektedir. Kadmiyum elementine benzer şekilde açıkta satılan ürünlerin arsenik içeriğinin ambalajlı ürünlerden oldukça fazla olması, açıkta satılan ürünlerde hijyen kurallarına uyulmamasının bir sonucu olabilir. Benzer bir araştırmanın bulgularını inceleyecek olursak; Ayar ve ark. (2007), Konya civarında süttten elde edilen mamullerin ağır metal seviyesi için yapılan çalışmalarında As değerlerini 0,146 mg/kg civarında bulmuş ve bu değer tereyağında diğer ürünlere göre fazla miktarda saptanmıştır. Türk Gıda Kodeksi (2002), gıda ürünlerinde As değerinin 0,1 – 1 mg/kg limit seviyesinde açıklamıştır. Yaptığımız araştırmalar neticesinde yoğurt ve ayran numunelerinin As düzeyleri sırasıyla 0,01 ve 0,07 arasında bulunmuş olup, yoğurtta bu değer olmasının nedeni yapıma aşamasında kullanılan alet, materyaller ve hayvanların yediği yemlerden kaynaklı olabileceği düşünülürken ayran numunelerindeki çıkan seviyelerin nedeni ise içerisine katılan su kaynaklarından olabilmektedir.

Tüm yoğurt ve ayran numuneleri analizi sonucu bulunan en yüksek Pb değeri sırasıyla 0.05 mg/kg ve 0.04 mg/l civarında tespiti yapılmıştır. Soylu ve Temiz (2011) in yapmış oldukları araştırmada yaklaşık Pb düzeyini süt numunesinde 0,04 mg/kg civarında bulmuşlardır. Özlü ve ark. (2012) olgunlaşmış kaşar ve taze kaşar peynirleri üzerindeki çalışmalarında sırasıyla kurşun düzeyi 1,60 mg/kg ve 2,25 mg/kg civarında saptamışlardır. Buldukları bu değer in süt üretiminin yapıldığı çiftlikler, peynir işletmeleri ile satış yerlerinin sanayi kuruluşlarına ve otoyollarına olan uzaklıklarıyla ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Özçetin ve ark. (2013) anne sütü üzerindeki ağır metal varlığı tespit çalışmaları üzerinde yapmış oldukları

araştırmada bulmuş oldukları ortalama Pb seviyesini 26,71 µg/L civarında saptamışlardır. Türk Gıda Kodeksi' nin (2008) hayvansal ürün ve bitkisel gıda ürünlerinde limit kurşun değerini 0,02 – 1,5 mg/kg civarında bildirmiştir. Afyon ili civarından alınan yoğurt ve ayran numunelerinde bulunan kurşun seviyeleri bu değerlerden düşük seviyelerdedir. Tüm örneklerin analizler sonuçları değerlendirildiğinde yoğurtta bulunan kurşunun önemli etkeni konulduğu kaplardan veya hayvanların yediği yemlerden kaynaklı olabileceken, ayran ise yapılması esnasında kullanılan su kaynaklarından olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan analiz sonuçlarında elde edilen verilerle yoğurt ve ayranlarda kesinlikle Co ve Cd değerlerine rastlanmamıştır. Co ve Cd değerlerinin analiz sonucunda bulunamaması insan sağlığı açısından olumlu bir sonuç olarak bulunmaktadır. Kılıçel ve ark. (2004), yapmış oldukları araştırmada otlu lor peynirlerinde Co miktarını ortalama 0,29 mg/kg değerindeyken, Benincasa ve ark. (2008) ise mandadan elde edilen sütlerde yapılan çalışmada Co değerini 2,10 µg/kg civarında ve inek sütünde yapılan araştırma da ise 1,44 µg/kg seviyesinde tespit etmişlerdir. Sunulan iki örnekteki araştırmalarda elde edilmiş olan Co seviyeleri yaptığımız çalışmada bulduğumuz Co seviyesinden yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Kadmiyum için yapılan çalışmada (Anonim, 2003) ise peynir numunelerinin % 50'sinde kadmiyum düzeyi 0,20 mg/kg olarak belirlenirken, Lante ve ark'nın (2006) İtalya'da gerçekleştirilen çalışmada, Crescenza ve Squacquerone taze peynirlerinde kadmiyum miktarı saptanamamıştır. Romanya'da değişik bölgelerden alınan peynir örneklerinde 0,003 ile 0,24 mg/kg arasında iken (Hura 2002), Yüzbaşı (2001) kaşar peynirlerinde ortalama kadmiyum miktarı 1,82 ppb (0,0182 mg/kg) olarak tespit edilmiş olup peynirlerdeki kadmiyum kontaminasyonu üzerinde, üretim yerlerinin sanayi bölgelerine yakın olması, kömür yakıtıyla ısınma sonucunda oluşan hava kirliliği, yapım aşamasında kullanılan plastik maddeler ve alet ve ekipmanlardaki deterjan kalıntıları sonucu etkili olabileceği görüşü bildirilmiştir. Elde etmiş olduğumuz bulgular Türk Gıda Kodeksi (2008)'nin bitkisel ve hayvansal gıdalar

(sığır, koyun, domuz, at, kanatlı eti, bu hayvanların karaciğeri ve böbreği, balık eti, kabuklular, tahıllar, soya fasulyesi, sebzeler ve meyveler, lifli sebzeler, taze otlar, saplı sebzeler ve patates v.b.) için açıklanan sınır değerlerden (0,05-1,0 mg/kg) düşük olup sağlık için bir risk oluşturmamaktadır.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde hızla ilerleme gerçekleşen sanayi ve çevre kirliliğine bağlı olarak, gıdalardaki ağır metal varlığı ciddi sağlık sorunlarına sebebiyet vermektedir. Bu çalışmada farklı perakende satış noktalarından ve açıkta tüketime sunulan yerlerden temin edilen 80 adet yoğurt ve ayran örneklerinde ağır metal varlıkları araştırılmıştır.

Sonuç olarak; Co ve Cd' a yoğurt ve ayran örneklerinde rastlanmamıştır. Fakat bunun yanında değişik seviyelerde Al, Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, Pb değerleri tespit edilmiştir. Ağır metal seviyeleri incelendiğinde genel olarak Türk Gıda Kodeksi'nde verilen sınırlar içinde yer aldığı görülmektedir. Bulunan değerler bakımından yoğurt ve ayran örneklerinin sağlık yönünden herhangi bir tehlike arz etmediği veya sağlıklı insan vücudu tarafından tolere edilebilir seviyelerde bulunduğu gözlemlenmiştir. Ürünlerin paketlenmesinde kullanılan malzemelerin de ağır metal bulaşına etkileri, yapılacak daha geniş kapsamlı araştırmalar ile ulaşılabilecek verilerle açıkça belirtilmelidir.

Bu amaçla özellikle üretim alanlarının ve kullanılan alet ekipman kimyasal atıklardan ve çevre kirliliği görülebilecek yerlerden uzakta olması sağlanmalıdır. Hayvanlara yedirilen yemlerin hazırlanmasında mümkün olduğunca kimyasal içerikli yem maddelerinden ve ilaçlardan kaçınılmalıdır. Bununla birlikte, kullanılan suyun ve katkı maddelerinin de kimyasallardan arınmış ve üretim yerlerinin hijyen kurallarına uygun olması zorunluluğu da bulunmaktadır. Bu konuyla ilgili olarak devletin aldığı önlemlerin yanında gerek üreticilerin ve gerekse tüketicilerin bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

ÖZET

Tüketime Sunulan Yoğurt ve Ayranlarda Ağır Metal Varlığının Araştırılması

Bu çalışmada kullanılan farklı markalara ait yoğurt ve ayran örnekleri Şubat-Haziran 2019 tarihleri arasında Afyonkarahisar il ve ilçelerinden temin edilmiş ve analiz için 40 adet yoğurt ve 40 adet ayran olmak üzere toplam 80 adet numune analize alınmıştır. Toplanan yoğurt ve ayran örneklerinde ICP-MS cihazı ile olabilecek ağır metal seviyelerinin bulunması amaçlanmış ve araştırmaların sonucu literatürdeki bilgilerle karşılaştırılarak değerlendirilmeye alınmıştır.

Yapılan çalışmalardaki yoğurtlarda yaklaşık olarak alüminyum (Al), krom (Cr), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As), kadmiyum (Cd) ve kurşun (Pb) seviyeleri sırasıyla: 0,40 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,32 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,03 mg/kg, 3,05 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg; ayranlar da ise 0,08 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,11 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,01 mg/kg, 1,66 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg olarak tespit edildi.

Yapılan değerlendirmelerin sonucuna bakıldığında Afyonkarahisar ili ve bazı ilçelerinden alınan numunelerdeki yoğurt ve ayranlardaki ağır metal seviyeleri Türk Gıda Kodeksinin (2002, 2008) belirlediği sınırlar içinde bulunduğu saptanarak bulunan değerlerin insan sağlığı bakımından önemli olabilecek bir kontaminasyonun olmadığı saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Afyonkarahisar, Yoğurt, Ayran, Ağır Metal, ICP-MS

SUMMARY

Investigation of Heavy Metal Presence in Yogurt and Ayran Offered to Consumption

Yogurt and ayran samples of different brands used in this study were obtained from Afyonkarahisar provinces and districts between February and June 2019 and a total of 80 samples, 40 yogurt and 40 ayran, were analyzed for analysis. It was aimed to investigate the presence of heavy metal in the collected yogurt and ayran samples with the ICP-MS device and the results obtained were compared with the literature information.

In the study, average values of aluminum(Al),chromium (Cr), iron (Fe), cobalt (Co), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd) and lead (Pb) were determined in yogurt:0,40 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,32 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,03 mg/kg, 3,05 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg;in ayran:0,08 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,11 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,01 mg/kg, 1,66 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg, 0,00 mg/kg respectively.

Considering the results obtained, it was determined that there was no contamination that could be harmful for human health by determining that the heavy metal levels in yogurt and ayran collected from Afyonkarahisar and its different districts were within the limits determined by the Turkish Food Codex (2002, 2008).

Key Words : Afyonkarahisar, Yogurt, Ayran, Heavy Metals, ICP-MS

KAYNAKLAR

- ABDULKHALİQ, A., SWAİLEH, K.M., HUSSEİN, R.M., & MATANİ, M. (2012). Levels of metals (Cd, Pb, Cu and Fe) in cow's milk, dairy products and hen's eggs from the West Bank, Palestine. *International Food Research Journal*, 19, 1089–1094.
- ADAM, R.C. (1971). Süt III. Çeşitli Ürünler ve Artıkları. *E.Ü.Z.F. Yayınları* No: 170. İzmir.).
- AKIN N, Ayar A, SERT D, ÇALIK N. Konya ilinin değişik bölgelerinden toplanan sütlerin ağır metal içerikleri üzerine bir araştırma. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, sayfa 355-358, 2003; İzmir.
- ALGAN G, TEKİNŞEN O C, GÖK V. Konya yöresi inek sütlerinde bazı ağır metal içeriklerinin saptanması. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu, sayfa: 359-362; 2003; İzmir.
- AL-OTHMAN, Z. A. (2010). Lead contamination in selected foods from Riyadh city market and estimation of the daily intake. *Molecules*, 15(10), 7482–7497.
- ANASTASIO, A., CAGGIANO, R., MACCHIATO, M., PAOLO, C., RAGOSTA, M., PAINO, S., & CORTESI, M. L. (2006). Heavy metal concentrations in dairy products from sheep milk collected in two regions of southern Italy. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 47(1), 69.
- ANONİM (2006). Organik Tarım Strateji Belgesi (Taslak), Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.Erişim: [http://www.tarim.gov.tr/arayuz/10/icerik.asp?efl=uretim/organiktarim/organik_tarim.htm&curdir=\uretim\organiktarim&fl=organiktarim_taslak_strateji.htm]. Erişim Tarihi: 15.04.2008.
- ANONİM (2009). Council Regulation (EEC) No 2092/91 of 24 June 1991 on Organic Production of Agricultural Products and Indications Referring Thereto on Agricultural Products and Foodstuffs (*OJ L 198, 22.7.1991, p. 1*). Erişim: [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1991R2092:20080514:EN:PDF]. Erişim Tarihi: 05.09.2009.
- ANONİM, 1980. Gıda maddeleri Tüzüğü.10.4. tarih ve 1956 sayılı Resmi Gazete. Ankara.

- ANONİM, 2002. Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. 2002; Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara;Tebliğ No: 2002/63.
- ANONİM, 2003. Gıda maddelerinde ağır metal ve pestisit kalıntıları. Auroville Innovative Urban Management, 2003; IND-015; Ekler, Nihai Rapor.
- ANONİM, 2008. Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. 2008; Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara;Tebliğ No: 2008/26.
- ANONİM, 2007. MEGEP. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi. Ayrar. Ankara.
- ANONİM, 2009. Doogh Bölgesi için Proje Döküman Standartı. İran İslam Cumhuriyeti Tarafından Hazırlanmış 5.Oturum. Tunus, Tunus.
- AKSOY, A , DUMAN, F , DEMİREZEN, D . (2000). Atmosferdeki Ağır Metallerin Tutulmasında Bitki Tüylerinin Rolü ve Ağır Metal Dağılımında Rüzgarın Etkisi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi , 16 (1) , 31-37 .
- ASLAM, B., JAVED I., KHAN F.H. (2011). "Uptake of heavy metal residues from sewerage sludge in the milk of goat and cattle during summer season." Pakistan Veterinary Journal 31.1: 75-77.
- AYAR A, SERT D, AKIN N. Konya'da Tüketime sunulan süt ve ürünlerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2007; 21 (41):58-64
- AYAR, A., SERT, D., & AKIN, N. (2009). The trace metal levels in milk and dairy products consumed in middle Anatolia—Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, 152(1-4), 1-12.
- BAKAR C., BABA A. (2009). Metaller ve İnsan Sağlığı: Yirminci Yüzyıldan Bugüne Ve Geleceğe Miras Kalan Çevre Sağlığı Sorunu, *Tıbbi Jeoloji Çalıştayı*, NEVŞEHİR.
- BARANOWSKA, I., BARCHANSKA, H., PYRSZ, A. (2005). Distribution of pesticides and heavy metals in trophic chain. *Chemosphere*, 60, 1590-1599.
- BARCELOUX, D.G. (1999). Chromium. *Clin. Toxicol*, 37:173-194.
- BAŞ I, DEMET Ö. Çevresel toksikoloji yönünden bazı ağır metaller. *Ekoloji Çevre Dergisi*, 1992; sayı: 5

- BAYŞU SÖZBİLİR, N., BAYŞU, N. (2008). Biyokimya, Güneş Tıp Kitabevleri, ANKARA.
- BEİKZADEH, S., EBRAHİMİ, B., MOHAMMADI, R., BEİKZADEH, M., ASGHARİ-JAFARABADİ, M., & FOROUMANDİ, E. (2019). Heavy Metal Contamination of Milk and Milk Products Consumed in Tabriz. *Current Nutrition & Food Science*, 15(5), 484-492.
- BENINCASA, C., LEVIS, J., SINDONA, G., TAGARELLI, A. (2008). The Use of Multi Element Profiling to Differentiate Between Cow and Buffalo Milk. *Food Chemistry*, 110: 257 – 262.
- BELİLES R V. Metals in Toxicology. The Basic Science of Poisons. L.J. Casarett & I. Ditil Eds. V MacmiUun Publ. Co, Inc., 1975; New York.
- BIGERSSON, B., STERNER, O., ZIMERSON, E. (1988) Chemie und Gesundheit "Eineverst 2nd liche Einführung in die Toxikologie", VCHVerlagsgesellschaft, , ISBN 3-527-26455-8.
- BURTON J H, GRİEVE D G, BRAVN H E, FRANK R. "Voluntary intake of shredded newsprint by dairy cows" can J. Anim sci, 1982; 62: 799-806 (sep)
- CAPCAROVA, M., HARANGOZO, L., TOTH, T., SCHWARCZOVA, L., BOBKOVA, A., STAWARZ, R., GUIDİ A., & MASSANYİ, P. (2017). Detection of selected trace elements in yogurt components. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 52(12), 858-863.
- CONCON, J.M. (1988). Marcel Dekker, Inc., New York. Food Toxicology. Part B: Contaminants and Additives.
- COOK JD. Iron deficiency the global perspective. *Adv Exp Med Biol*, 1994; 356: 219-228.
- CONI, E., BOCCA, B., & CAROLI, S. (1999). Minor and trace element content of two typical Italian sheep dairy products. *Journal of Dairy Research*, 66(4), 589-598.
- CONI, E., BOCCA, A., COPPOLELLI, P., CAROLI, S., CAVALLUCCI, C., & MARINUCCI, M. T. (1996). Minor and trace element content in sheep and goat milk and dairy products. *Food Chemistry*, 57(2), 253-260.
- ÇAKIR E.O. (2009). Türkiye'nin Farklı Bölgelerinden Toplanan Süt Örneklerinde Bazı Metal Düzeyleri. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, ANKARA

- DE ANDRADE, C. K., DE BRÍTO, P. M. K., DOS ANJOS, V. E., & QUINÁIA, S. P. (2018). Determination of Cu, Cd, Pb and Cr in yogurt by slurry sampling
- DEBECCA R W, MCKENZIE A D. Total diet study of lead and cadmium in food composites. Pre Liminary in Vestigations, J. AOAC International, 1992; 75: 386- 394 electrothermal atomic absorption spectrometry: A case study for Brazilian yogurt. *Food Chemistry*, 240, 268-274.
- DEMİRCİ, M., 1996. Beslenmemizde Sütün Önemi. *Süt Teknolojisi*, 1(2): 22 - 30.
- DEMİRÖZÜ-ERDİNÇ, B., & SALDAMLİ, I. (2000). Variation in some heavy metals during the production of white cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 53(3), 96-99.
- DOMİNGO, J.L. (1998). Developmental Toxicity of Metal Chelating agents. *Reproductive Toxicology*; 12: 499- 510.
- EL-BASSİONY, T. A., AMİN, W. F., & AHMED, E. O. Impact of heavy metal contamination on milk and underground water of the New Valley, Egypt. *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 10(8), 23-29.
- ELSON M, HASS M D. Toxic minerals and heavy metals. Healty World Online, 2001; <http://www.healty.net/asp/templots/article.asp?id=16608> headen title=Minerals and action, 17p
- EMRE, M., (2000). Nikelli Ve Nikelsiz Altın Alaşımlarının Geniş Bir Bileşim Aralığında Fiziksel, Kimyasal, Mekanik Ve Alerjen Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ENB, A., ABOU DONIA, M. A., ABD-RABOU, N. S., ABOU-ARAB, A. A. K., & EL-SENAİTY, M. H. (2009). Chemical composition of raw milk and heavy metals behavior during processing of milk products. *Global Veterinaria*, 3(3), 268–275.
- ER, C., SENKAL, B. F., & YAMAN, M. (2013). Determination of lead in milk and yogurt samples by solid phase extraction using a novel aminothioazole-polymeric resin. *Food chemistry*, 137(1-4), 55-61.
- FOOD-INFO. Food-Info.net is an initiative of Wageningen University, The Netherlands Last Update: 2008; <http://www.food-info.net/tr/metal/intro.htm>
- FOX,P.F., 1982.Developments in Dairy Chemistry-3 (Lactose and minor constituents). Elsevier Applied Science Publishers,405 p., London.

- GÜLER, Z. (2007). Levels of 24 minerals in local goat milk, its strained yogurt and salted yogurt (tuzlu yoğurt). *Small Ruminant Research*, 71(1-3), 130-137.
- GÜLSES K, TUNCAY A. Alüminyum, 2006; http://www.uted.org/dergi/2006/agustos/teknik_aluminyum.htm
- GÜVEN, A., KAHVECİOĞLU, Ö., KARTAL, G., TİMUR, S. (2004). Metallerin Çevresel Etkileri-III. TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası, *Metalurji Dergisi* 138: 64-71.
- HABASHİ, F. (1997) Handbook of Extractive Metallurgy, Volume II, WILEY-VCH, Germany.
- HARLIA, E., RAHMAH, K. N., & SURYANTO, D. (2018). Food safety of milk and dairy product of dairy cattle from heavy metal contamination. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 102, No.). IOP Publishing.
- HERNANDEZ, K., & PARK, Y. W. (2014). Evaluation of 20 macro and trace mineral concentrations in commercial goat milk yogurt and its cow milk counterpart. *Food and Nutrition Sciences*, 5(10), 889.
- HIZEL S, ŞANLI C. Çocuklarda beslenme ve kurşun etkileşimi. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 2006; 49: 333-338
- HINGLEY A T. Preventing childhood poisoning. FDA Consumer, 1996; 30(2): 6p
- HURA C. Chemical contaminants in Romania. Ed. CERMI, 2002; Iasi, Romania
- İŞIKLI, B., DEMİR, T.A., ÜRER, S.M., BERBER, A., AKAR, T VE KALYONCU, C. (2007). Bir Kırsal Alan Yerleşiminde Kadmiyum Maruziyeti. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi (2007): 23-28.
- İSTANBULLUOĞLU, H., OĞUR, R., TEKBAŞ, Ö. F., & BAKİR, B. (2013). Süt ve süt ürünlerinde ağır metal kirliliği. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 33(2), 410-419.
- JOHN H., DUFFUS, HOWARD G.J. (1996). Worth, "Fundamental toxicology for chemists". Cambridge, UK: Royal Society of Chemistry Information Services.
- KAÇAR O. Topraklardaki ağır metal kirliliği ve uzaklaştırma olanakları. U.Ü. Fen Bilimleri Ens, 1998; Bursa
- KAHVECİOĞLU Ö, KARTAL G, GÜVEN A, TİMUR S. Metallerin çevresel etkileri -1. 2003; www.metalurji.org.tr/dergi/dergi136/d1364753.pdf

- KAN, F., & KÜÇÜKKURT, İ. (2018). Afyon Manda Kaymağı ve Kaymakaltı Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin ICP-MS ile Araştırılması. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 11(4), 447-453.
- KARA, R., ACARÖZ, U., GÜRLER, Z., İNCE, S., & ARSLAN-ACARÖZ, D. (2018). Manda Sütlerinde ICP-MS ile Metal ve Ağır Metal Seviyelerinin Belirlenmesi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 11(4), 468-471.
- KARTAL, G., GÜVEN, A., KAHVECİOĞLU, Ö., TİMUR, S. (2004). Metallerin Çevresel Etkileri, *Metalurji Dergisi*, 137: 46 – 51.
- KAYA, G., AKDENİZ, I., & YAMAN, M. (2008). Determination of Cu, Mn, and Pb in yogurt samples by flame atomic absorption spectrometry using dry, wet, and microwave ashing methods. *Atomic Spectroscopy*, 29, 99–105.
- KHAN, N., JEONG, I. S., HWANG, I. M., KİM, J. S., CHOİ, S. H., NHO, E. Y., ... & KİM, K. S. (2014). Analysis of minor and trace elements in milk and yogurts by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). *Food chemistry*, 147, 220-224.
- KILIÇ, M., & ÖZKAYA, O. (2017). Çiğ Süt Örneklerinde Ağır Metal ve Metal Kontaminasyonlarının Belirlenmesi ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 16(1), 1-10.
- KILIÇEL, F., TARAKÇI, Z., SANCAK, H., DURMAZ, H. (2004). Otlı Lorların Mineral Madde ve Ağır Metal İçerikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 14(1): 41- 45.
- KOLLER K, BROWN T, SPURGEN A, LEVV V. Recent developments in low-level lead exposure and intellectual impairment in children. *Environ Health Perspect*, 2004; 112: 987-994
- KÖSE, Ş., 2009. Depolama Süresi Boyunca Kış Yoğurtlarında Meydana Gelen Değişiklikler (Yüksek Lisans Tezi). Van YYÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- KURT, A., 1995. Yoğurdun Tarihçesi ve Yeryüzünde Yayılışı, III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları No:548, Ankara, 23-25.
- KÜÇÜKOĞLU, M. (1996). Zebra Balığının (*Brachydanio rerio*) Embriyolojik Gelişimi Üzerine Kadmiyum Klorür ve Çinko Klorür gibi Çevre Kirleticilerinin Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

- LANTE A, LOMOLINO G, CAGNIN M, SPETTOLI P. Content and characterisation of minerals in milk and in Crescenza and Squacquerone Italian fresh cheeses by ICS-OES. *Food Control*, 2006; 27: 229-233.
- LUIS, G., RUBIO, C., REVERT, C., ESPINOSA, A., GONZÁLEZ-WELLER, D., GUTIÉRREZ, A.J., & HARDISSON, A. (2015). Dietary intake of metals from yogurts analyzed by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *Journal of Food Composition and Analysis*, 39, 48-54.
- MARKERT, B. (1993). Plant as biomonitors: Indicators for heavy metals in the terrestrial environment, B.Markert (ed), VCH Weinheim, New York/Basel/Cambridge.
- METİN, M., 2003. *Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi*. Beşinci Baskı.E.Ü.Müh. Fak. Yay. No:33, 769.
- ÖKSÜZTEPE, G., İNCİLİ, K.G., UYSAL, A.İ. (2013). Elazığ'da Satılan Çökelek ve Kurutların Mineral Madde ve Ağır Metal Düzeyleri. E – *Jornal New World Science Academy*. 8 (3), 1 – 9.
- ÖZÇETİN, M., YILMAZ, R., MENDİL, D., KOÇYİĞİT, R., ÇEDİK KULAK, D. (2013). Presence of Toxic Heavy Metals in Human Breast Milk. *Journal of Clinical and Analytical Medicine*, 4 (2): 89 – 92.
- ÖZRENK E. Van ili ve ilçelerinde üretilen inek sütlerinin ağır metal kirlilik düzeyi ve bazı mineral madde içerikleri. Doktora Tezi, 2002; Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Van.
- ÖZLÜ, H., ATASEVER, A.M., URÇAR, S., ATASEVER, M. (2012). Erzurum'da Tüketime Sunulan Kaşar Peynirlerinin Mineral Madde İçeriği ve Ağır Metal Kontaminasyonu. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 18 (2): 205 – 208
- ÖZTURAN, K., & ATASEVER, M. Süt ve Ürünlerinde Mineral Maddeler ve Ağır Metaller. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 13(2), 229-241.
- PECAR, D., SLEMNIK, M., & GORSEK, A. (2011). Testing the corrosion resistance of stainless steels during the fermentation of probiotic drink. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 1293-1297.
- QIN, L. Q., WANG, X. P., LI, W., TONG, X., & TONG, W. J. (2009). The minerals and heavy metals in cow's milk from China and Japan. *Journal of health science*, 55(2), 300-305.

- RALOFF J. Even low lead in kids has a high IQ. *Cost. Science News.*, 2001; 159(18), p227
- REZAEİ, M., DASTJERDİ, H. A., JAFARİ, H., FARAHİ, A., SHAHABİ, A., JAVDANİ, H., TEİMOORY, H., YAHYAEİ, M. & MALEKİRAD, A. A. (2014). Assessment of dairy products consumed on the Arakmarket as determined by heavy metal residues. *Health*, 6(05), 323.
- RODRÍGUEZ, E. R., URETRA, E. D., & ROMERO, C. D. (1999). Concentrations of cadmium and lead in different types of milk. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A*, 208(3), 162-168.
- SALDAMLI İ. Gıda kimyası, Hacettepe Üniv.Yayınları, 1998; 527 s, Ankara
- SOYLU, A., TEMİZ, H. (2011). Samsun'da Sanayi Emisyonlarının Yöre Sığır Sütlerinin Ağır Metal İçeriğine Etkisi. Samsun Sempozyumu.
- ŞAHAN Y, BAŞOĞLU F. Ağır metal iyonlarının insan sağlığına etkisi. *Dünya Gıda*, 2003; 8(3): 70-76
- ŞANLI, Y. (2002). Veteriner Klinik Toksikoloji, Güngör Matbaacılık, Ankara.
- ŞEKER, P., ve PATIR, B., 2011. Kısa ve uzun ömürlü ayranlarda potasyum sorbat uygulamasının mikrobiyolojik kaliteye etkisi. *F.Ü.Sağ.Bil. Vet. Derg.* 25(1):23-30.
- TARAKCI, Z., & DAĞ, B. (2013). Mineral and heavy metal by inductively coupled plasma optical emission spectrometer in traditional Turkish yogurts. *Int. J. Phys. Sci*, 8(19), 963-966.
- TAYAR M, KORKMAZ N H. Beslenme ve sağlıklı yaşam. Bursa, AKMAT, 2004, s.79- 85
- TEMURCİ, H., & GÜNER, A. (2006). Ankara'da tüketime sunulan süt ve beyaz peynirlerde ağır metal kontaminasyonu. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1(2), 20-28.
- TONA, G. O., ADETUNJI, V. O., AMEEN, S. A., & IBIKUNLE, A. O. (2013). Evaluation of lead and cadmium heavy metal residues in milk and milk products sold in ogbomoso, Southwestern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(2), 168.
- TUNCAY, Y. (2007). Kovada Gölü'nde Yaşayan Istakozlarda (*Astacus leptodactylus* Eschscholtz, 1823) Ağır Metal Birikiminin incelenmesi.

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 51s, Isparta.

VURAL H. Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikler. Ekoloji Çevre Dergisi,1993; SAYI: 8

VURAL, N. 1984. Toksikoloji. Metalik zehirler,Çevremizde ve endüstrimizde bulunan önemli toksik maddeler., A.Ü. Eczacılık Fakültesi Yayınları:53, 416 s., Ankara.

YALÇIN, Ö., TEKİNŞEN, K.K. (2010). Konya’da Tüketime Sunulan Salamura, Tulum ve Kaşar Peynirlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Araştırılması. Etlik Vet. Mikrobiyol. Derg., 21:5 – 10.

YAYGIN, H., 1981. Yoğurdun Beslenme Değeri ve Sağlıkla İlgili Özellikleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Gıda dergisi* 6(5): 17 - 22.

YAYGIN, H., 1999. Yoğurt Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi Yay. No: 75, Akdeniz Üniversitesi Basımevi, Antalya, 331.

YILDIZ, N. (2004). Toprak ve Bitki Ekosistemindeki Ağır Metaller. ZT-531. Yüksek Lisans Ders Notları. Erzurum.

YÜZBAŞI, N. (2001). *Kaşar peynirinde bazı ağır metallerin düzeyi ve prosesdeki değişimi*. Doktora Tezi,Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

YÜZBAŞI N., SEZGİN E. (2002). Süt Ve Ürünlerindeki Metalik Kontaminantların Toksikolojik Etkileri, *Gıda* 27 (2): 121-127.

ZHELJAZKOV, V.D., NIELSEN, N.E. (1996). Effect of Heavy Metals on Peppermint and Commint. *Plant and Soil*. 178 (1): 59-66.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Hacer GÖRDES BAŞ
Doğum Yeri ve Yılı :Merkez/Afyon 08.05.1992
Medeni Hali :Bekar
Yabancı Dili :İngilizce
E-posta : hacergordes@hotmail.com

Eğitim Durumu:

Lise : Afyon Gazi Anadolu Meslek Lisesi - Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi - Gıda Mühendisliği
Tezsiz Yüksek Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi - İş Güvenliği