



**AFYONKARAHİSAR İLİNDE TÜKETİME
SUNULAN DONDURMALARDA METAL VE
AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN İNDÜKTİF
EŞLEŞMİŞ PLAZMA (ICP) İLE
BELİRLENMESİ**

Avni ŞAVKLIYILDIZ

Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ

Tez No: 2021-033

Afyonkarahisar

**SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BESİN/GIDA HİJYENİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AFYONKARAHİSAR İLİNDE TÜKETİME SUNULAN
DONDURMALARDA METAL VE AĞIR METAL
DÜZEYLERİNİN İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA (ICP) İLE
BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Avni ŞAVKLIYILDIZ**

**Danışman
Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ**

Tez No: 2021-033

AFYONKARAHİSAR

TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı'nda** Avni ŞAVKLIYILDIZ tarafından hazırlanan “Afyonkarahisar İlinde Tüketime Sunulan Dondurmalarda Metal ve Ağır Metal Düzeylerinin İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) ile Belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 07.09.2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir

Başkan

Doç. Dr. Zeki GÜRLER

İmza

Üye

Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ

İmza

Üye

Dr. Öğretim Üyesi Savaş ASLAN

İmza

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

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.

23/9/2021

İmza

Avni ŞAVKLIYILDIZ

ÖZET

AFYONKARAHİSAR İLİNDE TÜKETİME SUNULAN DONDURMALARDA METAL VE AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA (ICP) İLE BELİRLENMESİ

Bu araştırmada Afyonkarahisar ilinin 20 farklı bölgesinde 1-31 Ağustos 2019 tarihleri arasında 3 farklı çeşit (çikolatalı, çilekli ve sade) toplam 60 adet dondurma örneği temin edilmiştir. Bu numunelerde metal ve ağır metal varlığı indüktif eşleşmiş plazma (ICP) yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular literatür ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Yapılan araştırmadaki dondurmalarda yaklaşık olarak Alüminyum (Al), Bakır (Cu), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Demir (Fe), Çinko (Zn), Arsenik (As), Manganez (Mn), Kadmiyum (Cd), Kobalt (Co), Civa (Hg), Gümüş (Ag), Selenyum (Se) ve Mobilden seviyeleri sırasıyla; 149,6 ppm, 7,42 ppm, 33,8 ppm, 334,8 ppm, 0,9 ppm, 32,2 ppm, 124,7 ppm, 0,00 ppm, 0,651 ppm, 0,272 ppm, 0,17 ppm ve 2,74 ppm olarak tespit edilmiştir.

Araştırma bulgularına bakıldığında dondurma numunelerinde arsenik belirlenmiş olsa da farklı seviyelerde Al, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Ag, Cd, Pb içerdiği bulunmuştur. Bulunan değerlerin bazılarının Türk Gıda Kodeksi'nde verilen değerlerden yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afyonkarahisar, Dondurma, Metal, Ağır metal

SUMMARY

DETERMINATION OF METAL AND HEAVY METAL LEVELS IN ICE CREAMS OFFERED FOR CONSUMPTION IN AFYONKARAHISAR PROVINCE BY MEANS OF INDUCTIVELY MATCHED PLASMA (ICP)

In this research, a total of 60 ice cream samples of 3 different varieties (chocolate, strawberry and plain) were provided in 20 different regions of Afyonkarahisar province between 1-31 August 2019. The presence of metal and heavy metal in these samples is intended to be determined by inductive matched plasma (ICP) method. The findings of the research were evaluated by comparing them with the literature.

Approximately Aluminum (Al), Copper (Cu) in the ice creams in the research. Chromium (Cr), Lead (Pb), Iron (Fe), Zinc (Zn), Arsenic (As), Manganese (Mn), Cadmium (Cd), Cobalt (Co), Mercury (Hg), Silver (Ag), Selenium (Se) and Mobilden levels are respectively; 149.6 ppm, 7.42 ppm, 33.8 ppm, 334.8 ppm, 0.9 ppm, 32.2 ppm, 124.7 ppm, 0.00 ppm, 0.651 ppm, 0.272 ppm, 0.17 ppm and 2.74 ppm.

Although arsenic was determined in ice cream samples, it was found to contain different levels of Al, Cr, Mn, Fe, Co,Cu, Zn,Se, Ag, Cd,Pb. It is understood that some of the values found are higher than those given in the Turkish Food Codex.

Keywords: Afyonkarahisar, Ice Cream, Metal, Heavy Metal

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 katkılarını gördüğüm, birlikte çalışmaktan onur duyduğum çok değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Ulaş ACARÖZ' e,

Çalışmam süresince öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm Besin/Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı çok değerli bölüm hocalarıma,

İlgilerinden dolayı Sağlık Bilimleri Enstitüsüne,

Çalışmamın desteklenmesini sağlayan Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine,

Her zaman ilgi ve desteğiyle yanımda olan değerli eşim Esra ŞAVKLIYILDIZ' a,

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

Avni ŞAVKLIYILDIZ

Afyonkarahisar

2021

İÇİNDEKİLER

| | SAYFA |
|--|------------|
| TEZ KABUL VE ONAY SAYFASI | II |
| BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ | III |
| ÖZET | İV |
| SUMMARY | V |
| ÖNSÖZ | VI |
| İÇİNDEKİLER | VII |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ | X |
| ŞEKİLLER | XI |
| TABLolar | XII |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Dondurmanın Tanımı ve Bileşimi..... | 2 |
| 1.2. Dondurmanın Tarihi..... | 3 |
| 1.3. Dondurmanın Beslenme Açısından Önemi..... | 4 |
| 1.4. Dondurmanın Üretim Aşamaları..... | 5 |
| 1.5. Ağır Metaller..... | 6 |
| 1.6. Ağır Metallerin Bulaşma Kaynakları..... | 7 |
| 1.6.1. Toprak..... | 7 |
| 1.6.2. Gübreler ve Kimyasal Tarım Maddeleri | 7 |
| 1.6.3. Metal Madenciliği ve Endüstriyel atıklar..... | 8 |
| 1.6.4. Biyosolitler ve Atık sular | 8 |
| 1.6.5. Hava Kirliliği | 9 |
| 1.6.6. Gıda İşleme ve Pişirme Araçları | 9 |
| 1.6.7. Paketleme ve Kutulama İşlemi..... | 9 |

| | |
|--|-----------|
| 1.7. Bazı Önemli Ağır Metaller ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri | 10 |
| 1.7.1. Alüminyum (Al)..... | 10 |
| 1.7.2. Bakır (Cu) | 11 |
| 1.7.3. Krom (Cr)..... | 12 |
| 1.7.4. Kurşun (Pb)..... | 13 |
| 1.7.5. Demir (Fe)..... | 14 |
| 1.7.6. Çinko (Zn)..... | 15 |
| 1.7.7. Arsenik (As)..... | 15 |
| 1.7.8. Manganez (Mn)..... | 16 |
| 1.7.9. Kadmiyum (Cd) | 17 |
| 1.7.10. Kobalt (Co) | 18 |
| 1.7.11. Civa (Hg)..... | 18 |
| 1.7.12. Gümüş (Ag)..... | 19 |
| 1.7.13. Selenyum (Se)..... | 19 |
| 1.7.14. Molibden (Mo)..... | 20 |
| 1.8. Dondurmada Ağır Metal Varlığı | 21 |
| 2. MATERYAL VE METOT | 22 |
| 2.1. Materyal | 22 |
| 2.1.1. Dondurma Örnekleri | 22 |
| 2.1.2. Kullanılan Kimyasallar ve Malzemeler | 22 |
| 2.2. Metot..... | 23 |
| 2.2.1. Mikrodalga Yakma | 23 |
| 2.2.2. Okuma-Değerlendirme..... | 23 |
| 3. BULGULAR | 24 |
| 3.1. Alüminyum (Al)..... | 24 |
| 3.2. Krom (Cr)..... | 25 |
| 3.3. Mangan (Mn) | 26 |
| 3.4. Demir (Fe)..... | 27 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 3.5. Kobalt (Co) | 28 |
| 3.6. Bakır (Cu) | 29 |
| 3.7. Çinko (Zn)..... | 30 |
| 3.8. Arsenik (As)..... | 31 |
| 3.9. Selenyum (Se)..... | 32 |
| 3.10. Gümüş (Ag) | 33 |
| 3.11. Kadmiyum (Cd)..... | 34 |
| 3.12. Kurşun (Pb)..... | 35 |
| 4. TARTIŞMA | 36 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 40 |
| 6. KAYNAKLAR | 41 |

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%: Yüzde

n: Örneklem büyüklüğü

mg: Miligram

gr: Gram

IU: Uluslararası ünite

Ppm: Milyonda parça

LOD: Tespit limiti

Al: Alüminyum

Cu: Bakır

Cr: Krom

Pb: Kurşun

Fe: Demir

Zn: Çinko

As: Arsenik

Mn: Manganez

Cd: Kadmiyum

Co: Kobalt

Hg: Civa

Ag: Gümüş

Se: Selenyum

Mo: Molibden

µg/l: Mikrogram/litre

HNO₃: Nitrik asit

H₂O₂: Hidrojen peroksit

kg: Kilogram

µg: Mikrogram

ng: Nanogram

ŞEKİLLER

| | SAYFA |
|---|-------|
| Şekil 1. Dondurmanın Üretim Aşamaları..... | 5 |
| Şekil 3. 1. Dondurma Örneklerinde Alüminyum (Al) Seviyeleri (ppm).. | 24 |
| Şekil 3. 2. Dondurma Örneklerinde Krom (Cr) Seviyeleri (ppm)..... | 25 |
| Şekil 3. 3. Dondurma Örneklerinde Mangan (Mn) Seviyeleri (ppm)..... | 26 |
| Şekil 3. 4. Dondurma Örneklerinde Demir (Fe) Seviyeleri (ppm)..... | 27 |
| Şekil 3. 5. Dondurma Örneklerinde Kobalt (Co) Seviyeleri (ppm)..... | 28 |
| Şekil 3. 6. Dondurma Örneklerinde Bakır (Cu) Seviyeleri (ppm)..... | 29 |
| Şekil 3. 7. Dondurma Örneklerinde Çinko (Zn) Seviyeleri (ppm)..... | 30 |
| Şekil 3. 8. Dondurma Örneklerinde Arsenik (As) Seviyeleri (ppm)..... | 31 |
| Şekil 3. 9. Dondurma Örneklerinde Selenyum (Se) Seviyeleri (ppm).... | 32 |
| Şekil 3. 10. Dondurma Örneklerinde Gümüş (Ag) Seviyeleri (ppm)..... | 33 |
| Şekil 3. 11. Dondurma Örneklerinde Kadmiyum (Cd) Seviyeleri (ppm)..... | 34 |
| Şekil 3. 12. Dondurma Örneklerinde Kurşun (Pb) Seviyeleri (ppm)..... | 35 |

TABLULAR

| | SAYFA |
|---|-------|
| Tablo 1. 100 gr dondurmanın içerdiği vitamin ve mineraller..... | 1 |
| Tablo 2. Dondurma bileşiminde yer alan maddeler ile ideal dondurma bileşimi..... | 2 |
| Tablo 3. Dondurmanın enerji değeri..... | 4 |
| Tablo 4. Bazı ağır metaller ekolojik olarak sınıflandırılması..... | 6 |
| Tablo 5. Dondurma Örneklerinde Alüminyum (Al) Seviyeleri (ppm).... | 24 |
| Tablo 6. Dondurma Örneklerinde Krom (Cr) Seviyeleri (ppm)..... | 25 |
| Tablo 7. Dondurma Örneklerinde Mangan (Mn) Seviyeleri (ppm)..... | 26 |
| Tablo 8. Dondurma Örneklerinde Demir (Fe) Seviyeleri (ppm)..... | 27 |
| Tablo 9. Dondurma Örneklerinde Kobalt (Co) Seviyeleri (ppm)..... | 28 |
| Tablo 10. Dondurma Örneklerinde Bakır (Cu) Seviyeleri (ppm)..... | 29 |
| Tablo 11. Dondurma Örneklerinde Çinko (Zn) Seviyeleri (ppm)..... | 30 |
| Tablo 12. Dondurma Örneklerinde Arsenik (As) Seviyeleri (ppm)..... | 31 |
| Tablo 13. Dondurma Örneklerinde Selenyum (Se) Seviyeleri (ppm)..... | 32 |
| Tablo 14. Dondurma Örneklerinde Gümüş (Ag) Seviyeleri (ppm)..... | 33 |
| Tablo 15. Dondurma Örneklerinde Kadmiyum (Cd) Seviyeleri (ppm)... | 34 |
| Tablo 16. Dondurma Örneklerinde Kurşun (Pb) Seviyeleri (ppm)..... | 35 |

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin her döneminde temel ihtiyaç ve ilgi alanı olan beslenme; yaşamın sürdürülebilmesi ve sağlığın korunması için yiyeceklerin kullandığı fizyolojik ve biyokimyasal bir süreçtir. İşlenmiş gıdaların üretiminin artması, hızlı kentleşme ve değişen yaşam tarzları nedeniyle güvenilir gıda tüketimine olan ilgi günden güne artmaktadır (High Level Panel of Expertson Food Security, 2017).

Süt; iyi bir protein, yağ ve mineral kaynağı olduğu için neredeyse eksiksiz bir besin kaynağı olarak kabul edilir (Gasmalla vd., 2017). Sütün işlenmesiyle elde edilen farklı gıdalara “süt ürünleri” denilmektedir. Yoğurt, kaymak, peynir, ayran, tereyağı, kefir ve dondurma gibi besinler süt ürünlerine örnek olarak verilebilir (Ünal & Besler, 2008).

Besin değerinin yüksekliği ve ferahlatıcılığı nedeniyle yaz aylarında sıklıkla tüketilen dondurma, değişik tat ve aromaları olan bir süt ürünüdür. Süte kıyaslandığında daha fazla protein ve yağ içermektedir (Sağdıç vd., 2002). Ayrıca içeriği vitamin ve mineral yönünden de oldukça zengindir (Tablo 1) (Marshall vd., 2003).

Tablo 1. 100 gr dondurmanın içerdiği vitamin ve mineraller

| Mineral/Vitamin | Dondurma İçindeki Miktar (100 gr) | Vücudun Günlük İhtiyacını Karşılama Oranı |
|------------------------|--|--|
| Kalsiyum | 135 mg | % 9 |
| Demir | 0.1 mg | % 8 |
| Potasyum | 160 mg | % 4 |
| Fosfor | 115 mg | % 11 |
| B2 Vitamini | 0.25 mg | % 17 |
| E Vitamini | 0.2 mg | % 20 |
| A Vitamini | 433 IU | % 9 |
| Niasin | 0.13 mg | % 1 |

1.1. Dondurmanın Tanımı ve Bileşimi

Ülkelere göre dondurma yapımındaki farklı teknikler olması dondurmanın genel bir tanımının yapılmasını ve sınıflandırılması oldukça zorlaştırmaktadır (Üçüncü, 2012).

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre dondurma; “İçerisinde tat ve çeşidine göre, süt ve/veya süt ürünlerini, içme suyu, şeker ve izin verilen katkı maddelerini bulduran, istenildiğinde salep, yumurta ve/veya yumurta ürünleri, aroma maddeleri ve çeşni maddeleri gibi bileşenleri içeren karışımının pastörizasyon sonrası, tekniğe uygun olarak işlenmesi ve dondurulması ile elde edilen, yumuşak halde ya da sertleştirildikten sonra tüketime sunulan ürün” olarak ifade edilmektedir (Anonymous, 2004).

Diğer bir tanıma göre dondurma; “genellikle süt ve ürünlerinden (süt, koyulaştırılmış süt, krema, tereyağı, süt tozu), stabilizatör, emülgatör, tatlandırıcı (sakaroz, glikoz vb.), renk, aroma ve çeşni maddelerinden oluşan karışıma hava verilerek dondurucu (freezer) denilen özel ekipmanlarda işlenmesiyle elde edilen bir üründür” (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Dondurma bileşiminde bulunan önemli maddelerin ana kaynağı süttür. Bileşime giren maddelerin henüz dondurulmamış haline “dondurma miksi ya da karışımı” denilmektedir. Dondurma miksi aroma maddeleri ve hava dışındaki tüm unsurları içermektedir. Tablo 2’de Dondurma bileşiminde yer alan maddeler ile ideal dondurma bileşimi yer almaktadır.

Tablo 2. Dondurma bileşiminde yer alan maddeler ile ideal dondurma bileşimi

| Bileşen | İdeal Dondurma Bileşimi (%) | Bulunma Sınırları (%) |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------|
| Yağ | 12 | 8-20 |
| Yağsız kuru madde | 11 | 8-15 |
| Şeker | 15 | 13-20 |
| Stabilizatör+Emülgatör | 0.3 | 0-0.7 |
| Toplam kuru madde | 38.3 | 36-43 |

1.2. Dondurmanın Tarihi

Dondurmanın ilk olarak nerede, ne zaman ve nasıl bulunduğu ile ilgili kesin bilgiler bulunmamaktadır. Literatürde bu konuda çeşitli varsayımlar bulunmaktadır. 3000 yıl önce buzun keşfedilmesiyle Çinliler tarafından yapıldığı, 16. yüzyılda İtalya'da yapıldığı, ilk çağlarda bir kap içerisinde süt ve meyve suyunun tesadüfi donmasıyla keşfedildiği bu varsayımlardan bazılarıdır (Krahl vd., 2016). Yine bazı bilim insanları, Marco Polo'nun 1292'deki Asya gezisinden Venedik'e dönmesiyle donmuş süt ile yapılan tatlıların Avrupa'ya yayıldığını, bazı araştırmacılar ise 1560 tarihli belgelerde İtalya'da bal ile süt karıştırıldıktan sonra dondurulduğundan bahsedilmektedir (Çağlar, 2010).

İlk ticari dondurma tesisi Jacop Fussel tarafından 1851 yılında Baltimore'da kurulmuş ve modern dondurmacılığın temeli atılmıştır (Quinzio, 2009). Teknolojideki gelişmelere paralel olarak dondurma sektörü de gelişimine hız katmıştır. 1870'li yıllarda kaymak ayırma makinesi, 1878 yılında buzdolabının ve elektrikle çalışan dondurma makinelerinin üretilmesi bu teknolojik gelişmelerden bazılarıdır (IDFA, 2021). 1920'lerde farklı türlerde kutu ve çubuk dondurmalar yapılmaya başlanmıştır. 2000'li yılların başında ise, dondurma teknolojisindeki bütün sorunlar çözülmüş ve her çeşit dondurmayı üretmek mümkün hale gelmiştir. Bu gelişmelerle başlangıçta lüks olarak görülen ve yalnızca zenginler tarafından tüketilen dondurma; maliyetin düşmesi ve çeşitliliğin çok fazla artmasıyla herkes tarafından rahatlıkla tüketilebilen bir ürün haline gelmiştir (Çağlar, 2010; Krahl vd., 2016).

Ülkemizde ilk dondurma yapımının tarihi hakkında kesin bir bilgi yoktur. 1900'lü yılların başında ilk olarak İstanbul'da yapıldığı buradan da Anadolu'ya yayıldığı düşünülmektedir. 1920'li yıllarda Salepli dondurma ilk olarak Kahramanmaraş'ta yapılmıştır. Salepli dondurma, Kel Ali isimli kişi tarafından dövme demir kaşık ile karıştırılıp, özlü düzgün bir yapı verilmiş ve Kahramanmaraş'ın meşhur dövme dondurmasının temeli oluşturulmuştur. Ülkemizde dondurma başlangıçta belirli bir kesime özel olarak lokanta ve otellerde üretilmiştir. Daha sonra ev, sokak ve dükkân dondurmacılığı şeklinde gelişmiştir. Bu dönemde teknik bilgi ve modern donanım yoktur (Üçüncü, 2012).

Ülkemizde ilk modern dondurma üretim tesisi 1957 yılında Atatürk Orman Çiftliği Süt ve Mamulleridir. İkinci tesis ise 1974 yılında dondurma üretimine başlayan İzmir Süt Mamulleri Sanayi şirkettir. Daha sonra ise ülkemizde dondurma üretimi hızlı bir şekilde ilerlemiştir (Çağlar, 2010; Polatoğlu, 2021).

1.3. Dondurmanın Beslenme Açısından Önemi

Dondurma, besin değeri çok yüksek bir tatlıdır. Bileşiminde beş temel besin grubu (karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineraller) bulunmaktadır. Dondurma içeriğinde; süt proteinleri gerekli tüm esansiyel aminoasitleri, fosfor, kalsiyum, sodyum, magnezyum, potasyum, çinko ve demir gibi mineralleri, B1, B2, B6, B12, C ve ADEK vitaminleri vardır (Lim vd., 2008). Esansiyel aminoasitler yeterli ve dengeli beslenme için, kalsiyum ve fosfor ise diş ve kemik gelişimi için katkı sağlamaktadır. Dondurma üretiminde kullanılan maddeler vücut tarafından tamamen emildiği için büyümekte olan çocuklar içinde önemli bir besin kaynağıdır (Şen, 2018). 100 gr dondurmanın içeriği ve enerji değeri Tablo 3'te yer almaktadır (Akın, 1998).

Tablo 3. Dondurmanın enerji değeri

| İçindekiler | Miktar (g) | Kalori (cal) | KJ |
|---------------|------------|--------------|--------|
| Yağ | 7,78 | 52,34 | 219,82 |
| Şeker | 12 | 47,28 | 198,58 |
| Süt Tozu | 11,5 | 40,48 | 170,02 |
| Mısır Unu | 2,24 | 7,84 | 32,92 |
| Stabilizatör | 0,28 | 0 | 0 |
| Su | 66,2 | 0 | 0 |
| Toplam | 100 | 147,94 | 621,34 |

Süt ile karşılaştırıldığında dondurma 3-4 kat daha fazla yağ ve %12-16 oranında daha fazla protein içermek ve bu konsantre yapısından dolayı süte göre daha besleyicidir. Dondurma ile ilgili yapılan çalışmalarda günlük gereksinimler doğrultusunda tüketildiğinde (yaklaşık 250g), obezite, boğazda ağrı veya ateşlenme gibi şikayetlere neden olmadığı belirlenmiştir (Krahl vd., 2016).

Ülkelerin yıllık tüketim ortalamaları dikkate alındığında ABD’de kişi başında dondurma tüketimi 25 litre, Almanya’da 8, Yunanistan’da 4.5 ve Ülkemizde ise 1.5 litredir. Dünya’ya kıyasla ülkemizde tüketim oranının az olmasının nedeni yemek kültüründeki farklılıktır. Dondurma üretiminin kısa sürede olması, diğer süt ürünlerine göre daha az yatırım gerektirmesi ve beslenme için önemini anlaşılması gibi nedenlerle gün geçtikçe hızla büyüyen bir sektör haline gelmiştir (Şen, 2018)

1.4. Dondurmanın Üretim Aşamaları

Dondurma; karışımında kullanılacak malzemeler belirlendikten sonra sırasıyla ham maddelerin tartımı, karıştırma, homojenizasyon, pastörizasyon, soğutma ve dinlendirme aşamalarından geçerek üretilmektedir. Endüstriyel dondurma üretim aşamaları Şekil 1’deki gibidir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).



Şekil 1. Dondurmanın Üretim Aşamaları

1.5. Ağır Metaller

Literatürde ağır metallerin yoğunluk, kimyasal, anatomik ve toksik özelliklerine göre farklı tanımlandığı görülmektedir. Örneğin metalurjide, yoğunluk temelinde tanım yapılırken, fizikte atomik sayı, kimyada ise kimyasal davranış tanım için belirleyici kriter olabilmektedir. Uluslararası Saf ve Uygulama Kimya Birliği (IUPAC)'NE göre; ağır metallerle ilgili spesifik tanımlar yapılmış olsada bunların hiçbiri yaygın olarak kabul edilmemiştir (Pourret & Bollinger, 2018). Genel bir tanım yapılacak olunursa ağır metaller; yüksek yoğunluğu olan ve düşük konsantrasyonda bile toksik etki gösteren metallerdir. Diğer bir tanıma göre; özgül ağırlığı 5gr/cm^3 'den büyük olan elementlerdir. Metaller grubunun bir alt grubu olan ağır metaller periyodik tabloda geçiş elementleri olarak yer alırlar (Göhre & Paszkowski, 2006; Singh vd., 2011).

Ağır metaller canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gerekli, kısmen gerekli ve zehirli ağır metaller olarak sınıflandırılmaktadırlar. Bakır (Cu), Çinko (Zn), Selenyum (Se), Demir (Fe) gibi elementler gerekli, Nikel (Ni), Kobalt (Co), Vanadyum (V) gibi elementler ise kısmen gerekli, Arsenik (As), Krom (Cr), Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd) gibi elementler zehirli elementler olarak ifade edilmektedirler (Gu vd., 2016). Tablo 4'te bazı ağır metaller ekolojik olarak sınıflandırılmıştır (Çay, 2014).

Tablo 4. Bazı ağır metaller ekolojik olarak sınıflandırılması

| Element | Özgül Ağırlık (g/cm ³) | Canlı için gerekli mi? | Kirletici mi? |
|----------------------|------------------------------------|------------------------|---------------|
| Gümüş (Ag) | 10,5 | Hayır | Evet |
| Kadmiyum (Cd) | 8,7 | Hayır | Evet |
| Krom (Cr) | 7,2 | Evet | Evet |
| Bakır (Cu) | 8,9 | Evet | Evet |
| Demir (Fe) | 7,9 | Evet | Evet |
| Civa (Hg) | 13,6 | Hayır | Evet |
| Kurşun (Pb) | 11,3 | Hayır | Evet |
| Nikel (Ni) | 8,9 | Evet | Evet |
| Kalay (Sn) | 7,3 | Hayır | Evet |
| Çinko (Zn) | 7,1 | Evet | Evet |

1.6. Ağır Metallerin Bulaşma Kaynakları

Doğal kaynakların bilinçsiz kullanımı, nüfusun hızlı bir şekilde artması, kentleşme, teknoloji ve sanayi alanındaki gelişmeler çevre kirliliğinin temel nedenleri arasındadır. Yerkabuğunun doğal bileşenleri olan ağır metaller; indirgenemez veya yok edilemezler. Egzoz gazları, sanayi faaliyetleri, maden ve volkanik faaliyetler, gübre ve ilaçlama nedeniyle oluşan çevre kirliliğinin içerdiği, civa ,bakır, kadmiyum, kurşun gibi metaller besin zincirine geçerek canlılara toksik etkileri nedeniyle önem taşımaktadırlar (Ayar vd., 2007).

Ağır metallerin ana bulaşma kaynakları; toprak, zirai ilaçlar ve gübreler, endüstriyel faaliyetler, hava kirliliği, atık sular ve kanalizasyon, gıda işleme araç ve gereçleri ile pişirme ekipmanlarıdır (Çay, 2014; Liu vd., 2013; Musaiger & D'Souza, 2008; Türközü & Şanlıer, 2014).

1.6.1. Toprak

Gıdalarda bulunan ağır metallerin başlıca kaynağı topraktır. Toprak bitkilerin yetişmesi için gerekli minerallerle birlikte değişik miktarlarda ağır metal barındırmaktadır (Basta vd., 2004).

Ağır metallerle toprak kirliliği, tarım ürünlerinin güvenliğine yönelik endişe yaratmasından dolayı dünya çapında kamuoyunun dikkatini çeken bir çevre sorunu haline gelmiştir. Bu metaller doğal süreçler ve antropojenik faaliyetler yoluyla toprak tarım ekosistemine girer. Organik kirleticilerin aksine, ağır metal kirliliği gizli, kalıcı ve geri döndürülemezdir. Ayrıca sadece su kütlelerinin, atmosferinin ve gıda bitkilerinin kalitesini düşürmekle kalmaz, aynı zamanda besin zincirindeki birikim yoluyla organizmaların ve insanların sağlığı ve refahı için de büyük bir tehdit oluşturur (Kankia & Abdulhamid, 2014). Kirli toprakta yetiştirilen sebzelerdeki ağır metal oranlarının incelendiği bir çalışmada farklı sebze türlerinde sağlık için risk teşkil eden düzeylerde ağır metal oranları belirlenmiştir (Liu vd., 2013).

1.6.2. Gübreler ve Kimyasal Tarım Maddeleri

Gelişen tarım sektörü ile artan ve özellikle usulsüzce yapılan kimyasal gübreleme ile hava, toprak ve su kaynaklarımız kirlenmekte, topraklarımızın kalitesi

bozulmaktadır. Mahsul verimliliği için kullanılan aşırı gübre topraktaki ağır metal oranını önemli ölçüde artırmaktadır (Wuana & Okieimen, 2011).

Geçmişte tarım ve bahçecilikte oldukça yaygın olarak kullanılan kimyasal tarım maddeleri, önemli miktarda metal konsantrasyonu içermekteydi. Örneğin, yakın geçmişte, Birleşik Krallık'ta insektisitler ve fungusitler Cu, Hg, Mn, Pb veya Zn içeren bileşiklere dayandığından, kimyasalların yaklaşık %10'u kullanım için onaylanmıştır. Bu tür kimyasal tarım maddeleri, Bordeaux karışımı (bakır sülfat) ve bakır oksiklorür gibi bakır içeren mantar öldürücü spreylerdir. Kurşun arsenat, bazı parazitik böcekleri kontrol etmek için uzun yıllar meyve bahçelerinde kullanılmıştır. Gübrelere karşılaştırıldığında, bu tür malzemelerin kullanımı daha lokalizedir, belirli alanlar veya mahsullerle sınırlıdır (Rogers vd., 2000).

1.6.3. Metal Madenciliği ve Endüstriyel atıklar

Metal madenciliği ve endüstriyel atıklar, toprakta metal kirliliği olarak birçok ülkeye miras kalmıştır. Metal madenciliği atıklarının yer altı depolarından toprak veya nehirlere sızması ve atıkların uygunsuz şekilde uzaklaştırılması temel kirleticilerdir (DeVolder vd., 2003).

Yumuşakçalarda (Molluska) yapılan ağır metal çalışmalarının incelendiği bir derleme makalesinde; endüstriyel atıklar ile kirlenen sularda bulunan yumuşakçaların çeşitli dokularında geniş oranda potansiyel toksik metallerin biriktiği belirlenmiştir (Atabeyoğlu & Atamanalp, 2010). Japonya'daki pirinçlerde ve İngiltere'deki sebzelerde yüksek oranda kadmiyum bulunmasının nedeni araştırılmış ve yakınındaki maden ocaklarından atık su sızdığı tespit edilmiştir (Türközü & Şanlier, 2014).

1.6.4. Biyosolitler ve Atık sular

Biyosolitler, insan atığı ve evlerden gelen lağım suyunun atık su arıtma tesisinde işlendikten sonra üretilen maddedir. Bu madde, tarım sektöründe gübre ve toprak düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Arıtma tesisindeki biyosolitlerin güvenli olması için, içindeki ağır metaller gibi toksik kirleticilerin uzaklaştırılması gerekmektedir (Keller vd., 2002; McLaren vd., 2004).

Dünya genelinde 20 milyon hektar ekilebilir alanın atık su ile sulanmaktadır. Birçok Asya ve Afrika kentinde, çalışmalar atık su sulamaya dayalı tarımın kentsel alanlara sebze arzının yüzde 50'sini oluşturduğunu göstermektedir (Bjuhr, 2007). Çiftçiler genellikle çevresel faydalardan veya tehlikelerden rahatsız değildir ve öncelikle verimlerini ve karlarını en üst düzeye çıkarmakla ilgilirlirler. Atık sulardaki metal konsantrasyonları genellikle nispeten düşük olmasına rağmen, bu tür arazilerin uzun süreli sulanması sonunda toprakta ağır metal birikmesine neden olabilir (Wuana & Okieimen, 2011).

1.6.5. Hava Kirliliği

Ağır metaller atmosfere çok farklı yollar ve kaynaklarla yayılmaktadır. Atmosferde bulunan ağır metaller, yağ ve kuru birikim yoluyla toprağa, yüzeysel sulara ve yeraltı sularına karışmakta böylece ekolojik dengeye zarar vermektedir. Benzine ilave edilen tetra etil kurşundan kurşun (Pb), motor yağı ve motorinden nikel (Ni) ve yanan motor yağından Kadmiyum (Cd) atmosfere dahil olup hava kirliliğine neden olmaktadır. Yapılan çalışmalarda otoyol kenarında yetiştirilen meyvelerde ağır metal oranlarında artış gözlemlenmiştir (Abechi vd., 2010; Çelebi & Gök, 2018).

1.6.6. Gıda İşleme ve Pişirme Araçları

Gıda işleme ve pişirme araçları ağır metallerin gıdalara bulaşmasının bir başka şeklidir. Günümüzde teknolojik gelişmelerinde etkisiyle artık güvenilir gıda işleme araçları bulunsa da bu araçların temizliğinde kullanılan maddeler ağır metal geçişine neden olabilmektedir. Güney Afrika'daki toplulukların içtiği ev yapımı biralar ve geleneksel olarak kullanılan dökme demir çaydanlıklar, kanser ve demir toksisitesine neden olduğu tespit edilmiştir (Matsha vd., 2006). Amerika'da kurşun sırla kaplanmış ve hasar görmüş seramik pişirme araç ve gereçlerinin gıda kaynaklı Pb'nin temel nedeni olarak bildirilmiştir (Food and Drug Administration, 2011).

1.6.7. Paketleme ve Kutulama İşlemi

Paketleme ve kutulama işleminde gelişmiş teknolojilerin kullanılmasıyla bu risk günümüzde en az indirilse de hala devam etmektedir. Bu durum özellikle asidik gıdalar ve depo sıcaklığı ile ilişkilendirilmiştir. Kim ve arkadaşlarının 2008 yılında

yaptığı çalışmada çocukların sık tükettiği şekerlemelerde Pb oranının yüksek olduğu tespit edilmiştir (K. C. Kim vd., 2008).

1.7. Bazı Önemli Ağır Metaller ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri

Alüminyum, bakır, nikel, demir, kadmiyum, kurşun, çinko, krom gibi ağır metallerin yerkabuğunda, atmosferde ve okyanusta yer aldığını bilmekteyiz. Bu ağır metallerin bir kısmının insanlar üzerindeki etkisi hala bilinmemektedir. Hava, su ve toprak kirliliği ile gıda maddelerinde ağır metaller birikmekte bu da insanlar üzerinde toksik etkiler yaratmaktadır (Çay, 2014). Genel olarak tüketilen besinlerle alınan ağır metallerin miktarına ve vücuttaki tutulum süresine bağlı olarak kardiyovasküler rahatsızlıklar ve kanser gibi ciddi hastalıklara neden olabilmektedir. Ayrıca kalp, böbrek, beyin ve karaciğer gibi hayati organlara zarar vermekte ve metabolik sorunlara yol açmaktadır. Ağır ağır metal bulunduran yiyeceklerin tüketilmesi büyüme ve gelişme sorunlarına, bağışıklığın zayıflamasına ve psiko-sosyal sorunlara neden olmaktadır (Gu vd., 2016).

1.7.1. Alüminyum (Al)

Mutfak araç ve gereçlerinde yaygın kullanılan metallerden olan alüminyum yerkabuğunda %8 oranında bulunur. Mutfak araç ve gereçleri, alüminyum folyolar, deodorantlar, anti-asit ilaçlar, konserve edilmiş asidik yiyecekler, buffer'lı aspirin, ek gıda ürünleri, rujlar, diyare ve hemoroid ilaçları, işlem görmüş peynir, musluk suyu gibi ürünlerle vücuda alınır. Günlük yaşamda sık kullanılmasından zararsız olduğu düşünülse de yüksek konsantrasyonlara maruz kalındığında insan sağlığına ciddi zararı vardır. Alüminyumun suda eriyen bileşikleri çok daha tehlikelidir (Klotz vd., 2017).

Mutfaklarda pişirme esnasında oldukça fazla kullanılan alüminyum folyolarla ilgili yapılan bir çalışmada alüminyum folyo ile kaplanıp pişirilen et ve tavuk ürünlerinin alüminyum içeriği incelenmiştir. Çalışmada pişirilen gıdaya alüminyum geçişi pişirilen süreye, pişirme sıcaklığına bağlı olarak değişiklikler göstermiştir. Pişirme sıcaklığı ve süresi arttıkça alüminyum geçişi artmıştır. Çalışma sonucuna göre alüminyum folyo kullanılarak yapılan pişirme yöntemi insan sağlığı açısından ciddi risk taşıdığı tespit edilmiştir. Alüminyum folyoların bir pişirme materyali

olarak değil, ambalaj materyali olarak kullanılabilceği önerilmektedir. Aynı şekilde kıyma, domates suyu, sitrik asit, elma sirkesi, tuz ve baharat ilaveli yiyeceklerden materyal kaynaklı alüminyum geçişinin daha fazla olduğu ve aşırı tüketimin ciddi sağlık problemlerine sebep olabileceği belirtilmiştir (Bassioni vd., 2012).

Alüminyum tencerede pişirilen yiyeceklerin ve alüminyum çaydanlıklarda yapılan çayın uzun yıllar tüketilmesi bazı sağlık problemlerine sebep olmaktadır. Bu sağlık sorunları; besinlerin vücutta emiliminin azalması, sindirim sistemi bozuklukları ve bazı alerjik reaksiyonlar şeklinde karşımıza çıkmaktadır (Nizamlıoğlu & Teyin, 2020).

Yüksek yoğunlukta alüminyuma maruz kalınırsa kas iskelet sisteminde, kardiyovasküler sistemde, endokrin sistemde, hematolojik sistemde ve sinir sisteminde ciddi bozukluklara neden olmaktadır (Deng vd., 2011). Yapılan araştırmalarda bebeklerde ve çocuklarda böbrek yetmezliği gibi bir durumla karşı karşıya gelinmiştir (Poole vd., 2010). Campbell (2002), yapmış olduğu çalışmada nörodejeneratif (Alzheimer, parkinson gibi) hastalıklarda hastaların yüksek miktarda alüminyuma maruz kaldığı tespit edilmiştir (Campbell, 2002).

1.7.2. Bakır (Cu)

Endüstriyel sektörde bakırın çok önemli bir yeri vardır. Bakır yapısı itibariyle yüksek iletkenliğe sahiptir aynı zamanda korozyon direnci yüksek, çekilebilme ve dövülebilme özellikleri bakımından tercih edilirliliği yüksektir. Alaşımlarının çok fazla oluşumundan dolayı birçok endüstriyel alanda (basınçlı sistemleri, otomotiv, elektronik, vanalar, borular, elektrik santralleri gibi) kullanılmaktadır (Yazan vd., 2006).

Bakırın vücuttaki miktarı 50-150 mg arasında değişmektedir. Bakır, kritik reaksiyonlarda enzim inaktivatörü olarak görev yapmaktadır. Vücutta bakırın eser miktarları yeterliyken beslenmeyle ihtiyaçtan fazla alınması toksik etki yaratmaktadır. Normalde diyetle günde ortalama 2-4 mg bakır alınmaktadır. Yetişkinler için bu yeterli miktardır. Bebekler ve çocukların gereksinimi yaklaşık 0,05 mg/kg'dır (European Food Safety Authority, 2020).

Bakır özellikle bitkilerden, karaciğerden, et ve kabuklu deniz hayvanlarından sağlanmaktadır. Bakır tuzları halinde veteriner hekimlik ve tarımda yaygın olarak kullanılabilir. Besinlerin üretimi ve muhafazası sırasında kullanılan bazı kapların metali de bakırdan oluşmaktadır. Süt ve süt ürünleri için hayvanın beslendiği yemin türü, depolama tankları, borular, diğer alet ve ekipmanların cinsi ve süt işlemede kullanılan suyun niteliği gibi etmenler bakır kontaminasyonunda etkili olabilmektedir (Temurci & Güner, 2006).

Bakırın fazla miktarda alınması vücut için toksiktir ve vücuttaki enzimlerin çalışmasında olumsuzluklara neden olmaktadır. Hayati öneme sahip enzimlerin etkinliklerinin bakır tarafından engellenmesi karaciğerin görevinin bozulmasına sebep olabilir. Bu durum karaciğer nekrozuna ve sonuçta ölüme sebep olabilmektedir. Ayrıca bakır tüketimine bağlı olarak bulantı, kusma, epigastik ağrı ve diyare benzeri belirtiler görülmektedir. Aşırı bakır birikimi beyin, böbrek ve korneaya zarar vermekte ayrıca sinir sistemini etkileyerek bunamaya yol açmaktadır. Bunun yanında yüksek kurutucu etkisi sayesinde zehirlenme olasılığını azaltabilmektedir. Bakır zehirlenmesinin en önemli belirtileri zayıflık, halsizlik, iştahsızlık, kilo kaybı ve öksürüktür (Gaetke vd., 2014; Kennerman, 2018).

1.7.3. Krom (Cr)

Vücut için gerekli bir element olan krom; insanlar tarafından günlük beslenme ile ortalama 30-200 pg kadar alınmaktadır. Krom insüline etki ederek karbonhidrat ve yağ metabolizmasına etki etmektedir. Eksikliğinde kolesterol düzeyinde artış ve glikoz emilim sorunları görülmektedir. Doğal ve dengeli beslenme sayesinde günlük krom gereksinimi (0,1-0,2 mg) besinlerimiz aracılığı ile karşılanmaktadır. Et, hububatlar, baharatlar ve bakliyatlar krom yönüyle oldukça zengin kaynaklardır (Kahvecioğlu vd., 2003).

Vücutta krom fazlalığı kanser oluşumuna neden olurken eksikliği kurşunun toksik etkisini artırmaktadır. Araştırmalar deri teması ve solunum yoluyla krom teması olan kişilerin çeşitli sağlık problemleri yaşadığı belirlense de sınır değerleri tespit edilememiştir. Cr⁶⁺'nın solunum yoluyla vücuda alındığında burunda akıntı-kanama kaşınma üst solunum yollarında tahrişler ve tahribatlara neden olur.

Yatkınlığı olan kişilerde krom astım krizlerini tetikler. Cr³⁺' un solunum yoluyla alınması Cr⁶⁺ kadar negatif etki yapmamaktadır. Yetişkin bir insan için oral alınan öldürücü doz 50–70 mg Crⁿ⁺/kg'dır (Bhumika vd., 2015)

1.7.4. Kurşun (Pb)

Ağır bir metal olan kurşun mavimsi-gri renktedir. Vücutta herhangi bir görevi olmayan kurşun; doğada demir, sülfür, bakır çinko, antimon ve sıklıkla gümüş ile birleşik halde bulunur. İnorganik kurşun tuzlarının, bir bölümü (nitrat, asetat tuzları gibi) suda çözüldüğü halde bir bölümü (kurşun sülfat) çözünmez. Organik kurşun bileşiklerinden alkil kurşun bileşikleri lipofil özellikte olup toksikolojik yönden önem taşır (Dündar & Aslan, 2005).

Çevremizde fazla miktarda bulunan kurşun organizmada birikimi diğer metallerden daha fazla birikmekte ve ölümcül olabilmektedir. Çevre kirliliğine neden olan kurşunun büyük bir bölümü motorlu araçlarda kullanılan benzinin yanması sonucu ortaya çıkan tetra etil kurşundan kaynaklanmaktadır. Her yıl dünyada çeşitli nedenlerle (en az 5 milyon ton kurşun) çevreye ve gıdaya bulaşabilen kurşun miktarında artış olduğu bildirilmektedir. Yapılan araştırmalarda vücuda alınan kurşunun %70'inden fazlasının gıdalarla alındığı tespit edilmiştir (Taşan & Karcık, 2018).

Kurşun vücuda başlıca sindirim ve solunum yoluyla girer. Akciğerler tarafından emilen kurşun alyuvarlarda toplanmaktadır. Hava kirliliğinin yoğunluğuna bağlı olarak günde 300 µg ağızdan besin ve su ile 30-40 µg ise havadan inhüstasyon yoluyla alındığı ve ağızdan alınan kurşunun 10-50 µg' nın emildiği belirtilmiştir. Yiyeceklerden %16, yemek kapları veya pişirilen yemeklerden %40, toz şeklinde doğada bulunan kurşundan %75 oranında alarak günlük alım sağlanmaktadır (Hızel & Şanlı, 2006).

Kurşun sinir sistemini ve beyni etkilemektedir. Hemoglobin sentezini azaltarak hücre membranıyla reaksiyona girmektedir. Hücre geçirgenliğinde artışa neden olarak hücrelere zarar verir ve hücrelerin ölümüne sebep olabilir. Ayrıca kalsiyum yerine kemiklere yerleşmekte ve buralara yerleşerek kemik yumuşamasına neden olmaktadır. Kemik kurşunun toksik etkisi için hedef organ görevini

üstlenmektedir. Çocuklarda alınan kurşunun %73'ü erişkinlerde ise %94'ü kemiklerde bulunur. Yapılan araştırmalarda, enzim sistemini inaktive etmesiyle birlikte vücut bağışıklık sistemini kırarak enfeksiyonların artmasına sebep olduğu ve kanser riskini artırdığı bildirilmektedir (Hızel & Şanlı, 2006; World Health Organization, 2004).

Yetişkin bireylerde kurşun; mental, psikolojik sorunlar, görme bozukluğu, böbrek hastalıkları, hafıza kaybı gibi ciddi sorunlara neden olduğu bildirilmiştir. Çocuklarda ise hiperaktivite, öğrenme kaybı, öğrenme isteksizliği, genellikle çabuk heyecana kapılma, gündüz hayalleri, hedefe ulaşmama gibi öğrenme zararlarına da yol açabilmektedir. Ayrıca hamile kadınlarda düşük ve ölü doğum riskini artırabilmektedir (Hızel & Şanlı, 2006).

1.7.5. Demir (Fe)

Demir (Fe), özellikle toprak ve kayalarda bol miktarda bulunur. Canlıların yaşamı için olmazsa olmaz bir element olup doğada alüminyumdan sonra en fazla bulunan metal elementtir. Demir birçok enzimatik reaksiyonda kofaktör olarak görev yapmaktadır. Yetişkin bir insan vücudunda yaklaşık 3-4 gram demir vardır. İnsan vücudunun ağırlıkça %7 'sini kan içerir; kanında %15'ini hemoglobin oluşturur, hemoglobinin de %0,335'i demirdir. Demir kan dolaşımında çok önemli bir yere sahiptir. Oksijen taşınması ve dokudaki oksidasyon olaylarının sürdürülmesi için gereklidir. Vücutta demirin emilimi ince bağırsaklardan yapılır (Laçın, 2005).

Demirin vücutta kullanılabilmesi için kobalt, riboflavin, folik asit, B12 ve bakıra ihtiyaç vardır. Herhangi birinin yetersiz alımında halsizlik, anemi, iştahsızlık gibi şikayetler görülebilmektedir. Demir eksikliğinde ilk olarak demir depoları kullanılmaktadır. Eğer demir depoları da tükenirse işte o zaman anemi başlar. Demir eksikliğinde ise doğrudan anemi (kansızlık) hastalığı görülmektedir (Özbolet & Tuli, 2016).

İnsan vücuduna gereğinden fazla miktarda alınan demir toksik etkiye neden olmaktadır. Karaciğer, kalp hastalıkları ve kanser riskini artırmaktadır. Aynı zamanda vücutta depolanan fazla miktarda demirin Parkinson hastalığına neden olduğu bilinmektedir (Yasmeen vd., 2015). Metabolizmaya çeşitli yollarla alınan

demir; birtakım hastalıklara sebep olur. Demir, toprak ve endüstriyel kirleticilerle kontamine olmuş sularda bolca bulunmaktadır (Zogo vd., 2011).

Demir zehirlenmeleri üç farklı aşamada anlaşılır. İlk aşama akut kanamalı bağırsak yangısı olup kusma, kanlı sürgün, güçsüzlük, solukluk ve dolaşım şoku belirtileridir. İkinci aşama şok olup 24-48 saat sonra çırpınmalar şeklinde ortaya çıkabilmektedir. Üçüncü aşamada ise, kronik demir zehirlenmeleri olup yaklaşık 1 ay sonra akut karaciğer nekrozu ve kanamasından dolayı ölümlerle sonuçlanabilmektedir (Temurci & Güner, 2006).

1.7.6. Çinko (Zn)

Çinko doğada sülfid halinde diğer metallerle birlikte (kurşun, bakır, kadmiyum, demir) bileşik halde bulunabilirler. Metal kaplama ve alaşımlarda kullanılan çok önemli bir element olan çinko, endüstri alanlarında bırakılan atık suların, kanalizasyon sularının ve asitli yağışların çinko içeren madde üzerine yapmış olduğu aşındırıcı etkisi sonucunda, kontaminasyonu artan ve toksik düzeylere ulaşan bir metaldir (Akdeniz vd., 2016).

Çinko beslenme açısından esansiyel bir elementtir. Özellikle yoksul olan ülkelerde ve gelişmekte olan ülkelerde yaşayan insanlarda çinko eksikliğine bağlı olarak anemi, bağışıklık sisteminin güçsüzleşmesi, derinin pul pul dökülmesi gibi hastalıklara rastlanılmaktadır. Ortalama bir erkeğin çinko gereksinimi 9.4 mg/gün iken, kadınlarda 6.8 mg/gün şeklindedir (Roohani vd., 2013).

Fazla alımında metalik tat, bulantı, kusma, kramp, baş dönmesi, üşüme karakterizedir. Damar acımaları, iştahsızlık, sinirsel problemlere yol açabileceği unutulmamalıdır. Zehirlenmelerinde saç dökülmesi, ishal, yorgunluk, tırnak kırılması, sinir sisteminde ise istemsiz hareketler görülebilir. Ayrıca kansızlık, deri ve doku bozuklukları, kalp yetmezliği, tümör oluşumu, böbrek rahatsızlıkları ve sarılık görülmektedir (Akdeniz vd., 2016; Roohani vd., 2013).

1.7.7. Arsenik (As)

Arsenik doğada bulunan toksik bir eser elementtir. Gıdalara ölçülen arsenik miktarı çevrede bulunan arsenik ile doğru orantılıdır (Roychowdhury vd., 2003).

Endüstriyel atıklar, madencilik çalışmaları, insan aktiviteleri çevrede bulunan arseniği ortaya çıkarır. Tarımsal ilaçlamalar ve gübreler arsenik kontaminasyonunu artıran önemli faktörlerdendir (Hepp vd., 2017).

İnsanlar daha çok inhalasyon (solunum) ve beslenme yolu ile arseniğe maruz kalırlar. Özellikle deniz ürünleri ve su, arsenik kontaminasyonunun en büyük sebeplerindendir (Devesa vd., 2008). Su kaynaklarının çeşitli sebeplerden kirlenmesinden ötürü, potansiyel bir arsenik kaynağı olduğu unutulmamalıdır. Kaynak ve termal suların suları, içme sularına kıyasla daha fazla miktarda arsenik barındırdığı görülmektedir (Türközü & Şanlıer, 2012). Başkan ve Pala (2009) Türkiye’de yaptıkları bir çalışmada özellikle batı bölgelerindeki içme sularının arsenik içeriğinin yasal limitlerden daha fazla olduğunu ortaya koymuşlardır (Başkan & Pala, 2009).

Arsenik; saç, deri ve tırnaklarda birikim yapar. Sarılık, siroz, anemi gibi hastalıklara neden olurken bazı kanser (deri, akciğer ve böbrek) türlerine de yol açar (Türközü & Şanlıer, 2012). Özellikle doğrudan güneş ışığına maruz kalma ve yüksek sigara tüketimi arseniğin insan derisi üzerindeki olumsuz etkilerini artırmaktadır. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) arseniği “birinci sınıf kanserojen” olarak sınıflandırmaktadır. Aynı zamanda endokrin sistemde de ciddi toksik etki gösterir (Gray vd., 2015).

1.7.8. Manganez (Mn)

Manganez, demire benzeyen gümüşü grisi bir metaldir. Sert ve çok kırılğan, kaynaştırmak zor, ancak oksitlemesi kolaydır. Manganez metali ve ortak iyonları paramanyetiktir. Manganez havada yavaşça lekeler ve çözülmüş oksijen içeren sudaki demir gibi oksitler (Lide, 2004).

Mangan, kemik ve bağ dokusu oluşumunda, büyüme-gelişmede ve üreme fonksiyonunda, mukopolisakkarit üretimi, protein sentezi ve fosforilasyonda önemli rol oynamaktadır. Ceviz, fındık, tahıllarda ve sebzelerde fazla miktarda bulunurken; et, balık gibi besinlerde ise düşük miktarlarda bulunur. Bu yüzden insanlar mangan ihtiyacını bitkisel gıdalardan sağlarken; özellikle çay mangan bakımından oldukça zengindir. Mangan, hücrenin mitokondrisinde oldukça fazladır. Bu yüzden

mitokondrice zengin hücreler fazla mangan içerirler. Mangan; pirüvat karboksilaz, arginaz, fosfataz, süperoksit diomütaz gibi enzimler için başlıca yapı taşıdır (Barceloux, 1999).

Su bazlı mangan, diyet manganeden daha fazla biyoyararlılığa sahiptir. 2010 yılında yapılan bir araştırmanın sonuçlarına göre, içme suyunda manganezlere daha yüksek düzeyde maruz kalma, okul çağındaki çocuklarda artan entelektüel bozukluk ve zeka düzeylerinin azalmasıyla ilişkilidir (Bouchard vd., 2011). Mangan genellikle karaciğer, böbrek ve pankreasta birikerek toksik etki yapar. Doğal olarak oluşan manganezin duş suyunda solunması nedeniyle uzun süreli maruz kalmanın 8,7 milyon Amerikalıyı riske attığı varsayılıyor. Bununla birlikte, veriler, maruziyet durdurulursa ve vücut fazlalığı temizleyebilirse, insan vücudunun mangan için aşırı pozlamanın bazı olumsuz etkilerinden kurtulabileceğini göstermektedir (Devenyi vd., 1994).

1.7.9. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum yaklaşık elli yıldır endüstriyel olarak kullanılan ve ilk olarak 1817 yılında keşfedilen toksik bir metaldir. Doğal olarak çinko içerisinde iz düzeyde bulunur. Doğada tek başına saf halde değil çinko ile bulunur. Özellikle çinko madenlerinde çinkoya eşlik eden bir maden filizi olup madenden filizlerin ergitilmesi sonucu atmosfere, su ve toprağa geçer (Gu vd., 2016).

Kadmiyumun deniz koşullarında aşınmaya karşı dirençli olması nedeniyle gemi sanayisinde, nikel/kadmiyum pillerde, PVC (polivinil klorür) stabilizatörü olarak, boya ve alaşım ve sanayinde kullanılmaktadır. Ayrıca kadmiyum, fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda rafine petrol ürünlerinde, nükleer santrallerde nötron absorblayıcı olarak, uçak sanayinde, insektisit formülasyonlarında, plastik yapımında stabilizatör olarak, cam, tekstil, sentetik polimerlerin üretiminde kullanılabilir. Kurşun üretiminde ise yan ürün olarak oluşmaktadır. Bu durum çevre kirlenmesi açısından önemli etkenlerdendir (Türközü & Şanlıer, 2014).

Kadmiyum insan vücudunda önemli enzim ve organ fonksiyonlarının gerekli biçimde gelişmesini engellemektedir. İlerleyen yaşla birlikte insan vücudunda kadmiyum seviyesi artış göstererek, genellikle 50'li yaşlarda maksimum seviyesine

ulaştıktan sonra azalmaya başlamaktadır (Kahvecioğlu vd., 2003). Vücutta fazla olduğu zaman çinkoya bağlı enzimleri ve demir emilim sistemini tahribata uğrattığı, buna bağlı olarak hastalıklara sebep olduğu bilinmektedir (Günhan & Yalçın, 2015). Kadmiyum akut zehirlenmesinde ilk 24 saatte ateş, halsizlik, baş ağrısı ve kusma ortaya çıkarken üçüncü gün belirtiler şiddetlenir ve 1 hafta içinde yeni temas yoksa vücuttan atılma başlar. Zehirlenme kronik ise akciğer ve prostat kanseri ortaya çıkabilecek en önemli sonuçlardır. Bununla birlikte, dişlerin dökülmesi ve koku hissini azalması da önemli belirtiler arasında yer almıştır (Kahvecioğlu vd., 2003).

1.7.10. Kobalt (Co)

Kobalt, yer kabuğunda doğal olarak meydana gelen bir elementtir. Kobalt, kırmızı kan hücrelerinin üretimini destekleyen B12 vitamininin bir bileşenidir. Vücutta kansızlık, sindirim kolaylığı, kas problemleri ve yorgunluk belirtilerinin giderilmesine faydası vardır. Yetersiz kobalt alımında pernisiyöz (zararlı) anemi ve sinirsel ileti bozuklukları görülebilir (Özbołat & Tuli, 2016).

Kobalt, çevreye doğal kaynaklardan veya kömür ve petrolün yanması sonucuyla havaya yayılır. Havada parçacık halinde bulunan kobalt çökelme yaparak su veya toprağa yayılır. Kobalt çevrede yok olmaz fakat form değiştirebilir. Radyoaktif bozulmalarla birlikte çevrede kobalt miktarı artışa geçer. Hava yoluyla ve besinlerle düşük miktarda kobalt vücuda alınır. Yüksek miktarda alınan kobalt radyasyonu, hücrelerin DNA'sını değiştirerek bazı tip kanser oluşumlarına neden olur (Wuana & Okieimen, 2011).

1.7.11. Civa (Hg)

Normal oda ısısında sıvı halde bulunan tek metal cıvadır. Sıvı formu nedeniyle rahat hareket edebilmekte ve tüm canlı organizmada az miktarda bulunur (Oruc vd., 2016). Civa; toksik özelliği nedeniyle gıda ve sağlık alanında bilinen organik/inorganik bir ağır metaldir. Civanın havadaki tanecik düzeyi 10 mg/m^3 'ün üzerinde olması insan sağlığını tehdit edebilmesi için yeterlidir (Bal vd., 2015).

Özellikle bazı süt ürünlerinde et ve balıkta fazla miktarlarda bulunduğu bilinen civa; psiko-nörolojik bozukluklara, kan ve beyin hücrelerinde ciddi hasarlara, sonuç olarak da vücutta fazla birikimiyle birlikte ölümlere neden olmaktadır. Bunun

yanı sıra zehirlenme (bulantı, kusma), görme ve konuşma bozuklukları civanın insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinden başlıcalarıdır (Türközü & Şanlıer, 2012).

Civa birçok gıdada <1-50 pg civarında bulunabilmektedir. Leblanc ve arkadaşları (2005) yaptıkları çalışmada bal, şekerleme ve tatlandırıcıların yüksek düzeyde civa içerdiğini ortaya koymuşlardır (Leblanc vd., 2005).

1.7.12. Gümüş (Ag)

Parlak, yumuşak beyaz bir metal olan gümüş Dünya'yı oluşturan elementlerden biridir. Gümüş, antibakteriyel ve toksitesi düşük olması nedeniyle çok fazla kullanılmaktadır. Gümüşün geniş spektrumlu antimikrobiyal özellikleri biyomedikal uygulamalar, su ve hava arıtma, gıda üretimi, kozmetik, giyim ve çok sayıda ev ürünüde kullanılmasını sağlamıştır. Nanoteknolojinin hızlı gelişimi ile uygulamalar daha da genişletilmiştir ve şimdi gümüş, tüketici ürünlerinde en sık kullanılan mühendislik nanomalzemedir. Antimikrobiyal özelliğinden dolayı tuhafiyeye, solunum cihazları, ev su filtreleri, kontraseptifler, antibakteriyel spreyler, kozmetik, deterjan, diyet takviyeleri, kesme tahtaları, ayakkabılar, cep telefonları, dizüstü bilgisayar klavyeleri ve çocuk oyuncakları, gümüş nanomalzemelerinden yararlanılarak üretilmiştir (Marambio-Jones & Hoek, 2010).

Gümüş nanopartiküllerin daha yüksek organizmalara toksisitesi ile ilgili olarak önemli kanıtlar bildirilmiştir. Memeli hücreleri için gümüş nanopartikül toksisitesinin kanıtı Sung ve ark. (2008) ve Kim ve ark. tarafından yapılan in vivo çalışmalarda sunulmuştur. İlkinde, sıçanlarda 90 günlük bir inhalasyon çalışması, gümüş nanopartiküllerin akciğer fonksiyonlarını azalttığını ve akciğerlerde enflamatuar lezyonlar ürettiğini göstermiştir (K. J. Kim vd., 2008; Y. S. Kim vd., 2008; Sung vd., 2008). Gümüş içerikli solüsyonlar açık yaralarda yüksek miktarlarda kullanılması durumunda mavi deri hastalığı ortaya çıkmaktadır. (Hussain ve ark., 2005).(manda sütü)

1.7.13. Selenyum (Se)

Selenyum 1817'de İsveçli kimyacı Jons Jacob Berzelius tarafından keşfedilmiştir. Bir eser element olan selenyum, çevrede her yerde bulunur. İnsan maruziyetinin ana kaynağı diyetdir. Et, deniz ürünleri, fındık ve tahıllar gibi

yiyecekler selenyum açısından zengindir. Selenyumun insan vücudundaki önerilen düzeyi; yetişkinler için 55 mikrogram (mcg) ve çocuklar için 15 ila 40 mcg'dir. Yetişkinler için düzenli olarak 400 mcg'den fazla Selenyum alımı sağlık sorunlarına neden olabilir (The Health Professionals Advisory Board, 2020).

Yüksek konsantrasyonlara kısa süreli oral maruz kalma bulantı, kusma ve ishale neden olabilir. Yüksek konsantrasyonlara kronik oral maruz kalma selenoza neden olabilir. Selenozun başlıca belirtileri saç dökülmesi, tırnak kırılabilirliği ve nörolojik anormalliklerdir. Havadaki yüksek seviyelere kısa süreli maruz kalma, solunum yolu tahrişine, bronşit, nefes almada zorluk ve mide ağrısına neden olabilir. Uzun süreli maruz kalma Solunum tahrişine, bronşiyal spazmlara ve öksürüğe neden olabilir (Martin & Griswold, 2009).

1.7.14. Molibden (Mo)

Molibden (Mo), VI-B grubuna ve periyodik tablonun beşinci sırasına ait bir geçiş metalidir. Birkaç molibdoenzimdeki önemli işlevleri nedeniyle, Mo bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar için önemli bir eser element olarak kabul edilir (Asadi vd., 2017).

Molibden, Mo sembolü ve atom numarası 42 olan kimyasal bir elementtir. Molibden önemli bir eser mineraldir. Süt, peynir, tahıl taneleri, baklagiller, fındık, yapraklı sebzeler ve organ etleri gibi gıdalarda bulunur. Molibden vücudunuzdaki birçok işlem için hayati öneme sahiptir. Vücuda alındıktan sonra mide ve bağırsaklardan emilir daha sonra karaciğer, böbrek ve diğer bölgelere taşınır. Bu mineralin bir kısmı karaciğer ve böbreklerde depolanır, ancak çoğu molibden kofaktöre dönüştürülür. Atılımı idrar ile sağlanır. Molibden kofaktörü, vücuttaki kimyasal reaksiyonları yönlendiren biyolojik moleküller olan temel enzimi aktive eder (Blot vd., 1993).

Uzun süreli molibden eksikliği özofagus kanseri riskini arttırmaktadır. Çin'in küçük bir bölgesinde özofagus kanseri vaka sayısı ABD'den 100 kat daha yaygındır. Bu alandaki toprağın çok düşük molibden seviyeleri içerdiği ve bunun da uzun süreli düşük diyet alımına neden olduğu belirlenmiştir. Molibden toksisitesi nadirdir ve insanlarda araştırmalar kısıtlıdır. Bununla birlikte, hayvanlarda çok yüksek seviyeler

büyüme, böbrek yetmezliği, kısırlık ve ishal ile ilişkilendirilmiştir (Vyskočil & Viau, 1999).

1.8. Dondurmada Ağır Metal Varlığı

Hızlı bir şekilde gerçekleşen sanayileşme, kentlere göç ve nüfus artışı çevre kirliliğine neden olmaktadır. Çevre kirliliği, tarımsal hammaddelerde kirlilik ve gıda güvenliği konuları dünya çapında endişe verici hale gelmiştir (Deniz, 2009).

Ağır metaller, doğal ve insan kaynaklı olmak üzere iki farklı yolla çevreye yayılmaktadır. Doğal kaynaklı yayılım; minerallerin doğal yollarla aşınması, volkanik patlamalar ve erezyon sonucu oluşurken, insan kaynaklı yayılım; termik santraller, motorlu taşıtlar, gübreler, termik santraller, çimento ve petrokimya sanayisi ile olmaktadır (Chehregani & Malayeri, 2007; Sabiha-Javied vd., 2009).

Emziren hayvanlar, yem ve içme suyuyla ağır metallere maruz kaldıklarında sütlerinde ağır metal biriktirirler. Bu memelilerden elde edilen süt ile üretilen dondurmalarda da ağır metaller bulunmaktadır. Ayrıca dondurma üretim aşamasında katılan diğer besin maddeleri (meyve, salep, yumurta, su vb), dondurmanın yapıldığı kaplar, dondurma yapımında kullanılan bütün araç ve gereçler kullanılan tanklar, dondurmanın hazırlandığı ortamlar, paketlenme ve satış şekli doğrudan etkili olabilir (Conficoni vd., 2017; Darwish & Darwish, 2012; Harmankaya vd., 2012).

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Dondurma Örnekleri

Bu araştırmadaki dondurma örnekleri 1-31 Ağustos 2019 tarihleri arasında alınmıştır. Afyonkarahisar il merkezinde açıkta satışa sunulan 20 farklı iř merkezinden 20 adet çikolatalı, 20 adet ilekli ve 20 adet sade olmak üzere toplam 60 adet dondurma örneği toplanmıştır. Her bir dondurma örneği için 20 ml numune alınmıştır. Numune örnekleri kapalı plastik tüplere alınmıştır. Numuneler laboratuvar ortamına götürölene kadar +4 °C saklanmıştır.

Temin edilen örnekler Afyon Kocatepe Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarına gönderilerek hizmet alımı yolu ile analiz edilmiştir. Yürütölen araştırmada dondurma örneklerindeki metal, ağır metal varlığı ve düzeyleri indüktif eşleşmiş plazma (ICP) yöntemi kullanılarak kontaminasyon düzeyi belirlenmiştir.

2.1.2. Kullanılan Kimyasallar ve Malzemeler

-HNO₃

-H₂O₂

-Mikrodalga Fırın

-ICP/MS/MS

2.2. Metot

2.2.1. Mikrodalga Yakma

Kapalı sistem mikrodalga yakma yöntemi ile analiz olacak dondurma numuneleri hazırlanmıştır. Bu amaçla her numune için; her bir teflona numunelerden 500 mg alınmış ve üzerine 8 ml % 65'lik HNO₃ eklenmiştir. Üzerine 2 ml %30'luk H₂O₂ ekleme yapılmıştır. Sonrasında 15- 20 dk karışması için beklenilmiştir. Teflon kapların kapakları sıkı bir şekilde kapatılarak yakma ünitesi (Ethos Easy, İtalya) 10 dakikada 180 °C'ye çıkartıldı ve 10 dakika ünite de kaldıktan sonra oda havasında soğumaya bırakılmıştır. Reaktörden çıkarılan numuneler 25/0,45µm'lik filtrelerden geçirilerek süzölmüştür. Analize hazır hale gelen numuneler, okuma işlemine kadar buzdolabında + 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

2.2.2. Okuma-Değerlendirme

Toplanan dondurma örneklerinde, metal-ağır metal analizleri ve miktarları ICP-MS/MS (Agilent Technologies – 7700) ile belirlenmiştir. Analizlerde sonuçlar mg/kg olarak değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerde değerlendirme limiti 0,0001 ppm'dir. Araştırmada 0, 25, 50, 100, 250 ve 500 ppm standartlar kullanılmıştır.

3. BULGULAR

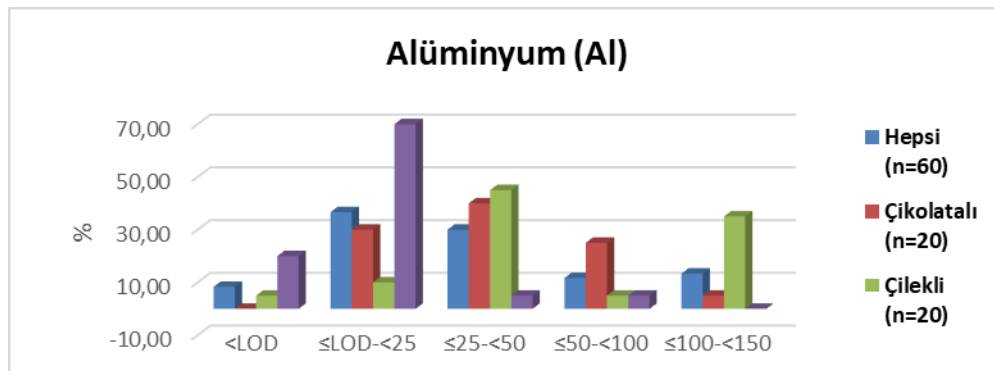
Çalışma kapsamında açıkta satışa sunulan 60 adet dondurma örneği analize alınmıştır. Analize alınan dondurma örneklerine ait sonuçlar Tablo 3. 1– 3. 12’ de gösterilmiştir.

3.1. Alüminyum (Al)

Tablo 3. 1’den de görüldüğü üzere dondurma numunelerindeki alüminyum miktarları belirtilen ppm aralıklarda tespit edilmiştir. Al seviyesi dondurma örneklerinde maksimum 149.6 ppm minimum <LOD ppm seviyesinde tespit edilmiştir (Tablo 3.1). Dondurma örneklerinin %30’u ≤ 25 -<50 ppm arasında iken çikolatalı dondurma örneklerinin %40’ı ≤ 25 -<50 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %45’i ≤ 25 -<50 ppm, sütü dondurma örneklerinin %70’i ise \leq LOD-<25 ppm seviyeleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.1).

Tablo 5. Dondurma Örneklerinde Alüminyum (Al) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 5 | 8 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 | 4 | 20,00 |
| \leq LOD-<25 | 22 | 37 | 6 | 30,00 | 2 | 10,00 | 14 | 70,00 |
| ≤ 25 -<50 | 18 | 30 | 8 | 40,00 | 9 | 45,00 | 1 | 5,00 |
| ≤ 50 -<100 | 7 | 12 | 5 | 25,00 | 1 | 5,00 | 1 | 5,00 |
| ≤ 100 -<150 | 8 | 13 | 1 | 5,00 | 7 | 35,00 | 0 | 0,00 |
| Minimum | <LOD | | 8,3 | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 149,6 | | 101,0 | | 149,6 | | 66,6 | |



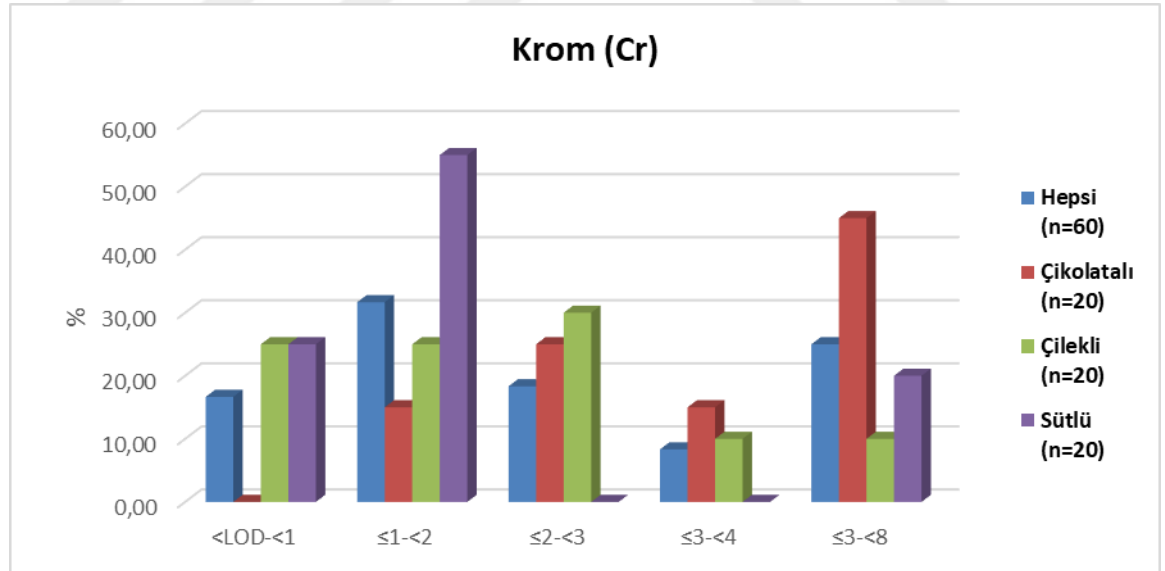
Şekil 3. 1. Dondurma Örneklerinde Alüminyum (Al) Seviyeleri (ppm)

3.2. Krom (Cr)

Analiz edilen dondurma numunelerinde tespit edilen krom miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, krom içeriğinin minimum 0.07 ppm maximum 7.42 ppm olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.2). Dondurma türlerine göre Cr seviyeleri incelendiğinde çikolatalı dondurma örneklerinin %45'i ≤ 3 -<8 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %30'u ≤ 2 -<3 ppm, sütü dondurma örneklerinin %55'i ise ≤ 1 -<2 ppm seviyeleri arasında olduğu görülmektedir (Şekil 3.2).

Tablo 6. Dondurma Örneklerinde Krom (Cr) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütü (n=20) | % |
|--------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|-------------|-------|
| <LOD-<1 | 10 | 17 | 0 | 0,00 | 5 | 25,00 | 5 | 25,00 |
| ≤ 1 -<2 | 19 | 32 | 3 | 15,00 | 5 | 25,00 | 11 | 55,00 |
| ≤ 2 -<3 | 11 | 18 | 5 | 25,00 | 6 | 30,00 | 0 | 0,00 |
| ≤ 3 -<4 | 5 | 8 | 3 | 15,00 | 2 | 10,00 | 0 | 0,00 |
| ≤ 3 -<8 | 15 | 25 | 9 | 45,00 | 2 | 10,00 | 4 | 20,00 |
| Minimum | 0,07 | | 1,03 | | 0,07 | | 0,36 | |
| Maximum | 7,42 | | 6,90 | | 6,44 | | 7,42 | |



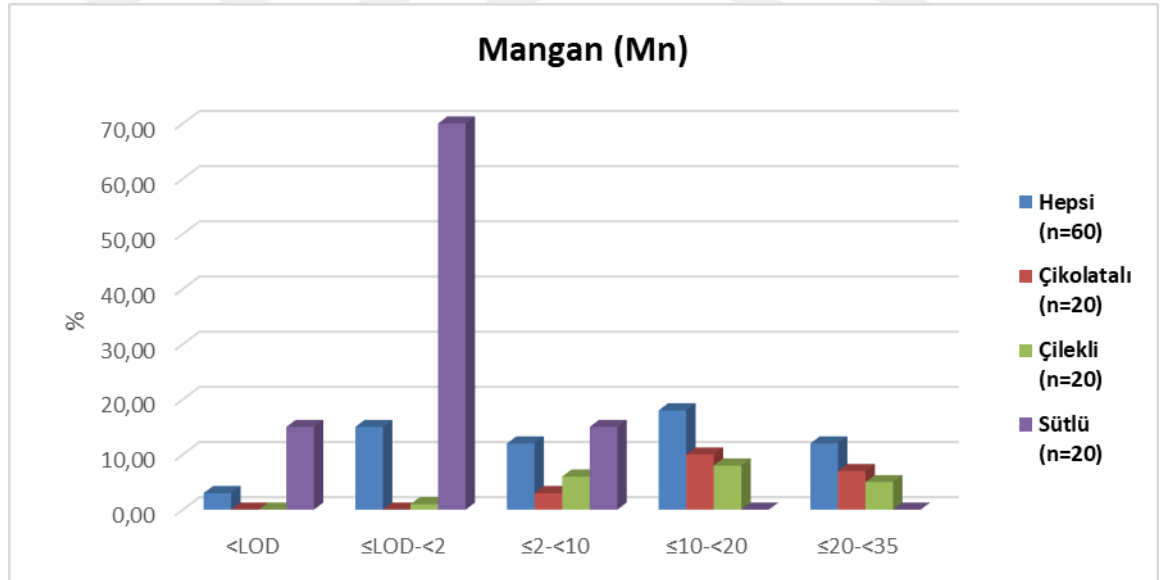
Şekil 3. 2. Dondurma Örneklerinde Krom (Cr) Seviyeleri (ppm)

3.3. Mangan (Mn)

Tablo 3.3 incelendiğinde dondurma numunelerindeki mangan miktarları maksimum 33,8 ppm minimum <LOD ppm seviyesinde olduğu görülmektedir (Tablo 3.1). Dondurma örneklerinin %30'u ≤ 10 -<20 ppm arasında iken çikolatalı dondurma örneklerinin %50'si ≤ 10 -<20 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %40'ı ≤ 10 -<20 ppm, sütlü dondurma örneklerinin %70'i ise $\leq \text{LOD}$ -<2 ppm seviyeleri arasında olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.1).

Tablo 3. 3: Dondurma Örneklerinde Mangan (Mn) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|-----------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 3 | 5 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 3 | 15,00 |
| $\leq \text{LOD}$ -<2 | 15 | 25 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 | 14 | 70,00 |
| ≤ 2 -<10 | 12 | 20 | 3 | 15,00 | 6 | 30,00 | 3 | 15,00 |
| ≤ 10 -<20 | 18 | 30 | 10 | 50,00 | 8 | 40,00 | 0 | 0,00 |
| ≤ 20 -<35 | 12 | 20 | 7 | 35,00 | 5 | 25,00 | 0 | 0,00 |
| Minimum | <LOD | | 9,5 | | 1,9 | | <LOD | |
| Maximum | 33,8 | | 33,8 | | 32,6 | | 2,5 | |



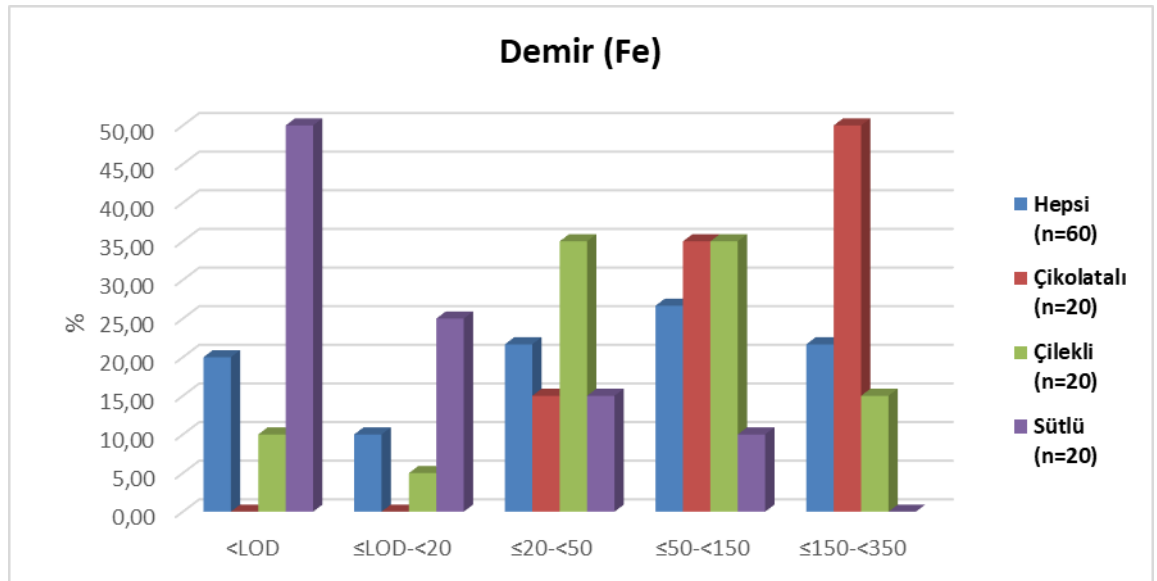
Şekil 3. 3. Dondurma Örneklerinde Mangan (Mn) Seviyeleri (ppm)

3.4. Demir (Fe)

Tablo 3.4 incelendiğinde çilekli dondurmadan elde edilen en yüksek demir içeriğinin, çikolatalı ve sütlü dondurmalarındaki en yüksek demir içeriğinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Fe seviyesi dondurma örneklerinde maximum 334.8 ppm iken minimum <LOD ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.4). Dondurma örneklerinin %30'u ≤ 10 -<20 ppm arasında iken çikolatalı dondurma örneklerinin %50'si ≤ 10 -<20 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %40'ı ≤ 10 -<20 ppm, sütlü dondurma örneklerinin %70'i ise $\leq \text{LOD}$ -<2 ppm seviyeleri arasında olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.4).

Tablo 8. Dondurma Örneklerinde Demir (Fe) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|------------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 12 | 20 | 0 | 0,00 | 2 | 10,00 | 10 | 50,00 |
| $\leq \text{LOD}$ -<20 | 6 | 10 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 | 5 | 25,00 |
| ≤ 20 -<50 | 13 | 22 | 3 | 15,00 | 7 | 35,00 | 3 | 15,00 |
| ≤ 50 -<150 | 16 | 27 | 7 | 35,00 | 7 | 35,00 | 2 | 10,00 |
| ≤ 150 -<350 | 13 | 22 | 10 | 50,00 | 3 | 15,00 | 0 | 0,00 |
| Minimum | <LOD | | 30,8 | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 334,8 | | 293,6 | | 334,8 | | 81,1 | |



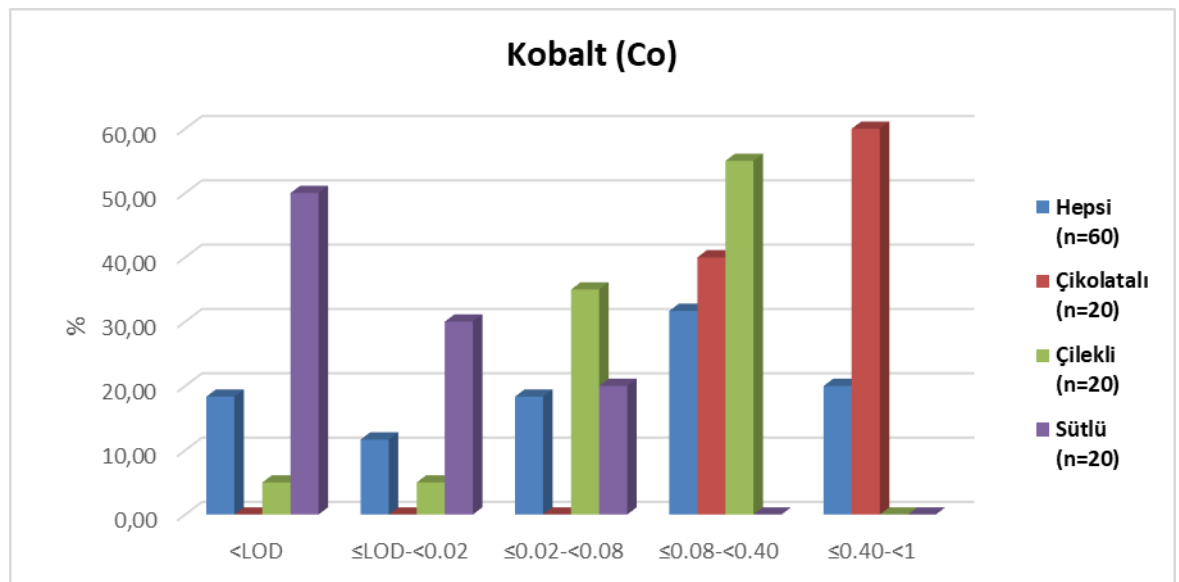
Şekil 3. 4. Dondurma Örneklerinde Demir (Fe) Seviyeleri (ppm)

3.5. Kobalt (Co)

Analiz edilen dondurma numunelerinde tespit edilen kobalt miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, kobalt içeriğinin minimum <LOD ppm maximum 0.9 ppm olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.5). Dondurma türlerine göre Co seviyeleri incelendiğinde çikolatalı dondurma örneklerinin %60'ı ≤ 0.40 -<1 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %55'i ≤ 0.08 -<0.40 ppm, sütlü dondurma örneklerinin %50'si ise <LOD ppm seviyeleri arasında olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.5).

Tablo 9. Dondurma Örneklerinde Kobalt (Co) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|--------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 11 | 18 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 | 10 | 50,00 |
| \leq LOD-<0.02 | 7 | 12 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 | 6 | 30,00 |
| ≤ 0.02 -<0.08 | 11 | 18 | 0 | 0,00 | 7 | 35,00 | 4 | 20,00 |
| ≤ 0.08 -<0.40 | 19 | 32 | 8 | 40,00 | 11 | 55,00 | 0 | 0,00 |
| ≤ 0.40 -<1 | 12 | 20 | 12 | 60,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |
| Minimum | <LOD | | 0,2 | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 0,9 | | 0,9 | | 0,3 | | 0,1 | |



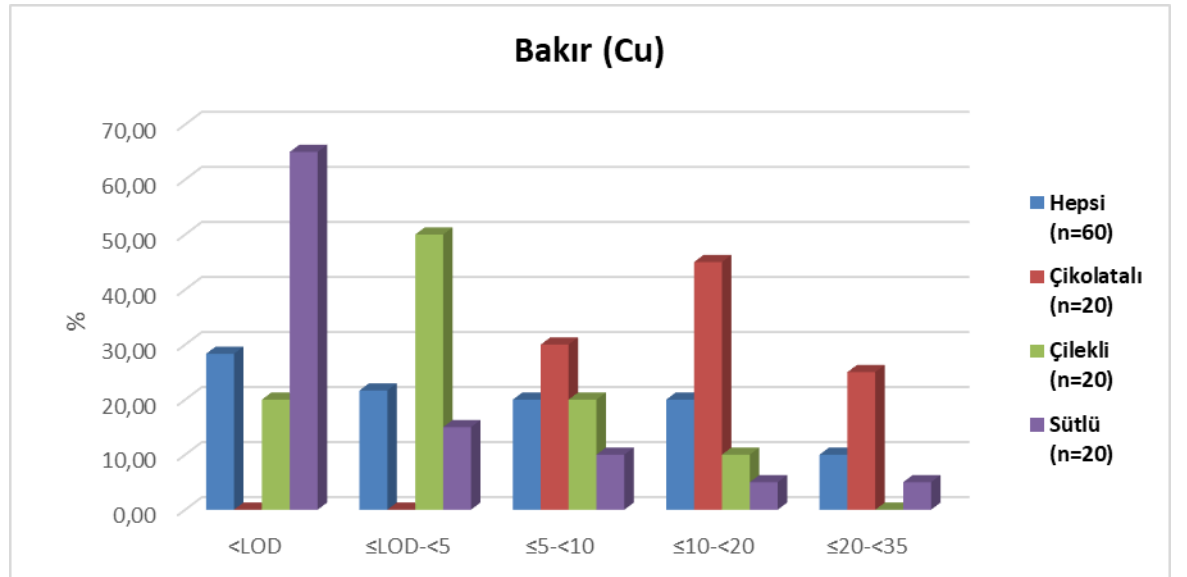
Şekil 3. 5. Dondurma Örneklerinde Kobalt (Co) Seviyeleri (ppm)

3.6. Bakır (Cu)

Tablo 3.6 incelendiğinde çikolatalı dondurmadan elde edilen en yüksek bakır içeriğinin, çilekli ve sütlü dondurmalarındaki en yüksek bakır içeriğinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Cu seviyesi dondurma örneklerinde maksimum 32.2 ppm iken minimum <LOD ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.4). Dondurma örneklerinin %28'i <LOD ppm arasında iken çikolatalı dondurma örneklerinin %45'i ≤ 10 -<20 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %50'si $\leq \text{LOD}$ -<5 ppm, sütlü dondurma örneklerinin %65'i ise $\leq \text{LOD}$ ppm seviyeleri arasında olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.4).

Tablo 10. Dondurma Örneklerinde Bakır (Cu) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|-----------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 17 | 28 | 0 | 0,00 | 4 | 20,00 | 13 | 65,00 |
| $\leq \text{LOD}$ -<5 | 13 | 22 | 0 | 0,00 | 10 | 50,00 | 3 | 15,00 |
| ≤ 5 -<10 | 12 | 20 | 6 | 30,00 | 4 | 20,00 | 2 | 10,00 |
| ≤ 10 -<20 | 12 | 20 | 9 | 45,00 | 2 | 10,00 | 1 | 5,00 |
| ≤ 20 -<35 | 6 | 10 | 5 | 25,00 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 |
| Minimum | <LOD | | 6,7 | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 32,2 | | 32,2 | | 14,7 | | 28,2 | |



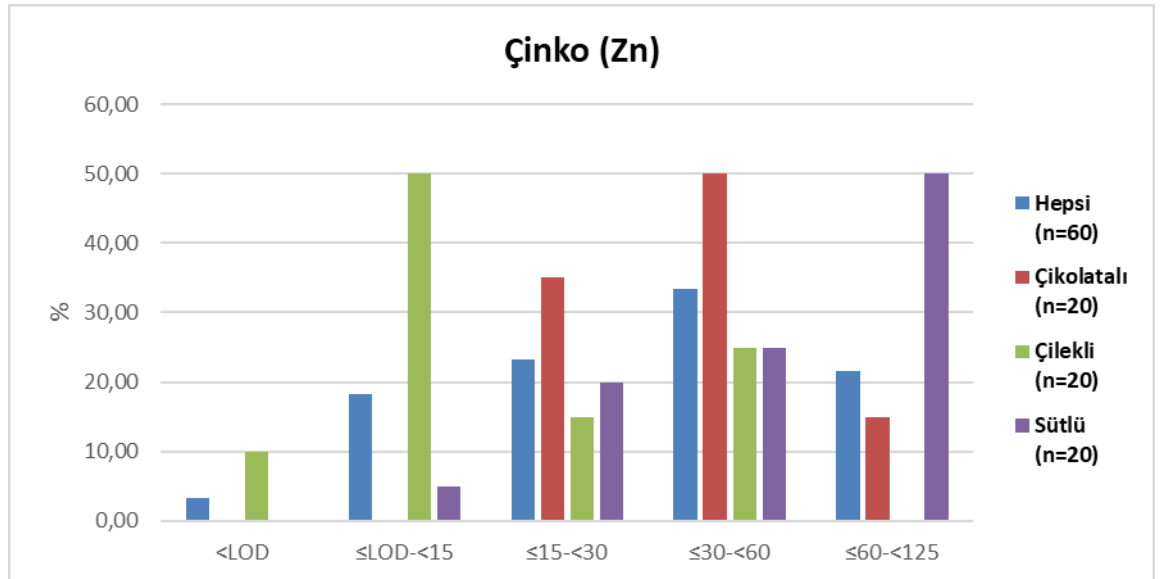
Şekil 3. 6. Dondurma Örneklerinde Bakır (Cu) Seviyeleri (ppm)

3.7. Çinko (Zn)

Analiz edilen dondurma numunelerinde tespit edilen çinko miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, çinko içeriğinin minimum <LOD ppm maksimum 124.7 ppm olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.7). Dondurma türlerine göre Zn seviyeleri incelendiğinde çikolatalı dondurma örneklerinin %50'si ≤ 30 -<60 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %50'i \leq LOD-<15 ppm, sütü dondurma örneklerinin %50'si ise ≤ 60 -<125 ppm seviyeleri arasında olduğu anlaşılmaktadır. Sütü dondurmanın içeriğindeki maksimum çinko oranının çikolatalı ve çilekli dondurma türlerinden fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3.7).

Tablo 11. Dondurma Örneklerinde Çinko (Zn) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütü (n=20) | % |
|-----------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|-------------|-------|
| <LOD | 2 | 3 | 0 | 0,00 | 2 | 10,00 | 0 | 0,00 |
| \leq LOD-<15 | 11 | 18 | 0 | 0,00 | 10 | 50,00 | 1 | 5,00 |
| ≤ 15 -<30 | 14 | 23 | 7 | 35,00 | 3 | 15,00 | 4 | 20,00 |
| ≤ 30 -<60 | 20 | 33 | 10 | 50,00 | 5 | 25,00 | 5 | 25,00 |
| ≤ 60 -<125 | 13 | 22 | 3 | 15,00 | 0 | 0,00 | 10 | 50,00 |
| Minimum | <LOD | | 16,6 | | <LOD | | 14,5 | |
| Maximum | 124,7 | | 74,0 | | 55,5 | | 124,7 | |



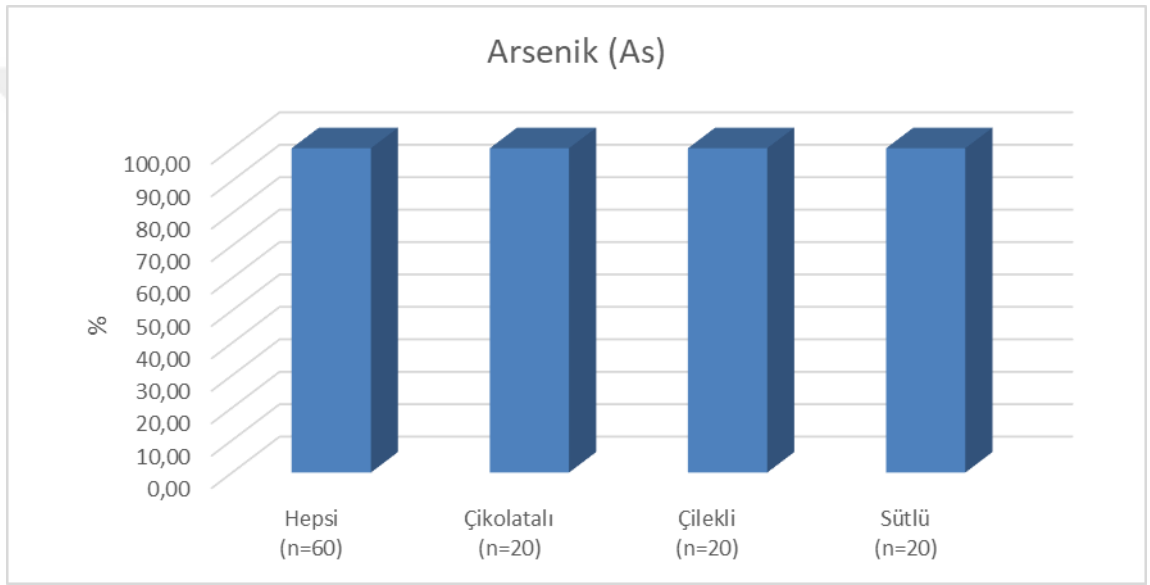
Şekil 3. 7. Dondurma Örneklerinde Çinko (Zn) Seviyeleri (ppm)

3.8. Arsenik (As)

Yapılan analiz sonuçlarında dondurma örneklerinde Arsenik tespit edilmemiştir.

Tablo 12. Dondurma Örneklerinde Arsenik (As) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|--------------|--------------|-----|-------------------|--------|----------------|--------|--------------|--------|
| <LOD | 60 | 100 | 20 | 100,00 | 20 | 100,00 | 20 | 100,00 |
| Minimum | <LOD | | <LOD | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | <LOD | | <LOD | | <LOD | | <LOD | |



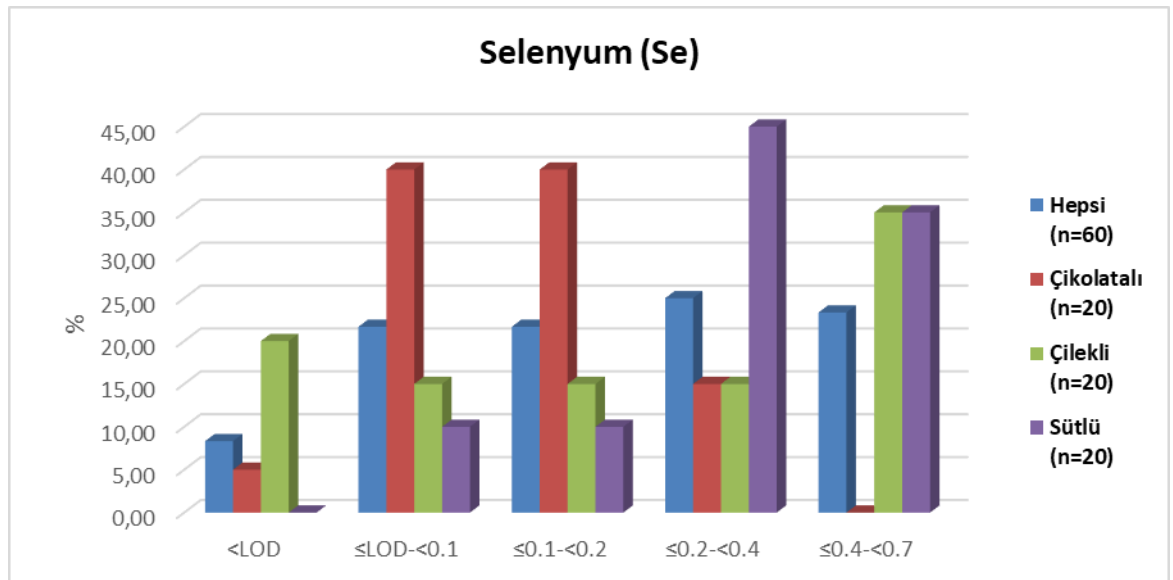
Şekil 3. 8. Dondurma Örneklerinde Arsenik (As) Seviyeleri (ppm)

3.9. Selenyum (Se)

Selenyum analizi sonuçlarında elde edilen verilerle dikkat çeken önemli noktalar şu şekildedir; dondurma numunelerinde tespit edilen Se miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, maksimum 0.651 ppm iken minimum <LOD ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.9) Dondurma türlerine göre Se seviyeleri incelendiğinde çilekli dondurma örneklerinin çikolatalı ve sütlü dondurma örneklerinden daha fazla oranda selenyum içerdiği görülmektedir (Şekil 3.9).

Tablo 13. Dondurma Örneklerinde Selenyum (Se) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|--------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 5 | 8 | 1 | 5,00 | 4 | 20,00 | 0 | 0,00 |
| ≤LOD-<0.1 | 13 | 22 | 8 | 40,00 | 3 | 15,00 | 2 | 10,00 |
| ≤0.1-<0.2 | 13 | 22 | 8 | 40,00 | 3 | 15,00 | 2 | 10,00 |
| ≤0.2-<0.4 | 15 | 25 | 3 | 15,00 | 3 | 15,00 | 9 | 45,00 |
| ≤0.4-<0.7 | 14 | 23 | 0 | 0,00 | 7 | 35,00 | 7 | 35,00 |
| Minimum | <LOD | | <LOD | | <LOD | | 0,008 | |
| Maximum | 0,651 | | 0,329 | | 0,651 | | 0,543 | |



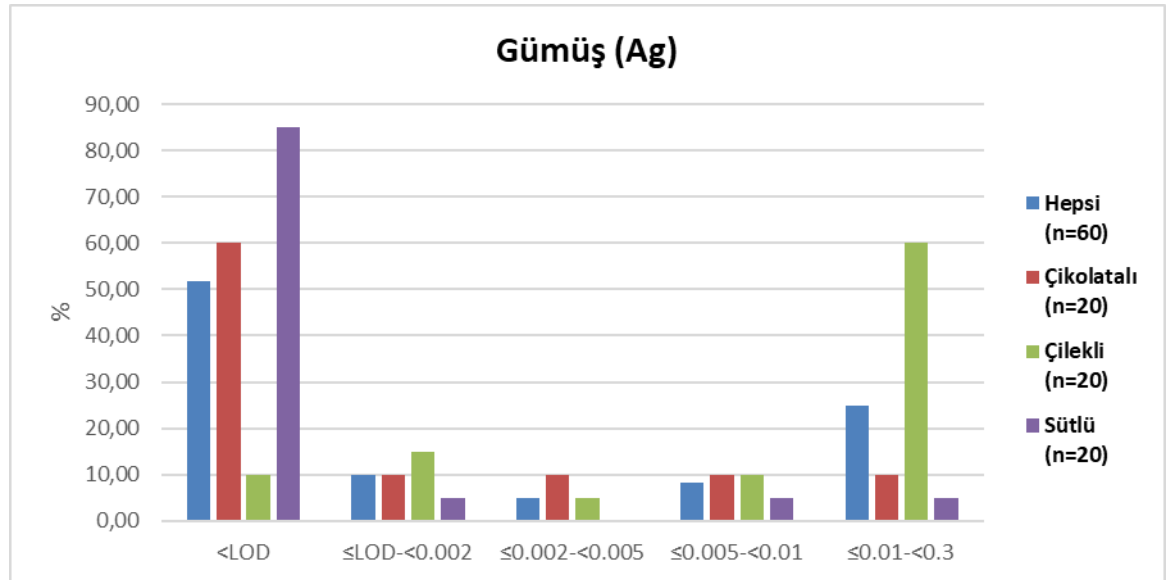
Şekil 3. 9. Dondurma Örneklerinde Selenyum (Se) Seviyeleri (ppm)

3.10. Gümüş (Ag)

Tablo 3.10 incelendiğinde dondurma örneklerinde maksimum 0.272 ppm iken minimum <LOD ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.10). Dondurma örneklerinin %52'si <LOD ppm iken çikolatalı dondurma örneklerinin %60'ı <LOD ppm, çilekli dondurma örneklerinin %60'ı ≤ 0.01 -<0.3 ppm, sütlü dondurma örneklerinin %85'i ise \leq LOD ppm seviyeleri arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.10).

Tablo 14. Dondurma Örneklerinde Gümüş (Ag) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|--------------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 31 | 52 | 12 | 60,00 | 2 | 10,00 | 17 | 85,00 |
| \leq LOD- <0.002 | 6 | 10 | 2 | 10,00 | 3 | 15,00 | 1 | 5,00 |
| ≤ 0.002 - <0.005 | 3 | 5 | 2 | 10,00 | 1 | 5,00 | 0 | 0,00 |
| ≤ 0.005 - <0.01 | 5 | 8 | 2 | 10,00 | 2 | 10,00 | 1 | 5,00 |
| ≤ 0.01 -<0.3 | 15 | 25 | 2 | 10,00 | 12 | 60,00 | 1 | 5,00 |
| Minimum | <LOD | | <LOD | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 0,272 | | 0,039 | | 0,272 | | 0,025 | |



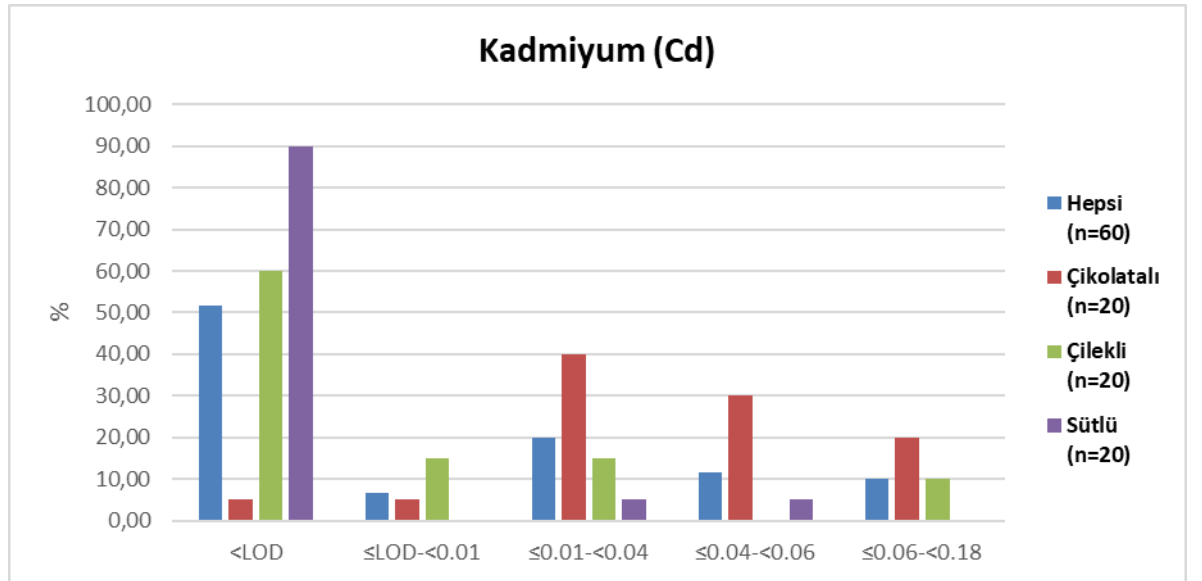
Şekil 3. 10. Dondurma Örneklerinde Gümüş (Ag) Seviyeleri (ppm)

3.11. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum analizi sonuçlarında elde edilen verilerle dikkat çeken noktalar şu şekildedir; dondurma numunelerinde tespit edilen Cd miktarları belirtilen ppm aralıklarda karşılaştırıldığında, maksimum 0.17 ppm iken minimum <LOD ppm seviyesinde saptanmıştır (Tablo 3.11) Dondurma örneklerinin %52'si <LOD ppm iken çikolatalı dondurma örneklerinin %52'si, çilekli dondurma örneklerinin %60'ı, sütlü dondurma örneklerinin %90'ı \leq LOD ppm olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.11).

Tablo 15. Dondurma Örneklerinde Kadmiyum (Cd) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|-----------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 31 | 52 | 1 | 5,00 | 12 | 60,00 | 18 | 90,00 |
| \leq LOD- <0.01 | 4 | 7 | 1 | 5,00 | 3 | 15,00 | 0 | 0,00 |
| \leq 0.01- <0.04 | 12 | 20 | 8 | 40,00 | 3 | 15,00 | 1 | 5,00 |
| \leq 0.04- <0.06 | 7 | 12 | 6 | 30,00 | 0 | 0,00 | 1 | 5,00 |
| \leq 0.06- <0.18 | 6 | 10 | 4 | 20,00 | 2 | 10,00 | 0 | 0,00 |
| Minimum | <LOD | | <LOD | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 0,17 | | 0,17 | | 0,16 | | 0,04 | |



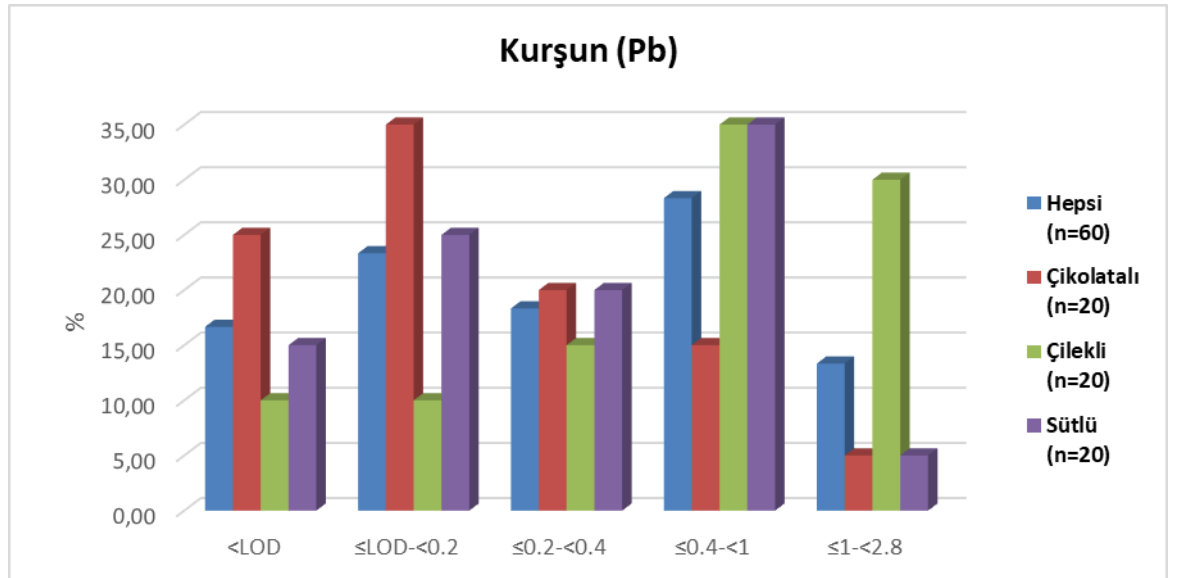
Şekil 3. 11. Dondurma Örneklerinde Kadmiyum (Cd) Seviyeleri (ppm)

3.12. Kurşun (Pb)

Tablo 3.12 incelendiğinde dondurma numunelerindeki kurşun miktarları maksimum 2.74 ppm minimum <LOD ppm seviyesinde olduğu görülmektedir (Tablo 3.12). Dondurma örneklerinin %28'i ≤ 0.4 -<1 ppm arasında iken çikolatalı dondurma örneklerinin %35'i $\leq \text{LOD}$ -<0.2 ppm, çilekli dondurma örneklerinin %35'i ≤ 0.4 -<1 ppm, sütlü dondurma örneklerinin %35'i ise ≤ 0.4 -<1 ppm seviyeleri arasında olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3.12).

Tablo 16. Dondurma Örneklerinde Kurşun (Pb) Seviyeleri (ppm)

| Seviye (ppm) | Hepsi (n=60) | % | Çikolatalı (n=20) | % | Çilekli (n=20) | % | Sütlü (n=20) | % |
|-------------------------|--------------|----|-------------------|-------|----------------|-------|--------------|-------|
| <LOD | 10 | 17 | 5 | 25,00 | 2 | 10,00 | 3 | 15,00 |
| $\leq \text{LOD}$ -<0.2 | 14 | 23 | 7 | 35,00 | 2 | 10,00 | 5 | 25,00 |
| ≤ 0.2 -<0.4 | 11 | 18 | 4 | 20,00 | 3 | 15,00 | 4 | 20,00 |
| ≤ 0.4 -<1 | 17 | 28 | 3 | 15,00 | 7 | 35,00 | 7 | 35,00 |
| ≤ 1 -<2.8 | 8 | 13 | 1 | 5,00 | 6 | 30,00 | 1 | 5,00 |
| Minimum | <LOD | | <LOD | | <LOD | | <LOD | |
| Maximum | 2,74 | | 1,54 | | 2,74 | | 2,52 | |



Şekil 3. 12. Dondurma Örneklerinde Kurşun (Pb) Seviyeleri (ppm)

4. TARTIŞMA

Yapılan araştırmada Afyonkarahisar ilinde tüketime sunulan dondurma örneklerinde Alüminyum (Al), Krom (Cr), Mangan (Mn), Demir (Fe), Kobalt (Co), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Arsenik (As), Selenyum (Se), Gümüş (Ag), Kadmiyum (Cd) ve Kurşun (Pb) metal ve ağır metallerinin varlığı ve miktarları indüktif eşleşmiş plazma (ICP) yöntemiyle belirlenmiştir.

Afyonkarahisar ilinde 20 farklı yerde satışı sunulan 60 dondurma numunelerinde tespit edilen maksimum alüminyum seviyesi 149.6 ppm'dir. Dondurma çeşitlerine göre en fazla alüminyum miktarı sırasıyla çilekli (149.6 ppm), çikolatalı (101.0 ppm) ve sade (66.6 ppm) şeklindedir. Araştırma bulgularından da anlaşıldığı üzere dondurmanın işlenmesi alüminyum içeriğinin artmasına neden olmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'nde (2002), dondurmalarındaki en yüksek alüminyum miktarı belirtilmemiş olmasına rağmen bazı gıda maddeleri (bira, alkolsüz bira, pasta ürünleri, bisküvi) için 2-15 mg/kg arasında bildirilmiştir. Dondurmanın içerdiği Al düzeyinin tespiti yapılan ürünlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Biricik, Çöplü ve Dağdelen (2015) gıda ile temas eden araç ve gereçlerden gıdaya geçebilecek alüminyum miktarı ve bunun risklerinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarında dondurmadaki Alüminyum miktarını 0,68 mg/kg olarak saptanmıştır (Biricik vd., 2015). Konya'da yapılan diğer bir çalışmada alınan dondurma örneklerindeki alüminyum miktarı 2.85 mg/kg olarak belirlenmiştir (Ayar vd., 2007). Çalışmalar alüminyumun üretim ve muhafaza sırasında kullanılan metallere ve paketlenme aşamalarından kaynaklandığını belirtmektedir. Ayrıca raf ömrü kısa olan gıdalarda ambalajdan kaynaklanan önemli bir geçişin olmadığı da düşünülmektedir (Bassioni vd., 2012; Biricik vd., 2015). Diğer çalışmalarda Afyonkarahisar'da üretilen dondurmalarla göre daha az Al miktarının bulunması üretimin fabrikasyon ortamında gerçekleştirilmesinden ve üretimde Al içeren malzemelerin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma sonucunda dondurma numunelerinin içerdiği krom değerlerine incelendiğinde 7,42 ppm olduğu anlaşılmaktadır. Dondurma, bisküvi ve gofretlerin

mineral ve ağır metal içeriklerinin incelendiği bir çalışmada Cr miktarı maksimum 0.60 mg/kg olarak belirlenmiştir (Harmanakaya vd., 2012). Aslam ve ark. (2011), Pakistan'da yaptıkları araştırmada keçi ve sığır sütlerindeki ağır metal varlığını mevsimsel olarak incelemişler ve toplamda hayvanların sütlerinde Cr miktarlarını keçilerde 1,277 mg/L, sığırlarda 1,199 mg/L olarak yüksek miktarda bulmuşlardır (Aslam vd., 2010). Soylu ve Temiz (2011) Samsun ili etrafında yapılan çalışmalarında süt numunelerinde Cr seviyesini 0,03 mg/ kg civarında saptamışlardır (Soylu, 2011). Araştırmada tespit edilen değerler literatürdeki değerler ile karşılaştırıldığında yüksek seviyede bulunmuştur. Bunun nedeni olarak Afyonkarahisar ilinin diğer araştırmacılar tarafından araştırılan bölgelerden daha fazla sanayi kirliliği olması, toprağın yapısı ve içeriği ile hayvanların bu bölgelerde otlaması gibi nedenlerden kaynaklandığı söylenebilir.

Mangan miktarları belirtilen ppm aralıklarında incelendiğinde, dondurmalarından elde edilen en yüksek mangan miktarı 33,8'dir (Tablo 3.3, Şekil 3.3). Elazığ'daki farklı yerlerden elde edilen Çoğunlukla inek sütünden ve bir kısmı da koyun sütü olmak üzere incelenen 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 (G. Kaya vd., 2008).

Analiz sonucunda dondurmalarından elde edilen demir miktarı maksimum 334,8 ppm olarak görülmüştür. Enb ve ark. (2009) tarafından Mısır'da yapılan bir araştırmada toplamda 60 tane sığır ve manda sütünden imal edilmiş numunelerinde tespit edilen bazı ağır metal miktarları belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre manda sütünden yapılan yoğurtta demir yoğunluğu 0,766 mg/kg olarak tespit edilmiştir (Enb vd., 2009). Türk Gıda Kodeksi'nin (2002), gıdalarda belirli bulaşanların limit değerlerinin ayarlanması ile ilgili tebliğde, bazı gıdalar için bulunması demir miktarı 0,2-25 mg/kg olarak bildirilmektedir.

Araştırma sonucunda dondurma numunelerinin içerdiği kobalt değerlerine incelendiğinde 0,9 ppm olduğu anlaşılmaktadır. Denizli ilinin çeşitli yerlerinden toplanarak bir araya getirilen 4 farklı çiğ süt toplama biriminden elde edilen süt numunelerinde Kurşun, kadmiyum, bakır, kobalt ve krom içeriklerinin belirlenmesi

üzerine bir araştırma yapılmıştır. Çalışmada süt örneklerinden kobalt miktarı 0,208-0,450 ppm olarak saptanmıştır (Kılıç & Bozkaya, 2017).

Bakır miktarları belirtilen ppm aralıklarında incelendiğinde, dondurmalarından elde edilen en yüksek Cu miktarı 32,2'dir. Soylu ve Temiz (2011)' in çalışmasında bakır miktarının yaklaşık değeri 1,08 mg/ kg civarında saptanmıştır (Soylu, 2011). Ankara'da yapılan başka bir çalışmada ise Cu düzeyi süt için 4,30 mg/kg olarak hesaplanmış olup, Cu seviyelerindeki farklılıklar örneklerin toplandığı yerlerin çeşitliliğinden ayrıca araç yolu ve sanayilere mesafesi, tarımsal alanlarda bakırın fungusit olarak kullanılmasından kaynaklı süte dahil olabileceği belirtilmiştir (Temurci & Güner, 2006). Süt için Türk Gıda Kodeksi, Gıda Ürünlerinde Bazı Bulaşanların Limitlerinin Bulunması ile İlgili Tebliğde (Türk Gıda Kodeksi 2002) süttten elde edilen ürünler için bir limit değeri belirtilmemesine karşın bazı gıda ürünleri için 0,05 – 50 mg/kg limit değeri bildirilmektedir. Araştırmada bulunan bakır değeri Türk Gıda Kodeksinin sınırları içerisinde yer almaktadır.

Araştırma sonucunda dondurma numunelerinin içerdiği çinko değerleri incelendiğinde 124,7 ppm olduğu anlaşılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'nin (2002), gıdalarda belirli bulaşanların limit değerlerinin ayarlanması ile ilgili tebliğde, çinko miktarı 2-50 mg/kg olarak bildirilmektedir. Araştırmada bulunan çinko miktarının fazla olduğu görülmektedir. Enb ve ark. (2009) yapmış oldukları araştırmada, manda ve inekten elde edilen süt örneklerinde Zn miktarını 4,350 mg/kg, yoğurt örneklerinde 4,059 mg/kg, süt kremasında 19,570 mg/kg ve tereyağından alınmış olan örneklerde ise 29,363 mg/kg olarak saptamışlardır (Enb vd., 2009). Yalçın ve Tekinşen (2010) kaşar, tulum ve salamura peynirlerde yapılan çalışmalarda ise Zn düzeyleri sırasına göre 15,35 mg/kg, 15,96 mg/kg, 27,15 mg/kg civarında saptamışlardır (Yalçın & Tekinşen, 2010). Süt ve süt ürünlerinin kontaminasyonu sağım sırasında süttün konulduğu malzemelerden olabileceği gibi dış kaynaklı kontaminasyondan da olabilmektedir.

Araştırma sonucunda dondurma numunelerinin içerdiği arsenik değerleri, incelendiğinde örneklerin arsenik içermediği anlaşılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi (2002), gıda ürünlerinde As değeri 0,1 – 1 mg/kg limit seviyesinde açıklamıştır. Konya civarında süttten elde edilen numunelerin ağır metal seviyesi için yapılan

araştırmalarda As değerini 0,146 mg/kg civarında bulmuş ve bu değer tereyağında diğer ürünlere göre fazla miktarda belirlenmiştir (Ayar vd., 2007).

Selenyum miktarları belirtilen ppm aralıklarında incelendiğinde, dondurmalarından elde edilen en yüksek selenyum miktarı 0,651'dir (Tablo 3.9, Şekil 3.9). İstanbulluoğlu ve ark. (2013) tarafından yapılan süt ve süt ürünlerindeki ağır metal kirliliği isimli çalışma da selenyum miktarı 0,10 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilmiştir (İstanbulluoğlu vd., 2013). Benzer Şekilde yapılan diğer bir çalışmada ise selenyum miktarı 0,17 mg/L olarak belirlenmiştir (Kan & Küçükkurt, 2018).

Araştırma sonucunda dondurma numunelerinin içerdiği gümüş değerleri incelendiğinde 0,272 ppm olduğu anlaşılmaktadır. Sütten kaymak ve kaymakaltı sütündeki ağır metallerin incelendiği bir çalışmada incelenen ürünlerde gümüş tespit edilememiştir (Kan & Küçükkurt, 2018).

Dondurma numunelerinin içerdiği kadmiyum değerleri incelendiğinde maksimum 0,17 ppm kadmiyum içerdiği belirlenmiştir. Ankara' da bulunan semt pazarlarından, seyyar satıcılardan ve büyük marketlerden ambalajlı (süt, beyaz peynir, kaşar ve meyveli yoğurt) ve ambalajsız (süt, beyaz peynir ve kaşar) olarak çeşitli süt ve süt ürünlerinin incelendiği bir araştırmada kayda değer kadmiyum tespit edilememiştir (İstanbulluoğlu vd., 2013).

Kurşun miktarları belirtilen ppm aralıklarında incelendiğinde, dondurmalarından elde edilen en yüksek kurşun miktarı 2,74'tür (Tablo 3.12, Şekil 3.12). Ayar ve ark. (2009) tarafından süt ve süt ürünlerdeki ağır metal içeriklerinin incelendiği çalışmada kurşun miktarı 0,054 mg / kg olarak bulunmuştur (Ayar vd., 2007). Çiğ süt, ambalajlı süt ve yoğurt numunelerinde kurşun miktarının incelendiği bir çalışmada ise kurşun içerikleri sırasıyla 15-35ng/mL, 29-61ng/ml ve 21-42ng/mL arasında değişiklik göstermiştir (Er vd., 2013).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya çapında popüler bir ürün olan dondurma genellikle diğer bileşen türlerine (meyve, yumurta, kakao, kuru meyve, katkı maddeleri gibi) sahip süt bazlı bir üründür. Dondurmanın istenen tadı, kıvamı ve görünümünü elde etmek için farklı malzemeler kullanılır. Günümüzde hızlı bir şekilde gelişen sanayileşme nedeniyle oluşan çevre kirliliği gıdalarda ağır metallerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu ağır metaller insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmeye devam etmektedir. Bu araştırmada Afyonkarahisar ilinde 20 farklı perakende satış noktasından temin edilen ve açıkta tüketime sunulan 20 çikolatalı, 20 çilekli ve 20 sade toplam 60 dondurma örneğinde metal ve ağır metal varlığı incelenmiştir.

Araştırma sonucunda dondurma numunelerinin arsenik(As) içermediği belirlenmiş olsa da farklı seviyelerde Al, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Se, Ag, Cd, Pb içerdiği analizler sonunda görülmüştür. Günümüzde çevre kirliliğinin insan sağlığını tehlikeye sokacak düzeylere ulaştığı bilinmektedir. Bulunan değerlerin bazılarının Türk Gıda Kodeksi'nde verilen değerlerden yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle dondurma hazırlanmasında kullanılan aletler, paketlenme malzemeleri ile lezzet ve istenilen görselliğin sağlanması için kullanılan ürünlerin analizlerinin düzenli bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Metal ve ağır metallerin süt ve süt ürünlerinde varlığı literatürde incelenmiş olup; dondurmanın incelendiği çalışmaların yetersiz olduğu fark edilmiştir. Bu nedenle daha geniş kapsamlı araştırmalar ile yeni verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Konuyla ilgili analizlerin yanında hizmet içi eğitimlerin sağlanmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Çünkü dondurmanın hazırlanmasından karışımına birçok üründen metal ve ağır metal geçişi olabilmektedir. Konunun insan sağlığı için önemi düşünüldüğünde farkındalığın yaratılması önemli bir adım olacaktır. Bu bağlamda kamu kurum ve kuruluşlarıyla birlikte yürütülen projelere ihtiyaç bulunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Abechi, E. S., Okunola, O. J., Zubairu, S. M. J., Usman, A. A., & Apene, E. (2010). Evaluation of heavy metals in roadside soils of major streets in Jos metropolis, Nigeria. *Journal of Environmental chemistry and Ecotoxicology*, 2(6), 98-102.
- Akdeniz, V., Kınık, Ö., Yerlikaya, O., & Akan, E. (2016). İnsan Sağlığı ve Beslenme Fizyolojisi Açısından Çinkonun Önemi. *Akademik Gıda*, 14(3), 307-314.
- Akın, B. (1998). *Endüstriyel dondurma üretiminde mikrobiyolojik kalite üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü
- Asadi, F., Mohseni, M., Dadashi Noshahr, K., Soleymani, F. H., Jalilvand, A., & Heidari, A. (2017). Effect of Molybdenum Nanoparticles on Blood Cells, Liver Enzymes, and Sexual Hormones in Male Rats. *Biological Trace Element Research*, 175(1), 50-56. <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0765-5>
- Aslam, B., Javed, I., & Hussain Khan, F. (2010). Uptake of Heavy Metal Residues from Sewerage Sludge in the Milk of Goat and Cattle during Summer Season. *Pakistan Veterinary Journal*, ISSN, 253-8318.
- Atabeyoğlu, K., & Atamanalp, M. (2010). Yumuşakçalarda (Molluska) Yapılan Ağır Metal Çalışmaları. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 5(1), 35-42. <https://doi.org/10.17094/avbd.66921>
- Ayar, A., Sert, D., & Akın, N. (2007). Konya'da Tüketime Sunulan Süt ve Ürünlerinin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 21(41), 58-64.
- Bal, C., Güngör, O. T., Çelik, H. T., Abuşoğlu, S., Uğuz, N., Tutkun, E., Yılmaz, Ö. H., Yılmaz, F. M., & Yıldırımkaaya, M. (2015). Akut civa maruziyeti olan çocuklarda renal fonksiyonların farklı glomerüler filtrasyon hızı formülleriyle değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Biochemistry*, 40(3), 258-264. <https://doi.org/10.1515/tjb-2015-0011>
- Barceloux, D. G. (1999). Manganese. *Journal of Toxicology - Clinical Toxicology*, 37(2), 293-307. <https://doi.org/10.1081/CLT-100102427>
- Başkan, B. M., & Pala, A. (2009). İçme Sularında Arsenik Kirliliği :Ülkemiz Açısından Bir Değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 15(1), 69-79.
- Bassioni, G., Mohammed, F. S., Zubaidy, E. Al, & Kobrsi, I. (2012). Risk assessment of using aluminum foil in food preparation. *International Journal of Electrochemical Science*, 7(5), 4498-4509.
- Basta, N. T., Ryan, J. A., & Chaney, R. L. (2004). Trace Element Chemistry in Residual-Treated Soil : Key Concepts and Metal Bioavailability. *Adsorption Journal Of The International Adsorption Society*, 49-63.
- Bhumika, J., Chatterjee, S., & Shekhawat, K. (2015). Chromium toxicity and its health hazards. *International Journal of Advanced Research*, 3(7), 167-172.
- Biricik, G., Çöplü, N., & Dağdelen, A. F. (2015). Gıda ile temas eden madde ve malzemelerden gıdaya geçebilecek alüminyum miktarı ve bunun riskleri. *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi*, 8, 1-8.
- Bjuhr, J. (2007). *Trace metals in soils irrigated with waste water in a periurban area downstream Hanoi City, Vietnam*. Institutionen för markvetenskap.
- Blot, W. J., Li, J., Taylor, P. R., Guo, W., Dawsey, S., Wang, G., Yang, C. S., Zheng,

- S., Gail, M., Li, G., Yu, Y., Liu, B., Tangrea, J., Sun, Y., Liu, F., Fraumeni, J. F., & Li, B. (1993). Nutrition Intervention Trials in Linxian, China: Supplementation With Specific Vitamin/Mineral Combinations, Cancer Incidence, and Disease- Specific Mortality in the General Population. *Journal of the National Cancer Institute*, 85(18), 1483–1492.
- Bouchard, M. F., Sauvé, S., Barbeau, B., Legrand, M., Brodeur, M. È., Bouffard, T., Limoges, E., Bellinger, D. C., & Mergler, D. (2011). Intellectual impairment in school-age children exposed to manganese from drinking water. *Environmental Health Perspectives*, 119(1), 138–143. <https://doi.org/10.1289/ehp.1002321>
- Çağlar, B. (2010). Antik Dünyadan Modern Zamana; Kar, Buz ve Dondurma. *Ekonomik ve Teknik Dergi*, 49(579).
- Campbell, A. (2002). The potential role of aluminium in Alzheimer’s disease. *Nephrology Dialysis Transplantation*, 17(SUPPL. 2), 17–20. https://doi.org/10.1093/ndt/17.suppl_2.17
- Çay, S. (2014). Ağır Metal İyonlarıyla Kirlenmiş Toprakların Karadeniz Bölgesinde Yetişen Bazı Süs Bitkileri Kullanılarak Temizlenebilirliğinin Araştırılması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Çelebi, H., & Gök, G. (2018). Topraklarda otoyol ve trafik kaynaklı ağır metal kirliliğinin değerlendirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(6), 1169–1178. <https://doi.org/10.5505/pajes.2016.55632>
- Chehregani, A., & Malayeri, B. (2007). Removal of Heavy Metals by Native Accumulator Plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 9, 462–465.
- Conficoni, D., Alberghini, L., Bissacco, E., Ferioli, M., & Giaccone, V. (2017). Heavy metal presence in two different types of ice cream: Artisanal ice cream (Italian Gelato) and industrial ice cream. *Journal of Food Protection*, 80(3), 443–446. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-291>
- Darwish, S., & Darwish, A.-Z. (2012). Survey Detection of Trace Heavy Metals in Potato Chips and Ice Cream From Assiut Governorate, Egypt. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 3(10), 541–551. <https://doi.org/10.21608/jfds.2012.81665>
- Deng, G. F., Li, K., Ma, J., Liu, F., Dai, J. J., & Li, H. Bin. (2011). Aluminium content of some processed foods, raw materials and food additives in China by inductively coupled plasma-mass spectrometry. *Food Additives and Contaminants: Part B Surveillance*, 4(4), 248–253. <https://doi.org/10.1080/19393210.2011.632899>
- Deniz, H. M. (2009). Sanayileşme Perspektifinde Kentleşme ve Çevre İlişkisi. *Coğrafya Dergisi*, 0(19), 95–105.
- Devenyi, A. G., Barron, T. F., & Mamourian, A. C. (1994). Dystonia, hyperintense basal ganglia, and high whole blood manganese levels in Alagille’s syndrome. *Gastroenterology*, 106(4), 1068–1071. [https://doi.org/10.1016/0016-5085\(94\)90769-2](https://doi.org/10.1016/0016-5085(94)90769-2)
- Devesa, V., Vélez, D., & Montoro, R. (2008). Effect of thermal treatments on arsenic species contents in food. *Food and Chemical Toxicology*, 46(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.08.021>
- DeVolder, P. S., Brown, S. L., Hesterberg, D., & Pandya, K. (2003). Metal Bioavailability and Speciation in a Wetland Tailings Repository Amended with Biosolids Compost, Wood Ash, and Sulfate. *Journal of Environmental Quality*, 32(3), 851–864. <https://doi.org/10.2134/jeq2003.8510>

- Dündar, Y., & Aslan, R. (2005). Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 6, 1–5.
- Enb, A., Donia, M. A. A., Abd-Rabou, N. S., Abou-Arab, A. A. K., & El-Senaity, M. H. (2009). Chemical Composition of Raw Milk and Heavy Metals Behavior During Processing of Milk Products. *Global Veterinaria*, 3(3), 268–275.
- Er, Ç., Şenkal, F., & Yaman, M. (2013). Determination of lead in milk and yoghurt samples by solid phase extraction using a novel aminothioazole-polymeric resin. *Food Chemistry*, 137(1–4), 55–61.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.013>
- European Food Safety Authority. (2020). *Copper Essential for Human Health*.
<https://copperalliance.org.uk/knowledge-base/education/education-resources/copper-essential-human-health/>
- Food and Drug Administration. (2011). *CPG Sec. 545.450 Pottery (Ceramics); Import and Domestic - Lead Contamination*.
- Gaetke, L. M., Chow-Johnson, H. S., & Chow, C. K. (2014). Copper: toxicological relevance and mechanisms. *Archives of Toxicology*, 88(11), 1929–1938.
<https://doi.org/10.1007/s00204-014-1355-y>
- Gasmalla, A. A. M., Tessema, A. H., Salaheldin, A., Alahmad, K., Hassanin, A. M. H., & Aboshora, W. (2017). Health Benefits of Milk and Functional Dairy Products. *MOJ Food Processing & Technology*, 4(4), 108–111.
<https://doi.org/10.15406/mojfpt.2017.04.00099>
- Göhre, V., & Paszkowski, U. (2006). Contribution of the arbuscular mycorrhizal symbiosis to heavy metal phytoremediation. *Planta*, 223(6), 1115–1122.
<https://doi.org/10.1007/s00425-006-0225-0>
- Gray, P. J., Conklin, S. D., Todorov, T. I., & Kasko, S. M. (2015). Cooking rice in excess water reduces both arsenic and enriched vitamins in the cooked grain. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 33(1), 78–85.
<https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1103906>
- Gu, Y. G., Huang, H. H., & Lin, Q. (2016). Concentrations and human health implications of heavy metals in wild aquatic organisms captured from the core area of Daya Bay's Fishery Resource Reserve, South China Sea. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 45, 90–94.
<https://doi.org/10.1016/j.etap.2016.05.022>
- Günhan, R. S., & Yalçın, S. (2015). Konya ve Çevresinde Tüketime Sunulan Balıklarda Civa ve Kadmiyum Düzeyi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(1), 60–65.
- Harmankaya, M., Özcan, M. M., Duman, E., & Dursun, N. (2012). Mineral and heavy metal contents of ice-cream wafer, biscuit and gofret wafers. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 18(4), 259–265.
- Hepp, L. U., Pratas, J. A. M. S., & Graça, M. A. S. (2017). Arsenic in stream waters is bioaccumulated but neither biomagnified through food webs nor biodispersed to land. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 139(September 2016), 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.01.035>
- High Level Panel of Expertson Food Security. (2017). *HLPE High Level Panel of Experts The High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition Nutrition and food systems*. www.fao.org/cfs/cfs-hlpe
- Hızel, S., & Şanlı, C. (2006). Çocuklarda beslenme ve kurşun etkileşimi. *Çocuk*

- Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 2006, 49, 333–338.
- IDFA. (2021). *The History of Ice Cream - IDFA*. <https://www.idfa.org/the-history-of-ice-cream>
- İstanbuluoğlu, H., Oğur, R., Tekbaş, Ö. F., & Bakir, B. (2013). Süt ve Süt Ürünlerinde Ağır Metal Kirliliği. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, 33(2), 410–419. <https://doi.org/10.5336/medsci.2012-29718>
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., & Timur, S. (2003). Metallerin Çevresel Etkileri-I. *Metallurji Dergisi*, 136, 47–53.
- Kan, F., & Küçükkurt, İ. (2018). Afyon Manda Kaymağı ve Kaymakaltı Sütlerinde Bazı Ağır Metallerin ICP-MS ile Araştırılması. *Kocatepe Veterinary Journal*, 11(4), 447–453. <https://doi.org/10.30607/kvj.449912>
- Kankia, I. H., & Abdulhamid, Y. (2014). Determination of accumulated heavy metals in benthic invertebrates found in Ajiwa Dam, Katsina State, Northern Nigeria. *Scholars Research Library*, 6(6), 80–87.
- Kaya, G., Akdeniz, 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(3), 99–106.
- Keller, C., Mcgrath, S. P., & Dunham, S. J. (2002). Trace metal leaching through a soil–grassland system after sewage sludge application. *Journal of Environmental Quality*, 31(5), 1550–1560.
- Kennerman, E. (2018). Bakır ve Selenyum Zehirlenmeleri ve Tedavileri. İçinde A. Kaya (Ed.), *İnorganik Madde ve Bitkisel Zehirlenmeler ve Tedavileri* (1. Baskı, ss. 21–27). Türkiye Klinikleri.
- Kim, K. C., Park, Y. B., Lee, M. J., Kim, J. B., Huh, J. W., Kim, D. H., Lee, J. B., & Kim, J. C. (2008). Levels of heavy metals in candy packages and candies likely to be consumed by small children. *Food Research International*, 41(4), 411–418. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.01.004>
- Kim, K. J., Sung, W. S., Moon, S. K., Choi, J. S., Kim, J. G., & Lee, D. G. (2008). Antifungal effect of silver nanoparticles on dermatophytes. İçinde *Journal of Microbiology and Biotechnology* (C. 18, Sayı 8, ss. 1482–1484).
- Kim, Y. S., Kim, J. S., Cho, H. S., Rha, D. S., Kim, J. M., Park, J. D., Choi, B. S., Lim, R., Chang, H. K., Chung, Y. H., Kwon, I. H., Jeong, J., Han, B. S., & Yu, I. J. (2008). Twenty-eight-day oral toxicity, genotoxicity, and gender-related tissue distribution of silver nanoparticles in Sprague-Dawley rats. *Inhalation Toxicology*, 20(6), 575–583. <https://doi.org/10.1080/08958370701874663>
- Kılıç, M., & Bozkaya, O. (2017). Çiğ Süt Örneklerinde Ağır Metal ve Metal Kontaminasyonlarının Belirlenmesi ve Sağlık Üzerine Etkisi. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 16(1), 1–9. https://doi.org/10.1501/Ashd_0000000120
- Klotz, K., Weistenhöfer, W., Neff, F., Hartwig, A., Van Thriel, C., & Drexler, H. (2017). The health effects of aluminum exposure. *Deutsches Arzteblatt International*, 114(39), 653–659. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0653>
- Krahl, T., Fuhrmann, H., & Dimassi, S. (2016). Ice Cream. İçinde *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages: Industrial Applications for Improving Food Color*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100371-8.00009-9>
- Laçın, A. (2005). *Kahramanmaraş bölgesindeki keçi sütünde eser element analizi*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Leblanc, J. C., Guérin, T., Noël, L., Calamassi-Tran, G., Volatier, J. L., & Verger, P. (2005). Dietary exposure estimates of 18 elements from the 1st French Total

- Diet Study. *Food Additives and Contaminants*, 22(7), 624–641.
<https://doi.org/10.1080/02652030500135367>
- Lide, D. R. (2004). Magnetic susceptibility of the elements and inorganic compounds, in *Handbook of Chemistry and Physics*. İçinde *CRC Press* (81. baskı). CRC Press.
- Lim, S. Y., Swanson, B. G., Ross, C. F., & Clark, S. (2008). High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body and texture of lowfat ice cream. *Journal of Dairy Science*, 91(4), 1308–1316.
<https://doi.org/10.3168/jds.2007-0391>
- Liu, X., Song, Q., Tang, Y., Li, W., Xu, J., Wu, J., Wang, F., & Brookes, P. C. (2013). Human health risk assessment of heavy metals in soil-vegetable system: A multi-medium analysis. *Science of the Total Environment*, 463–464, 530–540.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.064>
- Marambio-Jones, C., & Hoek, E. M. V. (2010). A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. *Journal of Nanoparticle Research*, 12(5), 1531–1551.
<https://doi.org/10.1007/s11051-010-9900-y>
- Marshall, R. T., Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2003). *Ice Cream* (6th editio). Kluwer Academic, Plenum Publishers.
- Martin, S., & Griswold, W. (2009). Human health effects of heavy metals. *Center for Hazardous Substance Research*, 15, 1–6.
http://drupal.engg.ksu.edu/chsr/outreach/resources/docs/15_HumanHealthEffectsofHeavyMetals2013.pdf%5Cnhttp://www.engg.ksu.edu/chsr/files/chsr/outreach-resources/15HumanHealthEffectsofHeavyMetals.pdf
- Matsha, T., Brink, L., Van Rensburg, S., Hon, D., Lombard, C., & Erasmus, R. (2006). Traditional home-brewed beer consumption and iron status in patients with esophageal cancer and healthy control subjects from Transkei, South Africa. *Nutrition and Cancer*, 56(1), 67–73.
https://doi.org/10.1207/s15327914nc5601_9
- McLaren, R. G., Clucas, L. M., Taylor, M. D., & Hendry, T. (2004). Leaching of macronutrients and metals from undisturbed soils treated with metal-spiked sewage sludge. 2. Leaching of metals. *Australian Journal of Soil Research*, 42(4), 459–471. <https://doi.org/10.1071/SR03168>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). Dondurma. İçinde *Gıda Teknolojisi* (ss. 1–74).
- Musaiger, A. O., & D'Souza, R. (2008). The effects of different methods of cooking on proximate, mineral and heavy metal composition of fish and shrimps consumed in the Arabian Gulf. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 58(1), 103–109.
- Nizamlioğlu, H. F., & Teyin, G. (2020). Mutfaklardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Pişirme Ekipmanları. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 8(2), 1578–1591. <https://doi.org/10.21325/jotags.2020.622>
- Oruc, M., Dogan, M., Celbis, O., & Ozdemir, B. (2016). Gastrointestinal yoldan civa alimi ve kan duzeyi olcum metodunun önemi: olgu sunumu. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 23(2), 220. <https://doi.org/10.5455/jtomc.2015.2927>
- Özbolat, G., & Tuli, A. (2016). Ağır Metal Toksisitesinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(23783), 502–521.
<https://doi.org/10.17827/aktd.253562>
- Polatoğlu, G. M. (2021). Türkiye’de Cumhuriyet Dönemi ile Birlikte Süt

- Endüstrisinin Kuruluşu ve Gelişimi Üzerine Bir İnceleme (1923-1963). *Muhasebe ve Finans Tarihi Araştırmaları Dergisi*, 20, 115–131.
- Poole, R. L., Schiff, L., Hintz, S. R., Wong, A., MacKenzie, N., & Kerner, J. A. (2010). Aluminum content of parenteral nutrition in neonates: Measured versus calculated levels. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 50(2), 208–211. <https://doi.org/10.1097/MPG.0b013e3181aed70b>
- Pourret, O., & Bollinger, J. C. (2018). “Heavy metal” - What to do now: To use or not to use? *Science of the Total Environment*, 610–611, 419–420. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.043>
- Quinzio, G. M. (2009). *Of Sugar and Snow: A History of Ice Cream Making*. Univ of California Press. https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=9OEmdcwYhfEC&oi=fnd&pg=PR10&dq=The+History+of+Ice+Cream&ots=KKd4iUWFrt&sig=DXIcC7_XmbCo-0n3q2j0B27dOM0&redir_esc=y#v=onepage&q=The History of Ice Cream&f=false
- Rogers, S. L., McLaughlin, M. ., R.E, H., McLaren, R. ., & Speir, T. W. (2000). A bioavailability-based rationale for controlling metal and metalloid contamination of agricultural land in Australia and New Zealand. *Soil Research*, 38(6), 1037–1086.
- Roohani, N., Hurrell, R., Kelishadi, R., & Schulin, R. (2013). Zinc and its importance for human health: An integrative review. İçinde *Journal of Research in Medical Sciences* (C. 18, Sayı 2, ss. 144–157). Wolters Kluwer -- Medknow Publications. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2013.06.008>
- Roychowdhury, T., Tokunaga, H., & Ando, M. (2003). Survey of arsenic and other heavy metals in food composites and drinking water and estimation of dietary intake by the villagers from an arsenic-affected area of West Bengal, India. *Science of the Total Environment*, 308(1–3), 15–35. [https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(02\)00612-5](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(02)00612-5)
- Sabiha-Javied, Mehmood, T., Chaudhry, M. M., Tufail, M., & Irfan, N. (2009). Heavy metal pollution from phosphate rock used for the production of fertilizer in Pakistan. *Microchemical Journal*, 91(1), 94–99. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2008.08.009>
- Sağdıç, O., Tülüoğlu, D. D., Özçelik, S., & Şimşek, B. (2002). Isparta Piyasasında Tüketime Sunulan Dondurmaların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalitesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(4), 441–446. <https://doi.org/10.17097/zfd.59149>
- Şen, M. A. (2018). Soğuk Keyif “Dondurma”. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 43, 35–40.
- Singh, R., Gautam, N., Mishra, A., & Gupta, R. (2011). Heavy metals and living systems: An overview. *Indian Journal of Pharmacology*, 43(3), 246–253. <https://doi.org/10.4103/0253-7613.81505>
- Soylu, A. (2011). *Samsun’da sanayi emisyonlarının yöre sığır sütlerinin ağır metal içeriğine etkisi*. Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Sung, J. H., Ji, J. H., Yoon, J. U., Kim, D. S., Song, M. Y., Jeong, J., Han, B. S., Han, J. H., Chung, Y. H., Kim, J., Kim, T. S., Chang, H. K., Lee, E. J., Lee, J. H., & Yu, I. J. (2008). Lung function changes in Sprague-Dawley rats after prolonged inhalation exposure to silver nanoparticles. *Inhalation Toxicology*, 20(6), 567–574. <https://doi.org/10.1080/08958370701874671>

- Taşan, M., & Karcık, H. (2018). Çeşitli Organik Kuruyemişlerin Ağır Metal İçeriklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(02), 101–111.
- Temurci, H., & Güner, A. (2006). Ankara’da Tüketime Sunulan Süt ve Beyaz Peynirlerde Ağır Metal Kontaminasyonu. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 1, 20–28.
- The Health Professionals Advisory Board. (2020). *A Review of Human Health Impacts of Selenium in Aquatic Systems*.
- Türközü, D., & Şanlıer, N. (2012). Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Güncel Bakış. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(4), 73–80.
- Türközü, D., & Şanlıer, N. (2014). Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları : Bulaşma Kaynakları , Sağlık Riskleri ve Ulusal / Uluslararası Standartlar. *GıdaTehnolojileri Elektronik Dergisi*, 9(3), 29–46.
- Üçüncü, M. (2012). Dondurma Teknolojisi. İçinde *Süt ve Mamülleri Teknolojisi* (ss. 539–555). Sidas Yayınları.
- Ünal, N. R., & Besler, N. T. (2008). *Beslenmede Sütün Önemi*. Klasmat Matbaacılık.
- Vyskočil, A., & Viau, C. (1999). Assessment of molybdenum toxicity in humans. *Journal of Applied Toxicology*, 19(3), 185–192. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1263\(199905/06\)19:3<185::AID-JAT555>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1263(199905/06)19:3<185::AID-JAT555>3.0.CO;2-Z)
- World Health Organization. (2004). Vitamin and mineral requirements in human nutrition. İçinde *World Health Organization*. <https://doi.org/9241546123>
- Wuana, R. A., & Okieimen, F. E. (2011). Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. *ISRN Ecology*, 2011, 1–20. <https://doi.org/10.5402/2011/402647>
- Yalçın, Ö., & Tekinşen, K. K. (2010). Konya ’ da tüketime sunulan beyaz salamura , tulum ve kaşar peynirlerinin ağır metal içeriklerinin araştırılması. *Etlik Vet Mikrobiyol Derg*, 21, 5–10.
- Yasmeen, K., Saeed, I., Ambreen, S., Jahangir, S., Tahiri, I. A., Atta-Ur-Rehman, & Waseem, A. A. (2015). Assessment of heavy metals pollution and estimation of Dİmetal values in vegetables impacted by translocation and geological location. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 37(3), 579–587.
- Yazan, H. A., Akar, A., & Özmerih, L. (2006). Bakır ve Bakır Ürünleri Kullanım Alanları. *M.T.A. Enstitüsü Teknoloji Şubesi*, 43–47.
- Zogo, D., Bawa, L., Soclo, H., Djanéyé-Boundjou, G., & Atchekpe, D. (2011). Effect of pre-chlorination on the efficiency of iron and manganese removal from surface water by coagulation-flocculation using aluminium sulphate: case of the Okpara dam in the Republic of Benin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(6), 1–8. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v4i6.64983>