



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

DÜZCE İLİNDE AVLANILAN TATLI SU VE DENİZ BALIKLARI
İLE MUSLUK SULARINDA AĞIR METAL DÜZEYLERİ

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DR. FİLİZ BOLU

DÜZCE-2016



T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI

DÜZCE İLİNDE AVLANILAN TATLI SU VE DENİZ BALIKLARI
İLE MUSLUK SULARINDA AĞIR METAL DÜZEYLERİ

DR. FİLİZ BOLU

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ.DR. ATILLA SENİH MAYDA

DÜZCE-2016

ÖNSÖZ

Çevre kirliliğinin bir ögesi olan su kirliliği tüm dünya için önemli bir sorun oluşturmaktadır. Doğal su kaynaklarında ve denizlerde çeşitli nedenlerden dolayı kimyasal kirlilik ve onun bir göstergesi olan ağır metal yoğunluğugiderek artmaktadır. Ağır metal kirliliği son yıllarda ciddi bir çevre problemi olarak algılanmakla birlikte pek çok araştırmaya konu olmaktadır. Bu çalışmada; yaşam için vazgeçilmez olan içme sularında ve sağlıklı beslenmenin vazgeçilmez unsurlarından olan balıkta ağır metal düzeylerinin tespit edilmesi amaçlandı.

Uzmanlık eğitimim süresince her zaman desteğini hissettiğim değerli hocam Sn. Doç. Dr. Atilla SenihMayda'ya ve asistanlığımın ilk iki yılında bana emeği geçen Sn. Doç. Dr. Nuray Yeşildal'a minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Uzmanlık eğitimim sırasında birlikte çalışma olanağı bulduğum değerli asistan arkadaşlarım; Dr. Cem Yıldırım, Dr. Muammer Yılmaz, Dr. Havva Yıldırım, Dr. Cengiz Yüksel, Dr. Zehra Özyamaç, Dr. Hatice Delibaş, Dr. Sabri Sefa Erdem, Dr. Semiha İskender, Dr. İlyas Pektaş ve Dr. Gülsüm Zoroğlu'na teşekkür ederim.

ÖZET

Amaç:

Eylül 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasında gerçekleştirilen bu çalışmada Düzce İl'inde musluk sularında ve halkın tüketimine sunulan balıklarda ağır metallerin düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem:

Balıkçı tezgahından alınan deniz balıkları ve farklı alabalık üretim tesislerinden alınan alabalıklar ile 14 noktadan toplanan musluk sularında bor (B), alüminyum (Al), skandiyum (Sc), vanadyum (V), krom (Cr), mangan (Mn), demir (Fe), kobalt (Co), nikel (Ni), bakır (Cu), çinko (Zn), arsenik (As), selenyum (Se), stronsiyum (Sr), molibden (Mo), gümüş (Ag), kadmiyum (Cd), kalay (Sn), antimon (Sb), baryum (Ba), civa (Hg), kurşun (Pb) ve Bizmut (Bi) düzeyleri incelenmiştir. Metal düzeylerinin analizinde ICP-MS cihazı kullanılmıştır.

Bulgular:

Çalışmada bazı aylarda kurşun, kadmiyum, arsenik, civa ve çinko elementlerinin deniz balığı türlerinden bazılarında ve alabalık numunelerinde Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan sınır değerlerin üstünde bulunduğu saptanmıştır. Musluk suyu numunelerinde ise bazı aylarda bazı numunelerin alüminyum ve demir elementleri bakımından Dünya Sağlık Örgütü tarafından aşılması önerilen üst sınırları aştığı görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler:

Bu verilere göre bölgede avlanan balıkların metal yükü açısından sağlık sorunlarına yol açabileceği düşünülmektedir. Yüksek metal düzeylerinin saptandığı aylarda analizler tekrarlanarak, önemli bir protein kaynağı olan balıkların ağır metal kirliliğinden etkilenmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Düzce, balık, musluk suyu, ağır metal

ABSTRACT

Objective:

This study which was carried out between September 2014-August 2015 aimed to determine the heavy metal levels in fish and tap waters.

Materials and methods:

The levels of bor (B), aluminium (Al), scandium (Sc), vanadium (V), chromium (Cr), manganese (Mn), iron (Fe), cobalt (Co), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), selenium (Se), strontium (Sr), molybdenum (Mo), silver (Ag), cadmium (Cd), tin (Sn), antimony (Sb), barium (Ba), mercury (Hg), lead (Pb) and bismut (Bi) in sea fish from the traditional open fishmarkets, in salmon samples collected from 5 different fish farms and in tap water samples from 14 locations were investigated. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer (ICP-MS) was used to determine the metal concentrations.

Results:

In this study the lead, cadmium, arsenic, mercury and zinc levels in some sea fish and salmon samples were found to be higher than legal limits proposed by Turkish Food Codex. Some of the tap water samples contain aluminium and iron above the limits set by World Health Organisation.

Conclusion and Recommendations:

It is considered that the consumption of the fish from this location may be cause adverse health effects due to the heavy metal pollution. The analyse can be repeated on high measured months and needed precautions must be taken to protect the fish which are important source for protein in order not to get affected from heavy metal pollution.

Keywords: Düzce, fish, tap water, heavy metal

İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| | No |
| ÖNSÖZ | i |
| ÖZET | ii |
| ABSTRACT | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| KISALTMALAR DİZİNİ | v |
| TABLO VE ŞEKİLLER DİZİNİ | vi |
| Tablo Dizini | vi |
| Şekil Dizini | vii |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ | 1 |
| 1.1. Giriş | 1 |
| 1.2. Amaç | 2 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 3 |
| 2.1. Ağır Metallerin Genel Özellikleri | 3 |
| 2.2. Sularda Ağır Metal Kirliliğinin Nedenleri | 3 |
| 2.3. Ağır metallerin canlılar üzerine etkileri | 4 |
| 2.3.1. Ağır metallerin sucul canlılara etkileri | 4 |
| 2.3.2. Ağır Metallerin Toksik Etki Mekanizmaları | 5 |
| 2.4. İncelenen Metallerin Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkileri | 6 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM | 19 |
| 3.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı | 19 |
| 3.1.1. Araştırmanın yeri | 19 |
| 3.1.2. Araştırmanın zamanı | 19 |
| 3.2. Araştırmanın Tipi | 20 |
| 3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi | 20 |
| 3.4. Araştırmanın Değişkenleri ve Hipotezi | 20 |
| 3.4.1. Araştırmanın değişkenleri | 20 |
| 3.4.2. Araştırmanın hipotezi | 21 |
| 3.5. Veri Toplama Araçları ve Yöntemleri | 21 |
| 3.5.1. Veri toplama araçları | 21 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 3.5.2. Veri toplama yöntemleri | 21 |
| 3.6. Verilerin Değerlendirilmesi | 25 |
| 3.9. Araştırmanın Bütçesi | 28 |
| 4. BULGULAR | 29 |
| 4.1. Balık Numunelerinde Ölçülen Ağır Metal Düzeyleri | 29 |
| 4.2. Musluk Sularında Ölçülen Ağır Metal Düzeyleri | 63 |
| 5. TARTIŞMA | 87 |
| 5.1. Balıklarda Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi | 87 |
| 5.2. Musluk Sularında Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi | 93 |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER | 99 |
| 6.1. Sonuçlar | 99 |
| 6.2. Öneriler | 99 |
| 7. KAYNAKLAR | 101 |

KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| DLA | : Dedeksiyon Limitlerinin Altı |
| DSÖ | : Dünya Sağlık Örgütü |
| EPA | : Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı |
| FAO | : Food and Agriculture Organization |
| FDA | : Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi |
| IARC | : Uluslararası Kanser Araştırma Merkezi |
| NOAEL | : No Observed Adverse Effect Level (Gözlenebilen hiçbir yan etki göstermeyen doz) |
| TGK | : Türk Gıda Kodeksi |

TABLO VE ŞEKİLLER DİZİNİ

Tablo Dizini

| | Sayfa No |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tablo 3.1 Cihazın analitik performansı | 22 |
| Tablo 3.2. Sertifikalı Referans Materyal Analiz Sonuçları | 23 |
| Tablo 3.3. Cihazın analitik performansı | 24 |
| Tablo 3.4. Sertifikalı Referans Materyal Analiz Sonuçları | 24 |
| Tablo 3.5. Balık kas dokusunda metal düzeyleri için üst sınır değerler | 26 |
| Tablo 3.6. İçme sularında metal düzeyleri için üst sınır değerler | 28 |
| Tablo 4.1. Aylara göre balıklarda sınır değerlerin üzerinde bulunan metaller | 30 |
| Tablo 4.2. Eylül 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 32 |
| Tablo 4.3. Ekim 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 34 |
| Tablo 4.4. Kasım 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 36 |
| Tablo 4.5. Aralık 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 38 |
| Tablo 4.6. Ocak 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 40 |
| Tablo 4.7. Şubat 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 42 |
| Tablo 4.8. Mart 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 44 |
| Tablo 4.9. Nisan 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri | 46 |
| Tablo 4.10. A işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri | 48 |
| Tablo 4.11. B işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri | 50 |
| Tablo 4.12. C işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri | 52 |
| Tablo 4.13. D işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri | 54 |
| Tablo 4.14. E işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri | 56 |
| Tablo 4.15. Hamside saptanan ortalama 1.75 mg/kg Pb düzeyi için maruziyet düzeyi (EED) ve tehlike katsayısı (HQ) | 58 |
| Tablo.4.16. Hamside saptanan ortalama 0,5mg/kg Cd düzeyi için maruziyet düzeyi (EED) ve tehlike katsayısı (HQ) | 60 |
| Tablo.4.17. Barbunda saptanan ortalama 3.17 mg/kg As düzeyi için maruziyet düzeyi (EED) ve tehlike katsayısı (HQ) | 62 |
| Tablo 4.18. Eylül 2014 su numunelerinde metal düzeyleri | 64 |
| Tablo 4.19. Ekim 2014 su numunelerinde metal düzeyleri | 66 |
| Tablo 4.20. Kasım 2014 su numunelerinde metal düzeyleri | 68 |
| Tablo 4.21. Aralık 2014 su numunelerinde metal düzeyleri | 70 |
| Tablo 4.22. Ocak 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 72 |
| Tablo 4.23. Şubat 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 74 |
| Tablo 4.24. Mart 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 76 |
| Tablo 4.25. Nisan 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 78 |
| Tablo 4.26. Mayıs 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 80 |
| Tablo 4.27. Haziran 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 82 |
| Tablo 4.28. Temmuz 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 84 |
| Tablo 4.29. Ağustos 2015 su numunelerinde metal düzeyleri | 86 |

Şekil Dizini

| | Sayfa No |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Şekil 4.1. Balıklarda ortalama Pb düzeylerinin karşılaştırılması | 57 |
| Şekil 4.2. Balıklarda ortalama Cd düzeylerinin karşılaştırılması | 59 |
| Şekil 4.3. Balıklarda ortalama As düzeylerinin karşılaştırılması | 61 |



1.GİRİŞ VE AMAÇ

1.1 Giriş

Günümüzde sağlığı tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmekte ve bu sorunlar her geçen gün artan boyutlarda karşımıza çıkmaktadır. Bu durumun başlıca nedeni artan nüfus ve endüstriyel gelişim sonucu kirletici maddelerin doğrudan veya dolaylı olarak doğaya verilmesi ve böylece doğanın dengesinin hızla bozulmasıdır (1). Çevre kirliliği özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında, nüfus artışıyla hızlanmaya bağlı olarak artmış, yaşam kaynaklarının daha fazla kirlenmesine neden olmuş ve giderek ciddi bir hal almıştır (2,3).

Çevre kirliliği denildiğinde hava, su ve toprak kirlenmesi akla gelir. Toprakta ve havadaki kirleticiler de sonunda su ortamına ulaşır ve su kirliliğine neden olur. Çünkü toprağa ve havaya yayılan kirleticiler yağmur, sel gibi yollarla yer üstü ve yer altı sularına karışarak kirlenmesine yol açar (3).

Su kirliliği; su kaynağının kimyasal, fiziksel, bakteriyolojik, radyoaktif özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde gözlenen ve doğrudan veya dolaylı yoldan biyolojik kaynaklarda, insan sağlığında, su ürünlerinde ve su kalitesinde bozulmalar yaratacak madde ve enerji atıklarının bulaşmasını ifade etmektedir (4). Ekosistemi bozan kirletici unsurlar arasında organik maddeler, endüstriyel atıklar, petrol türevleri, yapay tarımsal gübreler, pestisitler, radyoaktivite, yapay organik kimyasal maddeler sayılabilir (5). Endüstrileşme ve sanayinin gelişimi ile beraber tarımsal mücadelede pestisit ve kimyasal ilaç kullanımından dolayı su kirliliğini büyük oranda kimyasal kirlenme meydana getirmektedir. Bir kimyasal kirlilik olarak kabul edilen ağır metal kirliliği; bu maddelerin endüstriyel atıklar, pestisitler, maden yatakları gibi çeşitli kaynaklardan doğal ortama bulaşabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları ve besin zinciri yoluyla aktarılabilmesi nedeniyle kimyasal kirleticiler arasında ilk sırada yer almaktadır (6,7).

Ağır metallerin büyük bir bölümü canlılarda birikim yapar. Birikim sonucu canlıların bünyesinde yoğunlaşan bu elementler eşik dozlarını aştıklarında, ciddi hastalıklara hatta ölümlere sebep olabilirler (8). Ağır metaller ya doğrudan planktonlarla ya da su ortamındaki diğer tüketici organizmalarla balıklara geçmekte ve bu yolla besin zincirinin en üst basamağı olan insanlara ulaşabilmektedirler. Buna ilave olarak ağır

metaller, içme sularına da kolaylıkla bulaşabilmekte ve buradan insan vücuduna geçebilmektedirler (9,10). Toksik metal bileşikleri nehir, yağmur ve kar sularıyla yeryüzü sularına (deniz, göl, gölet, baraj) ulaşabildiği gibi topraktan sızarak eser miktarda da olsa yeraltı sularına da karışabilir. Bu nedenle içme suyu kaynağı olarak kullanılan yeraltı suları da çeşitli toksik metaller içerebilir (11). İçme suyu ihtiyacını da sağlayan yer altı ve yerüstü su kaynaklarının bu şekilde kirliliğe maruz kalması insan hayatı için ciddi tehdit oluşturmaktadır (12). Sucul ortamlarda miktarı artan kimyasal maddeler yalnız insanlar için değil suda yaşayan canlılar üzerinde de birçok olumsuz etkiye sebep olmaktadır (13). Biyolojik döngünün bir halkasını oluşturan ve önemli bir protein kaynağı olarak tüketilen balıklarda giderek artan ağır metal birikimi hem balıklarda toksik etki yapmakta hem de insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (14).

Bu nedenle özellikle temel ihtiyaç olarak tüketildiğinden dolayı içme sularının, ve önemli bir besin kaynağı olan balıkların içerebilecekleri maksimum konsantrasyon sınır değerleritespit edilmiş ve yasal kuruluşlar tarafından düzenli olarak kontrol edilmesi zorunlukılınmıştır (15,16).

1.2. Amaç

Bu çalışmada, Düzce il merkezinde farklı noktalardan alınan musluk suyu örneklerinde, Düzce ilindeki alabalık üretim çiftliklerinden alınan alabalık örneklerinde ve Akçakoca bölgesinde avlanılan ticari değeri olan balık türlerindeağır metal düzeylerinin araştırılması planlanmaktadır. Araştırmanın sonunda elde edilecek veriler doğrultusunda daha detaylı araştırmalara zemin hazırlamak, alınan örneklerde halk sağlığına zararı olabilecek düzeyler saptanırsa kısa ve uzun vadeli tedbirlerin alınması için ilgili kurumları bilgilendirmek ve durumun iyileştirilmesi için yeni projelerin geliştirilmesine öncülük etmek amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ağır Metallerin Genel Özellikleri

Metaller yüksek elektrik iletkenliğine, karakteristik bir parlaklığa ve kırılmadan şekil değiştirebilme yeteneğine sahip elementlerdir. Yoğunlukları 5g/cm³' den büyük olan metallere ağır metal adı verilir. Farklı kullanım alanları olan metaller biyolojik anlamda üç grupta incelenir :

Esansiyel elementler: Canlının yaşaması için mutlaka ihtiyaç duyulan metallerdir. Sıvı ortamlarda hareketli katyonlar olarak taşınırlar. Kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum gibi.

Yan elementler (Geçiş elementleri): Düşük konsantrasyonlarda esansiyel olan fakat yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yapan elementlerdir. Demir, bakır, kobalt, mangan, çinko, molibden, krom gibi.

Eser elementler (Metaloitler): Metabolik aktivite için genellikle gerekli olmayan ve oldukça düşük konsantrasyonlarda hücrede toksik etki oluşturan elementlerdir. Kadmiyum, arsenik, civa, kurşun, kalay, selenyum, berilyum gibi. Bu üç gruptan yan ve eser elementler genelde ağır metal olarak adlandırılır (17).

2.2. Sularda Ağır Metal Kirliliğinin Nedenleri

Ekosistemin bir bölümünü oluşturan su ortamı, kullanılmış sular ve diğer atıklar için bir alıcı ve uzaklaştırıcı bölge olarak kullanıldığından, hava ve toprağa oranla en yoğun kirlenmeye uğrayan kısımdır (18).

Denizel ortamda ağır metallerin kaynakları doğal veya yapay orijinli olabilmektedir. Doğal kaynakları, erozyonlar, deniz dibindeki volkanik hareketler ve atmosferik birikimdir. Yapay kaynakları ise, günümüzde madenciliğin, arıtma ve rafineri tesislerinin hızlı artışı, fosil yakıtların aşırı tüketimi, metal ürünlerinin tarımda kullanımı, ev ve şehir atıklarının deniz sularına karışması, su borularının korozyonu ve metal içeren temizlik maddeleridir (19).

Kayaların parçalanma, taşınma, tortulanma gibi süreçlerden geçmesi ve süregelen insan faaliyetleri sonucunda deniz ve göl diplerinde ağır metal birikimi yıllar geçtikçe artmaktadır. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen

karbonat, sülfat, sülfür ile katı bileşik oluşturarak su tabanına çöker ve bu bölgede zenginleşirler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonürekli olarak yükselir. Suda çözünür halde bulunan metaller çökerek sedimentte birikir. Özellikle nehirlerin göl ve denizlerle birleştiği geniş kısımlarda ağır metallerin birikimi daha yoğundur (20).

2.3. Ağır Metallerin Canlılar Üzerine Etkileri

2.3.1. Ağır metallerin sucul canlılara etkileri

Besin zinciri boyunca üst basamaklara gidildikçe metallerin artan konsantrasyonlarda biriktiği bilinmektedir. Balıklar besin zincirinin üst basamaklarında bulduklarından dolayı ağır metaller besin zinciri yolu ile planktonlar ya da sudaki diğer organizmalardan balıklara geçer (21).

Balıklar ağır metalleri vücut yüzeyinden, solungaçlardan ve sindirim sisteminden olmak üzere başlıca üç yolla alırlar.

En fazla ağır metal absorpsiyonu solungaçlarla gerçekleşirken, vücut yüzeyinden absorpsiyon oldukça azdır (22).

a. Vücut yüzeyinden absorpsiyon: Deri genellikle toksik maddelerle temas halindedir. Ancak derinin ağır metallerle karşı fazla geçirgen olmaması nedeniyle bu yolla zehirlenmelere daha az rastlanır.

b. Solungaçlardan absorpsiyon: Balıklar, ağız yoluyla alınan sudaki oksijenin solungaçlardaki kılcal damarlardan geçmesi esnasında, suda bulunan maddeleri de alırlar. Bu sırada suda bulunan ağır metaller de solungaçlardaki lameller tarafından vücut içerisine alınır. Eğer toksik maddenin konsantrasyonu yeterince yüksekse epitel hücreleri zarar görür, solunum ve ozmoregulasyon gibi hayati fonksiyonlar bozulabilir.

c. Sindirim sisteminden absorpsiyon: Balıklarda en çok zehirlenmeler ağız yoluyla alınan toksik maddelerle oluşmaktadır. Sindirim kanalından absorbe olan toksik madde, kan dolaşımı ile tüm vücuda dağılarak zehirlenmeye neden olabilir (23).

Ağır metallerin biyolojik birikimini ve toksik etkilerini; suyun ısısı, oksijen miktarı, tuzluluğu, ışığı, suyun sertliği, organik bileşimi, pH değeri ve metal derişimi etkiler. Ayrıca canlının genel fizyolojik davranışı, türü, yaşam döngüsü, mevsime bağlı değişken özellikleri, beslenme alışkanlığı, yaşı, vücut büyüklüğü, etkide kalma süresi, cinsiyeti, üretmesi, metali alım şekli de etkilidir (24).

Balık vücuduna giren ağır metaller deri, solungaçlar ve boşaltım yoluyla atılabileceği gibi belirli bir dokuda da depolanabilirler. Bu şekilde taşıyıcı proteinlerebağlı bir şekilde kan yolu ile doku ve organlara taşınmakta, dokulardaki metal bağlayıcıproteinlere bağlanarak yüksek derişimlere ulaşabilmektedir (24). Her metalin dağılım yeri ayrıdır. Örneğin; Çinko daha çok deride ve kasta dağılım gösterirken, bakır ve kadmiyumun esas biriktiği organlar böbrek ve karaciğerdir (24,25). Ağır metaller ölümcül olmayan derişimlerde, genellikle balıkların karaciğer gibi metabolik olarak aktif olan organlarında daha fazla birikir. Karaciğer, metalleri bağlayarak toksik etkilerinin yok edilmesinde işlev yapan metalotiyonin gruplarınca zengin proteinler sentezlemektedir (26).

2.3.2.Ağır metallerin toksik etki mekanizmaları

Ağır metaller canlılarda farklı biyokimyasal olayları etkileyerek yada engelleyerek toksik etki yaparlar.

a. Enzim inhibisyonu: Metallerin toksik etki yaptığı yerler genellikle hücre membranları ve organellerdir. Çok toksik olan metaller, esansiyel aminoasitlerin sülfidril, histidil veya karboksil gruplarına bağlanma eğilimi gösterirler ve proteinlerle etkileşerek enzimatik reaksiyonları inhibe ederler (27).

b.Esansiyel elementlerin yerini alma: Bazı metaller, metabolik olarak benzedikleri elementlerin yerine geçerek toksik etki gösterirler. Örneğin kurşun kalsiyuma benzeyen yapısıyla; "hem" metabolizmasını olumsuz etkilemektedir (27).

c. Proteinlerle birleşme: Bazı toksik metaller proteinlerle birleşip hücre içinde birikmelerine rağmen hücre hasarına neden olmazlar. Metallerin bu şekilde proteinlerle kompleks oluşturması detoksifikasyon amacıyla koruyucu bir mekanizma olarak meydana gelir (27).

d. Metallerin oksidasyon basamağı ve bileşik şekli: Metallerin toksisitelerini önemli derecede etkiler. Cr+6 bileşiklerinin Cr+3 den daha toksik olması; organik metal bileşiklerinin (alkil kurşun ve alkil civa gibi), inorganik bileşiklerine göre (kurşun asetat ve civa-2- klorür gibi) daha çok toksik olmaları örnek olarak verilebilir (27).

e. Dış faktörler: Besin, çevre ve endüstride toksik bir metale maruz kalmak, esansiyel elementin organizmadaki (moleküler, hücre, doku ve organdaki) biyolojik düzeyini

değiştirebilir. Örneğin bakır eksikliği, aşırı miktarda çinkoya maruz kalma sonucu ortaya çıkar (27).

2.4.İncelenen Metallerin Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkileri

2.4.1. Alüminyum

Alüminyum oksijen ve silisyumdan sonra yer kabuğunda en çok miktarda bulunan üçüncü elementtir. Alüminyum kolay şekil verilebilir olma özelliğiyle otomobil ve uçak üretiminde, inşaat sektöründe, ambalaj üretiminde ve elektrik ekipmanlarının yapımında kullanılmaktadır. Günümüzde alüminyum hidrür(AlH_3), alüminyum oksit(Al_2O_3), alüminyum klorür($AlCl_3$), alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) ve alüminyum hidroksit ($Al(OH)_3$) gibi alüminyumun tuzlarından pek çok alanda yararlanılmaktadır (28).Bu tuzlardan alüminyum sülfat ve alüminyum klorür, su arıtımında yüzeysel sulardaki doğal organik maddelerin giderimini sağlamaktadır (29). Alüminyum kanserojen bir madde olarak sınıflandırılmamakla birlikte; Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) "alüminyum üretimi" nin insanlarda kanserojen olduğunu bildirmiştir. Birçok ülkede alüminyum tozu ve alüminyum oksit için mesleki maruziyet sınırları belirlenmiştir (30).Mesleki olmayan maruziyet sınırları bazı gıdalar ve içme suları için belirlenmiştir. WHO içme suyunda bulunabilecek maksimum düzeyi 200 $\mu g/L$ olarak belirlemiştir (31).

Alüminyum, sinir hücreleri üzerine toksik olduğu bilinen bir metaldir. Nörotoksik etkileri Na -K ATP'az ve Ca-Mg ATP'az aktivitesini azaltması, DNA ve RNA'ya bağlanarak heksokinaz, asit ve alkalfosfataz, fosfodiesteraz gibi enzimleri inhibe etmesi, lipidperoksidasyon ve oksidatif hasarı uyarması nedeniyle meydana gelir (32). Nörotoksik etkileri nedeniyle Alzheimer hastalığı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda Alzheimer demansından nörofibriler dejenerasyon alanlarında fokal Al birikimleri olduğu gösterilmiştir. Ancak beyinde Al birikimi ile Alzheimer demansı arasında net bir neden-sonuç ilişkisi ortaya konamamıştır. Alüminyum ayrıca kemikteki mineralizasyon alanlarından kalsiyumu çekerek normal osteoid oluşumunu bozmaktadır (33).

2.4.2. Vanadyum

Vanadyum sertlik ve alaşım oluşturma kabiliyeti nedeniyle makineler ve araçlarda kullanılan sert elik malzemelerin üretiminde kullanılan bir metaldir. Doğal tatlı sulardaki vanadyum miktarı antropolojik ve endüstriyel kaynaklardan gelen sızıntı ve atık suların etkisiyle coğrafi bölgelere göre farklılık gösterir (34).

Genel olarak vanadyum bileşiklerinin toksisitesi düşüktür. Solunum yoluyla vücuda girişi sindirim yoluyla alınmasından daha toksiktir. Akciğerlerde çözünebilen vanadyum bileşiklerinin iyi absorbe edilmesine karşın vanadyum tuzları mide ve bağırsakta kolay emilime uğramazlar. Vanadyum içeren bileşikler solunum yoluyla alındığında rinit, hırıltı, burun akıntısı, öksürük, boğaz ve göğüs ağrısı gibi şikayetlere neden olmaktadır. Vanadyum dilde yeşil bir renk ve ağızda metalik bir tat oluşturabilir. Bu renk değişimi maruz kalma süresi ve dozuna göre değişmekle birlikte kısa sürelidir (34).

2.4.3. Krom

Krom metali alaşım yapımında, elik üretiminde, metal endüstrisinde ve kaplamalarda paslanmayı kontrol edici olarak kullanılmaktadır. Ayrıca boya, tuğla ve deri endüstrisi ile buna ilaveten gıdalarda koruyucu madde olarak kullanılmaktadır. Cr0, Cr+3, Cr+6 formlarında bulunabilen krom bileşikleri tatsız ve kokusuzdur. Vücut için diyetle eser miktarlarda alınması gereken krom formu sadece Cr+3 bileşikleridir. Diğer formlardaki kromun biyolojik işlevi yoktur. Cr+6, kromun en toksik formudur (35).

Su ve gıdalarla alınan krom sindirim sisteminde ağrı, bulantı, kanama gibi sorunlara yol açabilir. Ayrıca karaciğer ve böbrek fonksiyonları üzerine detoksik etki gösterebilmektedir. IARC tarafından inhalasyonla maruz kalınan Cr+6 bileşikleri Grup 1 karsinojen ilan edilmiştir (31, 36).

2.4.4. Mangan

Mangan doğada yaygın bir elementtir. Su ve toprağa karışımı doğa kaynaklardan, atıkların deşarjıyla ve atmosferik taşıymıyla olur. Bunun yanında nehir, göl ve yeraltı sularında doğa olarak bulunur ve sudaki bitkiler tarafından bir miktar alınarak birikebilir (35).

Mangan, hububat, tahıl ve çay gibi pek çok gıdada bulunan ve canlı organizmalar için esansiyel olan bir elementtir. Ancak insan vücudunda çok yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu toksik etkileri mevcuttur. Mangandan etkilenen kişilerde “magnetism” adlı hastalığa bağlı olarak zihinsel ve duygusal rahatsızlıklar ile yavaş ve hantal vücut hareketleri görülmektedir. Çocuklarda aşırı maruziyet beyin gelişimini etkileyerek öğrenme gücü ve davranış değişikliklerine neden olur. DSÖ içme suyunda Mn düzeyinin 400µg/L’den fazla olmamasını önermektedir (31, 35).

2.4.5. Demir

Demir yerkabuğunda en yaygın elementlerden biridir. Ancak doğada serbest formu nadir olup, çoğunlukla oksijen ve sülfür ile oksit, hidroksit, karbonat ve sülfür bileşikleri oluşturur (35).

Bitkiler, hayvanlar ve insanlar tarafından ihtiyaç duyulan esansiyel bir elementtir. Demir insanda özellikle kırmızı kan hücrelerinin yapısında bulunan hemoglobinin fonksiyonel bir parçası olması yönünden önemlidir. Bunun dışında demir, kaslarda miyoglobinin yapısında, sitokrom, peroksidaz ve katalaz sistemlerinde yer alan yaşamsal öneme sahip bir elementtir (33).

Gastrointestinal yolla aşırı miktarda demir alımı mukozal ödem, ülserasyon ve kanamalara neden olabilir. Karaciğerde hepatosit nekrozu, karaciğer fonksiyonlarında bozukluk ve koagülopati meydana gelebilir (37). Suda demirin 2 mg/litre’den yüksek düzeylerde olması herhangi bir sağlık sorununa yol açmamakla birlikte, tat ve renk bozukluğuna neden olabilir (31).

2.4.6. Kobalt

Kobalt kayalıklar, toprak, su ve bitkilerde doğal olarak bulunan bir elementtir. Kobalt uçak motorları, mıknatıslar, kesme ve öğütme araçlarının üretiminde gerekli alaşımlarda kullanılır. Kobalt bileşikleri ayrıca cam, seramik ve boyaları renklendirmek için boya kurutucu olarak kullanılır (35).

Kobalt, insandaki alyuvarların olgunlaşmasında gerekli olan B12 vitamininin yapısında yer alır. Kobalt eksikliği aşırı kansızlık ve derinin kurumasına neden olur. Toksikitesi fazla olan bir metal olmamakla birlikte çok fazla alındığında allerji, bulantı,

kusma, diyare, kardiyomyopati, böbrek yetmezliği, hematolojik bozukluklar ve troid beziyle ilgili sorunlara yol açabilir (38).

2.4.7. Nikel

Toprakta bol bulunan nikel, esas olarak volkanlardan kaynaklanmakta olup, doğal ortamda oksijen ve sülfürle bileşik oluşturan bir elementtir. Nikel alaşımlı bazı önemli metaller, demir, bakır, krom ve çinko olup, madeni para ve mücevher yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca nikel kaplama, renkli seramik yapımı ve pil üretiminde de bu metalden yararlanılmaktadır (35).

Elemental çinko cilde temas ettiğinde inflamasyon oluşturması dışında toksik değildir. Hatta düşük konsantrasyonlarda nikel biyolojik yaşam için gereklidir. Ancak petrol rafinerizasyonunda kullanılan nikel karbonil (NiCO₄) bilinen en toksik kimyasallardan biridir. Nikel karbonile inhalasyon yoluyla maruziyet ciddi akciğer, böbrek ve karaciğer hasarına yol açar (39). İnsanların sindirim sistemi yoluyla aşırı miktarda nikel alma olasılığı oldukça düşüktür. Oral yolla fazla miktarda nikel alımının akciğer, karaciğer, mide ve böbrek hastalıklarına yol açtığı, hayvan çalışmalarında gösterilmiştir (39).

2.4.8. Bakır

Bakır kayalar, toprak, su ve havada doğal olarak bulunan bir metaldir. Bakır tel, sıhhi tesisat boruları ve sac gibi birçok ürünün yapımında kullanılır. Bakır, çeşitli meteorolojik olaylar sonucu kayaların parçalanması yoluyla nehir sularına ve buradan denizlere geçmektedir(35).

Bakır insan sağlığı için gerekli olan bir elementtir. Ancak fazla miktarda alındığında toksiktir. Normal sınırların üstünde bakır içeren suyun içilmesi bulantı, kusma, mide krampları, ishal gibi gastrointestinal yakınmalara neden olur. Bakırın uzun süreli olarak fazla alınması bazı enzimlerin etkinliğini bozarak hemolitik anemi, karaciğerde sentrilobüler nekroz ve böbrek hasarı oluşturabilir. Aşırı bakır alınması çinko emilimini engelleyerek çinko eksikliğine de yol açabilir (33).

İçme sularında bakır genellikle bakır boruların korozyonuna bağlı olarak artabilir. Sudaki konsantrasyonunun borularda beklemesine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Suda bakır düzeyi 1000µg/L'den fazla olduğunda çamaşırlarda ve beyaz porselenlerde lekelenme oluşabilir. 5000 µg/L'den fazla olduğunda suda renk ve

istenmeyen acı bir tat oluşmasına neden olur. DSÖ, içme suyunda bulunabilecek maksimum bakır düzeyini 2000 µg/L olarak bildirmiştir (31).

2.4.9. Çinko

Çinko yerkabuğunda en yaygın bulunan elementlerden biridir. Hava, toprak, su ve gıdalarda bulunur. Çinkonun diğer elementlerle oluşturduğu çinko klorür, çinko oksit, çinko sülfat ve çinko sülfid gibi bileşikler oldukça toksiktir. Çinko bileşikleri sanayide boya, lastik ve ahşap koruyucuların ve elektrikli ev aletlerinin üretiminde, korozyona dirençli alaşım ve pirinç üretiminde, ayrıca demir-çelik endüstrisinde kullanılır (35).

Çinko vücutta karbonik anhidraz, RNA ve DNA polimerazlar gibi yaklaşık 300 enzimin yapısında bulunur. Protein sentezi ve gen ekspresyonu gibi önemli işlevlerde yapısal ve enzimatik rol oynar (40).

Akut çinko toksisitesi aşırı miktarda çinkonun ağızdan alınması ile ortaya çıkar ve bulantı, kusma, diyare ile mide kramplarına neden olur. Kusma etkisi 500mg'dan fazla miktarda çinkonun alınmasıyla ortaya çıkar. Uzun süreli fazla çinko alımının toksik etkisi hayvan çalışmalarında incelenmiş ve hipokalsemiye neden olduğu gösterilmiştir (40).

Çinko suda 4000 µg/L civarında bulunduğunda istenmeyen sert bir tat oluşturur. 3000-5000 düzeylerinde opak görünüme ve kaynatıldığında kaygan bir tabaka oluşumuna neden olur. İçme suları nadiren 100 µg/L'nin üzerinde Zn içerebilir. Musluk sularında ise eski çinko kaplama su tesisatları nedeniyle çok daha yüksek konsantrasyonlarda Zn bulunabilir (40).

2.4.10. Arsenik

Arsenik, yerkabuğunda yaygın olarak bulunan bir elementtir. Doğada arsenik oksijen, klor ve kükürt ile birleşerek inorganik arsenik bileşiklerini meydana getirir. Organik arsenik bileşikleri tarım ilaçlarında kullanılır (35).

Arseniğin toksik etkileri 3 farklı mekanizma ile ortaya çıkmaktadır. Bunlar enerji transfer mekanizmalarını bozması, fosfat ile yarışarak ATP sentezinde, dolayısıyla enerji üretiminde azalmaya yol açması ve proteinlerin sülfhidril gruplarına bağlanarak aktivitelerini engellemesidir (33).

Kronik arsenik zehirlenmesinin yol açabileceği sorunlar hipo-hiperpigmente dermal lezyonlar, periferik nöropati ve periferik vasküler hastalıklardır. Arsenik bilinen bir karsinojendir. Yüksek miktarda As içeren suların tüketilmesinin mesane, deri ve akciğer kanserinde artmış risk oluşturduğu gösterilmiştir (31).

2.4.11. Selenyum

Selenyum çoğunlukla kayalarda vetoprakta bulunan bir elementtir. Elektronik ve cam endüstrisinde, boya, plastik, kauçuk ve emaye üretiminde kullanılır (35).

Selenyum esansiyel bir eser elementtir ve hücre membranını oksidatif hasardan korumak gibi çok önemli fonksiyonları vardır. Temel besinsel kaynakları et, balık ve pirinçtir. Selenyum eksikliğinde kardiyomyopati ile seyreden Keshan hastalığı ortaya çıkabilir. Ayrıca yapılmış çalışmalarda kan selenyum düzeyinin çeşitli kanser tiplerinin prevalansıya ters orantılı olduğu gösterilmiştir (31).

Selenyumun aşırı miktarda alınması gastrointestinal rahatsızlık, ciltte renk değişikliği, saç ve tırnak bozukluklarına yol açabilir. DSÖ içme sularında bulunabilecek maksimum miktarı 400µg olarak bildirmiştir (31).

2.4.12. Stronsiyum

Stronsiyum kayalar, toprak, kömür ve petrolde bulunan, doğal olarak oluşan bir elementtir. Doğal olarak meydana gelen stronsiyum radyoaktif değildir ve çevrede 84Sr, 86Sr, 87 Sr, 88Sr olmak üzere kararlı dört farklı izotop şeklinde bulunur. Stronsiyum bileşikleri seramik ve cam ürünleri, boya pigmentleri, floresan ışıkları ve ilaç yapımında kullanılır. Stronsiyumun en yaygın radyoaktif izotopu 90Sr olup nükleer reaktörlerde veya nükleer silahların patlaması sırasında oluşur. Stronsiyumun insan sağlığı üzerine bilinen olumsuz etkisi yoktur (35).

2.4.13. Molibden

Molibden toprakta bulunan bir elementtir. Özel çelik üretiminde ve tungsten yapımında, boya, plastik, kauçuk yapımında ve petrol endüstrisinde kullanılır (31).

Canlı hücrelerinde eser miktarda bulunan molibden, bitkiler için gerekli olan bir elementtir. Molibdenin biyolojik fonksiyonları genelde bakır metabolizması ile

ilişkilidir. Ayrıca büyüme, hücre solunum, pürin ve demir metabolizmasına da katılmaktadır. Molibdenin toksisitesi diğer metallere oranla daha düşüktür. İnsanlarda molibdenin yaratacağı akut zehirlenme, gerekli doz çok yüksek olduğundan olası değildir (31).

2.4.14. Gümüş

Gümüş, doğal olarak çözülmeyen oksitler halinde bulunur. Bazen yer altı sularında, yüzey sularında ve içme sularında $5 \mu\text{g/l}$ 'nin üzerinde bulunabilir. Gümüş içme sularında bakteriyolojik açıdan kaliteyi korumak için kullanılabilir. DSÖ'ye göre 70 yıllık insan ömründe alınabilecek toplam gümüşün NOAEL değeri 10g 'dır. Bu değer dikkate alınarak içme suyunda $100 \mu\text{g/L}$ 'den yüksek konsantrasyonların sağlık açısından olumsuz etkiler oluşturabileceği rapor edilmiştir. Fazla miktarda gümüş alımının bilinen tek etkisi arjiri olarak isimlendirilen saç ve ciltte mavi renk oluşumudur (31).

2.4.15. Kadmiyum

Kadmiyum çelik endüstrisinde, gemi sanayinde çeliklerin kaplanmasında, boya ve cam endüstrisinde, pestisit üretimi, nikel kadmiyum pili ve akümülatörlerinin yapımında kullanılan bir metaldir. Ayrıca fosfatlı gübrelerde, deterjanlarda ve rafine petrol türevlerinde bulunur ve bunların çok yaygın kullanımı sonucunda da önemli miktarda kadmiyum kirliliği ortaya çıkar (35).

Havadaki Cd tozlarının atmosferde birikmesi, Cd içeren gübrelerin kullanılması ve tarım alanlarının sulanmasında atık suların kullanılması insanların kadmiyum maruziyetini artırabilir. Sigara dumanı da yoğun Cd içermektedir. Kadmiyum diğer ağır metaller içinde suda çözünme özelliği en yüksek olan elementtir. Bu nedenle doğada yayılma hızı yüksektir. Suda çözünebilir özelliğinden dolayı Cd^{+2} halinde bitki ve deniz canlıları tarafından biyolojik sistemlere alınır ve akümüle olma özelliğine sahiptir (31).

Ağız yoluyla akut zehirlenme nadirdir. İnhalasyonla akut maruziyet pnömoni ve pulmoner ödeme neden olur. 5mg/m^3 havanın 8 saat solunması ölüme neden olur. İnhalasyonla kronik maruziyet kronik bronşit, fibrozis ve amfizem gelişimine neden olur. İnhalasyonla alınan kadmiyumun karsinojen olduğu gösterilmiştir. Ancak oral

alında kanserojen etkisi olduğu kanıtlanmamıştır. Kadmiyum toksisitesinde başlıca hedef organlar kemik ve böbreklerdir. Böbrekte renal, tubuler ve glomerüler hasara yol açarak böbrek fonksiyonlarının bozulmasına, kemiklerde ise demineralizasyona neden olur (31,41).

2.4.16. Kalay

Kalay yer kabuğunun doğal unsurudur. Suda çözünmeyen, beyaz, gümüş bir metaldir. Pirinç, bronz, kalay ve bazı lehim malzemelerinde bulunur. Klor, sülfür, oksijen gibi kimyasallarla inorganik kalay bileşiklerini meydana getirir. Kalay, aynı zamanda karbon ile bir araya gelip dibutil, tribütil, trifenil şeklinde organik kalay bileşiklerini oluşturur. Bu bileşikler, plastik yapımında, pestisit, boya ve haşere ilacı yapımında kullanılır (35).

İnorganik kalay bileşikleri sindirim veya nefes yoluyla alındıktan sonra hızla vücudu terk eder. Bu nedenle olumsuz etki oluşturmaz. Ancak özellikle trietil formu olmak üzere organik kalay bileşikleri insanlar için oldukça toksiktir. Akut dönemde baş ağrısı, karın ağrısı, bulantı, uzun dönemde ise anemi, karaciğer hasarı ve bağışıklık sisteminde yetersizliğe yol açabilir (35).

2.4.17. Antimon

Antimon yer kabuğunda bulunan beyaz bir metaldir. Kırılgan yapısı nedeniyle tek başına kullanılmaz. Ancak alaşım şeklinde akümülatörler, lehim, sac ve boru yapımında kullanılır (31).

Antimon uzun süre ağız yoluyla alındığında bulantı, kusma, mide ülserlerine sebep olabilir. Antimon inhalasyon yoluyla alındığında akciğer kanserine neden olabileceği gösterilmiş ve Grup 2B kanserojen (insan için kuvvetle olası kanserojen) ilan edilmiştir. Ancak oral yolla maruziyette kansere neden olup olmadığı net olarak bilinmemektedir (31).

2.4.18. Baryum

Baryum genel olarak kükürt, karbon ve oksijen ile bileşik oluşturur ve madenlerde bu şekilde bulunur. Baryum bileşikleri sondaj çamurları yapmak için petrol

ve gaz sanayiinde kullanılmaktadır. Ayrıca boya, tuğla, seramik, cam ve kauçuk yapımında kullanılır (35).

Gıdalarda ve sularda bulunan baryum miktarı genellikle bir sağlık riskine neden olacak kadar yüksek değildir. Baryuma bağlı en büyük risk baryum endüstrisinde çalışan kişilerde baryum sülfat veya baryum karbonat içeren havanın solunması ile oluşmaktadır. Baryuma maruz kalma, baryumla kirlenmiş havanın solunması dışında, toprağın ve bitkilerin yenmesi ve deri teması ile de oluşabilmektedir. Baryumun sağlık etkileri suda çözünürlüğü ile alakalıdır. Suda çözünen baryum bileşiği insan sağlığı için zararlı olabilmektedir. Suda çözünen baryumun çok yüksek miktarlarda alınması felce ve hatta bazı durumlarda ölümlere bile neden olabilmektedir. Az miktarda alınması, nefes alıp vermede zorluğa, kan basıncının artmasına, kalp ritmi değişikliklerine, mide tahrişine, kas güçsüzlüğüne, sinir reflekslerinde değişikliklere, böbrek ve kalp rahatsızlıklarına neden olabilmektedir. Baryumun insanlarda kansere neden olduğu gözlenmemiştir. Baryumun gıdalardan kaynaklanan herhangi bir toksisitesine dair henüz bir kayıt bulunmamaktadır (31, 42).

2.4.19. Cıva

Cıva oda sıcaklığında sıvı halde olan tek metal olup, kolayca buharlaşabilir. Doğada metal formunda veya cıva tuzları, organik cıva bileşikleri şeklinde bulunabilir. Cıva çevreye kaya ve toprak minerallerinin bozulması sonucunda girer. Fosil yakıtların yanması, madencilik faaliyetleri, maden eritme ve katı atık yakma gibi insani faaliyetler yoluyla cıvanın havaya salınması çevresel cıva artışının kaynağını oluşturur. Tarımsal suni gübre kullanımı, endüstriyel atık suların bertaraf edilmesi gibi bazı faaliyetler cıvanın doğrudan suya ya da toprağa karışmasına neden olur (43).

Elemental cıva, inorganik ve organik cıva bileşikleri kağıt, deri, boya endüstrisinde ve elektrikli aygıtlar, pil, termometre gibi ölçüm gereçlerinde ve diş hekimliğinde amalgam yapımında kullanılmaktadır. Cıva doğal gıda maddelerinde bulunmaz, ancak balık gibi insanlar tarafından tüketilen organizmaların besin zincirine girerek insanlara ulaşabilir (31,43).

Cıvanın toksik etkisi kimyasal bileşimine ve karşılaşma yoluna göre değişir. Elemental cıva toksik değildir ancak iyonize forma dönüşmesi durumunda toksik

özellikler kazanmaktadır. Örneğin metil cıva, alkil cıva gibi bileşikler sinir hücresi gibi yağdan zengin dokulara girebilmektedir (31). Elementel (metalik) cıva sindirim yoluyla toksik etki göstermez ancak buharının solunması ciddi belirtilere neden olur. Buharı renksiz ve kokusuz olduğundan varlığı fark edilmeyebilir. Cıva buharı yüksek miktarda solunduğunda ölümcül akut nekrotizan bronşit ve kimyasal pnömoniye neden olur. Akciğerden kolayca emilebildiği için ilk 4 saat içinde akut solunum sıkıntısı sendromu (ARDS) gelişebilir. Sonuçta kimyasal pnömoni, akciğer ödemi ve nadir olarak akut böbrek ve karaciğer hasarı meydana gelir. Kronik cıva buharı maruziyeti ise daha çok merkezi sinir sistemini etkiler. Erken dönemde uykusuzluk, unutkanlık, ince tremor ile karakterize bir tabloya yol açar. Devam eden maruziyet durumunda duygusal değişkenlik ve hafıza kaybı ile karakterize bir tablo oluşur (31,44).

Organik ve inorganik cıva bileşiklerinin sindirim yoluyla fazla miktarda alınması gastrointestinal sistem, sinir sistemi ve böbreklerde hasarla sonuçlanır. Organik cıva bileşikleri daha fazla emilime uğradığı için bu risk daha fazladır. İnorganik cıva bileşiklerinin ağızdan alımı öldürücü etki oluşturabilir. Oral alınan cıva bileşikleri sindirim sisteminde kanama, ülserasyon ve perforasyona yol açabilir. Sindirim sistemi bariyerinin hasar görmesi ile dolaşıma karışarak özellikle böbrekler üzerinde akut tubuler nekroz, immun glomerulonefrit ve nefrotik sendroma neden olur (44).

Etil cıva, metil cıva ve fenil cıva sanayide kullanılan organik cıva bileşikleridir. Metilcıva ayrıca atmosferik veya sanayi atıkları ile sularda biriken elemental cıvanın sedimentte bulunan bakteri, mantar gibi mikroorganizmalar tarafından demetilasyonu ile de oluşmaktadır. Sonuç olarak metil cıva su canlılarının besin zincirine katılır. İnsanda organik cıva maruziyeti daha çok balık tüketimi ile olmaktadır. Metil cıva kirli sulardaki deniz memelileri ve balıkların dokularında yoğun olarak bulunur. Bu deniz canlılarının tüketimi insanda cıva zehirlenmesine neden olmaktadır (33). Bunun en iyi bilinen örneği 1950'lerde Japonya'nın Niagata ve Minamata şehirlerinde, cıva içerikli kimyasal fabrika atıkları ile kirlenmiş sularda yaşayan balıkların tüketilmesi sonucunda 21.000 kişinin etkilendiği salgındır. Minamata'da cıva ile kontamine balık tüketen gebe kadınların çocuklarında süt çocukluğu döneminde serebralpalsi, mentalretardasyon ve epilepsi gibi şiddetli nörolojik anomaliler gözlenmiş ve bu olgular konjenital Minamata hastalığı olarak isimlendirilmiştir (45). Metil cıva zehirlenmesi beyin ve serebellumda

fokal nöronal dejenerasyona yol açmaktadır. Fetal dönemde maruziyetin etkileri nörogelişimsel gelişme geriliğinden fetal ölüme kadar uzanmaktadır (33). Kanıtlanmış olmamakla birlikte fetal hayatta veya nörolojik gelişimin erken evrelerinde cıva maruziyetinin otizm spektrum bozukluğu adı verilen nörogelişimsel bozukluğa yol açtığı düşünülmektedir (46). Yapılmış çeşitli çalışmalarda otizm tanılı hastaların kan veya saç dokusu örneklerinde kontrol gruplarına göre cıva düzeyinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (47, 48, 49). Ancak böyle bir ilişki olmadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (50, 51). Organik cıva bileşiklerinin toksik etkileri bileşiğe, maruziyet yoluna, dozuna ve kişinin yaşına göre değişkenlik göstermektedir. Bu bileşikler ağırlıklı olarak merkezi sinir sisteminde toksik etki gösterir. Böbrekler ve bağışıklık sistemi üzerinede olumsuz etkileri vardır. Akut zehirlenme bulguları; halsizlik, parestezi, ataksi, görme ve duyma bozuklukları, tremor, koma ve ölümdür (45).

Cıvaya çevresel maruziyetin engellenmesi amacı ile EPA içme sularında inorganik cıva için güvenlik sınırını 2 ug/L, DSÖ ise total cıva için güvenlik sınırını 6 ug/L olarak bildirmiştir (31, 52). Vücuda alınabilecek cıva miktarı bakımından ise EPA 0.1ug/kg/gün şeklinde bir sınır değer bildirmiştir (53).

2.4.20. Kurşun

Kurşun yerkabuğunda doğal olarak oluşan mavimsi-gri bir metaldir. Çevrede bulunan kurşunun çoğu fosil yakıtlar, madencilik, sanayidahlil olmak üzere insan faaliyetlerinden kaynaklanır. Kurşunun birçok farklı kullanım alanı vardır. Mühimmat, batarya ve metal ürünlerin (lehim ve borular) üretiminde ve X ışınlarından korunmak için kalkan yapımında kullanılır (35).

Kurşun, biyolojik sistemlerde kalsiyum ve çinkoyla kimyasal olarak etkileşime girer, sülfhidril gruplarına bağlanarak protein yapıların fonksiyonlarını bozar ve kalsiyum bağlayıcı bölgelerde kalsiyumla yarışır. Tüm bu etkilerin sonucunda kurşun, vücutta protein yapıların fonksiyonlarını, hücre içi ve dışı sinyal iletimini bozar ve hücrel zehirlenme gerçekleşir. Kurşunun bu iki etkisi geri dönüşümlü etkilerdir. Ancak fetal nöron bağlantısını ve beyin gelişimini bozması kalıcı etkilere neden olmaktadır (33).

Kurşunun vücutta yarı ömrü bulunduğu dokuya bağlı olarak değişir. Kanda 28-36 gün, yumuşak dokuda 40 gün, mineralize dokularda ise 25 yıldan fazladır. Kurşun

zehirlenmesinin klinik belirtileri maruz kalınan miktara ve kişinin yaşına göre değişir. Çocukların sindirim sisteminden erişkinlere göre daha yüksek oranda Pb emilir. Ayrıca çocuklarda henüz tam olgunlaşmamış kan beyin bariyeri kurşunun gelişmekte olan beyine geçişine izin verir. Ancak bazı çocuklar yüksek kan kurşun düzeyleri olmasına rağmen asemptomatik olabilir. Çocukların uzun süre az miktarda bile olsa kurşuna maruz kalmaları fiziksel ve psikolojik gelişim geriliği ile psikomotor bozukluklara ve IQ'da düşmeye neden olmaktadır (54, 55). Kurşunun cıva elementi gibi otizm spektrum bozukluğu ile ilişkisi olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (47). Ancak bu bilgi kanıtlanmamıştır ve aksini ortaya koyan çalışmalar da mevcuttur (50, 51). Çocuklarda Pb zehirlenmesinin erken belirtileri spesifik değildir. İştahsızlık, aktivitede azalma, sinirlilik, uykusuzluk bu belirtilere örnektir. Belirtiler yavaş yavaş zaman içinde yoğunlaşır. Kurşun zehirlenmesi bilişsel ve davranış sorunlarından başka, periferik sinir sisteminde demiyelinizasyon, aksonal dejenerasyon ve presinaptik bloğa yol açarak kas güçsüzlüğü, uyuşma, karıncalanma gibi belirtilerin yanısıra düşük el, düşük ayak gibi motor nöropati ve paralizye neden olur. Yüksek dozda kurşun zehirlenmesi ataksi, koma ve nöbetler ile karakterize kurşun ensefalopatisine yol açar (33, 54, 55).

Kurşun çeşitli mekanizmalarla hemolize ve eritrosit yaşam süresinde kısalmaya yol açarak hipokrommikrositer bir anemi gelişmesine neden olur. Glomerüler ve tubulointerstisyel değişiklikler oluşturarak hipertansiyon, hiperürisemi, gut ve kronik böbrek yetmezliğine yol açabilir. Kurşunun hipotalamo/hipofizer/adrenal aksı ve tiroid bezi fonksiyonlarını bozduğu gösterilmiştir. Yüksek kan kurşun düzeyleri, renal tubuluslarda D vitamininin hidroksilasyonunu bozarak 1,25-dihidrokokalsiferol seviyelerinde azalmaya neden olur. Sekresyonlarla atılan kurşun ağız içi flora bakterileri tarafından kurşun sülfata dönüştürülerek dişlerde gri renkte kurşun çizgisine neden olur. Kurşun koliği kurşun zehirlenmesinin önemli bir sindirim sistemi bulgusudur. Diğer bulgular kronik kabızlık, hazımsızlık ve ishal şeklindedir. Yüksek dozlarda kurşun böbrek, akciğer ve mide kanserine yol açabilmektedir (54, 55).

2.4.21. Bizmut

Bizmut pembemsi beyaz renkli kırılabilir bir maddedir. Tüm bizmut tuzları suda çözünmeyen bileşikler oluşturur. Bizmut metali lehim yapımında ve eriyebilir alaşım olarak düşük toksisiteye sahip mermi ve olta kurşunu yapımında kullanılır. Bazı bizmut

bileşikleri aynı zamanda farmasötik madde olarak kullanılmaktadır. Sanayide akrilonitril, sentetik elyaf ve kauçuk yapımında katalizör olarak kullanılır (56).

Bizmut ve tuzları endüstriyel olarak ağır metaller arasında en az toksik olanlar arasında kabul edilmiştir. Böbrek rahatsızlıklarına neden olabilir ve bu rahatsızlıkların derecesi genellikle hafiftir. Yüksek dozları ölümcül olabilir. Ciddi ve ölümcül zehirlenmeler, vücuda yüksek dozların enjeksiyon yoluyla veya yanıklara fazla miktarda uygulanması ile meydana gelmektedir. Bizmut insan için kanserojen olarak kabul edilmemektedir. Gıdalardan kaynaklanan bizmut toksisitesi henüz tanımlanmamıştır (56).



3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

3.1.1. Araştırmanın yeri

Düzce ili, Karadeniz Bölgesi'nin Batı Karadeniz Bölümü'nde yer almaktadır. İlin batısında Sakarya, doğusunda Zonguldak, doğu ve güneyinde Bolu illeri, kuzeyinde ise Karadeniz bulunmaktadır. 1999 yılına kadar Bolu ilinin ilçesi konumunda olan Düzce, 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 depremlerinden sonra kısa sürede yeniden kalkınabilmesi için 9 Aralık 1999 tarihinde 81. ilimiz olmuştur (57).

Düzce'nin denizden yüksekliği 150 metredir. Düzce ili, Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesimlerinde görülen nemli ve fazla sert olmayan iklimin etkisi altındadır. Düzce, zengin doğal kaynakları, bozulmamış çevresi, zengin tarihi ve kültürel varlıkları, coğrafi konumu nedeniyle ana pazarlara yakınlığı ve dört mevsim turizm imkânları ile bölgenin turist çeken merkezlerindedir (57).

Düzce'nin başlıca yer üstü su kaynaklarını oluşturan akarsular Uğursuyu, Büyükmelen, Aksu deresi, Küçükmenen ve Asarsuyu'dur. İçme ve kullanma suyu olarak yer üstü su kaynaklarından kullanılan miktar $4.574.070 \text{ m}^3/\text{yıl}$ olup, yer altı su kaynaklarından kullanılan miktar $23.150.000 \text{ m}^3/\text{yıl}$ 'dır. Düzce il merkezinde şebeke suyu, Uğursuyu deresinden sağlanan suyun Beyköy'de bulunan içme suyu arıtma tesislerinde arıtılmasından sonra sağlanmaktadır (58).

Düzce ili gerek Karadeniz'e olan kıyısı itibariyle ve gerekse akarsu kaynakları itibariyle hem deniz hem de tatlı su balıkçılığı açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. 2010 yılı itibariyle tatlı su ürünleri yetiştiren işletme sayısı 22 adet olup, toplamda 143 ton tatlısu balığı üretimi gerçekleşmiştir (59).

3.1.2.Araştırmanın zamanı

Araştırma için Eylül 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasındaki 1 yıl boyunca her ayın 15-20. günleri arasında, belirlenen noktalardan musluk suyu numuneleri ve balık numuneleri alınarak laboratuvara ulaştırılmıştır.

3.2. Araştırmanın Tipi

Araştırma tanımlayıcı tiptedir.

3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Düzce il merkezinde kullanılan şebeke suyu musluk suları için evreni oluşturmaktadır. Alabalık üretim tesislerinde yetiştirilen alabalıklar ve Akçakoca ilçesinden avlanılan ticari öneme sahip deniz balıkları balıklar için evreni oluşturmaktadır.

Musluk suyu numuneleri Düzce il merkezine bağlı 14 mahalleden (Koçyazımah., Yahyalar mah., Orhangazi mah., Şehit Murat Demir mah., Demetevlermah., Şerefiye mah., Güzelbahçe mah., Aziziye mah., Fevzi Çakmak mah., Çavuşlar mah., Çiftepınarlarmah, Karaca mah., Cedidiyemah., Uzun Mustafa mah.) alınmıştır.

Alabalık numuneleri Düzce ilinde Aydınpınar köyü, Duraklar Köyü, Gölormanı Köyü, Çınarlı Köyü ve Şehit Hüseyin Kıl mahallelerinde bulunan 5 farklı alabalık üretim tesisinden, Eylül 2014-Ağustos 2015 tarihleri arasındaki 1 yıl boyunca her ayın 15-20. günleri arasında alınmıştır.

Deniz balığı numunesi olarak Akçakoca'da halka direkt satış yapılan bir balıkçı tezgahından, Akçakoca'da avlanılan balıklar alınmıştır. Eylül 2014- Nisan 2015 tarihleri arasında her ayın 15-20. günleri arasında ticari öneme sahip dip balıklarından olan mezgit, barbun, kalkan, kefal, lüfer, dil balığı ve yüzey balıklarından olan hamsi, istavrit, palamut, zargan balıklarından tezgahta bulunan türler numune olarak alınmıştır. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında avlanma yağı nedeniyle deniz balığı alınamamıştır.

3.4. Araştırmanın Değişkenleri ve Hipotezi

3.4.1. Bağımlı değişken

Araştırmanın bağımlı değişkenleri musluk suyu, alabalık ve deniz balığı numunelerinde ölçülen ağır metal düzeyleri olarak belirlendi.

3.4.2. Bağımsız değişken

Musluk suyu numuneleri için araştırmanın bağımsız değişkenleri; numunenin alındığı yer, alındığı ay ve mevsim olarak belirlenmiştir.

Alabalık numuneleri için araştırmanın bağımsız değişkenleri; numunenin alındığı tesis, alındığı ay ve mevsim olarak belirlenmiştir.

Deniz balığı numuneleri için araştırmanın bağımsız değişkenleri; numunenin alındığı ay, mevsim ve balık türü (dip balığı/ yüzey balığı) olarak belirlenmiştir.

3.4.3. Araştırmanın hipotezleri

H₀: Alınan su numunelerinde ağır metal düzeyleri aylara göre anlamlı farklılık göstermemektedir

H₀: Su numunelerinde ağır metal düzeyleri alınan yere göre anlamlı farklılık göstermemektedir

H₀: Alabalık numunelerinde ağır metal düzeyleri tesislere göre anlamlı farklılık göstermemektedir

H₀: Deniz balıklarında ağır metal düzeyleri aylara göre anlamlı farklılık göstermemektedir

3.5. Veri Toplama Araçları ve Yöntemleri

3.5.1. Veri toplama araçları

Elde edilen numunelerde metal ölçümleri Düzce Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'nda ICP-MS cihazı olarak kullanılan Thermo Scientific Element X2(USA) ile yapıldı. Musluk sularının analizinde cihazın analitik performansını gösteren dedeksiyon limiti, tayin sınırı ve kalibrasyon eğimi Tablo 3.1'de, sertifikalı referans materyalin analiz sonuçları ise Tablo 3.2'de verildi.

Tablo 3.1. Cihazın analitik performansı

| Element ismi | Çalışma aralığı | Kalibrasyon Eğimi | LOD(μgL^{-1}) Dedeksiyon sınırı | LOQ (μgL^{-1}) Tayin sınırı |
|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| ¹¹ B | 16-128 | 0.999311 | 0.135 | 0.45 |
| ²⁷ Al | 16-128 | 0.99605 | 0.072 | 0.24 |
| ⁴⁵ Sc | 2-16 | 0.999253 | 0.066 | 0.22 |
| ⁵¹ V | 2-16 | 0.999959 | 0.012 | 0.04 |
| ⁵² Cr | 2-16 | 0.997909 | 0.015 | 0.05 |
| ⁵⁵ Mn | 2-16 | 0.999954 | 0.009 | 0.03 |
| ⁵⁶ Fe | 16-128 | 0.990735 | 0,131 | 0,390 |
| ⁵⁹ Co | 2-16 | 0.999939 | 0.003 | 0.01 |
| ⁶⁰ Ni | 2-16 | 0.991123 | 0.006 | 0.02 |
| ⁶⁵ Cu | 4-32 | 0.998275 | 0.036 | 0.12 |
| ⁶⁶ Zn | 16-128 | 0.991328 | 0.261 | 0.87 |
| ⁷⁵ As | 2-16 | 0.999951 | 0.096 | 0.32 |
| ⁸² Se | 2-16 | 0.999832 | 0.261 | 0.87 |
| ⁸⁸ Sr | 16-128 | 0.999946 | 0.003 | 0.01 |
| ⁹⁵ Mo | 2-16 | 0.999974 | 0.012 | 0.04 |
| ¹⁰⁸ Ag | 0.5-4 | 0.992563 | 0.003 | 0.01 |
| ¹¹¹ Cd | 0.5-4 | 0.999825 | 0.015 | 0.05 |
| ¹¹⁸ Sn | 2-16 | 0.999519 | 0.009 | 0.03 |
| ¹²¹ Sb | 2-16 | 0.999966 | 0.003 | 0.01 |
| ¹³⁷ Ba | 16-128 | 0.999799 | 0.003 | 0.01 |
| ²⁰² Hg | 0.5-4 | 0.998286 | 0.006 | 0.02 |
| ²⁰⁸ Pb | 0.5-4 | 0.995978 | 0.003 | 0.01 |
| ²⁰⁹ Bi | 0.5-4 | 0.997754 | 0.006 | 0.02 |

Tablo 3.2. Sertifikalı Referans Materyal Analiz Sonuçları

| Örnek | Element | Sertifika Değeri (µg/L) | Bulunan Değer (µg/L) |
|------------------------------------------------------------|---------|----------------------------|-------------------------|
| LGC ERM- CA011b Hard Drinking Water UK- Metals | Sb | 5,11±0,23 | 4,95±0,15 |
| | Zn | 597±19 | 576,6±7,48 |
| | Ba | 115,2±3,70 | 123±3,05 |
| | Cd | 4,88±0,19 | 4,71±0,11 |
| | Cr | 48,2±1,60 | 45,2±0,70 |
| | Cu | 1936±75 | 1769±19,05 |
| | Fe | 186±11 | 189,2±3,66 |
| | Pb | 24,51±0,52 | 25,7±1,15 |
| | Mn | 48,3±1,61 | 46,6±0,58 |
| | Mo | 5,45±0,33 | 5,49±0,09 |
| | Ni | 19,27±0,68 | 17,05±0,24 |
| | Se | 9,91±0,41 | 10,02±0,12 |
| | Sr | 471±21 | 491,9±5,12 |
| | V | 4,75±0,34 | 4,83±0,08 |
| Al | 209±11 | 185±3,38 | |

Balık numunelerinin metal analizinde cihazın analitik performansını gösteren dedeksiyon limiti, tayin sınırı ve kalibrasyon eğimi Tablo 3.3’de, sertifikalı referans materyalin analiz sonuçları ise Tablo 3.4’de verildi.

Tablo 3.3. Cihazın analitik performansı

| Element (Isotope) | Kalibrasyon Katsayısı (Calibration Coefficient) | LOD($\mu\text{g/L}$) |
|--------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| ²⁷ Al | 0,9994 | 0,012 |
| ⁴⁴ Sc | 0,9987 | 0,004 |
| ⁵¹ V | 0,9965 | 0,008 |
| ⁵² Cr | 0,9992 | 0,014 |
| ⁵⁵ Mn | 0,9999 | 0,024 |
| ⁵⁹ Co | 0,9998 | 0,030 |
| ⁵⁸ Ni | 0,9987 | 0,006 |
| ⁶⁵ Cu | 0,9983 | 0,007 |
| ⁶⁶ Zn | 0,9976 | 0,043 |
| ⁷⁵ As | 0,9992 | 0,046 |
| ⁸² Se | 0,9912 | 0,086 |
| ⁸⁸ Sr | 0,9998 | 0,009 |
| ⁹⁶ Mo | 0,9996 | 0,012 |
| ¹⁰⁸ Ag | 0,9926 | 0,480 |
| ¹¹² Cd | 0,9996 | 0,100 |
| ¹¹⁸ Sn | 0,9952 | 0,240 |
| ¹²³ Sb | 0,9998 | 0,360 |
| ¹³⁸ Ba | 0,9991 | 0,620 |
| ²⁰¹ Hg | 0,9964 | 0,080 |
| ²⁰⁸ Pb | 0,9997 | 0,080 |

Tablo 3.4. Sertifikalı Referans Materyal Analiz Sonuçları

| | | Element | | |
|------------------|------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| İsim | | As($\mu\text{g/kg}$) | Cd($\mu\text{g/kg}$) | Hg($\mu\text{g/kg}$) |
| FAPAS (T07121QC) | Sertifika değeri | 2250 | 16,6 | 220 |
| Canned fish | Bulunan değer | 2240 | 16,9 | 223 |

3.5.2. Veri toplama yöntemi

Musluk suyu numuneleri belirlenen bölgelerdeki 14 ayrı lokasyondan 50 ml'lik polipropilen kaplara alındıktan sonra kapakları kapatılıp Düzce Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'na getirildi. Laboratuvara gelen numunelerin pH'ları uzun süre saklamak adına % 67'lik konsantrasyona sahip suprapure HNO₃ ile 2 olarak ayarlanarak ve analiz zamanına kadar +4°C de saklandı.

Balık numuneleri polietilen torbalara alınıp etiketlendikten sonra laboratuvar ortamına getirilerek distile su ile yıkandı. Sterilize edilmiş makas ve bisturi yardımıyla balıklardan kas dokusu örnekleri alınarak mikrodalga çözünürleştirme tüplerine yerleştirildi. Her bir tüpün üzerine 5 ml HNO₃ ve 1 ml H₂O₂ ilave edilerek mikrodalga fırında (Milestone Ethos Plus 2000) çözünürleştirme işlemi yapıldı. Bu işlemden sonra fırından çıkarılan tüpler oda sıcaklığında soğutularak tüplerdeki çözelti 25 ml'lik polipropilen balon jöjelere aktarıldı. Balon jöjelerdeki çözelti miktarı saf su ile 25 ml'ye tamamlandı. Sonuçlar yaş ağırlık üzerinden mg/kg olarak verildi.

3.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Musluk suları ve balıklarda ölçülen ağır metal düzeylerinin minimum ve maksimum değerleri, aritmetik ortalamaları, standart sapma ve standart hataları belirlendi.

Balıklarda ölçülen ağır metal düzeylerinin değerlendirilmesi 2002 Türk Gıda Kodeksi Tebliği, 2011 Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, 2006 Avrupa Birliği Komisyon Tüzüğü ve FAO ile DSÖ tarafından ortak olarak verilen sınır değerlere göre yapıldı (60,61,62,63). Ağır metal ölçüm sonuçları farklı balık türleri arasında, farklı alabalık tesislerinden alınan numuneler arasında ve diğer benzer araştırmaların verileri ile karşılaştırıldı.

Tablo 3.5. Balık kas dokusunda metal düzeyleri için üst sınır değerler (mg/kg)

| | TGK 2002/ 2011 | EC 2006 | FAO/WHO 2011 |
|----------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Kadmiyum (Cd) | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| | 0.1 (kefal, istavrit,dil) | 0.1 (hamsi, palamut,istavrit) | |
| | 0.30(hamsi) | | |
| Cıva (Hg) | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | 1 (kalkan,barbun, palamut | 1 (Kalkan,barbun,palamut) | |
| Kurşun (Pb) | 0.30 | 0.30 | 0.3 |
| Bakır (Cu) | 20 | | |
| Çinko (Zn) | 50 | | |
| Arsenik (As) | 1 | | |

Balıklarda ölçülen metal düzeyleri için kanserojen olmayan risk düzeylerinin belirlenmesi amacıyla EPA tarafından hazırlanan rehberde yer alan değerler kullanıldı (53,64). Bunlardan tehlike katsayısı (HQ), maruziyet düzeyi eşiği aştığında potensiyel nonkanserojen etkilerin ortaya çıkabileceğini gösterir. Tehlike katsayısı (HQ), 1'den ne kadar yüksek ise nonkanserojen etkilerin ortaya çıkma olasılığı o kadar yüksektir. Her metal için tehlike katsayısı (HQ) hesaplanarak balık tüketimine bağlı kanserojen olmayan riskler değerlendirildi.

HQ: (EED)/ (RfD)

HQ 'nun hesaplanmasında aşağıda tanımlanan değerler kullanıldı.

EED: Maruziyet düzeyi (Estimated Exposure Dose)

RfD: Hassas gruplarda bile ters etki oluşturması beklenmeyen doz (Referans doz)

Kurşun, kadmiyum, arsenik ve cıva için belirlenmiş olan RfD değerleri kullanıldı.

Maruziyet düzeyi (EED) aşağıdaki şekilde hesaplandı.

$$EED = \frac{\text{Conc} \times \text{IR} \times \text{EF} \times \text{ED}}{\text{BW} \times \text{AT}}$$

Conc: Balıkta metal konsantrasyonu (mg/kg, yaş ağırlık)

IR: Alım hızı (Ingestion Rate) ; yetişkin için 0.227 kg/gün

Çocuk için 0.1135 kg/gün

EF: Maruziyet Frekansı (haftalık 1 öğün için: 52 gün/yıl)

ED: Maruziyet süresi: yetişkin için 70 yıl

çocuk için yaş (yıl)

BW: Ağırlık (yetişkin için 70 kg)

(çocuk için yaşa göre verilen değer)

AT: Ortalama süre (ED x 365 gün/yıl)

Musluk sularında ölçülen ağır metal düzeylerinin değerlendirilmesi ise 2013'de yayınlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik, EPA ve DSÖ tarafından verilen sınır değerlere göre yapıldı (31,52,64). Ağır metal ölçüm sonuçları farklı noktalardan alınan numunelerle ve diğer benzer araştırmaların verileri ile karşılaştırıldı.

Tablo 3.6. İçme sularında metal düzeyleri için üst sınır değerler ($\mu\text{g/L}$)

| | T.C. Sağlık Bakanlığı | DSÖ | EPA |
|------------------------|------------------------------|------------|------------|
| Bor (B) | 1000 | 500 | - |
| Alüminyum (Al) | 200 | 200 | 200 |
| Skandiyum (Sc) | - | - | - |
| Vanadyum (V) | - | - | - |
| Krom (Cr) | 50 | 50 | 100 |
| Mangan (Mn) | 50 | 400 | 50 |
| Demir (Fe) | 200 | 200 | 300 |
| Kobalt (Co) | - | - | - |
| Nikel (Ni) | 20 | 20 | - |
| Bakır (Cu) | 2000 | 2000 | 1000 |
| Çinko (Zn) | - | 3000 | 5000 |
| Arsenik (As) | 10 | 10 | 10 |
| Selenyum (Se) | 10 | 40 | 50 |
| Stronsiyum (Sr) | - | - | - |
| Molibden (Mo) | - | 70 | - |
| Gümüş (Ag) | - | - | 100 |
| Kadmiyum (Cd) | 5 | 3 | 5 |
| Kalay (Sn) | - | - | - |
| Antimon (Sb) | - | 20 | 6 |
| Baryum (Ba) | - | 700 | 200 |
| Cıva (Hg) | 1 | 1 | - |
| Kurşun (Pb) | 10 | 10 | 15 |
| Bizmut (Bi) | - | - | - |

3.7. Araştırmanın Bütçesi

Araştırma Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Balık Numunelerinde Ölçülen Ağır Metal Düzeyleri

Tablo 4.1’de balık numunelerinde çalışma boyunca üst sınır değerin üzerinde saptanan metaller gösterilmiştir. Çalışmanın 1. ayı olan Eylül ayında Pb, Cd ve As, Ekim ayında Pb ve As, Kasım ayında Pb, Cd, As ve Zn, Aralık ayında Pb, Cd, As ve Hg, Ocak ayında Pb, As ve Zn düzeyleri, belirtilen balık numunelerinde yüksek bulunmuştur. Şubat ayında sadece bir barbun numunesinde As, Mart ayında sadece bir kefal numunesinde Zn, Nisan ayında mezigit numunelerinde As ve bir mezigit numunesi ile bir alabalık numunesinde Pb yüksek saptanmıştır. Haziran ayında bir alabalık numunesinde Hg, Ağustosta ise bir alabalık numunesinde Pb yüksek bulunmuştur.



Tablo 4.1.Aylara göre balıklarda sınır değerlerin üzerinde bulunan metaller (“-“: numune yoktur)

| | Eylül | Ekim | Kasım | Aralık | Ocak | Şubat | Mart | Nisan | Mayıs | Haziran | Temmuz | Ağustos |
|-----------------------------|------------|-------|----------------|---------------|------------|-------|------|-------|-------|---------|--------|---------|
| Alabalık A İşletmesi | Pb, Cd | Pb | Pb, Cd, As | Pb, Cd, As, | As | | | | | Hg | | |
| Alabalık B İşletmesi | Pb | Pb | Pb, Cd, As | Pb, Cd, As | As | | | | | | | |
| Alabalık C İşletmesi | Pb | Pb | Pb, Cd, As | Pb, Cd, As | As | | | | | | | |
| Alabalık D İşletmesi | Pb, Cd | Pb | Pb, Cd | Pb, Cd, As | As | | | Pb | | | | Pb |
| Alabalık E İşletmesi | Pb, Cd | Pb | Pb, Cd, As | Pb, Cd, | As | | | | | | | |
| Hamsi | - | Pb | Pb, Cd, As, Zn | Pb,Cd, As, | As, Zn | - | - | - | - | - | - | - |
| İstavrit | Pb | Pb | Pb, Cd, As, Zn | Pb, Cd, As,Hg | Pb, As, Zn | | - | - | - | - | - | - |
| Palamut | Pb | Pb | Pb, Cd, As | Pb, Cd, As, | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Mezgit | Pb,Cd | Pb | Pb, Cd, As | Pb, As | As | | | As,Pb | - | - | - | - |
| Barbun | Pb, Cd, As | Pb,As | Pb, Cd, As | Pb,Cd, As,Hg, | As | As | | - | - | - | - | - |
| Kalkan | Pb, Cd, As | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Dil | Pb, Cd, As | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Kefal | Pb | - | Pb, Cd, As | - | - | | Zn | - | - | - | - | - |
| Lüfer | Pb | Pb | Pb, Cd | Pb, As, | As | - | - | - | - | - | - | - |
| Zargan | - | - | Pb, Cd, As | Pb, As- | - | - | - | - | - | - | - | - |

Tablo 4.2’de Eylül ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.80-1.23mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri 0.05- 0.07 mg/kg arasında bulunmuştur. Kadmiyum düzeyi mezgit, barbun, kalkan ve dil balığı numunelerinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde verilen ve palamut, istavrit, kefal balıkları için 0.1mg/kg, diğerleri için 0.05 mg/kg olan değerin üstünde olduğu saptanmıştır.

Arsenik düzeyleri 0.48- 3.58 mg/kg arasında bulunmuştur. Arsenik düzeyi barbun, kalkan ve dil balığı numunelerinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde saptanmıştır.

Tablo 4.2. Eylül 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| İstavrit-1 | DLA | 2,68 | DLA | 0,04 | 0,32 | 0,44 | 9,84 | 0,16 | 0,59 | 0,61 | 15,78 | 0,93 | 0,26 | 13,62 | 0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,53 | 0,67 | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| İstavrit-2 | DLA | 3,19 | DLA | 0,09 | 0,27 | 0,43 | 0,29 | 0,18 | 0,84 | 0,76 | 9,45 | 0,74 | 0,36 | 17,34 | 0,02 | 0,00 | 0,07 | 0,01 | 0,61 | 0,53 | 0,00 | 1,23 | 0,00 |
| Palamut | DLA | 3,72 | DLA | 0,08 | 0,28 | 0,13 | 10,68 | 0,15 | 0,41 | 0,52 | 2,18 | 0,63 | 0,36 | 1,56 | 0,06 | 0,00 | 0,06 | 0,03 | 0,59 | 0,51 | 0,00 | 1,12 | 0,00 |
| Mezgit-1 | DLA | 2,49 | DLA | 0,13 | 0,22 | 0,54 | 4,59 | 0,14 | 1,04 | 0,33 | 4,71 | 0,83 | 0,56 | 21,29 | 0,07 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,51 | 0,53 | 0,00 | 0,80 | 0,00 |
| Mezgit-2 | DLA | 2,59 | DLA | 0,28 | 0,32 | 1,05 | 10,70 | 0,15 | 1,50 | 0,45 | 6,93 | 0,70 | 0,50 | 42,60 | 0,12 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,49 | 0,56 | 0,00 | 0,84 | 0,00 |
| Barbun-1 | DLA | 4,99 | DLA | 0,08 | 0,30 | 0,32 | 8,88 | 0,18 | 1,05 | 0,70 | 5,13 | 2,14 | 0,28 | 9,26 | 0,09 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,56 | 0,56 | 0,00 | 1,08 | 0,00 |
| Barbun-2 | DLA | 4,40 | DLA | 0,18 | 0,38 | 0,37 | 0,07 | 0,17 | 0,66 | 0,50 | 4,70 | 3,58 | 0,49 | 11,79 | 0,07 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,57 | 0,53 | 0,00 | 1,10 | 0,00 |
| Kalkan | DLA | 1,64 | DLA | 0,08 | 0,30 | 0,58 | 5,18 | 0,14 | 0,52 | 0,45 | 8,40 | 1,95 | 0,67 | 2,22 | 0,07 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,48 | 0,32 | 0,00 | 0,86 | 0,00 |
| Dil | DLA | 5,04 | DLA | 0,06 | 0,29 | 1,77 | 11,28 | 0,16 | 1,44 | 0,48 | 10,74 | 2,29 | 0,47 | 60,45 | 0,13 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,64 | 0,55 | 0,00 | 1,18 | 0,00 |
| Kefal | DLA | 3,24 | DLA | 0,12 | 0,34 | 0,29 | 17,67 | 0,21 | 1,83 | 0,56 | 12,83 | 0,75 | 0,55 | 6,53 | 0,08 | 0,00 | 0,07 | 0,02 | 0,60 | 0,76 | 0,00 | 1,16 | 0,00 |
| Lüfer | DLA | 2,32 | DLA | 0,05 | 0,29 | 0,85 | 18,24 | 0,16 | 1,86 | 0,58 | 5,95 | 0,48 | 0,39 | 27,63 | 0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,58 | 0,39 | 0,01 | 1,08 | 0,00 |

Tablo 4.3’de Ekim ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 1.10-1.33 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Arsenik düzeyleri 0.35- 2.72 mg/kg arasında bulunmuştur. Arsenik düzeyi barbun numunelerinde Türk Gıda KodeksiYönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri 0.03-0.04 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05mg/kg) altında bulunmuştur.

Tablo 4.3. Ekim2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Hamsi | DLA | 0,70 | DLA | DLA | 0,14 | 0,49 | 6,63 | 0,23 | 0,75 | 0,80 | 42,88 | 0,38 | 0,12 | 1,43 | 0,07 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,21 | 2,25 | 0,00 | 1,33 | DLA |
| İstavrit-1 | DLA | 0,50 | DLA | 0,00 | 0,15 | 0,11 | 0,43 | 0,22 | 0,36 | 0,86 | 14,43 | 0,48 | 0,20 | 2,27 | 0,08 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,20 | 0,99 | 0,00 | 1,14 | DLA |
| İstavrit-2 | DLA | 0,55 | DLA | 0,06 | 0,13 | 0,10 | 0,01 | 0,24 | 0,38 | 0,78 | 15,40 | 0,36 | 0,27 | 1,54 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,21 | 1,17 | DLA | 1,14 | 0,00 |
| Palamut | DLA | 0,85 | DLA | 0,06 | 0,19 | 0,10 | 1,52 | 0,24 | 0,37 | 1,10 | 10,96 | 0,35 | 0,40 | 3,38 | 0,06 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,25 | 1,09 | 0,00 | 1,24 | 0,00 |
| Mezgit-1 | DLA | 0,79 | DLA | 0,04 | 0,11 | 0,21 | 0,01 | 0,09 | 0,35 | 0,73 | 11,76 | 0,71 | 0,37 | 1,85 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,24 | 1,19 | 0,01 | 1,26 | 0,00 |
| Mezgit-2 | DLA | 0,86 | DLA | 0,06 | 0,24 | 0,69 | 0,01 | 0,37 | 0,50 | 0,93 | 20,70 | 0,76 | 0,53 | 9,98 | 0,13 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,27 | 2,46 | 0,02 | 1,20 | 0,00 |
| Barbun-1 | DLA | 0,65 | DLA | 0,05 | 0,13 | 0,16 | 0,69 | 0,25 | 0,33 | 0,71 | 11,80 | 2,72 | 0,34 | 1,91 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,23 | 1,26 | 0,00 | 1,26 | 0,00 |
| Barbun-2 | DLA | 2,45 | DLA | 0,08 | 0,22 | 0,25 | 4,68 | 0,23 | 0,54 | 0,62 | 13,38 | 1,25 | 0,25 | 4,13 | 0,07 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,22 | 1,39 | 0,01 | 1,25 | 0,00 |
| Lüfer | DLA | 0,93 | DLA | 0,02 | 0,19 | 0,12 | 2,69 | 0,19 | 0,43 | 1,06 | 13,23 | 0,61 | 0,30 | 1,41 | 0,08 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,24 | 0,83 | 0,00 | 1,10 | 0,00 |

Tablo 4.4'de Kasım ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 1.15- 6.63 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri 0.11- 0.63 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.05 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Arsenik düzeyleri DLA- 6.92 mg/kg arasında bulunmuştur. Arsenik düzeyi lüfer dışındaki balık numunelerinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde saptanmıştır.

Tablo 4.4. Kasım 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Hamsi | DLA | 3,89 | 0,08 | 1,75 | 3,81 | 1,30 | 38,21 | 3,87 | 1,68 | 10,36 | 50,66 | 2,363 | 1,23 | 8,99 | 0,27 | 0,06 | 0,63 | 0,3 | 0,09 | 10,67 | 0,12 | 6,63 | DLA |
| İstavrit-1 | DLA | 16,13 | 0,02 | 0,22 | 2,2 | 2,87 | 62,81 | 1,43 | 5,25 | 3,84 | 78,65 | 6,92 | 1,00 | 37,06 | 0,08 | 0,02 | 0,24 | 0,04 | 0,03 | 7,34 | 0,07 | 1,95 | DLA |
| İstavrit-2 | DLA | 8,18 | DLA | 0,24 | 0,89 | 1,08 | 39,5 | 0,98 | 3,06 | 2,32 | 15,86 | 3,56 | 0,65 | 4,31 | 0,07 | 0,01 | 0,18 | 0,05 | 0,02 | 2,83 | 0,03 | 2,13 | DLA |
| Palamut | DLA | 0,74 | DLA | 0,32 | 1,18 | 1,74 | 68,56 | 1,00 | 6,83 | 4,58 | 26,41 | 1,51 | 0,73 | 11,48 | 0,09 | 0,01 | 0,18 | 0,09 | 0,04 | 2,96 | 0,04 | 2,09 | DLA |
| Mezgit-1 | DLA | 13,99 | DLA | 1,07 | 1,09 | 1,35 | 32,47 | 1,04 | 3,33 | 2,54 | 42,86 | 3,41 | 1,17 | 39,67 | 0,03 | 0,01 | 0,18 | 0,03 | 0,03 | 4,54 | 0,08 | 1,53 | DLA |
| Mezgit-2 | 0,16 | 0,36 | DLA | 0,56 | 0,73 | 1,29 | 39,83 | 0,87 | 3,76 | 2,61 | 9,02 | DLA | 1,05 | 47,84 | 0,06 | 0,02 | 0,16 | 0,05 | 0,07 | 5,65 | 0,23 | 1,27 | DLA |
| Barbun-1 | DLA | 13,36 | 0,25 | 0,87 | 1,61 | 1,19 | 46,3 | 1,22 | 6,84 | 2,45 | 18,15 | 6,02 | 0,9 | 2,58 | 0,07 | 0,01 | 0,2 | 0,04 | 0,03 | 3,2 | 0,11 | 2,95 | DLA |
| Barbun-2 | DLA | 7,13 | DLA | 0,21 | 0,79 | 1,06 | 43,71 | 0,73 | 10,09 | 1,15 | 21,48 | 3,64 | 0,26 | 47,17 | 0,03 | 0,01 | 0,11 | 0,03 | 0,02 | 5,82 | 0,05 | 1,15 | DLA |
| Kefal | DLA | 5,83 | DLA | 0,13 | 0,53 | 0,92 | 30,84 | 0,63 | 2,13 | 2,61 | 22,37 | 1,76 | 0,24 | 3,17 | 0,07 | 0,01 | 0,11 | 0,03 | 0,03 | 2,29 | 0,01 | 1,26 | DLA |
| Lüfer | DLA | DLA | DLA | 0,06 | 0,58 | 1,44 | 28,5 | 0,7 | 2,25 | 1,73 | 8,38 | DLA | 0,43 | 12,13 | 0,02 | 0,01 | 0,12 | 0,04 | 0,02 | 2,19 | 0,03 | 1,59 | DLA |
| Zargan | DLA | 12,43 | DLA | 1,12 | 1,31 | 2,11 | 38,97 | 0,85 | 4,48 | 2,62 | 30,65 | 1,96 | 0,82 | 26,6 | 0,02 | 0,01 | 0,16 | 0,05 | 0,03 | 3,4 | 0,03 | 1,59 | DLA |

Tablo 4.5’de Aralık ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.39- 1.58 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri 0.01- 2.24 mg/kg arasında olup, mezgıt, lüfer ve zarganda sınır değeri aşmamıştır. Hamsi, istavrit ve palamut balıklarında ise birer numunede sınır değerin üzerinde kadmiyum olduğu saptanmıştır.

Arsenik düzeyleri 1.04- 3.65 mg/kg arasında bulunmuş olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Civa düzeyleri DLA- 0.93 mg/kg arasında olup, bir istavrit numunesinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.5mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.5. Aralık 2014 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Hamsi | DLA | 0,44 | DLA | 1,11 | 3,80 | 5,15 | 344,59 | 7,60 | 7,62 | 6,31 | 39,47 | 2,09 | 5,05 | 271,99 | 0,26 | 0,05 | 2,24 | 0,31 | 0,48 | 7,96 | 0,08 | 1,58 | DLA |
| Hamsi-2 | DLA | 28,81 | DLA | 0,30 | 2,18 | 1,32 | 119,78 | 0,78 | 5,29 | 5,16 | 32,74 | 2,98 | 3,24 | 92,18 | 0,11 | 0,01 | 0,08 | 0,74 | 0,16 | 4,31 | DLA | 0,66 | 0,02 |
| İstavrit-1 | DLA | 31,67 | DLA | 0,12 | 1,38 | 1,58 | 68,37 | 1,38 | 1,50 | 4,75 | 31,89 | 3,65 | 2,07 | 287,86 | 0,06 | 0,01 | 0,49 | 0,18 | 0,03 | 4,64 | 0,09 | 0,88 | DLA |
| İstavrit-2 | DLA | 38,22 | DLA | 0,18 | 2,35 | 1,76 | 200,19 | 0,42 | 2,25 | 3,81 | 34,87 | 1,25 | 5,00 | 103,01 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,65 | 0,13 | 1,84 | 0,54 | 1,16 | 0,02 |
| Palamut-1 | DLA | 36,30 | DLA | 0,05 | 0,96 | 3,19 | 127,23 | 1,50 | 2,01 | 9,90 | 15,20 | 1,04 | 4,27 | 9,47 | 0,04 | 0,01 | 0,48 | 0,21 | 0,14 | 1,12 | 0,21 | 0,96 | DLA |
| Palamut-2 | DLA | 4,57 | DLA | 0,02 | 0,58 | 0,48 | 51,28 | 0,07 | 0,50 | 3,69 | 7,85 | 2,60 | 2,55 | 30,74 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | DLA | 0,01 | 0,56 | 0,12 | 0,85 | DLA |
| Mezgit-1 | DLA | 60,03 | DLA | 0,35 | 1,63 | 1,44 | 62,71 | 0,46 | 2,35 | 4,42 | 28,34 | 2,37 | 4,44 | 32,35 | 0,06 | 0,02 | 0,02 | 0,35 | 0,14 | 0,90 | 0,07 | 1,11 | 0,02 |
| Mezgit-2 | DLA | 48,21 | DLA | 0,19 | 2,13 | 1,62 | 86,46 | 1,19 | 4,51 | 4,33 | 32,06 | 2,39 | 3,83 | 45,38 | 0,08 | 0,03 | 0,03 | 0,61 | 0,23 | 1,01 | 0,19 | 1,03 | 0,02 |
| Barbun-1 | DLA | 265,71 | DLA | 0,56 | 4,18 | 2,46 | 319,26 | 0,65 | 3,41 | 5,73 | 33,88 | 3,21 | 5,62 | 41,64 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,40 | 0,16 | 1,32 | 0,93 | 1,20 | 0,04 |
| Barbun-2 | DLA | 7,76 | DLA | 0,08 | 3,10 | 2,86 | 222,36 | 0,70 | 2,01 | 3,01 | 30,53 | 3,60 | 4,59 | 290,44 | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0,63 | 0,05 | 4,02 | 0,28 | 0,74 | 0,02 |
| Lüfer | DLA | 30,66 | DLA | 0,03 | 2,14 | 0,67 | 113,21 | 0,21 | 0,89 | 8,99 | 11,61 | 2,37 | 4,71 | 7,86 | 0,03 | 0,01 | 0,01 | 0,41 | 0,04 | 3,86 | 0,24 | 0,39 | 0,01 |
| Zargan | DLA | 0,48 | DLA | 0,15 | 2,10 | 0,74 | 106,26 | 0,34 | 1,85 | 5,69 | 43,06 | 3,02 | 6,32 | 24,03 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,91 | 0,13 | 0,68 | DLA | 1,15 | 0,02 |

Tablo 4.6'da Ocak ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.08- 0.39 mg/kg arasında olup, bir istavrit numunesinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Arsenik düzeyleri 3.50- 8.77 mg/kg arasında bulunmuş olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Çinko düzeyleri 8.80- 94.95 mg/kg arasında olup, bir hamsi ve istavrit numunesinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (50mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri DLA- 0.01 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.05mg/kg) altında bulunmuştur.

Tablo 4.6. Ocak 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Hamsi | DLA | 23,85 | DLA | 0,74 | 0,79 | 5,41 | 58,98 | 0,24 | 1,04 | 5,90 | 94,95 | 7,07 | 2,68 | 19,45 | 0,03 | DLA | 0,01 | 0,21 | 0,02 | 3,55 | DLA | 0,25 | DLA |
| İstavrit-1 | DLA | 28,16 | DLA | 0,07 | 0,50 | 1,34 | 2,46 | 0,44 | 1,92 | 2,99 | 54,16 | 4,95 | 1,89 | 70,55 | 0,00 | DLA | 0,00 | 0,11 | 0,05 | 1,41 | DLA | 0,39 | DLA |
| İstavrit-2 | DLA | 3,78 | DLA | 0,16 | 0,53 | 1,19 | 2,75 | 0,14 | 0,79 | 1,16 | 8,80 | 3,50 | 0,94 | 40,07 | 0,01 | DLA | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 1,60 | 0,05 | 0,08 | DLA |
| Mezgit-1 | DLA | 12,62 | DLA | 0,21 | 0,11 | 6,37 | 3,21 | 0,29 | 1,62 | 0,83 | 17,53 | 5,39 | 1,33 | 69,64 | 0,01 | DLA | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 1,76 | DLA | 0,14 | DLA |
| Mezgit-2 | DLA | 15,39 | DLA | 0,21 | 0,49 | 1,09 | 0,11 | 0,06 | 0,99 | 1,24 | 14,30 | 4,74 | 1,87 | 43,38 | 0,01 | DLA | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,54 | DLA | 0,23 | DLA |
| Mezgit-3 | DLA | 16,879 | DLA | 0,36 | 1,49 | 3,49 | 59,27 | 0,17 | 2,14 | 1,96 | 16,64 | 8,77 | 1,84 | 30,18 | 0,00 | DLA | DLA | 0,03 | 0,03 | 1,64 | DLA | 0,28 | DLA |
| Mezgit-4 | DLA | 6,03 | DLA | 0,37 | 0,23 | 4,24 | 0,90 | 0,19 | 2,53 | 1,16 | 16,62 | 4,59 | 2,22 | 32,70 | 0,00 | DLA | 0,00 | 0,21 | 0,07 | 1,34 | DLA | 0,24 | DLA |
| Barbun | DLA | 22,41 | DLA | 0,17 | 0,90 | 3,09 | 15,13 | 0,18 | 1,30 | 0,90 | 16,97 | 9,31 | 1,01 | 59,68 | 0,00 | DLA | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 7,42 | 0,02 | 0,13 | DLA |
| Barbun-2 | DLA | 12,96 | DLA | 0,05 | 0,77 | 3,80 | 24,52 | 0,54 | 3,60 | 1,22 | 17,53 | 8,81 | 0,79 | 190,97 | 0,01 | DLA | 0,01 | 0,03 | 0,02 | 2,22 | 0,03 | 0,13 | DLA |

Tablo 4.7’de Şubat ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.02- 0.07 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) altında bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 0.12- 1.19 mg/kg arasında bulunmuş olup, barbunda Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri DLA-0.00mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05mg/kg) altında bulunmuştur.



Tablo 4.7. Şubat 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/ kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Hamsi | 0,38 | 4,30 | 0,05 | 1,64 | 0,63 | 3,65 | 93,03 | 0,06 | 1,16 | 1,17 | 31,67 | 0,82 | 0,04 | 4,13 | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,02 | 0,84 | 0,00 | 0,07 | 0,01 |
| İstavrit-1 | 0,00 | 1,87 | 0,03 | 0,21 | 0,40 | 2,48 | 23,82 | 0,02 | 0,95 | 0,54 | 24,54 | 0,26 | 0,04 | 15,53 | 0,77 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,63 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| İstavrit-2 | 0,02 | 9,35 | 0,02 | 0,14 | 0,20 | 2,46 | 40,65 | 0,02 | 0,42 | 0,26 | 21,34 | 0,18 | 0,03 | 28,76 | 0,09 | 0,00 | DLA | 0,02 | 0,01 | 1,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Mezgit | 0,13 | 3,44 | 0,04 | 0,12 | 0,33 | 7,32 | 29,94 | 0,03 | 0,80 | 0,31 | 9,04 | 0,27 | 0,05 | 12,44 | 0,24 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,01 | 0,42 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| Mezgit-2 | 4,05 | 5,68 | 0,04 | 0,08 | 0,37 | 9,50 | 80,63 | 0,03 | 0,85 | 0,34 | 11,63 | 0,23 | 0,06 | 17,67 | 0,43 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 1,34 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| Barbun-1 | 0,00 | 11,35 | 0,05 | 0,08 | 0,42 | 2,56 | 46,804 | 0,06 | 1,13 | 0,33 | 13,11 | 1,19 | 0,06 | 37,71 | 0,31 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,89 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| Barbun-2 | 0,00 | 15,68 | 0,02 | 0,03 | 0,20 | 3,72 | 32,60 | 0,02 | 0,33 | 0,17 | 6,06 | 0,53 | 0,03 | 16,26 | 0,08 | 0,00 | DLA | 0,01 | 0,02 | 0,34 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Barbun-3 | 0,37 | 3,87 | 0,01 | 0,02 | 0,21 | 4,24 | 46,41 | 0,03 | 0,32 | 0,17 | 6,02 | 0,74 | 0,04 | 20,85 | 0,09 | 0,00 | DLA | 0,01 | 0,01 | 0,66 | 0,01 | 0,02 | 0,00 |
| Kefal | 0,97 | 3,25 | 0,05 | 0,08 | 0,35 | 6,98 | 44,94 | 0,02 | 0,53 | 0,33 | 14,44 | 0,12 | 0,04 | 19,43 | 0,20 | 0,00 | DLA | 0,06 | 0,01 | 1,43 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |

Tablo 4.8’de Mart ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.01- 0.08 mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) altında bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 0.00-0.68 mg/kg arasında bulunmuş olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) altında bulunmuştur.

Kadmiyum düzeyleri 0.00 mg/kg olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05mg/kg) altında bulunmuştur.

Çinko düzeyleri 0.76- 82.37 mg/kg arasında olup, kefalde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (50 mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Tablo 4.8. Mart 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mezgit-1 | 5,96 | 2,42 | 0,01 | 0,33 | 1,30 | 2,35 | 5,12 | 1,31 | 10,58 | 13,41 | 21,86 | 0,28 | 2,53 | 232,02 | 0,36 | 0,03 | 0,00 | 2,91 | 0,38 | 7,45 | 0,00 | 0,08 | 0,00 |
| Mezgit-2 | 1,74 | 12,0 | 0,02 | 0,77 | 0,72 | 0,41 | 3,56 | 0,50 | 2,44 | 1,08 | 10,81 | 0,32 | 1,74 | 36,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,89 | 0,19 | 2,22 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Mezgit-3 | 4,78 | 15,96 | 0,02 | 0,84 | 0,61 | 0,85 | 5,32 | 0,58 | 2,55 | 2,20 | 13,66 | 0,37 | 2,34 | 60,91 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,19 | 4,58 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Barbun-1 | 0,00 | 26,59 | 0,05 | 0,24 | 0,95 | 1,13 | 3,24 | 0,87 | 3,43 | 1,36 | 23,29 | 0,58 | 1,74 | 218,98 | 0,16 | 0,01 | 0,00 | 0,54 | 0,11 | 7,93 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Barbun-2 | 6,11 | 103,5 | 0,47 | 2,16 | 2,56 | 2,77 | 2,15 | 4,94 | 4,40 | 2,80 | 23,01 | 0,40 | 2,38 | 124,80 | 1,92 | 0,05 | 0,00 | 3,40 | 0,44 | 7,34 | 0,01 | 0,06 | 0,00 |
| Kefal-1 | 1,58 | 4,99 | 0,01 | 0,34 | 0,63 | 0,31 | 5,21 | 0,73 | 2,08 | 1,15 | 82,37 | 0,04 | 1,68 | 93,91 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,71 | 0,06 | 12,22 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Kefal-2 | 0,00 | 8,53 | 0,10 | 2,96 | 1,55 | 0,59 | 3,26 | 1,44 | 1,85 | 2,48 | 25,27 | 0,06 | 0,81 | 40,27 | 0,41 | 0,01 | 0,00 | 1,33 | 0,43 | 4,88 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| Kefal-3 | 0,23 | 1,09 | 0,00 | 0,16 | 0,03 | 0,00 | 1,46 | 0,02 | 0,31 | 0,05 | 0,76 | 0,00 | 0,10 | 0,42 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Lüfer | 1,66 | 42,45 | 0,06 | 0,82 | 0,98 | 0,74 | 3,65 | 0,60 | 1,63 | 1,27 | 13,31 | 0,68 | 2,27 | 102,25 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,54 | 0,06 | 4,87 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |

Tablo 4.9’da Nisan ayında alınan deniz balığı numunelerinde ağır metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.03- 0.70mg/kg arasında olup, mezgit numunelerinden birindeTürk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 2.49- 6.58 mg/kg arasında bulunmuş olup, tüm mezgit numunelerinde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Kadmiyum düzeyleri 0.00-0.02mg/kg arasında olup, tüm numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05mg/kg) altında bulunmuştur.

Tablo 4.9. Nisan 2015 deniz balığı numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Mezgit-1 | 4,20 | 6,07 | 0,00 | 0,00 | 0,19 | 0,60 | 3,65 | 0,02 | 0,39 | 0,32 | 3,78 | 2,49 | 1,22 | 15,59 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,78 | 0,00 | 0,11 | DLA |
| Mezgit-2 | 6,24 | 4,20 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 1,72 | 3,56 | 0,05 | 0,45 | 0,86 | 9,14 | 3,99 | 1,77 | 38,25 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 1,96 | 0,02 | 0,07 | DLA |
| Mezgit-3 | 5,21 | 5,39 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,80 | 2,78 | 0,04 | 0,30 | 0,56 | 6,19 | 2,92 | 1,60 | 24,66 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,10 | 0,00 | 0,03 | DLA |
| Mezgit-4 | 4,63 | 7,26 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 1,76 | 1,94 | 0,03 | 0,85 | 0,77 | 8,14 | 3,66 | 1,67 | 22,48 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,53 | 0,00 | 0,07 | DLA |
| Mezgit-5 | 5,82 | 8,60 | 0,00 | 0,00 | 0,18 | 0,56 | 3,52 | 0,04 | 0,52 | 0,64 | 7,83 | 4,91 | 2,58 | 18,625 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,37 | 0,01 | 0,06 | DLA |
| Mezgit-6 | 0,97 | 12,29 | 0,00 | 0,00 | 0,39 | 1,65 | 1,98 | 0,08 | 1,09 | 1,14 | 10,72 | 4,51 | 3,08 | 48,49 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 2,94 | 0,02 | 0,24 | DLA |
| Mezgit-7 | 2,79 | 14,19 | 0,00 | 0,00 | 1,31 | 2,08 | 1,62 | 0,13 | 3,15 | 1,59 | 11,78 | 6,58 | 5,50 | 63,30 | 0,07 | 0,01 | 0,02 | 0,14 | 0,02 | 6,27 | 0,12 | 0,70 | DLA |

Tablo 4.10'da araştırma süresi boyunca A İşletmesinden alınan alabalık numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.00- 1.34 mg/kg arasında olup, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Kadmiyum düzeyleri 0.00- 0.38 mg/kg arasında olup, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.05 mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 0.15- 2.96 mg/kg arasında bulunmuş olup, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Cıva düzeyleri DLA-0.51 mg/kg arasında olup, Haziran ayında alınan numunede Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde belirtilen değerin (0.5mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Tablo 4.10. A işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|---------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Eylül | DLA | 2,61 | DLA | 0,16 | 0,32 | 0,36 | 7,58 | 0,15 | 1,20 | 0,63 | 4,08 | 0,26 | 0,24 | 3,31 | 0,07 | 0,00 | 0,06 | 0,08 | 0,53 | 0,67 | 0,00 | 1,25 | 0,01 |
| Ekim | DLA | 0,85 | DLA | DLA | 0,13 | 0,19 | 6,97 | 0,20 | 1,67 | 1,24 | 10,24 | 0,21 | 0,09 | 1,24 | 0,09 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,46 | 1,03 | 0,00 | 1,31 | 0,04 |
| Kasım | DLA | 7,15 | 0,76 | 0,97 | 1,35 | 3,84 | 42,41 | 1,11 | 5,68 | 2,87 | 9,8 | 1,84 | 0,16 | 4,53 | 0,06 | 0,04 | 0,16 | 0,11 | 0,04 | 2,6 | 0,06 | 1,34 | DLA |
| Aralık | DLA | 18,43 | DLA | 0,27 | 0,78 | 1,87 | 50,25 | 1,16 | 1,13 | 2,72 | 20,95 | 2,96 | 0,76 | 18,29 | 0,07 | 0,01 | 0,38 | 0,02 | 0,03 | 1,05 | 0,16 | 1,09 | DLA |
| Ocak | DLA | 14,77 | DLA | 0,08 | 0,58 | 3,73 | 0,12 | 0,37 | 1,31 | 2,63 | 32,73 | 2,39 | 0,87 | 15,01 | 0,02 | DLA | 0,00 | 0,05 | 0,02 | 0,99 | DLA | 0,20 | DLA |
| Şubat | 0,14 | 5,57 | 0,03 | 0,06 | 0,46 | 3,07 | 24,48 | 0,03 | 1,18 | 0,62 | 10,25 | 0,07 | 0,01 | 2,00 | 0,19 | 0,00 | DLA | 0,09 | 0,01 | 0,18 | 0,00 | 0,04 | 0,01 |
| Mart | 0,68 | 1,24 | 0,02 | 0,01 | 0,27 | 0,06 | 2,65 | 0,07 | 0,41 | 0,38 | 3,79 | 0,01 | 0,12 | 2,04 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,01 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nisan | 0,81 | 2,34 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,07 | 1,82 | 0,00 | 0,20 | 0,28 | 3,20 | 0,54 | 0,23 | 0,76 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,01 | DLA |
| Mayıs | 12,69 | 1,42 | 0,14 | 0,05 | 0,13 | 0,47 | 1,32 | 0,00 | 0,21 | 0,49 | 8,68 | 0,41 | 0,20 | 0,44 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Mayıs | 6,92 | 1,54 | 0,04 | 0,00 | 0,17 | 1,68 | 2,36 | 0,00 | 0,34 | 0,39 | 6,63 | 0,43 | 0,24 | 0,75 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Mayıs | 1,05 | 1,98 | 0,32 | 0,04 | 0,20 | 1,10 | 2,98 | 0,01 | 0,40 | 0,40 | 9,17 | 0,37 | 0,28 | 1,34 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Haziran | 8,67 | 1,04 | 0,05 | 0,02 | 0,13 | 0,19 | 3,32 | 0,02 | 0,32 | 0,28 | 7,03 | 0,27 | 0,09 | 0,29 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,02 | 0,19 | 0,04 | 0,02 |
| Haziran | 4,42 | 1,19 | 0,05 | 0,01 | 0,13 | 0,33 | 2,54 | 0,01 | 0,18 | 0,29 | 7,22 | 0,21 | 0,07 | 0,84 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,03 | 0,51 | 0,03 | 0,01 |
| Haziran | 5,08 | 1,01 | 0,03 | 0,00 | 0,12 | 0,20 | 1,94 | 0,01 | 0,10 | 0,26 | 7,12 | 0,25 | 0,01 | 0,27 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,03 | 0,30 | 0,02 | 0,03 |
| Temmuz | 2,21 | 2,36 | 0,03 | 0,06 | 0,23 | 0,63 | 3,81 | 0,01 | 0,35 | 1,31 | 6,89 | 0,33 | 0,20 | 0,83 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,01 | 0,24 | 0,03 | 0,25 | 0,01 |
| Temmuz | 0,53 | 0,99 | 0,03 | 0,05 | 0,18 | 0,35 | 3,58 | 0,00 | 0,18 | 0,63 | 4,63 | 0,52 | 0,27 | 0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,07 | 0,00 |
| Temmuz | 0,31 | 2,04 | 0,02 | 0,04 | 0,17 | 0,33 | 2,21 | 0,00 | 0,15 | 0,35 | 3,625 | 0,43 | 0,23 | 0,22 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,05 | 0,00 |
| Ağustos | 2,15 | 1,06 | 0,02 | 0,00 | 0,63 | 0,312 | 8,13 | 0,00 | 1,01 | 0,35 | 4,451 | 0,623 | 0,211 | 0,19 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,20 | 0,03 | 0,08 | 0,07 | 0,01 |
| Ağustos | 1,98 | 1,02 | 0,02 | 0,01 | 0,75 | 0,42 | 6,65 | 0,00 | 0,44 | 0,37 | 7,81 | 0,46 | 0,20 | 0,29 | 0,08 | 0,006 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,02 | 0,20 | 0,04 | 0,00 |
| Ağustos | 2,01 | 1,57 | 0,02 | 0,00 | 0,46 | 0,36 | 5,60 | 0,00 | 2,49 | 0,47 | 6,48 | 0,46 | 0,22 | 0,12 | 0,02 | 0,006 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,02 | 0,10 | 0,11 | 0,00 |

Tablo 4.11’de araştırma süresi boyunca B işletmesinden alınan alabalık numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.00- 1.89 mg/kg arasında olup, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Kadmiyum düzeyleri DLA- 0.35 mg/kg arasında olup, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05 mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 0.03- 2.71 mg/kg arasında bulunmuş olup, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.11. B işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|---------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Eylül | DLA | 2,14 | DLA | 0,12 | 0,30 | 0,21 | 7,60 | 0,11 | 1,00 | 0,50 | 3,84 | 0,19 | 0,15 | 2,48 | 0,06 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,40 | 0,38 | 0,00 | 0,73 | 0,00 |
| Ekim | DLA | 0,03 | DLA | DLA | 0,13 | 0,10 | 1,07 | 0,20 | 0,52 | 0,51 | 8,37 | 0,18 | 0,05 | 0,45 | 0,07 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 0,21 | 0,82 | 0,001 | 1,211 | 0,00 |
| Kasım | DLA | DLA | 2,85 | 0,66 | 1,17 | 1,5 | 37,91 | 1,06 | 3,59 | 3,66 | 27,34 | 1,36 | 0,2 | 1,31 | 0,09 | 0,02 | 0,16 | 0,07 | 0,02 | 2,65 | 0,04 | 1,89 | DLA |
| Aralık | DLA | 20,18 | DLA | 0,28 | 1,02 | 2,07 | 62,38 | 1,11 | 1,22 | 2,19 | 5,84 | 2,71 | 0,71 | 19,27 | 0,09 | 0,02 | 0,35 | 0,05 | 0,02 | 1,07 | 0,06 | 0,90 | DLA |
| Ocak- | DLA | 19,96 | DLA | 0,95 | 0,93 | 3,00 | 0,65 | 0,26 | 1,11 | 1,69 | 19,29 | 1,98 | 1,05 | 12,60 | 0,03 | DLA | 0,00 | 0,07 | 0,02 | 0,49 | DLA | 0,14 | DLA |
| Şubat | 0,03 | 6,47 | 0,03 | 0,05 | 0,35 | 5,04 | 20,90 | 0,01 | 3,37 | 0,28 | 8,38 | 0,06 | 0,01 | 0,84 | 0,16 | 0,00 | DLA | 0,04 | 0,01 | 0,09 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Mart | 1,003 | 2,72 | 0,11 | 0,13 | 0,97 | 0,37 | 3,256 | 0,26 | 1,60 | 1,44 | 11,35 | 0,03 | 0,34 | 9,54 | 0,44 | 0,00 | 0,00 | 0,16 | 0,06 | 0,91 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Nisan | 1,428 | 2,13 | 0,000 | 0,00 | 0,10 | 0,07 | 1,136 | 0,00 | 0,24 | 0,24 | 3,60 | 0,39 | 0,22 | 1,21 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,15 | 0,00 | 0,05 | DLA |
| Mayıs | 2,838 | 1,54 | 0,09 | 0,04 | 0,36 | 0,64 | 1,254 | 0,01 | 0,40 | 0,33 | 9,24 | 0,26 | 0,29 | 0,81 | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Mayıs | 3,635 | 1,68 | 0,06 | 0,02 | 0,22 | 0,65 | 2,365 | 0,01 | 0,42 | 0,44 | 11,64 | 0,23 | 0,3 | 1,46 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,06 | DLA |
| Mayıs | 15,99 | 2,27 | 0,08 | 0,03 | 0,27 | 1,33 | 1,987 | 0,01 | 0,57 | 0,46 | 10,8 | 0,29 | 0,32 | 0,88 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,05 | DLA |
| Haziran | 0,852 | 0,63 | 0,12 | 0,02 | 0,07 | 0,20 | 1,606 | 0,02 | 0,15 | 0,12 | 6,19 | 0,16 | 0,08 | 0,35 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Haziran | 1,592 | 0,49 | 0,06 | 0,01 | 0,05 | 0,11 | 1,183 | 0,01 | 0,08 | 0,14 | 5,21 | 0,16 | 0,07 | 0,09 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Haziran | 2,218 | 0,45 | 0,08 | 0,01 | 0,07 | 0,26 | 2,133 | 0,01 | 0,13 | 0,11 | 6,43 | 0,14 | 0,07 | 0,53 | 0,02 | 0,01 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Temmuz | 0,24 | 0,83 | 0,02 | 0,04 | 0,16 | 0,26 | 2,17 | 0,00 | 0,16 | 0,29 | 3,54 | 0,25 | 0,19 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |
| Temmuz | 0,474 | 1,45 | 0,03 | 0,06 | 0,21 | 0,23 | 3,75 | 0,00 | 0,29 | 0,4 | 3,75 | 0,36 | 0,17 | 0,16 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | 0,13 | 0,00 |
| Temmuz | 0,46 | 2,71 | 0,17 | 0,67 | 0,39 | 0,54 | 13,65 | 0,00 | 0,16 | 0,90 | 4,70 | 0,52 | 0,18 | 0,30 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,18 | 0,02 | 0,08 | 0,04 | 0,14 | 0,00 |
| Ağustos | 2,046 | 1,30 | 0,02 | 0,01 | 0,39 | 0,42 | 5,22 | 0,00 | 0,99 | 0,43 | 10,56 | 0,53 | 0,18 | 0,49 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,05 | 0,04 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |
| Ağustos | 1,564 | 0,79 | 0,03 | 0,00 | 0,33 | 0,30 | 3,64 | 0,00 | 0,76 | 1,13 | 6,60 | 0,53 | 0,20 | 0,06 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,01 | 0,17 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Ağustos | 1,11 | 1,49 | 0,033 | 0,026 | 0,508 | 0,602 | 9,255 | 0,009 | 1,273 | 1,014 | 8,749 | 0,383 | 0,197 | 1,095 | 0,012 | 0,006 | 0,002 | 0,104 | 0,012 | 0,086 | 0,002 | 0,075 | 0,004 |

Tablo 4.12’de araştırma süresi boyunca C işletmesinden alınan alabalık numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.01- 2.24 mg/kg arasında olup, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Kadmiyum düzeyleri DLA- 0.43 mg/kg arasında olup, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05 mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 0.07- 2.58 mg/kg arasında bulunmuş olup, Kasım, Aralık ve Ocak aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.12. C işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|---------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Eylül | DLA | 2,62 | DLA | 0,10 | 0,25 | 0,31 | 12,53 | 0,12 | 0,83 | 0,48 | 2,92 | 0,31 | 0,18 | 3,29 | 0,04 | 0,00 | 0,04 | 0,01 | 0,52 | 0,33 | 0,00 | 0,79 | 0,00 |
| Ekim | DLA | 6,64 | DLA | DLA | 0,05 | 0,06 | 0,01 | 0,06 | 0,29 | 0,89 | 6,18 | 0,22 | 0,09 | 0,53 | 0,02 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,18 | 2,13 | 0,00 | 1,15 | 0,00 |
| Kasım | DLA | 2,51 | 2,88 | 0,25 | 1,14 | 1,9 | 46,09 | 1,22 | 4,77 | 2,93 | 25,45 | 1,53 | 0,16 | 2,72 | 0,05 | 0,02 | 0,19 | 0,08 | 0,04 | 3,26 | 0,03 | 2,24 | DLA |
| Aralık | DLA | 23,63 | DLA | 0,19 | 1,04 | 1,25 | 72,41 | 1,31 | 1,54 | 3,32 | 19,55 | 2,58 | 0,80 | 30,14 | 0,07 | 0,01 | 0,43 | 0,07 | 0,05 | 1,99 | 0,14 | 1,25 | DLA |
| Ocak | DLA | 16,40 | DLA | 0,29 | 0,54 | 2,70 | 3,72 | 0,41 | 1,88 | 1,82 | 13,72 | 1,93 | 0,89 | 21,05 | 0,03 | DLA | 0,00 | 0,07 | 0,04 | 1,74 | DLA | 0,28 | DLA |
| Şubat | 0,16 | 6,39 | 0,01 | 0,03 | 0,22 | 2,96 | 11,38 | 0,01 | 0,52 | 0,17 | 6,42 | 0,07 | 0,01 | 1,41 | 0,12 | 0,00 | DLA | 0,02 | 0,01 | 0,14 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Mart | 3,08 | 14,81 | 0,10 | 0,17 | 1,33 | 0,23 | 3,98 | 0,28 | 4,21 | 1,38 | 10,47 | 0,08 | 0,61 | 6,37 | 0,42 | 0,01 | 0,00 | 1,22 | 0,40 | 1,05 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Nisan | 0,29 | 3,03 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,10 | 2,32 | 0,00 | 0,31 | 0,28 | 3,78 | 0,64 | 0,28 | 2,09 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,20 | 0,00 | 0,04 | DLA |
| Mayıs | 3,43 | 2,48 | 0,03 | 0,00 | 0,13 | 0,94 | 2,01 | 0,01 | 0,44 | 0,36 | 10,41 | 0,36 | 0,29 | 1,16 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | DLA |
| Mayıs | 8,02 | 1,39 | 0,01 | 0,00 | 0,16 | 0,65 | 1,25 | 0,01 | 0,48 | 0,35 | 9,81 | 0,32 | 0,28 | 1,34 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,03 | DLA |
| Mayıs | 1,46 | 0,96 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,43 | 3,21 | 0,00 | 0,27 | 0,30 | 7,94 | 0,33 | 0,27 | 0,41 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | DLA |
| Haziran | 2,60 | 0,42 | 0,03 | 0,00 | 0,05 | 0,28 | 1,66 | 0,01 | 0,13 | 0,10 | 5,44 | 0,15 | 0,07 | 0,56 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,07 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Haziran | 4,16 | 0,81 | 0,03 | 0,00 | 0,07 | 0,51 | 2,53 | 0,01 | 0,17 | 0,10 | 27,84 | 0,17 | 0,08 | 0,99 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,01 | 0,48 | 0,02 | 0,12 | 0,00 |
| Haziran | 3,85 | 0,38 | 0,04 | 0,00 | 0,04 | 0,53 | 3,12 | 0,01 | 0,12 | 0,09 | 10,28 | 0,13 | 0,07 | 1,02 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Temmuz | 0,24 | 1,19 | 0,02 | 0,08 | 1,56 | 2,77 | 54,25 | 0,25 | 1,34 | 1,95 | 4,22 | 0,37 | 0,20 | 0,39 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,24 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |
| Temmuz | 0,29 | 1,30 | 0,03 | 0,03 | 1,51 | 0,68 | 5,63 | 0,01 | 0,99 | 0,48 | 4,521 | 0,36 | 0,22 | 0,68 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,12 | 0,00 |
| Temmuz | 0,43 | 1,65 | 0,04 | 0,35 | 0,74 | 1,29 | 236,3 | 1,28 | 3,61 | 10,37 | 5,479 | 0,46 | 0,22 | 0,78 | 0,80 | 0,00 | 0,00 | 1,25 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,16 | 0,00 |
| Ağustos | 1,12 | 0,78 | 0,03 | 0,01 | 0,37 | 0,50 | 6,65 | 0,00 | 1,46 | 0,47 | 6,427 | 0,49 | 0,24 | 0,57 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,01 | 0,03 | 0,00 | 0,08 | 0,00 |
| Ağustos | 1,106 | 1,434 | 0,036 | 0,01 | 0,65 | 0,605 | 5,48 | 0,00 | 1,17 | 0,46 | 9,08 | 0,44 | 0,20 | 0,68 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,13 | 0,00 |
| Ağustos | 0,95 | 1,19 | 0,03 | 0,00 | 0,43 | 0,44 | 3,81 | 0,00 | 0,98 | 0,44 | 9,80 | 0,40 | 0,24 | 0,34 | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,07 | 0,03 | 0,00 | 0,16 | 0,00 |

Tablo 4.13’de araştırma süresi boyunca D işletmesinden alınan alabalık numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.00- 3.52 mg/kg arasında olup, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık, Nisan ve Ağustos aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Kadmiyum düzeyleri DLA- 0.59 mg/kg arasında olup, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05 mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri DLA- 3.53 mg/kg arasında bulunmuş olup, Aralık ve Ocak aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen 1 mg/kg değerinin üstünde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.13. D işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|---------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Eylül | DLA | 4,64 | DLA | 0,09 | 0,38 | 0,39 | 8,64 | 0,14 | 1,88 | 0,58 | 4,83 | 0,21 | 0,17 | 3,00 | 0,14 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,57 | 0,54 | 0,00 | 0,98 | 0,00 |
| Ekim | DLA | 0,54 | DLA | DLA | 0,16 | 0,24 | 1,48 | 0,19 | 0,34 | 0,89 | 8,82 | 0,14 | 0,04 | 2,27 | 0,07 | 0,00 | 0,03 | 0,01 | 0,21 | 0,89 | 0,00 | 1,15 | 0,00 |
| Kasım | DLA | 27,11 | 0,63 | 0,46 | 3,74 | 4,68 | 140,29 | 2,39 | 10,17 | 7,72 | 24,38 | DLA | 0,57 | 12,32 | 0,59 | 0,03 | 0,42 | 0,11 | 0,05 | 5,83 | 0,09 | 3,52 | DLA |
| Aralık | DLA | 0,36 | DLA | 0,53 | 1,36 | 1,787 | 125,74 | 1,89 | 2,65 | 5,89 | 6,66 | 3,53 | 1,07 | 19,89 | 0,11 | 0,02 | 0,59 | 0,11 | 0,12 | 1,65 | 0,14 | 1,95 | DLA |
| Ocak- | DLA | 8,94 | DLA | 0,05 | 0,64 | 3,44 | 0,23 | 0,19 | 1,36 | 1,86 | 15,49 | 2,59 | 1,41 | 9,50 | 0,04 | DLA | 0,00 | 0,04 | 0,02 | 0,39 | DLA | 0,19 | DLA |
| Şubat | 0,01 | 4,74 | 0,03 | 0,06 | 0,50 | 9,00 | 26,23 | 0,02 | 2,49 | 0,35 | 12,80 | 0,08 | 0,02 | 4,47 | 0,37 | 0,00 | DLA | 0,05 | 0,01 | 0,23 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Mart | 1,53 | 6,47 | 0,07 | 0,14 | 0,99 | 0,21 | 4,12 | 0,21 | 2,00 | 1,08 | 8,58 | 0,03 | 0,40 | 12,69 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,04 | 1,68 | 0,00 | 0,01 | 0,00 |
| Nisan | 0,72 | 3,81 | 0,00 | 0,001 | 0,20 | 0,08 | 3,65 | 0,00 | 0,37 | 0,33 | 5,02 | 0,38 | 0,32 | 2,35 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,42 | 0,00 | 0,30 | DLA |
| Mayıs | 9,56 | 0,67 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,66 | 2,14 | 0,01 | 0,19 | 0,25 | 6,45 | 0,28 | 0,20 | 0,32 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 0,01 | DLA |
| Mayıs | 4,53 | 0,88 | 0,02 | 0,00 | 0,06 | 0,67 | 1,78 | 0,00 | 0,51 | 0,52 | 7,18 | 0,17 | 0,23 | 0,27 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,00 | 0,03 | DLA |
| Mayıs | 1,75 | 0,50 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,52 | 1,03 | 0,00 | 0,62 | 0,33 | 9,457 | 0,15 | 0,27 | 1,45 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,01 | DLA |
| Haziran | 1,07 | 0,20 | 0,04 | 0,00 | 0,06 | 0,60 | 3,05 | 0,01 | 0,10 | 0,80 | 18,11 | 0,10 | 0,08 | 0,83 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,08 | 0,01 | 0,00 | 0,00 |
| Haziran | 1,64 | 0,38 | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,21 | 3,05 | 0,02 | 0,10 | 0,09 | 19,46 | 0,12 | 0,06 | 1,76 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,01 | 0,05 | 0,00 |
| Haziran | 2,45 | 0,48 | 0,04 | 0,01 | 0,05 | 0,15 | 2,14 | 0,01 | 0,10 | 0,10 | 6,65 | 0,15 | 0,04 | 0,98 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,01 | 0,10 | 0,01 | 0,05 | 0,00 |
| Temmuz | 0,22 | 1,05 | 0,02 | 0,03 | 0,68 | 0,51 | 4,02 | 0,01 | 0,48 | 0,37 | 3,95 | 0,34 | 0,19 | 0,714 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,09 | 0,00 |
| Temmuz | 0,12 | 0,88 | 0,02 | 0,03 | 0,27 | 0,43 | 5,46 | 0,00 | 0,33 | 0,31 | 3,40 | 0,21 | 0,14 | 1,71 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,08 | 0,00 | 0,08 | 0,00 |
| Temmuz | 0,54 | 1,72 | 0,06 | 0,73 | 1,49 | 2,79 | 501,6 | 2,70 | 7,52 | 12,32 | 4,15 | 0,35 | 0,14 | 0,51 | 1,71 | 0,00 | 0,00 | 2,49 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,11 | 0,00 |
| Ağustos | 0,98 | 1,12 | 0,03 | 0,01 | 0,39 | 0,60 | 3,77 | 0,01 | 1,27 | 1,02 | 8,32 | 0,87 | 0,17 | 1,11 | 0,17 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,01 | 0,05 | 0,01 | 0,13 | 0,00 |
| Ağustos | 1,10 | 3,63 | 0,03 | 0,01 | 0,52 | 0,50 | 5,58 | 0,01 | 2,02 | 0,62 | 9,11 | 0,47 | 0,23 | 0,14 | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,09 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,36 | 0,00 |
| Ağustos | 0,84 | 0,82 | 0,03 | 0,03 | 0,33 | 0,41 | 3,19 | 0,02 | 1,09 | 0,25 | 7,04 | 0,32 | 0,19 | 0,59 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,02 | 0,03 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |

Tablo 4.14’de araştırma süresi boyunca E işletmesinden alınan alabalık numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Kurşun düzeyleri 0.01- 1.80 mg/kg arasında olup, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.3mg/kg) üstünde bulunmuştur.

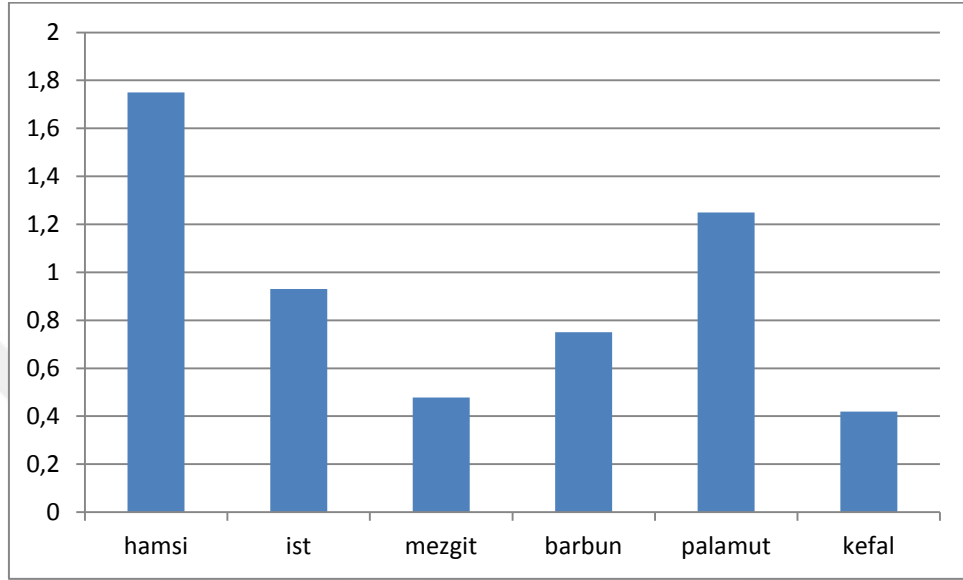
Kadmiyum düzeyleri DLA- 0.67 mg/kg arasında olup, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (0.05 mg/kg) üstünde bulunmuştur.

Arsenik düzeyleri 0.09- 1.34 mg/kg arasında bulunmuş olup, Kasım ve Ocak aylarında alınan numunelerde Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’nde belirtilen değerin (1 mg/kg) üstünde olduğu saptanmıştır.

Tablo 4.14. E işletmesinden alınan alabalık numunelerinde metal düzeyleri (mg/kg, yaş ağırlık)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|---------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Eylül | DLA | 4,39 | DLA | 0,07 | 0,20 | 0,51 | 8,73 | 0,17 | 0,99 | 0,57 | 3,96 | 0,14 | 0,21 | 3,70 | 0,03 | 0,00 | 0,058 | 0,013 | 0,49 | 0,37 | 0,00 | 0,87 | 0,00 |
| Ekim | DLA | 1,15 | DLA | DLA | 0,13 | 0,21 | 0,83 | 0,19 | 0,72 | 0,53 | 8,15 | 0,17 | 0,05 | 2,76 | 0,05 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,19 | 0,68 | 0,00 | 0,77 | DLA |
| Kasım | DLA | DLA | 0,06 | 0,45 | 1,04 | 1,8 | 38,54 | 0,83 | 3,22 | 2,95 | 23,1 | 1,2 | 0,13 | 0,99 | DLA | 0,01 | 0,14 | 0,04 | 0,03 | 2,44 | 0,02 | 1,8 | DLA |
| Aralık | DLA | 38,89 | DLA | 0,48 | 1,57 | 1,75 | 151,04 | 2,18 | 2,19 | 2,22 | 10,65 | DLA | 1,21 | 21,80 | 0,11 | 0,02 | 0,67 | 0,15 | 0,08 | 2,56 | 0,18 | 1,50 | DLA |
| Ocak | DLA | 11,10 | DLA | 0,05 | 0,34 | 2,83 | 6,40 | 0,24 | 0,88 | 1,83 | 14,50 | 1,34 | 0,57 | 10,51 | 0,02 | BDL | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 1,04 | DLA | 0,16 | DLA |
| Şubat | 0,18 | 7,18 | 0,04 | 0,06 | 0,62 | 2,98 | 19,92 | 0,01 | 0,65 | 0,47 | 10,73 | 0,09 | 0,02 | 1,14 | 0,26 | 0,001 | DLA | 0,05 | 0,01 | 0,14 | 0,00 | 0,04 | 0,00 |
| Mart | 0,90 | 3,81 | 0,13 | 0,62 | 1,23 | 0,46 | 3,89 | 0,27 | 3,02 | 1,74 | 19,30 | 0,10 | 0,72 | 7,56 | 0,27 | 0,01 | 0,00 | 0,55 | 0,06 | 1,32 | 0,00 | 0,02 | 0,00 |
| Nisan | 4,59 | 1,98 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,17 | 1,59 | 0,00 | 0,37 | 0,32 | 4,00 | 0,22 | 0,26 | 1,82 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,25 | 0,00 | 0,22 | DLA |
| Mayıs | 9,73 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,74 | 1,50 | 0,00 | 0,13 | 0,39 | 8,82 | 0,36 | 0,30 | 0,93 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | DLA |
| Mayıs | 8,17 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,70 | 2,70 | 0,00 | 0,12 | 0,35 | 9,45 | 0,38 | 0,29 | 0,76 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | DLA |
| Mayıs | 7,09 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,87 | 2,4 | 0,012 | 0,14 | 0,44 | 9,55 | 0,40 | 0,27 | 0,92 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | DLA |
| Haziran | 3,12 | 0,64 | 0,03 | 0,00 | 0,06 | 0,16 | 2,93 | 0,01 | 0,37 | 0,11 | 5,11 | 0,15 | 0,06 | 0,64 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,07 | 0,02 | 0,09 | 0,00 | 0,06 | 0,00 |
| Haziran | 1,66 | 0,41 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | 0,22 | 1,87 | 0,02 | 0,11 | 0,10 | 4,92 | 0,20 | 0,07 | 0,75 | 0,01 | 0,01 | 0,00 | 0,08 | 0,01 | 0,04 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| Haziran | 1,89 | 0,43 | 0,03 | 0,00 | 0,04 | 0,2 | 2,28 | 0,01 | 0,33 | 0,08 | 4,17 | 0,14 | 0,06 | 0,38 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,08 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 0,00 |
| Temmuz | 0,16 | 1,31 | 0,02 | 0,03 | 0,42 | 1,08 | 11,75 | 0,05 | 2,52 | 0,65 | 3,58 | 0,32 | 0,13 | 0,57 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,00 | 0,05 | 0,00 | 0,15 | 0,00 |
| Temmuz | 0,14 | 1,39 | 0,02 | 0,03 | 0,45 | 0,78 | 5,96 | 0,00 | 0,39 | 0,62 | 5,05 | 0,33 | 0,14 | 1,81 | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,11 | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| Temmuz | 0,24 | 1,62 | 0,03 | 0,23 | 0,45 | 8,62 | 147,3 | 0,81 | 23,41 | 6,66 | 4,03 | 0,38 | 0,14 | 0,79 | 0,5 | 0,00 | 0,00 | 0,92 | 0,01 | 0,06 | 0,01 | 0,08 | 0,00 |
| Ağustos | 0,89 | 0,80 | 0,03 | 0,00 | 0,39 | 0,36 | 4,06 | 0,00 | 0,52 | 0,27 | 9,02 | 0,65 | 0,17 | 0,25 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,11 | 0,00 |
| Ağustos | 0,40 | 0,95 | 0,03 | 0,01 | 0,41 | 0,40 | 4,15 | 0,00 | 1,84 | 0,34 | 8,69 | 0,50 | 0,16 | 0,23 | 0,08 | 0,00 | 0,00 | 0,11 | 0,01 | 0,02 | 0,00 | 0,12 | 0,00 |
| Ağustos | 1,23 | 0,85 | 0,03 | 0,00 | 0,43 | 0,73 | 4,53 | 0,00 | 0,73 | 0,92 | 7,82 | 0,36 | 0,19 | 1,07 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,12 | 0,02 | 0,04 | 0,00 | 0,07 | 0,00 |

Şekil 4.1’de deniz balıklarında ortalama Pb düzeylerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Ortalama Pb düzeyleri ve standart hata değerleri hamside 1.75 ± 1.00 mg/kg, istavritte 0.93 ± 0.20 mg/kg, mezgitte 0.47 ± 0.10 mg/kg, barbunda 0.75 ± 0.20 mg/kg, palamutta 1.25 ± 0.21 mg/kg, kefalde 0.42 ± 0.24 mg/kg ölçülmüş olup en yüksek ortalama hamside tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Balıklarda ortalama Pb düzeylerinin karşılaştırılması (mg/kg)

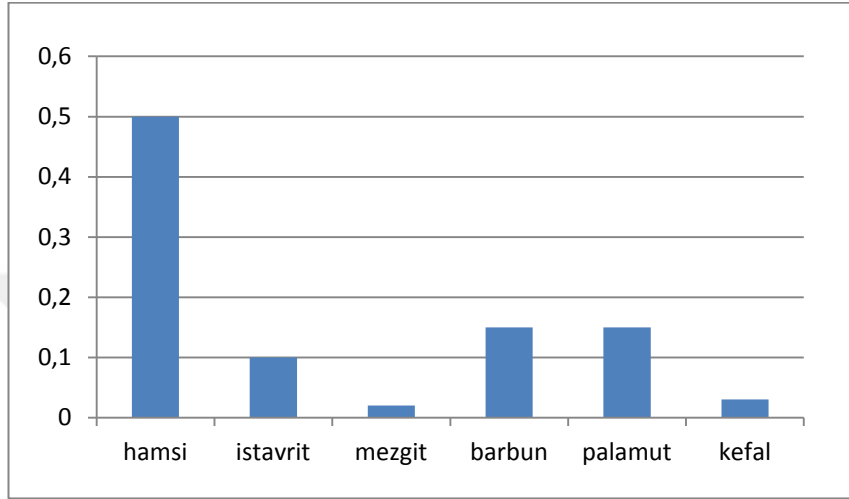
Tablo 4.15’de ortalama Pb düzeyi en yüksek bulunan hamside saptanan 1.75 mg/kg Pb için yaşa göre tehlike katsayıları verilmiştir. Bu düzeyde Pb için çocuk ve yetişkinde tehlike katsayıları 1’den küçük bulunmuştur.

Tablo 4.15. Hamside saptanan ortalama 1.75 mg/kg Pb düzeyi için maruziyet düzeyi (EED) ve tehlike katsayısı (HQ)

| Yaş | Ağırlık (BW) kg | EED | HQ=EED/RfD (RfD:Pb için 0.004) |
|----------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 1 | 10 | 2.82×10^{-3} | 0.70 |
| 2 | 13 | 2.17×10^{-3} | 0.52 |
| 3 | 15 | 1.88×10^{-3} | 0.47 |
| 4 | 17 | 1.66×10^{-3} | 0.40 |
| 5 | 19 | 1.48×10^{-3} | 0.37 |
| 6 | 20 | 1.41×10^{-3} | 0.35 |
| 7 | 23 | 1.22×10^{-3} | 0.30 |
| 8 | 26 | 1.08×10^{-3} | 0.27 |
| 9 | 30 | 9.43×10^{-4} | 0.23 |
| 10 | 35 | 8.08×10^{-4} | 0.20 |
| 11 | 40 | 7.07×10^{-3} | 0.17 |
| 12 | 44 | 6.43×10^{-4} | 0.16 |
| 13 | 49 | 5.77×10^{-4} | 0.14 |
| 14 | 53 | 5.33×10^{-4} | 0.13 |
| yetişkin | 70 | 8.08×10^{-4} | 0.20 |

Tüketim hızı çocuklar için 0.1135 kg/gün, yetişkin için 0.227kg/gün, tüketim sıklığı haftada bir defa tüketim için 52 kabul edildi

Şekil 4.2’de deniz balıklarında ortalama Cd düzeylerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Ortalama Cd düzeyleri ve standart hata değerleri hamside 0.50 ± 0.36 mg/kg, istavritte 0.10 ± 0.41 mg/kg, mezgitte 0.02 ± 0.00 mg/kg, barbunda 0.04 ± 0.014 mg/kg, palamutta 0.15 ± 0.08 mg/kg, kefalde 0.03 ± 0.02 mg/kg ölçülmüş olup en yüksek ortalama hamside tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Balıklarda ortalama Cd düzeylerinin karşılaştırılması (mg/kg)

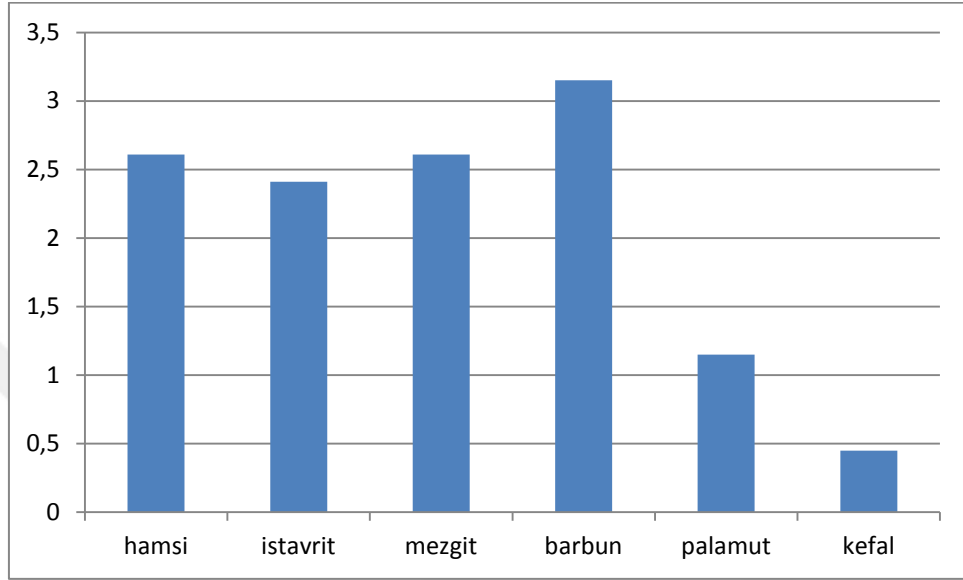
Tablo 4.16'da ortalama Cd düzeyi en yüksek bulunan hamside saptanan 0.50 mg/kg Cd için yaşa göre tehlike katsayıları verilmiştir. Bu düzeyde Cd için çocuk ve yetişkinde tehlike katsayıları 1'den küçük bulunmuştur.

Tablo.4.16.Hamside saptanan ortalama 0,5mg/kg Cd düzeyi için maruziyet düzeyi (EED) ve tehlike katsayısı (HQ)

| Yaş | Ağırlık (BW) kg | EED | HQ= EED/RfD (RfD: Cd için 0.001) |
|----------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 10 | 8.08×10^{-4} | 0.8 |
| 2 | 13 | 6.21×10^{-4} | 0.6 |
| 3 | 15 | 5.38×10^{-4} | 0.5 |
| 4 | 17 | 4.75×10^{-4} | 0.47 |
| 5 | 19 | 4.25×10^{-4} | 0.42 |
| 6 | 20 | 4.04×10^{-4} | 0.40 |
| 7 | 23 | 3.51×10^{-4} | 0.35 |
| 8 | 26 | 3.10×10^{-4} | 0.31 |
| 9 | 30 | 2.69×10^{-4} | 0.26 |
| 10 | 35 | 2.30×10^{-4} | 0.23 |
| 11 | 40 | 2.02×10^{-4} | 0.20 |
| 12 | 44 | 1.83×10^{-4} | 0.18 |
| 13 | 49 | 1.64×10^{-4} | 0.16 |
| 14 | 53 | 1.52×10^{-4} | 0.15 |
| Yetişkin | 70 | 2.30×10^{-4} | 0.23 |

Tüketim hızı çocuklar için 0.1135 kg/gün, yetişkin için 0.227kg/gün, tüketim sıklığı haftada bir defa tüketim için 52 kabul edildi

Şekil 4.3’de deniz balıklarında ortalama As düzeylerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Ortalama As düzeyleri ve standart hata değerleri hamside 2.61 ± 0.97 mg/kg, istavritte 2.41 ± 0.64 mg/kg, mezgitte 2.61 ± 0.48 mg/kg, barbunda 3.17 ± 0.73 mg/kg, palamutta 1.15 ± 0.39 mg/kg, kefalde 0.45 ± 0.28 mg/kg ölçülmüş olup en yüksek ortalama barbunda tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Balıklarda ortalama As düzeylerinin karşılaştırılması

Tablo 4.17’de ortalama As düzeyi en yüksek bulunan barbunda saptanan 3.17 mg/kg As için yaşa göre tehlike katsayıları verilmiştir. Bu düzeyde As için çocuk ve yetişkinde tehlike katsayıları 1’den yüksek bulunmuştur.

Tablo.4.17. Barbunda saptanan ortalama 3.17 mg/kg As düzeyi için maruziyet düzeyi (EED) ve tehlike katsayısı (HQ)

| Yaş | Ağırlık (BW) kg | EED | HQ= EED/RfD (RfD: As için 0.0003) |
|----------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| 1 | 10 | 5.12×10^{-3} | 17.08 |
| 2 | 13 | 3.94×10^{-3} | 13.14 |
| 3 | 15 | 3.41×10^{-3} | 11.39 |
| 4 | 17 | 3.01×10^{-3} | 10.05 |
| 5 | 19 | 2.69×10^{-3} | 8.96 |
| 6 | 20 | 2.56×10^{-3} | 8.54 |
| 7 | 23 | 2.22×10^{-3} | 7.42 |
| 8 | 26 | 1.97×10^{-3} | 6.57 |
| 9 | 30 | 1.70×10^{-3} | 5.69 |
| 10 | 35 | 1.46×10^{-3} | 4.88 |
| 11 | 40 | 1.28×10^{-3} | 4.27 |
| 12 | 44 | 1.16×10^{-3} | 3.88 |
| 13 | 49 | 1.04×10^{-3} | 3.48 |
| 14 | 53 | 9.67×10^{-4} | 3.22 |
| yetişkin | 70 | 1.46×10^{-3} | 4.86 |

Tüketim hızı çocuklar için 0.1135 kg/gün, yetişkin için 0.227kg/gün, tüketim sıklığı haftada bir defa tüketim için 52 kabul edildi

4.2. Musluk Sularında Ölçülen Ağır Metal Düzeyleri

Tablo 4.18’de Eylül ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Metal düzeyleri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.18. Eylül 2014 su numunelerinde metal düzeyleri ($\mu\text{g/L}$)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 84,46 | 37,14 | DLA | DLA | 1,30 | 0,75 | 14,28 | 0,01 | 0,46 | 0,78 | 14,27 | 0,51 | DLA | 372,6 | 0,59 | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 0,08 | 32,27 | 0,22 | 0,22 | 0,79 |
| 2 | 14,57 | 17,29 | DLA | DLA | 0,08 | 0,76 | 12,84 | 0,02 | 1,56 | 2,49 | 73,98 | 0,49 | DLA | 195,6 | 0,36 | 0,00 | 0,02 | DLA | 0,08 | 34,34 | 0,16 | 0,22 | 0,28 |
| 3 | 6,26 | 29,36 | DLA | 0,11 | 0,65 | 7,46 | 284,2 | 0,14 | 1,45 | 21,82 | 22,83 | 0,78 | DLA | 205,8 | 0,31 | 0,00 | 0,04 | 0,27 | 0,10 | 41,22 | 0,12 | 6,02 | 0,18 |
| 4 | 3,16 | 30,20 | DLA | 0,93 | 1,13 | 8,66 | 187,5 | 0,18 | 2,37 | 14,42 | 163,7 | 0,69 | DLA | 144 | 0,18 | 0,00 | 0,05 | 0,01 | 0,05 | 26,45 | 0,07 | 1,70 | 0,11 |
| 5 | 63,68 | 31,25 | DLA | DLA | 0,11 | 0,76 | 16,94 | 0,00 | 0,61 | 3,38 | 32,64 | 0,60 | DLA | 366,8 | 0,27 | DLA | 0,05 | 0,06 | 0,05 | 35,46 | 0,04 | 0,42 | 0,04 |
| 6 | 14,37 | 34,56 | DLA | DLA | 0,24 | 0,26 | 306,8 | 0,04 | 1,35 | 1,11 | 16,49 | 0,61 | DLA | 146,4 | 0,19 | 0,01 | 0,02 | 0,11 | 0,05 | 22,97 | 0,03 | 0,71 | 0,07 |
| 7 | 9,61 | 54,76 | DLA | DLA | 0,08 | 2,03 | 10,76 | 0,02 | 0,85 | 0,34 | 16,61 | 0,77 | DLA | 161,9 | 0,18 | 0,05 | 0,01 | 0,09 | 0,19 | 27,01 | 0,02 | 0,25 | 0,03 |
| 8 | 9,70 | 55,63 | DLA | DLA | 0,13 | 0,71 | 16,18 | 0,01 | 0,94 | 0,74 | 15,6 | 0,58 | DLA | 210,8 | 0,19 | DLA | 0,08 | DLA | 0,09 | 35,67 | 0,01 | 0,54 | DLA |
| 9 | 13,05 | 54,24 | DLA | DLA | 0,31 | DLA | 447,8 | 0,00 | 14,36 | 3,35 | 124,8 | 0,84 | 0,212 | 143,9 | 0,38 | DLA | 0,00 | DLA | 0,22 | 22,79 | 0,00 | 0,07 | DLA |
| 10 | 27,73 | 8,21 | DLA | DLA | 0,01 | 0,10 | 9,53 | DLA | 3,05 | 19,68 | 267,1 | 0,75 | 0,047 | 96,86 | DLA | 0,03 | 0,05 | DLA | 0,07 | 10,62 | 0,01 | 2,92 | 0,08 |
| 11 | 10,76 | 17,87 | DLA | DLA | 0,06 | 1,31 | 11,75 | 0,01 | 1,15 | 1,12 | 166,4 | 0,61 | DLA | 228,2 | 0,19 | 0,01 | 0,06 | DLA | 0,08 | 37,3 | 0,02 | 0,82 | 0,10 |
| 12 | 87,31 | 26,50 | DLA | DLA | 0,17 | 0,25 | 12,53 | DLA | 0,53 | 0,93 | 369,5 | 0,75 | 0,095 | 371,7 | 0,25 | DLA | 0,01 | DLA | 0,14 | 29,34 | 0,01 | 0,51 | DLA |
| 13 | 12,78 | 29,01 | DLA | DLA | 0,16 | DLA | 11,54 | 0,00 | 1,21 | 1,62 | 12,4 | DLA | DLA | 153,1 | 0,16 | DLA | 0,01 | DLA | 0,18 | 24,33 | 0,00 | 0,13 | DLA |
| 14 | 4,99 | 23,40 | DLA | DLA | 0,17 | 0,74 | 187 | 0,01 | 19,16 | 0,38 | 64,07 | 0,77 | DLA | 131,2 | 0,21 | DLA | 0,00 | DLA | 0,06 | 22,16 | DLA | DLA | DLA |

Tablo 4.19’da Ekim ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Metal düzeyleri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.19. Ekim 2014 su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 60,98 | 113,3 | DLA | 0,74 | 0,73 | 0,41 | 12,38 | 0,08 | 1,81 | 9,61 | 23,63 | 0,36 | DLA | 219,7 | 0,42 | 0,00 | 0,04 | 0,27 | 0,14 | 26,31 | 0,60 | 0,1 | 0,69 |
| 2 | 71,16 | 42,59 | DLA | 0,38 | 0,59 | 0,49 | 14,46 | 0,05 | 3,41 | 12,25 | 23,89 | 0,51 | DLA | 210 | 0,15 | 0,00 | 0,02 | 0,09 | 0,12 | 23,7 | 0,12 | 0,04 | 0,45 |
| 3 | 18,94 | DLA | DLA | 0,84 | 0,62 | 1,38 | 16,34 | DLA | 1,58 | 3,46 | 10,92 | 0,47 | DLA | 228,2 | 0,15 | 0,00 | 0,04 | 0,11 | 0,17 | 36,56 | 0,10 | 0,52 | 0,57 |
| 4 | 12,23 | 9,779 | DLA | 1,01 | 0,65 | 0,18 | 14,29 | 0,05 | 1,83 | 11,87 | 16,39 | 0,74 | DLA | 287,3 | 0,18 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 35,03 | 0,07 | 0,21 | 0,55 |
| 5 | 81,78 | DLA | DLA | 0,52 | 0,92 | DLA | 12,37 | 0,10 | 1,45 | 19,58 | 19,46 | 0,47 | DLA | 236,6 | 0,14 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,14 | 26,75 | 0,05 | 0,39 | 0,45 |
| 6 | 89,96 | 64,34 | DLA | 0,49 | 0,89 | 0,57 | 12,08 | 0,05 | 1,90 | 8,46 | 17,53 | 0,62 | DLA | 225 | 0,15 | 0,00 | 0,02 | 0,06 | 0,12 | 22,8 | 0,04 | 0,18 | 0,43 |
| 7 | 81,2 | 5,58 | DLA | 0,51 | 0,79 | 1,02 | 11,46 | 0,07 | 1,49 | 11,21 | 18,53 | 0,73 | DLA | 199,7 | 0,12 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 20,91 | 0,02 | 0,11 | 0,44 |
| 8 | 56,87 | 11,69 | DLA | 0,39 | 0,54 | 0,52 | 36,47 | DLA | 0,80 | 10,28 | 15,18 | 0,57 | DLA | 131,2 | 0,10 | 0,00 | 0,01 | 0,08 | 0,07 | 15,1 | 0,03 | 0,08 | 0,32 |
| 9 | 67,34 | 72,67 | DLA | 0,31 | 0,78 | 0,32 | 26,26 | 0,03 | 1,38 | 36,58 | 36,22 | 0,64 | DLA | 150,2 | 0,10 | 0,00 | 0,02 | 0,08 | 0,07 | 15,93 | 0,04 | 0,06 | 0,31 |
| 10 | 99,55 | 17,03 | DLA | 1,76 | 0,11 | 0,32 | 31,89 | 0,01 | 1,85 | 12,28 | 24,27 | 0,97 | DLA | 49,66 | 0,32 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,37 | 2,63 | 0,03 | 0,43 | 0,42 |
| 11 | 91,19 | DLA | DLA | 0,33 | 0,63 | 3,06 | 11,25 | 0,08 | 2,87 | 42,18 | 206,9 | 0,34 | DLA | 203,7 | 0,12 | DLA | 0,04 | 0,05 | 0,11 | 21,24 | 0,02 | 0,74 | 0,55 |
| 12 | 54,49 | 22,4 | DLA | 0,24 | 0,39 | 1,41 | 26,87 | 0,03 | 0,79 | 35,64 | 101 | DLA | DLA | 108,4 | 0,08 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 11,64 | 0,02 | 0,15 | 0,41 |
| 13 | 82,17 | 22,95 | DLA | 0,31 | 1,46 | 0,49 | 44,69 | 0,05 | 1,62 | 46,7 | 128,9 | 0,52 | DLA | 172,2 | 0,11 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,10 | 18,27 | 0,01 | 0,12 | 0,44 |
| 14 | 28,35 | 34,88 | DLA | 0,06 | 0,16 | 0,03 | 5,23 | 0,00 | 5,43 | 14,58 | 43,51 | 0,78 | DLA | 50,95 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,04 | 5,581 | 0,01 | 0,0 | 0,24 |

Tablo 4.20'de Kasım ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Alüminyum 12 no'lu musluk suyu numunesinde 258.24µg/L bulunmuş olup İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik'te verilen sınır değer (200 µg/L) üzerindedir. Diğer numunelerde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.20. Kasım 2014 su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-----------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 60,98 | 113,3 | DLA | 0,74 | 0,73 | 0,41 | 12,38 | 0,08 | 1,81 | 9,61 | 23,63 | 0,36 | DLA | 219,7 | 0,42 | 0,00 | 0,04 | 0,27 | 0,14 | 26,31 | 0,60 | 0,1 | 0,69 |
| 2 | 71,16 | 42,59 | DLA | 0,38 | 0,59 | 0,49 | 14,46 | 0,05 | 3,41 | 12,25 | 23,89 | 0,51 | DLA | 210 | 0,15 | 0,00 | 0,02 | 0,09 | 0,12 | 23,7 | 0,12 | 0,04 | 0,45 |
| 3 | 18,94 | DLA | DLA | 0,84 | 0,62 | 1,38 | 16,34 | DLA | 1,58 | 3,46 | 10,92 | 0,47 | DLA | 228,2 | 0,15 | 0,00 | 0,04 | 0,11 | 0,17 | 36,56 | 0,10 | 0,52 | 0,57 |
| 4 | 12,23 | 9,77 | DLA | 1,01 | 0,65 | 0,18 | 14,29 | 0,05 | 1,83 | 11,87 | 16,39 | 0,74 | DLA | 287,3 | 0,18 | 0,00 | 0,04 | 0,06 | 0,04 | 35,03 | 0,07 | 0,21 | 0,55 |
| 5 | 81,78 | DLA | DLA | 0,52 | 0,92 | DLA | 12,37 | 0,10 | 1,45 | 19,58 | 19,46 | 0,47 | DLA | 236,6 | 0,14 | 0,00 | 0,03 | 0,06 | 0,14 | 26,75 | 0,05 | 0,39 | 0,45 |
| 6 | 89,96 | 64,34 | DLA | 0,49 | 0,89 | 0,57 | 12,08 | 0,05 | 1,9 | 8,46 | 17,53 | 0,62 | DLA | 225 | 0,15 | 0,00 | 0,02 | 0,06 | 0,12 | 22,8 | 0,04 | 0,18 | 0,43 |
| 7 | 81,2 | 5,58 | DLA | 0,51 | 0,79 | 1,02 | 11,46 | 0,07 | 1,49 | 11,21 | 18,53 | 0,73 | DLA | 199,7 | 0,12 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,10 | 20,91 | 0,02 | 0,11 | 0,44 |
| 8 | 56,87 | 11,69 | DLA | 0,39 | 0,54 | 0,52 | 36,47 | DLA | 0,80 | 10,28 | 15,18 | 0,57 | DLA | 131,2 | 0,10 | 0,00 | 0,01 | 0,08 | 0,07 | 15,1 | 0,03 | 0,08 | 0,32 |
| 9 | 67,34 | 72,67 | DLA | 0,31 | 0,78 | 0,32 | 26,26 | 0,03 | 1,38 | 36,58 | 36,22 | 0,64 | DLA | 150,2 | 0,10 | 0,00 | 0,02 | 0,08 | 0,07 | 15,93 | 0,04 | 0,06 | 0,31 |
| 10 | 99,55 | 17,03 | DLA | 1,76 | 0,11 | 0,32 | 31,89 | 0,01 | 1,85 | 12,28 | 24,27 | 0,97 | DLA | 49,66 | 0,32 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 0,37 | 2,63 | 0,03 | 0,43 | 0,42 |
| 11 | 91,19 | DLA | DLA | 0,33 | 0,63 | 3,06 | 11,25 | 0,08 | 2,87 | 42,18 | 206,9 | 0,34 | DLA | 203,7 | 0,12 | DLA | 0,04 | 0,05 | 0,11 | 21,24 | 0,02 | 0,74 | 0,55 |
| 12 | 54,49 | 22,4 | DLA | 0,24 | 0,39 | 1,41 | 26,87 | 0,03 | 0,79 | 35,64 | 101 | DLA | DLA | 108,4 | 0,08 | 0,00 | 0,02 | 0,05 | 0,07 | 11,64 | 0,02 | 0,15 | 0,41 |
| 13 | 82,17 | 22,95 | DLA | 0,31 | 1,46 | 0,49 | 44,69 | 0,05 | 1,62 | 46,7 | 128,9 | 0,52 | DLA | 172,2 | 0,11 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 0,10 | 18,27 | 0,01 | 0,12 | 0,44 |
| 14 | 28,35 | 34,88 | DLA | 0,06 | 0,16 | 0,03 | 5,23 | 0,00 | 5,43 | 14,58 | 43,51 | 0,78 | DLA | 50,95 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,04 | 5,581 | 0,01 | 0,01 | 0,24 |

Tablo 4.21’de Aralık ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Alüminyum 5 no’lu musluk suyu numunesinde İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen sınır değerin (200 µg/L) üzerinde ölçülmüştür.

Demir düzeyi 3 no’luve 5 no’lu musluk suyu numunelerindeİnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen sınır değerin (200 µg/L) üzerinde ölçülmüştür.

Diğer numunelerde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.21. Aralık 2014 su numunelerinde metal düzeyleri ($\mu\text{g/L}$)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 184,83 | 128,54 | DLA | 0,11 | 4,31 | DLA | 32,60 | 0,06 | 0,75 | 4,07 | 4,76 | 2,06 | 0,01 | 310,43 | 0,66 | DLA | 0,02 | 0,04 | 0,04 | 0,25 | 0,58 | 3,77 | 1,58 |
| 2 | 146,77 | 154,32 | DLA | 0,04 | 3,79 | DLA | 38,26 | DLA | 1,46 | 13,89 | 109,45 | 2,14 | 0,02 | 320,18 | 0,38 | DLA | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,27 | 0,45 | 2,92 | 1,38 |
| 3 | 40,70 | 198,32 | 0,97 | 0,98 | 6,69 | DLA | 318,00 | 0,16 | 2,03 | 22,14 | 74,36 | 2,55 | DLA | 386,40 | 0,12 | DLA | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,19 | 0,30 | 1,98 | 2,00 |
| 4 | 50,80 | 8,23 | 1,16 | 0,84 | 1,93 | DLA | 32,51 | 0,06 | 0,95 | 15,40 | 50,78 | 2,81 | 0,20 | 442,95 | 0,09 | DLA | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,13 | 0,37 | 2,40 | 2,03 |
| 5 | 166,23 | 256,32 | 0,01 | DLA | 10,27 | DLA | 172,10 | 0,18 | 2,55 | 34,75 | 47,84 | 2,44 | 0,12 | 343,43 | DLA | DLA | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,31 | 0,30 | 1,94 | 1,93 |
| 6 | 143,93 | 189,25 | DLA | 0,17 | 4,31 | DLA | 76,04 | 0,09 | 2,04 | 21,67 | 70,31 | 2,54 | 0,01 | 360,00 | DLA | DLA | 0,02 | 0,02 | 0,06 | 0,34 | 0,25 | 1,66 | 1,63 |
| 7 | 149,47 | 168,35 | DLA | DLA | 3,75 | DLA | 82,62 | 0,10 | 1,69 | 8,82 | 315,65 | 2,63 | 0,20 | 361,73 | DLA | DLA | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,32 | 0,24 | 1,58 | 1,79 |
| 8 | 147,43 | 136,89 | DLA | 0,10 | DLA | DLA | 80,85 | 0,09 | 1,20 | 7,93 | 213,67 | 2,71 | 0,12 | 368,10 | DLA | DLA | 0,02 | 0,01 | 0,06 | 0,32 | 0,31 | 2,03 | 1,55 |
| 9 | 164,36 | 187,32 | DLA | 0,05 | 5,81 | DLA | 77,20 | 0,09 | 2,91 | DLA | 359,09 | 2,71 | 0,15 | 419,10 | DLA | DLA | 0,03 | 0,01 | 0,05 | 0,28 | 0,25 | 1,64 | 1,95 |
| 10 | 155,24 | 15,23 | DLA | 3,45 | 1,84 | DLA | 71,04 | 0,00 | 2,77 | 34,85 | 105,44 | 3,26 | 0,39 | 39,35 | DLA | DLA | 0,01 | 0,02 | 0,14 | 0,81 | 0,28 | 1,80 | 2,78 |
| 11 | 153,98 | 96,35 | DLA | 0,03 | 4,05 | DLA | 73,00 | 0,09 | 2,08 | 32,61 | 159,51 | DLA | 0,11 | 395,78 | DLA | DLA | 0,03 | 0,01 | 0,06 | 0,36 | 0,24 | 1,59 | 2,21 |
| 12 | 161,21 | 32,54 | DLA | DLA | 2,74 | 6,14 | 35,52 | 0,09 | 1,75 | 26,88 | 1495,50 | 2,81 | 0,14 | 368,55 | DLA | DLA | 0,04 | 0,00 | 0,08 | 0,45 | 0,22 | 1,43 | 2,54 |
| 13 | 150,33 | 119,32 | DLA | DLA | 3,56 | DLA | 38,68 | 0,07 | 1,18 | 16,57 | 267,98 | 2,83 | 0,01 | 388,43 | DLA | DLA | 0,03 | 0,00 | 0,06 | 0,32 | 0,21 | 1,35 | 2,08 |
| 14 | 147,92 | 105,32 | DLA | DLA | 4,05 | DLA | 64,56 | 0,04 | 2,95 | 26,49 | 519,67 | 2,79 | 0,12 | 374,25 | DLA | DLA | 0,03 | 0,00 | 0,06 | 0,34 | 0,18 | 1,20 | 1,72 |

Tablo 4.22’de Ocak ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Alüminyum 2 no’lu ve 3 no’lu musluk suyu numunelerinde İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen sınır değerin (200 µg/L) üzerinde ölçülmüştür.

Demir düzeyi 2 no’lu musluk suyu numunesinde İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen sınır değerin (200 µg/L) üzerinde ölçülmüştür.

Diğer numunelerde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.22. Ocak 2015 su numunelerinde metal düzeyleri ($\mu\text{g/L}$)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 124,33 | 15,74 | DLA | 0,43 | 1,83 | DLA | 6,59 | 0,12 | 3,66 | 1,56 | 22,33 | 0,77 | 0,25 | 340,80 | 0,16 | DLA | 0,02 | DLA | 0,03 | 27,65 | DLA | 0,15 | 0,01 |
| 2 | 118,79 | 207,30 | DLA | 1,09 | 0,01 | DLA | 185,00 | 0,22 | 2,22 | 1,03 | 12,66 | 1,02 | 0,36 | 327,50 | 0,14 | DLA | 0,02 | DLA | 0,03 | 27,54 | DLA | 0,14 | 0,01 |
| 3 | 14,21 | 369,00 | DLA | 3,36 | 0,02 | 2,55 | 12,20 | 0,63 | 17,06 | 7,33 | 27,37 | 1,08 | 0,08 | 328,50 | 0,11 | 0,05 | 0,04 | DLA | 0,06 | 26,85 | DLA | 0,01 | 0,05 |
| 4 | 11,56 | 19,50 | DLA | 0,99 | 1,46 | DLA | 41,80 | 0,17 | 2,64 | 7,14 | 34,86 | 0,97 | 0,32 | 287,20 | 0,17 | DLA | 0,02 | DLA | 0,02 | 27,18 | DLA | 0,31 | 0,01 |
| 5 | 116,33 | 25,59 | DLA | 0,37 | 1,45 | DLA | 26,62 | 0,14 | 1,91 | 10,13 | 33,77 | 0,87 | 0,31 | 276,10 | 0,11 | DLA | 0,01 | DLA | 0,03 | 21,01 | DLA | 0,13 | 0,01 |
| 6 | 118,09 | 36,36 | DLA | 0,49 | 0,01 | DLA | 10,49 | 0,12 | 1,75 | 0,77 | 1,55 | 0,90 | 0,33 | 310,30 | 0,14 | DLA | 0,01 | DLA | 0,03 | 24,99 | DLA | 0,08 | 0,01 |
| 7 | 131,26 | 62,32 | DLA | 2,24 | 0,83 | 0,17 | 32,29 | 0,02 | 1,58 | 7,15 | 19,01 | 0,65 | 0,47 | 61,83 | 0,27 | DLA | 0,00 | DLA | 0,06 | 5,67 | DLA | 0,18 | 0,03 |
| 8 | 117,38 | 20,16 | DLA | 0,40 | 1,17 | DLA | 11,95 | 0,12 | 1,33 | 0,86 | 5,05 | 0,90 | 0,39 | 301,30 | 0,13 | DLA | 0,01 | DLA | 0,02 | 23,53 | DLA | 0,03 | 0,01 |
| 9 | 122,27 | 17,41 | DLA | 0,34 | 1,18 | DLA | 3,62 | 0,12 | 8,56 | 9,61 | 17,20 | 0,92 | 0,39 | 292,50 | 0,12 | 0,01 | 0,01 | DLA | 0,03 | 22,73 | DLA | 0,05 | 0,01 |
| 10 | 133,74 | 11,93 | DLA | 1,94 | 0,83 | 0,65 | 37,87 | 0,07 | 4,71 | 6,16 | 27,39 | 1,12 | 0,41 | 139,40 | 0,28 | DLA | 0,01 | DLA | 0,05 | 10,96 | DLA | 0,15 | 0,03 |
| 11 | 121,02 | 16,14 | DLA | 0,33 | 1,01 | DLA | 6,01 | 0,14 | 1,85 | 2,31 | 49,32 | 0,86 | 0,34 | 302,30 | 0,13 | DLA | 0,02 | DLA | 0,04 | 22,73 | DLA | 0,29 | 0,01 |
| 12 | 117,08 | 8,29 | DLA | 0,29 | 0,77 | 4,68 | 16,20 | 0,13 | 2,17 | 1,19 | 119,30 | 0,96 | 0,39 | 285,30 | 0,12 | DLA | 0,02 | DLA | 0,04 | 24,82 | DLA | 0,16 | 0,01 |
| 13 | 123,14 | 4,28 | DLA | 0,31 | 0,89 | DLA | 27,24 | 0,10 | 1,58 | 0,98 | 13,20 | 0,93 | 0,38 | 296,20 | 0,12 | DLA | 0,01 | DLA | 0,02 | 22,25 | DLA | 0,02 | 0,01 |
| 14 | 121,77 | 21,39 | DLA | 0,41 | 0,89 | DLA | DLA | 0,12 | 7,67 | 0,80 | 9,04 | 0,90 | 0,37 | 294,00 | 0,12 | 0,01 | 0,01 | DLA | 0,03 | 22,97 | DLA | 0,06 | 0,00 |

Tablo 4.23’de Şubat ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Tüm musluk suyu numunelerinde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.23. Şubat 2015 su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 53,27 | 68,93 | 5,44 | 0,660 | 2,09 | 0,18 | 22,53 | 0,42 | 3,50 | 1,22 | 3,83 | 0,11 | 0,33 | 510,90 | 0,58 | 0,006 | 0,03 | 0,27 | 0,04 | 31,36 | 0,02 | 0,02 | 0,51 |
| 2 | 44,38 | 65,45 | 5,52 | 0,65 | 1,33 | 0,47 | 20,03 | 0,47 | 4,45 | 1,04 | 5,80 | 0,08 | 0,28 | 510,40 | 0,45 | 0,002 | 0,07 | 0,53 | 0,72 | 33,20 | 0,01 | 0,02 | 0,39 |
| 3 | 10,80 | 15,09 | 8,50 | 0,96 | 1,35 | 12,22 | 49,51 | 0,79 | 6,70 | 5,41 | 10,92 | 0,20 | 0,34 | 482,40 | 0,43 | 0,002 | 0,01 | 0,07 | 0,72 | 52,73 | 0,00 | 0,11 | 0,41 |
| 4 | 7,11 | 123,40 | 10,03 | 2,03 | 1,40 | 1,56 | 114,10 | 0,54 | 4,55 | 3,48 | 10,42 | 0,50 | 0,65 | 471,50 | 0,42 | 0,002 | 0,02 | 0,06 | 1,29 | 43,53 | 0,00 | 0,28 | 0,35 |
| 5 | 47,39 | 94,12 | 5,54 | 0,63 | 1,24 | 0,07 | 15,27 | 0,40 | 3,43 | 1,53 | 7,84 | 0,18 | 0,49 | 506,70 | 0,37 | 0,003 | 0,03 | 0,04 | 0,78 | 33,41 | 0,00 | 0,06 | 0,32 |
| 6 | 41,78 | 65,59 | 5,51 | 0,57 | 1,14 | 0,16 | 13,27 | 0,41 | 4,09 | 1,21 | 5,80 | 0,09 | 0,36 | 470,00 | 0,36 | 0,002 | 0,08 | 0,03 | 0,05 | 32,08 | 0,00 | 0,04 | 0,28 |
| 7 | 39,38 | 62,86 | 5,33 | 0,567 | 1,157 | 1,04 | 25,09 | 0,457 | 4,43 | 2,32 | 15,15 | 0,09 | 0,30 | 505,90 | 0,33 | 0,003 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 36,42 | 0,01 | 0,12 | 0,23 |
| 8 | 40,27 | 140,50 | 5,28 | 0,56 | 1,09 | 0,62 | 16,75 | 0,38 | 3,11 | 1,27 | 6,29 | 0,14 | 0,40 | 462,40 | 0,31 | 0,002 | 0,08 | 0,03 | 0,04 | 32,76 | 0,01 | 0,05 | 0,25 |
| 9 | 43,19 | 2,01 | 8,25 | 3,02 | 0,67 | 1,38 | 15,30 | 0,43 | 4,68 | 6,23 | 59,02 | 0,33 | 0,54 | 296,40 | 0,69 | 0,001 | 0,03 | 0,01 | 0,08 | 20,10 | 0,00 | 0,35 | 0,40 |
| 10 | 43,66 | 1,11 | 8,73 | 4,12 | 0,71 | 2,26 | 16,17 | 0,44 | 4,42 | 6,11 | 126,40 | 0,42 | 0,60 | 310,80 | 0,78 | DLA | 0,03 | 0,02 | 0,78 | 21,10 | DLA | 0,31 | 0,56 |
| 11 | 40,30 | 74,56 | 4,84 | 0,48 | 1,18 | 0,23 | 11,21 | 0,38 | 5,61 | 4,63 | 153,80 | 0,14 | 0,40 | 461,70 | 0,45 | DLA | 0,08 | 0,03 | 0,64 | 30,75 | 0,01 | 0,22 | 0,50 |
| 12 | 28,42 | 39,60 | 4,19 | 0,32 | 0,43 | 11,88 | 7,25 | 0,38 | 3,93 | 3,37 | 406,70 | 0,12 | 0,34 | 369,60 | 0,51 | DLA | 0,08 | 0,02 | 0,11 | 30,04 | 0,00 | 0,21 | 0,52 |
| 13 | 42,70 | 95,90 | 4,83 | 0,57 | 1,12 | 0,21 | 24,14 | 0,37 | 3,59 | 2,53 | 157,30 | 0,08 | 0,33 | 489,20 | 0,49 | 0,002 | 0,03 | 0,02 | 0,76 | 33,71 | 0,00 | 0,17 | 0,41 |
| 14 | 43,65 | 1,45 | 8,36 | 3,75 | 0,66 | 1,80 | 14,55 | 0,43 | 4,52 | 5,43 | 122,90 | 0,46 | 0,59 | 305,20 | 0,64 | DLA | 0,0 | 0,01 | 0,50 | 20,87 | 0,00 | 0,27 | 0,48 |

Tablo 4.24’de Mart ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Tüm musluk suyu numunelerinde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.24. Mart 2015 su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 227,00 | 22,98 | 5,56 | 0,36 | 2,00 | 0,38 | 23,56 | 0,28 | 2,25 | 1,70 | 13,58 | 0,19 | 0,20 | 398,40 | 0,63 | 0,02 | 0,03 | 0,59 | DLA | 29,07 | 0,02 | 0,15 | 1,14 |
| 2 | 195,90 | 38,00 | 4,87 | 0,24 | 1,64 | 0,34 | 24,67 | 0,20 | 3,71 | 1,11 | 7,94 | 0,20 | 0,30 | 398,20 | 0,34 | 0,01 | 0,01 | 0,67 | DLA | 30,18 | 0,01 | 0,11 | 0,66 |
| 3 | 112,12 | 8,97 | 15,12 | 1,57 | 1,04 | 0,28 | 22,83 | 0,24 | 2,17 | 11,28 | 199,70 | 0,67 | 0,73 | 524,10 | 0,43 | 0,03 | 0,02 | 0,23 | DLA | 45,78 | 0,01 | 1,07 | 1,12 |
| 4 | 154,10 | 8,17 | 11,70 | 0,90 | 1,06 | 0,13 | 21,16 | 0,22 | 2,17 | 11,51 | 56,55 | 0,68 | 0,72 | 543,20 | 0,40 | 0,02 | 0,02 | 0,14 | DLA | 50,71 | 0,00 | 0,40 | 0,79 |
| 5 | 129,80 | 44,03 | 4,63 | 0,22 | 1,60 | 1,58 | 114,80 | 0,19 | 1,60 | 7,97 | 45,00 | 0,18 | 0,32 | 375,40 | 0,25 | 0,01 | 0,01 | 0,09 | DLA | 29,39 | 0,00 | 0,78 | 0,55 |
| 6 | 163,70 | 75,90 | 4,50 | 0,17 | 1,67 | 0,74 | 40,15 | 0,19 | 1,48 | 3,75 | 9,06 | 0,23 | 0,36 | 379,80 | 0,24 | 0,00 | 0,01 | 0,06 | DLA | 29,26 | 0,00 | 0,20 | 0,42 |
| 7 | 151,30 | 74,63 | 4,35 | 0,18 | 1,67 | 0,66 | 38,91 | 0,19 | 1,45 | 3,55 | 11,51 | 0,24 | 0,24 | 379,70 | 0,22 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | DLA | 29,03 | 0,00 | 0,21 | 0,36 |
| 8 | 135,30 | 136,67 | 4,75 | 0,32 | 1,87 | 1,89 | 70,76 | 0,19 | 1,50 | 3,24 | 8,29 | 0,24 | 0,31 | 387,60 | 0,24 | 0,01 | 0,00 | 2,58 | DLA | 33,73 | 0,00 | 0,20 | 0,35 |
| 9 | 141,40 | 74,83 | 4,23 | 0,14 | 1,60 | 0,57 | 32,18 | 0,17 | 1,43 | 6,07 | 3,47 | 0,21 | 0,23 | 379,50 | 0,19 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | DLA | 29,12 | 0,00 | 0,15 | 0,30 |
| 10 | 296,90 | 5,19 | 12,36 | 2,32 | 0,63 | 1,12 | 10,65 | 0,19 | 1,39 | 3,09 | 161,60 | 0,45 | 0,27 | 298,90 | 0,41 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | DLA | 21,43 | 0,00 | 0,17 | 0,49 |
| 11 | 87,89 | 47,23 | 3,09 | 0,06 | 1,44 | 1,52 | 70,55 | 0,19 | 1,45 | 6,07 | 234,30 | 0,14 | 0,29 | 357,30 | 0,20 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | DLA | 23,44 | 0,00 | 1,03 | 0,49 |
| 12 | 98,56 | 17,20 | 3,18 | - | 1,22 | 3,69 | 19,00 | 0,18 | 1,59 | 2,89 | 572,80 | 0,15 | 0,25 | 347,90 | 0,19 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | DLA | 26,95 | 0,00 | 0,22 | 0,44 |
| 13 | 118,80 | 35,70 | 3,64 | 0,03 | 1,42 | 0,32 | 22,64 | 0,16 | 2,18 | 6,63 | 144,80 | 0,12 | 0,21 | 374,00 | 0,18 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | DLA | 27,50 | 0,00 | 0,23 | 0,39 |
| 14 | 167,80 | 69,13 | 4,00 | 0,16 | 1,46 | 0,36 | 26,47 | 0,16 | 4,16 | 17,07 | 57,70 | 0,20 | 0,32 | 402,00 | 0,17 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | DLA | 20,87 | 0,00 | 0,27 | 0,48 |

Tablo 4.25’de Nisan ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir.

Alüminyum 2 no’lu, 6 no’lu ve 7 no’lu musluk suyu numunelerinde İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik’te verilen sınır değer (200 µg/L) üzerinde ölçülmüştür.

Diğer numunelerde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.25. Nisan 2015 su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-----------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 24,45 | 89,77 | 1,24 | DLA | 1,62 | 0,33 | 33,08 | 0,15 | 2,19 | 9,52 | 53,32 | 0,18 | 0,40 | 221,25 | 0,83 | 0,00 | 0,01 | 0,11 | 0,12 | 23,58 | 0,13 | 0,04 | 0,02 |
| 2 | 25,63 | 203,30 | 1,28 | DLA | 1,50 | 0,79 | 61,56 | 0,15 | 1,83 | 7,72 | 17,90 | 0,13 | 0,31 | 239,21 | 0,32 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,06 | 24,24 | 0,58 | 0,07 | 0,02 |
| 3 | 12,12 | 115,77 | 3,52 | DLA | 1,29 | 1,02 | 74,70 | 0,20 | 1,66 | 19,57 | 529,91 | 0,68 | 0,51 | 418,28 | 0,39 | 0,01 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 36,19 | 0,37 | 1,44 | 0,05 |
| 4 | 8,05 | 17,18 | 2,97 | DLA | 1,00 | 0,070 | 25,51 | 0,19 | 6,14 | 47,78 | 264,19 | 0,63 | 0,64 | 448,02 | 0,33 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 44,27 | 0,32 | 0,47 | 0,04 |
| 5 | 19,98 | 133,64 | 1,09 | DLA | 1,32 | 0,73 | 40,17 | 0,14 | 1,90 | 19,42 | 102,60 | 0,18 | 0,33 | 217,55 | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 20,16 | 0,21 | 0,27 | 0,02 |
| 6 | 24,23 | 353,20 | 1,34 | DLA | 1,72 | 1,34 | 96,02 | 0,18 | 2,54 | 13,33 | 46,76 | 0,21 | 0,03 | 252,22 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 27,30 | 0,20 | 0,20 | 0,02 |
| 7 | 22,84 | 243,63 | 1,23 | DLA | 1,53 | 1,29 | 60,23 | 0,17 | 1,67 | 9,49 | 25,82 | 0,25 | 0,26 | 250,04 | 0,15 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,03 | 25,566 | 0,16 | 0,12 | 0,02 |
| 8 | 21,79 | 126,47 | 1,09 | DLA | 1,20 | 0,34 | 22,61 | 0,13 | 1,43 | 7,25 | 19,11 | 0,12 | 0,08 | 237,40 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 | 23,34 | 0,12 | 0,08 | 0,02 |
| 9 | 22,78 | 114,49 | 1,09 | DLA | 1,21 | 0,28 | 25,50 | 0,13 | 3,40 | 11,39 | 12,59 | 0,06 | 0,02 | 239,78 | 0,14 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 22,40 | 0,11 | 0,07 | 0,02 |
| 10 | 58,64 | 4,61 | 2,62 | DLA | 0,62 | 0,97 | 11,98 | 0,06 | 1,00 | 10,09 | 162,64 | 0,49 | 0,04 | 96,14 | 0,35 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 7,77 | 0,10 | 0,16 | 0,03 |
| 11 | 19,61 | 108,92 | 1,11 | DLA | 1,28 | 0,71 | 33,67 | 0,13 | 2,30 | 7,70 | 387,88 | 0,18 | 0,09 | 222,77 | 0,16 | 0,00 | 0,01 | 0,01 | 0,03 | 23,93 | 0,09 | 0,31 | 0,02 |
| 12 | 23,97 | 158,78 | 1,13 | DLA | 1,39 | 5,35 | 82,90 | 0,18 | 3,62 | 8,17 | 574,27 | 0,13 | DLA | 251,46 | 0,13 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 24,74 | 0,07 | 0,45 | 0,02 |
| 13 | 18,02 | 10,34 | 0,98 | DLA | 1,12 | 0,17 | 16,49 | 0,13 | 10,81 | 20,24 | 234,65 | 0,10 | DLA | 222,77 | 0,11 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,04 | 22,73 | 0,06 | 0,21 | 0,02 |
| 14 | 22,59 | 155,15 | 1,25 | DLA | 1,83 | 0,56 | 42,87 | 0,14 | 8,66 | 20,72 | 108,20 | 0,21 | DLA | 242,63 | 0,13 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,03 | 25,03 | 0,05 | 0,18 | 0,02 |

Tablo 4.26’da Mayıs ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Tüm musluk suyu numunelerinde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.26. Mayıs su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 369,1 | 9,86 | 3,70 | 0,40 | 1,27 | 0,13 | 5,44 | 0,44 | 5,32 | 13,78 | 12,33 | 0,72 | 2,91 | 391,8 | 0,38 | DLA | 0,03 | 0,02 | 0,12 | 33,41 | 0,28 | 0,19 | 0,01 |
| 2 | 373,1 | 135,24 | 3,73 | 0,31 | 1,09 | 0,31 | 0,43 | 0,44 | 5,79 | 8,56 | 15,6 | 0,73 | 2,92 | 402,9 | 0,38 | DLA | 0,00 | 0,01 | 0,10 | 32,49 | 0,21 | 0,05 | 0,00 |
| 3 | 33,11 | 15,54 | 7,35 | 1,21 | 0,81 | DLA | 2,92 | 0,65 | 7,62 | 445,1 | 202,8 | 1,36 | 4,83 | 475,2 | 0,39 | 0,03 | 0,06 | 0,00 | 0,23 | 43,86 | 0,25 | 4,73 | 0,00 |
| 4 | 18,11 | 21,65 | 6,77 | 0,95 | 0,72 | DLA | 1,95 | 0,62 | 16,42 | 92,3 | 59,47 | 1,33 | 4,51 | 478,7 | 0,37 | 0,01 | 0,04 | DLA | 0,05 | 46,95 | 0,81 | 1,03 | 0,00 |
| 5 | 348 | 165,24 | 3,55 | 0,32 | 1,23 | 0,20 | 6,37 | 0,43 | 5,33 | 13,49 | 16,31 | 0,78 | 2,94 | 385,2 | 0,33 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,09 | 32,28 | 0,43 | 0,24 | 0,00 |
| 6 | 379,1 | 182,32 | 3,70 | 0,32 | 1,04 | 3,46 | 58,87 | 0,45 | 16,78 | 9,26 | 3,30 | 0,83 | 3,25 | 405,4 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0,09 | 35,32 | 0,40 | 0,22 | 0,00 |
| 7 | 371,8 | 168,87 | 3,59 | 0,30 | 1,01 | 0,185 | 3,68 | 0,42 | 4,78 | 8,08 | 7,67 | 0,805 | 3,23 | 394,3 | 0,28 | 0,00 | 0,02 | DLA | 0,08 | 33,64 | 0,34 | 0,09 | 0,00 |
| 8 | 375,9 | 8,21 | 7,16 | 2,20 | 0,47 | 7,17 | 1,65 | 0,60 | 6,72 | 36,47 | 402,4 | 0,98 | 3,65 | 259,5 | 0,41 | 0,00 | 0,04 | DLA | 0,10 | 20,17 | 0,23 | 0,53 | 0,00 |
| 9 | 356,1 | 113,65 | 3,58 | 0,26 | 1,17 | 0,60 | 3,67 | 0,43 | 8,31 | 62,73 | 14,11 | 0,69 | 2,93 | 389,6 | 0,25 | DLA | 0,01 | DLA | 0,08 | 33,57 | 0,26 | 0,10 | 0,00 |
| 10 | 373,1 | 12,35 | 7,06 | 1,95 | 0,75 | 1,85 | 2,77 | 0,53 | 11,43 | 168,4 | 661,2 | 1,04 | 3,70 | 253,6 | 0,39 | DLA | 0,06 | DLA | 0,17 | 19,77 | 0,19 | 1,62 | 0,00 |
| 11 | 344,9 | 125,84 | 3,44 | 0,23 | 1,00 | 0,39 | 5,17 | 0,42 | 5,80 | 31,21 | 47,35 | 0,77 | 2,99 | 380,4 | 0,25 | DLA | 0,02 | DLA | 0,11 | 31,65 | 0,25 | 0,36 | 0,00 |
| 12 | 339,7 | 189,32 | 3,23 | 0,17 | 1,39 | 1,93 | 8,24 | 0,42 | 4,40 | 11,35 | 150,3 | 0,67 | 2,83 | 370,6 | 0,25 | DLA | 0,03 | DLA | 0,08 | 28,5 | 0,25 | 0,14 | 0,00 |
| 13 | 258,8 | 15,65 | 3,08 | 0,17 | 1,12 | 0,43 | 8,63 | 0,39 | 5,46 | 47,9 | 33,25 | 0,73 | 2,80 | 330,3 | 0,22 | DLA | 0,02 | DLA | 0,10 | 27,67 | 0,17 | 0,28 | 0,00 |
| 14 | 7,65 | 18,23 | 0,08 | 0,01 | 0,03 | 0,07 | 1,21 | 0,01 | 0,43 | 0,22 | 1,88 | 0,05 | 0,24 | 0,42 | 0,01 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,49 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |

Tablo 4.27’de Haziran ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Tüm musluk suyu numunelerinde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.27. Haziran 2015 su numunelerinde metal düzeyleri ($\mu\text{g/L}$)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|-----------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 93,25 | 116,5 | 1,91 | 0,68 | 1,46 | 0,40 | 19,92 | 0,12 | 1,57 | 3,22 | 24,89 | 0,19 | 0,26 | 321,7 | 0,37 | 0,00 | 0,00 | 0,07 | 0,05 | 48,74 | 0,00 | 0,11 | 0,29 |
| 2 | 82,03 | 123,8 | 1,68 | 0,61 | 1,23 | 0,31 | 16,21 | 0,11 | 1,77 | 8,88 | 27,34 | 0,23 | 0,24 | 313,8 | 0,31 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,05 | 45,56 | 0,00 | 0,09 | 0,22 |
| 3 | 32,47 | 4,091 | 3,91 | 1,96 | 0,62 | 0,10 | 9,55 | 0,12 | 1,54 | 40,28 | 288 | 0,69 | 0,77 | 313,1 | 0,43 | 0,03 | 0,01 | 0,02 | 0,06 | 45,1 | 0,00 | 1,66 | 0,24 |
| 4 | 27,81 | 10,14 | 3,59 | 1,80 | 0,59 | 0,10 | 8,48 | 0,13 | 3,62 | 41,99 | 88,79 | 0,85 | 0,89 | 338,5 | 0,42 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 52,59 | 0,00 | 0,90 | 0,21 |
| 5 | 78,89 | 124,4 | 1,77 | 0,64 | 1,48 | 0,76 | 25,69 | 0,12 | 1,99 | 40,63 | 142,6 | 0,25 | 0,38 | 305,8 | 0,26 | 0,00 | 0,02 | 0,02 | 0,05 | 45,82 | 0,00 | 0,48 | 0,18 |
| 6 | 29,71 | 101,9 | 2,16 | 7,31 | 1,29 | 0,15 | 11,94 | 0,06 | 1,13 | 7,95 | 27,87 | 0,25 | 0,34 | 137,4 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,02 | 17,73 | 0,00 | 0,17 | 0,13 |
| 7 | 76,82 | 107,4 | 1,64 | 0,59 | 1,05 | 1,434 | 22,17 | 0,14 | 1,78 | 6,81 | 87,84 | 0,21 | 0,35 | 312,8 | 0,27 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | 48,36 | 0,00 | 0,18 | 0,14 |
| 8 | 75,42 | 79,18 | 1,64 | 0,57 | 1,22 | 0,44 | 16,7 | 0,09 | 1,43 | 4,61 | 27,72 | 0,22 | 0,29 | 308,8 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 47,58 | 0,00 | 0,19 | 0,11 |
| 9 | 72,34 | 151,3 | 1,59 | 0,77 | 1,58 | 1,57 | 48,98 | 0,13 | 4,08 | 33,08 | 42,96 | 0,19 | 0,34 | 301,6 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 45,25 | 0,00 | 0,26 | 0,11 |
| 10 | 126,2 | 0,98 | 3,60 | 3,97 | 2,84 | 0,23 | 0,66 | 0,06 | 2,96 | 15,89 | 445,9 | 0,49 | 0,48 | 159,2 | 0,64 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,04 | 17,4 | 0,00 | 0,38 | 0,10 |
| 11 | 1,69 | 3,75 | 2,53 | 11,44 | 1,17 | 0,08 | DLA | 0,02 | 0,33 | 2,81 | 27,02 | 0,30 | 0,20 | 61,95 | 0,23 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 1,18 | 0,00 | 0,07 | 0,07 |
| 12 | 75,83 | 61,48 | 1,678 | 0,42 | 1,02 | 5,16 | 8,12 | 0,13 | 2,035 | 5,71 | 623,1 | 0,18 | 0,30 | 301,3 | 0,23 | 0,00 | 0,02 | 0,00 | 0,07 | 47,89 | 0,00 | 0,27 | 0,09 |
| 13 | 73,62 | 72,8 | 1,61 | 0,62 | 1,55 | 1,41 | 7,90 | 0,11 | 3,64 | 13,63 | 115,3 | 0,19 | 0,33 | 302,5 | 0,25 | 0,08 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 54,87 | 0,00 | 0,96 | 0,09 |
| 14 | 70,58 | 104,6 | 1,58 | 0,6 | 1,31 | 0,50 | 15,01 | 0,10 | 6,19 | 6,82 | 52,5 | 0,21 | 0,31 | 296,3 | 0,24 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | 44,88 | 0,00 | 0,28 | 0,06 |

Tablo 4.28’de Temmuz ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Tüm musluk suyu numunelerinde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.28. Temmuz 2015 su numunelerinde metal düzeyleri ($\mu\text{g/L}$)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 108 | 121,2 | 1,78 | 0,69 | 1,36 | 0,64 | 26,17 | 0,09 | 1,69 | 5,37 | 35,01 | 0,32 | 0,34 | 369,4 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 49,02 | 0,00 | 0,31 | 0,06 |
| 2 | 113,3 | 101,9 | 1,84 | 0,76 | 1,28 | 0,87 | 26,9 | 0,11 | 1,84 | 23,1 | 37,68 | 0,36 | 0,33 | 379,8 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,05 | 51,4 | 0,00 | 0,25 | 0,07 |
| 3 | 78,65 | 1,48 | 2,81 | 2,54 | 0,31 | 5,95 | 3,989 | 0,06 | 3,48 | 13,88 | 255,5 | 0,40 | 0,35 | 132,2 | 0,45 | 0,00 | 0,03 | 0,00 | 0,08 | 16,17 | 0,00 | 0,73 | 0,06 |
| 4 | 22,14 | 9,96 | 3,49 | 1,46 | 0,52 | 0,14 | 8,834 | 0,11 | 2,63 | 52,33 | 269,7 | 0,79 | 0,76 | 364,8 | 0,42 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,11 | 61,09 | 0,00 | 1,67 | 0,07 |
| 5 | 104,1 | 131,6 | 1,76 | 0,68 | 1,74 | 3,57 | 19,65 | 0,10 | 2,20 | 34,55 | 96,77 | 0,26 | 0,31 | 381,6 | 0,27 | 0,00 | 0,01 | 0,17 | 0,06 | 53,09 | 0,00 | 0,59 | 0,06 |
| 6 | 99,1 | 103,1 | 2,18 | 0,96 | 1,49 | 1,59 | 51,11 | 0,13 | 1,81 | 10,02 | 16,98 | 0,39 | 0,37 | 354,1 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,05 | 49,42 | 0,00 | 0,36 | 0,05 |
| 7 | 109,1 | 110,1 | 1,90 | 0,79 | 1,49 | 1,01 | 33,87 | 0,11 | 2,75 | 10 | 19,74 | 0,35 | 0,34 | 374,1 | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 50,88 | 0,00 | 0,52 | 0,04 |
| 8 | 110,5 | 106,9 | 1,87 | 0,73 | 1,21 | 0,77 | 28,37 | 0,09 | 1,27 | 5,71 | 14,18 | 0,41 | 0,44 | 376,5 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 49,79 | 0,00 | 0,28 | 0,04 |
| 9 | 109,7 | 116,4 | 1,85 | 0,78 | 1,43 | 0,92 | 40,69 | 0,108 | 3,39 | 31,16 | 23,56 | 0,41 | 0,49 | 372 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 48,33 | 0,00 | 0,24 | 0,04 |
| 10 | 84,38 | 1,168 | 2,78 | 2,78 | 0,27 | 1,50 | 4,171 | 0,057 | 1,08 | 7,82 | 177,1 | 0,40 | 0,45 | 119,8 | 0,46 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,05 | 15,07 | 0,00 | 0,31 | 0,04 |
| 11 | 109,5 | 123,1 | 1,84 | 0,69 | 1,19 | 0,52 | 19,41 | 0,095 | 1,37 | 7,75 | 46,36 | 0,34 | 0,35 | 376,7 | 0,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 49,45 | 0,00 | 0,48 | 0,04 |
| 12 | 105,4 | 99,49 | 1,67 | 0,59 | 1,11 | 3,34 | 12,46 | 0,101 | 1,44 | 5,58 | 296,5 | 0,24 | 0,24 | 370,5 | 0,25 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,09 | 47,98 | 0,00 | 0,34 | 0,03 |
| 13 | 101,9 | 109,8 | 1,70 | 0,64 | 1,17 | 0,19 | 9,304 | 0,086 | 2,86 | 46,53 | 44,55 | 0,39 | 0,38 | 351,3 | 0,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 47,77 | 0,00 | 0,35 | 0,76 |
| 14 | 111,8 | 137 | 1,88 | 0,71 | 1,17 | 0,72 | 26,96 | 0,094 | 17,63 | 4,921 | 22,25 | 0,29 | 0,32 | 379 | 0,29 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 50,23 | 0,00 | 0,26 | 0,06 |

Tablo 4.29’da Ağustos ayında alınan musluk suyu numunelerindeki metal düzeyleri gösterilmiştir. Tüm musluk suyu numunelerinde metal düzeyleri yönetmelikte verilen ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından önerilen sınır değerlerin altında bulunmuştur.



Tablo 4.26. Ağustos 2015 su numunelerinde metal düzeyleri (µg/L)

| | ¹¹ B | ²⁷ Al | ⁴⁷ Sc | ⁵¹ V | ⁵² Cr | ⁵⁵ Mn | ⁵⁶ Fe | ⁵⁹ Co | ⁶⁰ Ni | ⁶⁵ Cu | ⁶⁶ Zn | ⁷⁵ As | ⁸² Se | ⁸⁸ Sr | ⁸⁸ Mo | Ag | ¹¹¹ Cd | ¹¹⁸ Sn | ¹²¹ Sb | ¹³⁷ Ba | ²⁰² Hg | ²⁰⁸ Pb | ²⁰⁹ Bi |
|----|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 88,23 | 110,45 | 2,96 | 1,52 | 1,76 | 1,23 | 12,56 | 0,10 | 3,59 | 5,87 | 60,32 | 0,34 | 0,65 | 312,59 | 0,50 | 0,01 | 0,03 | 0,25 | 0,18 | 28,36 | 0,86 | 0,09 | 0,01 |
| 2 | 207,2 | 113,8 | 3,34 | 1,31 | 2,96 | 0,79 | 11,12 | 0,13 | 3,85 | 18,73 | 50,35 | 0,62 | 0,64 | 532,1 | 0,58 | 0,02 | 0,00 | 0,85 | 0,25 | 53,85 | 0,50 | 0,08 | 0,00 |
| 3 | 90,57 | 7,53 | 3,76 | 2,54 | 1,30 | 14,07 | 14,93 | 0,13 | 2,22 | 19,19 | 373,6 | 0,49 | 0,59 | 217,9 | 0,62 | 0,00 | 0,07 | 0,20 | 0,18 | 26,49 | 0,18 | 1,75 | 0,01 |
| 4 | 82,37 | 5,67 | 2,56 | 1,89 | 1,27 | 1,56 | 10,89 | 0,12 | 1,68 | 5,76 | 37,89 | 0,56 | 0,45 | 218,9 | 0,56 | 0,01 | 0,00 | 0,17 | 0,04 | 28,4 | 0,34 | 0,29 | 0,00 |
| 5 | 207,9 | 118,1 | 2,29 | 1,12 | 1,42 | 0,37 | 10,9 | 0,09 | 1,14 | 4,76 | 35,94 | 0,42 | 0,47 | 514 | 0,42 | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 0,06 | 45,54 | 0,37 | 0,34 | 0,00 |
| 6 | 178 | 145,3 | 2,41 | 1,33 | 1,55 | 1,14 | 31,14 | 0,12 | 7,31 | 10,27 | 11,36 | 0,39 | 0,44 | 498,2 | 0,46 | 0,01 | 0,00 | 0,17 | 0,10 | 49,94 | 0,15 | 0,18 | 0,00 |
| 7 | 183 | 50,39 | 2,13 | 1,15 | 1,39 | 1,30 | 36,36 | 0,12 | 1,64 | 3,25 | 24,37 | 0,43 | 0,51 | 496,7 | 0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,03 | 0,05 | 47,18 | 0,14 | 0,20 | 0,00 |
| 8 | 221,5 | 83,86 | 2,27 | 1,19 | 1,30 | 0,47 | 15,77 | 0,10 | 0,85 | 2,65 | 5,74 | 0,50 | 0,45 | 562,7 | 0,40 | 0,01 | 0,01 | 0,21 | 0,05 | 48,63 | 0,81 | 0,10 | 0,00 |
| 9 | 187,3 | 98,08 | 2,16 | 1,20 | 1,28 | 0,64 | 12,75 | 0,10 | 3,62 | 5,19 | 10,59 | 0,34 | 0,54 | 518,1 | 0,38 | 0,01 | 0,00 | 0,02 | 0,04 | 51,67 | 0,76 | 0,08 | 0,00 |
| 10 | 87,57 | 6,802 | 3,62 | 2,32 | 0,70 | 1,76 | 12,26 | 0,10 | 2,53 | 9,29 | 121,4 | 0,38 | 0,54 | 217,8 | 0,54 | 0,00 | 0,01 | 0,12 | 0,09 | 26,86 | 0,23 | 0,73 | 0,00 |
| 11 | 99,32 | 105,23 | 2,54 | 1,98 | 0,98 | 1,25 | 12,54 | 0,10 | 2,15 | 5,36 | 85,12 | 0,28 | 0,51 | 256,35 | 0,39 | 0,01 | 0,025 | 0,154 | 0,084 | 29,210 | 0,540 | 0,86 | 0,00 |
| 12 | 212,4 | 86,11 | 2,16 | 0,93 | 1,16 | 5,09 | 67,81 | 0,09 | 0,96 | 2,75 | 210,3 | 0,36 | 0,54 | 521,4 | 0,39 | 0,00 | 0,01 | 0,257 | 0,118 | 46,48 | 0,127 | 0,55 | 0,00 |
| 13 | 191,4 | 103,4 | 2,48 | 1,10 | 1,25 | 0,15 | 11,32 | 0,08 | 1,45 | 6,39 | 28,47 | 0,5 | 0,61 | 528,7 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,047 | 52,64 | 0,101 | 0,13 | 0,01 |
| 14 | 174,7 | 106,1 | 2,23 | 1,03 | 1,33 | 0,25 | 6,98 | 0,09 | 13,43 | 6,86 | 33,98 | 0,43 | 0,69 | 518,9 | 0,39 | 0,00 | 0,00 | 0,05 | 0,054 | 52,26 | 0,09 | 0,09 | 0,00 |

5. TARTIŞMA

5.1. Balıklarda Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Balıklarda ağır metal birikimi ile ilgili ülkemizde ve yurtdışında farklı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular hem kendi içerisinde hem de önceki çalışmalarla karşılaştırılmak suretiyle değerlendirilmiştir. Bu çalışmada balıklarda ölçülen metal düzeyleri çeşitli kuruluşlar tarafından verilen sınır değerler ile karşılaştırıldığında, bazı aylarda bazı balık türlerinde kurşun, kadmiyum, arsenik, cıva ve çinkonun yüksek olduğu görülmüştür. Ortalama kurşun düzeyi en yüksek hamside ardından palamut, istavrit, barbun ve mezgitte ölçülmüştür. Orta Karadeniz’de 2011 yılında yapılmış bir çalışmada Pb düzeyi hamside 0.4 ± 0.2 mcg/g, mezgitte 0.9 ± 0.2 mcg/g olarak bulunmuştur (65). Karadeniz’de farklı dönemlerde yapılmış üç araştırmada da hamsi ve mezgitte kurşun düzeyleri benzer olarak bildirilmiştir (66,67,68). Alkan ve arkadaşları (69) Karadeniz’de yaptıkları çalışmada Pb düzeyini hamside ortalama 0.03 mcg/g, istavritte 0.02 mcg/g olarak diğer çalışmalardan daha düşük düzeylerde saptamışlardır. Bu çalışmada Pb hamside 0.07-6.63 mg/kg, istavritte 0.08-2.13 mg/kg, mezgitte 0.01-1.53mg/kg, barbunda 0.02-2.95 mg/kg aralığında bulundu. Alabalıklarda Pb düzeyleri ise 0.00-3.52 mg/kg aralığında bulundu. Erzurum’da yapılan çalışmada 4 farklı işletmenin alabalık örneklerinde Pb düzeyi ortalaması $0,053\pm 0,043$ mg/kg olarak belirlenmiştir (70). Çalışmamızda alabalıklarda kurşun düzeyleri diğer çalışmadan yüksek olup sınır değeri aşan düzeyler de saptanmıştır. Pb düzeyi bakımından en yüksek ortalama değerin gözlendiği hamside bulunan ortalama 1.75 mg/kg Pb için hesaplanan tehlike katsayıları 1’den küçük bulunmuştur. Ayrıca EPA tarafından risk hesaplamalarında kullanılan 0.227 kg/öğün miktarı üzerinden değerlendirme yapıldığında hamside ölçülen ortalama Pb düzeyi (1.75 mg/kg) DSÖ tarafından belirlenmiş olan haftalık tolere edilebilir miktarın (PTWI: 1750mcg) %22.7’sini oluşturmaktadır (53,63).

Karadeniz’de yapılan bir çalışmada Cd düzeyi hamsinin kas dokusunda 0.30 ± 0.03 mcg/g, istavritte ise 0.25 ± 0.03 mcg/g bulunmuştur (69). Bu çalışmada Cd hamside 0.004-2.24 mg/kg, istavritte ise 0.001-0.49 mg/kg aralığında bulunmuştur. Bat ve arkadaşlarının (71) çalışmasında barbun, mezgit, istavrit ve kefalde Cd ölçüm limitlerinin altında (<0.02 mg/kg) bulunmuştur. Turan ve arkadaşları (66) Karadeniz’den avlanan mezgit, istavrit ve barbunda Cd düzeyini sırasıyla 0.192 ± 0.020 mcg/g,

0.124±0.018 mcg/g, 0.208±0.017 mcg/g ölçmüşlerdir. Akdeniz'den avlanan mezgitte ise Cd Karadeniz'e göre belirgin yüksek olup 1.685±0.124 mcg/g, istavrit ve barbunda ise 0.183±0.026 mcg/g ve 0.494±0.183 mcg/g bulunmuştur. Bu çalışmada yıl boyunca Cd mezgitte 0.001-0.18 mg/kg, barbunda 0.001-0.20 mg/kg aralığında bulunmuştur. Alabalıklarda ise Cd düzeyi ölçüm limitlerinin altındaki düzeyler ile 0.67 mg/kg gibi oldukça yüksek düzeyler arasında değişmektedir. Erzurum'da alabalıklarla yapılan çalışmada Cd içeriği bütün işletmelerde ortalama 0,019±0,020 mg/kg ölçülmüş olup farklı işletmelerin numunelerinde Cd düzeyleri arasında anlamlı farklılık gözlenmiştir. Cd düzeyi bazı işletmelerin bazı numunelerinde çalışmamızda olduğu gibi limitin üstünde ölçülmüştür (70). Çalışmamızda 0.50 mg/kg ortalama ile en yüksek Cd düzeyi tespit edilen hamsi için hesaplanan tehlike katsayıları 1'in altında bulunmuştur. EPA tarafından hazırlanan rehberde bu düzeyde Cd mevcut olduğunda balık tüketiminin 0.90 kg/ay'dan fazla olmaması önerilmektedir (53).

Korkmaz ve arkadaşlarının (72) Karadeniz'de yaptıkları çalışmada arsenik konsantrasyonu hamside <0.1-5.33 mcg/g, istavritte <0.1-7.39 mcg/g, mezgitte <0.1-3.95 mcg/g aralığında bulunmuştur. Ortalama arsenik düzeyi ise istavritte 4.40 mcg/g, mezgitte 1.32 mcg/g olup sınır değerlerin üstünde olduğu bildirilmiştir. Bat ve arkadaşları (71) Sinop'ta yaptıkları çalışmada As düzeyini barbunda 1.3, mezgitte 1.24, istavritte 0.39 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Alkan ve arkadaşları (69) As düzeyini hamside 1.85±0.17, istavritte 2.58±0.10 mcg/g olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada As hamside 0.385-7.07 mg/kg, istavritte 0.18-6.92 mg/kg, mezgitte DLA-8.77 mg/kg aralığında bulunmuştur. Çalışmamızda deniz balıklarında ve alabalıklarda diğer çalışmalara göre yüksek değerlere rastlanmış olup, hem deniz balıkları hem de alabalıklarda TGK'deki sınır değerleri aşan miktarlar saptanmıştır. Erzurum'da alabalıklarda yapılan çalışmada As içeriği numune alınan bütün işletmelerde 0,024±0,047 mg/kg ortalamaya sahip olup bu düzeyler çalışmamıza göre oldukça düşüktür (70). Çalışmamızda 3.17 mg/kg ortalama ile en yüksek As düzeyi barbunda tespit edilmiş olup bu miktar için hesaplanan tehlike katsayıları oldukça yüksek bulunmuştur. EPA As düzeyi 0.13 mg/kg'ın üzerinde bulunduğunda balığın tüketilmemesini önermektedir (53).

Nisbet ve arkadaşları (67) Orta Karadeniz'den avlanan istavrit, tirsi, barbun, hamsi, palamut, mezgit ve kalkan gibi balık türlerinin hiçbirinde Hg

saptayamamışlardır. Doğu Karadeniz’de yapılan benzer bir çalışmada ise Hg mezgitte 0.0 ± 0.01 mcg/g, barbunda 0.11 ± 0.01 mcg/g olup yasal limitin altında bulunmuştur (73). Bu çalışmada incelenen balık türleri arasında en yüksek Hg konsantrasyonları mezgit ve barbunda saptanmıştır. Hg ölçümleri mezgitte DLA-0.23 mg/kg, barbunda ise 0.003-0.93 mg/kg aralığında bulunmuştur. İstavrit ve barbunda aralık ayında sınır değerinin üstünde ölçümler yapılmıştır. En yüksek ortalamaya sahip olan barbun için tespit edilen 0.096 mg/kg düzeyi değerlendirildiğinde ilk 3 yaş için tehlike katsayılarının yüksek olduğu bulunmuştur. EPA balıkta cıva 0.078-0.12 mg/kg aralığında bulunduğu 1.81 kg/ ay’ dan fazla tüketilmemesini önermektedir (53).

Turan ve arkadaşları (66) Akdeniz’den avlanan istavrit, barbun ve mezgitte Zn düzeyini sırasıyla 14.062 ± 1.967 , 5.870 ± 0.405 , 5.288 ± 0.405 mcg/g, Karadeniz’den avlanan balıklarda ise yine sırasıyla 25.416 ± 3.664 , 7.573 ± 0.389 ve 6.029 ± 0.545 mcg/g olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmada Zn mezgitte 3.78-42.86 mg/kg, istavritte 8.80-78.65 mg/kg, barbunda 4.70-33.88 mg/kg aralığında bulunmuştur. Nisbet ve arkadaşları (67) Zn düzeyini istavrit, tırsi, barbun, hamsi, palamut, mezgit ve kalkan balıkları arasında en yüksek mezgitte olmak üzere 31.34 ± 1.61 mcg/g olarak bildirmiştir. Sinop’ta yapılan çalışmada mezgit, barbun, istavrit türleri arasında en yüksek Zn düzeyi istavritte 24,7 mg/kg olarak diğerlerinden 7-8,5 kat fazla bulunmuştur (71). Çalışmamızda alabalıklarda ise Zn düzeyi 2.927-32.73 mg/kg arasında ölçülmüştür. Erzurum’da alabalık işletmelerinden alınan numunelerde Zn içeriği ortalama $1,218 \pm 1,088$ mg/kg olup bu çalışmadan oldukça düşük bulunmuştur (70). FAO/WHO Zn için haftalık tolere edilebilir Zn miktarını (PTWI) 7 mg/kg olarak bildirmiştir (63). Bu miktar 70kg’lık bir yetişkin için 490 mg/haftaya denktir. Balıklarda tespit edilen en yüksek değer olan 78.65 mg/kg değerlendirildiğinde haftalık 6kg’ı geçmeyen balık tüketimi sorun oluşturmamaktadır.

Amasra’da yapılan bir çalışmada bor düzeyi mezgitte 44.83 ± 40.29 mcg/g, barbunda 6.73 ± 2.74 mcg/g bulunmuştur (74). Sakarya’da yapılan benzer bir çalışmada Bor düzeyi istavritte 0.92 ± 0.03 , palamutta 0.60 ± 0.07 , barbunda 0.36 ± 0.05 , hamside 0.28 ± 0.03 , mezgitte 0.22 ± 0.01 mcg/g olarak bildirilmiştir (75). Bu çalışmada Eylül-2014-Şubat-2015 arasında bortüm balıklarda ölçülebilir düzeyin altında bulunmuştur. Şubat-Nisan 2015 arasında ise mezgitte 0.14-5.966 mg/kg, barbunda 0.005-6.114 mg/kg arasında bulunmuştur. Alabalık numunelerinde B düzeyi ise ölçülebilir düzeylerin

altındaki değerler ile 15.99 mg/kg arasında değişmektedir. Bor için günlük tolere edilebilir miktar DSÖ tarafından 10 mg olarak bildirilmiştir (31).

Türksönmez'in (76) Marmara'dan avlanan hamsi balıklarında yaptığı analizlerde Al en düşük 4,70 mg/kg, en yüksek 50,97 mg/kg bulunmuş olup en yüksek Al ortalaması 19.10 mg/kg ile Ekim ayında, en düşük Al ortalaması ise 6.24 mg/kg ile Şubat ayında saptanmıştır. Turan ve arkadaşları (66) Karadeniz'den avlanan balıklarda Al düzeyini en yüksek hamside, sonra sırasıyla mezgitte ve barbunda 95.313 ± 18.270 mcg/g, 86.301 ± 11.772 mcg/g, 9.850 ± 1.439 mcg/g olarak bildirmiştir. Karadeniz'de yapılan başka bir çalışmada Al düzeyleri mezgitte 17.36 ± 5.21 mcg/g barbunda 2.60 ± 2.79 ölçülmüştür. Bu çalışmada Al en yüksek Aralık ayında barbunda (265 mg/kg), en düşük ise kasımda mezgitte (0.36 mg/kg) ölçülmüştür. Hamside ölçülen değerler Turan ve arkadaşlarının (66) Karadeniz'de hamsiden elde ettiği değerlerden düşük olup Marmara'da yapılan çalışmaya benzerdir. Alabalıklarda ise Al düzeyi dedeksiyon limitinin altındaki düzeyler ile 38.89 mcg/L arasında bulunmuştur.

Karadeniz'de Romanya kıyılarında yapılan bir çalışmada balıklarda Cr düzeyi tırsi balığında 0.11 ± 0.03 mcg/g, barbunda 0.02 ± 0.002 mcg/g bulunmuştur (77). Türkiye'de Karadeniz'in doğusunda yapılan bir çalışmada Cr düzeyi hamside 0.67 ± 0.05 mcg/g, istavritte 0.68 ± 0.05 mcg/g bulunmuştur (69). Elazığ ve Malatya'da balıkçı tezgahlarından alınan balıkların incelendiği bir çalışmada ort krom konsantrasyonu Elazığ'da satılan barbunda 370 ± 37 mcg/kg, Malatya'da satılan barbunda 311 ± 19 mcg/kg bulunmuştur (78). Bu çalışmada barbunda Cr en düşük Ekim'de, en yüksek Aralık ayında olmak üzere $0.131-4.18$ mg/kg arasında ölçülmüştür. Mezgitte ise Cr en düşük Ekim ve Ocak aylarında, en yüksek Aralık ayında olmak üzere ($0.11-2.13$) mg/kg arasında bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen maksimum değerler diğer çalışmalardan yüksek bulunmuştur. Turan ve arkadaşları Karadeniz'de yaptıkları çalışmada Cr düzeyini mezgitte 0.144 ± 0.050 mcg/g, istavritte 0.074 ± 0.020 mcg/g, barbunda 1.055 ± 0.289 mcg/g olarak bildirmiştir (66). Bu çalışmada istavritte Cr düzeyi 0.10 mg/kg ile 2.35 mg/kg arasında olup diğer çalışmalardan yüksektir. Alabalıklarda ölçülen Cr düzeyleri ise 0.04 ile 3.74 mg/kg aralığında ve deniz balıkları ile benzerdir.

Mn düzeyleri bu çalışmada en yüksek mezgitte, en düşük kefalde ölçülmüştür. Orta Karadeniz'de yapılan bir çalışmada Mn en yüksek istavritte (10.72 ± 0.88 mcg/g), en düşük tırside (2.50 ± 0.21 mcg/g) bulunmuştur (67). Turan ve arkadaşları (66)

Karadeniz ve Akdeniz'den avlanan mezgit, barbun ve hamsi balıklarının inceledikleri çalışmada en yüksek Mn düzeyini hamside 1.390 ± 0.326 mcg/g olarak ölçtüklerini ve Karadeniz'den avlanan hamsi ve mezgitte Mn düzeylerinin Akdeniz'e göre yüksek olduğunu bildirmiştir. Karadeniz'de yapılan başka bir çalışmada Mn düzeyi hamside 0.69 ± 0.26 mcg/g, istavritte 0.56 ± 0.04 mcg/g bulunmuştur (69). Çalışmamızda Mn düzeyi hamside $0.132-5.41$ mg/kg istavritte $0.109-2.87$ mg/kg aralığında bulunmuş olup diğer çalışmalara göre yüksek değerler mevcuttur. Alabalıklarda ise Mn düzeyleri 0.06 ile 9.0 mg/kg arasında ölçülmüştür. Beyşehir Gölü'nde tatlı su balıklarının incelendiği bir çalışmada sudak balığında Mn 0.215 ± 0.007 ile 0.311 ± 0.0 mg/kg bulunmuş olup maksimum değerler bu çalışmada alabalıklarda ölçülen değerlerden düşüktür (79). Türk Gıda Kodeksi'nde mangan için herhangi bir limit konsantrasyon belirtilmemiştir. DSÖ ise günlük alınabilecek mangan miktarını yetişkinler için $2-9$ mg olarak belirlemiştir (63).

Aygün ve Abanoz'un (65) Samsunda yaptıkları çalışmada hamside Fe düzeyi 1 yıl ara ile 34.0 ± 2.5 µg/g ve 51.5 ± 5.3 µg/g, mezgitte ise 9.9 ± 2.1 µg/g ve 7.0 ± 4.6 µg/g bulunmuştur. Bu çalışmada Fe düzeyi hamsi balığında en düşük 6.63 mg/kg, en yüksek 344.59 mg/kg olup diğer çalışmaya göre belirgin yüksektir. Deniz balıkları arasında en yüksek demir düzeyi aralık ayında hamside 344.59 mg/kg, en düşük ise ekim ayında mezgitte 0.013 mg/kg olarak ölçülmüştür. Sinop'ta yapılan bir çalışmada Fe düzeyi en yüksek kefalde olmak üzere sırasıyla barbun, mezgit ve istavritte 3.2 , 2.3 , 2.2 ve 0.87 mg/kg olarak ölçülmüştür (71). Uluözlü ve arkadaşları (68) yaptıkları çalışmada Fe düzeyini en yüksek barbunda (163 ± 12 mg/kg) ölçmüşlerdir. Bu çalışmada ise en yüksek demir düzeyi Ekim, Kasım, Aralık ve Şubat aylarında hamside, Ocak ve Mart ayında ise mezgitte bulunmuştur. Alabalıklarda ölçülen demir düzeyleri $0.011-501.6$ mg/kg arasında bulunmuştur.

Karadeniz'de yapılan bir çalışmada Co düzeyleri hamside 0.03 ± 0.01 , istavritte 0.03 ± 0.01 mcg/g bulunmuştur (69). Alkan ve arkadaşlarının Trabzon'da yaptıkları çalışmada Co düzeyi mezgitte 0.03 ± 0.01 mcg/g, barbunda 0.12 ± 0.01 mcg/g olarak bulunmuştur (73). Karadeniz'de yapılan başka bir çalışmada Co düzeyi 0.42 ± 0.04 mcg/g ile en yüksek barbunda, sonra palamutta 0.40 ± 0.04 , istavritte 0.38 ± 0.04 , mezgitte 0.25 ± 0.03 mg/kg bulunmuştur (80). Barbunda Co düzeyi $0.02-4.94$ mg/kg arasında ölçülmüştür. Hamside ise maksimum Co düzeyinin 7.60 mg/kg'a ulaştığı

görülmüştür. Çalışmamızda alabalıklarda Co düzeyleri 0.003 ile 2.39 mg/kg arasında değişmektedir.

Alkan ve arkadaşlarının (69) Karadeniz’de yaptıkları çalışmada Ni düzeyi hamside 0.27 ± 0.07 , istavritte 0.53 ± 0.16 mcg/g bulunmuştur. Turan ve arkadaşlarının (66) yaptıkları çalışmada nikel Akdeniz’de 1.044 ± 0.337 mcg/g, Karadeniz’de 1.363 ± 0.50 mcg/g olmak üzere en yüksek mezgitte ölçmüştür. Çalışmamızda nikel mezgitte 0.35-10.58 mg/kg, hamside 0.75-7.62 mg/kg, istavritte 0.14-5.25 mg/kg aralığında bulunmuştur. En yüksek nikel Kasım ayında barbunda 10.09 mg/kg, Mart ayında ise mezgitte 10.581 mg/kg olarak ölçülmüştür. Alabalıklarda Ni düzeyi 0.101 ile 10.17 mg/kg aralığında bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar diğer çalışmalardan yüksek bulunmuştur.

Bat ve arkadaşlarının (71) çalışmasında bakır düzeyi istavritte ortalama 0.67 mg/kg bulunmuş olup, barbun, mezgit ve kefalde ölçüm limitlerinin altında olduğu bildirilmiştir. Romanya’da Karadeniz kıyılarında yapılan bir çalışmada ise gümüş balığı, tırsi, çaça ve barbun balıkları arasında en yüksek Pb, Ni ve Cu miktarları barbunda ve sırasıyla 0.32 ± 0.25 , 0.27 ± 0.13 ve 3.48 ± 2.45 mcg/g bulunmuştur (77). Bu çalışmada barbunda bakır en yüksek aralık ayında olmak üzere 0.17-5.73 mg/kg aralığında, hamside 0.80-10.36 mg/kg, istavritte 0.26-4.75 mg/kg, mezgitte 0.31-13.41 mg/kg bulunmuştur. Orta Karadeniz Bölgesi’nde yapılan bir çalışmada Cu düzeyi istavritte 1.79 ± 0.12 , palamutta 1.74 ± 0.18 , lüferde 2.86 ± 0.58 , mezgitte 3.72 ± 0.59 , barbunda 3.14 ± 0.31 mcg/g, hamside 2.73 ± 0.21 mcg/g bulunmuştur (67). Çalışmamızda tüm işletmelerin alabalık örneklerinde Cu düzeyi ortalama 1.80 mg/kg’dır. Erzurum’da alabalık üretim çiftliklerinden alınan örneklerde Cu içeriği ortalama 0.452 ± 0.539 bulunmuştur (70). İşletmeler arasında Cu düzeyi istatistiksel açıdan bir farklılık göstermemiştir. Çalışmamızda alabalıklarda Cu düzeyi Erzurum’da yapılan çalışmaya göre yüksektir

Alkan ve arkadaşlarının çalışmasında Se düzeyi mezgitte $4.32\pm .82$ mcg/g, barbunda 2.83 ± 0.75 mcg/g bulunmuştur (73). Bu çalışmada Se mezgitte 0.04-4.44 mg/kg, barbunda ise 0.03-5.62 mg/kg arasında bulunmuştur. Marmara Denizi’nde yapılan bir çalışmada Se düzeyi barbunda $2,99\pm 0,84$ istavritte $4,42\pm 1,35$ mg/kg bulunmuştur (81).

Sakarya’da yapılan çalışmada baryum lüferde ölçülen 0.59 ± 0.02 mcg/g konsantrasyonu dışında diğer balıklarda ölçüm limitlerinin altında bulunmuştur (75). Antalya Körfezi’nde yapılan çalışmada kolyoz balığında Ba düzeylerinin kasta 0.20-0.40 mg/kg olduğu bildirilmiştir (82). Bu çalışmada Ba en yüksek kefal ve hamside tesbit edilmiş olup, elde edilen en yüksek ölçüm 122.254 mg/kg’dır. Alabalıklarda ise Ba düzeyi 0.003-15.33 mg/kg aralığında tespit edilmiştir.

Sakarya’da yapılan çalışmada Sr düzeyleri en düşük palamutta 1.42 ± 0.02 mcg/g, en yüksek barbunda 7.68 ± 0.04 mcg/g bulunmuştur (75). Bu çalışmada Sr en düşük 0.424 mg/kg, en yüksek 290.44 mg/kg ölçülmüştür.

5.2. Musluk Sularında Ağır Metal Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada Düzce il merkezinde 14 noktadan alınan musluk suyu numunesinde metal konsantrasyonları numune alınan bölgeye ve zamana göre değişim yönünden değerlendirilmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar ülkemizde ve başka ülkelerde yapılan çalışmalarla karşılaştırılmıştır.

Kosova’da yapılan bir çalışmada özel kaynak suları, artezyen suları, sondaj kuyu suyu ve musluk suyu örneklerinde metal düzeyleri incelenmiş ve Bor düzeyinin musluk suyu dışındaki bazı numunelerde DSÖ tarafından önerilen limit değeri (500 mcg/L) aştığı bulunmuştur (83). Çalışmamızda en yüksek B konsantrasyonu 379 mcg/L olup sınır değerinin altındadır.

Malezya’da yapılmış bir çalışmada musluk sularında Al düzeyi 2 farklı bölgede 0.200 ± 0.039 mg/L (minimum 0.13- maksimum 0.23 mg/L) ve 0.22 ± 0.044 mg/L (minimum 0.14- maksimum 0.36 mg/L) olarak bulunmuştur (84). Bu çalışmada ortalama Al düzeyi 76.65 mcg/L olup bu çalışmadan oldukça düşüktür. Çalışmamızda su numunelerinde Al düzeyi dedeksiyon limitlerinin altındaki düzeyler ile 369 mcg/L arasında değişmektedir. Elde ettiğimiz en yüksek sonuçlar bu çalışmadaki bölgelerden biri ile benzerdir. Numune alınan 14 noktadan 6’sında birer defa sınır değer olan 200 mcg/L’nin aşıldığı tespit edilmiştir. Kosova’da yapılan çalışmada musluk suyunda Al ortalama 93.7 mcg/L ölçülmüş olup 0.058-621 mcg/L arasında değiştiği görülmüştür (83). Alüminyum su arıtma sürecinde tanecik çöktürme amacıyla kullanılan bir maddedir. Su arıtma işlemlerinde uygulanan farklı süreçler suda Al seviyesini etkiler. Bu nedenle farklı arıtma tesisinden gelen sular Al düzeyi bakımından farklılık

gösterebilir. Arıtma tesisi çıkışında Al miktarı uygun düzeylerde dahi olsa mikroflok halinde içme suyu şebekesine ulaşan partiküllerin şebekede ölü noktalarda birikmesi sonucu musluk suyunda Al yüksek düzeylere ulaşabilir (85). Çalışmamızda farklı aylarda farklı noktalarda limitlerin üstünde bulunan Al düzeyleri bu durumun bir sonucu olabilir.

Ürdün'de yapılan bir çalışmada musluk suyunda krom ortalama 26.1 ± 0.4 mcg/L (minimum 10.5- maksimum 31.3 mcg/L) bulunmuştur (86). Konya'da içme suyu için kaynak oluşturan kuyu suyu, kaynak suyu ve arıtma tesislerinden alınan numunelerde Cr konsantrasyonu 0.76-20.71 mcg/L aralığında bulunmuştur (87). Tunceli ili ve ilçelerinde yapılan çalışmada musluk sularında Cr konsantrasyonu 2.22–15.52 mcg/L aralığında bulunmuştur (88). Çalışmamızda Cr düzeyi ortalama 1,501 mcg/L olup dedeksiyon limitlerinin altındaki düzeyler ile 10,27 mcg/L arasında değişmektedir. Çalışmamızda ve diğer çalışmalarda tüm sonuçlar aşılmaması gereken 50 mcg/L değerinin altında ve Düzce'de elde edilen sonuçlar diğerlerinden düşük bulunmuştur.

Düzce'de musluk sularında Mn ortalama 1.26 mcg/L olup dedeksiyon limitlerinin altındaki düzeyler ile 14.07 mcg/L arasında değişmektedir. Konya'da yapılan çalışmada incelenen su numunelerinde Mn düzeyi 0.82-23.81 mcg/L arasında bulunmuş olup Düzce'de olduğu gibi limit değerinin altındadır (87). Hindistan'da yapılan bir çalışmada musluk sularında Mn ortalama 170 ± 38 mcg/L bulunmuş olup numunelerin %55'inde toksik düzeyde ya da sınırdaki Mn konsantrasyonu saptanmıştır (89). Kosova'da yapılan çalışmada da musluk sularında Mn konsantrasyonu 0.052 mcg/L gibi limitin altındaki değerlerle 226.7 mcg/L gibi oldukça yüksek değerler arasında bulunmuştur (83).

Mısır'da yapılan bir çalışmada musluk sularında metal düzeyleri incelenmiş ve demir ortalama 833.60 ± 78.48 mcg/L bulunmuştur. Şişe suları ile karşılaştırıldığında musluk sularında demir düzeyi anlamlı düzeyde yüksek ve DSÖ limitlerinin üzerinde bulunmuştur (90). Ürdün'de musluk sularında Fe düzeyi ortalama 739.66 ± 974 mcg/L bulunmuş olup farklı numunelerdeki farklı konsantrasyonların depo tanklarından veya borulardan suya metal salınımına bağlı olabileceği bildirilmiştir (85). Düzce'de musluk sularında Fe düzeyi 34.38 ± 53.16 mcg/L bulunmuştur. Numune alınan 3 noktada çalışma boyunca yalnızca bir defa tespit edilen yüksek değerler dışında tüm sonuçlar limitin altındadır. Romanya'da içme suyu kaynaklarının incelendiği çalışmada farklı

kaynaklarda Fe düzeyi 8.8-51.9 mcg/L arasında bulunmuş olup bizim çalışmamızda olduğu gibi limit değerinin altındadır. Ancak suyun toplanma noktasındaki pompada Fe konsantrasyonu 282.4 mcg/L gibi yüksek bir düzeyde ölçülmüş ve bu durum suyun borularda durgun bir şekilde beklemesine bağlanmıştır (91). DSÖ'e göre içme sularında Fe 2000 mcg/L'den yüksek düzeylerde olmadıkça ciddi sağlık sorunlarına yol açmamakta ancak suda limitlerin üstünde bulunduğu takdirde tortu ve içilebilirlikte azalmaya yol açmaktadır (31).

Kosova'da yapılan çalışmada musluk sularında kobalt düzeyi ortalama 0.09 (0.01-0.79 mcg/L arasında) ölçülmüştür (83). Van'da yapılan bir çalışmada musluk sularında kobalt düzeyi merkezde 0.12 ± 0.01 mg/L, ilçelerde ise 0.13 ± 0.009 mg/L bulunmuş ve kış aylarında diğer aylara göre yüksek olduğu belirlenmiştir (92). Bu çalışmada Düzce musluk sularında Co düzeyi Van'daki sonuçlarla uyumlu olarak 0.162mcg/L (DLA-0.798) bulundu.

Kosova'da yapılan çalışmada musluk suyunda nikel ortalama 1.68 mcg/L (0.13-6.10 mcg/L arasında), Malezya'da musluk sularında ortalama 0.91 mcg/L (0.26-2.63 mcg/L aralığında), şişelenmiş içme sularında 0.55 mcg/L (0.1-2.09 mcg/L arasında) bulunmuştur (83,93). Ürdün'de musluk sularında nikel 5.4 mcg/L (DDA-7.1 mcg/L) bulunmuştur (85). Bu çalışmada nikel ortalama $3.32 \mu\text{g/L}$ ($0.335-19.16 \mu\text{g/L}$ arasında) bulunmuş olup ortalama Ni düzeyi ve ölçülen maksimum değerler diğer çalışmalardan yüksektir. Ancak ölçümler DSÖ limitlerinin altındadır.

Kosova'da musluk suyu numunelerinde bakır ortalama 4.17 (0.51-34.8) mcg/L bulunmuştur (83). Malezya'da ise şişelenmiş içme sularında ortalama 2.99 (0.2-7.3) mcg/L, musluk sularında 8.54 (1.00-26.0) mcg/L, bulunmuştur (93). Ürdün'de musluk sularında bakır 1005.3 (320.4-2123.6) mcg/L bulunmuştur (85). İçme suyundaki bakırın başlıca kaynakları ev sıhhi tesisat sistemlerindeki korozyondur. Bakırın suya karışması suyun borularda bekleme süresine, suyun asiditesine ve sıcaklığına bağlıdır (31). Çalışmamızda bakır konsantrasyonu ortalama 18.21 mcg/L olup dedeksiyon limitlerinin altındaki düzeyler ile 445.10 mcg/L arasında bulunmuştur. Bu sonuçlar Kosova ve Malezya'daki sonuçlara göre yüksek olmakla birlikte limitlerin oldukça altında olması sevindiricidir.

Yapılmış çalışmalarda musluk sularında çinko düzeyi Bitlis'te ortalama 1.66-156 mcg/L aralığında, Van'da merkezde 0.10 ± 0.020 , ilçelerde 0.11 ± 0.011 mg/L,

Kosova'da ortalama 68.7(0.66-973.2) mcg/L, Ürdün'de ortalama 61.3±49.6mcg/L (114.2-206.9), Hindistan'da 101±0.034 (6-1328) mcg/L olarak bildirilmiştir (83,85,89,92,94). Malezya'da şişelenmiş içme sularında Zn ortalama 0.4 (DLA-2.56) mcg/L, musluk sularında 34.71 (2-358) mcg/L bulunmuştur (93). Bu çalışmada Zn konsantrasyonu 112.66 mcg/L(1.55-1495.5) olup Hindistan'daki sonuçlara benzerdir. Bu miktar diğer çalışmalara göre yüksek olmakla birlikte limitin altındadır.

Arsenik yerkabuğundaki doğal katmanlardan, endüstriyel ve tarımsal kirliliğin olduğu bölgelerden su kaynaklarına karışabilen toksik bir metaldir (31). Aksaray'da yapılan çalışmada numune alınan içme suyu kaynaklarında As düzeyi 0.2-52.4 mcg/L arasında ve numunelerin %32'sinde limitin üstünde bulunmuştur (95). Tunceli'de yapılan çalışmada musluk sularında As düzeyi limitin üstünde ölçümler saptanan 2 ilçe dışındaki ilçelerde ve merkezde 0.2-4 mcg/L arasında bildirilmiştir (88). Ürdün'de musluk sularında As ortalama 9.3 (4.1-16.1) mcg/L bulunmuştur (85). Bu çalışmada musluk sularında As düzeyi ortalama 0.68 mcg/L olup dedeksiyon limitlerinin altındaki düzeyler ile (DLA-3.26) mcg/L bulunmuştur. Kosova'da yapılan çalışmada musluk sularında As ortalama 0.79 (0.055-7.20) mcg/L bulunmuş olup Düzce'deki sonuçlara benzerdir (83).

Ürdün'de musluk sularında selenyum ortalama 63.9 (22.1-91.3) mcg/L bulunmuştur (85). Tunceli'de farklı ilçelerden alınan su numunelerinde Selenyum ortalaması 2.5-3 mcg/L arasında bulunmuştur (88). Bu çalışmada selenyum ortalama 0.49 (DLA-4.83) mcg/L bulunmuştur. Selenyum gıdaların çoğunda doğal olarak bulunan, organizmada belli fonksiyonları olan ve düşük konsantrasyonlarda toksik etki oluşturmayan bir metaldir.

Hırvatistan'da farklı noktalardan alınan su numunelerinin ortalama stronsiyum düzeyleri 101-374 mcg/L arasında bulunmuştur (96). Kosova'da musluk sularında Sr 0.24 (0.041-0.76) mg/L bulunmuştur (83). Düzce'de Sr ortalama 316.34 (0.42-562.7) mcg/L bulunmuştur.

Kosova'da musluk sularında molibden 0.72 (0.018-16.1) mcg/L bulunmuştur (83). Hırvatistan'da farklı noktalardan alınan musluk sularında Mo ortalamaları 0.24-2.34 mcg/L arasında değişmektedir (96). Düzce'de musluk suyu numunelerinde Mo 0.259 (DLA-0.838) mcg/L arasında olup daha düşüktür.

Hırvatistan'da farklı noktalardan alınan su numunelerinin ortalama Ag düzeyleri 0.009-0.184 mcg/L arasında bulunmuştur (96). Bu çalışmada Ag 0.005 mcg/L (DLA-0.80) bulunmuştur.

Musluk sularında metal düzeylerini inceleyen çalışmalarda Cd konsantrasyonu Malezya'da ortalama 0.41 (minimum 0.36- maksimum 0.85 mcg/L), Hindistan'da ortalama 0.025 (DLA-0.42) mcg/L arasında bildirilmiştir (89,93). Mısır'da yapılan bir çalışmada musluk sularında Cd düzeyi 2.12 ± 0.66 mcg/L ölçülmüş olup şişe sularına benzer bulunmuştur (90). Bu çalışmada Cd ortalama 0.23 mcg/L (DLA-0.089) bulunmuş olup diğer çalışmalara göre oldukça düşüktür.

Hırvatistan'da farklı noktalardan alınan su numunelerinin ortalama kalay düzeyleri 0.013-0.245 mcg/L arasında bulunmuştur (96). Bu çalışmada musluk sularında Sn düzeyleri ortalama 0.070 (DLA-2.58) mcg/L olup diğer çalışmadan daha yüksek bulunmuştur.

Kosova'da musluk sularında antimon düzeyleri ortalama 0.12 (0.010-1.84) mcg/L bulunmuştur (83). Tunceli'nin farklı ilçelerinden alınan su numunelerinde Sb ortalamaları 1.7 ile 2.0 mcg/L arasında bulunmuştur (88). Bu çalışmada ortalama Sb düzeyi 0.101 (DLA-1.296) mcg/L olup limitlere uygun ve diğer çalışmalardan daha düşük bulunmuştur.

Hırvatistan'da farklı noktalardan alınan su numunelerinin ortalama Ba düzeyleri 12.6-109 mcg/L arasında bulunmuştur (96). Kosova'da musluk sularında Ba artezyen sularına göre oldukça düşük olup 31.2 (2.60-96.5) mcg/L bulunmuştur (83). Çalışmamızda musluk sularında Ba 38.32 (0.130-215.73) mcg/L bulunmuş olup diğer çalışmalara benzer şekilde limitin altındadır. Ürdün'de ise Ba musluk sularında ortalama 421 (186-827.2) mcg/L bulunmuş olup bazı örneklerde limitin üstünde değerler saptanmıştır (86).

Toksik elementlerden olan kurşun endüstriyel atıklar ve kurşun boruların korozyonuyla içme sularına karışabilir. Bu çalışmada musluksularında Pb ortalama 0.323 (DLA-2.78) mcg/L bulunmuş olup limitin altındadır. Çalışmamıza benzer şekilde Hırvatistan'da farklı noktalardan alınan su numunelerinin ortalama Pb düzeyleri 0.512-8.40 mcg/L arasında, Kosova'da ortalama 0.32 (0.016-2.13) mcg/L, Malezya'da ortalama 0.28 (DLA-3.8), Hindistan'da 0.027 ± 0.0064 (DDA-0.200) (83,89,93,96)

bulunmuştur. Musluk sularında kurşunun limitin üzerinde saptandığı çalışmalar ise Ürdün'den 22.1-176.3 mcg/L aralığında ve Bitlis'ten ortalama 57.9 ± 7.16 mcg/L olarak bildirilmiştir (85,94).

Hırvatistan'da musluk sularında bizmut düzeyi 8 farklı noktanın dördünde < 0.002 mcg/L ölçülmüş olup diğer noktalarda 0.002-0.017 arasında bulunmuş (96). Düzce'de Bi düzeyi 0.323 (DLA-2.78) olup daha yüksek bulunmuştur.

Çin'de musluk sularında Hg iki farklı noktada ortalama 0.051 (0.040–0.129) ve 0.081 (0.033–0.798) mcg/L olarak ölçülmüştür (97). Tunceli'de su numunesi alınan tüm ilçelerde ortalama Hg miktarı 0.2 mcg/L (0.03-0.2) bulunmuştur (88). Düzce'de ortalama Hg düzeyi Tunceli'dekine benzer şekilde 0.163 mcg/L olup, ölçümler dedeksiyon limitlerinin altındaki değerler ile 0.60 mcg/L arasında değişmektedir. Çalışmamızda limiti aşan değerler gözlenmemiştir.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada elde edilen verilere göre musluk sularında Al ve Fe dışındaki elementler İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik ve DSÖ tarafından verilen sınır değerlerin altında kalmaktadır. Çalışmamızda sınırların üstünde ölçülen demir düzeyleri ise DSÖ tarafından sağlık sorunlarına yol açmadığı bildirilen düzeylerdedir. Alüminyum bu çalışmada farklı noktalardan alınan 5 musluk suyu numunesinde tek seferlik olmak üzere yüksek bulunmuştur. Alüminyum uzun süre yüksek düzeyde maruziyette sağlık sorunlarına yol açabilen bir metal olmakla birlikte su arıtımında kullanılmaktadır. Bu durumda su arıtımında alüminyum tuzlarına alternatif maddelerin kullanımına ve onların sağlık etkilerine yönelik araştırmaların planlanması yararlı olacaktır.

Çalışmada balıkların yenilebilir kısmı olan kaslarda yapılan analizlerde ise; Eylül ayında Pb, Cd ve As, Ekim ayında Pb ve As, Kasım ayında Pb, Cd, As ve Zn, Aralık ayında Pb, Cd, As ve Hg, Ocak ayında Pb, As ve Zn düzeyleri, tabloda belirtilen balık numunelerinde yüksek bulunmuştur. Şubat ayında sadece bir barbun numunesinde As, Mart ayında sadece bir kefal numunesinde Zn, Nisan ayında mezgıt numunelerinde As ve bir mezgıt numunesi ile bir alabalık numunesinde Pb yüksek saptanmıştır. Haziran ayında bir alabalık numunesinde Hg, Ağustosta ise bir alabalık numunesinde Pb yüksek bulunmuştur. Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında analiz yapılan hiç bir deniz balığında ağır metal düzeylerinde yükseklik saptanmamıştır.

6.2. Öneriler

1. Bu çalışmada balıklarda yapılan ağır metal analizlerinde Eylül-Nisan ayları arasında ağır metaller yüksek düzeyde saptanırken, Mayıs'tan itibaren normal seviyelerde tesbit edilmiştir. Balıklarda ağır metal düzeylerinin yüksek olduğu ayların aynı zamanda Düzce'de hava kirliliği parametrelerinden olan Pm10 değerlerinin de yüksek olduğu aylar olması nedeniyle bu iki durum arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılması düşünülebilir.

2. Düzce’de yapılan bu araştırma tekrarlanarak bölgede avlanılan deniz ve tatlı su balıklarındaki ağır metal düzeylerinin kontrol edilmesine devam edilmelidir.
3. Tekrarlanan çalışmalarda yüksek metal düzeylerinin tespit edilmeye devam etmesi durumunda kamuoyuna yüksek değerler saptanan balıkların tüketiminin kısıtlanması konusunda önerilerde bulunulmalıdır.



7. KAYNAKLAR

1. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Toprak Kirliliği. Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi-40. ss. 9-47, Sağlık Bakanlığı, Ankara, 1997.
2. Kaya S, Pirinçi I, Bilgili A. Çevre Bilimi ve Çevre Toksikolojisi. ss.1-104, Medisan Yayın Serisi, Ankara,1998.
3. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Su Kirliliği. Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi-12. ss. 11-31, Sağlık Bakanlığı, Ankara, 1994.
4. Sönmez AY, Hisar O, Karataş M, Arslan G, Aras MS. Sular Bilgisi. ss.64-201, Nobel Bilim ve Araştırma Merkezi, Nobel Basımevi, Ankara, 2008.
5. Toruoğlu E, Koparal AS, Ün ÜT, Göncü S. Çevre Sorunları ve Politikaları. ss. 24-43, Açıköğretim Fakültesi Yayınları No: 1524, 2013.
6. Manahan SE. Environmental Chemistry (8. ed.)ss. 200-241, Lewis Publishers, New York, London, 2000.
7. Hapke HJ. Heavy Metal Transfer In The Food Chain To Humans. Fertilizers and Environment 1996; 66: 431-436.
8. Howard Hu MD. Human health andheavy metals exposure. Ed: Mc Cally M. Life Support: The Environment and Human Health. ss. 65-83.Massachussets İnstitute of Technology (MIT) Press, 2002.
9. Javed M. 2006. Studies on metal contamination levels in plankton and their role as biological indicator of water pollution in the River Ravi, Pakistan. Journal of Biological Sciences 2006; 9 (2):313-317.
10. Chary NS, Kamala CT, Suman RDS. Assessing risk of heavy metals from consuming food grown on sewage irrigated soils and food chain transfer. Ecotox Environ Safe.2008; 69: 513-524.
11. Gündüz T. Çevre Sorunları. ss. 130-133, Bilge Yayıncılık, Ankara, 1994.
12. Fernandez-Luqueno F, Lopez-Valdez F, Gamero-Melo P, Luna-Suarez, S, Aguilera-Gonzalez EN, Martinez, A, Garcia-Guillermo M. Heavy Metal Pollution in

drinking water- a global risk for human health: A Review. AfricanJournal of Envionmental Science and Techology 2013; 7(7): 567-584.

13. Tchounwou PB, Yedjou CG, Patlolla AK, Sutton DJ. Heavy metal toxicity and the environment. Molecular, Clinical and Environmental Toxicology 2012;101: 133-164.

14. Dural M, Göksu MZ, Özak A A. Investigation of heavy metal levels in economically important fish species captured fromthe Tuzla lagoon. Food Chemistry 2007; 102: 415-421.

15. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete, Sayı:28157. Tarih: 29.12.2011.

16. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. T.C. Resmi Gazete, Sayı: 28580. Tarih: 07.03.2013.

17. Özdemir İ. Genel Anorganik ve Temel Kimya. Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, 1981.

18. Ergin M, Balkıs N, Algan O, Topçuoğlu S. Denizde metal kirliliği. Ed: Güven KC, Öztürk B. Deniz Kirliliği. ss. 161-205, Tüдав Yayınları, İstanbul, 2005.

19. Baysal A, Özbek N, Akman S. Determination of trace metals in waste water and their removal processes. Ed: Garcia Einschlag FS, Carlos L, Waste Water - Treatment Technologies and Recent Analytical Developments. ss. 145-171, InTech, 2013.

20. Hudson TLD, Fox FD, Plumlee GS. Metal Mining and the Environment. ss. 16-27, American Geological Institute, Virginia, 1999.

21. Di Francesco DT, Shinn RC. Ecological effects of mercury. New Jersey Mercury Task Force Report Volume II. ss. 55-68, Department of Environmental Protection, State of New Jersey, 2002.

22. Cirik S, Cirik Ş. Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 21, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2005.

23. Karataş M. Balık Biyolojisi Araştırma Yöntemleri. ss. 260-326, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul, 2005.

24. Jezierska B, Witeska M. The metal uptake and accumulation in fish living in polluted waters. *Soil and Water Pollution Monitoring, Protection and Remediation* 2006; 69: 107-114.
25. Lawrence AJ, Elliott M. Molecular/ cellular processes and the health of the individual. Ed: Lawrence AJ, Hemingway K L. *Effects of Pollution on Fish*. ss. 134-162, Blackwell Publication, 2003.
26. Vergani L, Grattarola M, Borghi C, Dondero F, Viarengo A. Fish and molluscan metallothioneins: A Structural and functional comparison, *FEBS Journal*. 2005; 272: 6014-6023.
27. Vural N. *Toksikoloji*, Ankara Üniversitesi Basımevi, No: 73. ss. 1-187, Ankara, 2005.
28. Krewski D, Yokel RA, Nieboer E, Borchelt D, Cohen J, Harry J, Kacew S, Lindsay J, Mahfouzand AM, Rondeau V. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *Journal of Toxicology and Environmental Health* 2007;10: 1-269.
29. O'Melia CR, Becker WC, Au KK. Removal of humic substances by coagulation. *Wat. Sc. Tech.* 1999; 40 (9): 47-54.
30. Barret JC, Bond JA, Freeman LB, Valencia TC. *Chemical Agents And Related Occupations*. ss. 197-205, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France, 2012.
31. World Health Organization. *Health Criteria and Other Information In: Guidelines for Drinking Water Quality Vol.:2*. ss. 136-271, Geneva, 1996.
32. Bhagavan NV. *Medical Biochemistry* 4th edt. ss. 252-386, Harcourt Academic Press, Canada. 2002.
33. Thomas PM, Mary F, Burritt JB. Toxic metals. Ed: Carl AB, Edward RA, David EB. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics* 4. Edition, ss.1375-1385, Elsevier, 2006.

34. Taylor J, Ingerman L. Toxicological Profile for Vanadium. ss. 1-92, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2012.
35. Toxic Substances Portal. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry <http://www.atsdr.cdc.gov/substances/index.asp> (Erişim tarihi: 20.01.2016)
36. Wilbur S, Ingerman L Toxicological Profile for Chromium. ss. 1-333, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2012.
37. Young LL. Critical care and emergency medicine. Ed: Jayaram JL, Feng AK. Case Based Pediatrics, Loren, Yamamoto, 2013
38. Faroon OM, Abadin H, Keith S, Osier M, Chappell LL, Diamond G, Sage G. Toxicological Profile for Cobalt. ss. 87-122, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2004.
39. Fay M, Wilbur S, Abadin H, Ingerman L. Toxicological Profile for Nickel. ss. 25-134, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2005.
40. Roney N, Smith CV, Williams M, Osier M. Toxicological Profile for Zinc. ss. 11-73, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2005.
41. Faroon O, Ashizawa A, Wright S, Tucker P, Jenkins K, Ingerman L, Rudisil C. Toxicological Profile for Cadmium. ss. 45- 184, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2012.
42. World Health Organization. Barium in drinking water. ss.4- 10, Geneva, 2004.
43. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Addendum for organic mercury compounds. ss. 3- 142, Division of Toxicology and Human Health Sciences Atlanta, 2013.
44. World Health Organization. Mercury in drinking water. ss.2- 6, Geneva, 2005.
45. Davidson PW, Myers GJ, Weiss B. Mercury exposure and child development outcomes. Pediatrics 2004;113:1023-1029.
46. Geier M, Kern JK, King PG, Sykes L, Geier DA. Mercury induced autism. Ed: Patel VB, Preedy VR, Martin CR, Comprehensive Guide to Autism. ss.1411- 1432, Springer, 2014.
47. El Baz MF, Zaky EA, El-Sayed AB, Elhossieny RM, Zahra SS, Eldin WS, Youssef WY, Khaled RA, Youssef AM. Assessment of hair Aluminum, lead, and mercury in a

sample of autistic egyptian children: Environmental risk factors of heavy metals in autism. Behavioural Neurology, vol. 2015, Article ID 545674, 9 pages, 2015.

48. Tabatadze T, Zhorzholiani L, Kherkheulidze M, Kandelaki E, Ivanashvili T. Hair heavy metal and essential trace element concentration in children with autisms pectrum disorder. Georgian Med News. 2015; 248:77-82.

49. Yoshimasu K, Kiyohara C, Takemura S, Nakai K. A meta-analysis of the evidence on the impact of prenatal and early infancy exposuresto mercury on autism and attention deficit/ hyperactivity disorder in the childhood. Neurotoxicology. 2014; 44:121-131.

50. Van Wijngaarden E, Davidson PW, Smith TH, Evans K, Yost K, Love T, Thurston SW, Watson GE, Zareba G, Burns CM, Shamlaye CF, Myers GJ. Autism spectrum disorder phenotypes and prenatal exposure to methylmercury. Epidemiology. 2013; 24 (5): 651-659.

51. Dikme G, Arvas A, Gür E. Çocukluk çağı kronik nörogelişimsel hastalıklar ile kan kurşun ve cıva düzeyleri arasındaki ilişki. Türk Ped Arş. 2013; 221-225.

52. Environmental Protection Agency (EPA). 2012 Edition of the Drinking water standards and Health Advisories. Office of Water. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 2012.

53. Guidance for Assessing Chemical Contaminant Data for Use in Fish Advisories. Office of Science and Technology. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 2000.

54. Abadin H, Ashizawa A, Stevens Y. Toxicological Profile for Lead. ss. 156-224, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgia, 2007.

55. Berlin M, Zalups RK, Fowler BA. Lead. Ed: Nordberg GF, Fowler BA, Norberg M, Friberg L. Hand Book on the Toxicology of Metals, 5rd ed. ss. 599-643. Academic Press, Elsevier, 2015.

56. Fowler BA, Sexton MJ. Bismuth. Ed: Nordberg GF, Fowler BA, Norberg M, Friberg L. Hand Book on the Toxicology of Metals, 5rd ed. ss. 433-444. Academic Press, Elsevier, 2015.

57. T.C.Düzce Valiliği, Düzce Genel Bilgiler. <http://www.duzce.gov.tr/> (Erişim tarihi:06.08.2015)

58. Düzce Tarımsal Kuraklık Eylem Planı (2013-2017). T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Düzce İl Müdürlüğü, 2013.

http://duzce.tarim.gov.tr/Belgeler/KOORD%C4%B0NASYON/Duzce_Kuraklik_Eylem_Planı.pdf

59. Tarım Sektörü Raporu, Sektörel Raporlar Serisi 1, 2011.

<http://www.investinduzce.gov.tr/PortalAdmin/Uploads/MarkaDuzce/Media/D%C3%BCzce%20Tar%C4%B1m%20Raporu-1.pdf>

60. T.C. Resmi Gazete, Tarih: 23.09.2002, Sayı:24885. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ

61. T.C. Resmi Gazete, Tarih: 29.12.2011, Sayı:28157. Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği.

62. Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs. Commission Regulation (EC) No 1881/2006.

63. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods. Codex Alimentarius. CF/5 INF/1, March 2011.

64. USEPA. Exposure Factors Handbook, EPA/600/P-95/002Fa. U.S. Environmental protection agency, 1997.

64.T.C. Resmi Gazete, Tarih: 07.03.2013, Sayı:28580. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik.

65. Aygün SF, Abanoz FG. Determination of Heavy Metal in Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L 1758) and Whiting (*Merlangius merlangus euxinus* Nordman, 1840) Fish in The Middle Black Sea. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2011;17: 145-152.

66. Turan C, Dural M, Öksüz A, Öztürk B. Levels of heavymetals in some commercial fish species captured from the Black Sea and Mediterranean Coast of Turkey. Bull Environ Contam Toxicol 2009;82:601–604.

67. Nisbet C, Terzi G, Pilgir O, Saraç N. Determination of heavy metal levels in fish samples collected from the Middle Black Sea. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg* 2010;16(1): 119-125.
68. Uluözlü OD, Tüzen M, Mendil D, Soylak M. Trace metal content in nine species of fish from the Black and Aegean Seas, Turkey. *Food Chemistry* 2007;104(2): 835-840.
69. Alkan N, Alkan A, Gedik K, Fisher A. Assessment of metal concentrations in commercially important fish species in Black Sea. *Toxicology and Industrial Health* 2013;1-10.
70. Kuzu N. Erzurum ilindeki bazı işletmelerde üretilen alabalıkların ağır metal yönünden incelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Gıda Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, Erzurum 2010.
71. Bat L, Öztekin HC, Üstün F. Heavy metal levels in four commercial fishes caught in Sinop Coasts of the Black Sea, Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 2015;15: 399-405.
72. Görür FK, Keser R, Akçay N, Dizman. Radioactivity and heavy metal concentrations of some commercial fish species consumed in the Black Sea Region of Turkey. *Chemosphere* 2012;87:356–361.
73. Alkan N, Aktaş M, Gedik K. Comparison of metal accumulation in fish species from the Southeastern Black Sea. *Bull Environ Contam Toxicol.* 2012;88:807–812.
74. Fındık Ö, Çiçek E. Metal concentrations in two bioindicator fish species, *merlangius merlangus*, *mullus barbatus*, captured from the West Black Sea Coasts (Bartın) of Turkey. *Bull Environ Contam Toxicol* 2011; 87: 399–403.
75. Küpeli T, Altundal H, İmamoğlu M. Assessment of trace element levels in muscle tissues of fish species collected from a river, stream, lake, and sea in Sakarya, Turkey. *The Scientific World Journal* 2014. doi:10.1155/2014/496107
76. Türksönmez Ç. Marmara Denizi'nden Avlanan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*)'lerde Ağır Metal Birikiminin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans tezi, Isparta, 2013.
77. Jitar O, Teodosiu C, Oros A, Plavan G, Nicoara M. Bioaccumulation of heavy metals in marine organisms from the Romanian sector of the Black Sea. *New Biotechnology* 2015;32(3): 369-378.

78. Yaman M, Karaaslan NM, Yaman İH. Seasonal variations in toxic metal levels of two fish species, mugil cephalus and mullus barbatus and estimation of risk For children. Bull Environ Contam Toxicol. 2014;93:344–349.
79. Çağlak E, Karlı B. Beyşehir Gölü’ndeki sudak (Stizostedionluciperca, Linnaeus 1758)balığı kasında bazı ağır metallerin birikiminin araştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi 2014;20:203-214.
80. Mendil D, Demirci Z, TüzenM, Soylak M. Seasonal investigation of trace element contents in commercially valuable fish species from the Black Sea, Turkey. Food and Chemical Toxicology 2010; 48: 865–870.
81. Sökmen TÖ. Marmara denizinde yaşayan bazı balık türlerinin dokularındaki mineral ve ağır metal seviyelerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 2011.
82. Aktan N. Antalya Körfezi’nin suyunda ve körfezde yaşayan kolyoz (scomber japonicus houttuyn, 1782)’un kas, karaciğer ve solungaçlarındaki bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi Isparta, 2011.
83. Berisha F, Goessler W. Investigation of drinking water quality in Kosovo. Journal of Environmental and Public Health 2013; Article ID 374954.
84. Qaiyum MS, Shaharudin AI, Muhaimin A. Health Risk Assessment after Exposure to Aluminium in Drinking Water between Two Different Villages. Journal of Water Resource and Protection 2011; 3:268-274.
85. Öztürk Aslı, İçme suyu arıtımında alüminyum kullanımının sağlığa zararlı olduğu iddia ediliyor. Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi 1994;370: 54-55.
86. Alomary A. Determination of trace metals in drinking water in Irbid City-Northern Jordan. Environ Monit Assess. 2013;185:1969–1975.
87. Yalçın M. Konya Bölgesi İçme Sularındaki Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 2005.
88. Demir V, Dere T, Ergin S, Çakır Y, Çelik F. Determination and health risk assessment of heavy metals in drinking water of Tunceli, Turkey. Water Resources 2015;42(4):508–516.

89. Chakrabarty S, Sarma HP. Heavy metal contamination of drinking water in Kamrup district, Assam, India. *Environ Monit Assess.* 2011; 179:479–486.
90. Badr E, Agrama A, Badr S. Heavy metals in drinking water and human health, Egypt. *Nutrition & Food Science* 2011; 41(3): 210-217.
91. Roşu C, Piştea I, Roba C, Ozunu A. Water quality index for assessment of drinking water sources from Mediaş Town, Sibiu County. Program Book, s. 11. Elsedima International Conference, Cluj-Napoca, Romania, 18 - 19 September 2014.
92. Alemdar S, Ağaoğlu S, Alişarlı M, Dede S. Van bölgesi su kaynaklarında ağır metal kirlilik düzeyleri. *Vet.Bil. Derg.* 2007;23 (1):19-29.
93. Azlan A, Khoo H, İdris A, İsmail A, Razman AR. Evaluation of minerals content of drinking water in Malaysia. *The Scientific World Journal* 2012. Article ID 403574, doi:10.1100/2012/403574.
94. Kahraman T, Alemdar S, Alişarlı M, Ağaoğlu S. Bitlis ili içme sularında ağır metal düzeyleri. *Eurasian J Vet Sci.* 2012; 28 (3): 164-171.
95. Altaş L, Işık M, Kavurmacı M. Determination of arsenic levels in the water resources of Aksaray Province, Turkey. *Journal of Environmental Management* 2011;92: 2182-2192.
96. Fiket Z, Rozmaric M., Krmpotic M, Benedik L. Levels of major and trace elements, including rare earth elements, and ²³⁸U in Croatian tap waters. *Environ Sci Pollut Res.* 2015;22:6789–6799.
97. You Lu S, Zhang HM, Sojinu SO, Liu GH, Zhang JQ, Ni HG. Trace elements contamination and human health risk assessment in drinking water from Shenzhen, China. *Environ Monit Assess.* 2015;187:4220-4228.