

**TRAKYA BÖLGESİNDE SATILAN KAŞAR  
PEYNİRLERİNDE AĞIR METAL ARANMASI**

**Bengi Eren ÖZTÜRK**

**Yüksek Lisans Tezi  
Gıda Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof Dr. Osman ŞİMŞEK**

**2009**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TRAKYA BÖLGESİNDE SATILAN KAŞAR PEYNİRLERİNDE**  
**AĞIR METAL ARANMASI**

**Bengi Eren ÖZTÜRK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN : PROF.DR. OSMAN ŞİMŞEK**

**TEKİRDAĞ – 2009**

**Her hakkı saklıdır**

Prof.Dr. Osman ŞİMŞEK danıŐmanlıđında, Bengi Eren ÖZTÖRK tarafından hazırlanan bu çalışma 03/03/2009 tarihinde aŐađıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri BaŐkanı : Prof.Dr. Osman ŞİMŞEK *İmza :*

Üye : Doç Dr. Ahmet İSTANBULLUOğLU *İmza :*

Üye : Yrd.Doç.Dr. İsmail YILMAZ *İmza :*

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Enstitü Müdürü

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Trakya Bölgesi' nde Satılan Kaşar Peynirlerinde Ağır Metal Aranması

Bengi Eren ÖZTÜRK

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman Şimşek

Araştırmada, Trakya Bölgesi'nde satışa sunulan taze kaşar peynirlerinden toplam 50 adet numune toplanmış ve örneklerin kurşun, kalay, bakır ve cıva olmak üzere ağır metal analizleri yapılmıştır. Örnekler basınç altında mikrodalga fırında yağ yakma metodu ile hazırlanarak, mineral maddeleri atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda kaşar peynirlerindeki ağır metal değerleri ortalama olarak, kurşun (Pb) 0.0600 ppm, kalay (Sn) 0.0366 ppm, bakır (Cu) 0.5036 ppm, cıva (Hg) 0.0214 ppm olarak bulunmuştur. Bakır ve kalay ölçümleri tüm numunelerde limit değerinde altında kalmış, kurşun ve cıva ölçümleri ise bazı numunelerde limit değerinin üstünde bulunmuştur.

**Anahtar kelimeler:** Kaşar peyniri, ağır metal, Trakya bölgesi, insan sağlığı

2009, 40 sayfa

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

Heavy Metal Analysis in Kashar Chese Being Sold in Trakya Region

Bengi Eren ÖZTÜRK

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman Şimşek

In this research, 50 samples of kashar cheese were studied of which are produced and sold in Trakya region, for heavy metal analysis as Lead (Pb), tin (Sn), copper (Cu) and mercury (Hg). Mineral contents of samples were analysed after burning in a microvawe oven by Atomic Absorbtion Spectrophotometer (AAS). As a result of this study, heavy metal contents of 50 samples in average found as; lead (Pb): 0.0600 ppm, tin (Sn): 0.0366 ppm, copper (Cu): 0.5036 ppm, mercury (Hg): 0.0214 ppm. Analysis also indicated that all results in copper and tin are under limit levels whereas some results in lead and mercury are over these limits..

**Keywords:** Kashar cheese, heavy metals, Trakya region, human health

**2009, 40 pages**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
<b>1.GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1 Peynirin Tarihçesi.....	1
1.2 Kaşar Peyniri.....	1
1.2.1 Özellikleri.....	2
1.2.2 Üretim Aşamaları.....	3
<b>2.KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>7</b>
2.1 Ağır Metaller.....	7
2.2 Ağır Metalin Bulaşma Kaynakları.....	7
2.3.Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkisi.....	8
2.4 Araştırmaya Konu Olan Metaller Hakkında Genel Bilgi.....	9
2.4.1 Kurşun.....	9
2.4.2 Bakır.....	11
2.4.3 Kalay.....	14
2.4.4 Cıva.....	15
<b>3.MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>18</b>
3.1 Materyal.....	18
3.2 Yöntem.....	18
3.2.1 Örneklerin Hazırlanması.....	18
3.2.1.1 Numuneler İçin Yaş Yakma Yöntemi.....	18
3.2.2 Mikrodalga Fırınında Yaş Yakmadan Sonra Metallerin Atomik Absorpsiyon Spektrofotometre ile Belirlenmesi.....	19
3.2.3. İstatistik Değerlendirmeler.....	19
<b>4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....</b>	<b>20</b>
4.1 Kurşun Miktarı.....	20
4.2 Bakır Miktarı.....	23
4.3 Kalay Miktarı.....	26
4.4 Cıva Miktarı.....	29
4.5 Korelasyon.....	32
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>33</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>34</b>
ÖZGEÇMİŞ.....	37
TEŞEKKÜR.....	38

## ŒEKİLLER DİZİNİ

		Sayfa No
<b>Œekil 1</b>	Kaşar peyniri üretim akış Œeması	3
<b>Œekil 2</b>	Kaşar peyniri numunelerinde kurşun (Pb) miktarı grafiği	21
<b>Œekil 3</b>	Kaşar peyniri numunelerinde bakır (Cu) miktarı grafiği	24
<b>Œekil 4</b>	Kaşar peyniri numunelerinde kalay (Sn) miktarı grafiği	27
<b>Œekil 5</b>	Kaşar peyniri numunelerinde cıva (Hg) miktarı grafiği	30

## ÇİZELGELER DİZİNİ

		Sayfa No
<b>Çizelge 4.1.1</b>	Kaşar peyniri kurşun (Pb) içerikleri	20
<b>Çizelge 4.1.2</b>	Kaşar peynirlerinde kurşun (Pb) miktarı varyans analizi	21
<b>Çizelge 4.1.3</b>	Kaşar peynirlerinde kurşun (Pb) içeriklerinin Duncan testine göre dağılımları	22
<b>Çizelge 4.2.1</b>	Kaşar peyniri bakır (Cu) içerikleri	23
<b>Çizelge 4.2.2</b>	Kaşar peynirlerinde bakır (Cu) miktarı varyans analizi	24
<b>Çizelge 4.2.3</b>	Kaşar peynirlerinde bakır (Cu) içeriklerinin Duncan testine göre dağılımları	25
<b>Çizelge 4.3.1</b>	Kaşar peyniri bakır kalay (Sn) içerikleri	26
<b>Çizelge 4.3.2</b>	Kaşar peynirlerinde kalay (Sn) miktarı varyans analizi	27
<b>Çizelge 4.3.3</b>	Kaşar peynirlerinde kalay (Sn) içeriklerinin Duncan testine göre dağılımları	28
<b>Çizelge 4.4.1</b>	Kaşar peyniri cıva (Hg) içerikleri	29
<b>Çizelge 4.4.2</b>	Kaşar peynirlerinde cıva (Hg) miktarı varyans analizi	30
<b>Çizelge 4.4.3</b>	Kaşar peynirlerinde cıva (Hg) içeriklerinin Duncan testine göre dağılımları	31
<b>Çizelge 4.5.1</b>	Kaşar peynirinde korelasyon	32



# 1.GİRİŞ

## 1.1 Peynirin Tarihçesi

Peynir, farklı çeşitlikteki aroma, tat, yapı ve şekle sahip bir grup fermente süt ürünü için kullanılmaktadır. Dünyada 1.000'den fazla çeşide sahip peynir ile ilgili elde somut bir tarihsel kanıt olmamakla birlikte peynirin ilk kez bundan yaklaşık 8.000 yıl önce Mezopotamya veya İndus vadisinde çobanlar tarafından üretildiği sanılmaktadır.

Hayvanların ehlileştirilmesi Asya'da başlamıştır. Buradan göç ederek Avrupa'ya yerleşenler, beraberlerinde ehlileştirdikleri hayvanları da getirmişlerdir. Avrasya'nın özellikle sütün önce tesadüfen ekşimesi ardından da bilinçli bir şekilde ekşitilmesi yoluyla peynirin ilk üretildiği bölge olduğu, Tatarlar'ın, Kırgızlar'ın, Kalmuklar'ın, Tibetliler'in ve Persler'in de Babilliler veya İbraniler'den daha önce peynirle tanışmış oldukları söylenmektedir.

Asya dışındaki coğrafyada ise İ.Ö. 5.000'de İtalya, Güney Fransa ve Kuzey Afrika'da ilk kez evcil koyun ve keçiye rastlanmaktadır. Tuna Vadisi ve Balkanlar'da yaşayan topluluklar, İ.Ö. 4.000'de Avrupa'yı inekle tanıştırmıştır.

İtalya ve Fransa'da yapılan kazılarda ortaya çıkarılan "süt keşiğini süzme kapları", bu ülkelerde İ.Ö. 2.800 yıllarında ilkel peynircilik yapıldığını göstermektedir.

## 1.2 Kaşar Peyniri

Peynir, süt proteini kazeinin peynir mayası ve/veya peynir kültürü ile pıhtılaştırılması ve bu pıhtıdan peynir suyunun ayrılmasıyla elde edilen fermente bir süt ürünüdür. Peynir suyu ayrıldıktan sonra tuzlu peynirler için tuzlama aşamasına gelmektedir. Tuzlama, peynirin yüzeyine kuru tuzlama şeklinde veya peynir salamuraya daldırılarak yapılabilir.

Takip eden basamak olgunlaştırmadır; peynir taze olarak tüketilebileceği gibi belirli bir olgunlaştırma periyodunu takiben de tüketilebilmektedir.

Yukarıdaki üretim basamaklarına ait teknik parametrelere bağlı olarak farklı çeşitlerde

peynir elde edilmektedir.

Diğer fermente süt ürünleri gibi peynir de canlıdır. Raf ömrü boyunca peynirin duyuşal, yapısal ve kimyasal özelliklerinde çeşitli değişiklikler görülebilmektedir. Bu değişikliklerin minimumda tutulması için peynirlerin genel olarak 6-8°C'lik sıcaklıklarda tutulması gereklidir.

Kaşar peyniri, zengin bileşimi ve sevilen lezzeti ile Balkanlara ve bize özgü bir ürün olma özelliği ile önemli bir gıda maddemizdir. Ülkemizde Kars, Erzurum, Muş gibi Doğu illerinde ve Kırklareli, Edirne, Tekirdağ gibi Batı illerinde koyun sütünden üretilmektedir.

Kaşar peyniri, dilimlenebilen yarı sert bir peynir çeşididir ve ülkemizdeki temel özelliği, telemenin belli düzeyde asitleştirilmesinin ardından sıcak suda haşlanıp yoğrulmasıdır. Taze ve eski kaşar olarak iki çeşide ayrılmıştır. Bu iki çeşit arasındaki en önemli fark; eski kaşar peynirinde geleneksel üretim yöntemlerinin kullanılıp belirli koşullar altında en az 90 gün olgunlaştırıldıktan sonra, taze kaşar peynirinin ise pastörize süt kullanılması şartı ile 30 gün olgunlaşma işleminden sonra satışı sunulmasıdır. (Nisan 1999, TS 3272 sayılı kaşar peyniri standardı)

### 1.2.1 Özellikleri

Dış Görünüş → Düzgün, kehribar sarısı renğinde sert, çok kalın olmayan bir kabuğu vardır. Kaşar somunun kenar kısımları hafif şişkindir.

İç Görünüş → Sarımsı beyaz-sarı renklidir. Genelde göz içermez ya da çok az göz içerir.

Konsistens → Orta düzeyde katı ve fakat biraz esnektir.

Koku ve Tat → Hafif tuzlu, dolgun ve oldukça keskindir.

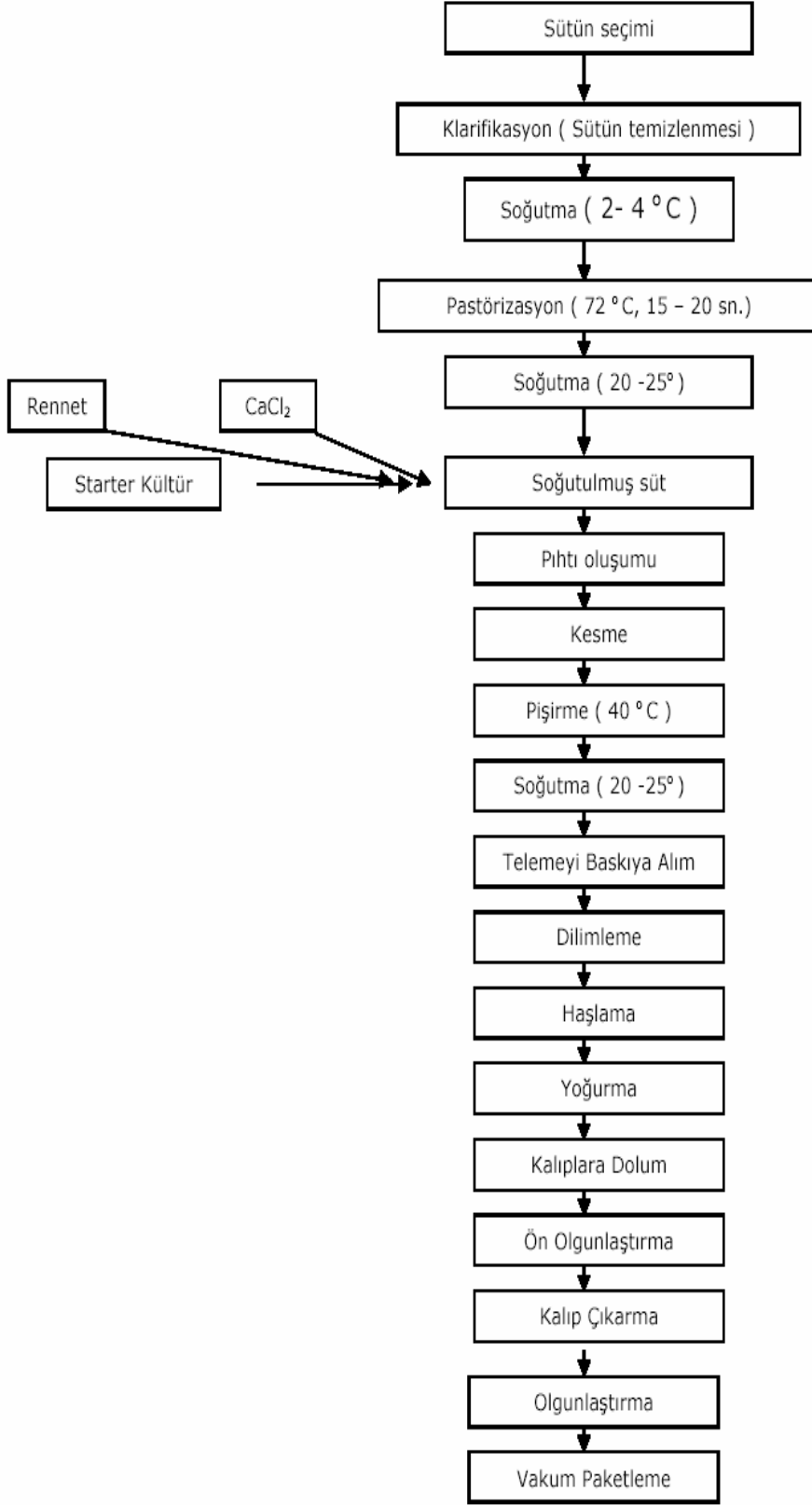
Kuru madde oranı = % 58-60

Kurumaddede yağ = %45-48

Tuz NaCl = %3-5

Kaşar peyniri, dilimlenebilir yarı sert peynirlerden olup pasta filata ( plastik teleme) grubunda yer alır. Bu grup peynirlerin bilinen en temel özelliği, telemenin belirli düzeyde asitleştirilmesinin ardından sıcak suda haşlanıp yoğrulmasıdır (Tayar 1997).

## Kaşar Peyniri Üretim Akış Şeması



Şekil 1- Kaşar Peyniri Üretim Akış Şeması

## 1.2.2 Üretim Basamakları

\* Peynire işlenecek süt 72 -74 °C ' de 15 saniye veya 35 °C ' de 30 dakika süreyle pastörize edilip, mayalama sıcaklığına soğutulur.

\* Soğutulmuş süte %0,5 starter kültürü ve % 0,01 0,015 ( 10 -15 g / 100lt süt) kalsiyum klörür atılır.

\* Süte, 30 -35 dakika süreyle ön olgunlaştırma yapıldıktan ve pH değeri 6.40 derecesine ulaşıktan sonra yaklaşık 45 dakika da pıhtı kesim olgunluğunu kazanacak ölçüde peynir mayası atılır.

\* pH seviyesi 6.30' lara ulaşan pıhtı için kesme işlemine başlanır. Önce 1,5 2,0 cm boyutlarında kesilip, 5 -10 dakika dinlendirilen pıhtı daha sonra 6 -7 mm boyutlarına ulaşınca kadar kırılır. Yaklaşık 5 dakika kendi halinde bırakılarak pıhtı tanelerinin çökmesi sağlanır.

\* Pıhtının üzerine cendere bezi serilir ve üste çıkan peynir suyunun bir bölümü yani teknedeki süt miktarının yaklaşık % 30 kadarı çekilir. Ya da peynir suyu teknenin özel filtresi ile boşaltılır.

\* Teknede kalan pıhtı + peynir suyu, yavaş yavaş 10 dakika karıştırılır. Bu sırada, teknenin çeperleri arasında bulunan buhar borularına buhar verilerek sıcaklık yavaş yavaş 36 – 40 °C' ye kadar yükseltilir. Sıcaklık belirtilen düzeye ulaşıktan sonra karıştırma işlemi 15 dakika kadar daha sürdürülür. Söz konusu ısıtma sırasında 3 -4 dakika da 1 °C derece sıcaklık artışı olacak ve bu işlem yarım saatte tamamlanacak şekilde uygulama yapılır. Bu işlemle pıhtı tanelerinin çeperleri sertleşir, kasılma nedeniyle peynir suyunun ayrılması kolaylaşır ve asitlik artışı teşvik edilir.

\* Yeterli düzeyde su verilerek sertleşen teleme (bir pompa aracılığı ile) presleme ünitesine aktarılır. Bazı sistemlerde kendi özel presi ile tekne içinde preslenir. Presleme başlangıcında pH 5.9- 6.15' tir. Sıcak mevsimlerde asitlik çok hızlı geliştiği için teleme, baskılama ünitesine aktarılmadan önce soğuk su ile yıkanabilir. Böylece kalan laktoz uzaklaştırılır, aşırı asitlenme

önlenebilir. Baskılamada, 1 kg teleme için başlangıçta 1 kg ağırlık uygulanır. Sonra bu değer, yavaş yavaş arttırılarak 15 kg'a kadar çıkartılabilir. Baskılama işleminin yapıldığı yerin sıcaklığı 15 -20 °C toplam presleme süresi 1-2 saat kadardır. Baskılama sonrasında telemenin pH değeri 5.25 – 5.30' a ulaşır.

\* Preslenen teleme, uzunluğu 25 -30 cm genişliği 15- 20 cm olan bloklar halinde kesilir ve üzerleri örtülerek 15 -20 °C derecede fermentasyona bırakılır. Telemenin pH değeri 5,0 (60 - 65 SH) seviyelerine ulaştığında haşlama aşamasına geçilir.

\* Fermantasyon işleminden sonra teleme, içinde % 5 -6 tuzlu sıcak (72 -75 °C veya 83 -85 °C) salamura bulunan haşlama kazanına yerleştirilir. Haşlama suyunun asitliği 10 SH olmalıdır. Asitlik derecesi belirtilen değeri geçerse, haşlama sürecinde telemeden madde kaybı artar.

\* Özellikle teknolojik alt yapısı gelişmiş işletmelerde haşlama ve yoğurma işlemi için geliştirilmiş düzeneklerden yararlanır. Teleme bloklarını yaklaşık 0,5 cm kalınlıkta doğrayan, kendi kazanında haşlayıp plastik özellik kazandıran, yoğurup kalıplayan ve agregat yahut kaşkaval makineleri olarak tanımlanan sistemler kullanılır. Bunlardan direkt sistem olarak bilineni, teleme kıyıcı, elevatör, haşlama kazanı, yoğurma ünitesi ve kalıplama bölümlerinden oluşur. Haşlama kazanının alt bölümünde bulunan sıcak tuzlu suyun, kazanın üst kısmındaki helezonlar aracılığı ile ilerleyen ham peynire temasıyla peynirin hamur haline gelmesi sağlanır. Kalıplama bölümünde ise peynire suyun homojen bir şekilde yedirilmesi ve peynir lifli yapısının geliştirilmesi sağlanır. Kalıplama bölümünde ise, hamur halindeki peynirin istenilen gramajda kalıplara dolumu sağlanır.

\* Kalıplanan peynirler 12 -24 saat dinlendirilerek soğumaya bırakılır ve bu süreçte kalıplara yerleştirildikten 5 -10 dakika sonra çevrilip ters yüz edilirler. Çevirme işlemi 1 -2 saat içerisinde 5 -6 kez yinelenerek şeklin düzleşmesi sağlanır. Bu arada peynirler henüz sıcak iken birkaç yerinden ince şişlerle delinerek kitledeki gazların çıkması sağlanır. Şişleme işlemi, vurgulandığı gibi peynirler soğumadan gerçekleştirilir, aksi işlemi şiş izleri kapanmaz ve küflenme olasılığı artar.

\* Kalıplarda yaklaşık 1 gün süreyle sarartma odasında bekletilen peynirler taze kaşar halinde satışa sunulacak ise, kalıplarından çıkartılarak yüzey kurutma odasındaki raflara belirli aralıklar bırakılarak dizilirler. Sabah ve akşam birer kez olmak üzere altları kurularak

çevrilirler. Genelde 1.hafta sonunda potasyum sorbat içeren çözelti ile yıkandıktan sonra 1 gün daha bekletilirler. Nihayet, ambalajlanarak soğuk depoya taşınırlar.

\* Ancak olgun kaşar üretimi söz konusu ise, ham kaşarlar kalıplarından çıkartılarak 16 -18 °C de ve % 85 -90 bağıl nemli koşullarda tuzlanırlar, bu amaçla ilk gün peynirler, altlarına ve üzerlerine kuru tuz serpilerek yan yana dizilirler. Ertesi gün iki kalıp üst üste konur. Bu arada alt ve üst yüzler çevrilir, tuzlu su ile nemlendirilmiş bir bezle silinip temizlenir ve ardından tuzlanır. İki gün sonra ikili kümeler üçlük yapılır, bu sırada yine üstekiler alta konur, yüzeyler aynı şekilde nemli bezle silinip tuzlanır. Sonra dörtlü istifleme yapılır. Bu arada yüzeylerde küf gelişimi önlemek amacıyla peynirler zaman zaman potasyum sorbat çözeltisiyle silinirler. Normal koşullarda tuzlama süresi 15 -20 gün kadardır. Ancak, peynire işlenen sütün asitliği gereğinden yüksek ise, tuzlama işlemi daha hızlı gerçekleştirilir ve 7 -10 günde tamamlanır. Buna karşın süt çok taze ise 30 -35 gün sürdürülür. Kaşar peynirlerinde tuzlama işlemi salamura da da yapılır. Bu durumda kullanılacak olan salamuranın tuz oranı % 18 -20, salamura da kalma süresi yaklaşık 2 gündür.

\* Tuzlanan ve ön olgunlaşmalarını tamamlayan peynirler önceden pastörize edilmiş peynir suyu içinde sert fırçalarla ovulup yıkanır. Süzölmeleri için kerevetlere dizilerek 1 -2 saat bırakılır. Sonra 12 -16 °C' de ve % 85 bağıl nemli koşullarda 30 -60 gün süreyle olgunlaştırılırlar. Daha sonra sıcaklık 5 -6 °C' ye düşürülerek olgunlaşma sürdürülür. Olgunlaşma sürecinde kaşarlar hafta da bir kez çevrilir. Eğer yüzeyde küflenme varsa % 5 lik tuzlu suyla yıkanır, sonra yüzeylere zeytinyağı sürülür, böylece fazla nem kaybı ve bu bağlamda aşırı kalın kabuk oluşumu, çatlamalarda önlenir.

\* Olgunlaşan kaşarlar temizlenir, ılık tuzlu su ile ( %10 -12 NaCl ) ile yıkanır, kurutulur, ambalajlanır ve 2 -4 °Clik depolarda 3-10 ay depolanırlar.(Demirci 1986; www.gidaclub.com)

## **2.KAYNAK ÖZETLERİ**

### **2.1 Ağır Metaller**

Ağır metal tanımı fiziksel özellik açısından yoğunluğu  $5 \text{ g/cm}^3$  ten daha yüksek olan metaller için kullanılır. Bu gruba Kurşun, kadmiyum, krom, demir, kobalt, bakır, nikel, cıva ve çinko olmak üzere 60 tan fazla metal dahildir. Bu elementler doğaları gereği yer kürede genellikle karbonat, oksit, silikat ve sülfür halinde stabil bileşik olarak veya silikatlar içinde hapis olarak bulunurlar. Her ne kadar metallerin yoğunluk değeri üzerinden hareketle ekolojik sistem üzerindeki etkileri tanımlanmaya/gruplandırılmaya çalışılıyorsa da gerçekte metallerin yoğunluk değerleri onların biyolojik etkilerini tanımlamaktan çok uzaktır (Johnson ve Manske 1984).

Ağır metal “genellikle yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile toksik veya zehirleyici olan metal” olarak tanımlanmaktadır. Bu yaygın kanıya, ağır metallerin belirli bir zaman aralığında canlı organizmada diğer metallere kıyasla akümüülasyonunun fazla olması ve bunun sonucu negatif etkinin giderek artması yol açmaktadır (John ve Howard 1996).

### **2.2 Ağır Metallerin Bulaşma Kaynakları**

Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve bu bölgede zenginleşirler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir. Ülkemizde de başta tuz ihtiyacımızı karşıladığımız tuz gölü olmak üzere kapalı göllerimizde yeterli çevresel önlem almadığımız ve su havzalarında kontrolsüz sanayileşmeye izin verdiğimizden dolayı ağır metal konsantrasyonu sürekli yükselmektedir (Baldwin ve Morshall 1999).

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayınımları söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayınımları önemli miktarlara ulaşabilmektedir (John 1980).

Ağır metallerin çevreye yayınımda etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler imento üretimi, demir elik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Havaya atılan ağır metaller, sonuçta karaya ve buradan bitkiler ve besin zinciri yoluyla da hayvanlara ve insanlara ulaşırlar ve aynı zamanda hayvan ve insanlar tarafından havadan aerosol olarak veya toz halinde solunurlar. Ağır metaller, endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş partiküllerin tozlaşması yoluyla da hayvan ve insanlar üzerinde etkin olurlar (European Commission 2002).

Ağır metallerin doğaya yayınımları dikkate alındığında çok çeşitli sektörlerden farklı işlem kademelerinden biyosfere ağır metal atılımı gerçekleştiği bilinmektedir. Atık suda bulunan ağır metallerin önemli bir miktarı arıtma çamurlarında bulunurlar. Çözünmüş kısımlar ise yüzey suları ve denizlere ulaşarak bu bölgelerde kalırlar. Buralardan ağır metaller tekrar mobilize olarak içme sularına ve besin zincirine ulaşabilirler. Besin zincirine ulaşan ağır metaller kimyasal veya biyolojik olarak bünyeden atılamazlar ve akümüle olurlar. Buna rağmen canlı organizmalarda her ne kadar taban, hava veya sularda rastlanılan konsantrasyonlardan çok daha yüksek oranda ağır metal konsantrasyon değerlerine ulaşılsa dahi, çok nadir olarak hayvan ve insanlarda sağlık riski doğuracak ağır metal akümülyasyon sınırına ulaşılır (John 1980).

### **2.3.Ağır Metallerin İnsan Sağlığına Etkileri**

Ağır metaller biyolojik proseslere katılma derecelerine göre yaşamsal ve yaşamsal olmayan olarak sınıflandırılırlar. Yaşamsal olarak tanımlananların organizma yapısında belirli bir konsantrasyonda bulunmaları gereklidir ve bu metaller biyolojik reaksiyonlara katıldıklarından dolayı düzenli olarak besinler yoluyla alınmaları zorunludur. Örneğin bakır hayvanlarda ve insanlarda kırmızı kan hücrelerinin ve birçok oksidasyon ve redüksiyon prosesinin vazgeçilmez parçasıdır. Buna karşın yaşamsal olmayan ağır metaller çok düşük konsantrasyonda bile psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine yol açabilmektedirler. Bu gruba en iyi örnek kükürtlü enzimlere bağlanan cıvadır (FAO/WHO 1993).

Bir ağır metalin yaşamsal olup olmadığı dikkate alınan organizmaya da bağlıdır. Bazı sistemlerde ağır metallerin etki mekanizması konsantrasyona bağlı olarak değişir. Bu tür organizmalarda metallerin konsantrasyonu dikkate alınmalıdır (Anonim 2002).



Ağır metaller konsantrasyon sınırını aştıkları zaman toksik olarak etki gösterirler. Bu genel gösterimin aksine ağır metaller canlı bünyelerde sadece konsantrasyonlarına bağlı olarak etki göstermezler. Etki, canlı türüne ve metal iyonunun yapısına bağlıdır (çözünürlük değerine, kimyasal yapısına, redoks ve kompleks oluşturma yeteneğine, vücuda alınış şekline, çevrede bulunma sıklığına, lokal pH değerine vb.). Bu nedenle özellikle düzenli olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının ve yiyeceklerin içerebileceği maksimum konsantrasyon sınır değerleri sınırlandırılmıştır ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunlu hale getirilmiştir (Coni ve Bocca 1995).

Ağır metallerin insan metabolizmasında oluşturdukları etki ve etkin oldukları aşamaları aşağıda belirtilen ana başlıklarla ifade etmek mümkündür.

- Kimyasal reaksiyonlara etki edenler
- Fizyolojik ve Taşınım sistemlerine etki edenler
- Kanserojen ve mutojen olarak yapı taşlarına etki edenler
- Alerjen olarak etki edenler
- Spesifik etki edenler (FWO/WHO 2003).

## **2.4.Araştırmaya Konu Olan Ağır Metaller Hakkında Genel Bilgi**

### **2.4.1.Kurşun**

Biyosfere insan faaliyetlerine bağlı olarak önemli oranda yayılan kurşun, bundan 4000 -5000 yıl öncesinde, antik uygarlıklar tarafından gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak keşfedilmiş.ve tarih boyunca kurşun üretimi ve kullanımını giderek artış göstermiştir

Kurşun insan faaliyetleri ile ekolojik sisteme en fazla zarar veren ilk metal olma özelliği taşımaktadır. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığından ve her durumda toksik özellik taşıdığından (çalışma ortamında izin verilen sınır  $0,1 \text{ mg/m}^3$ ) çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaldir (Maravic ve Eder 1990).

Çevrede ve özellikle kent havasında bulunan kurşun, mavimsi veya gümüş grisi rengine olup ileri derecede toksik bir ağır metaldir. Kurşunun tetraetil veya tetrametil gibi organik bileşenlerinin yakıt katkı maddesi olarak kullanılması nedeni ile kirletici parametre olarak önem gösterirler. Sanayide daha çok pil yapımında, benzin katkı maddesi olarak, kablo yalıtkanı olarak, boyalarda, lehimde, folyolarda ve sayısız alaşım içinde

kullanılmaktadır. Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler; tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurur (Tripathi 1999).

Kurşun biyolojik olarak parçalanamaz. Nontoksik forma çevrilemez. Kurşunun farklı enzim sistemleri ile etkileşim göstermesi nedeniyle birçok organ veya sistem, kurşun birikimi için odak noktalarını oluştururlar.

Kurşun vücuda solunum, içme suyu ve gıda zinciri yolu ile girerek ciğerlere kadar ulaşır ve ciğerlerde yavaş yavaş absorbe(emilme) edilerek kana karışır. Kan yolu ile önce karaciğer, böbrek, beyin ve kas gibi yumuşak dokulara taşınır. 35–40 gün bekledikten sonra kurşun metabolitleri yardımı ile kemik ve diş gibi sert dokularda birikir (Bruhn 1999).

Kandaki kurşun konsantrasyonunun 0.2 µg/ml limitini aşması durumunda olumsuz sağlık etkileri gözlenir. Kan kurşun konsantrasyonu; 0.2 µg/ml limitini aşması ile kan sentezinin inhibasyonu, 0.3-0.8 µg/ml limitlerinde duyu ve motor sinir iletişim hızında azalma, 1.2 µg/ml limitinin aşılmasından sonra ise yetişkinlerde geri dönüşü mümkün olmayan beyin hasarları meydana geldiği belirlenmiştir.

Havadaki kurşun konsantrasyonu ile kandaki kurşun konsantrasyonu arasında doğrusal bir ilişki vardır. Kurşunun havadaki 1 µg /m<sup>3</sup> konsantrasyonunun kanda 0.01 -0.02 µg/ml'lik konsantrasyonu oluşturduğu tesbit edilmiştir (Maravic ve Eder 1990).

İnsanlarda temel kan kurşun konsantrasyonunun 0.04 -0.06 µg/ml, kentsel alanlarda yaşayanlarda ise 0.1 µg/ml olduğu belirlenmiştir. Dünya Sağlık Örgütü, sağlık üzerine olumsuz etkilerin gözlenmediği 0.1 µg/ml kan kurşun konsantrasyon limitinin aşılmaması amacı ile kent havasındaki kurşun konsantrasyonunun 0.5 -1 µg/m<sup>3</sup> olarak hedeflenmesini önermektedir.

İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125 -200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1 -2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300- 400 mg'ı geçmemektedir (Sowers ve.Scholl 2002).

Kurşunun vücutta absorpsiyonu çocuklarda daha yüksek olmakla beraber normalde % 5 gibi düşük bir oranda gerçekleşmektedir. Bu oran dahi kalsiyum ve demir gibi birçok mineralin vücut tarafından emilimini azaltmaktadır. Kana karışan kurşun buradan kemiklere ve diğer dokulara gitmekte ya da dışkı ve böbrekler yoluyla vücuttan atılmaktadır. Kemiklerde biriken kurşun zamana bağlı olarak (yarılanma ömrü yaklaşık 20 yıl) çözünerek böbreklerde tahribata neden olur. Kurşun bir nevi nörotoksindir. Bu da anormal beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarına sebep olmaktadır. Çocuklar üzerinde yapılan araştırmalarda kanda kurşun miktarı arttıkça IQ seviyesinin düştüğü tespit edilmiştir. Diğer taraftan kurşun nörotoksik özelliğinden dolayı sinir sisteminde iletimin azalmasına da yol açmaktadır (Kaiser 2001).

Kurşunun çoğu kemiklerde depolanmasına rağmen beyne, anne karnındaki cenine ve anne sütüne de geçebilmektedir. Bebekler ve çocuklarda düşük olan kurşun oranı, ilerleyen yaşla beraber, kurşuna maruz kalınmasıyla artış göstermektedir. Kanda 40 mg/l seviyesini aşınca tansiyon artırıcı etki de ortaya çıkar. Diğer taraftan kronik kurşun alınımları ile sperm sayısı ve morfolojisinde sınırlanır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 1995 yılında yaptığı sınıflandırmada, kurşun 2. sınıf kansorejen gruptadır.

Kurşun; işitme bozukluğuna, sinir iletim sisteminde ve hemoglobin bileşiminde düşmeye, kansızlığa, mide ağrısına, böbrek ve beyin iltihaplanmasına, kısırlığa, kansere ve ölüme neden olmaktadır. Özellikle çocuklarda bilişsel ve davranışsal bozukluklara yol açar. Çocukluk dönemindeki kronik maruz kalma, yetişkinlikte kalıcılaşan obeziteye yol açabilir. Yarılanma süresi 20 yıl olduğundan vücuttan atılma olasılığı yoktur (Shills ve Olson 1994).

#### **2.4.2 Bakır**

Kırmızımsı bir metal olan bakır, doğal ortamda, kayalarda, toprakta, suda ve havada bulunur. Kolayca şekil alabilmesi ve bükülebilmesi nedeniyle bozuk paraların, elektrik tellerinin ve su borularının yapımında kullanılmaktadır. Bakır ayrıca tarımda fungusit (bakteri ve mantar öldürücü) olarak, göllerde ve depolarda algisit (alglerin gelişmesini önlemek) olarak kullanılmaktadır (Moreno ve Amaro 1994)

Bakır ayrıca doğada bitkilerde ve hayvanların vücudunda bulunur. Hayvan ve insanda özellikle karaciğerde depolanır (1.5 gram kadar). Tarımda çok fazla miktarda kullanılırsa

bitkilerin büyümesini engeller ve bunu demirin yerine geçerek yapar. Bilinen tüm canlılar için esansiyel bir elementtir. Ancak uzun sürede veya bir defada çok yüksek dozda alındığında sağlık açısından zararlı olur.

Havada veya suda bulunan bakır veya bakır bileşikleri hemen daima toz parçacıklarına bağlı bulunur; dolayısı ile solunum yollarında veya sindirim sisteminde kolayca tutulurlar veya suda bulduklarında filtrasyon işlemiyle kolayca sudan uzaklaştırılabilirler. Toz veya zerreciklere bağlı olmayan bakır ise suda çözünmeyen formdur ve asıl olarak sağlığı etkileyen bakır budur. (John ve Howard 1996).

Genel olarak doğada bulunan sulardaki bakır miktarı litrede 4 mikrogramı (4 ug/l) geçmez. Ancak bazı sularda daha yüksek oranlarda saptandığı da olmuştur. Suda maksimum bakır seviyesi, 1.3 ppm' in üzerinde olmamalıdır. Suya bakır karışımı, genelde kullanılan su tesisatındaki bakırdan yapılmış parçaların eskimesinden kaynaklandığından, her evdeki suyun bakır açısından kontrolü mümkün olamamaktadır. Bu nedenle genel olarak kabul gören yaklaşım, şebekeye verilen sudaki bakır düzeyinin 1.3 ppm in üzerine çıkmamasıdır (Trace Elements 1996).

Sağlıklı bir yaşam için her gün bakır almak gerekir. Normalde yetişkin bir insan günde 1.000 mikrogram bakır alabilir. İçtiğimiz sularla günde yaklaşık 150 mikrogram bakır alırız. Bir kerede yüksek dozda bakır alınması durumunda; bulantı, ishal, mide krampları ve kusma meydana gelir. Alınan miktara bağlı olarak bu şikayetlerin derecesi de artar.

Bir yaşın altındaki bebekler bakıra daha duyarlıdır. 14 günden daha uzun süre yüksek dozda bakıra maruz kalmak, yenidoğanlarda böbrek ve karaciğer hasarına neden olabilmektedir.

Ancak kısa süreli de olsa yukarıda belirtilen miktarın üzerinde alındığında çeşitli sağlık problemleri ortaya çıkabilmektedir. Bunlar, mide ve barsaklarda rahatsızlık hissi, karaciğer ve böbrek hasarı, anemi olarak ifade edilebilir. Wilson hastalığı olan kişiler ve karacier rahatsızlığı olanlar 1.3 ppm den daha düşük seviyelerdeki bakıra da duyarlıdır (Reilly 2002).

Nadir olmakla birlikte bakır madeninin çıkarıldığı yerlerden geçen sularda ve bakırın işlendiği fabrikaların yakından geçen sularda bakır miktarı yüksek olabilir. Sulara bakır karışma riski bulunan diğer bir durum da, işlenmiş bakırlı bileşiklerin atıldığı/gömüldüğü

topraklardır. Yağmur suları bu bakır atıklarını taşıyarak yeraltı sularına ve içme suyu sağlanan göl ve ırmaklara ulaşabilmektedir (Yüzbaşı 2003).

Bakır suya dayanıklı olarak bilinmekle birlikte her çeşit su az bir miktar, asidik özellikte olan sular ise bakırı çok iyi çözmektedir.

En çok bakır atık üreten endüstri kolları; bakır madenini işleyen ve eriten fabrikalar, demirdışı madenlerin eritildiği endüstriler, plastik endüstrisi, patlama ocakları, çelik endüstrisi, kümes hayvanalrı kesimi yapılan yerler, bakır madeni çıkartan işletmeler, organik kimya endüstrisi, yem sanayi ve inorganik kimya endüstrisidir. Bakır atıklar toprağa veya suya boşaltılarak geçmektedir.

Yüksek miktarda bakır almanın en olası yolu, içme sularının bakır ile kirlenmesi olduğundan, sularımızda ne kadar bakır olduğunu bilmemiz gerekmektedir. Ancak kişisel olarak evlerdeki musluklardan akan sudaki bakır seviyesini bilme şansımız bulunmamaktadır. İçme suyunuzda bakır çok yüksek miktarda ise, suyun tadı metaliktir. Bardağın dibinde mavimsi yeşil bir çökelti görülebilir. Ancak bunlar sadece çok yüksek miktarlarda bakır suya karışmışsa meydana gelmekte ve kesin sonuç laboratuvar analizi ile saptanabilmektedir.( Johnson ve Manske 1984)

Sudaki fazla bakır kaynatmakla azalmayacağı gibi oranı daha da artar. İçme suyunda bakır miktarı fazla ise kurşun miktarının da fazla olması beklenir.

Bakır kap kullanan kişilerin en çok dikkat etmesi gereken, bakırın kalaya gereksinim duyduğunu anlamasıdır. Kalayın zamanında yapılması, sağlık açısından çok önemlidir. Çünkü kalayı silinmiş kaplar, bakırın oksitlenmesi nedeniyle insan sağlığına zarar verebilir.

Bakır için izin verilen 25 -60 ppm miktar diğer metallerle göre çok yüksek olduğu için şaşırtıcıdır. Bunun sebebi içme suyunda. herhangi bir sınır değeri olmayışı, aksine 3 ppm bulunması gerektiğidir. Ancak bunu geçmemelidir. Bakır, enzim ve proteinlerin ana kısmıdır, hemoglobin ve pigmentlerde, karbonhidrat değişiminde ve kollagen, elastin ve keratinin çapraz bağlanması için gereklidir. İçme suyundaki yüksek bakır miktarı nedeniyle süt bebeklerinde akciğer hastalıkları bilinmektedir. (Karadjova ve Girousi 2000).

### 2.4.3 Kalay

Kalay dövülebilir ve sünek bir metaldir. Kolayca tel ve levha haline getirilebilir. Kuvvetli asitlerden, alkalilerden ve asit tuzlarından etkilenir. Havada ısıtıldığında SnO<sub>2</sub> oluşturur. Klor ve oksijenle birleşerek seyreltik asitlerden hidrojeni uzaklaştırır. Oda sıcaklığında dövülebilir olmasına karşın ısıtıldığında kırılabilir.

Metalik kalaya 100°C'den yüksek sıcaklıklarda halojenler ve hidrojen sülfür etki eder. Sulu hidroklorik ve hidroflorik asit yavaş, hidrobromik ve nitrik asit ise hızlı olarak kalayla reaksiyona girer. Birçok alkali çözeltiler kalaya etki eder. Yiyeceklerdeki organik asitler kalaya etki etmez (Baldwin ve Marshall 1999).

Kalay teneke yapımında, kaplamacılıkta, çeşitli alaşımlar, lehim ve kimyasal madde yapımında kullanılır. Otomotiv endüstrisinde de motor yataklarında, kaporta, radyatör, yağ ve hava filtrelerinde kullanılır. Uçak ve gemi endüstrisi ile elektrik ve elektronik sanayiinde geniş bir kullanım alanı vardır. Kimya sanayiinde boya, parfüm, sabun, poliüretan üretiminden dış macunu yapımına kadar geniş bir alanda tüketilir. Bunların yanında matbaacılıkta, mutfak malzemeleri ve cam endüstrisinde de kullanılmaktadır.

Kalay çeşitli organik maddelerde kullanılır. Organik kalay bağları, insanlar için en tehlikeli olan kalay formlarıdır. Kalay bileşikleri tarım alanında; tarım ilaçları gibi, plastik endüstrisi, boya endüstrisi gibi çok sayıda endüstride kullanılır. Organik kalay maddelerinin kullanıldığı alanların sayısı her gün artmaktadır (Marc Records 1989).

Organik kalay maddelerinin etkileri çeşitlilik gösterebilir. Bulunduğu maddenin çeşidine ve etki altında kalan organizmaya bağlıdır. Trietilkalay insanlar için en tehlikeli organik kalay maddesidir. İnsanlar kalay bağlarını gıdalarla, solunumla ve deri yoluyla alabilirler.

Kalay bileşiklerinin alınması, uzun dönem etkileri kadar, akut etkilere de sebep olabilir. Akut etkileri, göz ve cilt tahrişleri, baş ağrısı, karın ağrısı, bulantı ve baş dönmesi, şiddetli terleme, nefes darlığı ve idrara çıkma problemleri olmakla beraber, uzun dönem etkileri olarak depresyon, karaciğer hasarları, bağışıklık sistemlerinin yetersizliği, kromozomsal zedelenme, kırmızı kan hücrelerinin eksikliği, beyin zedelenmesi, asabiyet, uyku bozukluğu, unutkanlık ve baş ağrılarına neden olmaktadır.

Fakat gıdalardan kaynaklanan kalay zehirlenmeleri çok nadirdir ve sadece çevresel kirliliklerden sonra meydana gelir. (Shills ve Olson 1994)

#### **2.4.4.Cıva**

Cıva, hava, su ve toprakta bulunabilen bir elementtir ve bu ortamlarda birkaç şekilde bulunur: elementel cıva, inorganik ve organik cıva bileşikleri. Elementel ya da metalik cıva parlak, gümüş beyazı bir metaldir ve oda sıcaklığında sıvıdır. Cıva elementinin kendisi ve bileşikleri çok zehirlidir.

Elementel cıva, termometre, barometre, vakum tulumları, cıva buharlı ve floresan lambalar ve redresörlerde kullanılır. Ayrıca aynaların sırlanmasında, altın ve gümüş üretiminde, tıpta tedavi maddesi olarak cıvadan faydalanılır. Cıva ayrıca, bazı elektrik devre anahtarlarında kullanılır. Altın üretiminde, altın ile amalgam oluşturmak suretiyle altının kazanılmasında da kullanılır. Cıva pestisitlerde, pigment üretiminde, pillerde, diş dolgularında katalizör üretiminde ve aşılarında kullanılır. İnorganik ve organik (Fenilcıva ve etilcıva) bileşikleri fungusitlerde, antiseptiklerde ya da dezenfektanlarda kullanılır. Bazı deri kremlerinde ve eczacılıkta da cıva bileşikleri kullanılmaktadır (Official Journal 2002).

Cıva doğada bozulmadığından cıva ve cıva bileşikleri halk ve çevre sağlığı bakımından çok tehlikeli ve toksittir. İçme suyu veya gıda zinciri yolu ile insan vücuduna giren cıva; Bazı nörolojik bozukluklara, merkezi sinir sisteminin tahribine ve kansere, böbrek, karaciğer, beyin dokularının tahribine, kromozomları tahrip edip sakat doğumlara neden olmaktadır (Llobet ve Falco 2003).

Cıva saçıldığı malzeme yüzeyi üzerinde kuvvetle bağlanır ve oda sıcaklığında yavaş yavaş görünmeyen, kokusuz ve zehirli bir buhar halinde ortam atmosferine karışır. Elementel cıvanın çok az miktarı (birkaç damlası) bile havalandırılmayan bir odada ciddi miktarlarda zehirli bir atmosfer oluşturur. Cıva buharlarının solunması son derece tehlikelidir. Cıva döküldüğünde çok küçük zerrecikler halinde dağılır. Bunların toplanması ve dökülen zeminin mutlaka temizlenmesi gerekir. Bu amaçla cıvanın dağıldığı zemin, kükürt tozu serpilerek dikkatlice silinmelidir.

Cıva doğada mevcut olan bir elementtir. Ancak yer kabuğunda dağılmış vaziyettedir. İnsan faaliyetleri sonucunda cıva atmosfer, göl ve akarsu ekosistemlerinin bazı kısımlarında yoğunlaşmaktadır. İnsan ve hayvanlar bu ekosistemlerde yaşayan canlılarla beslendikleri takdirde cıva zehirlenmesine maruz kalabilirler. İnsanlar cıvayı; yiyeceklerden, çevresel ve endüstriyel maruz kalmalardan ve amalgam restorasyonlardan alırlar.

Doğmamış bebeklerin ve küçük çocukların kanlarındaki yüksek seviyede cıva, gelişmekte olan sinir sistemlerine zarar verir. Hemen hemen herkes, çevreye dağılmış bulunan cıva nedeniyle, dokularında eser miktarda cıva taşır. Cıvaya maruz kalan insanın zarar görüp görmeyeceği birçok faktöre bağlıdır. Bunlar, cıvanın kimyasal formu (elementel, metalik, inorganik ya da organik bileşikler halinde olması), doz, maruz kalma süresi, maruz kalma şekli (yeme, soluma, enjeksiyon, dokunma), yaş, sağlık gibi insanın kişisel özelliklerine bağlı olarak değişebilir. (Shills ve Olson 1994)

Metilcıva vücuttan tabii olarak bir miktar atılabilir. Ancak önemli ölçüde bir azalma sağlanabilmesi için aylar, hatta yıllar gerekebilir. Yukarıdaki faktörlere bağlı olarak, cıvanın insan sağlığına etkisi çok şiddetli olabileceği gibi, çok sinsi ve uzun sürede ortaya çıkan bir etki şeklinde de olabilir. Bazı durumlarda ise hiçbir etkisi olmayabilir. Cıva temel olarak sinir sistemine etki eder. Sinirlilik, hafıza kaybı, uykusuzluk ve depresyon şeklinde nörolojik semptomlara yol açar. Özellikle, cenin, bebek ve çocukların gelişmekte olan sinir sistemleri metilcıvadandan çok etkilenir. Besinlerle günde 5-20µg cıva alındığı tahmin edilmektedir (Llobet ve Falco 2003).

Buhar halindeki metil cıva, rahatlıkla hava pasajlarından geçerek mukozalara girmek suretiyle kana geçebilmekte ve hızla organizmanın tüm doku ve organlarında dağılıma uğramaktadır. Elementel cıva, solunum yolu ile absorbe olur. Cıva buharları, monoatomik yapıda (Hg) olduğu ve lipide çözüldüğü için organizmada depolanabilir. Elementel cıva gastrointestinal sistem ve mukoz membranlardan kolayca absorbe olur. Kanda Hgo (elementel cıva) şeklindeki cıva kan-beyin bariyerini geçebilmektedir. Hücresel absorpsiyon sonrası Hgo hızlı olarak iyonlara okside olur (Hg<sup>2+</sup>). Organik cıva bileşikleri de bir miktar Hg<sup>2+</sup> ye oksitlenir. Bu iyonlar vücutta cıva bileşiklerini meydana getirirler. Bu absorbe edilen cıva oksidasyon işlemleri ile idrarla dışarı atılır. Cıvanın dağılımı kimyasal şekline, bir dereceye kadar da giriş yoluna bağlıdır. İnorganik cıva beyin, karaciğer ve böbreklerde depolanır. En



çok böbreklere affinite gösteren cıva bileşikleri başlıca bu organda toplanırlar (Johnson ve Manske 1984).

Kaşar peynirinde bulunan ağır metal içeriklerinin belirlenmesi amacı ile yapılan çalışmaların birinde Ankara piyasasında satılan kaşar peynirlerinden 12 ay boyunca 10 farklı çeşit markadan toplam 240 adet numune toplanmış ve mevsimlerin ağır metal seviyesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmaya göre özellikle Kasım, Aralık ve Ocak aylarında üretimi yapılan kaşar peynirlerinde kurşun (Pb) değeri sırası ile 317, 422 ve 251  $\mu\text{g kg}^{-1}$  tespit edilmiş olup bu değerlerin 1997 yılındaki Türk Gıda Kodeksi tarafından belirlenen 200  $\mu\text{g kg}^{-1}$  değerinin üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada sadece % 4' lük bir kısmının limit değerinin üzerinde çıktığı belirtilmiştir. Yaz aylarındaki bu değer ise ortalama 70  $\mu\text{g kg}^{-1}$  olarak gözlenmiştir (Yüzbaşı ve Sezgin 2003).

Yine aynı çalışmada yapılan bakır (Cu) ölçümlerinde de yaz aylarındaki değerlerin 0.3 ppm civarında olup kış aylarında en fazla 1,6 ppm seviyesine çıktığı ve ortalama 0,7 ppm'de kaldığı görülmüştür (Yüzbaşı ve Sezgin 2003).

Benzer bir çalışma Hollanda' da yapılmış olup, kış aylarında 0,3 – 0,5 mg/kg olarak ölçülen bakır (Cu) seviyesi, yaz aylarında 0,14 – 0,18 mg/kg seviyesine gerilemiştir (de Vries ve Römkens 2002).

Amerika Birleşik Devletleri' nin Minnesota eyaletinde yapılan diğer bir çalışmada aynı bölgedeki çiftliklerden elde edilen sütlerle yapılan peynirlerde 3 yıl üst üste ölçüm yapılmış, kurşun (Pb) değeri, 2004 yılında 0,08 ppm, 2005 yılında 0,045 ppm ve 2006 yılında da 0,02 ppm olarak bulunmuştur. Bu süre zarfında çiftlik hayvanlarının yemlenmesi ve barınakları iyileştirilmiş, barınaklarının endüstriyel atık çevrelerinden uzaklaştırılması sağlanmıştır. Yine aynı zamanda yapılan cıva (Hg) ölçümlerinde ise tespit edilebilir düzeyde bulunamamıştır (Philips 2006).

Güney İtalya' da 8 çiftlikte yapılan çalışmalarda ise kurşun (Pb) değeri minimum 0,13 ppm, maksimum 1,15 ppm ve ortalama 0,47 ppm bulunurken; cıva (Hg) değeri minimum 0,0006 ppm, maksimum 0,0017 ppm ve ortalama 0,008 ppm olarak bulunmuştur (Llobet ve Falco 2003).

Peynirdeki ağır metal içeriklerinin kaynağını buşmak için yapılan bir çalışmada proseste kullanılan sütün de ağır metal içerikleri ölçülmüş ve peynire dönüşüm aşamasındaki içerikler karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada sütün kurşun (Pb) içeriği 12.04 ng/g iken peynirdeki miktar 260.85 ng/g seviyesine çıkmıştır. Buradaki en büyük artışın sebebi olarak, öncelikle proseste, ekipmanları temizlemede kullanılan suyun metal içeriğinin yüksek olması ve yüksek oranda klor içeriyor olması gösterilmiştir. Bir diğer sebep de proses sırasında kurşun bileşiklerinin süt proteinleri ile birleşerek ortamda azalan sıvı konsantrasyonundan sonra mamuldeki kurşun konsantrasyonunun artması olarak gösterilmiştir ( Debeca 1987).

Türkiye’ de yapılmış olan bir diğer çalışmada süt ve bu sütlerden elde edilen süt ürünlerinde ağır metal ölçümleri yapılmış ve en yüksek kurşun (Pb) değeri 1,10 mg/kg olarak kaşar peynirinde çıkmıştır. En büyük etken olarak kurşunun kazein tarafından bağlanması gösterilmiş, ayrıca üretimde ve ambalajlamada kullanılan malzemelerin de kurşun miktarının artmasında etkili olduğu belirlenmiştir (Mendil 2006).

İtalya’ da yapılan benzer bir çalışmada da sütte 0,00 mg/kg kurşun (Pb) bulunmasına rağmen, aynı süttten yapılan peynirde 0,60 mg/kg kurşun tespit edilmiş ve sebep olarak da proses sırasında ekipmanlardan ya da ekipmanları dezenfektanda kullanılan sudan bulaştığı sonucuna varılmıştır (Lante ve ark 2006)

### **3.MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1. Materyal**

Tez çalışmasının ana materyallerini Trakya Bölgesi'nde satışı sunulan taze kaşar peynirleri oluşturmuştur. Bu çalışma için 50 kaşar peyniri örneği alınmış ve bu örneklerde ağır metal analizi yapılmıştır.

#### **3.2.Yöntem**

Metod, basınç altında mikrodalga fırında yaş yakmadan sonra atomik absorpsiyon spektrofotometre (AAS) ile kurşun (Pb), bakır (Cu), kalay (Sn) ve cıva (Hg) içerikleri NMKL 161 Metoduna göre belirlenmiştir (NMKL 161 1998).

##### **3.2.1.Örneklerin Hazırlanması**

Numune, NMKL 161 metoduna göre mikrodalga tarafından ısıtılan kapaşı bir kapta nitrik asit ile yaş olarak yakılmıştır. Numune çözeltisi su ile seyretildikten sonra metal konsantrasyonu AAS grafit fırını veya alev ile belirlenmiştir.

##### **3.2.1.1.Numuneler için yaş yakma yöntemi**

Homojen hale getirilmiş örneklerden kurşun (Pb), kalay (Sn), bakır (Cu) ve cıva (Hg) minerallerinin içeriklerinin belirlenmesi için 2 gr alınarak, MARS5 (Microwave Accelerated Reaction System) sisteminin yakma haznelere (yakma hazneleri 100 ml civarında 1.4 Mpa, 200 psi basınca dayanıklı) konarak, üzerlerine 5 ml derişik nitrik asit ilave edildikten sonra çeker ocakta yaklaşık 1 saat bekletildikten sonra MARS5 sisteminde kaşar peyniri için uygulanan programa verilerek yanması sağlanmıştır.Yakma işlemi sırasında yakma haznelerinin içindeki sıcaklık ve basınç kontrol edilerek oluşan reaksiyonun basamakları gözlenmiştir (NMKL 161 1998).

Yaş yakma programı bittiğinde ve soğuması beklendikten sonra vessel hücrelerinin basıncı alındıktan sonra, içindeki örnekler ultra saf su ile 3 kez yıkanarak 50 ml' lik balon jöjelere alınmış ve balon ultra saf su ile hacmine tamamlanmıştır.

### **3.2.2. Mikrodalga Fırınında Yaş Yakmadan Sonra Metallerin Atomik Absorbsiyon Spektrofotometre ile Belirlenmesi**

Varian marka 280 Z (Zeeman Atomic Absorption Spectrometer) model atomik absorbsiyon spektrofotometresinde kurşun (Pb) lambası kullanılarak 283,3 nm dalga boyunda okuma yapılarak tespit edilmiştir (Anonymous 1988a).

Kalay için, kalay (Sn) lambası kullanılarak 286,3 nm dalga boyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1988a).

Bakır içeriklerinin belirlenmesi için, bakır (Cu) lambası kullanılarak 327,4 nm dalga boyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1988a).

Cıva içeriklerinin belirlenmesi için cıva (Hg) lambası kullanılarak 253,7 nm dalga boyunda okuma yapılarak belirlenmiştir (Anonymous 1988b).

### **3.2.3. İstatistik Değerlendirmeler**

Tekirdağ bölgesinde üretilip satışa sunulan taze kaşar peynirlerinden 3' er paralel olacak şekilde metotta belirtilen analizler yapılmıştır. Yapılan bu analizlerde kaşar peyniri arasındaki farklılıklar SPSS 10:0 paket programından yararlanılarak varyans analizleri yapılmıştır. Varyans analizlerinde önemli bulunan değişkenlerin önem seviyelerini belirlemek için Duncan Testi yapılmıştır (Soysal 1992).

## 4.ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### 4.1 Kurşun Miktarı

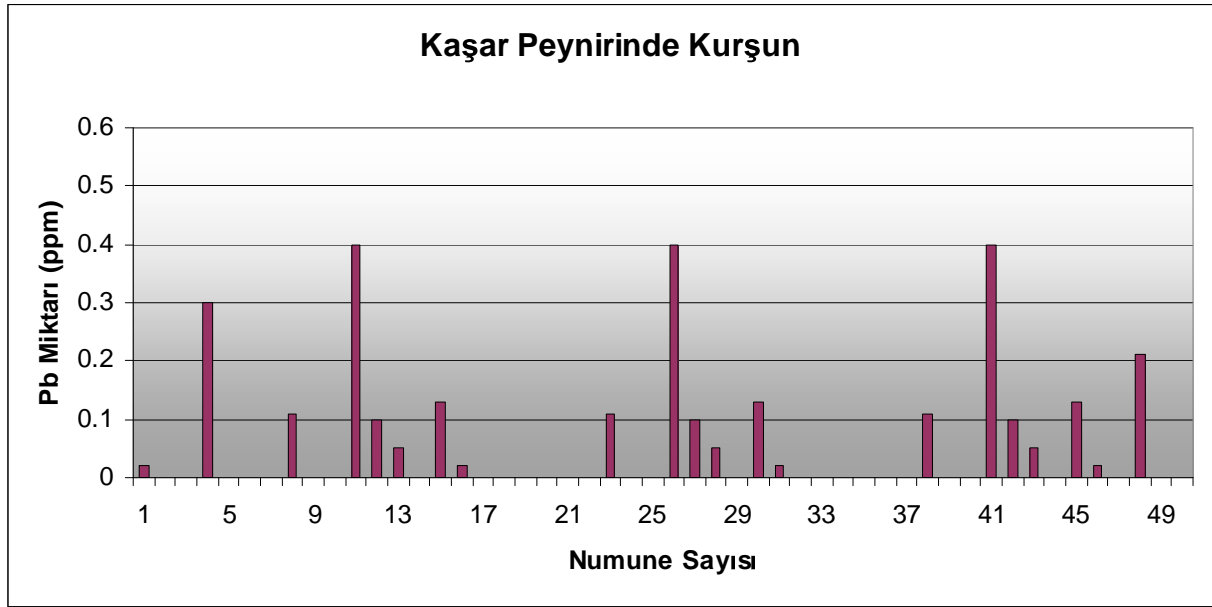
Trakya bölgesinde üretilip piyasaya sürülen taze kaşar peynirlerinden alınan numunelerdeki Pb içeriği Çizelge 4.1.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.1.1 Taze Kaşar Peynirinde Kurşun (Pb) içerikleri

Numune No	Taze Kaşar (ppm)	Numune No	Taze Kaşar (ppm)
1	0.02	26	0.40
2	T.E.D.B.	27	0.10
3	T.E.D.B.	28	0.05
4	0.30	29	T.E.D.B.
5	T.E.D.B.	30	0.13
6	T.E.D.B.	31	0.02
7	T.E.D.B.	32	T.E.D.B.
8	0.11	33	T.E.D.B.
9	T.E.D.B.	34	T.E.D.B.
10	T.E.D.B.	35	T.E.D.B.
11	0.40	36	T.E.D.B.
12	0.10	37	T.E.D.B.
13	0.05	38	0.11
14	T.E.D.B.	39	T.E.D.B.
15	0.13	40	T.E.D.B.
16	0.02	41	0.40
17	T.E.D.B.	42	0.10
18	T.E.D.B.	43	0.05
19	T.E.D.B.	44	T.E.D.B.
20	T.E.D.B.	45	0.13
21	T.E.D.B.	46	0.02
22	T.E.D.B.	47	T.E.D.B.
23	0.11	48	0.21
24	T.E.D.B.	49	T.E.D.B.
25	T.E.D.B.	50	T.E.D.B.
<b>Ortalama</b>	<b>0.06</b>	<b>Limit değeri</b>	<b>0.30</b>
<b>Max.</b>	<b>0.40</b>	<b>Min.</b>	<b>T.E.D.B</b>

(T.E.D.B. :Tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır.)

Kaşar peynirlerinin kurşun (Pb) içerikleri Çizelge 1' de görüldüğü gibi, minimum Pb değeri tespit edilebilir düzeyde bulunamamış ve maksimum değer olarak 0.40 ve ortalama olarak da 0.06 bulunmuştur. Türk Gıda kodeksine göre Pb miktarı kaşar peynirlerinde en yüksek 0.30 ppm olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre 3 numunede bu limitin aşıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 2: Kaşar peyniri numunelerinde kurşun miktarı

Numunelerdeki Pb değerlerindeki değişkenliği istatistiksel olarak belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.1.2: Kaşar Peynirinde Kurşun (Pb) Miktarı Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Kaşar peyniri	49	1.695	$3.45 \times 10^{-2}$	313.502 **
Hata	100	$1.103 \times 10^{-2}$	$1.103 \times 10^{-4}$	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli

- : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre, kaşar peynirlerindeki Pb içerikleri arasındaki farklılığın  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.1.3: Taze Kaşar Peynirinde Kurşun(Pb) içeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Numuneler	Ortalama	Gruplar	Numuneler	Ortalama	Gruplar
2	T.E.D.B.	A	44	T.E.D.B.	A
3	T.E.D.B.	A	47	T.E.D.B.	A
5	T.E.D.B.	A	49	T.E.D.B.	A
6	T.E.D.B.	A	50	T.E.D.B.	A
7	T.E.D.B.	A	1	0.02	A
9	T.E.D.B.	A	16	0.02	A
10	T.E.D.B.	A	31	0.02	A
14	T.E.D.B.	A	46	0.02	A
17	T.E.D.B.	A	13	0.05	B
18	T.E.D.B.	A	28	0.05	B
19	T.E.D.B.	A	43	0.05	B
20	T.E.D.B.	A	12	0.10	C
21	T.E.D.B.	A	27	0.10	C
22	T.E.D.B.	A	42	0.10	C
24	T.E.D.B.	A	8	0.11	C
25	T.E.D.B.	A	23	0.11	C
29	T.E.D.B.	A	38	0.11	C
32	T.E.D.B.	A	15	0.13	D
33	T.E.D.B.	A	30	0.13	D
34	T.E.D.B.	A	45	0.13	D
35	T.E.D.B.	A	48	0.21	E
36	T.E.D.B.	A	4	0.30	F
37	T.E.D.B.	A	11	0.40	G
39	T.E.D.B.	A	26	0.40	G
40	T.E.D.B.	A	41	0.40	G

Kaşar peynirlerinde yapılan duncan testine göre peynirlerin kurşun içeriği bakımından çok farklı gruplarda toplandıkları, bu gruplardan A grubunda birikim yaptıkları tespit edilmiştir. Türk Gıda kodeksine göre kaşar peynirindeki Pb içeriği bakımından kabul edilebilir sınır 0.30 ppm' dir ve 3 numunede kabul edilebilir sınırın üzerinde değer gözlenmiştir.

## 4.2 Bakır Miktarı

Yapılan analizler sonucunda taze kaşar peyniri numunelerdeki Cu içerikleri Çizelge 4.2.1' de verilmiştir.

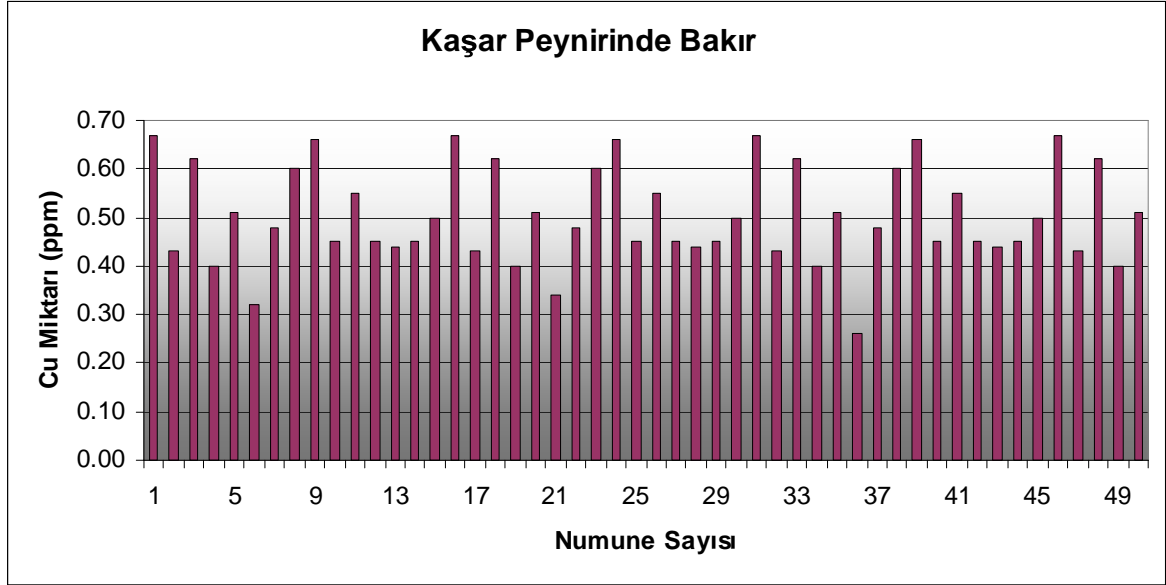
Çizelge 4.2.1: Taze Kaşar Peynirinde Bakır (Cu) içerikleri

Numune No	Taze Kaşar (ppm)	Numune No	Taze Kaşar (ppm)
1	0.67	26	0.55
2	0.43	27	0.45
3	0.62	28	0.44
4	0.40	29	0.45
5	0.51	30	0.50
6	0.32	31	0.67
7	0.48	32	0.43
8	0.60	33	0.62
9	0.66	34	0.40
10	0.45	35	0.51
11	0.55	36	0.26
12	0.45	37	0.48
13	0.44	38	0.60
14	0.45	39	0.66
15	0.50	40	0.45
16	0.67	41	0.55
17	0.43	42	0.45
18	0.62	43	0.44
19	0.40	44	0.45
20	0.51	45	0.50
21	0.34	46	0.67
22	0.48	47	0.43
23	0.60	48	0.62
24	0.66	49	0.40
25	0.45	50	0.51
<b>Ortalama</b>	<b>0.5036</b>	<b>Limit değeri</b>	<b>1.00</b>
<b>Max.</b>	<b>0.67</b>	<b>Min.</b>	<b>0.26</b>

Kaşar peynirlerinin bakır (Cu) içerikleri Çizelge 4' te görüldüğü gibi, minimum Cu değeri 0.26, maksimum değer olarak 0.67 ve ortalama olarak da 0.5036 bulunmuştur



Olması gereken max. limit değeri 1.00 olmakla beraber tüm numunelere ait sonuçlar bu limitin altında kalmıştır.



Şekil 3: Kaşar peyniri numunelerinde bakır miktarı

Numunelerdeki Cu değerlerindeki değişkenliği istatistiksel olarak belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.2.2: Kaşar Peynirinde Bakır (Cu) Miktarı Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Kaşar peyniri	49	1.491	$3.04 \times 10^{-2}$	275.761 **
Hata	100	$1.103 \times 10^{-2}$	$1.103 \times 10^{-4}$	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli

- : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre, kaşar peynirlerindeki Cu içerikleri arasındaki farklılığın  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.2.3: Taze Kaşar Peynirinde Bakır (Cu) içeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Numuneler	Ortalama	Gruplar	Numuneler	Ortalama	Gruplar
36	0.26	A	37	0.48	F
6	0.32	B	15	0.50	G
21	0.34	C	30	0.50	G
4	0.40	D	45	0.50	G
19	0.40	D	5	0.51	G
34	0.40	D	20	0.51	G
49	0.40	D	35	0.51	G
2	0.43	E	50	0.51	G
17	0.43	E	11	0.55	H
32	0.43	E	26	0.55	H
47	0.43	E	41	0.55	H
13	0.43	E	8	0.60	I
28	0.43	E	23	0.60	I
43	0.43	E	38	0.60	I
10	0.45	E	3	0.60	J
12	0.45	E	18	0.60	J
14	0.45	E	33	0.60	J
25	0.45	E	48	0.60	J
27	0.45	E	9	0.66	K
29	0.45	E	24	0.66	K
40	0.45	E	39	0.66	K
42	0.45	E	1	0.67	K
44	0.45	E	16	0.67	K
7	0.48	F	31	0.67	K
22	0.48	F	46	0.67	K

Kaşar peynirlerinde yapılan duncan testine göre peynirlerin bakır içeriği bakımından çok farklı gruplarda toplandıkları, bu gruplardan E, G ve K grubunda birikim yaptıkları tespit edilmiştir. Türk Gıda kodeksine göre kaşar peynirindeki Cu içeriği bakımından kabul edilebilir sınır 1.0 ppm' dir ve bütün numuneler kabul edilebilir sınırlar içindedir.

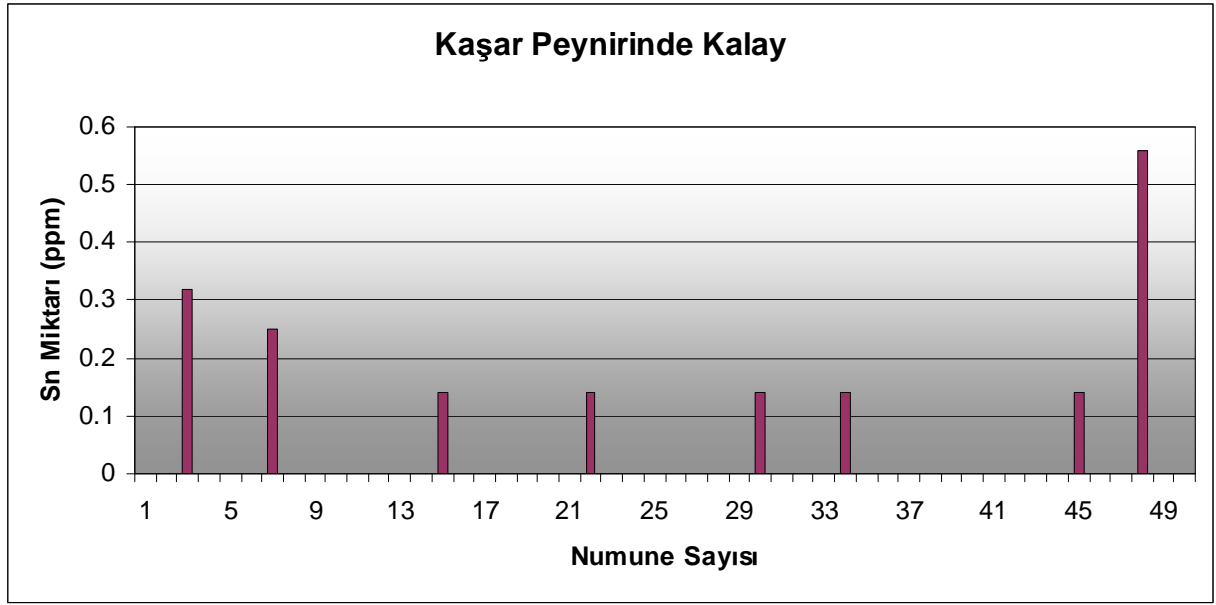
### 4.3 Kalay Miktarı

Yapılan analizler sonucunda taze kaşar peyniri numunelerdeki Sn içerikleri Çizelge 7' de verilmiştir.

Çizelge 4.3.1: Taze Kaşar Peynirinde Kalay (Sn) içerikleri

Numune No	Taze Kaşar	Numune No	Taze Kaşar
1	T.E.D.B.	26	T.E.D.B.
2	T.E.D.B.	27	T.E.D.B.
3	0.32	28	T.E.D.B.
4	T.E.D.B.	29	T.E.D.B.
5	T.E.D.B.	30	0.14
6	T.E.D.B.	31	T.E.D.B.
7	0.25	32	T.E.D.B.
8	T.E.D.B.	33	T.E.D.B.
9	T.E.D.B.	34	0.14
10	T.E.D.B.	35	T.E.D.B.
11	T.E.D.B.	36	T.E.D.B.
12	T.E.D.B.	37	T.E.D.B.
13	T.E.D.B.	38	T.E.D.B.
14	T.E.D.B.	39	T.E.D.B.
15	0.14	40	T.E.D.B.
16	T.E.D.B.	41	T.E.D.B.
17	T.E.D.B.	42	T.E.D.B.
18	T.E.D.B.	43	T.E.D.B.
19	T.E.D.B.	44	T.E.D.B.
20	T.E.D.B.	45	0.14
21	T.E.D.B.	46	T.E.D.B.
22	0.14	47	T.E.D.B.
23	T.E.D.B.	48	0.56
24	T.E.D.B.	49	T.E.D.B.
25	T.E.D.B.	50	T.E.D.B.
<b>Ortalama</b>	<b>0.0366</b>	<b>Limit değeri</b>	<b>250.00</b>
<b>Max.</b>	<b>0.56</b>	<b>Min.</b>	<b>T.E.D.B</b>

Kaşar peynirlerinin kalay (Sn) içerikleri Çizelge 7' te görüldüğü gibi, minimum Sn değeri tespit edilemez düzeyde olup, maksimum değer olarak 0.56 ve ortalama olarak da 0.0366 bulunmuştur. Olması gereken max. limit değeri 250 ppm olmakla beraber tüm numunelere ait sonuçlar bu limitin altında kalmıştır.



Şekil 4: Kaşar peyniri numunelerinde kalay miktarı

Numunelerdeki Sn değerlerindeki değişkenliği istatistiksel olarak belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.3.2: Kaşar Peynirinde Kalay (Sn) Miktarı Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Kaşar peyniri	49	1.529	$3.12 \times 10^{-2}$	282.734 **
Hata	100	$1.103 \times 10^{-2}$	$1.103 \times 10^{-4}$	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli

- : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre, kaşar peynirlerindeki Sn içerikleri arasındaki farklılığın  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.3.3: Taze Kaşar Peynirinde Kalay (Sn) içeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Numuneler	Ortalama	Gruplar	Numuneler	Ortalama	Gruplar
1	T.E.D.B.	A	31	T.E.D.B.	A
2	T.E.D.B.	A	32	T.E.D.B.	A
4	T.E.D.B.	A	33	T.E.D.B.	A
5	T.E.D.B.	A	35	T.E.D.B.	A
6	T.E.D.B.	A	36	T.E.D.B.	A
8	T.E.D.B.	A	37	T.E.D.B.	A
9	T.E.D.B.	A	38	T.E.D.B.	A
10	T.E.D.B.	A	39	T.E.D.B.	A
11	T.E.D.B.	A	40	T.E.D.B.	A
12	T.E.D.B.	A	41	T.E.D.B.	A
13	T.E.D.B.	A	42	T.E.D.B.	A
14	T.E.D.B.	A	43	T.E.D.B.	A
16	T.E.D.B.	A	44	T.E.D.B.	A
17	T.E.D.B.	A	46	T.E.D.B.	A
18	T.E.D.B.	A	47	T.E.D.B.	A
19	T.E.D.B.	A	49	T.E.D.B.	A
20	T.E.D.B.	A	50	T.E.D.B.	A
21	T.E.D.B.	A	15	0.14	B
23	T.E.D.B.	A	22	0.14	B
24	T.E.D.B.	A	30	0.14	B
25	T.E.D.B.	A	34	0.14	B
26	T.E.D.B.	A	45	0.14	B
27	T.E.D.B.	A	7	0.25	C
28	T.E.D.B.	A	3	0.32	D
29	T.E.D.B.	A	48	0.56	E

Kaşar peynirlerinde yapılan duncan testine göre peynirlerin kalay içeriği bakımından çok farklı gruplarda toplanmadıkları, bu gruplardan A ve B grubunda birikim yaptıkları tespit edilmiştir. Türk Gıda kodeksine göre kaşar peynirindeki Sn içeriği bakımından kabul edilebilir sınır 250 ppm' dir ve bütün numuneler kabul edilebilir sınırlar içindedir.

#### 4.4 Cıva Miktarı

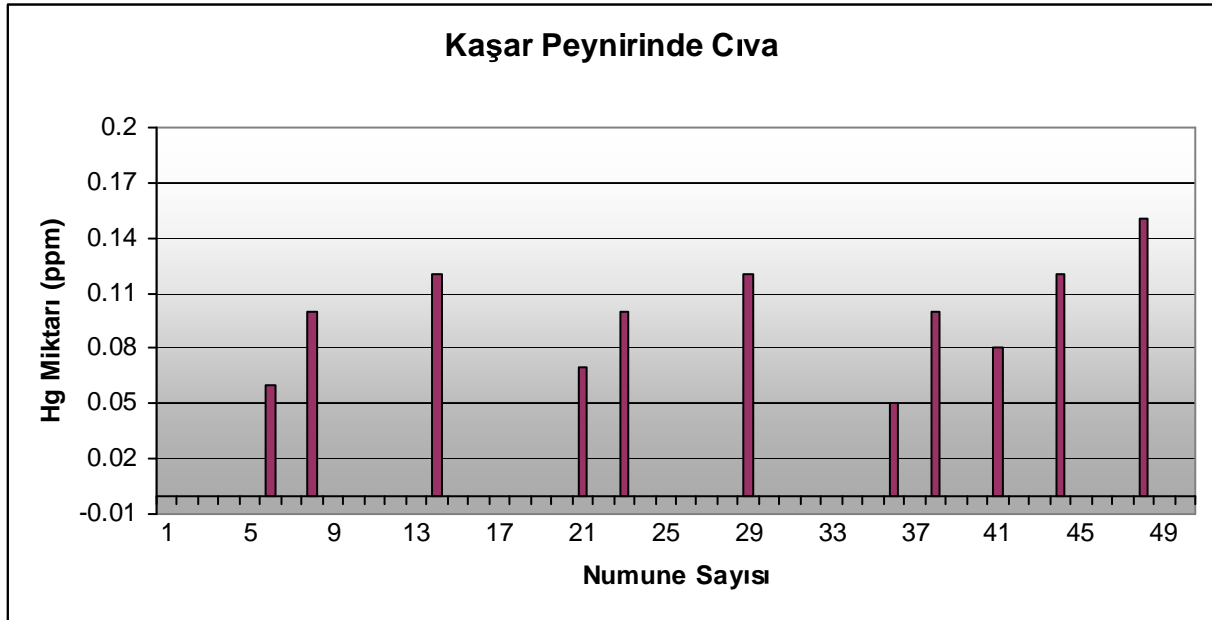
Yapılan analizler sonucunda taze kaşar peyniri numunelerdeki Sn içerikleri Çizelge 4.4.1' de verilmiştir.

Çizelge 4.4.1: Taze Kaşar Peynirinde Cıva (Hg) içerikleri

Numune No	Taze Kaşar	Numune No	Taze Kaşar
1	T.E.D.B.	26	T.E.D.B.
2	T.E.D.B.	27	T.E.D.B.
3	T.E.D.B.	28	T.E.D.B.
4	T.E.D.B.	29	0.12
5	T.E.D.B.	30	T.E.D.B.
6	0.06	31	T.E.D.B.
7	T.E.D.B.	32	T.E.D.B.
8	0.10	33	T.E.D.B.
9	T.E.D.B.	34	T.E.D.B.
10	T.E.D.B.	35	T.E.D.B.
11	T.E.D.B.	36	0.05
12	T.E.D.B.	37	T.E.D.B.
13	T.E.D.B.	38	0.10
14	0.12	39	T.E.D.B.
15	T.E.D.B.	40	T.E.D.B.
16	T.E.D.B.	41	0.08
17	T.E.D.B.	42	T.E.D.B.
18	T.E.D.B.	43	T.E.D.B.
19	T.E.D.B.	44	0.12
20	T.E.D.B.	45	T.E.D.B.
21	0.07	46	T.E.D.B.
22	T.E.D.B.	47	T.E.D.B.
23	0.10	48	0.15
24	T.E.D.B.	49	T.E.D.B.
25	T.E.D.B.	50	T.E.D.B.
<b>Ortalama</b>	<b>0.0214</b>	<b>Limit değeri</b>	<b>0.03</b>
<b>Max.</b>	<b>0.15</b>	<b>Min.</b>	<b>T.E.D.B</b>

Kaşar peynirlerinin cıva (Hg) içerikleri Çizelge 10' da görüldüğü gibi, minimum Hg değeri tespit edilemez düzeyde olup, maksimum değer olarak 0.15 ve ortalama olarak da 0.0214 bulunmuştur

Olması gereken max. limit değeri 0.03 ppm olmakla beraber 11 tane numunede bu limitin üzerine çıkmıştır.



Şekil 5: Kaşar peyniri numunelerinde cıva miktarı

Numunelerdeki Sn değerlerindeki değişkenliği istatistiksel olarak belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır.

Çizelge 4.4.2: Kaşar Peynirinde Cıva (Hg) Miktarı Varyans Analizi Sonuçları

Varyans Kaynakları	SD	KT	KO	F
Kaşar peyniri	49	0.271	$5.52 \times 10^{-3}$	50.053 **
Hata	100	$1.103 \times 10^{-2}$	$1.103 \times 10^{-4}$	-
Genel	149	-	-	-

\* :  $P \leq 0.05$  düzeyinde önemli

\*\* :  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli

- : Önemsiz

Yapılan varyans analizine göre, kaşar peynirlerindeki Hg içerikleri arasındaki farklılığın  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.4.3:Taze Kaşar Peynirinde Cıva (Hg) içeriklerinin Duncan Testine Göre Dağılımları

Numuneler	Ortalama	Gruplar	Numuneler	Ortalama	Gruplar
1	T.E.D.B.	A	32	T.E.D.B.	A
2	T.E.D.B.	A	33	T.E.D.B.	A
3	T.E.D.B.	A	34	T.E.D.B.	A
4	T.E.D.B.	A	35	T.E.D.B.	A
5	T.E.D.B.	A	37	T.E.D.B.	A
7	T.E.D.B.	A	39	T.E.D.B.	A
9	T.E.D.B.	A	40	T.E.D.B.	A
10	T.E.D.B.	A	42	T.E.D.B.	A
11	T.E.D.B.	A	43	T.E.D.B.	A
12	T.E.D.B.	A	45	T.E.D.B.	A
13	T.E.D.B.	A	46	T.E.D.B.	A
15	T.E.D.B.	A	47	T.E.D.B.	A
16	T.E.D.B.	A	49	T.E.D.B.	A
17	T.E.D.B.	A	50	T.E.D.B.	A
18	T.E.D.B.	A	36	0.05	B
19	T.E.D.B.	A	6	0.06	BC
20	T.E.D.B.	A	21	0.07	CD
22	T.E.D.B.	A	41	0.08	D
24	T.E.D.B.	A	8	0.10	E
25	T.E.D.B.	A	23	0.10	E
26	T.E.D.B.	A	38	0.10	E
27	T.E.D.B.	A	14	0.12	F
28	T.E.D.B.	A	29	0.12	F
30	T.E.D.B.	A	44	0.12	F
31	T.E.D.B.	A	48	0.15	G

Kaşar peynirlerinde yapılan duncan testine göre peynirlerin cıva içeriği bakımından farklı gruplarda toplandıkları ve bu gruplardan A grubunda birikim yaptıkları tespit edilmiştir. Türk Gıda kodeksine göre kaşar peynirindeki Hg içeriği bakımından kabul edilebilir sınır 0.03 ppm' dir ve sadece A grubundaki numuneler kabul edilebilir sınırlar içindedir.



Çizelge 4.5.1: Kaşar Peynirinde Korelasyon

<b>Korelasyon</b>	<b>Kurşun (Pb)</b>	<b>Bakır (Cu)</b>	<b>Kalay (Sn)</b>	<b>Cıva (Hg)</b>
<b>Kurşun (Pb)</b>	1	0.133	0.125	0.159
<b>Bakır (Cu)</b>	0.133	1	0.160	-0.001
<b>Kalay (Sn)</b>	0.125	0.160	1	0.221 **
<b>Cıva (Hg)</b>	0.159	-0.001	0.221 **	1

Yapılan korelasyon analizinde;

Kurşun (Pb) ve bakır (Cu) arasında 0.133 oranında doğru yönlü bir ilişki

Kurşun (Pb) ve kalay (Sn) arasında 0.125 oranında doğru yönlü bir ilişki

Kurşun (Pb) ve cıva (Hg) arasında 0.159 oranında doğru yönlü bir ilişki

Bakır (Pb) ve kalay (Sn) arasında 0.160 oranında doğru yönlü bir ilişki

Bakır (Pb) ve cıva (Hg) arasında - 0.001 oranında ters yönlü bir ilişki

Cıva (Hg) ve kalay (Sn) arasında 0.221 oranında doğru yönlü bir ilişki vardır.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Trakya Bölgesi'nde satışı sunulan taze kaşar peynirlerinden seçilen 50 numunede yapılan ağır metal (kurşun, bakır, kalay ve cıva) analiz sonuçlarına göre, kurşunda 3 numunede, cıvada ise 11 numunede limit değerinin üzerinde sonuçlar tespit edilmiştir. Diğer metal içerikleri ise Türk Gıda kodeksi sınırlarının altındadır.

Araştırmalar sonucu, ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki akut ve uzun süreli etkileri olduğu ortaya çıkmıştır. Kurşunun, beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarındaki bozukluklar, işitme bozuklukları; bakırın, özellikle bebek ve çocuklarda böbrek ve karaciğer hastalıkları başta olmak üzere anemiye; kalayın, göz ve cilt hastalıkları ile depresyon, akciğer hastalıkları, bağışıklık sistemi yetersizliği ve cıvanın, nörolojik ve merkezi sinir sistemi bozukluklarına, karaciğer ve beyin dokusu tahribi gibi hastalıklara sebebiyet verdiği kanıtlanmıştır.

Sütteki ağır metallerin seviyesi genetik özellikler, çevre şartları, laktasyon aşaması ve rasyon çeşidi gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Ağır metallerin süt ürünlerinde bulunması, uygulanan üretim yöntemi ve teknolojilerine de bağlıdır. Özellikle farklı işletmelere ait peynirlerde görülen sapmalar da değişik üretim teknikleri ve üretimde kullanılan alet ve ekipmanların farklılığından da kaynaklanabilir. Özellikle alet ve ekipmanın dezenfektanında kullanılan sudaki metal içeriği de işlem sırasında süte bulaşabilir ve peynirdeki ağır metal oranının artmasına neden olabilir.

Bununla beraber mevsimsel farklılıklar, özellikle kış aylarındaki ağır metal içeriklerinin yaz aylarına göre daha yüksek seviyelerde çıkması, kış aylarındaki çevresel kirlilik (örneğin hava kirliliği), endüstriyel atıkların yağışlarla sulara ve toprağa daha fazla bulaşması ve hayvanların yaz aylarında daha doğal yemlerle beslenmesi gibi nedenlere bağlamak mümkündür.

Teknolojik sistemlerde bilinçsiz sanayileşme, çevredeki su havzaları ve bunlardan bulaşan metal kirliliğinin kontrol altına alınması ve işletmelerin bu doğrultuda bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Bilgilendirmenin yanında etkin bir kontrol mekanizmasının devlet tarafından uygulamaya konulması da önemli rol oynayacaktır.

Ayrıca bireylerin de tüketici olarak besin maddelerini satınalma ve tüketme konularında bilinçlendirilmeleri şarttır. Besin maddesi üreten ve satan kişilerin de beslenme ve hijyen konularında bilinçlendirilmeleri ve halk sağlığını tehlikeye atacak durumlar gerçekleştiği takdirde cezai yaptırımların uygulanması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- Anonymous (1988a). Varian Analytical Methods for Graphite Tube Atomizers, Varian Australia Pty Ltd Mulgrave, Victoria, Australia, Sept 1988
- Anonymous (1988b). Varian Analytical Methods for Flame Atomizers, Varian Australia Pty Ltd Mulgrave, Victoria, Australia, Sept 1988
- Anonim (2002). Turk Gıda Kodeksi. Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. Tebliğ No:2002
- Baldwin DR.Morshall WJ., (1999). Heavy Metal Poisoning and Its Laboratory Investigation (Review article) Annals of Clinical Biochemistry; 36: 267-300
- Bruhn C.G San Fransisco, N.A. Neira, J.Y.Lobrega, J.A.(1999). Determination of cadmium And Lead in Muscles by Tungstem Coil Electrothermal Atomic Absorbption Spectro Talanta 50, 967-975.
- Coni, E.,Bocca, A.,Ianni, D., Carolli (1995).Preliminary Evaluation of the Factors Influencing The Trace Element Content of Milk and Dairy Products.Food Chemistry, 52,123-130
- Coni, E.,Caroli S., Ianni, D.,Bocca A., (1994). A Methodological Approach to the Assesment of Trace Elements in Milk and Dairy Products.Food Chemistry, 50, 203-210
- de Vries, W., Römken, P.F.A., van Leuwe, T. and Bronswijk, J.J.B.(2002). Heavy Metals in CAB International 2002. Agriculture, Hydrology and Water Quality. Haygarth P.M And Jarvis S.C. , Wangeningen, Netherlands, 108 -130
- Debecca R.W., McKenzie A.D., and Lacroix G.M.A (1987).Dietary Intakes of Lead, Arsenic, Cadmium by Canadian adults. Food Additives and Contaminants 4(1) 89-102
- Demirci, M.,(1986). Süt ve Mamulleri Uygulama Kılavuzu., T.Ü.Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:35, Tekirdağ
- European Commision DG.ENV E3 Project., (2002).Env. E-3/Etv/2000/0058, Heavy Metals in Waste, Danmark
- FAO/WHO (1993). Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. 41st Report of Joint FAO/WHO Commitee on Food Additives Geneva, Switzerland.
- FAO/WHO (2003). Joint FAO/WHO Expert Commitee on Food Additives 61st Meeting, Rome, Italy.
- John H. Duffus (1980). Environmental toxicology, Newyork, Wiley

- John H. Duffus, Howard G.J. Worth, C 1996. *Fundamental toxicology for chemists*, UK Royal Society of Chemistry Information Services, Cambridge
- Johnson R.D., Manske D.D., New D.H., Podrebarac D.S. (1984). Pesticide, Metal and other Chemical Residues in Adult Total Diet Sample (13), *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 67, 154-166
- Kaiser R, A.K., Henderson (2001). Daley WR Et Al. Blood Lead Level of Primary School Children in Ohlaka, *Environ Health Perspect*, 109.563-566
- Karadjova, I., Girousi, S., Iliadou, E., and Stratis, I (2000) Determination of Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ni and Pb in milk, cheese and Chocolate, *Mikrochimica Acta*, 134, 185 -191
- Lante, A., Lomolino, G., Cagnin, M and Spettoli, P. (2006) Content and Characterization of Minerals in Milk and Crescenza and Squacquerone Italian Fresh Cheeses by ICP-OES. *Food Control* 17, 229 – 233.
- Llobet J.M., Falco, G., Casas, Teixido, A., Domingo, J.L (2003). Concentrations of Arsenic, Cadmium, Mercury and Lead in Common Foods and Estimated Daily Intake by Children, Adolescents, Adults and Seniors in Catalonia Spain, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 5, 838-842
- Maravic, J., J. Eder Trifuovic and Kosar (1990). Concentration of Cadmium, Lead, Copper and Zinc, *Hrana-Ishrana* 31:31-33
- MARC Records for the CRC Handbook of Chemistry and Physics\_89 th Edition\_2008-2009
- Mendil, D. (2006). Mineral and Trace Metal Levels in Some Cheese Collected from Turkey. *Food Chemistry* 96, 532 – 537
- Moreno-Rojas, R., Amaro –Lopez, M. A. and Zuerera-Cosano, G (1994). Copper, Iron and Zinc Variations in M-type cheese during the Traditional Cheese Making Process. *Food Chemistry*, 49,-67-72
- NMKL 161 (1998). Nordic Committee on Food Analysis, Metals, Determination by Atomic Absorption Spectrometry After Wet Digestion In a Microwave Oven.
- Official Journal of the European Communities (2002) L37/4. Commission Regulation (EC) No: 221/2002 06th February 2002 amending Regulation (EC) No 446/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs.
- Philips, M., Pitman, G and Santi, E.(2006) Guideline for onfarm and/or small milk processing Plants, Minnesota Dept of Agriculture, Saint Paul, MN
- Reilly, C. (1991). *Metals Contamination of Food*. London: Elsevier Applied Science.

- Reilly, C. (2002). Metal Contamination of Food., Its Significance in Food Quality and Human Health. Blackwell Science Ltd.,Oxford, UK
- Shills, M.E., Olson, J. A and Shike, M.(1994). Modern nutrition in Health and Disease. Phill. Lea & Febiger
- Soysal, İ.(1992).Biyometrinin Prensipleri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak.Yayın.95
- Sowers, M.r.Scholl.T.O., Hall, G., Jannausch, M.L. Kemp (2002). Lead in Breast Milk and Maternal Bone Turnover, Amerikan Journal of Obstetrics and Gynecology, 187 (3), 779-776
- Trace Elements in Human Nutrition and Health World Health Organization, Geneva 1996
- Tayar M., Berberoglu C., Veral S (1997). Süt ve Ürünleri Programı162 -164
- Tripathi R.M., Raughnat R., Sastry V.K. & Krishnamoorthy T.M., 1999. Daily Intake of Heavy Metals by Infants through Milk and Milk Products. The Science of the Total Environment.227-229
- Türk Standartları Enstitüsü (1999). TS 3272 Bakır, Kalay, Kurşun ve Cıvanın Limit Değerleri
- Yüzbaşı N.Sezgin E., Yıldırım M., Yıldırım N.(2003). Survey of Lead, Cadmium, Iron, Zinc and Copper in Kashar cheese. Food Chemistry 20(5), 464-469

## ÖZGEÇMİŞ

1975 yılında İstanbul' da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul' da tamamladı. 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1998 yılında Marmara Üniversitesi' ne bağlı Marmara Çağdaş Bilimler Vakfı' nın düzenlediği İşletme Programına bağlı Yönetim Geliştirme Teknikleri İhtisas Programını tamamladı. 1998 yılından beri özel sektörde çalışmakta. Evli ve bir çocuk annesi.

Bengi EREN ÖZTÜRK

## TEŞEKKÜR

Araştırma konunun belirlenmesi, planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesinde yardımlarını esirgemeyen danışmanım Prof. Dr. Osman ŞİMŞEK' e teşekkür ederim.

Araştırmamın tüm aŐamalarında destek ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Binnur Kaptan' a, laboratuvar çalıŐmalarımnda faydalandığım Tekirdağ İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü' ne ve bilgi birikiminden faydalandığım Gıda Yük. Müh Fatih Kara' ya ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen Yrd. Doç Dr Murat TaŐan'a ve çalıŐmalarımnda bana destek veren arkadaŐım Nilufer Boz'a teşekkür ederim.

Hayatımın her aŐamasında yanımda olan ve beni destekleyen sevgili aileme, annem, babam, eŐim ve biricik kızıma da teşekkür ederim.

Tekirdağ 2009

Bengi EREN ÖZTRK