

**T.C.**  
**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**BALIKÇILARIN SAÇ ÖRNEKLERİNDE**  
**BAZI ELEMENT DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr. Yusuf DEMİRTAŞ**

**TRABZON – 2020**

**T.C.**  
**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**TIP FAKÜLTESİ**  
**HALK SAĞLIĞI ANABİLİM DALI**

**BALIKÇILARIN SAÇ ÖRNEKLERİNDE**  
**BAZI ELEMENT DÜZEYLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Uzmanlık Tezi**

**Dr. Yusuf DEMİRTAŞ**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Murat TOPBAŞ**

**TRABZON – 2020**

## ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, asistanı olmaktan onur duyduğum saygıdeğer hocalarım sayın Prof. Dr. Gamze ÇAN, sayın Prof. Dr. Murat TOPBAŞ, sayın Prof. Dr. Nazım Ercüment BEYHUN ve sayın Dr. Öğr. Üyesi Sevil TURHAN'a,

Uzmanlık eğitimim ve tez sürecim boyunca ilgi ve desteğini her zaman yanımda hissettiğim, birikimleri ile bana yol gösteren tez danışmanım sayın Prof. Dr. Murat TOPBAŞ'a,

Araştırma ekibinde yer alan, katkı ve yardımlarını esirgemeyen sayın Prof. Dr. Ferruh Niyazi AYOĞLU, sayın Prof. Dr. Ahmet ALTIN, sayın Prof. Dr. Meriç ALBAY, sayın Prof. Dr. Reyhan AKÇAALAN ALBAY, sayın Prof. Dr. Murat CAN, sayın Doç. Dr. Özcan GAYGUSUZ, sayın Dr. Öğr. Üyesi Bilgehan AÇIKGÖZ, sayın Dr. Öğr. Üyesi Derya ÇAMUR, sayın Dr. Hüseyin İLTER ve sayın Dr. Latife KÖKER DEMO'ya,

Asistanlık hayatım boyunca birlikte çalıştığım, güzel vakit geçirdiğim Uzm. Dr. Bekir BULUT, Uzm. Dr. Şehbal YEŞİLBAŞ, Uzm. Dr. Volkan KARABACAK, Uzm. Dr. Sertaç ÇANKAYA, Uzm. Dr. Serdar KARAKULLUKÇU, Uzm. Dr. Cevriye Ceyda KOLAYLI ve başta tezin birçok aşamasında emeği olan Dr. Büşra PARLAK SOMUNCU olmak üzere asistan arkadaşlarım Dr. İrem DİLAVER, Dr. Kübra ŞAHİN, Dr. Medine Gözde ÜSTÜNDAĞ, Dr. Cansu AĞRALI GÜNDOĞMUŞ, Dr. Gufran ACAR, Dr. Yusuf Emre BOSTAN, Dr. Sedanur ÇELİK, Dr. Abdül Kadir ALBAYRAKTAR ve Dr. Kadriye ÇADIRCI'ya,

Tezin saha aşamasında desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Fatih AYDIN ve Arş. Gör. Zuhul TUNÇ ZENGİN'e,

Araştırmaya 1001- Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamınca 116S520 proje koduyla verdiği destek için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK)'na,

Her zaman yanımda olan sevgili aileme teşekkür ederim.

## ÖZET

### **Balıkçıların Saç Örneklerinde Bazı Element Düzeylerinin Değerlendirilmesi**

**Amaç:** Denizlerdeki kirlilik giderek artmakta ve bazı toksik maddeler bu sulara yaşayan canlıların dokularında birikerek, bu su ürünlerini tüketen bireyler için sağlık tehditleri oluşturabilmektedir. Bu çalışmada su ürünlerini sıklıkla tüketen balıkçılar ve daha az sıklıkta tüketen kontrol grubundan alınan saç örneklerinde 15 elementin (antimon, arsenik, bakır, cıva, çinko, demir, gümüş, kadmiyum, krom, kurşun, manganez, nikel, selenyum, stronsiyum ve vanadyum) düzeylerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

**Gereç-Yöntem:** Tanımlayıcı tipteki araştırma Temmuz 2017- Ocak 2020 tarihleri arasında İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 263 balıkçı ve 89 kontrol dahil edilmiştir. Katılımcılara önce konuyla ilgili anket formu uygulanmış ardından saç örnekleri alınmıştır. Saç örneklerinde İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS) ile element düzeyleri değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Balıkçı grubunda İstanbul ilinde stronsiyum; Kocaeli ilinde antimon, arsenik, bakır, çinko, kadmiyum, krom, kurşun, manganez, nikel, selenyum, stronsiyum, vanadyum; Tekirdağ ilinde demir düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu ve Yalova ilinde balıkçı grubunda herhangi bir element düzeyinde artış bulunmadığı tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Su ürünlerini sık tüketen bireyler bazı elementler yönünden artmış bir yükü karşı karşıyadır. Denizler başta risk saptanan bölgeler ve elementler olmak üzere kirlilik yönünden değerlendirilmeli ve kirliliğin azaltılması için gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Denizlerden avlanan su ürünlerinde ve bu su ürünlerini sık tüketen insanlarda element düzeylerinin düzenli olarak değerlendirilmesi faydalı olacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** balıkçı, saç, element, balık, tüketim

## SUMMARY

### **Evaluation of Some Element Levels in Fishermen's Hair Samples**

**Objective:** Marine pollution is gradually increasing and some toxic substances accumulate in the tissues of organisms living in these waters and it may pose health threats for individuals consuming seafood. The aim of this study was to evaluate the levels of 15 elements (antimony, arsenic, copper, mercury, zinc, iron, silver, cadmium, chromium, lead, manganese, nickel, selenium, strontium and vanadium) in hair samples taken from fishermen who frequently consume seafood and control group that consume seafood less frequently.

**Material-Method:** This descriptive study was conducted between July 2017 and January 2020 in İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ and Yalova provinces. 263 fishermen and 89 controls were included in the study. A questionnaire was applied to the participants and hair samples were taken. Element levels were evaluated by Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy (ICP-MS) in hair samples.

**Results:** It was determined that strontium levels in Istanbul province; antimony, arsenic, copper, zinc, cadmium, chromium, lead, manganese, nickel, selenium, strontium, vanadium levels in Kocaeli province; iron levels in Tekirdağ province were higher in the fisherman group compared to the control group, and there was no increase in the level of elements in the fisherman group in Yalova province.

**Conclusion:** Individuals who consume seafood frequently face an increased burden in terms of some elements. The seas should be evaluated in terms of pollution, especially in areas and elements with risk, and necessary measures should be taken to reduce pollution. Regular evaluation of element levels in seafood and in people who consume these seafood frequently would be beneficial.

**Key Words:** fisherman, hair, element, fish, consumption

# İÇİNDEKİLER

|  | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| ÖZET.....  | ii              |
| SUMMARY.....   | iii             |
| İÇİNDEKİLER.....   | iv              |
| KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....  | vii             |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....   | ix              |
| TABLolar DİZİNİ.....   | x               |
| 1. GİRİŞ.....  | 1               |
| 2. GENEL BİLGİLER.....   | 3               |
| 2.1. Türkiye’de Deniz Balıkçılığı.....   | 3               |
| 2.2. Türkiye’de Su Ürünleri Tüketimi.....  | 4               |
| 2.3. Türkiye’de Deniz Kirliliği.....   | 5               |
| 2.4. Toksik Elementlerin Su Ekosistemlerine Yayılımı ve Organizmalar<br>Arası İletimi..... | 7               |
| 2.5. Biyoakümülyasyon ve Biyomagnifikasyon.....  | 8               |
| 2.6. Balıklarda Bazı Element Düzeyleri.....  | 9               |
| 2.7. İnsanlarda Su Ürünü Tüketimine Bağlı Birikim Yapabilecek Bazı<br>Elementler.....      | 10              |
| 2.7.1. Cıva (Hg).....  | 11              |
| 2.7.2. Arsenik (As).....   | 17              |
| 2.7.3. Kadmiyum (Cd).....  | 21              |
| 2.7.4. Kurşun (Pb).....  | 25              |
| 2.7.5. Çinko (Zn).....   | 29              |
| 2.7.6. Bakır (Cu).....   | 32              |
| 2.7.7. Selenyum (Se).....  | 35              |
| 2.7.8. Manganez (Mn).....  | 37              |
| 2.7.9. Demir (Fe).....   | 39              |
| 2.7.10. Nikel (Ni).....  | 42              |
| 2.7.11. Krom (Cr).....   | 42              |
| 2.7.12. Antimon (Sb).....  | 43              |

|   |    |
|---|----|
| 2.7.13. Gümüş (Ag).....   | 44 |
| 2.7.14. Stronsiyum (Sr).....  | 44 |
| 2.7.15. Vanadyum (V).....   | 45 |
| 2.8. Saç Düzeyleri Maruziyet Değerlendirme Amacıyla Kullanılmayan<br>Ancak Proje Kapsamında Ölçümü Yapılmış Diğer Elementler..... | 46 |
| 3. GEREÇ YÖNTEM.....  | 48 |
| 3.1. Araştırmanın Tipi.....   | 48 |
| 3.2. Araştırmanın Yeri.....   | 48 |
| 3.3. Araştırma Popülasyonu.....   | 48 |
| 3.4. Araştırmanın Veri Toplama Yöntemi.....   | 50 |
| 3.4.1. Anket Formu.....   | 50 |
| 3.4.2. Saç Örneklerinin Alınması ve Saklanması.....   | 51 |
| 3.4.3. Saç Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi.....  | 51 |
| 3.5. Veri Dönüşümü.....   | 53 |
| 3.6. Verilerin Analizi.....   | 54 |
| 3.7. Araştırmanın Sınırlılıkları.....   | 54 |
| 3.8. Etik Konular.....  | 55 |
| 3.9. Destek ve Finansman.....   | 55 |
| 3.10. Araştırma İş-Zaman Planlaması.....  | 55 |
| 4. BULGULAR.....  | 57 |
| 5. TARTIŞMA.....  | 77 |
| 5.1. Cıva.....  | 77 |
| 5.2. Arsenik.....   | 78 |
| 5.3. Kadmiyum.....  | 80 |
| 5.4. Kurşun.....  | 80 |
| 5.5. Çinko.....   | 81 |
| 5.6. Bakır.....   | 83 |
| 5.7. Selenyum.....  | 83 |
| 5.8. Manganez.....  | 84 |
| 5.9. Demir.....   | 85 |
| 5.10. Nikel.....  | 86 |
| 5.11. Krom.....   | 87 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 5.12. Antimon.....        | 87  |
| 5.13. Gümüş.....          | 88  |
| 5.14. Stronsiyum.....     | 89  |
| 5.15. Vanadyum.....       | 89  |
| 6. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 91  |
| 7. KAYNAKLAR.....         | 93  |
| 8. EKLER.....             | 105 |





## KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

### Kısaltmalar

|        |   |
|--------|---|
| AAS    | : Atomic Absorption Spectroscopy                          |
| ABD    | : Amerika Birleşik Devletleri                             |
| AFS    | : Atomic Fluorescence Spectrophotometer                   |
| ALS    | : Amiyotrofik Lateral Skleroz                             |
| DDT    | : Dikloro Difenil Trikloroethan                           |
| DRC    | : Dynamic Reaction Cell                                   |
| FAO    | : Food and Agriculture Organization of the United Nations |
| GC     | : Gas Chromatography                                      |
| IARC   | : International Agency for Research on Cancer             |
| ICP-MS | : Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer          |
| KOAH   | : Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı                     |
| PCB    | : Çok Klorlu Bifenil                                      |
| ppb    | : parts per billion                                       |
| ppm    | : parts per million                                       |
| RF     | : Radyo Frekansı  |
| SPSS   | : Statistical Package for the Social Sciences             |
| TÜİK   | : Türkiye İstatistik Kurumu                               |

### Simgeler

|    |                    |
|----|--------------------|
| °C | : Santigrat Derece |
| MΩ | : Megaohm          |
| ₺  | : Türk Lirası      |
| Ag | : Gümüş            |
| Al | : Alüminyum        |
| As | : Arsenik          |
| Ba | : Baryum           |

|    |              |
|----|--------------|
| Br | : Brom       |
| Cd | : Kadmiyum   |
| Co | : Kobalt     |
| Cr | : Krom       |
| Cu | : Bakır      |
| Fe | : Demir      |
| Hg | : Cıva       |
| Mn | : Manganez   |
| Mo | : Molibden   |
| Ni | : Nikel      |
| Pb | : Kurşun     |
| Sb | : Antimon    |
| Se | : Selenyum   |
| Sn | : Kalay      |
| Sr | : Stronsiyum |
| Ti | : Titanyum   |
| V  | : Vanadyum   |
| Zn | : Çinko      |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   | <b><u>Sayfa No</u></b> |
|---|------------------------|
| Şekil 1. Türkiye’de avlanan deniz ürünlerinin bölgelere göre dağılımı.....  | 4                      |
| Şekil 2. Türkiye’de kişi başına düşen yıllık ortalama su ürünü tüketiminin yıllar içindeki değişimi.....  | 5                      |
| Şekil 3. Toksik elementlerin kaynakları ve hava-toprak-su-organizma ekosistemindeki döngüleri.....  | 8                      |
| Şekil 4. Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan antimon, arsenik, cıva, gümüş , kadmiyum, krom, kurşun, manganez nikel, selenyum, stronsiyum ve vanadyum düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ )..... | 68                     |
| Şekil 5. Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan bakır, çinko ve demir düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ ).....  | 69                     |

## TABLULAR DİZİNİ

|  | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Tablo 1. Dünyada avlanan su ürünleri miktarına göre ilk on ülke.....   | 3               |
| Tablo 2. Sık su ürünü tüketenlerde cıva düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....            | 14              |
| Tablo 3. Sık su ürünü tüketenlerde arsenik düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....         | 19              |
| Tablo 4. Sık su ürünü tüketenlerde kadmiyum düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....        | 23              |
| Tablo 5. Sık su ürünü tüketenlerde kurşun düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....          | 27              |
| Tablo 6. Sık su ürünü tüketenlerde çinko düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....           | 31              |
| Tablo 7. Sık su ürünü tüketenlerde bakır düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....           | 34              |
| Tablo 8. Sık su ürünü tüketenlerde selenyum düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....        | 36              |
| Tablo 9. Sık su ürünü tüketenlerde manganez düzeylerini saptamaya yönelik<br>yapılmış bazı araştırmalar .....        | 38              |
| Tablo 10. Sık su ürünü tüketenlerde çeşitli element düzeylerini saptamaya<br>yönelik yapılmış bazı araştırmalar..... | 40              |
| Tablo 11. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların şehirlere göre<br>dağılımı.....                            | 49              |
| Tablo 12. Şehirlere göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların yaşları                                     | 50              |
| Tablo 13. Saç örneklerinin mikrodalga cihazı çalışma şartları.....   | 52              |
| Tablo 14. Analiz edilen elementler ve ICP-MS çalışma aralıkları.....   | 53              |
| Tablo 15. Araştırma iş-zaman çizelgesi.....  | 56              |
| Tablo 16. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların sosyodemografik ve<br>kişisel özellikleri.....             | 58              |
| Tablo 17. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların kronik hastalık<br>durumları.....                          | 59              |

|   |    |
|---|----|
| Tablo 18. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların sağlık yakınmaları...   | 60 |
| Tablo 19. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların amalgam dolgu, eklem protezi bulunma ve ilaç kullanım durumları.....                      | 61 |
| Tablo 20. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların son bir ayda su ürünü tüketim miktar ve sıklıkları.....                                   | 62 |
| Tablo 21. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların farklı su ürünleri için aylık tüketim miktarları.....                                     | 63 |
| Tablo 22. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların çeşitli besinler için günlük tüketim miktarları.....                                      | 65 |
| Tablo 23. Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ ).....                               | 67 |
| Tablo 24. İstanbul ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ ).....               | 70 |
| Tablo 25. Kocaeli ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ ).....                | 71 |
| Tablo 26. Tekirdağ ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ ).....               | 72 |
| Tablo 27. Yalova ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ ).....                 | 73 |
| Tablo 28. Amalgam diş dolgusu bulunma durumlarına göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç cıva düzeyleri.....                      | 74 |
| Tablo 29. Sigara kullanma durumlarına göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç kadmiyum ve nikel düzeyleri                          | 74 |
| Tablo 30. Vitamin-mineral desteği kullanmayan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç çinko, bakır, selenyum ve manganez düzeyleri..... | 75 |
| Tablo 31. Demir desteği ve vitamin-mineral desteği kullanmayan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç demir düzeyleri.....             | 75 |
| Tablo 32. Eklem protezi bulunmayan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç krom düzeyleri.....  | 76 |

# 1. GİRİŞ

Su ürünleri omega-3 çoklu doymamış yağ asitleri, biyolojik değeri yüksek proteinler ile bazı vitamin ve mineraller yönünden zengin içerikleri nedeniyle değerli besinlerdir (1, 2).

Dünyada ve ülkemizde denizlerdeki kirlilik giderek artmakta ve bu durum suda yaşayan organizmalar için tehdit oluşturmaktadır (3, 4). İnsan vücudu için zararlı olabilecek bazı elementler endüstriyel faaliyetler sonucu su kaynaklarına yayılmakta ve bu sulara yaşayan canlıların dokularında artarak birikebilmektedir (3, 5). Bu su ürünlerini sık tüketen bireyler ise çeşitli elementlere karşı artmış maruziyet ve buna bağlı sağlık sorunları ile karşı karşıya kalabilmektedir. Metilcıva içeren su ürünlerinin tüketimine bağlı görülen Minimata hastalığı, bu maruziyet nedeniyle oluşan sağlık sorunlarının en bilinen örneklerindedir (6, 7).

Ülkemiz nüfusunun önemli bir kısmını barındıran ve yoğun endüstriyel üretim yapılan Marmara bölgesinde bulunan Marmara Denizi'nin uzun yıllar boyunca sanayi atıkları ile kirletildiği ve buradan avlanan su ürünlerinde çeşitli elementlere dair kontaminasyonların olduğu önceki çalışmalarda gösterilmiştir (8-10). Bu durum bölgede avlanan su ürünlerini tüketen bireylerde bu elementler yönünden bir yük artışı olup olmadığının değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Balıkçılar bu bölgede kendi avladıkları su ürünlerini sıklıkla tüketmektedir; dolayısıyla bu grupta element düzeylerinin değerlendirilmesi, su ürünlerini sıklıkla tüketen bireylerdeki maruziyetin tespiti açısından yol gösterici olacaktır.

Uluslararası literatür incelendiğinde bu konuda yapılan araştırmaların cıva başta olmak üzere birkaç element üzerinde yoğunlaşmış olduğu görülmektedir. Endüstriyel kaynaklı çevresel kirliliğin artması ve çeşitlilik yelpazesinin genişlemesi daha fazla sayıda elementin değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (11). Ülkemizde yapılan araştırmaların da oldukça az sayıda ve yalnızca birkaç elementi kapsar nitelikte olduğu göze çarpmaktadır.

Bu çalışmada Marmara Denizi'ne kıyısı olan dört şehirde (İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ, Yalova) su ürünlerini sıklıkla tüketen balıkçılar ve daha az sıklıkta tüketen

kontrol grubundan alınan sa örneklerinde 15 elementin (antimon, arsenik, bakır, cıva, çinko, demir, gümüş, kadmiyum, krom, kurşun, manganez, nikel, selenyum, stronsiyum ve vanadyum) düzeylerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Böylece sık su ürünü tüketen bireylerin daha az sıklıkta su ürünü tüketenlere kıyasla artmış bir element yüküyle karşı karşıya kalıp kalmadığı saptanacak ve su ürünlerindeki bazı element birikimlerinin insan sağlığı üzerine oluşturabileceği olası tehditler ortaya konulacaktır. Geniş bir coğrafyada çok sayıda parametrenin değerlendirilmesi; risklerin tespiti ve toplumsal önlemlere kaynak oluşturacak, kirliliğin azaltılmasına yönelik eylem planları oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.



## 2. GENEL BİLGİLER

Balık; biyolojik değeri yüksek proteinler, esansiyel yağ asitleri, A, B3, B6, B12, E ve D vitaminleri ile kalsiyum, demir, selenyum ve çinko bakımından zengin olması nedeniyle önemli bir besin kaynağıdır. Ayrıca, balık ve deniz ürünlerinde önemli miktarda bulunan omega-3 (n-3) çoklu doymamış yağ asitlerinin, koroner kalp hastalığı, hipertansiyon, bazı kardiyak aritmiler, diyabet vb. birçok hastalığa karşı koruyucu olduğu ve retina, beyin ve reproduktif sistem gelişiminde etkin rol oynadığı bilinmektedir (1, 2). Sağlık üzerine olan bu olumlu etkileri nedeniyle balık ve deniz ürünlerinin düzenli olarak tüketilmesi ülkemizin ulusal beslenme rehberi de dahil olmak üzere birçok beslenme rehberinde önerilmektedir (12-14).

### 2.1. Türkiye’de Deniz Balıkçılığı

Bu önemli besin kaynağı, temel olarak avcılık ve yetiştiricilik olmak üzere iki şekilde üretilmektedir (15). Üç yanı denizlerle çevrili bir yarımada konumunda, 8333 km’lik kıyı şeridi ve 25 milyon hektarlık su kaynağı yüzey alanına sahip olan Türkiye’de Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre 2018 yılında 314.094 ton su ürünü avcılık yoluyla üretilmiştir (16). Dünyada ise Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAO) 2016 yılı verilerine göre avlanan su ürünü miktarı toplam 90,9 milyon ton olup, avlanan su ürünleri miktarına göre ilk on ülke Tablo 1’de verilmiştir (15, 17).

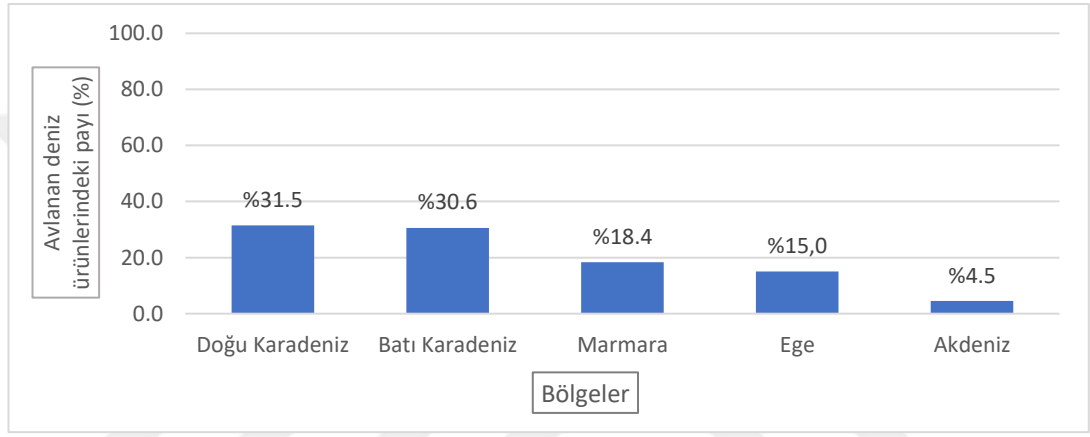
**Tablo 1.** Dünyada avlanan su ürünleri miktarına göre ilk on ülke

| Ülke      | Miktar (milyon ton) |
|-----------|---------------------|
| Çin       | 17,8                |
| Endonezya | 6,6                 |
| Hindistan | 5,1                 |
| ABD       | 4,9                 |
| Rusya     | 4,8                 |
| Peru      | 3,8                 |
| Japonya   | 3,2                 |
| Vietnam   | 2,8                 |
| Norveç    | 2,2                 |
| Myanmar   | 2,1                 |



Türkiye bu sıralamada dünyada 44. sırada, Avrupa'da ise 8. sırada yer almaktadır (17).

Türkiye'de avcılık yoluyla üretilen su ürünlerinin %90,4'ü denizlerden avlanmaktadır. 2018 Su Ürünleri İstatistikleri'ne göre Türkiye'de avlanan deniz ürünlerinin büyük kısmı Karadeniz bölgesinde avlanmakta olup, deniz ürünlerinin %18,4'ü ise Marmara bölgesinde avlanmaktadır. Türkiye'de avlanan deniz ürünlerinin bölgelere göre dağılımı Şekil 1'de sunulmuştur (16).



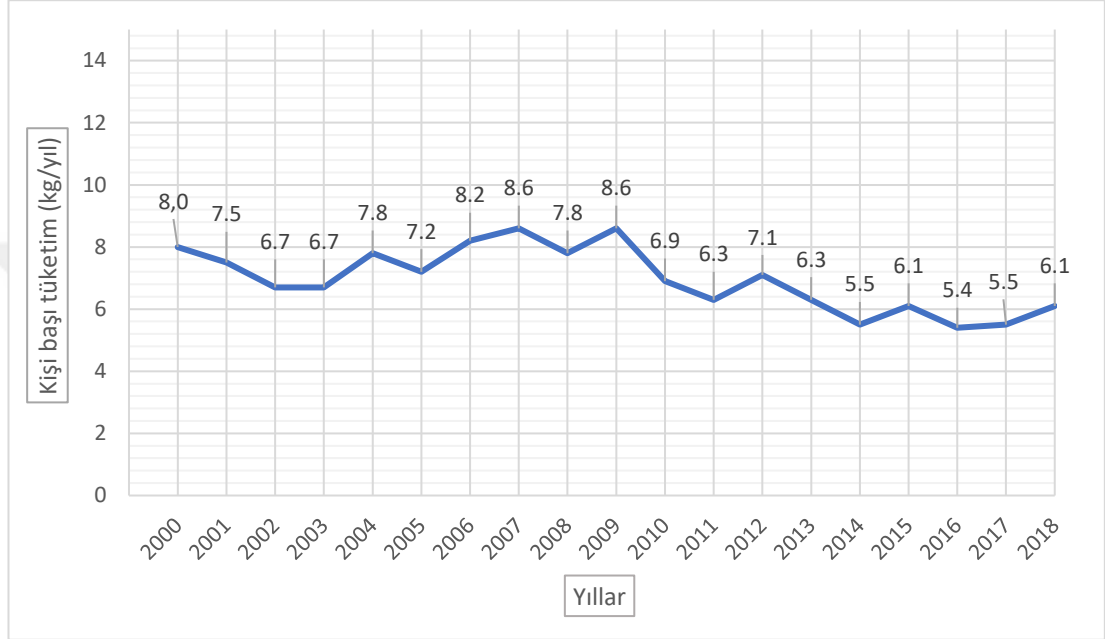
Şekil 1. Türkiye'de avlanan deniz ürünlerinin bölgelere göre dağılımı

2018 yılında denizlerden avlanan balık türlerine bakıldığında ise 96.452 ton ile hamsi ilk sırada yer almaktadır. Bunu sırasıyla 30.920 ton ile palamut, 20.678 ton ile istavrit, 20.057 ton ile çaça ve 18.854 ton ile sardalya takip etmektedir (16).

## 2.2. Türkiye'de Su Ürünleri Tüketimi

Türkiye'de kişi başına yıllık ortalama balık tüketimi 2018 yılında 6,14 kg seviyesinde bulunmaktadır (16). Bu sayı, dünyada kişi başına düşen yıllık ortalama balık tüketiminin 20,2 kg olduğu düşünüldüğünde oldukça düşüktür (15). Bunun dışında, ülkemizde su ürünleri tüketiminde bölgeler arasında da belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır. Özellikle sahil şeridinde tüketim daha fazla, iç kesimlerde daha düşük düzeydedir (18-21). Son yıllardaki veriler incelendiğinde de tüketim miktarlarının benzer düzeylerde seyrettiği görülmektedir. 2000-2018 yılları arasında

kişi başı yıllık su ürünü tüketimi 5,4–8,6 kg arasında değişmiştir. Türkiye’de kişi başına düşen yıllık ortalama su ürünü tüketiminin yıllar içindeki değişimi Şekil 2’de verilmiştir (16). Ülkemizde hem düşük tüketim seviyelerinin artırılması hem de bölgeler arasındaki dağılımın dengeli hale getirilmesi ile bireylerin önerilen düzeylerde su ürünü tüketiminin sağlanması gerektiği görülmektedir.



**Şekil 2.** Türkiye’de kişi başına düşen yıllık ortalama su ürünü tüketiminin yıllar içindeki değişimi

### 2.3. Türkiye’de Deniz Kirliliği

Denizler; toksik kimyasallar [örneğin organik bileşikler, metaller, PCB (çok klorlu bifeniller), DDT (dikloro difenil trikloroethan), farmasötikler], katı atıklar (örneğin plastikler), insan faaliyetleri (örneğin sanayi, tarım, ormansızlaşma, kanalizasyon deşarjı, su ürünleri yetiştiriciliği), radyoaktivite, petrol sızıntıları gibi çok farklı şekillerde kontaminasyona maruz kalmaktadır. Deniz kirliliği denizler ve kıyı bölgelerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirmekte ve potansiyel olarak deniz canlılarını, ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir (3).

Denizlerdeki kirlilik her geçen gün artmakta ve deniz kirliliğine yol açan kirleticilerin büyük bir kısmı küresel olarak yayılmaktadır. Sudaki kirleticiler karasal

ekosistemlerden farklı olarak çok daha kısa sürede geniş alanlara yayılabilmekte ve kapalı denizlerdeki kirlilik düzeyi açık denizlerdekine göre daha fazla olmaktadır (22, 23).

Yapılan araştırmalar Türkiye’de deniz kirliliğinin son yıllarda arttığını göstermektedir. Denizlerin kıyı kesimleri bir yandan ülke nüfusunun büyük bölümünü barındırmakta, öte yandan da sanayinin yoğun şekilde kümелendiği alanlar olarak dikkat çekmektedir. Denizlerin çevresinde kurulan sanayi tesisleri uzun yıllar boyunca atıklarını hiçbir işleme tabi tutmadan denizlere vermişler ve suların hem ekolojik hem de ekonomik kalitelerinde kayda değer oranlarda düşüöşlere neden olmuşlardır. Özellikle su değişiminin kısıtlı olduğu koy ve körfezlerde ekolojik tahribat daha belirgin olmuştur. Marmara Denizi hem bir içdeniz olması hem de İstanbul- Kocaeli bölgesinin yoğun endüstriyel üretimin yapıldığı tesisleri barındırması nedeni ile uzun bir süreçte başta bazı toksik elementler olmak üzere çeşitli atıklarla kirlenmiştir (8, 24-26).

Alıcı ortamlara verilen kimyasalların ekosisteme etkisi bazen kısa süreli olurken, yarılanma ömürlerinin uzun olması nedeni ile çoğu zaman yıllarca sürebilmekte ve canlılarda birikim yaparak besin zinciri yolu ile insanlara kadar taşınabilmektedir. Uzun süreli etki yapan kimyasallar içerisinde yer alan bazı elementler, besin zinciri yolu ile fitoplankton- zooplankton- küçük balık -büyük balık zincirinde canlıdan canlıya geçebilmekte ve bu nedenle insan sağlığı açısından risk oluşturmaktadır (3, 27).

Çalışmalar Marmara Denizi’nde çeşitli element yoğunluklarında önemli artışların olduğunu göstermektedir. Yaşar ve ark. Marmara Denizi’nin kuzeydoğusunda yer alan İzmit Körfezi’nde yaptıkları çalışmada iç ve orta körfezde, antimon, arsenik, bakır, cıva, çinko, gümüş, kadmiyum, krom, kurşun, vanadyum gibi elementlerin yoğunluklarında sanayi öncesi yoğunluklarına göre ciddi bir artış saptamışlardır. İç ve orta körfezin antimon, cıva, gümüş ve kadmiyum açısından kirli ve çok kirli; arsenik, bakır, çinko ve kurşun açısından ise az kirli olduğunu göstermişlerdir. Krom ve vanadyum için ise yoğunluklar sanayi öncesine göre artmış bulunsa da kirlilik saptanmamıştır. Dış körfezde ise, Tuzla bölgesinin bazı alanları haricinde kirlilik saptanmamıştır (8).

Pekey ve ark. ise İzmit Körfezi'nde yedi element açısından kirliliği değerlendirdikleri çalışmada bölgenin arsenik, bakır, çinko ve kadmiyum açısından ağır derecede kirli olduğunu; krom ve nikel açısından ise kirlenmenin orta ve ağır derecede olduğunu saptamışlardır. Kurşun açısından ise kirlenmemiş ve çeşitli derecelerde kirlenmiş bölgeler saptamışlardır (26).

Ünlü ve ark.'nın Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan Gemlik Körfezi'nde yaptıkları araştırmada ise bakır, çinko, demir, krom, manganez ve nikel düzeylerinin Karadeniz ve Ege Denizi'nden daha yüksek olduğu saptanmıştır (28).

Otansev ve ark. Marmara Denizi'nin kuzeyinde dokuz farklı istasyondan alınan örneklerde bakır, çinko, krom, kurşun ve nikel düzeyleri açısından her bir element için en az bir istasyonda orta derecede kirlilik saptamışlardır (4).

Farklı çalışmalarda değişen kirlilik düzeyleri bildirilse de Marmara Denizi'nin çeşitli elementler tarafından kontaminasyona maruz kaldığı görülmektedir.

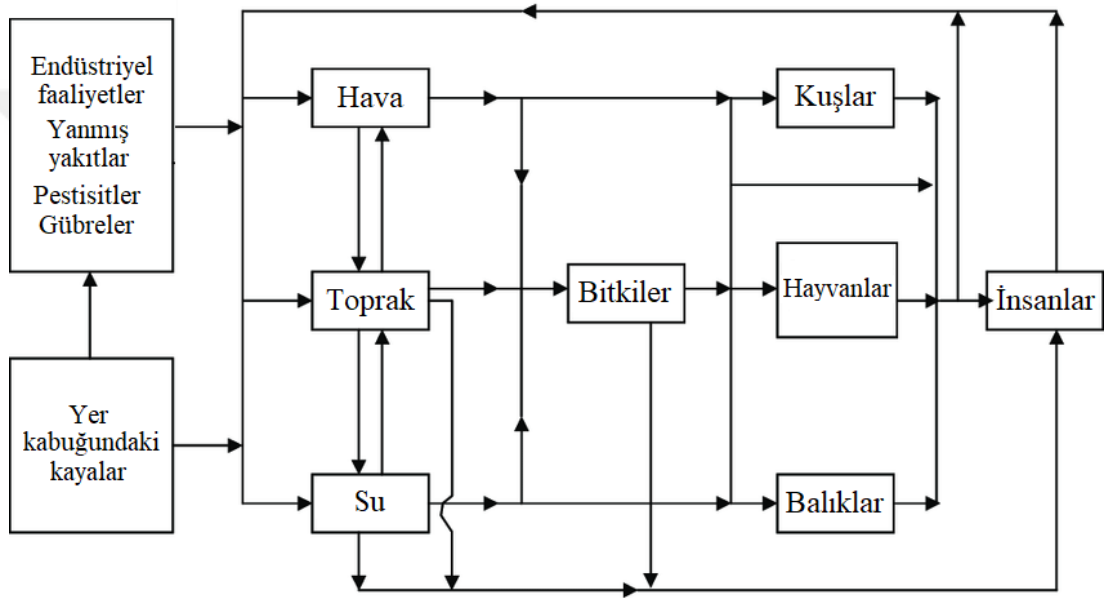
#### **2.4. Toksik Elementlerin Su Ekosistemlerine Yayılımı ve Organizmalar Arası İletimi**

Çeşitli toksik elementlerin su ekosistemlerinin de içinde olduğu farklı çevresel kompartmanlara yayılımı doğal süreçler ve antropojenik süreçler olmak üzere iki şekilde meydana gelmektedir. Kayaçların ayrışması, volkanik patlamalar, orman yangınları ve toprak parçacıklarının rüzgarla taşınması gibi süreçler elementlerin doğal yolla endemik alanlarının dışındaki bölgelere geçişine neden olmaktadır. Antropojenik süreçler ise sanayi faaliyetleri, madencilik, tarımsal faaliyetler, atık sular nedeniyle meydana gelen yayılımı ifade etmektedir. Bazı elementlerin yayılımı açısından antropojenik süreçlerin doğal süreçlerin ötesine geçtiği bildirilmektedir (29, 30).

Yakın dönemlerde hızla artan sanayileşme ve küreselleşme bozulmamış birçok çevresel alana zarar vermiş ve su ekosistemlerini de tehlikeye atmıştır. Belirtilen süreçlerle su ekosistemlerinde oluşan çeşitli elementlere ait düzeyler eser miktarda olsa dahi insanlarda ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Besin zincirleri ve besin ağları organizmalar arası ilişkilerin önemli parçalarındandır ve suların çeşitli elementlerle kirlenmesi aslında tüm organizmaları etkilemektedir. En yüksek düzeyde

beslenen organizmaların bir örneği olan insanlar ise bu etkilenime oldukça yatkındır. Toksik element düzeyleri artmış sularda yaşayan su ürünlerini tüketen insanlar biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon mekanizmalarının da etkisiyle artan oranlarda maruziyet yaşamakta ve önemli sağlık sorunlarıyla karşı karşıya kalabilmektedir (29, 31).

Toksik elementlerin kaynakları ve hava-toprak-su-organizma ekosistemindeki döngüleri Şekil 3'te özetlenmiştir.



Şekil 3. Toksik elementlerin kaynakları ve hava-toprak-su-organizma ekosistemindeki döngüleri (29, 32)

## 2.5. Biyoakümülyasyon ve Biyomagnifikasyon

Çevrede bulunan kimyasallar canlılar tarafından alınarak doku içinde birikebilmektedir. Kirletici maddelerin sudan veya besin kaynaklarından alınarak biyolojik organizmada birikmesi biyoakümülyasyon olarak tanımlanmaktadır (33).

Suda veya toprakta parts per million (ppm) seviyesinde bulunan kimyasallar bunları alan planktonik organizmaların vücudunda lipid yapısında birikme eğilimi gösterirler. Alınan bu gibi maddelerin çok düşük bir kısmı atılmaktadır. Bu planktonlar balık larvaları tarafından yenilmekte ve bunlar da daha büyük balıklar tarafından

yenilmektedir. Balıkların tüketilmesi ile de biriken bu kimyasallar insana kadar ulaşmaktadır. Trofik zincir olarak bilinen beslenme zincirinin her aşamasında organizma daima kimyasal açıdan pozitif denge içerisindeydir. Daima aldığı miktar attığının üzerinde olmaktadır. Sudaki 1 ppm konsantrasyon planktonda 10'a, balık larvasında 100'e, büyük balıkta 10.000'e kadar çıkabilmektedir. Bu durum ise bundan yararlanan insanların çok yüksek dozda birikmiş toksik madde almasına neden olmaktadır. Kimyasalların bu şekilde besin zinciri boyunca tek hücreli canlılardan yüksek yapıllı canlılara doğru gittikçe artarak depolanması biyomagnifikasyon olarak tanımlanmaktadır (5, 33).

Doğal su ekosistemlerinde çeşitli elementler düşük düzeylerde bulunurken, balıklarda ve bu balıkları tüketen insanlarda yüksek konsantrasyonlarda bulunabilmektedir (31). Kimyasal atıklarla kirlenmiş denizlerde bulunan bu elementlerin fitoplankton- zooplankton- küçük balık- büyük balık zinciri ile artan miktarlarda birikerek insana kadar ulaşması önemli bir sağlık tehdidi oluşturmaktadır.

## **2.6. Balıklarda Bazı Element Düzeyleri**

Marmara Denizi'nde saptanan çeşitli elementlerin biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon yolları ile su ürünlerinde oluşturabileceği birikimin boyutları çeşitli çalışmalarda incelenmiştir.

Güngör ve ark. Marmara Denizi'nde avlanan balıklar içinde en sık tüketilenlerinden olan hamsi (*Engraulis encrasicolus*), istavrit (*Trachurus mediterraneus*), sardalya (*Sardina pilchardus*), mezgit (*Merlangius euxmus*), levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipuradan (*Abramis brama*) yılın iki farklı ayında alınan örneklerde bazı element düzeylerini araştırmışlar ve arsenik düzeylerinin levrek dışındaki balıkların tamamında güvenilir üst sınırdan yüksek konsantrasyonda bulunduğunu saptamışlardır (34).

Kurt Cucu ve ark. Marmara Denizi'nden yakalanan ve sık tüketilen istavrit (*Trachurus mediterraneus*) ve mezgit (*Merlangius euxmus*) balıklarında ölçülen kadmiyum, kurşun ve manganez seviyelerinin insan tüketimi için kabul edilebilir sınırlarda olduğunu bulmuşlardır (35).

Aksu ve ark. ise Marmara Denizi'ndeki berlam (*Merluccius merluccius*) balıklarında yaz ve kış döneminde arsenik, cıva, kadmiyum ve kurşun düzeylerini değerlendirmişlerdir. Kurşun düzeyinin hem yaz hem de kış dönemlerinde önerilen kritik sınırın üzerinde olduğu, kadmiyum düzeyinin ise yaz döneminde alınan örneklerde kritik sınırın üzerinde olduğu gösterilmiştir. Cıva ve arsenik düzeyleri ise kabul edilebilir sınırlarda saptanmıştır (9).

Keskin ve ark. Marmara Denizi'nde çok sayıda farklı türdeki balıkta bazı element seviyelerini değerlendirmişlerdir. Cıva düzeyleri hamsi (*Engraulis encrasicolus*), berlam (*Merluccius merluccius*) ve midyede izin verilen üst sınırın üzerinde bulunurken diğer balıkların tamamında bu düzeyin altında bulunmuştur. Kadmiyum düzeylerinin ise yalnızca midyelerde izin verilen üst limitin üzerinde olduğu belirlenmiştir (10).

Ünlü ve ark. yaptıkları araştırmada, Marmara Denizi'nden alınan midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde çinko ve kadmiyum düzeylerinin kabul edilebilir sınırların üzerinde olduğunu saptamışlardır (28).

Sonuç olarak insanlar tarafından sıklıkla tüketilen balık türlerinde bazı elementler yönünden tehditlerin var olduğu açıktır. Bu nedenle balık tüketen insanlarda oluşabilecek element birikimlerinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

## **2.7. İnsanlarda Su Ürünü Tüketimine Bağlı Birikim Yapabilecek Bazı Elementler**

Su ürünlerinin tüketimi ile vücuda alınan bazı elementler insan yaşamının devamı için gereklidir ve insan vücudunda çeşitli reaksiyonlarda önemli rol oynarlar (demir ve çinko gibi). Bazı elementlerin ise insan fizyolojisinde bilinen bir rolü bulunmamaktadır ve düşük düzeylerde bile toksik olabilmektedirler (kurşun gibi). Ancak metabolizma için gerekli görünen elementlerin de belirli miktarlardan sonra toksik etkili oldukları bilinmektedir. Bu nedenle, çeşitli kaynaklardan vücuda alınmış olan bu maddelerin konsantrasyonlarının belirli sınırlar içinde bulunması önemlidir (36).

Bu bölümde su ürünlerinde ve dolayısıyla su ürünlerini tüketen insanlarda birikim yaparak sağlık açısından tehdit oluşturabilecek 15 element (cıva, arsenik, kadmiyum, kurşun, çinko, bakır, selenyum, manganez, demir, nikel, krom, antimon, gümüş, stronsiyum ve vanadyum) ayrıntılandırılacaktır.

### **2.7.1. Cıva (Hg)**

Cıva hava, su ve toprakta doğal olarak bulunan toksik elementlerden biridir (37). Metalik cıva, inorganik cıva ve organik cıva olmak üzere üç farklı formda bulunabilir (30). Metalik cıva (elementer cıva) cıvanın saf ve diğer elementlerle birlikte olmayan şeklini ifade eder. Metalik cıva termometrelerde, kan basıncı ölçmek için kullanılan aletlerde ve bazı elektrik anahtarlarında kullanılmaktadır. Cıvanın gümüş, kalay gibi metallerle yaptığı bir alaşım olan amalgam diş dolguları da metalik cıva içermektedir (30, 38). İnorganik cıva ise; cıva klor, kükürt veya oksijen gibi elementlerle birleştiğinde meydana gelmektedir. Bu cıva bileşiklerine cıva tuzları da denilmektedir. İnorganik cıva tuzları fungusit, topikal antiseptik ve bazı ilaçlarda koruyucu olarak, ayrıca boyalarda ve dövmelelerde renklendirici olarak kullanılabilir (30). Cıva karbon ile birleştiğinde oluşan formu ise organik cıva olarak adlandırılır. Organik cıva diğer cıva formlarından daha toksiktir (39). Potansiyel olarak çok sayıda organik cıva bileşiği bulunmasına rağmen çevrede en yaygın biçimde bulunan organik cıva bileşiği metilcıvadır. Metilcıva insan faaliyetlerinden ziyade ortamdaki mikroorganizmalar tarafından üretilir. Suyu karışan cıva mikroorganizmalarca metilcıvaya çevrilmekte ve planktonlar, onları yiyen küçük balıklar ve küçük balıklarla beslenen büyük balıklar ile besin zincirine karışmakta böylece su ürünlerinde canlının bulunduğu ortamdaki düzeylerden çok daha yüksek seviyelere ulaşabilmektedir (30).

Cıva çevrede doğal olarak bulunduğundan bireyler hava, su ve yiyecekler yoluyla düşük miktarlarda cıvaya maruz kalmaktadırlar. Beslenme yoluyla etkilenim, cıva ile kirlenmiş sularda yaşayan su ürünlerinden zengin beslenen bireylerde görülebilmekte ve bu etkilenim büyük oranda organik cıva maruziyeti şeklinde olmaktadır. Mesleki etkilenim, kullanılan cıvanın işyerine yayılmasıyla ortaya çıkmaktadır ve bu etkilenim sıklıkla metalik ve inorganik cıva bileşikleriyle olmaktadır. Çevresel kontaminasyon yoluyla etkilenim ise endüstride kullanılan



cıvanın salınmasıyla oluşan su kirliliğinden veya tehlikeli atık sahalarından yayılan metalik cıva buharını solumaktan kaynaklanabilmektedir (23, 30). Ayrıca amalgam diş dolgularında bulunan cıvanın korozyon veya çigneme aracılığıyla dolgu yüzeyinden düşük miktarlarda salınması ile de maruziyet görülebilmektedir (30). Bununla birlikte genel popülasyon için cıva maruziyetinin temel kaynağı su ürünleri tüketimidir (38).

Cıva maruziyetinin sağlık üzerine etkileri incelendiğinde, bu etkilerin cıvanın hangi formunun (metalik, inorganik, organik) hangi yolla (solunum, beslenme, cilt) alındığına göre farklılık gösterdiği görülmektedir. İnsanlar su ürünleri tüketimine bağlı olarak çoğunlukla metilcıva maruz kalmaktadırlar (30). Beslenme yoluyla metilcıva maruziyetine bağlı oluşabilecek sağlık etkileri şu şekilde özetlenebilir:

Metilcıva maruziyetine bağlı ortaya çıkan sağlık sorunlarında nörolojik problemler ön plandadır. Erken dönemde ekstremitelerin distalinden başlayan ilerleyici parestezi daha sonra serebellar ataksi, disfazi ve dizartri gözlenmektedir. Görme alanında daralma ve işitme kaybı bulgulara eşlik etmektedir. Tremor ve kas güçsüzlüğü sıklıkla gözlenmektedir. Kişilik değişiklikleri, depresyon, hafıza kaybı, tat ve koku alma bozuklukları ortaya çıkabilmektedir (30, 40, 41).

Metilcıva maruziyetinin bazı kardiyovasküler hastalıklarla da ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Metilcıvanın özellikle yetişkin erkeklerde akut miyokard enfarktüsü ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (42). Ayrıca hipertansiyon ve bradikardiyle ilişkilendiren çalışmalar bulunmakla beraber bu ilişki tartışmalıdır (40).

Metilcıva maruziyetinin bazı prenatal etkileri de bulunmaktadır. Metilcıva gebelik sırasında plasenta yoluyla anneden bebeğe geçebilir ve annede hafif semptomlar olmasına rağmen bebekte serebral palsy benzeri semptomlar görülebilmektedir. Mental retardasyon, serebellar ataksi, konuşma bozukluğu ve çeşitli nöro-gelişimsel bozukluklar da eşlik edebilmektedir. (30, 40, 41).

Bunun dışında metilcıvanın immünolojik ve reproduktif sorunlara yol açabileceği ve kanserojenik olabileceği ile ilgili çeşitli çalışmalar olsa da ilişki net olarak ortaya konamamıştır (30, 41).

Su ürünleri tüketimine bağlı oluşan cıva toksikasyonu Japonya'nın Minamata Körfezi'nde meydana gelen önemli bir tarihsel olayla ortaya konmuştur. Asetaldehit

ve vinil bileşikler üreten bir fabrika körfezi 1930'lu yıllardan itibaren büyük miktarda cıva içeren endüstri atıkları ile kirletmiştir. Cıva körfezdeki canlılar tarafından metilcıvaya dönüştürülmüş bu da deniz ürünleri ve balıklarda birikmiştir. Yüksek miktarda cıva içeren deniz ürünlerinin bölge halkı tarafından tüketilmesiyle ölümler, yaygın nörolojik bozukluklar ve konjenital hastalıklar görülmeye başlamıştır. Oluşan nöropati tablosu Minamata Hastalığı olarak ilk kez 1956 yılında tanımlanmış, bunun metilcıva ile kontamine olmuş sudan kaynaklandığı ancak 1959 yılında anlaşılmıştır (6, 7, 23). Minamata Hastalığı'nda görülen semptom ve bulgular yukarıda belirtilmiştir.

Literatürde, sık su ürünü tüketen bireylerde cıva düzeylerini değerlendiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Saç cıva düzeyi insanda metilcıva maruziyetini değerlendirmek için birçok araştırmada kullanılmış olan geçerli bir biyobelirteçtir ve uzun dönem ortalama maruziyeti yansıtmaktadır. Kan ve tırnak örnekleri de maruziyeti değerlendirmek için kullanılabilirle beraber; kan cıva düzeyi çoğunlukla yakın dönem maruziyete ilişkin tahmin sağlamakta, tırnak cıva düzeyi ise uzun dönem maruziyet hakkında bilgi vermektedir (42-45).

Sık su ürünü tüketenlerde cıva düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 2'de özetlenmiştir.

**Tablo 2.** Sık su ürünü tüketenlerde cıva düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer   | Kişi Sayısı   | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç   | Araştırma                              |
|---|---|-------|----------------|---|--|
| Mersin, Edremit, Trabzon ve Ankara, Türkiye | 4-7 kez/hafta balık tüketen 35 balıkçı<br>1-3 kez/hafta balık tüketen 21 balıkçı<br>1-2 kez/ay balık tüketen 12 balıkçı<br>12 Kontrol | Saç   | GC             | 4-7 kez/hafta balık tüketen balıkçılarda ortalama 10,22±6,15 ppm,<br>1-3 kez/hafta balık tüketen balıkçılarda ortalama 6,06±2,70 ppm,<br>1-2 kez/ay balık tüketen balıkçılarda ortalama 2,46±1,52 ppm,<br>Kontrol grubunda ortalama 1,15±0,34 ppm | Vural ve Ünlü, 1996 (46)               |
| Mersin, Türkiye                             | 50 Düzenli balık tüketen kişi<br>15 Hiç balık tüketmeyen kişi   | Saç   | AAS            | Düzenli balık tüketenlerde ortalama 1,06±0,59 ppm,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde ortalama 0,43±0,29 ppm ( $p<0,001$ )  | Doğan-Sağlamtimur ve Kumbur, 2010 (47) |
| Ankara ve İstanbul, Türkiye                 | 50 Balık satıcısı (sık tüketim)<br>50 Temizlik şirketi çalışanı (düşük tüketim)   | Saç   | AAS            | Balık satıcılarında ortalama 0,29± 0,12 ppm,<br>Temizlik şirketi çalışanlarında ortalama 0,20± 0,07 ppm ( $p<0,001$ )   | Çamur ve ark, 2016 (48)                |
| Doha Village, Kuveyt                        | 100 Balıkçı<br>35 Kontrol   | Saç   | AFS            | Balıkçılarda ortalama 4,18±3,22 ppm,<br>Kontrol grubunda ortalama 2,62±1,40 ppm ( $p=0,007$ )   | Al-Majed ve Preston, 2000 (49)         |
| Hagfors, İsveç                              | Ayda bir kez veya daha fazla balık tüketen 104 kişi<br>Ayda birden az balık tüketen 39 kişi   | Saç   | AFS            | Ayda bir kez veya daha fazla balık tüketenlerde ortanca 1,5 (0,1-18,5) ppm,<br>Ayda birden az balık tüketenlerde ortanca 0,4 (0,1-2,0) ppm  | Johnsson ve ark, 2004 (50)             |

**Tablo 2'nin Devamı**

| Yer                               | Kişi Sayısı  | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                  |
|-----------------------------------|--|-------|----------------|--|----------------------------|
| Zhejiang, Çin                     | Günde en az bir kez balık tüketen 5 kişi<br>Haftada en az bir kez balık tüketen 31 kişi<br>Ayda en az bir kez balık tüketen 14 kişi  | Saç   | AFS            | Günde en az bir kez balık tüketenlerde ortalama $1,32 \pm 1,17$ ppm,<br>Haftada en az bir kez balık tüketenlerde ortalama $0,79 \pm 0,33$ ppm,<br>Ayda en az bir kez balık tüketenlerde ortalama $0,49 \pm 0,30$ ppm   | Fang ve ark, 2012 (51)     |
| Florida, ABD                      | Günde bir kez ya da daha fazla deniz ürünü tüketen 9 kişi<br>Haftada üç kez deniz ürünü tüketen 66 kişi<br>Haftada bir kez deniz ürünü tüketen 50 kişi<br>Ayda bir kez ya da daha az deniz ürünü tüketen 10 kişi | Saç   | AAS            | Günde bir kez ya da daha fazla deniz ürünü tüketenlerde ortalama $2,14 \pm 1,86$ ppm,<br>Haftada üç kez deniz ürünü tüketenlerde ortalama $1,95 \pm 2,32$ ppm,<br>Haftada bir kez deniz ürünü tüketenlerde ortalama $1,08 \pm 1,16$ ppm,<br>Ayda bir kez ya da daha az deniz ürünü tüketenlerde $0,49 \pm 0,29$ ppm ( $p < 0,01$ ) | Schaefer ve ark, 2014 (52) |
| Helsinki ve Lepavirta, Finlandiya | Lepavirta'da yaşayan 37 kişi (yüksek tüketim)<br>Helsinki'de yaşayan 35 kişi (düşük tüketim)   | Saç   | AAS            | Lepavirta'da yaşayanlarda ortalama $1,57 \pm 1,42$ mg/kg,<br>Helsinki'de yaşayanlarda ortalama $0,45 \pm 0,25$ mg/kg   | Alfthan, 1997 (53)         |

**Tablo 2'nin Devamı**

| Yer                | Kişi Sayısı  | Örnek  | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                  |
|--------------------|--|--------|----------------|--|----------------------------|
| Güney Kore         | Haftada birden fazla su ürünü tüketen 760 kişi<br>Haftada bir su ürünü tüketen 524 kişi<br>Haftada birden az su ürünü tüketen 465 kişi | Kan    | AAS            | Haftada birden fazla su ürünü tüketenlerde ortalama (%95 CI) 4,38(4,09–4,66) µg/L,<br>Haftada bir su ürünü tüketenlerde ortalama (%95 CI) 4,24(3,83–4,65) µg/L,<br>Haftada birden az su ürünü tüketenlerde ortalama (%95 CI) 3,71(3,40–4,03) µg/L<br>( <i>p</i> <0,05) | Kim ve Lee, 2010 (54)      |
| Massachusetts, ABD | Haftada iki kezden fazla balık tüketen 40 gebe<br>Haftada iki kez ya da daha az balık tüketen 254 gebe<br>Hiç balık tüketmeyen 47 gebe | Kan    | AAS            | Haftada iki kezden fazla balık tüketenlerde ortalama 5,6±4,5 ng/g,<br>Haftada iki kez ve daha az balık tüketenlerde ortalama 3,9±3,8 ng/g,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde ortalama 1,9±2,3 ng/g  | Oken ve ark, 2008 (55)     |
| Roma, İtalya       | Haftada birden fazla balık tüketen 23 kişi<br>Haftada bir kez balık tüketen 22 kişi<br>Haftada birden az balık tüketen 35 kişi         | Tırnak | AAS            | Haftada birden fazla balık tüketenlerde ortalama 1,19±1,26 mg/kg<br>Haftada bir kez balık tüketenlerde ortalama 1,11±1,68 mg/kg<br>Haftada birden az balık tüketenlerde ortalama 0,99±0,81 mg/kg   | Pallotti ve ark, 1979 (56) |
| New Hampshire, ABD | Çeşitli sıklıklarda su ürünü tüketen 27 kişi   | Tırnak | AAS            | Su ürünü tüketimi ile tırnak cıva düzeyi korele ( <i>r</i> =0,48 <i>p</i> =0,012)  | Rees ve ark, 2007 (57)     |

GC: Gas Chromatography, AAS: Atomic Absorption Spectroscopy, AFS: Atomic Fluorescence Spectrophotometer

ppm: parts per million

### 2.7.2. Arsenik (As)

Arsenik yer kabuğunda doğal olarak bulunan bir elementtir. Çevrede metalik arsenik (elementer arsenik); oksijen, klor veya kükürt gibi elementlerle birleşerek inorganik arsenik; karbon ve hidrojen ile birleşerek organik arsenik şeklinde bulunabilmektedir (58). Arsenik; metal madenciliği ve imalatında, ilaç endüstrisinde, ahşap koruyucu, pestisit, herbisit, fungusit ve boya gibi ürünlerin üretiminde kullanılmakta ve bu süreçler arsenik açısından önemli çevresel kirlilik kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır (36, 58, 59).

İnsanlar solunan hava ve içilen su yoluyla çeşitli miktarlarda arseniğe maruz kalsa da başlıca arsenik maruziyet kaynağı olarak tüketilen besinler karşımıza çıkmaktadır. Besinler arasında ise deniz ürünleri en yüksek arsenik seviyelerine sahiptir (58). Kirlenmiş sularda yaşayan balıklarda arsenik düzeylerinin daha yüksek olduğu göz önüne alındığında, bu balıkları tüketen bireyler arsenik maruziyeti açısından daha yüksek riske sahip olacaklardır (60). Deniz ürünlerinde bir miktar inorganik arsenik bulunsa da ağırlıklı olarak arsenobetain ve arsenokolin şeklindeki organik arsenik formu bulunmaktadır ve bu organik arsenik formları diğer arsenik formlarına kıyasla daha az toksiktir (58, 61).

Yüksek miktarda inorganik arseniğin oral yolla alınması ölümlerle sonuçlanabilmektedir. İnorganik arseniğin oral yolla düşük dozlarda alınmasıyla ise karın ağrısı, mide bulantısı, kusma ve ishal gibi gastrointestinal irritasyona bağlı belirtiler görülebilmekte ve bununla beraber kardiyak aritmiler, anemi ve lökopeni, el ve ayaklarda parestezi gibi bulgular gözlenebilmektedir (58). İnorganik arseniğe oral yolla uzun süreli maruziyetin en karakteristik bulgusu cilt değişiklikleridir. Ciltte hiperpigmentasyon ve avuç içi, ayak tabanı ve gövde üzerinde küçük siğiller görülebilmektedir. Ayrıca uzun süreli inorganik arsenik maruziyetinin insanlarda karaciğer, mesane, akciğer ve cilt kanseri riskini artırdığı gösterilmiştir (36, 58). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (International Agency for Research on Cancer-IARC) inorganik arseniğin insanlar için kanserojen (Grup 1) olduğunu bildirmektedir (62). İnorganik arseniğe inhalasyon yoluyla maruz kalan kişilerde de (özellikle işçiler ve arsenik içeren atık alanlarının yakınında yaşayan bireyler) akciğer kanseri riskinin arttığı gösterilmiştir (38, 58).

Deniz ürünlerinin tüketimiyle alınan arseniğin büyük kısmını oluşturan organik arsenik bileşiklerinin insan sağlığı üzerine etkileri ile ilgili araştırmalar ise sınırlıdır ve bu bileşiklerin henüz kanıtlanmış bir sağlık etkisi bulunmamaktadır (58).

Su ürünlerinin insanlar için başlıca arsenik kaynaklarından biri olduğu göz önüne alındığında sık su ürünü tüketenlerde daha fazla arsenik maruziyeti beklenebilir. Arsenik maruziyetinin değerlendirilmesinde kan, saç, tırnak, idrar gibi materyallerde ölçülen arsenik seviyeleri kullanılabilir. Arsenik birkaç saat içinde kandan temizlendiğinden kan arsenik düzeyi ölçümleri daha çok yakın dönem maruziyeti yansıtmaktadır. Arsenik, saç ve tırnaklarda birikme eğiliminde olduğundan bu dokularda arsenik seviyelerinin ölçümü ise geçmiş maruziyeti göstermede daha faydalıdır ve saç örneklerinin tırnağa kıyasla analiz için daha uygun olduğu bildirilmektedir (58, 59).

Sık su ürünü tüketenlerde arsenik düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 3’de sunulmuştur.

**Tablo 3.** Sık su ürünü tüketenlerde arsenik düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                 | Kişi Sayısı   | Örnek          | Analiz Yöntemi | Sonuç   | Araştırma                         |
|---------------------|---|----------------|----------------|---|-----------------------------------|
| Vieques, Porto Riko | Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olan 31 kişi<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olan 21 kişi | Saç,<br>Tırnak | AAS,<br>ICP-MS | Saç arsenik düzeyi ortalaması:<br>Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olanlarda 0,12±0,22 ppm,<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olanlarda 0,05±0,05 ppm ( $p>0,05$ )   | Mansilla-Rivera ve ark, 2014 (63) |
|                     |   |                |                | Tırnak arsenik düzeyi ortalaması:<br>Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olanlarda 0,24±0,16 ppm,<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olanlarda 0,12±0,07 ppm ( $p<0,01$ )  |                                   |
| Lahor, Pakistan     | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 160 kişi  | Saç,<br>Tırnak | ICP-MS         | Saç arsenik düzeyi ortalaması (%95 CI):<br>Haftada üç kez ya da daha fazla balık tüketenlerde 0,27 (0,22-0,34) ppm,<br>Haftada bir-iki kez balık tüketenlerde 0,32(0,28-0,37) ppm,<br>Haftada birden az balık tüketenlerde 0,36(0,27-0,47) ppm ( $p>0,05$ )   | Anwar, 2005 (64)                  |
|                     |   |                |                | Tırnak arsenik düzeyi ortalaması (%95 CI):<br>Haftada üç kez ya da daha fazla balık tüketenlerde 0,69(0,55-0,87) ppm,<br>Haftada bir-iki kez balık tüketenlerde 0,64(0,56-0,74) ppm,<br>Haftada birden az balık tüketenlerde 0,72(0,64-0,82) ppm ( $p>0,05$ ) |                                   |



**Tablo 3'ün Devamı**

| Yer                   | Kişi Sayısı  | Örnek  | Analiz Yöntemi | Sonuç   | Araştırma                    |
|-----------------------|--|--------|----------------|---|------------------------------|
| Kahire, Mısır         | Mesleki arsenik maruziyeti bulunmayan 100 kişi   | Saç    | AAS            | Haftalık ortalama balık tüketimi (gram/hafta) ile saç arsenik düzeyi korele ( $r=0,40$ $p<0,001$ )  | Saad ve Hassanien, 2001 (59) |
| Amami-Oshima, Japonya | Her gün balık tüketen 47 kişi<br>Haftada 3-4 kez balık tüketen 49 kişi<br>Haftada 1-2 kez balık tüketen 21 kişi<br>Ayda 1-2 kez balık tüketen 6 kişi | Tırnak | ICP-MS         | Her gün balık tüketenlerde ortalama (%95 CI) 0,43(0,32-0,58) ppm,<br>Haftada 3-4 kez balık tüketenlerde ortalama (%95 CI) 0,39(0,32-0,47) ppm,<br>Haftada 1-2 kez balık tüketenlerde ortalama (%95 CI) 0,48(0,29-0,81) ppm,<br>Ayda 1-2 kez balık tüketenlerde ortalama (%95 CI) 0,37(0,25-0,57) ppm ( $p>0,05$ ) | Tabata ve ark, 2006 (65)     |
| Acre, Brezilya        | Deniz ürünlerini sık tüketen 1116 kişi<br>Deniz ürünlerini sık tüketmeyen 59 kişi  | Kan    | ICP-MS         | Deniz ürünlerini sık tüketenlerde ortalama $4,18\pm 1,97$ µg/L,<br>Deniz ürünlerini sık tüketmeyenlerde ortalama $4,08\pm 1,58$ µg/L ( $p=0,69$ )   | Freire ve ark, 2015 (66)     |
| İtalya ve Hırvatistan | 1083 kadın   | Kan    | ICP-MS         | Haftalık balık tüketimi (gram/hafta) ile kan arsenik düzeyi korele ( $r=0,28$ $p<0,001$ )   | Miklavcic ve ark, 2013 (67)  |
| Oslo, Norveç          | 32 kadın   | Kan    | ICP-MS         | 15 hafta boyunca tüketilen toplam balık miktarı (gram) ile kan arsenik düzeyi korele ( $r=0,41$ $p<0,05$ )  | Meltzer ve ark, 2002 (68)    |

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy, ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

ppm: parts per million

### 2.7.3. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum havada, toprakta ve hatta kirlenmemiş deniz sularında çeşitli düzeylerde doğal olarak bulunan oldukça toksik bir elementtir (69). Yer kabuğunda genellikle çinko, kurşun ve bakır cevherleriyle birlikte bulunmaktadır (70).

Kadmiyum; çinko, kurşun ve bakır imalatı sırasında yan ürün olarak ortaya çıkmaktadır (70). Kadmiyumun insanlar tarafından kullanımı nispeten yenidir ve özellikle son birkaç on yılda yeniden şarj edilebilir pillerin üretiminde kullanılması önemli bir kirlenici olarak karşımıza çıkmasına neden olmuştur (69). Bunun dışında renklendirici olarak, plastik ürünlerde dengeleyici olarak, metal kaplamalarda ve gübrelerde de kadmiyum kullanılmaktadır. Avrupa başta olmak üzere çeşitli bölgelerde katı çevre mevzuatı düzenlemeleriyle kullanımı sınırlanmış olsa da dünya çapında kadmiyum imalatı, kullanımı ve çevreye salınımı 20. yüzyılda ciddi biçimde artmıştır. Belirtilen endüstri süreçleri sırasında havaya, suya ve toprağa yayılan kadmiyum tarım ürünlerinde ve suda yaşayan organizmalarda birikebilmektedir (38, 70).

Sigara içmeyen genel popülasyon için en önemli kadmiyum maruziyeti kaynağı besinlerdir (38, 70). Su ürünleri önemli bir kadmiyum maruziyeti kaynağıdır. Çevreye kadmiyum salan sanayi tesisleri yakınında bulunan su kaynaklarında kadmiyum seviyeleri yükselmektedir ve suda yaşayan organizmalar kadmiyumu biriktirmektedir. Bu su ürünlerini tüketenler de artmış kadmiyum maruziyeti riskiyle karşı karşıya kalmaktadır (70). Kadmiyum iyonları bitkiler tarafından kolayca emildiğinden özellikle yapraklı sebzeler başta olmak üzere bitkisel gıdalarda da çeşitli düzeylerde kadmiyum bulunmaktadır (69, 70). İnsanlar için önemli bir kadmiyum maruziyeti kaynağı da sigaradır. Kadmiyumun akciğerlerden emilimi gastrointestinal sisteme göre çok daha fazla olduğundan, sigara kullanmak toplam maruziyete önemli katkıda bulunmaktadır (69).

Kadmiyumun solunum yoluyla yüksek miktarlarda alınması akciğer ve böbrek hasarı oluşturabilmekte ve ölüme neden olabilmektedir. Ancak bu etki daha çok ilgili alanlarda çalışan işçilerin kirli havayı solumasına bağlı mesleki etkilenim olarak görülmektedir. Ayrıca kadmiyuma maruz kalan işçilerde akciğer kanseri sıklığının da arttığı gösterilmiştir (70). Kadmiyum, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı

(International Agency for Research on Cancer- IARC) tarafından insanlar için kanserojen (Grup 1) olarak sınıflandırılmıştır (71).

Genel popülasyon için kadmiyum maruziyetinin en önemli kaynaklarından biri besinlerdir. Beslenme yoluyla oluşan etkilenimde başlıca hedef organ ise böbreklerdir. Kadmiyum içeren gıdalarla uzun süre beslenmek, böbreklerde kadmiyum birikimine ve ilerleyen dönemde böbrek hasarına neden olabilir. Artmış kadmiyum düzeylerine sahip besinlere uzun süre maruz kalanlarda ayrıca osteomalazi, osteoporoz, kemik kırıkları ve azalmış kemik mineral dansitesi gözlenebilmektedir (70). Itai-itai hastalığı (Ouch-Ouch hastalığı) olarak da bilinen bu tablo ilk olarak Japonya'da kadmiyumla kirlenmiş suların, pirinç tarlalarının sulanmasında kullanılması sonrası, bu besinleri tüketenlerde bulguların görülmesi ile tespit edilmiştir (72).

Sanayi atıklarıyla kontamine olan sularda yaşayan canlılarda kabul edilebilir sınırların üzerinde kadmiyum düzeyleri görülebilmektedir. Bu su ürünleriyle beslenen kişilerde kadmiyum maruziyetinin değerlendirilmesi önemlidir. Kan, saç, tırnak, idrar, karaciğer, böbrek ve diğer dokulardaki kadmiyum düzeyleri kadmiyum maruziyetinin biyolojik göstergeleri olarak kullanılmaktadır (70).

Sık su ürünü tüketenlerde kadmiyum düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı çalışmalar Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Sık su ürünü tüketenlerde kadmiyum düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                      | Kişi Sayısı   | Örnek          | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                          |
|--------------------------|---|----------------|----------------|--|------------------------------------|
| Kanarya Adaları, İspanya | Haftada üç kezden daha fazla balık tüketen 70 kişi<br>Haftada üç kez ya da daha az balık tüketen 349 kişi | Saç            | AAS            | Haftada üç kezden daha fazla balık tüketenlerde ortalama (çeyrekler açıklığı) 0,14 (0-1,90) mg/g,<br>Haftada üç kez ya da daha az balık tüketenlerde ortalama (çeyrekler açıklığı) 0,13 (0,06-0,23) mg/g ( $p>0,05$ )  | Gonzalez-Reimers ve ark, 2014 (73) |
| Lahor, Pakistan          | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 160 kişi  | Saç,<br>Tırnak | ICP-MS         | Saç kadmiyum düzeyi ortalaması (%95 CI):<br>Haftada üç kez ya da daha fazla balık tüketenlerde 0,04(0,02-0,90) ppm,<br>Haftada bir-iki kez balık tüketenlerde 0,08(0,06-0,12) ppm,<br>Haftada bir kezden az balık tüketenlerde 0,09(0,08-0,12) ppm ( $p>0,05$ )<br><br>Tırnak kadmiyum düzeyi ortalaması(%95 CI):<br>Haftada üç kez ya da daha fazla balık tüketenlerde 0,05(0,04-0,06) ppm,<br>Haftada bir-iki kez balık tüketenlerde 0,04(0,04-0,05) ppm,<br>Haftada bir kezden az balık tüketenlerde 0,05(0,04-0,05) ppm ( $p>0,05$ ) | Anwar, 2005 (64)                   |

**Tablo 4'ün Devamı**

| Yer                | Kişi Sayısı  | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç   | Araştırma                   |
|--------------------|--|-------|----------------|---|-----------------------------|
| Michigan, ABD      | Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olan 112 kişi<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olan 95 kişi   | Kan   | AAS            | Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olanlarda ortalama (min-maks) 0,60 (0,1–5,0) ng/mL,<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olanlarda ortalama (min-maks) 0,41 (0,1–2,5) ng/mL<br>( $p=0,005$ ) | Hovinga ve ark, 1993 (74)   |
| Güney Kore         | Kıyı bölgelerde yaşayan ve sigara kullanmayan 88 kadın (yüksek tüketim)<br>İç bölgelerde yaşayan ve sigara kullanmayan 180 kadın (düşük tüketim) | Kan   | AAS            | Kıyı bölgelerde yaşayanlarda ortalama $1,70\pm 1,58$ µg/L,<br>İç bölgelerde yaşayanlarda ortalama $1,72\pm 1,70$ µg/L ( $p>0,05$ )  | Moon ve ark, 2014 (75)      |
| New York, ABD      | Çeşitli sıklıklarda deniz ürünü tüketen 252 kişi   | Kan   | ICP-MS         | Düzenli deniz ürünü tüketimi ile kan kadmiyum düzeyi ilişkisiz ( $\beta=-0,01$ $p=0,11$ )   | Guan ve ark, 2015 (76)      |
| Asahikawa, Japonya | 229 çocuk  | Kan   | ICP-MS         | Toplam deniz ürünü tüketimi (g/1000 kcal) ile kan kadmiyum düzeyi ilişkili ( $\beta=0,189$ $p<0,05$ )   | Ilmiawati ve ark, 2015 (77) |

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy, ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

ppm: parts per million

#### 2.7.4. Kurşun (Pb)

Kurşun diğer birçok metal gibi doğada metalik, inorganik ve organik formlarda bulunabilen; jeokimyasal olarak düşük bir hareketliliğe sahip olmasına rağmen insan aktiviteleri sonucunda çevreye yaygın bir şekilde saçılmış olan oldukça toksik bir elementtir. Kurşunun insan vücudunda bilinen bir fonksiyonu bulunmamaktadır (69).

Kurşun antik uygarlıklardan beri insanlar tarafından kullanılmaya gelmiş bir metaldir. Ancak kurşunun çevreye yoğun bir şekilde yayılımında temel kaynak, 1920'li yıllardan sonra organik kurşun bileşiklerinin motorlu taşıtlar için yakıt katkısı olarak kullanılması olmuştur. Son birkaç on yılda, kurşunsuz benzin kullanımının yaygınlaşmasıyla kurşun emisyonları azalmış olsa da bu yolla yayılım halen devam etmektedir (36). Kurşun günümüzde akümülatörlerde, borularda, lehimlerde, kurşun bazlı boyalarda, kozmetik ürünlerde, silah sanayisinde, insektisitlerde, oyuncaklarda ve cam endüstrisi gibi çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (78).

Endüstriyel faaliyetler sonucu havaya, suya ve toprağa karışan kurşun önemli bir çevresel kirletici olarak karşımıza çıkmaktadır. Sanayi tesislerinin yakınındaki su kaynaklarının kurşun ile kontamine olmasına bağlı olarak, bu sularla yaşayan su ürünlerinde normal sınırların üzerindeki kurşun düzeyleri ülkemizde ve dünyada yapılan birçok çalışmada göze çarpmaktadır (9, 79, 80). İnsanlarda kurşun maruziyetinin temel kaynaklarından birinin besinler olduğu düşünüldüğünde, su ürünlerinin tüketimi yoluyla oluşacak maruziyetin değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Bununla birlikte insanların birçok çevresel kaynak vasıtasıyla çeşitli düzeylerde kurşuna maruz kalabileceği unutulmamalıdır (69, 78).

Kurşun maruziyetinin düşük dozlardan itibaren insan vücudunda birçok organ sistemi üzerine toksik etkileri bulunmaktadır. Kurşun maruziyetinin nörolojik etkileri; kognitif fonksiyonda azalma, duygudurum ve davranış değişiklikleri (hiperaktivite, dürtüsellik, huzursuzluk, dikkatsizlik) olarak karşımıza çıkmakta daha yüksek seviyelerde periferik nöropati, beyin nörokimyası ve volümünde bölgesel değişiklikler, psikiyatrik semptomlar (konfüzyon, anksiyete, depresyon, panik bozukluklar, şizofreni) ve ensefalopati tablosu ortaya çıkabilmektedir (78).

Kurşun maruziyetine bağlı olarak böbrek hasarı ve böbrek fonksiyonunda azalma görülebilmektedir. Daha yüksek maruziyet seviyelerinde; proksimal tübüler nefropati, glomerüler skleroz, interstisyel fibroz ve tübüler nekroza neden olan böbrek toksisitesi oluşmaktadır (38, 78).

Maruziyetin kardiyovasküler sistem üzerine etkilerine bakıldığında artmış sistolik ve diastolik kan basıncı ile EKG değişiklikleri ön plandadır. Yakın dönemde yapılan bir araştırmada, düşük düzeyde çevresel kurşun maruziyetinin kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölüm riskini arttırdığı gösterilmiştir (78, 81).

Uzun dönem kurşun maruziyeti ayrıca anemiye (maruziyetin ilk belirtilerinden biridir) ve hümoral-hücrenel bağışıklıkta değişikliklere yol açmaktadır. Gastrointestinal kolik, reproduktif sistem bozuklukları, bazı endokrin bozukluklar ve tipik bir bulgu olarak diş etlerinde Burton izgisi görülebilmektedir (38, 78).

İnorganik kurşun bileşikleri, Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (International Agency for Research on Cancer- IARC) tarafından insanlar için muhtemel kanserojen (Grup 2A) olarak sınıflandırılmıştır (82). Kurşun maruziyetinin akciğer kanseri, mide kanseri ve gliomlar daha muhtemel olmak üzere birçok kanserle ilişkili olabileceği düşünülmektedir (78, 83).

Kan, saç, tırnak gibi biyolojik materyallerde ölçülen kurşun seviyeleri çeşitli araştırmalarda kurşun maruziyetinin değerlendirilmesi için kullanılmıştır (78).

Sık su ürünü tüketenlerde kurşun düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5.** Sık su ürünü tüketenlerde kurşun düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                      | Kişi Sayısı   | Örnek          | Analiz Yöntemi | Sonuç   | Araştırma                              |
|--------------------------|---|----------------|----------------|---|--|
| Mersin, Türkiye          | 50 Düzenli balık tüketen kişi<br>15 Hiç balık tüketmeyen kişi   | Saç            | AAS            | Düzenli balık tüketenlerde ortalama 52,37±31,16 ppm,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde ortalama 14,11±4,64 ppm ( $p<0,001$ )   | Doğan-Sağlamtimur ve Kumbur, 2010 (47) |
| Kanarya Adaları, İspanya | Haftada üç kezden daha fazla balık tüketen 70 kişi<br>Haftada üç kez ya da daha az balık tüketen 349 kişi | Saç            | AAS            | Haftada üç kezden daha fazla balık tüketenlerde ortalama 16,16±36,00 mg/g,<br>Haftada üç kez ya da daha az balık tüketenlerde ortalama 9,62±32,72 mg/g ( $p=0,001$ )  | Gonzalez-Reimers ve ark, 2014 (73)     |
| Lahor, Pakistan          | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 160 kişi  | Saç,<br>Tırnak | ICP-MS         | Saç kurşun düzeyi ortalaması (%95 CI):<br>Haftada üç kez ya da daha fazla balık tüketenlerde 2,69(1,55-4,97) ppm,<br>Haftada bir-iki kez balık tüketenlerde 3,34(2,27-4,91) ppm,<br>Haftada bir kezden az balık tüketenlerde 3,92(3,03-5,09) ppm ( $p>0,05$ )<br>Tırnak kurşun düzeyi ortalaması (%95 CI):<br>Haftada üç kez ya da daha fazla balık tüketenlerde 2,38(1,60-3,53) ppm,<br>Haftada bir-iki kez balık tüketenlerde 2,11(1,72-2,59) ppm,<br>Haftada bir kezden az balık tüketenlerde 2,04(1,77-2,36) ppm ( $p<0,05$ ) | Anwar, 2005 (64)                       |



**Tablo 5'in Devamı**

| Yer                 | Kişi Sayısı  | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                 |
|---------------------|--|-------|----------------|--|---------------------------|
| Lübnan              | Mesleki kurşun maruziyeti bulunmayan 177 kişi  | Saç   | AAS            | Ayda 3 kezden daha fazla balık tüketenlerde ortalama 4,90±2,97 ppm,<br>Ayda 3 kez balık tüketenlerde ortalama 3,26±3,02 ppm,<br>Ayda 2 kez balık tüketenlerde ortalama 4,18±2,96 ppm,<br>Ayda 1 kez balık tüketenlerde ortalama 4,72±2,48 ppm ( $p=0,07$ ) | Salameh ve ark, 2008 (84) |
| Michigan, ABD       | Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olan 112 kişi<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olan 95 kişi   | Kan   | AAS            | Yüksek miktarda su ürünü tüketimi olanlarda ortalama (min-maks) 5,5 (1,0–17,0) µg/dL,<br>Düşük miktarda su ürünü tüketimi olanlarda ortalama (min-maks) 3,8 (1,0–10,0) µg/dL ( $p=0,0001$ )  | Hovinga ve ark, 1993 (74) |
| Sao Paulo, Brezilya | Haftada bir kez ya da daha fazla balık tüketen 112 kişi<br>Ayda 1-3 kez balık tüketen 133 kişi<br>Ayda bir kezden az balık tüketen ya da hiç tüketmeyen 129 kişi | Kan   | ICP-MS         | Haftada bir kez ya da daha fazla balık tüketenlerde ortalama 25,4 µg/L,<br>Ayda 1-3 kez balık tüketenlerde ortalama 24,2 µg/L,<br>Ayda bir kezden az balık tüketen ya da hiç tüketmeyenlerde ortalama 22,4 µg/L ( $p>0,05$ )                               | Takeda ve ark, 2017 (85)  |

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy, ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

ppm: parts per million

### 2.7.5. Çinko (Zn)

Çinko toprakta, havada, suda ve tüm besinlerde bulunan bir metaldir (86). Çinko sadece insanlar için değil tüm canlı organizmalar için önemli bir esansiyel elementtir. 300'den fazla enzim ve daha fazla sayıda proteinin yapısal bir bileşeni olması nedeniyle insan vücudunda kritik bir role sahiptir (87). Hücre büyüme, gelişme, farklılaşma ve homeostazı, DNA sentezi, RNA transkripsiyonu, hücre bölünmesi, yara iyileşmesi, kemik mineralizasyonu, kollajen oluşumu, kognitif fonksiyonlar, tat alma, immün cevap ve sperm üretimi gibi birçok süreçte rol oynamaktadır (88). Bu nedenle vücutta belirli konsantrasyonlarda bulunması gereklidir. Bununla birlikte yüksek miktarda çinko alınması toksik etkiler oluşturabilmektedir (86).

Çinko endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Metalik inko pas ve korozyonu önlemek için diğer metallerin kaplanmasında (galvanizleme), pirinç ve bronz gibi alaşımların yapısında, pil üretiminde kullanılmakta; çinko bileşikleri ise kauçuk üretiminde, boya ve ahşap koruyucularda, güneş kremleri, çeşitli ilaçlar, deodorantlar ve şampuanların üretimi gibi alanlarda kullanılmaktadır. Çinko endüstriyel faaliyetler ve doğal süreçler sonucunda çevreye salınmaktadır (86).

İnsanlar için başlıca çinko kaynağı besinlerdir. Kabuklu deniz ürünleri başta olmak üzere su ürünleri genel olarak çinko açısından zengin besinlerdir. Çinko açısından kirlenmiş sularda yaşayan ve beslenen balık ve diğer su ürünlerinde çinko birikimi gözlenebilmektedir, bu nedenle bu besinleri sık tüketen bireylerde çinko yükünde bir artış beklenebilir. Kümes hayvanları, kırmızı et ve kuruyemişler de diyetteki önemli çinko kaynaklarındandır. Önerilenden fazla miktarda çinko içeren destek ilaç kullananlar da artmış çinko maruziyeti ile karşı karşıya kalabilmektedirler (86, 88).

Çinko insan vücudu için vazgeçilmez bir element olsa da yüksek miktarda çinko maruziyeti bazı sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Oral yolla yüksek dozda çinko alımı kısa dönemde mide krampları, bulantı ve kusmaya neden olur. Bu maruziyetin aylar boyunca devam etmesi ile anemi, pankreas hasarı ve HDL kolesterol seviyelerinde azalma görülebilir. Ancak bu konuda yapılan araştırmalar sınırlı sayıdadır ve bu etkiler genellikle çinko içeren destek ilaçların fazla kullanımıyla oluşan yüksek miktarda çinko maruziyetine bağlı olarak saptanmıştır (86, 87).

Vücuttaki toplam çinko maruziyetini saptamak için basit bir ölçüm yöntemi bulunmamaktadır. Çeşitli çalışmalarda, çinko maruziyeti saptanan kişilerde artmış serum ve idrar çinko düzeyleri bildirilmiş olsa da bu ilişki net olarak ortaya koyulamamıştır. Saç ve tırnak çinko düzeyleri, uzun dönem çinko maruziyetinin göstergeleri olarak kullanılmalarına rağmen yüksek güvenilirliğe sahip değildir (86). Ayrıca vücuda birçok farklı kaynaktan çinko alınabileceğinden, saptanan maruziyetin kaynağının yüksek miktarda çinko içeren su ürünleri olduğuna dair ayrımı sağlamak güçtür.

Sık su ürünü tüketenlerde çinko düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 6'da sunulmuştur.

**Tablo 6.** Sık su ürünü tüketenlerde çinko düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                      | Kişi Sayısı   | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                              |
|--------------------------|---|-------|----------------|--|--|
| Mersin, Türkiye          | 50 Düzenli balık tüketen kişi<br>15 Hiç balık tüketmeyen kişi   | Saç   | AAS            | Düzenli balık tüketenlerde ortalama 292±108 ppm,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde ortalama 225±64 ppm ( $p>0,05$ )   | Doğan-Sağlamtimur ve Kumbur, 2010 (47) |
| Kanarya Adaları, İspanya | 94 kişi   | Saç   | AAS            | Balık tüketimi ile saç çinko düzeyi ilişkisiz  | Gonzalez-Reimers ve ark,2008 (89)      |
| Kanarya Adaları, İspanya | Haftada üç kezden daha fazla balık tüketen 70 kişi<br>Haftada üç kez ya da daha az balık tüketen 349 kişi | Saç   | AAS            | Haftada üç kezden daha fazla balık tüketenlerde ortalama 145,79±118,29 mg/g,<br>Haftada üç kez ya da daha az balık tüketenlerde ortalama 80,70±127,46 mg/g ( $p<0,001$ )   | Gonzalez-Reimers ve ark, 2014 (73)     |
| Thrace, Yunanistan       | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 105 çocuk   | Serum | AAS            | Haftada bir kez veya daha fazla balık tüketenlerde ortalama 14,50±2,99 µmol/L,<br>Haftada bir kezden az balık tüketenlerde ortalama 15,29±2,62 µmol/L,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde 16,29±3,11µmol/L ( $p=0,082$ ) | Arvanatidou ve ark, 2007 (90)          |
| Thrace, Yunanistan       | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 132 yetişkin  | Serum | AAS            | Haftada bir kez veya daha fazla balık tüketenlerde ortalama 99,03±18,86 µg/dL,<br>Nadiren balık tüketenlerde ortalama 99,57±18,85 µg/dL,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde ortalama 97,35±17,31 µg/dL ( $p=0,917$ )     | Voskaki ve ark, 2010 (91)              |

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy

ppm: parts per million

### 2.7.6. Bakır (Cu)

Bakır toprakta, suda ve havada deęişen seviyelerde doęal olarak bulunan kıvıll renkli bir elementtir. Çevrede metalik formda ve dięer elementlerle bileşik oluřturmuř biçimde bulunabilir (92). Bakır insan vucudunda bazı metalloenzimlerin ve proteinlerin bileřeni olan esansiyel bir elementtir ve dūřuk dūzeylerde de olsa organizma için gereklidir. Demir metabolizması, fetal būyūme ve geliřme, beyin geliřimi, kolesterol ve glukoz metabolizması, immūn fonksiyonlar ve antioksidan savunma gibi birçok biyolojik sūrete kritik rol oynar. Ancak yūkksek dūzeyde alınması toksik etkiler meydana getirebilmektedir (93, 94).

Bakır gūnūmūzde endūstride yaygın bir kullanıma sahiptir. Yūkksek iletkenlięi nedeniyle elektrik ūretimi ve iletimi ile ilgili tesislerde kullanılmaktadır. Pirinç ve bronz gibi birçok alařımın yapısında bulunmaktadır. İnařatlarda, tel, boru, sac ve dięer metal ūrūnlerin imalatında, kumař-aħřap koruyucu olarak ve boya sanayi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bakır, madencilik faaliyetleri ve bakır ūreten veya kullanan fabrikalar yoluyla çevreye salınmakta ve ūnemli bir kirletici olarak karřımıza çıkmaktadır (92).

Bakır çevrede yaygın olarak bulunduęundan solunan hava, içilen su, tūketilen yiyecekler ve dermal temas yoluyla insanlar çeřitli miktarlarda bakıra maruz kalmaktadır. Ayrıca bakır endūstrisinde çalıřanlar mesleki etkilenim yařayabilmektedir (92, 95). Bununla birlikte genel popūlasyon için bakır, bařlıca su ve gıdalar yoluyla vūcudā alınmaktadır (94). Gıdalar arasında en zengin bakır kaynakları olarak kabuklu deniz ūrūnleri, karacięer ve bōbrek gibi organ etleri, baklagiller ve kuruyemiřler ūne çıkmaktadır. Ancak balık ve dięer su ūrūnlerinin tūketimi ile vūcudā alınan bakır miktarı, diyetle alınan toplam bakır içinde sınırlı bir dūzeyde kalmaktadır (94). Yine de kontamine olmuř alanlarda yařayan su ūrūnlerinin fazla miktarda tūketilmesi vūcuttaki bakır yūkkūnū arttıracaktır.

Bakır insan için esansiyel bir element olsa da yūkksek dozda bakır maruziyeti zararlıdır. Yūkksek dozda bakırın besinler aracılıęıyla vūcudā alınması bulantı, kusma ve ishal gibi bulgulara yol açar. Yine yūkksek miktarda bakır, karacięer ve bōbrek hasarına ve hatta ūlūme neden olabilir. Bununla birlikte; bakır toksisitesine karřı artmıř genetik duyarlılıęa baęlı oluřan ve iyi bilinen Wilson hastalıęının dıřında,

normal popülasyonda yüksek bakır maruziyetine bağlı karaciğer hastalıkları nadir olarak bildirilmiştir (92). Saç, serum, kan ve idrar bakır düzeyleri bakır maruziyetinin biyolojik göstergeleri olarak kullanılabilir (92).

Sık su ürünü tüketenlerde bakır düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 7’de sunulmuştur.



**Tablo 7.** Sık su ürünü tüketenlerde bakır düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                      | Kişi Sayısı  | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                          |
|--------------------------|--|-------|----------------|--|------------------------------------|
| Kanarya Adaları, İspanya | Sık balık tüketen 46 kişi<br>Nadir balık tüketen 46 kişi   | Saç   | AAS            | Sık balık tüketenlerde ortalama 78,62±182,26 mg/kg,<br>Nadir balık tüketenlerde ortalama 129,76±270,22 mg/kg ( $p>0,05$ )  | Gonzalez-Reimers ve ark, 2014 (96) |
| Kanarya Adaları, İspanya | 94 kişi  | Saç   | AAS            | Balık tüketimi ile saç bakır düzeyi ilişkisiz  | Gonzalez-Reimers ve ark,2008 (89)  |
| Thrace, Yunanistan       | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 105 çocuk  | Serum | AAS            | Haftada bir kez veya daha fazla balık tüketenlerde ortalama 27,55±5,48 µmol/L,<br>Haftada bir kezden az balık tüketenlerde ortalama 25,68±4,99 µmol/L, Hiç balık tüketmeyenlerde 22,19±4,33µmol/L( $p=0,002$ )             | Arvanatidou ve ark, 2007 (90)      |
| Thrace, Yunanistan       | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 132 yetişkin   | Serum | AAS            | Haftada bir kez veya daha fazla balık tüketenlerde ortalama 152,76±34,79 µg/dL,<br>Nadiren balık tüketenlerde ortalama 142,32±28,64 µg/dL,<br>Hiç balık tüketmeyenlerde ortalama 135,82±33,71 µg/dL ( $p=0,083$ )          | Voskaki ve ark, 2010 (91)          |
| Sao Paulo, Brezilya      | Haftada bir kez ya da daha fazla balık tüketen 112 kişi<br>Ayda 1-3 kez balık tüketen 133 kişi<br>Ayda bir kezden az balık tüketen ya da hiç tüketmeyen 129 kişi | Kan   | ICP-MS         | Haftada bir kez ya da daha fazla balık tüketenlerde ortalama 997 µg/L,<br>Ayda 1-3 kez balık tüketenlerde ortalama 1016 µg/L,<br>Ayda bir kezden az balık tüketen ya da hiç tüketmeyenlerde ortalama 984 µg/L ( $p>0,05$ ) | Takeda ve ark, 2017 (85)           |

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy, ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

### 2.7.7. Selenyum (Se)

Selenyum yer kabuğunda yaygın ancak düzensiz biçimde dağılmış, genellikle diğer maddelerle bileşik oluşturmuş halde bulunan bir elementtir (97). Antioksidan savunma ve tiroid metabolizması başta olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlerde görev alan selenoproteinlerin yapısında bulunması nedeniyle vücutta belirli düzeylerde bulunması gereken esansiyel bir elementtir. Ancak selenyumun gereğinden fazla alınması toksik etkiler oluşturabilmektedir (98).

Plastik, boya, fotografik cihaz, şampuan, fungusit ve bazı cam türlerinin üretiminde kullanılan selenyum; doğal süreçler ve insan faaliyetleri sonucu çevreye yayılmaktadır. İnsanlar içilen su ve solunan hava yoluyla düşük konsantrasyonlarda selenyuma maruz kalsa da selenyum alımının temel kaynağı olarak gıdalar göze çarpmaktadır (97). Su ürünleri, et ve süt ürünleri, yumurta ve tahıllar selenyum yönünden zengin besinlerdir (98). Selenyumun eksiklik ve toksisiteye neden olabilen konsantrasyonları arasındaki aralık oldukça dardır (67). Bu nedenle yüksek düzeyde selenyum içeren su ürünlerinin sık tüketimi ile oluşabilecek yük artışının değerlendirilmesi önemlidir.

Selenyum toksikasyonunun sağlık etkileri maruziyet yoluna göre farklılık göstermekle beraber; besinler yoluyla uzun süre yüksek miktarda selenyumun vücuda alınması selenozis adı verilen ve tırnak deformiteleri, saç dökülmesi, cilt lezyonları, periferik nöropati ile seyreden tabloya neden olmaktadır (97, 99).

Selenyum maruziyeti kan, idrar, saç, tırnak gibi biyolojik materyallerde tespit edilebilmektedir (97).

Sık su ürünü tüketenlerde selenyum düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 8'de sunulmuştur.



**Tablo 8.** Sık su ürünü tüketenlerde selenyum düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                   | Kişi Sayısı  | Örnek  | Analiz Yöntemi | Sonuç   | Araştırma                   |
|-----------------------|--|--------|----------------|---|-----------------------------|
| Hualien, Tayvan       | 100 kişi   | Saç    | ICP-MS         | Yüksek miktarda balık tüketimi olanlarda ortalama 0,704 µg/g,<br>Düşük miktarda balık tüketimi olanlarda ortalama 0,571 µg/g ( $p<0,001$ )  | Skalny ve ark, 2019 (100)   |
| Zhejiang, Çin         | Günde bir kez balık tüketen 5 kadın<br>Haftada bir kez balık tüketen 31 kadın<br>Ayda bir kez balık tüketen 14 kadın | Saç    | ICP-MS         | Günde bir kez balık tüketenlerde ortalama 0,96±0,06 µg/g,<br>Haftada bir kez balık tüketenlerde ortalama 1,04±0,14 µg/g,<br>Ayda bir kez balık tüketenlerde ortalama 0,95±0,53 µg/g   | Fang ve ark, 2012 (51)      |
| İsveç                 | 250 balıkçı<br>248 kontrol   | Plazma | Floro-metri    | Selenyum düzeyi balıkçı grubunda kontrol grubuna kıyasla %10-15 daha yüksek( $p<0,05$ )   | Svensson ve ark, 1995 (101) |
| Letonya               | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 68 erkek   | Plazma | Floro-metri    | Ayda 21-50 kez balık tüketenlerde ortalama (min-maks) 1,18(0,66-1,56) µmol/L,<br>Ayda 4-20 kez balık tüketenlerde ortalama (min-maks) 0,91(0,46-1,47) µmol/L,<br>Ayda 0-3 kez balık tüketenlerde ortalama (min-maks) 0,69(0,30-1,14) µmol/L | Hagmar ve ark, 1998 (102)   |
| İtalya ve Hırvatistan | 1083 kadın   | Kan    | ICP-MS         | Haftalık balık tüketimi (gram/hafta) ile kan selenyum düzeyi korele ( $r=0,08$ $p=0,005$ )  | Miklavcic ve ark, 2013 (67) |

ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

### 2.7.8. Manganez (Mn)

Manganez pek çok kaya ve toprak türünde doğal olarak bulunan gümüş renkli bir metaldir (103). Manganez insan vücudunda kemik ve bağ dokusu gelişimi, karbonhidrat, lipid ve aminoasit metabolizması, beyin ve sinir sisteminin normal fonksiyonunun sürdürülmesi, kalsiyum emilimi, antioksidan savunma gibi birçok süreçte yer alan esansiyel bir elementtir (104, 105)

Çelik üretiminde sertlik ve dayanıklılığın artırılması amacıyla, ayrıca pil, boya, gübre ve kozmetik üretiminde manganez kullanılmaktadır. Doğal süreçlerle birlikte bu gibi endüstriyel faaliyetler sonucu çevreye yayılmaktadır (103). İnsanlarda manganez maruziyetinin temel kaynağı tüketilen yiyeceklerdir. Baklagiller, pirinç, kuruyemişler ve çay manganez açısından zengin bazı besinlerdir (103, 106). Su ürünleri üst sıralarda yer alan manganez kaynaklarından biri olarak görünmese de manganez yönünden kirlenmiş sularda yaşayan su ürünlerini sık tüketenlerde artmış maruziyet düzeylerinin olup olmadığı değerlendirilmelidir.

Manganez esansiyel bir element olmasına rağmen dokulardaki miktarına bağlı olarak toksik etkilere yol açabilmektedir. Manganizm adı verilen güçsüzlük, kas ağrısı, apati, konuşmada yavaşlama, maske yüz, hareketlerde yavaşlama gibi Parkinson hastalığı benzeri bulgular ile karakterize tablo özellikle uzun süreli manganez inhalasyonu sonucu ortaya çıkabilmektedir. Besinler yoluyla manganez toksisitesi sık gözlenen bir durum olmasa da bazı araştırmalar yüksek doz oral manganez alımı ile benzer nörolojik bozuklukların ortaya çıktığını göstermektedir (103, 107).

Saç manganez düzeyi manganez maruziyetinin biyolojik göstergesi olarak kullanılabilir (103).

Sık su ürünü tüketenlerde manganez düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 9'da sunulmuştur.

**Tablo 9.** Sık su ürünü tüketenlerde manganez düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                 | Kişi Sayısı  | Örnek | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                 |
|---------------------|--|-------|----------------|--|---------------------------|
| Hualien, Tayvan     | 100 kişi   | Saç   | ICP-MS         | Yüksek miktarda balık tüketimi olanlarda ortalama 0,214 µg/g,<br>Düşük miktarda balık tüketimi olanlarda ortalama 0,316 µg/g ( $p=0,207$ )   | Skalny ve ark, 2019 (100) |
| Çin                 | 452 kadın  | Saç   | ICP-MS         | Et ya da balık tüketim sıklığı ile saç mangan düzeyi korelasyon göstermemekte ( $r=-0,093$<br>$p>0,05$ )   | Yan ve ark, 2017 (108)    |
| Sao Paulo, Brezilya | Haftada bir kez ya da daha fazla balık tüketen 112 kişi<br>Ayda 1-3 kez balık tüketen 133 kişi<br>Ayda bir kezden az balık tüketen ya da hiç tüketmeyen 129 kişi | Kan   | ICP-MS         | Haftada bir kez ya da daha fazla balık tüketenlerde ortalama 12,6 µg/L,<br>Ayda 1-3 kez balık tüketenlerde ortalama 12,6 µg/L,<br>Ayda bir kezden az balık tüketen ya da hiç tüketmeyenlerde ortalama 12,2 µg/L ( $p>0,05$ ) | Takeda ve ark, 2017 (85)  |
| Acre, Brezilya      | Deniz ürünlerini sık tüketen 1116 kişi<br>Deniz ürünlerini sık tüketmeyen 59 kişi  | Kan   | ICP-MS         | Deniz ürünlerini sık tüketenlerde ortalama 12,77±1,63 µg/L,<br>Deniz ürünlerini sık tüketmeyenlerde ortalama 12,81±1,58 µg/L ( $p=0,96$ )  | Freire ve ark, 2015 (66)  |
| Çin                 | 162 çocuk  | Kan   | ICP-MS         | Haftalık deniz balığı tüketim sıklığı ile kan mangan düzeyi korelasyon göstermemekte ( $r=0,13$<br>$p=0,13$ )  | Hon ve ark, 2012 (109)    |

ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

### 2.7.9. Demir (Fe)

Demir yer kabuğunda ikinci en sık rastlanan metaldir. Doğada elementer demire nadiren rastlanır, genellikle diğer elementlerle bileşik oluşturmuş şekilde bulunmaktadır (110). Demir hemen hemen tüm canlı organizmalar için esansiyel bir elementtir. Oksijen transportu, DNA sentezi, elektron transferi de dahil olmak üzere birçok yaşamsal metabolik sürece katıldığından insan vücudu için vazgeçilmez bir metaldir. Bununla birlikte yüksek miktarda demir vücutta toksik etkiler oluşturabilmektedir (111, 112).

Demir sanayide en çok kullanılan metaldir ve genellikle yüksek oranda demir içeren bir alaşım olan çeliğin üretiminde kullanılır. İnşaatlar, otomobiller, gemiler, makine endüstrisi, elektronik aletler ve sayısız eşyada demir kullanılmaktadır ve bu faaliyetler sırasında çevreye demir salınmaktadır (113, 114).

İnsanlar solunan hava ve içilen su yoluyla bir miktar demire maruz kalsalar da demir temel olarak tüketilen besinler yoluyla vücuda alınmaktadır. Karaciğer, böbrek gibi organ etleri başta olmak üzere deniz ürünleri, kırmızı et ve tahıl gevrekleri demir açısından zengin yiyeceklerden bazılarıdır (110, 115). Ayrıca demir içeren ilaçların kullanımını ile de vücuda demir alınabilmektedir.

Demir vücutta önemli metabolik süreçlerde kritik rol oynadığı için eksikliğinde oluşan klinik tablolar ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Fazla miktarda demir ise vücutta serbest radikallerin oluşumuna neden olarak hücre ölümü ve doku hasarı meydana getirebilmektedir. Bu oksidan hasarın ateroskleroz, otoimmün hastalıklar, Alzheimer hastalığı ve diyabet gibi hastalıklarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (111, 112, 116). Ancak beslenme yoluyla fazla miktarda demir alımına bağlı sağlık sorunu görülme olasılığı genel popülasyon için oldukça düşüktür (117).

Sık su ürünü tüketenlerde demir düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış araştırmalar oldukça sınırlıdır. Ayrıca saptanan maruziyet düzeylerini tek başına yüksek miktarda demir içeren su ürünleri tüketimine bağlamak zordur. Yine de kontamine sularda yaşayan su ürünlerini sık tüketenlerde bir yük artışının olup olmadığının değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Sık su ürünü tüketenlerde demir düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış araştırma Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 10.** Sık su ürünü tüketenlerde çeşitli element düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar

| Yer                      | Kişi Sayısı                                | Örnek         | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                         |
|--------------------------|--|---------------|----------------|--|-----------------------------------|
| Kanarya Adaları, İspanya | 94 kişi                                    | Saç (Demir)   | AAS            | Balık tüketimi ile saç demir düzeyi ilişkisiz  | Gonzalez-Reimers ve ark,2008 (89) |
| Tunus                    | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 350 kişi | Kan (Nikel)   | AAS            | Ayda bir kezden fazla balık tüketenlerde ortalama 29,62±30,14 µg/L, Ayda bir kez balık tüketenlerde ortalama 32,15±29,29 µg/L ( $p>0,05$ )   | Khelifi ve ark, 2014 (118)        |
| İspanya                  | 423 çocuk ve adolesan                      | İdrar (Nikel) | AAS            | Yoğun sanayi bölgesi olan Ria of Huelva'da yaşayanların ölçümden önceki hafta taze balık tüketimleri ile idrar nikel düzeyleri pozitif ilişkili, Daha az sanayileşmiş diğer Endülüs bölgelerinde yaşayanların ölçümden önceki hafta taze balık tüketimleri ile idrar nikel düzeyleri ilişkisiz | Aguilera ve ark, 2010 (119)       |
| Tunus                    | Çeşitli sıklıklarda balık tüketen 350 kişi | Kan (Krom)    | AAS            | Ayda bir kezden fazla balık tüketenlerde ortalama 33,43±25,46 µg/L, Ayda bir kez balık tüketenlerde ortalama 38,70±27,84 µg/L ( $p>0,05$ )   | Khelifi ve ark, 2014 (118)        |
| Almanya                  | 285 kişi                                   | Saç (Antimon) | AAS            | Su ürünü tüketimi ile saç antimon düzeyi korelasyon göstermemekte  | Gebel ve ark, 1998 (120)          |
| Cotonou, Benin           | 70 erkek                                   | Kan (Antimon) | ICP-MS         | Balık tüketimi ile kan antimon düzeyi ilişkisiz  | Yedomon ve ark, 2017 (121)        |

**Tablo 10'un Devamı**

| Yer             | Kişi Sayısı   | Örnek              | Analiz Yöntemi | Sonuç  | Araştırma                  |
|-----------------|---|--------------------|----------------|--|----------------------------|
| Çin             | 452 kadın   | Saç (Gümüş)        | ICP-MS         | Et ya da balık tüketim sıklığı ile saç gümüş düzeyi negatif yönde korele ( $r=-0,11$ $p=0,02$ )  | Li ve ark, 2016 (122)      |
| Çin             | 452 kadın   | Saç (Stronsiyum)   | ICP-MS         | Et ya da balık tüketim sıklığı ile saç stronsiyum düzeyi pozitif yönde korele ( $r=0,139$ $p<0,01$ )   | Li ve ark, 2017 (123)      |
| İtalya          | Haftada en az 3 kez ya da daha fazla balık tüketen 24 kişi<br>Haftada 1 kezden az balık tüketen 19 kişi | Serum (Stronsiyum) | ICP-MS         | Haftada en az 3 kez ya da daha fazla balık tüketenlerde ortalama $24,1\pm9,8$ $\mu\text{g/L}$ ,<br>Haftada 1 kezden az balık tüketenlerde ortalama $22,5\pm6,3$ $\mu\text{g/L}$ ( $p=0,54$ ) | Buscemi ve ark, 2014 (124) |
| Hualien, Tayvan | 100 kişi  | Saç (Vanadyum)     | ICP-MS         | Yüksek miktarda balık tüketimi olanlarda ortalama $0,013$ $\mu\text{g/g}$ ,<br>Düşük miktarda balık tüketimi olanlarda ortalama $0,019$ $\mu\text{g/g}$ ( $p=0,004$ )                        | Skalny ve ark, 2019 (100)  |

AAS: Atomic Absorption Spectroscopy, ICP-MS: Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometer

### **2.7.10. Nikel (Ni)**

Nikel diğerk metalllerle alaşım oluşturmaya oldukça yatkın sert, gümüş renkli bir metaldir. Paslanmaz çelik imalatında, metal para ve mücevher yapımında, bazı pillerde ve özel alaşımlarda nikel kullanılmakta ve bu gibi endüstriyel faaliyetler sonucunda çevreye salınmaktadır (125).

Nikel doğada oldukça düşük düzeylerde bulunmaktadır. İnsanlar için başlıca nikel maruziyeti kaynağı besinlerdir. Ayrıca içilen su, solunan hava ve sigara kullanımı ile de düşük miktarlarda nikel maruz kalınmaktadır (125).

Oral yolla yüksek miktarda nikel alımına bağı oluşabilecek sağı etkileriyle ilgili bilgiler oldukça sınırlıdır (125). Yüksek miktarda nikel içeren su tüketen işçilerde karın ağrısı, ishal ve kusma görülmüş, kan retikülosit ve idrar albümin düzeyinde artış saptanmıştır. Ancak bu sudaki nikel konsantrasyonu, güvenli içme suyunda bulunan düzeyden çok daha fazladır (126).

İdrar, saç ve serum nikel düzeyleri nikel etkilenimini göstermek için kullanılabilmekte; saç düzeyleri daha çok uzun dönem maruziyet hakkında bilgi sağlamaktadır (125). Sık su ürünü tüketenlerde nikel düzeylerini değerlendirmeye yönelik yapılmış araştırmalar oldukça sınırlıdır. Sık su ürünü tüketenlerde nikel düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 10'da sunulmuştur.

### **2.7.11. Krom (Cr)**

Krom toprakta, kayalarda, bitkilerde ve hayvanlarda doğal olarak bulunan bir elementtir (127). Doğada değerlik açısından genellikle trivalan krom (Cr III) ve hegzavalan krom (Cr VI) formları gözlenmektedir. Trivalan kromun indirgenmesiyle oluşan hegzavalan krom insan vücudu için daha zararlı olan krom formudur (128). Glikoz ve lipid metabolizmasındaki görevleri nedeniyle trivalan krom insanlar için esansiyel bir elementtir ve düşük miktarda da olsa organizma için gereklidir (129). Buna karşın vücuda yüksek miktarda krom alınması toksik etkiler meydana getirebilmektedir (128).

Krom endüstride paslanmaz çelik gibi metal alaşımlarının imalatında yaygın biçimde kullanılmaktadır ve krom kullanılan sanayi faaliyetleri sonucu havaya,

toprağa ve suya salınmaktadır (127). Yüksek konsantrasyonlardaki krom, suda yaşayan canlılar için ciddi bir biyoakümülyasyon potansiyeli taşımaktadır (130).

Genel popülyasyon için başlıca krom maruziyeti kaynağı tüketilen yiyeceklerdir. Balık, kırmızı et, sebze ve meyveler krom açısından zengin besinlerdir. Ayrıca krom içeren metal eklem protezi bulunan kişilerde de artmış krom maruziyeti düzeyleri gözlenebilmektedir (127).

Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) inhalasyon yoluyla yüksek miktarda hegzavalan krom maruziyetinin (genellikle mesleki etkilenim sonucu gözlenmektedir) insanlar için kanserojen (Grup 1) olduğunu bildirmektedir (131). Ancak oral yolla krom maruziyetinin sağlık etkileri konusunda insanlarda yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. İçme suyu kaynaklı hegzavalan krom maruziyeti ile mide kanserine bağlı ölümler arasında ilişki olduğunu gösteren çalışmalar olsa da bu bağlantı henüz net olarak ortaya konamamıştır (132, 133). Ayrıca beslenme yoluyla krom maruziyetine bağlı respiratuvar, kardiyak, gastrointestinal ve renal bazı etkiler çeşitli çalışmalarda bildirilmiş ancak bu maruziyetler çoğunlukla letal veya subletal dozlarda gerçekleşmiştir (127).

Saç, tırnak, kan, idrar krom düzeyleri krom maruziyetini saptamak için kullanılmaktadır (127). Diğer elementlerde olduğu gibi krom da balık ve diğer su ürünlerinde birikim yaparak sık su ürünü tüketen insanlar için tehdit oluşturabilmektedir.

Sık su ürünü tüketenlerde krom düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış araştırma Tablo 10'da sunulmuştur.

### **2.7.12. Antimon (Sb)**

Antimon doğada genellikle diğer metallerle birlikte bulunan gümüş renkli bir elementtir. Endüstride sıklıkla alaşım oluşturmak amacıyla kullanılır ve bu alaşımlar akümülatörlerde, lehimlerde, boru ve levha imalatı gibi alanlarda kullanılmaktadır. Antimon madencilik ve sanayi faaliyetleri sonucu çevreye salınmaktadır. İnsanlar içilen su, tüketilen yiyecekler ve solunan hava yoluyla düşük miktarlarda antimona maruz kalmaktadır (134).



Antimon maruziyetine bağlı olarak oluşan sağlık etkileri daha çok inhalasyon yoluyla maruziyet için tanımlanmıştır. Bu yolla oluşan maruziyet başlıca respiratuvar, kardiyak ve oküler sorunlara neden olmaktadır. Oral yolla yüksek miktarda antimon maruziyetine bağlı olarak ise karın ağrısı ve kusma gibi gastrointestinal etkiler gözlenmektedir (134, 135). Uluslararası Kanseri Araştırma Ajansı (IARC) genellikle mesleki olarak inhalasyon yoluyla maruz kalınan antimon trioksiti Grup 2B, antimon trislfiti Grup 3 olarak sınıflandırmaktadır (136).

Sık su ürünü tüketenlerde antimon düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış araştırmalar sınırlıdır. Bu konuda yapılmış bazı araştırmalar Tablo 10'da sunulmuştur.

### **2.7.13. Gümüş (Ag)**

Gümüş çevrede doğal olarak bulunan ve nadir rastlanan bir elementtir. Mücevher, madeni para ve çeşitli elektronik aletlerin üretiminde kullanılmaktadır. İnsanlar tketlenen yiyecekler, içilen su ve daha az oranda solunan hava yoluyla düşük dozlarda gümüşe maruz kalmaktadır. Kanalizasyon ıkışı veya endüstriyel kaynaklara yakınlık sebebiyle gümüş düzeyinin yükseldiği bölgelerde bulunan deniz ürünleri ve bitkiler gümüş maruziyetinin önemli besinsel kaynaklarıdır (137).

Gümüş toksisitesi sık görülmeyen bir durum olmakla beraber gümüş bileşiklerine uzun süre maruz kalınması sonucunda deri, kornea ve vücudun bazı bölgelerinin kalıcı olarak gri-mavi renk almasıyla karakterize arjiri hastalığı gelişebilmektedir (137, 138).

Gümüş maruziyetinin değerlendirilmesinde sa düzeyleri biyobelirteç olarak kullanılabilirlikte ancak güvenilirliği yüksek değildir (137). Sık su ürünü tüketenlerde gümüş düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış araştırma Tablo 10'da sunulmuştur.

### **2.7.14. Stronsiyum (Sr)**

Stronsiyum hava, toprak, su ve besin maddelerinde değişen miktarlarda bulunan sert ve beyaz renkli bir metaldir. Stronsiyum bileşikleri; boya, seramik ve cam ürünleri, floresan lambaları ve bazı ilaçların yapımı başta olmak üzere endüstride yaygın bir kullanıma sahiptir. Stronsiyum insan vücuduna sıklıkla su ve gıdalar

yoluyla alınmaktadır. Su ürünleri yüksek stronsiyum birikim potansiyeline sahiptir. Genel popülasyonda stronsiyum alımının temel besinsel kaynakları ise yapraklı sebzeler ve tahıl ürünleridir (139, 140).

Stronsiyumun fiziksel ve kimyasal özellikleri kalsiyuma benzemektedir. Kemiklerde doz bağımlı etki göstermekte, düşük dozlarda kemik rezorbsiyonunu azalttığı için osteoporoz tedavisinde kullanılırken yüksek dozlarda kemik mineralizasyonunda bozulmaya yol açmaktadır (141). Yüksek miktarda stronsiyum maruziyetinin beslenme yetersizliği olan çocuklarda raşitizm bulgularına yol açtığı gösterilmiştir (139).

Stronsiyumun insanlardaki düzeyi saç, kan, idrar gibi biyolojik materyallerde ölçülebilmektedir (139). Sık su ürünü tüketenlerde stronsiyum düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış bazı araştırmalar Tablo 10'da sunulmuştur.

#### **2.7.15. Vanadyum (V)**

Vanadyum yer kabuğunda yaygın olarak bulunan gri-beyaz renkli bir elementtir. Çoğunlukla çelik endüstrisinde; ayrıca seramik, cam, mıknatıs gibi ürünlerin imalatında kullanılmaktadır. Vanadyum doğal süreçler ve insan faaliyetleri sonucu çevreye salınmaktadır. İnsanlar için başlıca maruziyet kaynağı tüketilen yiyecekler olup; su ürünleri, sebze ve meyveler vanadyum açısından zengin besinlerdir (142).

Vanadyumun toksisitesi genel olarak düşüktür. İnhalasyon yolu ile maruziyet oral yola kıyasla daha toksiktir. Oral maruziyet sonrası bulantı, kusma, karın ağrısı gibi gastrointestinal semptomlar görülebilmektedir (142, 143).

İnsan vücudundaki vanadyum düzeyleri kan, saç, idrar gibi biyolojik materyaller aracılığı ile ölçülebilmektedir (142). Sık su ürünü tüketenlerde vanadyum düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış araştırmalar oldukça sınırlıdır. Bu konuda yapılmış araştırma Tablo 10'da sunulmuştur.

## **2.8. Saç Düzeyleri Maruziyet Değerlendirme Amacıyla Kullanılmayan Ancak Proje Kapsamında Ölçümü Yapılmış Diğer Elementler**

Alüminyum (Al), Baryum (Ba), Brom (Br), Kalay (Sn), Kobalt (Co), Molibden (Mo) ve Titanyum (Ti) kirlenmiş sularda yaşayan su ürünlerini sık tüketenlerde maruziyet düzeyleri değerlendirilmesi gereken diğer elementlerdendir. Ancak bu elementlerin saç düzeyleri maruziyetin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmamaktadır (144-150). Dolayısıyla bu elementlerin saç düzeyleri proje kapsamında ölçülmüş olsa da sık su ürünü tüketimine bağlı etkilenimi değerlendirmek amacıyla kullanılmamıştır.

Alüminyum yer kabuğunda en sık rastlanan metal olup, endüstride oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir. Doğal olarak suda, havada ve toprakta bulunmakta; ayrıca madencilik ve sanayi faaliyetleri sonucu doğaya yayılabilmektedir. İnsanlar alüminyuma temel olarak besinler yoluyla maruz kalmaktadır (144, 151). Sık su ürünü tüketenlerde alüminyum maruziyet düzeylerinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Oral yolla maruz kalınan alüminyumun Alzheimer Hastalığı gelişiminde etkili olabileceği gösterilmiştir. Ayrıca yüksek miktarda alüminyum alımını Parkinson hastalığı ve Amiyotrofik lateral skleroz (ALS) ile ilişkilendiren araştırmalar bulunmaktadır (144, 151, 152). Ancak saç düzeyleri alüminyum maruziyetini değerlendirmek için kullanılan biyobelirteçler arasında yer almamaktadır (144).

Baryum petrol ve gaz endüstrisi başta olmak üzere sanayide sıkça kullanılan ve su ürünlerinde yüksek miktarlarda bulunabilen bir elementtir. Baryum maruziyeti nadiren ciddi sağlık sorunlarına yol açmakla birlikte bulantı, kusma, karın ağrısı, diyare gibi gastrointestinal etkiler, hipertansiyon ve kardiyak aritmiye neden olabilmektedir. Bununla birlikte saç örneklerinde ölçülen baryum düzeyleri maruziyetin değerlendirilmesinde kullanılmamaktadır (145).

Brom su ürünlerinde yüksek konsantrasyonlarda bulunabilen bir diğer elementtir. Oral yolla uzun süreli brom maruziyeti, dermal etkilere ve refleks değişikliklerine neden olmaktadır. Ancak saç brom düzeyleri etkilenimin değerlendirilmesinde kullanılmamaktadır (146).

Teneke kutu imlatında sıkça kullanılan kalayın; klor, kükürt, oksijen gibi maddelerle oluşturduğu inorganik bileşikler dış macunu, parfüm, sabun, gıda katkı maddeleri ve boyalarda kullanılmakta; karbon ile birleştiğinde oluşan organokalay bileşikleri ise plastik, yiyecek paketi, ahşap koruyucu ve pestisitlerin yapımında kullanılmaktadır. Özellikle organik kalay bileşikleri su sedimentlerinde yıllarca değişmeden kalabilmekte ve suda yaşayan canlıların dokularında birikme eğilimi göstermektedir. Kalayın insanlar için daha toksik formu olan organokalay bileşiklerine maruziyet nörolojik ve gastrointestinal sorunlara yol açabilmektedir. Bununla birlikte saç düzeyleri kalay maruziyetini değerlendirmek için kullanılan biyobelirteçler arasında yer almamaktadır (147).

Kobalt insanlarda B12 vitamininin (siyanokobalamin) bir bileşeni olması nedeniyle esansiyel bir elementtir. Sanayide genellikle diğer metallerle birlikte alaşım oluşturmak için kullanılmakta; endüstriyel faaliyetler ve doğal süreçler sonucu çevreye salınmaktadır (148). Kobalt insanlar için esansiyel bir element olmasına rağmen yüksek dozda alındığında toksik etkiler oluşturmaktadır. Besinler yoluyla uzun dönem belirli dozlarda kobalt alımına bağlı olarak kardiyomiyopati gözlenebilmektedir. Ayrıca bulantı, kusma ve ishal gibi gastrointestinal şikayetler, karaciğer hasarı, alerjik dermatit ve polisitemi de bildirilmiştir (148, 153).

Molibden insanlar için esansiyel bir elementtir. Molibden toksisitesi çok nadir görülmekte ve insanlar üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Sık su ürünü tüketimi ile molibden düzeylerinin ilişkisi yeterince araştırılmamış bir konudur. Ancak saç molibden maruziyetinin değerlendirilmesi için önerilen bir biyolojik materyal değildir (149).

Titanyum endüstride yaygın biçimde kullanılan ve insanların temel olarak gıdalar yoluyla maruz kaldığı bir elementtir (150, 154). Endüstride kullanımının artması nedeniyle son yıllarda titanyum toksisitesi ile çok sayıda çalışma yapılmaktadır. İnsan çalışmalarında, titanyum maruziyetinin sarı tırnak sendromu adı verilen ve tırnaklarda sarı renk değişikliği, plevral efüzyon, bronşektazi, sinüzit, öksürük, postanazal akıntı gibi bulgular ile karakterize hastalığa neden olduğu bildirilmektedir (155). Ancak saç ölçümleri titanyum maruziyetinin değerlendirilmesi açısından güvenilir değildir (150).

### **3. GEREÇ YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırmanın Tipi**

Araştırma tanımlayıcı tipte bir çalışmadır.

#### **3.2. Araştırmanın Yeri**

Araştırma Marmara Denizi'ne kıyısı olan İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde gerçekleştirilmiştir.

#### **3.3. Araştırma Popülasyonu**

Araştırmada su ürünlerini sıklıkla tüketen balıkçılar ile tüketim sıklığı düşük kontrol grubundan alınacak saç örneklerinde bazı element düzeylerinin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Aktif balıkçılıkla uğraşan kişi sayısı hiçbir kooperatifte yer almadığından evrendeki kişi sayısı bilinmemektedir. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması amacıyla İspanya'da yapılan ve genel popülasyonda çeşitli elementlerin saç düzeylerini değerlendiren bir çalışma referans alınmış ve su ürünü tüketimi ile ilişkisi en belirgin şekilde ortaya konmuş olan cıva (Hg) üzerinden hesaplama yapılmıştır. Bu çalışmada normal popülasyonda saç cıva düzeyi 5,38 mg/kg olarak rapor edilmiştir (156). Standart sapma bu değer %20'si, ortalama saç cıva değerinin ise balıkçılarda bu düzeyin yaklaşık %10 fazlası olma olasılığı üzerinden hesaplanarak %80 güç ile araştırmaya her bir ilden en az 64'er balıkçı ve 20'şer kontrol alınması gerektiği hesaplanmıştır. Cıva düzeyinin kontrol grubunda daha az, balıkçı grubunda daha fazla varyasyon göstereceği düşünüldüğünden; ayrıca ana amaç balıkçılardaki düzeylerin değişiminin ortaya konması olduğundan kontrol grubu olabildiğince düşük, balıkçı grubu olabildiğince yüksek tutularak balıkçı:kontrol oranı belirlenmiştir.

Balıkçılar kolay ulaşabildikleri bir besin olması nedeniyle sıklıkla su ürünü tüketen bir grup olmaları, ayrıca tükettikleri su ürünlerinin daha çok kendi avladıkları su ürünleri olması nedeniyle bölgedeki sularda yaşayan su ürünlerinin sık tüketimine

bağlı oluşacak element yükünü yansıtmaları açısından seçilmiştir. Balıkçı grubu için çalışmaya dahil etme kriteri olarak en az beş yıldır aktif olarak balıkçılık yapmak, 25 yaş ve üzerinde olmak, erkek olmak ve haftada en az iki kez su ürünü tüketmek alınmıştır. Kontrol grubu için ise balıkçılık işinde çalışmayan, yaş grupları balıkçılara benzer, erkek cinsiyette ve 15 günde bir kezden daha az sıklıkta su ürünü tüketen kişiler çalışmaya dahil edilmiştir.

Balıkçılara ulaşmak amacıyla her bir ilde balıkçı kooperatiflerine ziyaretlerde bulunulmuş, kriterleri karşılayan ve çalışmaya katılmayı kabul eden balıkçılar çalışmaya alınmıştır. Kontrol grubu, aynı ilde yaşayan ve belirtilen kriterleri karşılayan gönüllülerden oluşturulmuştur.

Çalışmaya İstanbul ilinden 66 balıkçı ve 21 kontrol; Kocaeli ilinden 66 balıkçı ve 24 kontrol; Tekirdağ ilinden 64 balıkçı ve 21 kontrol; Yalova ilinden 67 balıkçı ve 23 kontrol olmak üzere toplam 263 balıkçı ve 89 kontrol katılmıştır. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların şehirlere göre dağılımı Tablo 11’de sunulmuştur.

**Tablo 11.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların şehirlere göre dağılımı

|                 | Balıkçı |      | Kontrol |      | Toplam |       |
|-----------------|---------|------|---------|------|--------|-------|
|                 | n       | %    | n       | %    | n      | %     |
| <b>İstanbul</b> | 66      | 25,1 | 21      | 23,6 | 87     | 24,7  |
| <b>Kocaeli</b>  | 66      | 25,1 | 24      | 27,0 | 90     | 25,6  |
| <b>Tekirdağ</b> | 64      | 24,3 | 21      | 23,6 | 85     | 24,1  |
| <b>Yalova</b>   | 67      | 25,5 | 23      | 25,8 | 90     | 25,6  |
| <b>Toplam*</b>  | 263     | 74,7 | 89      | 25,3 | 352    | 100,0 |

\*Satır yüzdesi

Kontrol grubunda yer alan katılımcılar, balıkçı grubundaki katılımcılarla yaş yönünden benzer olacak şekilde çalışmaya dahil edilmiştir ( $p=0,331$ ). İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerindeki kontrollerin seçiminde de illerin kendi içinde balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların yaşları yönünden istatistiksel farklılık göstermemesine dikkat edilmiştir (sırasıyla  $p=0,577$ ; 0,470; 0,864; 0,464). Şehirlere göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların yaşları Tablo 12’de sunulmuştur.

**Tablo 12.** Şehirlere göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların yaşları (yıl)

|                 | <b>Balıkçı (n=263)</b> |      |     |      | <b>Kontrol (n=89)</b> |      |     |      | <b>p</b> |
|-----------------|------------------------|------|-----|------|-----------------------|------|-----|------|----------|
|                 | Ort                    | SS   | Min | Maks | Ort                   | SS   | Min | Maks |          |
| <b>İstanbul</b> | 55,8                   | 12,1 | 26  | 77   | 54,2                  | 10,5 | 27  | 70   | 0,577    |
| <b>Kocaeli</b>  | 53,2                   | 12,5 | 26  | 78   | 51,0                  | 13,0 | 26  | 73   | 0,470    |
| <b>Tekirdağ</b> | 49,4                   | 12,1 | 25  | 75   | 50,0                  | 11,2 | 27  | 66   | 0,864    |
| <b>Yalova</b>   | 55,5                   | 15,5 | 25  | 87   | 52,7                  | 16,0 | 26  | 79   | 0,464    |
| <b>Toplam</b>   | 53,5                   | 13,3 | 25  | 87   | 52,0                  | 12,8 | 26  | 79   | 0,331    |

### 3.4. Araştırmanın Veri Toplama Yöntemi

Katılımcılara araştırmanın amacı ve yöntemi ayrıntılı şekilde anlatılmış, kabul eden katılımcılara “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” imzalatılarak yazılı onamları alınmıştır. Onamların alınmasından sonra katılımcılara literatür ışığında hazırlanan anket formu yüz yüze görüşme yöntemiyle uygulanmış ve anket formunun tamamlanmasından sonra katılımcılardan saç örnekleri alınmıştır.

#### 3.4.1 Anket Formu

Anket formu katılımcıların sosyodemografik ve kişisel özellikleri, sağlık özellikleri, su ürünleri tüketim özellikleri ve diğer besin tüketim özelliklerini sorgulayan dört bölümden oluşmaktadır. Sosyodemografik ve kişisel özelliklerin sorgulandığı *birinci bölümde* katılımcının yaşı, medeni durumu, eğitim durumu, balıkçı grubu için kaç yıldır balıkçılık işiyle uğraştığı ve balıkçılık dışında gelir getiren bir işte çalışma durumu, kontrol grubu için gelir getiren bir işte çalışma durumu ve her iki grup için haneye giren aylık toplam gelir bilgileri sorgulanmıştır. Bu bölümde ayrıca katılımcıların sigara ve alkol kullanım durumlarına yönelik sorular bulunmaktadır. Bazı sağlık özelliklerinin sorgulandığı *ikinci bölümde* katılımcıların kronik hastalık durumu ve herhangi bir sağlık yakınmasının olup olmadığı sorgulanmıştır. Ayrıca bazı element düzeylerini etkileyebilecek olan amalgam diş dolgusu ve eklem protezi bulunma durumu ile ilaç kullanım durumları ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Su ürünleri tüketim özelliklerinin sorgulandığı *üçüncü bölümde* katılımcıların son bir haftada, son bir ayda, son üç ayda ve son bir yılda toplam su

ürünü tüketim sıklık ve miktarları sorgulanmıştır. Bu bölümde ayrıca katılımcılardan tükettikleri her bir su ürünü için tüketim sıklık ve miktarını belirtmeleri istenmiştir. Diğer besin tüketim özelliklerini sorgulayan *dördüncü bölümde* ise katılımcılara süt ve süt ürünleri, et ve kuru baklagil, taze sebze-meyve, ekmek ve tahıllar, diğer başlıkları altında toplanmış çeşitli besinler için tüketim sıklık ve miktarları sorulmuştur.

### **3.4.2. Saç Örneklerinin Alınması ve Saklanması**

Katılımcıların saç örneklerinin alımı için seramik (metal-free) makaslar kullanılmıştır. Saçta boya ve saç spreyi olmamasına dikkat edildikten sonra saç örnekleri oksipital bölgeden kafa derisine olabildiğince yakın olacak şekilde 1 cm uzunluğunda, 0,5 cm çapında ve yaklaşık 0,8-1,0 gram olacak biçimde alınmıştır.

Toplanan saç örnekleri kilitli plastik poşetlere konularak poşetlerin üzerine katılımcının ismi ve katılımcı numarasının yazılı olduğu etiketler yapıştırılmıştır. Bu örnekler ön yıkama ve analiz işlemine kadar buzdolabında -18°C’de saklanmıştır.

### **3.4.3. Saç Örneklerinin Hazırlanması ve Analizi**

Saç örnekleri Rodushkin ve Axelsson tarafından önerilen yöntemle yıkanmıştır (157). Bu yöntemde toplanan saç örnekleri ilk olarak ultrasonik banyo içinde 15 dakika distile su ile yıkanmakta, ardından örnekler sırası ile aseton-su-su-su-aseton ile tekrar yıkandıktan sonra cam kaplara konularak 50°C’de bir gece boyunca etüvde kurutulmaktadır. Kurutma işleminin ardından örnekler kilitli poşetlere konulup etiketlenmiştir.

Saç örnekleri analiz öncesinde mikrodalga ile çözünürleştirme işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlem için mikrodalganın kuru temiz teflon parçalama haznelerine konulan 0,05 gramlık saç örnekleri üzerine 0,5 mL %65’lik suprapure HNO<sub>3</sub> ve 0,5 mL %30’luk suprapure H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ilave edilerek parçalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Mikrodalga cihazında Tablo 13’te gösterilen şartlarda çözündürme işlemi yapılarak, cihazdan çıkarılan kaplar oda ısısına gelene kadar bekletilmiştir. Çözünen numuneler 15 ml’lik falkon tüplere alınarak üzeri 10 ml olacak şekilde ultra saf su ile tamamlanarak ICP-MS cihazında analize uygun hale getirilmiştir.



**Tablo 13.** Saç örneklerinin mikrodalga cihazı çalışma şartları

| Sıcaklık (T) | Basınç (bar) | Artış hızı (s) | Süre (dk) | Güç (W) |
|--------------|--------------|----------------|-----------|---------|
| 150          | 50           | 10             | 10        | 70      |
| 220          | 50           | 5              | 20        | 80      |
| 200          | 50           | 5              | 5         | 80      |
| 150          | 50           | 1              | 5         | 60      |
| 100          | 50           | 1              | 1         | 0       |

Analizler Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde yapılmıştır. Belirlenmiş elementlerin saç örneklerindeki düzeyi İndüktif Eşleşmiş Plazma Kütle Spektroskopisi (ICP-MS, Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) ile ölçülmüştür. ICP-MS oldukça çeşitli örnek türünde çoklu element ölçümünü yüksek bir hassasiyetle yapabilen günümüzde element analizinde kullanılan en önde gelen tekniklerden biri olması nedeniyle tercih edilmiştir (158).

Analiz sırasında ICP-MS çalışma koşulları RF gücü 1000 W, nebulizer gaz akış oranı 0,99 mL/dk, auxiliary gaz akış oranı 1,2 mL/dk, lens voltajı -9.75 V ve oksit oranı %0,021 olarak uygulanmıştır.

Cihaz kalibrasyonunda ilgili cihaza ait setup solüsyonu ve stok standartlar ( $Al^{27}$ ,  $V^{51}$ ,  $Cr^{52}$ ,  $Mn^{55}$ ,  $Fe^{56}$ ,  $Co^{59}$ ,  $Ni^{60}$ ,  $As^{75}$ ,  $Br^{79}$ ,  $Cu^{63}$ ,  $Zn^{66}$ ,  $Se^{82}$ ,  $Sr^{88}$ ,  $Mo^{98}$ ,  $Ag^{107}$ ,  $Cd^{111}$ ,  $Ti^{114}$ ,  $Sn^{118}$ ,  $Sb^{123}$ ,  $Ba^{138}$ ,  $Hg^{202}$ ,  $Pb^{208}$ ) kullanılmıştır. Tüm solüsyon ve reaktifler ultra saf su (18.3 M $\Omega$ -cm) ile hazırlanmış, numune hazırlama işlemlerinde ultrasaflıkta nitrik asit ve hidrojen peroksit kullanılmıştır. Analizler Rodushkin ve Axelsson tarafından verilen ICP-MS yöntemine uygun olarak yapılarak sonuçlar ppb cinsinden raporlanmıştır (159). Element okumalarında beş noktalı kalibrasyon eğrileri kullanılmış, cihazda kullanılan çalışma aralıkları ve cihaz çalışma modları Tablo 14'te sunulmuştur.

**Tablo 14.** Analiz edilen elementler ve ICP-MS çalışma aralıkları

| Element | Derişim | Çalışma aralığı |       |       |       |       | Cihaz Çalışma Modu |
|---------|---------|-----------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
|         |         | STD-1           | STD-2 | STD-3 | STD-4 | STD-5 |                    |
| Al      | ppb     | 2               | 5     | 10    | 20    | 40    | Standard           |
| As      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | DRC                |
| Ba      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Co      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Cu      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Zn      | ppb     | 2               | 5     | 10    | 20    | 40    | DRC                |
| Se      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Sr      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Mo      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Ag      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Cd      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Sn      | ppb     | 2               | 5     | 10    | 20    | 40    | Standard           |
| Hg      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Pb      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Cr      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | DRC                |
| Fe      | ppb     | 2               | 5     | 10    | 20    | 40    | DRC                |
| Mn      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Ni      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | DRC                |
| Ti      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | DRC                |
| V       | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | DRC                |
| Sb      | ppb     | 0,01            | 0,05  | 0,1   | 1     | 2     | Standard           |
| Br      | ppb     | 10              | 25    | 50    | 100   | 250   | Standard           |

### 3.5. Veri Dönüşümü

Katılımcıların günlük içtikleri sigara sayısı, sigara kullandıkları toplam yıl sayısı ile çarpılıp bir pakette bulunan sigara sayısı olan 20'ye bölünerek katılımcıların sigara paket-yıl değerleri hesaplanmıştır.

Katılımcıların her bir su ürünü için aylık tüketim miktarları (g/ay), bir öğünde tüketilen miktar ve tüketim sıklığı bilgisi kullanılarak hesaplanmıştır. Bu amaçla tüketim sıklıkları aylık tüketim sıklığını ifade edecek katsayılara dönüştürülmüştür (Günde birden fazla için 40, günde bir için 30, haftada 5-6 için 22, haftada 3-4 için 14,

haftada 2 için 8, haftada 1 için 4, ayda 2-3 için 2,5, ayda 1 için 1, ayda birden az- 3 ayda bir veya daha sık için 0,5, 3 ayda birden az-yılda bir ve daha fazla için 0,166, yılda birden daha az için 0,071, hiç için 0). Su ürününün, katılımcının beyan ettiği bir öğünde tüketilen miktarı ile katılımcının tüketim sıklığına ait katsayı çarpılarak aylık toplam tüketim miktarı hesaplanmıştır.

Katılımcıların her bir besin için günlük tüketim miktarları, bir öğünde tükettikleri miktar ve tüketim sıklığı bilgisi kullanılarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde tüketim sıklıkları günlük tüketim sıklığını ifade edecek katsayılara dönüştürülmüştür (Her öğün için 3, her gün için 1, haftada 3-5 için 0,571, haftada 1-2 için 0,214, onbeş günde bir için 0,066, ayda bir için 0,033, hiç için 0). İlgili besinin, katılımcının beyan ettiği bir öğünde tüketilen miktarı ile katılımının tüketim sıklığına ait katsayı çarpılarak günlük toplam tüketim miktarı hesaplanmıştır.

### **3.6. Verilerin Analizi**

Araştırmada elde edilen verilerin analizi SPSS 23.0 paket programı ile yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler; ölçümsel değişkenler için aritmetik ortalama (Ort/A.Ort), geometrik ortalama (G.Ort), standart sapma (SS), ortanca, minimum (Min), maksimum (Maks) ve niteliksel değişkenler için sayı (n) ve yüzde (%) olarak verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun değerlendirilmesinde Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Bağımsız iki grup arasında ölçümsel değişkenlerin karşılaştırmaları; normal dağılım şartı sağlanan verilerde Student t-testi, sağlanmayan verilerde Mann Whitney U testi ile değerlendirilmiştir. Bağımsız gruplarda niteliksel değişkenlerin karşılaştırılması için ki-kare testi kullanılmıştır. İstatistiksel önemlilik seviyesi  $p < 0,05$  olarak kabul edilmiştir.

### **3.7. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Çalışmada su ürünlerinin ve diğer besinlerin tüketim özellikleri gibi katılımcılara ait bazı verilerin beyan yoluyla elde edilmiş ve hafızaya dayalı olması yanlış cevaplanmalarına yol açmış olabilir.

Proje kapsamında saç düzeyleri ölçülen yedi elementin (alüminyum, baryum,

brom, kalay, kobalt, molibden ve titanyum) ölçüm sonuçları sunulmuş ancak bu elementlerin saç konsantrasyonları maruziyet değerlendirilmesi amacıyla kullanılmadığından istatistiksel karşılaştırma yapılmamış ve sık su ürünü tüketimine bağlı etkilenimi yorumlamak amacıyla yararlanılamamıştır.

### **3.8. Etik Konular**

Araştırmanın etik kurul onayı Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan alınmıştır; tez yazarının araştırmaya dahil edilmesi konusunda Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'na tekrar başvurularak onay alınmıştır (Tarih: 24/02/2016, Toplantı No: 2016/04 ve Tarih: 06/06/2018, Toplantı No: 2018/12).

Araştırma hakkında gerekli bilgilendirmeler yapıldıktan sonra araştırmaya katılmayı kabul eden katılımcılara “Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu” imzalatılarak yazılı onamları alınmıştır.

### **3.9. Destek ve Finansman**

Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 1001- Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı'na desteklenen ‘Su Ürünlerinde ve Balıkçılarda Ağır Metal-Eser Element Yükü ve Risk Haritalandırması’ isimli ve 116S520 no'lu proje kapsamında yapılmıştır. Projenin toplam bütçesi 358.000 TL'dir.

### **3.10. Araştırma İş-Zaman Planlaması**

Araştırma iş-zaman çizelgesi Tablo 15'te sunulmuştur.

**Tablo 15.** Araştırma iş-zaman çizelgesi

| Araştırmanın Aşamaları                         | 2017 |   |   |    |    |    | 2018 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | 2019 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|------|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|  | 7    | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1.Literatür taranması                          | ■    | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■    | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■    | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  |
| 2.Gerekli malzemelerin satın alınması          |      |   |   | ■  | ■  | ■  | ■    | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3.Anket formunun hazırlanması                  |      |   |   |    |    | ■  | ■    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 4.Ön görüşme, pilot çalışma yapılması          |      |   |   |    |    |    | ■    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 5.Saha çalışmasının yapılması, numune alınması |      |   |   |    |    |    |      |   | ■ |   |   |   |   |   |   | ■  |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 6.Laboratuvar analizlerinin yapılması          |      |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ■    | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 7.Verilerin istatistik programına aktarılması  |      |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ■  | ■    | ■ | ■ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 8. Verilerin istatistiksel analizi             |      |   |   |    |    |    |      |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |      |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  |
| 9.Tez raporunun yazımı                         |      | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■    | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  | ■    | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■  | ■  | ■  |

## 4. BULGULAR

İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde su ürünlerini sık tüketen balıkçı grubu ve su ürünü tüketim sıklığı düşük kontrol grubunda gerçekleştirilen bu çalışmaya toplam 352 kişi dahil edilmiştir. Katılımcıların 263'ü (%74,7) balıkçı grubunda, 89'u (%25,3) ise kontrol grubunda yer almaktadır.

Balıkçı grubundaki katılımcıların 215'i (%81,7), kontrol grubundaki katılımcıların ise 77'si (%86,5) evlidir ( $p=0,384$ ). Balıkçı grubunun eğitim durumuna bakıldığında; 6'sı (%2,3) okur-yazar değil veya sadece okur-yazar, 126'sı (%47,9) ilkokul mezunu, 48'i (%18,3) ortaokul mezunu, 63'ü (%24,0) lise mezunu, 20'si (%7,6) üniversite ve üstü eğitim durumuna sahiptir. Kontrol grubundaki katılımcıların ise 3'ü (%3,4) okur-yazar değil veya sadece okur-yazar, 29'u (%32,6) ilkokul mezunu, 5'i (%5,6) ortaokul mezunu, 16'sı (%18,0) lise mezunu, 36'sı (%40,4) üniversite ve üstü eğitim durumundadır ( $p<0,001$ ).

Balıkçı grubundaki katılımcılar ortalama  $28,4\pm 14,2$  (min:5-maks:70) yıldır balıkçılık işiyle uğraşmaktadır. Balıkçı grubundaki 85 (%32,3) kişi balıkçılık dışında gelir getirici bir işte çalışmakta olup, balıkçıların en sık çalıştıkları işlere bakıldığında 27 (%31,8) kişinin esnaf, 20 (%23,5) kişinin işçi, 8 (%9,4) kişinin şoför olarak çalıştığı görülmektedir. Kontrol grubundaki katılımcıların 61'i (%68,5) gelir getirici bir işte çalışmakta olup; 33'ü (%54,1) memur, 8'i (%13,1) işçi ve 4'ü (%6,6) esnaftır. Balıkçı grubunun aylık ortalama geliri  $3490,9\pm 4054,1$  (min:500-maks:50.000) TL, kontrol grubunun ise  $3437,1\pm 1786,4$  (min:1400-maks:10.000) TL'dir ( $p=0,097$ ).

Çalışmaya katılan balıkçıların 163'ü (%62,0) halen sigara kullanmaktayken, 40'ı (%15,2) daha önce sigara kullanmamıştır. Kontrol grubundaki katılımcıların ise 37'si (%41,6) halen sigara kullanmaktayken, 29'u (%32,6) hiç sigara kullanmamıştır ( $p<0,001$ ). Sigara kullanmış balıkçıların paket-yıl değerleri ortalama  $39,6\pm 26,0$  ve kontrollerin  $27,0\pm 18,4$  yıldır ( $p=0,001$ ). Balıkçıların 126'sı (%47,9), kontrollerin ise 14'ü (%15,7) alkol tüketmektedir ( $p<0,001$ ). Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların sosyodemografik ve kişisel özellikleri Tablo 16'da sunulmuştur.

**Tablo 16.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların sosyodemografik ve kişisel özellikleri

|  | Balıkçı (n=263) |      | Kontrol (n=89) |      | p            |
|--|-----------------|------|----------------|------|--------------|
|  | n               | %    | n              | %    |              |
| <b>Medeni Durum</b>                      |                 |      |                |      |              |
| Evli                                     | 215             | 81,7 | 77             | 86,5 | 0,384        |
| Bekar                                    | 48              | 18,3 | 12             | 13,5 |              |
| <b>Eğitim Durumu</b>                     |                 |      |                |      |              |
| Okur-yazar değil/Okur-yazar              | 6               | 2,3  | 3              | 3,4  |              |
| İlkokul                                  | 126             | 47,9 | 29             | 32,6 |              |
| Ortaokul                                 | 48              | 18,3 | 5              | 5,6  | <0,001       |
| Lise                                     | 63              | 24,0 | 16             | 18,0 |              |
| Üniversite ve üstü                       | 20              | 7,6  | 36             | 40,4 |              |
| <b>Balıkçılık Dışı Gelir Getirici İş</b> |                 |      |                |      |              |
| Evet                                     | 85              | 32,3 |                |      |              |
| Hayır                                    | 178             | 67,7 |                |      |              |
| <b>Gelir Getirici İş</b>                 |                 |      |                |      |              |
| Evet                                     |                 |      | 61             | 68,5 |              |
| Hayır                                    |                 |      | 28             | 31,5 |              |
| <b>Gelir (₺) (Ort±SS)</b>                | 3490,9±4054,1   |      | 3437,1±1786,4  |      | 0,097        |
| <b>Sigara Kullanma Durumu</b>            |                 |      |                |      |              |
| Halen kullanan                           | 163             | 62,0 | 37             | 41,6 |              |
| Kullanıp bırakan                         | 60              | 22,8 | 23             | 25,8 | <0,001       |
| Kullanmayan                              | 40              | 15,2 | 29             | 32,6 |              |
| <b>Sigara (paket-yıl)* (Ort±SS)</b>      | 39,6±26,0       |      | 27,0±18,4      |      | <b>0,001</b> |
| <b>Alkol Kullanma Durumu</b>             |                 |      |                |      |              |
| Halen kullanan                           | 126             | 47,9 | 14             | 15,7 |              |
| Kullanıp bırakan                         | 12              | 4,6  | 1              | 1,1  | <0,001       |
| Kullanmayan                              | 125             | 47,5 | 74             | 83,1 |              |

\*n=283

Balıkçı grubundaki katılımcıların 137'sinde (%52,1), kontrol grubundaki katılımcıların ise 47'sinde (%52,8) hekim tarafından tanı konmuş kronik bir hastalık mevcuttur. İki grup arasında kronik hastalık varlığı yönünden istatistiksel önemli bir fark saptanmamıştır (p=0,907). En sık bildirilen kronik hastalıklar değerlendirildiğinde; balıkçıların 60'ı (%22,8) hipertansiyon, 31'i (%11,8) kalp-damar hastalığı, 21'i (%8,0) diyabet hastalığı olduğunu beyan etmiş, kontrollerin ise 24'ü (%27,0) hipertansiyon, 15'i (%16,9) diyabet ve 12'si (%13,5) kalp-damar hastalığı

olduğunu bildirmiştir. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların kronik hastalık durumları Tablo 17’de sunulmuştur.

**Tablo 17.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların kronik hastalık durumları

|                                | Balıkçı (n=263) |      | Kontrol (n=89) |      | p            |
|--------------------------------|-----------------|------|----------------|------|--------------|
|                                | n               | %    | n              | %    |              |
| <b>Kronik Hastalık Varlığı</b> |                 |      |                |      |              |
| Var                            | 137             | 52,1 | 47             | 52,8 | 0,907        |
| Yok                            | 126             | 47,9 | 42             | 47,2 |              |
| <b>Kronik Hastalık*</b>        |                 |      |                |      |              |
| Hipertansiyon                  | 60              | 22,8 | 24             | 27,0 | 0,515        |
| Kalp-damar hastalığı           | 31              | 11,8 | 12             | 13,5 | 0,814        |
| Diyabet                        | 21              | 8,0  | 15             | 16,9 | <b>0,029</b> |
| Astım-KOAH-Bronşit             | 16              | 6,1  | 6              | 6,7  | >0,999       |
| Üriner sistem hastalıkları     | 15              | 5,7  | 5              | 5,6  | >0,999       |
| Kalp ritim bozuklukları        | 11              | 4,2  | 2              | 2,2  | 0,529        |
| Sindirim sistemi hastalıkları  | 9               | 3,4  | 5              | 5,6  | 0,356        |
| Psikiyatrik hastalıklar        | 8               | 3,0  | 2              | 2,2  | >0,999       |
| Hiperkolesterolemi             | 8               | 3,0  | 7              | 7,9  | 0,067        |
| Eklem hastalıkları             | 7               | 2,7  | 5              | 5,6  | 0,188        |
| Cilt hastalıkları              | 6               | 2,3  | 1              | 1,1  | 0,684        |
| Kanser                         | 4               | 1,5  | 0              | 0,0  | -            |
| Diğer**                        | 25              | 8,7  | 7              | 7,7  |              |

\* Aynı anda birden fazla seçenek söz konusu olabilir.

\*\* Endokrinolojik hastalıklar, nörolojik hastalıklar, kalp-kapak hastalıkları, anemi, diğer kas-iskelet sistemi hastalıkları (Diğer grubu için istatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır)

Katılımcıların sağlık yakınmaları sorgulandığında; balıkçı grubundaki katılımcıların 84’ü (%31,9), kontrol grubundaki katılımcıların ise 28’i (%31,5) en az bir sağlık yakınması olduğunu bildirmiştir (p=0,933). İki grupta da en sık bildirilen sağlık yakınmaları halsizlik ve eklem ağrısıdır. Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların sağlık yakınmalarına ait özellikler Tablo 18’de sunulmuştur.



**Tablo 18.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların sağlık yakınmaları

|                                 | Balıkçı (n=263) |      | Kontrol (n=89) |      | p      |
|---------------------------------|-----------------|------|----------------|------|--------|
|                                 | n               | %    | n              | %    |        |
| <b>Sağlık Yakınması Varlığı</b> |                 |      |                |      |        |
| Var                             | 84              | 31,9 | 28             | 31,5 | 0,933  |
| Yok                             | 179             | 68,1 | 61             | 68,5 |        |
| <b>Sağlık Yakınması*</b>        |                 |      |                |      |        |
| Halsizlik                       | 22              | 8,4  | 8              | 9,0  | >0,999 |
| Eklem ağrısı                    | 21              | 8,0  | 8              | 9,0  | 0,940  |
| Nefes darlığı                   | 11              | 4,2  | 4              | 4,5  | >0,999 |
| Öksürük                         | 11              | 4,2  | 3              | 3,4  | >0,999 |
| Baş ağrısı                      | 10              | 3,8  | 3              | 3,4  | >0,999 |
| Uykusuzluk                      | 7               | 2,7  | 4              | 4,5  | 0,479  |
| Sık idrara çıkma                | 6               | 2,3  | 0              | 0,0  | -      |
| İşitmede azalma                 | 5               | 1,9  | 1              | 1,1  | >0,999 |
| Görmede azalma                  | 4               | 1,5  | 3              | 3,4  | 0,375  |
| Çarpıntı                        | 4               | 1,5  | 2              | 2,2  | 0,645  |
| Boğaz ağrısı                    | 3               | 1,1  | 1              | 1,1  | >0,999 |
| Hafıza sorunları                | 3               | 1,1  | 0              | 0,0  | -      |
| Ellerde titreme                 | 3               | 1,1  | 2              | 2,2  | 0,604  |
| Diğer**                         | 18              | 6,8  | 20             | 22,1 |        |

\* Aynı anda birden fazla seçenek söz konusu olabilir.

\*\*İştahsızlık, karın ağrısı, ishal, kabızlık, kilo değişiklikleri, kas güçsüzlüğü, hareket kısıtlılığı, el/ayakta his kaybı, baş dönmesi, konsantrasyon bozukluğu, göğüs ağrısı, çok su içme, ödem, ciltte kaşıntı (Diğer grubu için istatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır)

Balıkçıların 52'si (%19,8), kontrollerin 20'si (%22,5) dışında amalgam dolgu bulunduğunu bildirmiş (p=0,694); balıkçıların 12'si (%4,6), kontrollerin ise 2'si (%2,2) vücudunda eklem protezi bulunduğunu belirtmiştir (p=0,531). Balıkçıların 114'ü (%43,3), kontrollerin ise 37'si (%41,6) düzenli ilaç kullandığını beyan etmiştir (p=0,770). Gruplar arasında bu parametreler açısından istatistiksel önemli fark saptanmamıştır.

Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların amalgam dolgu, eklem protezi bulunma ve ilaç kullanım durumları Tablo 19'da sunulmuştur.

**Tablo 19.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların amalgam dolgu, eklem protezi bulunma ve ilaç kullanım durumları

|  | Balıkçı (n=263) |      | Kontrol (n=89) |      | p      |
|--|-----------------|------|----------------|------|--------|
|  | n               | %    | n              | %    |        |
| <b>Amalgam Dolgu Bulunma Durumu</b>      |                 |      |                |      |        |
| Evet                                     | 52              | 19,8 | 20             | 22,5 | 0,694  |
| Hayır                                    | 211             | 80,2 | 69             | 77,5 |        |
| <b>Eklem Protezi Bulunma Durumu</b>      |                 |      |                |      |        |
| Evet                                     | 12              | 4,6  | 2              | 2,2  | 0,531  |
| Hayır                                    | 251             | 95,4 | 87             | 97,8 |        |
| <b>Düzenli İlaç Kullanımı</b>            |                 |      |                |      |        |
| Evet                                     | 114             | 43,3 | 37             | 41,6 | 0,770  |
| Hayır                                    | 149             | 56,7 | 52             | 58,4 |        |
| <b>Vitamin-Mineral Desteği Kullanımı</b> |                 |      |                |      |        |
| Evet                                     | 13              | 4,9  | 10             | 11,2 | 0,067  |
| Hayır                                    | 250             | 95,1 | 79             | 88,8 |        |
| <b>Demir Desteği Kullanımı</b>           |                 |      |                |      |        |
| Evet                                     | 3               | 1,1  | 1              | 1,1  | >0,999 |
| Hayır                                    | 260             | 98,9 | 88             | 98,9 |        |

Katılımcıların su ürünü tüketim miktarları değerlendirildiğinde; son bir ayda balıkçıların ortalama  $6234,6 \pm 4856,3$  (min:200-maks:28000) gram, kontrollerin ise ortalama  $363,5 \pm 310,5$  (min:0-maks:1500) gram su ürünü tükettiği görülmektedir. İki grup arasındaki bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,001$ ).

Balıkçıların son bir ayda su ürünü tüketim sıklığı ortalama haftada 3-6 öğün (min: 2 haftada 1 öğün- maks: haftada 15 öğünden fazla) iken, kontrollerin son bir ayda su ürünü tüketim sıklığı ortalama ayda 1 öğün (min: hiç- maks: haftada 1 öğün) olarak saptanmıştır ( $p < 0,001$ ).

Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların son bir ayda su ürünü tüketim miktar ve sıklıkları Tablo 20’de sunulmuştur.

**Tablo 20.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların son bir ayda su ürünü tüketim miktar ve sıklıkları

|                                     | <b>Balıkçı (n=263)</b> |                    |                          |             | <b>Kontrol (n=89)</b> |                |                  |      | <b>p</b>         |
|-------------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------|------------------|------|------------------|
|                                     | Ort                    | SS                 | Min                      | Maks        | Ort                   | SS             | Min              | Maks |                  |
| <b>Su Ürünü Tüketim Miktarı (g)</b> | 6234,6                 | 4856,3             | 200                      | 28000       | 363,5                 | 310,5          | 0                | 1500 | <b>&lt;0,001</b> |
|                                     | Ortanca                | Min                | Maks                     | Ortanca     | Min                   | Maks           | <b>p</b>         |      |                  |
| <b>Su Ürünü Tüketim Sıklığı</b>     | Haftada 3-6 öğün       | İki Haftada 1 öğün | Haftada 15 öğünden fazla | Ayda 1 öğün | Hiç                   | Haftada 1 öğün | <b>&lt;0,001</b> |      |                  |

Her bir su ürünü için katılımcıların aylık tüketim miktarına bakıldığında; balıkçıların en sık tükettikleri su ürünleri aylık ortalama 2104,3±2063,8 g ile istavrit, 1715,6±2245,2 g ile palamut, 957,2±1272,2 g ile hamsi ve 913,5±1852,8 g ile çinekop olarak görülmektedir. Kontrollerin ise aylık ortalama 94,8±127,4 g ile hamsi, 87,1±121,5 g ile palamut ve 66,2±106,7 g ile istavrit en sık tükettikleri su ürünlerini oluşturmaktadır.

Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların farklı su ürünleri için aylık tüketim miktarları Tablo 21’de sunulmuştur.

Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların süt ve süt ürünleri, et ve kuru baklagil, taze sebze-meyve, ekmek-tahıllar ve diğer başlıkları altında toplanmış çeşitli besinler için günlük tüketim miktarları ise Tablo 22’de sunulmuştur.

**Tablo 21.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların farklı su ürünleri için aylık tüketim miktarları

| Su ürünü          | Balıkçı (n=263)        |        |     |         | Kontrol (n=89)         |       |     |       |
|-------------------|------------------------|--------|-----|---------|------------------------|-------|-----|-------|
|                   | Tüketim Miktarı (g/ay) |        |     |         | Tüketim Miktarı (g/ay) |       |     |       |
|                   | Ort                    | SS     | Min | Maks    | Ort                    | SS    | Min | Maks  |
| <b>Ahtapot</b>    | 15,1                   | 149,7  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Alabalık</b>   | 25,0                   | 187,5  | 0,0 | 2000,0  | 6,1                    | 34,7  | 0,0 | 250,0 |
| <b>Barbun</b>     | 91,9                   | 501,7  | 0,0 | 4400,0  | 3,3                    | 26,8  | 0,0 | 250,0 |
| <b>Berlam</b>     | 7,1                    | 83,2   | 0,0 | 1250,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Çaça</b>       | 0,5                    | 7,7    | 0,0 | 125,0   | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Çinekop</b>    | 913,5                  | 1852,8 | 0,0 | 14000,0 | 21,9                   | 91,4  | 0,0 | 750,0 |
| <b>Çipura</b>     | 83,3                   | 391,8  | 0,0 | 4000,0  | 10,7                   | 40,4  | 0,0 | 250,0 |
| <b>Dil balığı</b> | 151,1                  | 659,9  | 0,0 | 8000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Eşkına</b>     | 11,4                   | 137,7  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Fener</b>      | 1,0                    | 15,4   | 0,0 | 250,0   | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Gümüş</b>      | 8,7                    | 124,6  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Hamsi</b>      | 957,2                  | 1272,2 | 0,0 | 8000,0  | 94,8                   | 127,4 | 0,0 | 750,0 |
| <b>Istakoz</b>    | 66,2                   | 827,0  | 0,0 | 13200,0 | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>İskorpit</b>   | 57,2                   | 292,1  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>İstavrit</b>   | 2104,3                 | 2063,8 | 0,0 | 14000,0 | 66,2                   | 106,7 | 0,0 | 500,0 |
| <b>İzmarit</b>    | 16,0                   | 174,4  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Kalamar</b>    | 50,5                   | 220,0  | 0,0 | 1600,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Kalkan</b>     | 87,7                   | 573,7  | 0,0 | 7000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Karagöz</b>    | 26,6                   | 221,1  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Karides</b>    | 246,7                  | 684,5  | 0,0 | 4000,0  | 0,6                    | 3,9   | 0,0 | 33,2  |
| <b>Kefal</b>      | 114,2                  | 674,3  | 0,0 | 8000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |

Tablo 21'in Devamı

| Su Ürünü         | Balıkçı (n=263)        |        |     |         | Kontrol (n=89)         |       |     |       |
|------------------|------------------------|--------|-----|---------|------------------------|-------|-----|-------|
|                  | Tüketim Miktarı (g/ay) |        |     |         | Tüketim Miktarı (g/ay) |       |     |       |
|                  | Ort                    | SS     | Min | Maks    | Ort                    | SS    | Min | Maks  |
| <b>Kılıç</b>     | 0,9                    | 15,4   | 0,0 | 249,0   | 0,7                    | 7,0   | 0,0 | 66,4  |
| <b>Kırlangıç</b> | 55,1                   | 312,0  | 0,0 | 4000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Kolyoz</b>    | 72,2                   | 432,7  | 0,0 | 4000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Kömür</b>     | 2,9                    | 46,2   | 0,0 | 750,0   | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Kupa</b>      | 7,6                    | 123,3  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Levrek</b>    | 89,9                   | 594,7  | 0,0 | 8000,0  | 10,3                   | 37,1  | 0,0 | 250,0 |
| <b>Lüfer</b>     | 757,3                  | 1722,0 | 0,0 | 14000,0 | 2,6                    | 21,5  | 0,0 | 200,0 |
| <b>Mezgit</b>    | 714,8                  | 1230,2 | 0,0 | 8000,0  | 8,1                    | 33,6  | 0,0 | 250,0 |
| <b>Mırmır</b>    | 72,7                   | 550,3  | 0,0 | 8000,0  | 1,5                    | 11,1  | 0,0 | 100,0 |
| <b>Midye</b>     | 108,3                  | 422,7  | 0,0 | 4000,0  | 6,7                    | 53,9  | 0,0 | 500,0 |
| <b>Orkinos</b>   | 12,3                   | 143,6  | 0,0 | 2000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Palamut</b>   | 1715,6                 | 2245,2 | 0,0 | 14000,0 | 87,1                   | 121,5 | 0,0 | 500,0 |
| <b>Pisi</b>      | 32,5                   | 348,8  | 0,0 | 4000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Sardalya</b>  | 639,9                  | 1483,7 | 0,0 | 13200,0 | 5,6                    | 32,4  | 0,0 | 250,0 |
| <b>Sarpa</b>     | 22,8                   | 275,3  | 0,0 | 4000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Sazan</b>     | 0,0                    | 0,0    | 0,0 | 0,0     | 2,2                    | 14,9  | 0,0 | 100,0 |
| <b>Somon</b>     | 11,5                   | 112,9  | 0,0 | 1250,0  | 2,4                    | 13,1  | 0,0 | 100,0 |
| <b>Tekir</b>     | 529,7                  | 1214,8 | 0,0 | 8000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Uskumru</b>   | 270,5                  | 783,2  | 0,0 | 7000,0  | 6,2                    | 26,3  | 0,0 | 150,0 |
| <b>Yayın</b>     | 9,5                    | 154,2  | 0,0 | 2500,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Yengeç</b>    | 32,3                   | 493,6  | 0,0 | 8000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |
| <b>Zargana</b>   | 156,0                  | 660,1  | 0,0 | 8000,0  | 0,0                    | 0,0   | 0,0 | 0,0   |

**Tablo 22.** Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların çeşitli besinler için günlük tüketim miktarları

| Besinler                        | Balıkçı (n=263)             |      |     |       | Kontrol (n=89)              |      |     |       | p                |
|---------------------------------|-----------------------------|------|-----|-------|-----------------------------|------|-----|-------|------------------|
|                                 | Tüketim Miktarı (birim/gün) |      |     |       | Tüketim Miktarı (birim/gün) |      |     |       |                  |
|                                 | Ort                         | SS   | Min | Maks  | Ort                         | SS   | Min | Maks  |                  |
| <b>Süt ve Süt Ürünleri</b>      |                             |      |     |       |                             |      |     |       |                  |
| Süt (bardak)                    | 0,3                         | 0,5  | 0,0 | 5,0   | 0,3                         | 0,4  | 0,0 | 2,5   | 0,294            |
| Yoğurt-ayran (bardak)           | 0,9                         | 1,0  | 0,0 | 15,0  | 0,8                         | 0,3  | 0,1 | 2,0   | 0,576            |
| Peynir (kibrit kutusu)          | 1,2                         | 0,8  | 0,0 | 5,0   | 0,9                         | 0,3  | 0,0 | 2,0   | <b>0,015</b>     |
| <b>Et-Yumurta-Kuru Baklagil</b> |                             |      |     |       |                             |      |     |       |                  |
| Kırmızı et (g)                  | 72,7                        | 68,1 | 0,0 | 342,6 | 82,8                        | 76,3 | 0,0 | 300,0 | 0,119            |
| Sakatat-karaciğer (g)           | 25,9                        | 49,1 | 0,0 | 571,0 | 10,9                        | 24,0 | 0,0 | 171,3 | <b>0,004</b>     |
| Tavuk (g)                       | 58,6                        | 56,3 | 0,0 | 300,0 | 66,7                        | 56,1 | 0,0 | 300,0 | 0,154            |
| Yumurta (adet)                  | 0,8                         | 0,7  | 0,0 | 7,0   | 0,7                         | 0,4  | 0,0 | 1,1   | 0,141            |
| Kuru baklagil (tabak)           | 0,3                         | 0,2  | 0,0 | 1,0   | 0,3                         | 0,2  | 0,0 | 1,0   | 0,232            |
| <b>Taze sebze-meyve</b>         |                             |      |     |       |                             |      |     |       |                  |
| Sebze (tabak)                   | 0,8                         | 0,5  | 0,0 | 3,0   | 0,6                         | 0,5  | 0,0 | 3,0   | <b>&lt;0,001</b> |
| Meyve (adet)                    | 0,9                         | 0,6  | 0,0 | 5,0   | 0,7                         | 0,7  | 0,0 | 5,0   | <b>0,009</b>     |
| Kuruyemiş (avuç)                | 1,0                         | 1,3  | 0,0 | 9,0   | 0,7                         | 1,0  | 0,0 | 3,0   | 0,422            |
| <b>Ekmek ve Tahıllar</b>        |                             |      |     |       |                             |      |     |       |                  |
| Ekmek (dilim)                   | 4,6                         | 7,2  | 0,0 | 60,0  | 4,4                         | 9,2  | 0,0 | 60,0  | 0,179            |
| Pirinç (tabak)                  | 0,3                         | 0,5  | 0,0 | 3,0   | 0,3                         | 0,6  | 0,0 | 3,0   | 0,190            |
| Makarna (tabak)                 | 0,3                         | 0,5  | 0,0 | 6,0   | 0,2                         | 0,1  | 0,0 | 0,6   | <b>0,007</b>     |
| <b>Diğer</b>                    |                             |      |     |       |                             |      |     |       |                  |
| Pekmez (kaşık)                  | 0,6                         | 1,3  | 0,0 | 9,0   | 0,6                         | 1,4  | 0,0 | 9,0   | 0,505            |
| Çikolata (parça)                | 0,8                         | 3,1  | 0,0 | 36,0  | 0,4                         | 0,9  | 0,0 | 3,0   | 0,143            |
| Çay-bitkisel çay (bardak)       | 10,0                        | 8,0  | 0,0 | 50,0  | 8,2                         | 6,5  | 0,0 | 35,0  | 0,051            |
| Kahve (bardak)                  | 2,3                         | 3,8  | 0,0 | 30,0  | 1,9                         | 4,0  | 0,0 | 30,0  | 0,388            |

Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri değerlendirildiğinde; balıkçı grubunda saç arsenik düzeyinin ortalama  $0,147\pm0,067$   $\mu\text{g/g}$ , kontrol grubunda ise  $0,129\pm0,070$   $\mu\text{g/g}$  olduğu ve balıkçılarda ölçülen düzeyin istatistiksel açıdan önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır ( $p=0,025$ ). Balıkçı grubunda saç çinko düzeyi ise ortalama  $103,3\pm43,1$   $\mu\text{g/g}$  ve kontrol grubunda  $92,7\pm37,4$   $\mu\text{g/g}$  ölçülmüş olup, balıkçıların saç çinko düzeyi kontrol grubuna kıyasla istatistiksel önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ( $p=0,047$ ). Saç gümüş düzeyi ortalamaları ise kontrol grubunda  $0,378\pm0,345$   $\mu\text{g/g}$  saptanmış ve  $0,296\pm0,303$   $\mu\text{g/g}$  olan balıkçı grubu ortalama gümüş düzeyine kıyasla yüksek bulunmuştur ( $p=0,009$ ). Saç krom düzeyi balıkçı grubunda ortalama  $0,327\pm0,096$   $\mu\text{g/g}$ , kontrol grubunda  $0,269\pm0,116$   $\mu\text{g/g}$ ; saç nikel düzeyi balıkçı grubunda ortalama  $0,469\pm0,339$   $\mu\text{g/g}$ , kontrol grubunda  $0,403\pm0,368$   $\mu\text{g/g}$ ; saç stronsiyum düzeyi ise balıkçı grubunda ortalama  $1,987\pm1,241$   $\mu\text{g/g}$ , kontrol grubunda  $1,468\pm1,190$   $\mu\text{g/g}$  olarak bulunmuş ve her üç element için de balıkçı grubunda ölçülen düzeyler kontrol grubuna kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde yüksek saptanmıştır (sırasıyla  $p<0,001$ ;  $p=0,015$ ;  $p<0,001$ ). Diğer elementler bakımından iki grup arasında istatistiksel fark bulunmamaktadır.

Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri Tablo 23, Şekil 4 ve Şekil 5'te sunulmuştur.

Sonuçlar iller için ayrı ayrı değerlendirildiğinde; İstanbul ilinde balıkçı grubunda stronsiyum, kontrol grubunda ise antimon, bakır, demir, gümüş, kadmiyum, kurşun, nikel, manganez, selenyum ve vanadyum düzeylerinin daha yüksek saptandığı görülmüştür. Kocaeli ilinde ise balıkçı grubunda antimon, arsenik, bakır, çinko, kadmiyum, krom, kurşun, nikel, manganez, selenyum, stronsiyum ve vanadyum düzeyleri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Tekirdağ ilinde saç demir düzeyleri balıkçı grubunda; bakır, manganez ve selenyum düzeyleri kontrol grubunda daha yüksek saptanmıştır. Yalova ilinde hiçbir element bakımından gruplar arasında istatistiksel fark gözlenmemiştir.

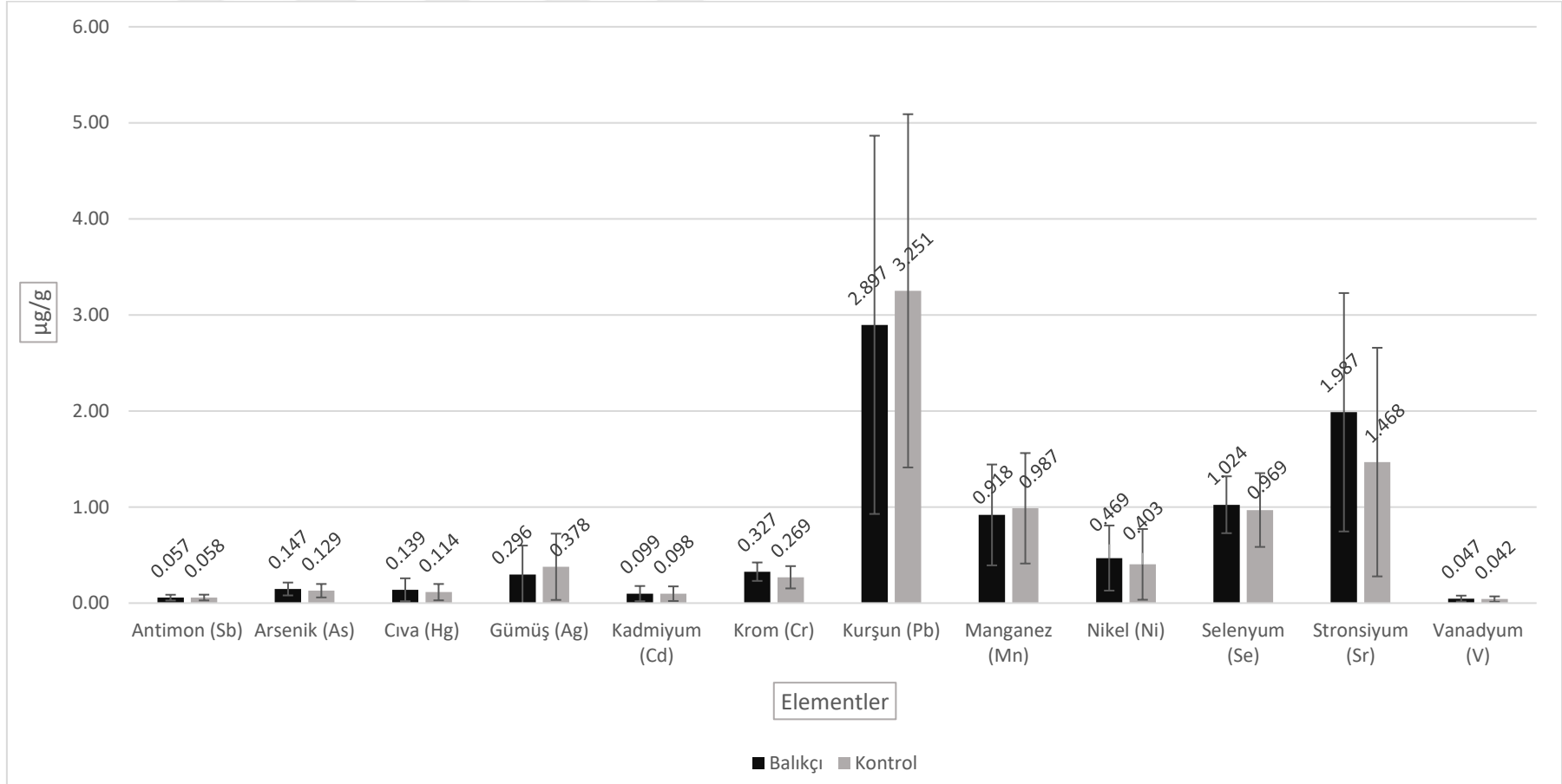
İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri Tablo 24-27'de sunulmuştur.

**Tablo 23.** Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ )

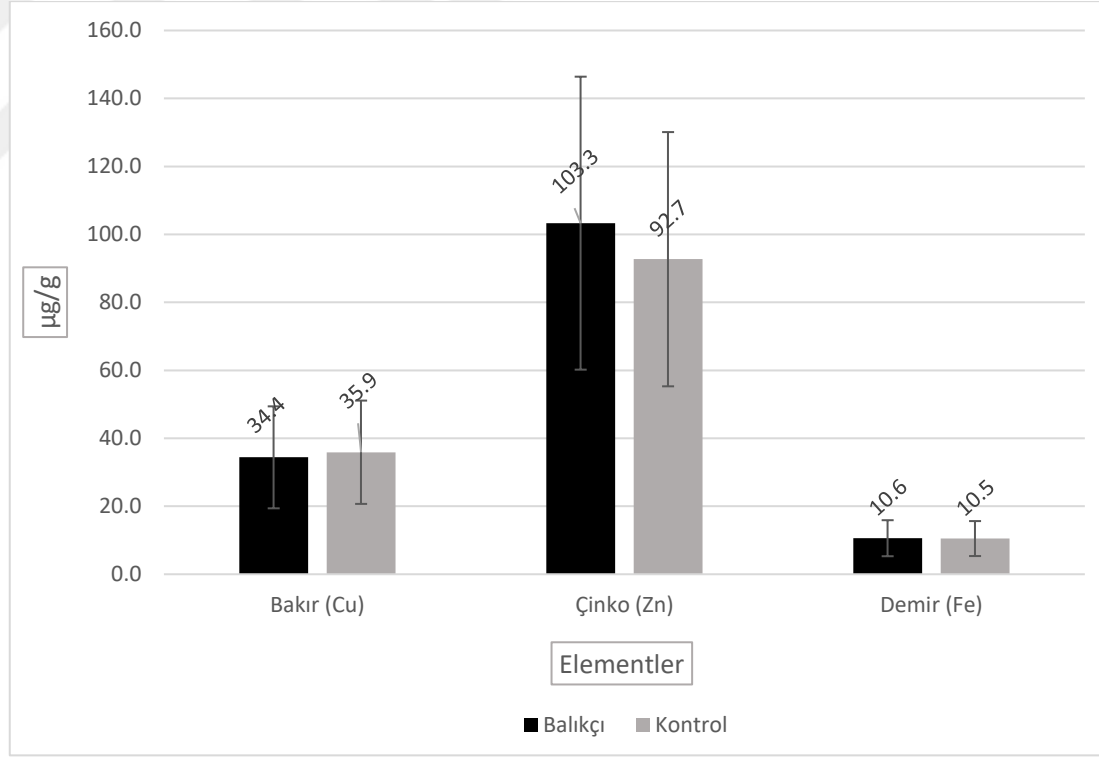
|  | Balıkçı (n=263) |       |              |       |       | Kontrol (n=89) |       |              |       |       | p                |
|--|-----------------|-------|--------------|-------|-------|----------------|-------|--------------|-------|-------|------------------|
|  | A.Ort           | SS    | G.Ort        | Min   | Maks  | A.Ort          | SS    | G.Ort        | Min   | Maks  |                  |
| <b>Antimon (Sb)</b>  | 0,057           | 0,030 | 0,048        | 0,008 | 0,132 | 0,058          | 0,030 | 0,049        | 0,008 | 0,124 | 0,853            |
| <b>Arsenik (As)</b>  | <b>0,147</b>    | 0,067 | <b>0,130</b> | 0,023 | 0,308 | 0,129          | 0,070 | 0,109        | 0,024 | 0,288 | <b>0,025</b>     |
| <b>Bakır (Cu)</b>  | 34,4            | 15,0  | 31,5         | 10,8  | 89,3  | 35,9           | 15,2  | 32,8         | 7,100 | 78,1  | 0,322            |
| <b>Cıva (Hg)</b>   | 0,139           | 0,119 | 0,102        | 0,011 | 0,716 | 0,114          | 0,085 | 0,088        | 0,011 | 0,469 | 0,146            |
| <b>Çinko (Zn)</b>  | <b>103,3</b>    | 43,1  | <b>93,5</b>  | 26,0  | 203,0 | 92,7           | 37,4  | 84,9         | 20,0  | 214,0 | <b>0,047</b>     |
| <b>Demir (Fe)</b>  | 10,6            | 5,302 | 9,2          | 1,000 | 28,0  | 10,5           | 5,144 | 9,001        | 2,000 | 21,0  | 0,971            |
| <b>Gümüş (Ag)</b>  | 0,296           | 0,303 | 0,172        | 0,005 | 1,625 | <b>0,378</b>   | 0,345 | <b>0,253</b> | 0,026 | 1,552 | <b>0,009</b>     |
| <b>Kadmiyum (Cd)</b>   | 0,099           | 0,079 | 0,068        | 0,005 | 0,343 | 0,098          | 0,076 | 0,070        | 0,008 | 0,286 | 0,857            |
| <b>Krom (Cr)</b>   | <b>0,327</b>    | 0,096 | <b>0,311</b> | 0,082 | 0,533 | 0,269          | 0,116 | 0,242        | 0,058 | 0,530 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Kurşun (Pb)</b>   | 2,897           | 1,969 | 2,142        | 0,190 | 7,250 | 3,251          | 1,839 | 2,640        | 0,430 | 6,990 | 0,076            |
| <b>Manganez (Mn)</b>   | 0,918           | 0,525 | 0,778        | 0,088 | 2,505 | 0,987          | 0,575 | 0,804        | 0,129 | 2,188 | 0,394            |
| <b>Nikel (Ni)</b>  | <b>0,469</b>    | 0,339 | <b>0,353</b> | 0,020 | 1,660 | 0,403          | 0,368 | 0,270        | 0,020 | 1,590 | <b>0,015</b>     |
| <b>Selenyum (Se)</b>   | 1,024           | 0,296 | 0,983        | 0,490 | 1,960 | 0,969          | 0,384 | 0,890        | 0,270 | 1,920 | 0,132            |
| <b>Stronsiyum (Sr)</b>   | <b>1,987</b>    | 1,241 | <b>1,600</b> | 0,250 | 5,760 | 1,468          | 1,190 | 1,111        | 0,180 | 5,490 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Vanadyum (V)</b>  | 0,047           | 0,031 | 0,038        | 0,006 | 0,130 | 0,042          | 0,028 | 0,034        | 0,007 | 0,125 | 0,236            |
| <i>Saç düzeyi maruziyet değerlendirilmesinde kullanılmayanlar*</i> |                 |       |              |       |       |                |       |              |       |       |                  |
| <b>Alüminyum (Al)</b>  | 12,7            | 5,584 | 11,3         | 2,600 | 26,9  | 12,1           | 5,144 | 10,9         | 3,000 | 24,4  |                  |
| <b>Baryum (Ba)</b>   | 0,779           | 0,449 | 0,659        | 0,080 | 2,080 | 0,635          | 0,350 | 0,540        | 0,100 | 1,610 |                  |
| <b>Brom (Br)</b>   | 16,1            | 13,4  | 12,4         | 1,800 | 92,8  | 12,9           | 11,9  | 9,459        | 1,400 | 86,4  |                  |
| <b>Kalay (Sn)</b>  | 0,515           | 0,306 | 0,427        | 0,060 | 1,540 | 0,491          | 0,308 | 0,389        | 0,040 | 1,340 |                  |
| <b>Kobalt (Co)</b>   | 0,019           | 0,014 | 0,016        | 0,000 | 0,070 | 0,018          | 0,014 | 0,015        | 0,000 | 0,070 |                  |
| <b>Molibden (Mo)</b>   | 0,068           | 0,035 | 0,060        | 0,016 | 0,170 | 0,063          | 0,036 | 0,054        | 0,012 | 0,168 |                  |
| <b>Titanyum (Ti)</b>   | 1,084           | 0,695 | 0,842        | 0,090 | 2,730 | 1,007          | 0,643 | 0,796        | 0,150 | 2,610 |                  |

\*İstatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır





**Şekil 4.** Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan antimon, arsenik, cıva, gümüş, kadmiyum, krom, kurşun, manganez, nikel, selenyum, stronsiyum ve vanadyum düzeyleri (µg/g)



Şekil 5. Balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan bakır, çinko ve demir düzeyleri (µg/g)

**Tablo 24.** İstanbul ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri (µg/g)

|  | Balıkçı (n=66) |       |              |       |       | Kontrol (n=21) |       |              |       |       | p                |
|--|----------------|-------|--------------|-------|-------|----------------|-------|--------------|-------|-------|------------------|
|  | A.Ort          | SS    | G.Ort        | Min   | Maks  | A.Ort          | SS    | G.Ort        | Min   | Maks  |                  |
| <b>Antimon (Sb)</b>  | 0,034          | 0,019 | 0,030        | 0,008 | 0,101 | <b>0,062</b>   | 0,025 | <b>0,056</b> | 0,019 | 0,118 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Arsenik (As)</b>  | 0,194          | 0,057 | 0,186        | 0,066 | 0,306 | 0,173          | 0,058 | 0,162        | 0,068 | 0,273 | 0,136            |
| <b>Bakır (Cu)</b>  | 27,7           | 7,926 | 26,8         | 15,5  | 65,4  | <b>37,5</b>    | 9,438 | <b>36,3</b>  | 22,8  | 55,0  | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Cıva (Hg)</b>   | 0,205          | 0,160 | 0,151        | 0,035 | 0,716 | 0,131          | 0,100 | 0,106        | 0,029 | 0,469 | 0,061            |
| <b>Çinko (Zn)</b>  | 114,9          | 40,8  | 106,6        | 44,0  | 202,0 | 101,5          | 36,5  | 94,9         | 36,0  | 175,0 | 0,187            |
| <b>Demir (Fe)</b>  | 10,6           | 4,959 | 9,521        | 3,000 | 24,0  | <b>14,4</b>    | 4,202 | <b>13,7</b>  | 5,000 | 21,0  | <b>0,001</b>     |
| <b>Gümüş (Ag)</b>  | 0,139          | 0,183 | 0,078        | 0,009 | 1,037 | <b>0,546</b>   | 0,438 | <b>0,396</b> | 0,101 | 1,552 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Kadmiyum (Cd)</b>   | 0,055          | 0,050 | 0,040        | 0,011 | 0,246 | <b>0,101</b>   | 0,060 | <b>0,083</b> | 0,014 | 0,257 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Krom (Cr)</b>   | 0,289          | 0,072 | 0,281        | 0,146 | 0,500 | 0,296          | 0,075 | 0,288        | 0,197 | 0,462 | 0,874            |
| <b>Kurşun (Pb)</b>   | 1,388          | 1,101 | 1,041        | 0,190 | 5,380 | <b>3,675</b>   | 1,781 | <b>3,148</b> | 0,680 | 6,650 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Manganez (Mn)</b>   | 0,601          | 0,193 | 0,563        | 0,088 | 1,058 | <b>1,070</b>   | 0,370 | <b>1,010</b> | 0,529 | 1,917 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Nikel (Ni)</b>  | 0,418          | 0,295 | 0,340        | 0,070 | 1,530 | <b>0,567</b>   | 0,386 | <b>0,475</b> | 0,180 | 1,580 | <b>0,032</b>     |
| <b>Selenyum (Se)</b>   | 0,867          | 0,208 | 0,844        | 0,490 | 1,470 | <b>1,103</b>   | 0,286 | <b>1,072</b> | 0,730 | 1,870 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Stronsiyum (Sr)</b>   | <b>2,887</b>   | 1,111 | <b>2,679</b> | 1,060 | 5,490 | 2,179          | 1,566 | 1,752        | 0,690 | 5,490 | <b>0,005</b>     |
| <b>Vanadyum (V)</b>  | 0,023          | 0,010 | 0,021        | 0,006 | 0,063 | <b>0,049</b>   | 0,026 | <b>0,043</b> | 0,015 | 0,122 | <b>&lt;0,001</b> |
| <i>Saç düzeyi maruziyet değerlendirilmesinde kullanılmayanlar*</i> |                |       |              |       |       |                |       |              |       |       |                  |
| <b>Alüminyum (Al)</b>  | 13,0           | 4,753 | 12,1         | 4,000 | 24,3  | 14,5           | 5,247 | 13,4         | 5,300 | 23,8  |                  |
| <b>Baryum (Ba)</b>   | 0,738          | 0,436 | 0,641        | 0,250 | 2,080 | 0,759          | 0,315 | 0,705        | 0,440 | 1,550 |                  |
| <b>Brom (Br)</b>   | 9,568          | 5,532 | 8,067        | 1,800 | 31,4  | 20,3           | 17,3  | 16,6         | 6,300 | 86,4  |                  |
| <b>Kalay (Sn)</b>  | 0,440          | 0,240 | 0,368        | 0,060 | 1,100 | 0,524          | 0,284 | 0,456        | 0,150 | 1,250 |                  |
| <b>Kobalt (Co)</b>   | 0,014          | 0,007 | 0,013        | 0,010 | 0,040 | 0,020          | 0,015 | 0,017        | 0,010 | 0,060 |                  |
| <b>Molibden (Mo)</b>   | 0,046          | 0,022 | 0,042        | 0,018 | 0,162 | 0,067          | 0,028 | 0,063        | 0,032 | 0,148 |                  |
| <b>Titanyum (Ti)</b>   | 0,806          | 0,637 | 0,614        | 0,180 | 2,730 | 1,227          | 0,609 | 1,059        | 0,210 | 2,340 |                  |

\*İstatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır

**Tablo 25.** Kocaeli ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ )

|  | Balıkçı (n=66) |       |              |       |       | Kontrol (n=24) |       |       |       |       | p                |
|--|----------------|-------|--------------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|------------------|
|  | A.Ort          | SS    | G.Ort        | Min   | Maks  | A.Ort          | SS    | G.Ort | Min   | Maks  |                  |
| <b>Antimon (Sb)</b>  | <b>0,065</b>   | 0,034 | <b>0,055</b> | 0,013 | 0,132 | 0,042          | 0,028 | 0,034 | 0,008 | 0,113 | <b>0,003</b>     |
| <b>Arsenik (As)</b>  | <b>0,144</b>   | 0,077 | <b>0,121</b> | 0,023 | 0,308 | 0,071          | 0,034 | 0,063 | 0,024 | 0,150 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Bakır (Cu)</b>  | <b>40,5</b>    | 16,4  | <b>37,2</b>  | 10,8  | 88,7  | 24,9           | 12,5  | 22,6  | 7,100 | 70,1  | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Cıva (Hg)</b>   | 0,103          | 0,086 | 0,077        | 0,014 | 0,426 | 0,086          | 0,090 | 0,060 | 0,011 | 0,413 | 0,161            |
| <b>Çinko (Zn)</b>  | <b>110,6</b>   | 42,5  | <b>102,0</b> | 33,0  | 200,0 | 80,3           | 40,8  | 70,4  | 20,0  | 214,0 | <b>0,002</b>     |
| <b>Demir (Fe)</b>  | 10,6           | 4,787 | 9,447        | 2,000 | 21,0  | 8,500          | 4,952 | 7,007 | 2,000 | 19,0  | 0,076            |
| <b>Gümüş (Ag)</b>  | 0,323          | 0,259 | 0,210        | 0,010 | 1,229 | 0,294          | 0,287 | 0,201 | 0,050 | 1,251 | 0,433            |
| <b>Kadmiyum (Cd)</b>   | <b>0,110</b>   | 0,079 | <b>0,080</b> | 0,008 | 0,311 | 0,057          | 0,047 | 0,042 | 0,008 | 0,203 | <b>0,002</b>     |
| <b>Krom (Cr)</b>   | <b>0,353</b>   | 0,119 | <b>0,327</b> | 0,109 | 0,533 | 0,169          | 0,108 | 0,147 | 0,058 | 0,530 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Kurşun (Pb)</b>   | <b>3,698</b>   | 1,938 | <b>3,055</b> | 0,330 | 7,140 | 2,487          | 1,391 | 2,094 | 0,470 | 5,660 | <b>0,008</b>     |
| <b>Manganez (Mn)</b>   | <b>1,335</b>   | 0,491 | <b>1,225</b> | 0,225 | 2,316 | 0,725          | 0,557 | 0,566 | 0,129 | 2,188 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Nikel (Ni)</b>  | <b>0,519</b>   | 0,364 | <b>0,386</b> | 0,050 | 1,550 | 0,170          | 0,124 | 0,131 | 0,040 | 0,500 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Selenyum (Se)</b>   | <b>1,146</b>   | 0,348 | <b>1,090</b> | 0,570 | 1,960 | 0,534          | 0,116 | 0,520 | 0,270 | 0,790 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Stronsiyum (Sr)</b>   | <b>1,859</b>   | 1,100 | <b>1,551</b> | 0,290 | 5,500 | 0,858          | 0,589 | 0,692 | 0,180 | 2,780 | <b>&lt;0,001</b> |
| <b>Vanadyum (V)</b>  | <b>0,054</b>   | 0,029 | <b>0,046</b> | 0,011 | 0,125 | 0,031          | 0,027 | 0,023 | 0,007 | 0,122 | <b>0,000</b>     |
| <i>Saç düzeyi maruziyet değerlendirilmesinde kullanılmayanlar*</i> |                |       |              |       |       |                |       |       |       |       |                  |
| <b>Alüminyum (Al)</b>  | 13,7           | 6,515 | 12,0         | 3,200 | 25,0  | 8,342          | 3,611 | 7,605 | 3,000 | 17,4  |                  |
| <b>Baryum (Ba)</b>   | 0,879          | 0,474 | 0,732        | 0,080 | 1,910 | 0,429          | 0,231 | 0,369 | 0,100 | 1,000 |                  |
| <b>Brom (Br)</b>   | 21,5           | 17,3  | 16,2         | 2,200 | 91,9  | 4,208          | 2,557 | 3,655 | 1,400 | 12,9  |                  |
| <b>Kalay (Sn)</b>  | 0,539          | 0,312 | 0,443        | 0,080 | 1,540 | 0,351          | 0,271 | 0,249 | 0,040 | 0,970 |                  |
| <b>Kobalt (Co)</b>   | 0,017          | 0,012 | 0,015        | 0,000 | 0,070 | 0,009          | 0,004 | 0,010 | 0,000 | 0,020 |                  |
| <b>Molibden (Mo)</b>   | 0,070          | 0,029 | 0,064        | 0,020 | 0,140 | 0,032          | 0,011 | 0,030 | 0,012 | 0,052 |                  |
| <b>Titanyum (Ti)</b>   | 1,114          | 0,672 | 0,882        | 0,090 | 2,460 | 0,671          | 0,558 | 0,511 | 0,150 | 2,130 |                  |

\*İstatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır

**Tablo 26.** Tekirdağ ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri (µg/g)

|  | Balıkçı (n=64) |       |             |       |       | Kontrol (n=21) |       |              |       |       | p            |
|--|----------------|-------|-------------|-------|-------|----------------|-------|--------------|-------|-------|--------------|
|  | A.Ort          | SS    | G.Ort       | Min   | Maks  | A.Ort          | SS    | G.Ort        | Min   | Maks  |              |
| <b>Antimon (Sb)</b>  | 0,062          | 0,028 | 0,054       | 0,011 | 0,126 | 0,062          | 0,028 | 0,055        | 0,015 | 0,124 | 0,955        |
| <b>Arsenik (As)</b>  | 0,134          | 0,059 | 0,120       | 0,033 | 0,276 | 0,155          | 0,069 | 0,139        | 0,053 | 0,288 | 0,171        |
| <b>Bakır (Cu)</b>  | 38,1           | 15,3  | 35,4        | 16,7  | 89,3  | <b>51,3</b>    | 15,7  | <b>48,8</b>  | 19,1  | 78,1  | <b>0,001</b> |
| <b>Cıva (Hg)</b>   | 0,112          | 0,096 | 0,082       | 0,011 | 0,466 | 0,128          | 0,075 | 0,106        | 0,025 | 0,270 | 0,163        |
| <b>Çinko (Zn)</b>  | 107,2          | 39,5  | 99,9        | 33,0  | 203,0 | 104,0          | 24,7  | 100,5        | 48,0  | 133,0 | 0,907        |
| <b>Demir (Fe)</b>  | <b>12,9</b>    | 5,148 | <b>11,6</b> | 1,000 | 28,0  | 9,714          | 4,149 | 8,913        | 4,000 | 20,0  | <b>0,013</b> |
| <b>Gümüş (Ag)</b>  | 0,377          | 0,375 | 0,222       | 0,005 | 1,504 | 0,378          | 0,315 | 0,246        | 0,026 | 0,956 | 0,699        |
| <b>Kadmiyum (Cd)</b>   | 0,105          | 0,083 | 0,073       | 0,005 | 0,343 | 0,131          | 0,086 | 0,100        | 0,011 | 0,286 | 0,169        |
| <b>Krom (Cr)</b>   | 0,357          | 0,093 | 0,343       | 0,082 | 0,503 | 0,335          | 0,098 | 0,321        | 0,136 | 0,507 | 0,346        |
| <b>Kurşun (Pb)</b>   | 3,708          | 1,815 | 3,148       | 0,230 | 7,250 | 4,140          | 1,837 | 3,612        | 0,770 | 6,990 | 0,348        |
| <b>Manganez (Mn)</b>   | 0,947          | 0,493 | 0,829       | 0,151 | 2,505 | <b>1,351</b>   | 0,574 | <b>1,194</b> | 0,246 | 2,186 | <b>0,004</b> |
| <b>Nikel (Ni)</b>  | 0,524          | 0,384 | 0,377       | 0,020 | 1,570 | 0,520          | 0,404 | 0,401        | 0,110 | 1,590 | 0,915        |
| <b>Selenyum (Se)</b>   | 1,083          | 0,292 | 1,045       | 0,600 | 1,720 | <b>1,335</b>   | 0,277 | <b>1,303</b> | 0,590 | 1,920 | <b>0,001</b> |
| <b>Stronsiyum (Sr)</b>   | 1,808          | 0,989 | 1,548       | 0,350 | 4,470 | 1,987          | 1,184 | 1,678        | 0,700 | 5,100 | 0,721        |
| <b>Vanadyum (V)</b>  | 0,054          | 0,029 | 0,046       | 0,006 | 0,130 | 0,043          | 0,018 | 0,039        | 0,013 | 0,081 | 0,192        |
| <i>Saç düzeyi maruziyet değerlendirilmesinde kullanılmayanlar*</i> |                |       |             |       |       |                |       |              |       |       |              |
| <b>Alüminyum (Al)</b>  | 12,9           | 5,585 | 11,6        | 2,600 | 26,9  | 14,2           | 5,449 | 13,2         | 7,400 | 24,4  |              |
| <b>Baryum (Ba)</b>   | 0,864          | 0,447 | 0,754       | 0,130 | 1,970 | 0,784          | 0,356 | 0,706        | 0,220 | 1,610 |              |
| <b>Brom (Br)</b>   | 18,3           | 12,0  | 15,7        | 3,200 | 82,9  | 10,2           | 4,292 | 9,461        | 5,200 | 22,7  |              |
| <b>Kalay (Sn)</b>  | 0,522          | 0,317 | 0,436       | 0,120 | 1,390 | 0,588          | 0,359 | 0,475        | 0,090 | 1,340 |              |
| <b>Kobalt (Co)</b>   | 0,016          | 0,009 | 0,014       | 0,000 | 0,050 | 0,019          | 0,011 | 0,016        | 0,010 | 0,050 |              |
| <b>Molibden (Mo)</b>   | 0,069          | 0,031 | 0,063       | 0,018 | 0,170 | 0,081          | 0,034 | 0,074        | 0,028 | 0,148 |              |
| <b>Titanyum (Ti)</b>   | 1,061          | 0,688 | 0,827       | 0,090 | 2,670 | 1,193          | 0,681 | 0,978        | 0,150 | 2,610 |              |

\*İstatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır

**Tablo 27.** Yalova ilinde balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan element düzeyleri ( $\mu\text{g/g}$ )

|  | Balıkçı (n=67) |       |       |       |       | Kontrol (n=23) |       |       |       |       | p     |
|--|----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|  | A.Ort          | SS    | G.Ort | Min   | Maks  | A.Ort          | SS    | G.Ort | Min   | Maks  |       |
| <b>Antimon (Sb)</b>  | 0,065          | 0,027 | 0,058 | 0,011 | 0,122 | 0,066          | 0,034 | 0,055 | 0,011 | 0,123 | 0,908 |
| <b>Arsenik (As)</b>  | 0,117          | 0,049 | 0,107 | 0,045 | 0,254 | 0,128          | 0,071 | 0,108 | 0,026 | 0,270 | 0,764 |
| <b>Bakır (Cu)</b>  | 31,5           | 15,6  | 28,2  | 12,1  | 86,4  | 32,1           | 8,497 | 31,0  | 17,8  | 54,9  | 0,418 |
| <b>Cıva (Hg)</b>   | 0,134          | 0,096 | 0,111 | 0,022 | 0,641 | 0,113          | 0,072 | 0,093 | 0,017 | 0,277 | 0,231 |
| <b>Çinko (Zn)</b>  | 81,0           | 41,9  | 70,9  | 26,0  | 195,0 | 87,4           | 41,3  | 79,9  | 46,0  | 197,0 | 0,369 |
| <b>Demir (Fe)</b>  | 8,403          | 5,447 | 6,910 | 1,000 | 28,0  | 9,609          | 5,289 | 8,019 | 2,000 | 19,0  | 0,282 |
| <b>Gümüş (Ag)</b>  | 0,348          | 0,312 | 0,240 | 0,026 | 1,625 | 0,313          | 0,291 | 0,218 | 0,028 | 1,278 | 0,691 |
| <b>Kadmiyum (Cd)</b>   | 0,125          | 0,083 | 0,091 | 0,011 | 0,334 | 0,108          | 0,089 | 0,072 | 0,016 | 0,284 | 0,470 |
| <b>Krom (Cr)</b>   | 0,309          | 0,079 | 0,299 | 0,143 | 0,513 | 0,288          | 0,109 | 0,269 | 0,139 | 0,503 | 0,271 |
| <b>Kurşun (Pb)</b>   | 2,820          | 1,947 | 2,126 | 0,250 | 7,000 | 2,851          | 1,954 | 2,150 | 0,430 | 6,500 | 0,937 |
| <b>Manganez (Mn)</b>   | 0,791          | 0,543 | 0,644 | 0,153 | 2,369 | 0,850          | 0,587 | 0,656 | 0,153 | 2,115 | 0,904 |
| <b>Nikel (Ni)</b>  | 0,420          | 0,300 | 0,315 | 0,020 | 1,660 | 0,390          | 0,380 | 0,238 | 0,020 | 1,300 | 0,178 |
| <b>Selenyum (Se)</b>   | 1,003          | 0,250 | 0,974 | 0,620 | 1,540 | 0,968          | 0,283 | 0,929 | 0,490 | 1,520 | 0,454 |
| <b>Stronsiyum (Sr)</b>   | 1,398          | 1,249 | 1,025 | 0,250 | 5,760 | 0,980          | 0,637 | 0,824 | 0,260 | 2,810 | 0,329 |
| <b>Vanadyum (V)</b>  | 0,058          | 0,035 | 0,044 | 0,010 | 0,130 | 0,046          | 0,035 | 0,036 | 0,010 | 0,125 | 0,291 |
| <i>Saç düzeyi maruziyet değerlendirilmesinde kullanılmayanlar*</i> |                |       |       |       |       |                |       |       |       |       |       |
| <b>Alüminyum (Al)</b>  | 11,0           | 5,086 | 9,977 | 3,800 | 24,3  | 11,7           | 3,847 | 11,1  | 6,100 | 21,6  |       |
| <b>Baryum (Ba)</b>   | 0,641          | 0,404 | 0,537 | 0,170 | 1,850 | 0,600          | 0,381 | 0,493 | 0,120 | 1,450 |       |
| <b>Brom (Br)</b>   | 14,9           | 13,2  | 11,8  | 3,800 | 92,8  | 17,6           | 10,1  | 15,2  | 5,100 | 44,4  |       |
| <b>Kalay (Sn)</b>  | 0,560          | 0,339 | 0,467 | 0,110 | 1,390 | 0,520          | 0,281 | 0,449 | 0,180 | 1,140 |       |
| <b>Kobalt (Co)</b>   | 0,030          | 0,020 | 0,024 | 0,000 | 0,070 | 0,024          | 0,018 | 0,020 | 0,000 | 0,070 |       |
| <b>Molibden (Mo)</b>   | 0,086          | 0,044 | 0,075 | 0,016 | 0,164 | 0,073          | 0,043 | 0,062 | 0,024 | 0,168 |       |
| <b>Titanyum (Ti)</b>   | 1,350          | 0,685 | 1,118 | 0,210 | 2,640 | 0,987          | 0,604 | 0,809 | 0,210 | 2,460 |       |

\*İstatistiksel karşılaştırma yapılmamıştır

Amalgam diş dolgusu bulunma durumlarına göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç cıva düzeyleri Tablo 28’de sunulmuştur.

**Tablo 28.** Amalgam diş dolgusu bulunma durumlarına göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç cıva düzeyleri (A.Ort±SS, µg/g)

|   | <b>Toplam</b> | <b>İstanbul</b>    | <b>Kocaeli</b> | <b>Tekirdağ</b> | <b>Yalova</b> |
|---|---------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------|
| <i>Cıva (Hg) -Amalgam dolgu bulunmayanlar</i> |               |                    |                |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>                                | 0,136±0,120   | <b>0,217±0,160</b> | 0,096±0,075    | 0,112±0,098     | 0,124±0,097   |
| <b>Kontrol</b>                                | 0,116±0,902   | 0,137±0,106        | 0,089±0,103    | 0,126±0,079     | 0,112±0,691   |
| p   | 0,399         | <b>0,047</b>       | 0,262          | 0,271           | 0,637         |
| <i>Cıva (Hg) -Amalgam dolgu bulunanlar</i>    |               |                    |                |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>                                | 0,151±0,116   | 0,164±0,157        | 0,140±0,124    | 0,113±0,075     | 0,158±0,089   |
| <b>Kontrol</b>                                | 0,104±0,067   | 0,102±0,074        | 0,079±0,054    | 0,142±0,050     | 0,116±0,086   |
| p   | 0,127         | 0,484              | 0,341          | 0,579           | 0,315         |

Sigara kullanma durumlarına göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç kadmiyum ve nikel düzeyleri Tablo 29’da sunulmuştur.

**Tablo 29.** Sigara kullanma durumlarına göre balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç kadmiyum ve nikel düzeyleri (A.Ort±SS, µg/g)

|   | <b>Toplam</b>      | <b>İstanbul</b>    | <b>Kocaeli</b>     | <b>Tekirdağ</b> | <b>Yalova</b> |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|---------------|
| <i>Kadmiyum (Cd) -Sigara kullanmayan/bırakanlar</i> |                    |                    |                    |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>                                      | 0,104±0,081        | 0,060±0,058        | <b>0,123±0,083</b> | 0,096±0,081     | 0,121±0,084   |
| <b>Kontrol</b>                                      | 0,092±0,075        | <b>0,122±0,060</b> | 0,053±0,053        | 0,120±0,093     | 0,087±0,080   |
| p   | 0,396              | <b>0,003</b>       | <b>0,002</b>       | 0,449           | 0,165         |
| <i>Kadmiyum (Cd) -Sigara kullananlar</i>            |                    |                    |                    |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>                                      | 0,098±0,078        | 0,052±0,047        | 0,099±0,076        | 0,109±0,084     | 0,127±0,083   |
| <b>Kontrol</b>                                      | 0,107±0,078        | 0,073±0,052        | 0,065±0,035        | 0,147±0,078     | 0,132±0,097   |
| p   | 0,249              | 0,137              | 0,307              | 0,164           | 0,656         |
| <i>Nikel (Ni) -Sigara kullanmayan/bırakanlar</i>    |                    |                    |                    |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>                                      | <b>0,463±0,358</b> | 0,490±0,372        | <b>0,452±0,334</b> | 0,531±0,446     | 0,403±0,303   |
| <b>Kontrol</b>                                      | 0,329±0,293        | 0,510±0,358        | 0,167±0,137        | 0,393±0,221     | 0,302±0,340   |
| p   | <b>0,009</b>       | 0,477              | <b>0,001</b>       | 0,600           | 0,072         |
| <i>Nikel (Ni) -Sigara kullananlar</i>               |                    |                    |                    |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>                                      | 0,473±0,329        | 0,384±0,249        | <b>0,574±0,383</b> | 0,520±0,355     | 0,432±0,302   |
| <b>Kontrol</b>                                      | 0,507±0,438        | 0,642±0,431        | 0,176±0,104        | 0,690±0,534     | 0,486±0,413   |
| p   | 0,693              | 0,058              | <b>&lt;0,001</b>   | 0,439           | 0,879         |

Vitamin-mineral desteği kullanan 23 katılımcı dışarıda bırakılarak, vitamin-mineral desteği kullanmayan balıkçı ve kontrollerin saç çinko, bakır, selenyum ve manganez düzeyleri Tablo 30'da sunulmuştur.

**Tablo 30.** Vitamin-mineral desteği kullanmayan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç çinko, bakır, selenyum ve manganez düzeyleri (A.Ort±SS, µg/g)

|                      | <b>Toplam</b> | <b>İstanbul</b>    | <b>Kocaeli</b>     | <b>Tekirdağ</b>    | <b>Yalova</b> |
|----------------------|---------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| <i>Çinko (Zn)</i>    |               |                    |                    |                    |               |
| <b>Balıkçı</b>       | 103,1±43,2    | 115,5±41,0         | <b>108,9±42,7</b>  | 107,2±39,5         | 81,0±42,4     |
| <b>Kontrol</b>       | 91,4±34,4     | 102,1±34,2         | 82,9±42,0          | 104,0±24,7         | 78,2±28,8     |
| p                    | 0,054         | 0,221              | <b>0,012</b>       | 0,907              | 0,725         |
| <i>Bakır (Cu)</i>    |               |                    |                    |                    |               |
| <b>Balıkçı</b>       | 34,5±15,1     | 27,8±8,2           | <b>40,0±16,5</b>   | 38,1±15,3          | 32,0±15,8     |
| <b>Kontrol</b>       | 36,7±15,8     | <b>38,0±10,0</b>   | 24,8±13,3          | <b>51,3±15,7</b>   | 32,6±9,0      |
| p                    | 0,247         | <b>&lt;0,001</b>   | <b>&lt;0,001</b>   | <b>0,001</b>       | 0,459         |
| <i>Selenyum (Se)</i> |               |                    |                    |                    |               |
| <b>Balıkçı</b>       | 1,028±0,299   | 0,868±0,216        | <b>1,149±0,356</b> | 1,083±0,292        | 1,008±0,245   |
| <b>Kontrol</b>       | 0,984±0,391   | <b>1,133±0,296</b> | 0,531±0,121        | <b>1,335±0,277</b> | 0,965±0,275   |
| p                    | 0,272         | <b>&lt;0,001</b>   | <b>&lt;0,001</b>   | <b>0,001</b>       | 0,437         |
| <i>Manganez (Mn)</i> |               |                    |                    |                    |               |
| <b>Balıkçı</b>       | 0,919±0,525   | 0,604±0,196        | <b>1,316±0,497</b> | 0,947±0,493        | 0,802±0,557   |
| <b>Kontrol</b>       | 0,999±0,573   | <b>1,090±0,384</b> | 0,764±0,573        | <b>1,351±0,574</b> | 0,800±0,533   |
| p                    | 0,338         | <b>&lt;0,001</b>   | <b>&lt;0,001</b>   | <b>0,004</b>       | 0,932         |

Demir desteği veya vitamin-mineral desteği kullanan 25 katılımcı dışarıda bırakılarak yapılan analizlerde saptanan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcılara ait saç demir düzeyleri Tablo 31'de sunulmuştur.

**Tablo 31.** Demir desteği ve vitamin-mineral desteği kullanmayan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç demir düzeyleri (A.Ort±SS, µg/g)

|                   | <b>Toplam</b> | <b>İstanbul</b> | <b>Kocaeli</b> | <b>Tekirdağ</b> | <b>Yalova</b> |
|-------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------|---------------|
| <i>Demir (Fe)</i> |               |                 |                |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>    | 10,6±5,3      | 10,8±5,1        | 10,4±4,6       | <b>13,1±5,0</b> | 8,3±5,5       |
| <b>Kontrol</b>    | 10,4±5,2      | <b>15,2±3,9</b> | 8,4±4,6        | 9,7±4,2         | 9,4±5,4       |
| p                 | 0,900         | <b>0,001</b>    | 0,092          | <b>0,006</b>    | 0,429         |



Eklem protezi bulunan 14 katılımcı dışarıda bırakılarak, balıkçı ve kontrol gruplarında eklem protezi bulunmayan katılımcılarda saptanan saç krom düzeyleri Tablo 32’de sunulmuştur.

**Tablo 32.** Eklem protezi bulunmayan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcıların saç krom düzeyleri (A.Ort±SS, µg/g)

|                  | <b>Toplam</b>      | <b>İstanbul</b> | <b>Kocaeli</b>     | <b>Tekirdağ</b> | <b>Yalova</b> |
|------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------|
| <i>Krom (Cr)</i> |                    |                 |                    |                 |               |
| <b>Balıkçı</b>   | <b>0,327±0,097</b> | 0,289±0,072     | <b>0,352±0,119</b> | 0,355±0,093     | 0,312±0,80    |
| <b>Kontrol</b>   | 0,272±0,115        | 0,296±0,075     | 0,172±0,111        | 0,335±0,098     | 0,288±0,109   |
| p                | <b>&lt;0,001</b>   | 0,865           | <b>&lt;0,001</b>   | 0,390           | 0,253         |

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada yoğun endüstriyel kirlilik tehdidi altında olan Marmara Denizi çevresindeki dört ilde yaşayan ve sık su ürünü tüketen balıkçıların daha az sıklıkla su ürünü tüketen kontrollere göre artmış bir element yüküyle karşı karşıya kalıp kalmadığı yüksek sayıda katılımcıda geniş bir panel ile değerlendirilmiştir. Bulgular her bir element için sırasıyla tartışılmıştır.

### 5.1. Cıva

Cıva biyoakümülyasyon ve biyomagnifikasyon potansiyeli oldukça yüksek olan, insan vücudu için toksik bir elementtir (30). Su ürünü tüketimi ile ilişkisi en çok incelenen elementlerin başında gelmektedir. Araştırmaların büyük bir kısmında su ürünü tüketim sıklığı yüksek olan bireylerde cıva düzeylerinin daha fazla olduğu gözlenmektedir (49, 52-54, 57). Ülkemizde daha önce yapılan araştırmalarda da benzer durum söz konusudur. Çamur ve ark. Ankara ve İstanbul'da sık balık tüketen 50 balık satıcısında saç cıva düzeylerini, tüketim sıklığı düşük 50 temizlik şirketi çalışanına kıyasla daha yüksek; Doğan-Sağlamtimur ve Kumbur ise Mersin'de düzenli balık tüketen 50 bireyin saç cıva düzeylerini, hiç balık tüketmeyen 15 bireye kıyasla daha yüksek saptamıştır (47, 48). Mersin, Edremit, Trabzon ve Ankara'da Vural ve Ünlü'nün yaptıkları araştırmada da tüketim sıklığı arttıkça saç cıva düzeylerindeki artış göze çarpmaktadır (46). Çalışmamızda ise sık su ürünü tüketen 263 balıkçı ve tüketim sıklığı düşük 89 kontrol arasında saç cıva düzeyleri açısından istatistiksel önemli bir fark saptanmamıştır. İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illeri ayrı ayrı değerlendirildiğinde de hiçbir ilde gruplar arasında saç cıva düzeyleri farklılık göstermemektedir. Bu bulgular balıkçı grubunda kontrol grubuna kıyasla cıva açısından artmış bir element yükü oluşmadığını göstermektedir.

Bununla birlikte hem balıkçı hem kontrol grubuna ait saç örneklerindeki cıva konsantrasyonları değerlendirildiğinde, düzeylerin literatüre kıyasla oldukça düşük olduğu gözlenmektedir. Genel popülasyonda saç cıva düzeyinin 1-4 µg/g (ppm) arasında değiştiği bildirilmektedir (30). Çalışmamızda ise balıkçı ve kontrol

gruplarında saç cıva konsantrasyonlarının ortalama 0,1-0,2 ppm seviyelerinde olduğu görülmekte ve saç cıva düzeyi 1 ppm'in üzerinde saptanan katılımcı bulunmamaktadır. Ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında su ürünü tüketim sıklığı yüksek gruplarda saç cıva düzeyi ortalamalarının 0,3-10,2 ppm arasında değiştiği, tüketim sıklığı düşük gruplarda ise 0,2-1,2 ppm arasında değiştiği kaydedilmiştir (46-48). Çalışmamızda ölçülen değerlerin tüm bu araştırmalara kıyasla daha düşük olduğu görülmektedir.

Genel popülasyonda cıva maruziyetinin başlıca kaynağı su ürünleri tüketimidir. Ancak amalgam diş dolgusu bulunan bireylerde dolgudaki cıvanın salınması günlük cıva maruziyetine %75'e varan düzeyde bir katkıda bulunabilmektedir (30). Çalışmaya dahil edilen balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcılar amalgam diş dolgusu bulunma sıklığı bakımından benzerdir. Bununla beraber grupların saç cıva düzeyleri amalgam dolgu bulunma durumuna göre tabakalandırılarak değerlendirildiğinde de balıkçı ve kontrol grupları arasında farklılık gözlenmemektedir. Yalnızca İstanbul ilinde amalgam diş dolgusu bulunmayan balıkçıların kontrollere göre daha yüksek saç cıva düzeylerine sahip oldukları görülmektedir. Ancak bu grubun saç cıva düzeyi ortalamasının da literatüre kıyasla oldukça düşük olduğu göze çarpmaktadır.

Tüm bu bulgular beraber değerlendirildiğinde, sık su ürünü tüketiminin balıkçı grubunda belirgin bir cıva yükü yaratmadığı görülmektedir. Tarihsel süreçte cıva yönünden kirlenmiş sulardaki ürünlerin tüketimine bağlı olarak Minimata, Niigata, Guizhou gibi bölgelerde birçok büyük çaplı cıva toksikasyonu yaşanmış; bu nedenle cıva bu yolla oluşabilecek sağlık sorunları açısından en önemli kirleticilerden biri olarak dikkat çekmiştir. Marmara Denizi'ne kıyısı olan dört ilde yaşayan ve daha çok bu bölgede avladıkları su ürünlerini tüketen balıkçılarda cıva yükünde bir artış gözlenmemesi, bölgede avlanan su ürünlerini sık tüketen bireyler için cıva yönünden ek bir risk oluşmadığını ortaya koymasından önemlidir.

## **5.2. Arsenik**

İnsanlar için başlıca arsenik maruziyeti kaynağı su ve su ürünleridir. Literatürde bireylerin su ürünü tüketimi ile arsenik düzeyleri arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Saad ve Hassanien'in Mısır'da 100 kişide yaptıkları

araştırmada, haftalık ortalama balık tüketime ile sa arsenik düzeyi korele bulunmuştur (59). Ancak Mansilla-Rivera ve ark.'nın Porto Riko'da çeşitli sıklıklarda su ürünü tüketen 52 kişide ve Anwar'ın Pakistan'da 160 kişide gerçekleştirdiği çalışmalarda su ürünü tüketim sıklığı yüksek grupların sa arsenik düzeylerinde su ürünü tüketim sıklığı düşük gruplara kıyasla bir farklılık saptanmamıştır (63, 64). Japonya, Norveç, Brezilya, İtalya ve Hırvatistan'da yapılan çalışmaların bir kısmında arsenik düzeyleri ile su ürünü tüketime arasında ilişki bildirilirken, bir kısmında herhangi bir ilişki saptanmamıştır (65-68). Bu durum bölgeler arasındaki arsenik kontaminasyonu farklılığından kaynaklanabilmektedir; kontamine sularda yaşayan balıklarda arsenik düzeyleri daha yüksek olacağından, bu balıkları sık tüketen bireylerin arsenik maruziyeti de daha fazla olacaktır (60). Çalışmamızda sık su ürünü tüketen balıkçı grubunda sa arsenik düzeyleri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. İller ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise İstanbul, Tekirdağ ve Yalova illerinde gruplar arasında sa arsenik düzeyleri farklılık göstermezken, Kocaeli ilinde balıkçı grubunda kontrol grubuna göre arsenik düzeyleri daha yüksek saptanmıştır. Bu durum Kocaeli ilinde avlanan su ürünlerinin sık tüketiminin bireylerin arsenik yükünü artırabileceğini göstermektedir.

Balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcılara ait sa örneklerinde saptanan arsenik konsantrasyonlarının ortalama 0,1-0,2 ppm seviyelerinde olduğu ve bu düzeylerin literatürdeki diğer çalışmalarda saptanan düzeylere benzer olduğu görölmektedir (63, 64). Çalışmamızda yalnızca Kocaeli ilinde balıkçı grubunda kontrol grubuna kıyasla artmış arsenik düzeyleri gözlenmiş olsa da İstanbul ilinde hem balıkçı hem de kontrol grubunda ortalama arsenik konsantrasyonlarının yüksek olduğu gözlenmektedir. Bu durum İstanbul ilinde bireylerin farklı arsenik maruziyet kaynaklarının olabileceğini göstermesi açısından dikkat çekicidir.

Bu bulgular özellikle Kocaeli bölgesinin su ürünlerinin tüketimi yoluyla arsenik maruziyeti yönünden risk altında olabileceğini ve bölgenin arsenik kontaminasyonu açısından değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

### 5.3. Kadmiyum

Kadmiyum insanlar için oldukça toksik bir elementtir. Araştırmalar su ürünlerinin tüketimi ile kadmiyum düzeylerinin ilişkisi açısından farklı sonuçlar bildirmektedir. Ilmiawati ve ark.'nın Japonya'da yaptığı çalışmada bu iki parametre ilişkili bulunurken, Guan ve ark.'nın ABD'de yaptığı çalışmada herhangi bir ilişki saptanmamıştır (76, 77). Gonzalez-Reimers ve ark.'nın İspanya'da çeşitli sıklıklarda balık tüketen 419 kişide ve Anwar'ın Pakistan'da 160 kişide gerçekleştirdiği çalışmalarda da saç kadmiyum düzeylerinin su ürünü tüketim sıklığı yüksek ve düşük gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık göstermediği görülmektedir (64, 73). Çalışmamızda katılımcıların saç kadmiyum düzeylerinin literatürde bildirilen düzeylere benzer ve balıkçı grubu ile kontrol grubu arasında farklılık göstermediği saptanmıştır (64, 73). İller kendi içinde değerlendirildiğinde ise Tekirdağ ve Yalova illerinde gruplar arasında saç kadmiyum düzeylerinin farklılık göstermediği; Kocaeli ilinde balıkçı grubunda, İstanbul ilinde ise kontrol grubunda saç kadmiyum düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Sigara kullanımının kadmiyum maruziyeti üzerine ciddi bir katkısı olduğu bilinmektedir (70). Katılımcıların saç kadmiyum düzeyleri sigara kullanım durumlarına göre tabakalandırılarak değerlendirildiğinde hem sigara kullanan hem de sigara kullanmayan/bırakan katılımcı tabakalarında Yalova ve Tekirdağ illerinde balıkçı ve kontrol grupları arasında yine fark saptanmamıştır. İstanbul ve Kocaeli illerinde ise sigara kullanan balıkçı ve kontrol grupları arasında fark ortadan kalkarken, sigara kullanmayan/bırakan balıkçı ve kontroller arasında farklılığın benzer şekilde devam ettiği görülmektedir. Bu durum Kocaeli ilinde arsenikte olduğu gibi kadmiyum için de sık su ürünü tüketiminin yük artışına sebep olabileceğini göstermekte ve bölgenin bu açıdan da değerlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. İstanbul ilinde kontrol grubunda saptanan yüksek saç kadmiyum düzeyleri ise bölgede farklı maruziyet kaynaklarının bireyler üzerine etki ettiğini düşündürmektedir.

### 5.4. Kurşun

Kurşun vücutta düşük maruziyet düzeylerinde bile toksik etkiler oluşturabilecek bir elementtir. Bireylerin su ürünü tüketimi ile saç kurşun düzeyleri

arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir. Doğan-Sağlamtimur ve Kumbur'un ülkemizde Mersin ilinde düzenli balık tüketen 50 kişi ve hiç balık tüketmeyen 15 kişide yaptıkları araştırmada düzenli balık tüketen grupta saç kurşun düzeyi ortalaması daha yüksek saptanmış ve bu düzey sağlık açısından kritik sınırın da üzerinde bulunmuştur (47). Gonzalez-Reimers ve ark. tarafından İspanya'da yapılan araştırmada da sık balık tüketenlerde saç kurşun düzeyleri daha düşük tüketimi olan bireylere göre yüksek bulunmuştur (73). Anwar Pakistan'da çeşitli sıklıklarda balık tüketen 160 kişide yaptığı araştırmada, Salameh ve ark. ise Lübnan'da 177 kişide yaptıkları araştırmada sık su ürünü tüketen grupların saç kurşun düzeylerinde tüketim sıklığı düşük gruplara kıyasla bir artış saptamamışlardır (64, 84). Çalışmamızda saç kurşun düzeyleri açısından balıkçı ve kontrol grupları arasında fark saptanmamıştır. Katılımcıların saç kurşun düzeyleri değerlendirildiğinde ise balıkçı grubunda 0,2-7,3 ppm ve kontrol grubunda 0,4-7,0 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Mersin'de yapılan çalışmada düzenli balık tüketen ve hiç balık tüketmeyen grupta ortalama düzeyler sırasıyla  $52,37 \pm 31,16$  ppm ve  $14,11 \pm 4,64$  ppm saptanmış olup çalışmamızda saptanan düzeylere kıyasla oldukça yüksektir (47). Pakistan ve Lübnan'da yapılan araştırmalarda saptanan düzeyler ise çalışmamızla benzerlik göstermektedir (64, 84).

İller ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise Tekirdağ ve Yalova illerinde gruplar arasında saç kurşun düzeyleri farklılık göstermezken, Kocaeli ilinde balıkçı grubunda ve İstanbul ilinde kontrol grubunda kurşun düzeyleri daha yüksek saptanmıştır. Düşük konsantrasyonlarda bile zararlı etkiler oluşturabilen kurşunun özellikle Kocaeli ilinde balıkçı grubunda maruziyet seviyelerinde bir artış gözlenmesi, bölgede avlanan su ürünlerini sıklıkla tüketen bireyler için kurşun yükünde bir artışın söz konusu olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte bireylerin birçok çevresel etmen aracılığıyla kurşuna maruz kalabileceği göz ardı edilmemelidir (78).

## 5.5. Çinko

Çinko vücutta belirli konsantrasyonlarda bulunması gerekli olan esansiyel bir elementtir. Ancak yüksek miktarda çinko zararlı etkiler oluşturabilmektedir (86). Su ürünlerinin tüketimi ile çinko düzeyleri arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalara bakıldığında, ülkemizde Mersin ilinde Doğan-Sağlamtimur ve Kumbur'un yaptıkları

araştırmada dzeneli balık tüketen ve hiç balık tüketmeyen gruplar arasında sa çinko düzeyleri bakımından fark saptanmadığı görölmektedir (47). Literatürde bu konuda yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde ise ilişki saptanan ve saptanmayan çeşitli araştırmaların bulunduğu gözlenmektedir (73, 89-91). Çalışmamızda balıkçı grubunda sa çinko düzeyleri kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. İller değerlendirildiğinde ise İstanbul, Tekirdağ ve Yalova illerinde gruplar arasında çinko düzeyleri farklılık göstermezken; Kocaeli ilinde balıkçı grubunda sa çinko düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görölmektedir. Ancak katılımcıların sa çinko düzeylerinin 20,0-214,0 ppm arasında değiştiği görölmektedir. Literatürde genel popölasyonda beklenen ortalama sa çinko düzeyinin 102,0–258,0 ppm arasında olduğu bildirilmektedir (86). Bu durum sık su ürünü tüketiminin özellikle Kocaeli ilinde balıkçı grubunun çinko yükünde bir artışa yol açmış olabileceği ancak bu artışın esansiyel bir element olan çinko açısından ciddi bir sorun teşkil etmediği şeklinde yorumlanabilir.

Birçok farklı besinsel kaynaktan vücuda çinko alınabilmektedir. Bu nedenle saptanan farkın kaynağının sık su ürünü tüketimi olduğuna dair ayrımı sağlamak güçtür. Diyetteki önde gelen çinko kaynaklarından olan kuruyemiş, kırmızı et ve kümes hayvanlarının tüketim miktarı açısından balıkçı ve kontrol grupları arasında istatistiksel bir fark saptanmamış olması bulguların su ürünü tüketimi ile ilişkilendirilmesi yönünden katkı sağlamaktadır. Ancak çok sayıda maruziyet kaynağının bulunması, nedensel ilişkinin net bir biçimde kurulmasını zorlaştırmaktadır. Çinko içeren destek ilaç kullanımı da çinko maruziyetinde artışa sebep olan bir diğer etmendir (86). Vitamin-mineral desteği kullanan katılımcılar dışarıda bırakılarak yapılan analizlerde gruplar arasında ilişkilerin her bir il için benzer şekilde devam ettiği görölmekte, Kocaeli ilinde balıkçı grubunda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek sa çinko düzeyleri gözlenmektedir.

Tüm bu bulgular ışığında; saptanan farkı sık su ürünü tüketiminin yaratmış olduğu kabul edilse dahi konsantrasyonların güvensiz düzeylerden uzak olduğu söylenebilir.

## 5.6. Bakır

Bakır insanlar için esansiyel olan ancak yüksek miktarda alınması toksik etkiler yaratabilen bir diğer elementtir (93, 94). Gonzalez-Reimers ve ark. tarafından İspanya’da 94 kişide yapılan araştırmada balık tüketimi ile saç bakır düzeyinin ilişkisiz olduğu gösterilmiş, yine Gonzalez-Reimers ve ark. tarafından İspanya’da yapılan başka bir araştırmada sık balık tüketen katılımcıların bulunduğu grup ile nadir balık tüketen katılımcıların bulunduğu grup arasında saç bakır düzeyleri yönünden fark saptanmamıştır (89, 96). Çalışmamızda da balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde saptanan bakır düzeyleri arasında istatistiksel farklılık bulunmamaktadır. Aynı zamanda balıkçı ve kontrol gruplarında ölçülen düzeylerin genel popülasyonda beklenen saç bakır düzeyleriyle benzer hatta bir miktar düşük olduğu görülmektedir (92).

İller ayrı ayrı değerlendirildiğinde İstanbul ve Tekirdağ illerinde kontrol grubunda, Kocaeli ilinde ise balıkçı grubunda saç bakır düzeylerinin daha yüksek olduğu; Yalova ilinde ise gruplar arasında bir fark olmadığı görülmektedir. Birçok gıda değişen düzeylerde bakır içermekte ve su ürünlerinden vücuda alınan bakır, diğer besinler ile alınan toplam bakırın yanında sınırlı bir oranda kalmaktadır (94). Ancak yüksek bakır düzeylerine sahip su ürünlerinin sık tüketimi bu oranı artırarak bireylerin bakır yükünde artış oluşturabilir. İstanbul ve Tekirdağ illerinde kontrol grubunda saptanan düzeyler, diğer besinsel veya çevresel maruziyet kaynaklarıyla bu bireylerin daha çok karşılaştığını düşündürmekte ve sık su ürünü tüketimine bağlı bir yük artışı oluşmadığını göstermektedir. Yalnızca Kocaeli ilinde balıkçı grubunda bakır yükünün artmış olduğu ancak bu düzeylerin literatüre kıyasla düşük ve su ürünleri tüketiminden kaynaklansa bile belirgin bir risk oluşturacak düzeyde olmadığı görülmektedir.

## 5.7. Selenyum

Selenyum vücutta düşük düzeylerde de olsa bulunması gereken esansiyel bir elementtir (98). Literatürde bireylerin su ürünü tüketimi ile selenyum düzeyleri arasındaki ilişki çeşitli çalışmalarda incelenmiştir. Skalny ve ark. Tayvan’da 100 kişide yaptıkları araştırmada yüksek miktarda balık tüketimi olanlarda saç selenyum



düzeylerini daha yüksek bulmuşlar, Fang ve ark. ise Çin’de 50 kişide yaptıkları araştırmada balık tüketim sıklığı ile saç selenyum düzeyleri arasında böyle bir ilişki saptamamışlardır (51, 100). Svensson ve ark.’nın İsveç’te, Miklavcic ve ark.’nın İtalya ve Hırvatistan’da yaptıkları çalışmalarda balık tüketimi ile çeşitli biyolojik materyallerde ölçülen selenyum düzeyleri ilişkili bulunmuştur (67, 101). Çalışmamızda sık su ürünü tüketen balıkçı grubu ile daha az sıklıkta su ürünü tüketen kontrol grubu arasında saç selenyum düzeyleri açısından istatistiksel önemli bir fark saptanmamıştır. Ölçülen düzeyler literatürde farklı popülasyonlarda bildirilen saç selenyum düzeyleri ile benzerdir (51, 97).

İller değerlendirildiğinde saç selenyum düzeylerinin İstanbul ve Tekirdağ illerinde kontrol grubunda, Kocaeli ilinde balıkçı grubunda daha yüksek olduğu; Yalova ilinde ise gruplar arasında fark olmadığı görülmektedir. Selenyum da bakır gibi çok sayıda besin vasıtasıyla vücuda alınabilmektedir. Bu nedenle bireylerin diyet içerikleri selenyum düzeylerini etkilemektedir (97). İl bazında gruplar arasındaki ilişkiler değerlendirildiğinde selenyum ve bakır arasında paralellik olduğu göze çarpmaktadır. Bakırla benzer şekilde diğer maruziyet kaynaklarının İstanbul ve Tekirdağ illerinde kontrol grubunda etkisinin daha belirgin olduğu görülmektedir. Kocaeli ilinde balıkçı grubunda saptanan artmış selenyum konsantrasyonlarının ise sık su ürünü tüketimine bağlı olsa da risk yaratacak düzeyde olmadığı söylenebilir.

### **5.8. Manganez**

Su ürünleri tüketimi ile manganez düzeylerinin ilişkisi çeşitli çalışmalarda incelenmiş ve net bir ilişki ortaya konamamıştır (66, 85, 100, 108, 109). Çalışmamızda da balıkçı ve kontrol gruplarından alınan saç örneklerinde bu esansiyel elementin düzeyleri açısından fark saptanmamıştır.

İller ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise İstanbul ve Tekirdağ illerinde kontrol grubunda, Kocaeli ilinde balıkçı grubunda saç manganez düzeylerinin daha yüksek olduğu; Yalova ilinde gruplar arasında fark olmadığı görülmektedir. Her ilin kendi içinde bakır, selenyum ve manganez açısından balıkçı ve kontrol grupları arasında benzer bir ilişki göstermesi dikkat çekicidir. Vitamin-mineral desteği ilaçlar bakır,

selenyum ve manganez içermeleri sebebiyle saptanan element düzeylerine katkıda bulunabilmektedir (92, 97, 103). Ancak vitamin-mineral desteği kullanan balıkçı ve kontrol gruplarındaki katılımcılar dışarıda bırakılarak yapılan analizlerde de gruplar arasındaki ilişkilerde değişiklik gözlenmemiştir. Bu elementler temel olarak tüketilen yiyeceklerle vücuda alınmakta ve çok sayıda besinde değişen miktarlarda bulunmaktadır. İl bazında gözlenen bu paralellik oluşan farkların ön planda çeşitli besinlerin tüketiminden kaynaklanıyor olabileceğini akla getirmektedir. Balıkçı grubunda sık su ürünü tüketimi bu üç esansiyel element yönünden özellikle Kocaeli ilinde bir yük artışına neden olsa da saptanan konsantrasyonların genel popülasyonda beklenen saç düzeylerinin üzerinde olmaması bu durumun belirgin bir risk yaratmadığı kanısını oluşturmaktadır.

### **5.9. Demir**

Demir insan vücudunda birçok metabolik süreçte rol oynayan önemli bir esansiyel element olmasına rağmen yüksek maruziyet durumunda toksik etkiler oluşturabilmektedir (111, 112). Gonzalez-Reimers ve ark. tarafından İspanya’da 94 kişide yapılan araştırmada balık tüketimi ile saç demir düzeyi ilişkisiz bulunmuştur (89). Çalışmamızda kontrol grubu ile sık su ürünü tüketen balıkçı grubu arasında saç demir düzeyi bakımından istatistiksel önemli bir fark bulunmamaktadır. Hem balıkçı hem de kontrol gruplarındaki saç demir düzeylerinin farklı popülasyonlarda referans düzeyleri değerlendirmeye yönelik yapılan araştırmalarla benzer aralıkta olduğu görülmektedir (160, 161).

İller kendi içinde değerlendirildiğinde Tekirdağ ilinde balıkçı, İstanbul ilinde ise kontrol grubunda saç demir düzeylerinin daha yüksek olduğu; Kocaeli ve Yalova illerinde gruplar arasında fark olmadığı görülmektedir. Birçok farklı besin kaynağından vücuda demir alınabilmektedir (110, 115). İstanbul ilinde kontrol grubunda artmış demir düzeyleri, su ürünleri dışında kalan demir açısından zengin besinlerin fazla tüketilmesine bağlı ortaya çıkmış olabilir. Tekirdağ ilinde balıkçı grubunda saptanan artmış demir yükü ise sık su ürünü tüketiminin bir sonucu olabileceği gibi yine yüksek miktarda demir içeren diğer besinlerin tüketimine bağlı olabilir. İnsanların çok sayıda kaynaktan demir alıyor olması su ürünü tüketimi ile

demir düzeyleri arasındaki ilişkinin net bir biçimde ortaya konmasını zorlaştırmaktadır. Çalışmamızda balıkçı grubunda sakatat gibi demirden zengin besinlerin kontrol grubuna kıyasla çok daha fazla miktarda tüketiliyor olması ilişkinin yorumlanmasını güçleştiren etmenlere örnek verilebilir. Ancak çalışmamız bu bölgede sık su ürünü tüketiminin, eksikliği çok daha fazla karşımıza çıkan bu element için maruziyet düzeylerine katkıda bulunuyor olsa da normal popülasyonda beklenen sınırların üzerinde bir yük meydana getirmediğini göstermektedir.

### 5.10. Nikel

Sık su ürünü tüketenlerde nikel düzeylerini saptamaya yönelik yapılmış sınırlı sayıdaki çalışmaya bakıldığında; Khlifi ve ark. Tunus'ta 350 katılımcıda kan nikel düzeylerini değerlendirmiş ve yüksek sıklıkta balık tüketen grup ile tüketim düzeyi düşük olan grup arasında fark saptamamışlardır (118). Aguilera ve ark. ise İspanya'da 423 çocuk ve adolesanda yaptıkları araştırmada idrar nikel düzeylerini değerlendirmişler ve yoğun sanayi bölgesi olan Ria of Huelva'da yaşayanların ölçümden önceki hafta taze balık tüketimleri ile nikel düzeylerinin pozitif ilişkili olduğunu saptamışlardır. Ancak referans grup olarak aldıkları daha az sanayileşmiş diğer Endülüs bölgelerinde yaşayan çocuk ve adolesanlarda bu ilişki saptanmamıştır (119). Bu çalışma, sanayileşmiş bölgelerde kontamine olmuş suların avlanan balıkları tüketenlerin artmış nikel maruziyeti riskiyle karşı karşıya kalabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Çalışmamızda uzun dönem maruziyet göstergelerinden olan saç nikel düzeyleri balıkçı grubunda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. İller ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise Tekirdağ ve Yalova illerinde gruplar arasında saç nikel düzeyleri farklılık göstermezken, Kocaeli ilinde balıkçı grubunda ve İstanbul ilinde kontrol grubunda nikel düzeyleri daha yüksek saptanmıştır. Sigara kullanımının nikel düzeyleri üzerine katkısının olduğu bilinmektedir (125). Katılımcıların saç nikel düzeyleri sigara kullanım durumlarına göre tabakalandırılarak değerlendirildiğinde hem sigara kullanan hem de sigara kullanmayan/bırakan katılımcı tabakalarında İstanbul ilinde gruplar arasında saptanan fark ortadan kalkmıştır. Ancak Kocaeli ilinde her iki tabakada da balıkçı grubunda daha yüksek nikel düzeyleri gözlenmektedir. Bu durum bu bölgede avlanan su

ürünlerinin sık tüketiminin bireylerin nikel yükünü artırabileceği kanısını oluşturmakta ve bölgenin bu açıdan değerlendirilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

### **5.11. Krom**

Literatüre bakıldığında sık su ürünü tüketimi ile krom düzeyleri ilişkisinin yeterince incelenmemiş bir konu olduğu görülmektedir. Bu konuda Khlifi ve ark.'nın Tunus'ta 350 katılımcıda gerçekleştirdikleri araştırmada yüksek sıklıkta balık tüketen grup ile tüketim sıklığı düşük grup arasında kan krom düzeyleri yönünden fark saptanmamıştır (118). Çalışmamızda ise saç krom düzeyleri balıkçı grubunda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bulunmuştur. İller değerlendirildiğinde İstanbul, Tekirdağ ve Yalova illerinde gruplar arasında bir fark gözlenmediği; yalnızca Kocaeli ilinde balıkçı grubunda daha yüksek saç krom düzeyleri olduğu görülmektedir. Metal eklem protezi bulunan kişilerde artmış krom maruziyet düzeyleri görülebilmektedir; ancak bu kişiler dışlanarak yapılan analizlerde de benzer sonuçlar elde edilmiştir.

İnsan vücudunda krom düzeyleri dar bir aralıkta seyretmektedir (127). Kocaeli ilinde sık su ürünü tüketenlerde gözlenen artmış krom yükü bölgenin çeşitli elementlerde olduğu gibi krom yönünden de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymakta ve sık su ürünü tüketiminin bireylerin krom maruziyetinde bir artışa neden olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte çok sayıda çevresel etkenin yük artışına neden olabileceği unutulmamalıdır. Nitekim Tekirdağ ilinde gruplar arasında fark saptanmasa da ortalama saç krom konsantrasyonlarının yüksek seyrettiği dikkat çekmektedir.

### **5.12. Antimon**

Genel popülasyon için su ürünleri üst sıralarda yer alan antimon kaynaklarından biri olarak görünmemektedir. Bununla beraber antimon yönünden kirlenmiş sularda yaşayan su ürünlerini sık olarak tüketenlerde artmış maruziyet düzeylerinin olup olmadığı değerlendirilmelidir. Sık su ürünü tüketiminin antimon düzeyleri üzerine etkisini inceleyen sınırlı sayıdaki çalışmada kan ve saç antimon düzeyleri ile su ürünü tüketimi arasında bir ilişki bulunmadığı bildirilmektedir (120,

121). Çalışmamızda da balıkçı ve kontrol grupları arasında saç antimon düzeyleri yönünden bir fark bulunmamıştır. İstanbul ilinde kontrol grubunda balıkçı grubuna kıyasla daha yüksek saç antimon düzeyleri saptanmıştır. Bu durum su ürünlerinin tüketimi dışında vücutta antimon yükü oluşturabilecek kaynaklardan etkilenime bağlı oluşmuş olabilir. Yalova ve Tekirdağ illerinde balıkçı ve kontrol grupları arasında saç antimon düzeyleri yönünden fark saptanmamıştır. Kocaeli ilinde ise sık su ürünü tüketen balıkçı grubunda daha yüksek saç antimon düzeyleri gözlenmiştir. Antimon su ürünlerinde düşük oranlarda biyokonsantre edilmesi nedeniyle su ürünleri tüketimi ile maruziyet ilişkisi kurulması güç bir elementtir (134). Bu nedenle düzeyler üzerine etki edebilecek çok sayıda kaynağın olduğu göz ardı edilmemelidir. Ancak yukarıda bahsedilen bazı elementlerde olduğu gibi özellikle Kocaeli bölgesinde balıkçı grubunda artmış düzeylerin görülmesi bölgedeki kontaminasyon riski açısından şüphe uyandırmakta ve bölgenin bu açıdan değerlendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

### **5.13. Gümüş**

Su ürünlerinin tüketimi ile gümüş düzeylerinin ilişkisi yeterince incelenmemiş bir konudur ve literatürde bu konuda yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Yalnızca Li ve ark.'nın Çin'de 452 kadında yaptıkları çalışmada et veya balık tüketim sıklığı ile saç gümüş düzeyi arasındaki ilişki araştırılmış ve negatif yönde korele oldukları bildirilmiştir (122). Çalışmamızda ise Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova illerinde sık su ürünü tüketen balıkçı grubu ile daha az sıklıkta su ürünü tüketen kontrol grubu arasında saç gümüş düzeyleri yönünden fark saptanmamıştır. İstanbul ilinde ise kontrol grubunda daha yüksek saç gümüş düzeyleri saptanmıştır. Bu durum İstanbul ilinde diğer gümüş maruziyet kaynaklarının kontrol grubunda etkisinin daha belirgin olduğunu düşündürmektedir.

Çalışmamızda hiçbir ilde balıkçı grubunda yüksek saç gümüş düzeylerinin saptanmamış olması, sık su ürünü tüketiminin gümüş açısından ek maruziyet oluşturmadığını ve bir risk unsuru olmadığını göstermektedir.

#### 5.14. Stronsiyum

Su ürünlerinin tüketimi ile stronsiyum düzeyleri arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalara bakıldığında; Buscemi ve ark.'nın İtalya'da 46 kişide yaptıkları araştırmada sık balık tüketen gruptaki katılımcılar ile daha az sıklıkta balık tüketen grupta bulunan katılımcılar arasında serum stronsiyum düzeyleri açısından fark saptamadıkları, Li ve ark.'nın ise Çin'de 452 kadında yaptıkları araştırmada et veya balık tüketim sıklığı ile saç stronsiyum düzeylerini pozitif yönde korele buldukları gözlenmiştir (123, 124). Çalışmamızda balıkçı grubunda saç stronsiyum düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu ve bu ilişkinin İstanbul ve Kocaeli illeri özelinde de kaydedildiği görülmektedir. Tekirdağ ve Yalova illerinde ise stronsiyum düzeyleri gruplar arasında istatistiksel farklılık göstermemektedir. Stronsiyum, kirlenmiş sularda yaşayan su ürünlerinde birikim yapabilmekte ve besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşabilmektedir (139). Bu nedenle stronsiyum yükünde saptanan artış sık su ürünü tüketimine bağlı olabilir. Ancak çok sayıda besinsel ve çevresel kaynaktan vücuda stronsiyum alınabileceği unutulmamalıdır. Örneğin çalışmamıza katılan balıkçıların kontrollere kıyasla daha yüksek miktarda sebze tüketimlerinin olması stronsiyum yükü üzerine etki edebilecek parametrelere bir örnektir. Tüm bunlara rağmen özellikle iki ilde sık su ürünü tüketen gruplarda saptanan yük artışı, bölgelerin stronsiyum açısından değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

#### 5.15. Vanadyum

Sık su ürünü tüketimi ile vanadyum düzeylerinin ilişkisini saptamaya yönelik yapılmış araştırmalar oldukça sınırlıdır. Skalny ve ark. Tayvan'da 100 kişide yaptıkları araştırmada düşük miktarda balık tüketimi olanlarda vanadyum düzeylerini daha yüksek bulmuşlardır (100). Çalışmamızda ise balıkçı ve kontrol grupları arasında saç vanadyum düzeyleri bakımından fark saptanmamıştır. Ancak il bazında değerlendirme yapıldığında; Kocaeli ilinde balıkçı grubundaki katılımcılarda saptanan saç vanadyum düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Birçok besinsel kaynak vasıtasıyla vücuda vanadyum alınabileceğinden bu farkın sık su ürünü

tüketimine bağlı olup olmadığını ayırt etmek güçtür. Örneğin sebze ve meyve tüketimi vanadyum yüküne belirgin katkı yapmakta ve bu besinlerin çalışmamıza katılan balıkçılarda kontrol grubuna kıyasla daha çok tüketildiği görülmektedir (142). Buna rağmen birçok elementte olduğu gibi vanadyum açısından da Kocaeli ilinde balıkçı grubunda yük artışının gözlenmiş olması, farkın su ürünlerinin tüketimi ile ilişkili olabileceğini düşündürmekte ve bölgenin bu açıdan da değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır. İstanbul ilinde kontrol grubunda su ürünleri dışında kalan vanadyum maruziyet kaynaklarından etkilenime bağlı olarak artmış vanadyum düzeyleri gözlenmiş, Tekirdağ ve Yalova illerinde ise gruplar arasında fark saptanmamıştır.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Marmara Denizi'ne kıyısı olan İstanbul, Kocaeli, Tekirdağ ve Yalova şehirlerinde 263 balıkçı ve 89 kontrolde gerçekleştirilen bu çalışmada; sık su ürünü tüketen balıkçılarda arsenik, çinko, krom, nikel ve stronsiyum bakımından bir yük artışı olduğu ortaya konmuştur. İller değerlendirildiğinde ise balıkçı grubunda İstanbul ilinde yalnızca stronsiyum yükünde bir artış gözlenmiş; Kocaeli ilinde ise antimon, arsenik, bakır, çinko, kadmiyum, krom, kurşun, manganez, nikel, selenyum, stronsiyum ve vanadyum yüklerinde artış saptanmıştır. Tekirdağ ilinde balıkçı grubunda yalnızca demir yükünde artış saptanırken, Yalova ilinde balıkçı grubunda hiçbir element açısından yük artışı gözlenmemiştir. Balıkçıların sıklıkla kendi avladıkları su ürünlerini tükettikleri göz önüne alındığında, deniz suyunda çeşitli elementler bakımından oluşan kirliliğin su ürünlerinin tüketimi yoluyla bireylere kadar ulaşarak maruziyet yaratabileceği ortaya koyulmuştur.

### Öneriler

- 1- Yoğun endüstriyel üretim yapılan bir bölgede yer alan Marmara Denizi'nin başta risk saptanan bölgeler ve elementler olmak üzere kirlilik yönünden değerlendirilmesi ve kirliliğin giderilmesi gerekmektedir.
- 2- Kirliliğe neden olan kaynaklar tespit edilerek gerekli önlemlerin alınması sağlanmalı ve kirlilikte görülebilecek artışın önüne geçilmelidir.
- 3- Denizlerden avlanan su ürünlerinde ve bu su ürünlerini sık tüketen insanlarda element düzeyleri düzenli bir biçimde değerlendirilmelidir.
- 4- Deniz suyunda, su ürünlerinde ve bireylerde element düzeylerinin sürekli ve sistematik olarak izlenmesine yönelik bir sistem oluşturulması fayda sağlayacaktır. Kurulacak sistem ile element düzeylerindeki değişimlerin erken dönemde saptanarak gerektiğinde hızla önlem alınması halk sağlığı açısından oldukça yararlı olacaktır.



- 5- Başta sanayi atıklarına bağlı oluşabilecek kirlilik riski yüksek alanlar olmak üzere su ürünleri avcılığı yapılan diğer bölgeler için de benzer değerlendirmelerin yapılması önem arz etmektedir.
- 6- Yapılan lm sonuçlarının halkla paylaşılması yararlı olacaktır. Bu sayede bireyler su ürünü tüketim sıklık ve miktarlarını düzenleyebileceklerdir.
- 7- Elementlerin genel popülasyondaki düzeylerinin ulusal bazda belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. Böylece farklı maruziyet gruplarında element düzeylerinin genel popülasyondan farklılık gösterip göstermediği ortaya koyulabilecektir.
- 8- Akıntuların deniz kirliliği üzerine olan etkisi, bireylerin tükettikleri su ürünü farklılıklarının ve pişirme yöntemlerinin element düzeyleri üzerine olan etkisi gibi farklı değişkenlerin göz önüne alındığı araştırmaların yapılması faydalı olacaktır.

## 7. KAYNAKLAR

1. Brunner EJ, Jones PJS, Friel S, Bartley M. Fish, human health and marine ecosystem health: policies in collision. *International Journal of Epidemiology*. 2008;38(1):93-100.
2. Sidhu KS. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2003;38(3):336-44.
3. Wilhelmsson D, Thompson RC, Holmström K, Linden O, Eriksson-Hagg H. Marine Pollution. In: Noone K, Sumaila UR, Diaz R, editör. *Managing Ocean Environments in a Changing Climate*. Elsevier; 2013. p. 127-69.
4. Otansev P, Taşkın H, Başsarı A, Varinlioğlu A. Distribution and environmental impacts of heavy metals and radioactivity in sediment and seawater samples of the Marmara Sea. *Chemosphere*. 2016;154:266-75.
5. Güler Ç, Çobanoğlu Z. Bireyin İş ve Çevresel Zararlara Cevabını Değiştiren Durumlar. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:4;1994.
6. Eto K. Minamata disease. *Neuropathology*. 2000;20(s1):14-9.
7. Harada M. Minamata Disease: Methylmercury Poisoning in Japan Caused by Environmental Pollution. *Critical Reviews in Toxicology*. 1995;25(1):1-24.
8. Yasar D, Aksu AE, Uslu O. Anthropogenic Pollution in Izmit Bay: Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*. 2001;25:299-313.
9. Aksu A, Balkis N, Taskin O, Ersan M. Toxic metal (Pb, Cd, As and Hg) and organochlorine residue levels in hake (*Merluccius merluccius*) from the Marmara Sea, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*. 2011;182:509-21.
10. Keskin Y, Baskaya R, Özyaral O, Yurdun T, Lüleci NE, Hayran O. Cadmium, Lead, Mercury and Copper in Fish from the Marmara Sea, Turkey. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2007;78(3):258-61.
11. Rodríguez Martín JA, De Arana C, Ramos-Miras JJ, Gil C, Boluda R. Impact of 70 years urban growth associated with heavy metal pollution. *Environmental Pollution*. 2015;196:156-63.
12. T.C. Sağlık Bakanlığı. Türkiye Beslenme Rehberi TÜBER 2015. Ankara, 2019.
13. U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Department of Agriculture. 2015 – 2020 Dietary Guidelines for Americans. 8th Edition. 2015. [Available from: <https://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines/>].
14. Nordic Council of Ministers. Nordic Nutrition Recommendations 2012 : Integrating nutrition and physical activity. 5th ed. Copenhagen; 2014. [Available from: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:704251/FULLTEXT01.pdf>].

15. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting the sustainable development goals. Rome, 2018.
16. Türkiye İstatistik Kurumu. Su Ürünleri İstatistikleri[28.10.2019]. [Available from: [http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005)].
17. The World Bank. Capture fisheries production (metric tons) Indicator[18.04.2019]. [Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/ER.FSH.CAPT.MT?page=1>].
18. Abdikoglu DI, Azabagaoglu MO, Unakıtan G. Tekirdağ İlinde Balık Tüketim Eğilimlerinin Belirlenmesi. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*. 2015; 01(01):69-75.
19. Aydın M , Karadurmus U. Trabzon ve Giresun Bölgelerindeki Su Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları. *The Black Sea Journal of Sciences*. 2013;3(9):57-71.
20. Ercan O, Şahin AKSU. Kahramanmaraş Kent Merkezinde Balık Eti Tüketim Analizi. *KSU J. Nat. Sci*. 2016;19(1):51-65.
21. Olgunoğlu İA, Bayhan YK, Olgunoğlu MP, Artar E, Ukav İ. Adıyaman İlinde Balık Eti Tüketim Alışkanlıklarının Belirlenmesi. *Electronic Journal of Food Technologies*. 2014;9(1):21-25.
22. Patin S. Anthropogenic Impact in the Sea and Marine Pollution[21.04.2019]. [Available from: [www.offshore-environment.com/anthropogenicimpact](http://www.offshore-environment.com/anthropogenicimpact)].
23. Çamur D. Karadeniz ve Marmara Denizi'nden Avlanan Hamsiler İle Balık Tüketim Özellikleri Farklı Kişilerde Cıva Düzeyinin Saptanması ve Bu Kişilerin Nörolojik Açından Değerlendirilmesi [Uzmanlık Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi; 2007.
24. Kucuksezgin F, Kontas A, Altay O, Uluturhan E, Darılmaz E. Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. *Environment International*. 2006;32(1):41-51.
25. Pekey H. Heavy Metal Pollution Assessment in Sediments of the Izmit Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2006;123(1):219-31.
26. Pekey H, Karakaş D, Ayberk S, Tolun L, Bakoğlu M. Ecological risk assessment using trace elements from surface sediments of İzmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey. *Marine Pollution Bulletin*. 2004;48(9):946-53.
27. Riisgård HU, Hansen S. Biomagnification of mercury in a marine grazing food-chain: Algal cells *Phaeodactylum tricornutum*, mussels *Mytilus edulis* and flounders *Platichthys flesus* studied by means of a stepwise-reduction-CVAA method. *Marine Ecology Progress Series*. 1990;62:259-70.
28. Ünlü S, Topçuoğlu S, Alpar B, Kirbaşoğlu C, Ziya Yılmaz Y. Heavy Metal Pollution in Surface Sediment and Mussel Samples in the Gulf of Gemlik. *Environmental monitoring and assessment*. 2007;144:169-78.

29. Masindi V, Muedi KL. Environmental Contamination by Heavy Metals. IntechOpen [21.11.2019]. [Available from: <https://www.intechopen.com/books/heavy-metals/environmental-contamination-by-heavy-metals>].
30. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Mercury. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 1999.
31. Asaolu S, Olaofe O. Biomagnification of some heavy and essential metals in sediments, fishes and crayfish from Ondo State coastal region, Nigeria. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*. 2005;48:96-102.
32. Purakayastha T, Chhonkar P. Phytoremediation of Heavy Metal Contaminated Soils. In: *Soil Heavy Metals*. 2010; 389-429.
33. Suedel BC, Boraczek JA, Peddicord RK, Clifford PA, Dillon TM. Trophic Transfer and Biomagnification Potential of Contaminants in Aquatic Ecosystems. In: Ware GW, editor. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. New York, NY: Springer New York; 1994. p. 21-89.
34. Güngör A, Kara D. Toxicities and risk assessment of heavy metals of the six most consumed fish from the Marmara Sea. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;25(3):2672-82.
35. Kurt Cucu A, Topkaya M, Erdogan G, Aboul-Enein H. Quantitative Determination of Heavy Metal Contamination in Horse Mackerel and Whiting Caught in the Sea of Marmara. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 2019;102:498–503.
36. McCally M. *Life Support: The Environment and Human Health*. London: MIT Press; 2002.
37. WHO. Mercury and health [01.05.2019]. [Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health>]
38. Järup L. Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*. 2003;68(1):167-82.
39. Clarkson TW, Magos L. The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds. *Critical Reviews in Toxicology*. 2006;36(8):609-62.
40. Mergler D, Anderson H, Chan L, R Mahaffey K, Murray M, Sakamoto M, et al. Methylmercury Exposure and Health Effects in Humans: A Worldwide Concern. *AMBIO A Journal of the Human Environment*. 2007;36(1):3-11.
41. Hong Y-S, Kim Y-M, Lee K-E. Methylmercury exposure and health effects. *Journal of preventive medicine and public health*. 2012;45(6):353-63.
42. Guallar E, Sanz-Gallardo MI, Veer Pvt, Bode P, Aro A, Gómez-Aracena J, et al. Mercury, Fish Oils, and the Risk of Myocardial Infarction. *New England Journal of Medicine*. 2002;347(22):1747-54.

43. Garland M, Steven Morris J, Rosner BA, Stampfer MJ, Spate V, Baskett CJ, et al. Toenail trace element levels as biomarkers: Reproducibility over a 6-year period. *Cancer epidemiology, biomarkers & prevention*. 1993;2:493-7.
44. WHO/UNEP DTIE Chemicals Branch. *Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure*. Geneva: 2008.
45. National Research Council. *Toxicological Effects of Methylmercury*. Washington, DC: The National Academies Press; 2000. 368 p.
46. Vural N, Unlü H. Methylmercury in Hair of Fishermen from Turkish Coasts. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*. 1996;57:315-20.
47. Doğan-Sağlamtimur N, Kumbur H. Metals (Hg, Pb, Cu, and Zn) Bioaccumulation in Sediment, Fish, and Human Scalp Hair: A Case Study from the City of Mersin Along the Southern Coast of Turkey. *Biological Trace Element Research*. 2010;136(1):55-70.
48. Çamur D, Güler Ç, Vaizoğlu SA, Özdilek B. Determining mercury levels in anchovy and in individuals with different fish consumption habits, together with their neurological effects. *Toxicology and Industrial Health*. 2016;32(7):1215-23.
49. Al-Majed NB, Preston MR. Factors influencing the total mercury and methyl mercury in the hair of the fishermen of Kuwait. *Environmental Pollution*. 2000;109(2):239-50.
50. Johnsson C, Sällsten G, Schütz A, Sjörs A, Barregård L. Hair mercury levels versus freshwater fish consumption in household members of Swedish angling societies. *Environmental Research*. 2004;96(3):257-63.
51. Fang T, J Aronson K, Campbell L. Freshwater Fish-Consumption Relations With Total Hair Mercury and Selenium Among Women in Eastern China. *Archives of environmental contamination and toxicology*. 2011;62:323-32.
52. Schaefer AM, Jensen EL, Bossart GD, Reif JS. Hair mercury concentrations and fish consumption patterns in Florida residents. *International journal of environmental research and public health*. 2014;11(7):6709-26.
53. Alfthan GV. Toenail mercury concentration as a biomarker of methylmercury exposure. *Biomarkers*. 1997;2(4):233-8.
54. Kim N-S, Lee B-K. Blood total mercury and fish consumption in the Korean general population in KNHANES III, 2005. *Science of The Total Environment*. 2010;408(20):4841-7.
55. Oken E, Radesky JS, Wright RO, Bellinger DC, Amarasiriwardena CJ, Kleinman KP, et al. Maternal fish intake during pregnancy, blood mercury levels, and child cognition at age 3 years in a US cohort. *American journal of epidemiology*. 2008;167(10):1171-81.
56. Pallotti G, Bencivenga B, Simonetti T. Total mercury levels in whole blood, hair and fingernails for a population group from Rome and its surroundings. *Science of The Total Environment*. 1979;11(1):69-72.

57. Rees JR, Sturup S, Chen C, Folt C, Karagas MR. Toenail mercury and dietary fish consumption. *Journal Of Exposure Science And Environmental Epidemiology*. 2006;17:25.
58. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Arsenic. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2007.
59. Saad A, Hassanien MA. Assessment of arsenic level in the hair of the nonoccupational Egyptian population: Pilot study. *Environment International*. 2001;27(6):471-8.
60. Meador JP, Ernest DW, Kagley A. Bioaccumulation of Arsenic in Marine Fish and Invertebrates from Alaska and California. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2004;47(2):223-33.
61. Taylor V, Goodale B, Raab A, Schwerdtle T, Reimer K, Conklin S, et al. Human exposure to organic arsenic species from seafood. *Science of The Total Environment*. 2017;580:266-82.
62. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 100C. Arsenic and Arsenic Compounds. [12.05.2019]. [Available from: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-6.pdf> ]
63. Mansilla-Rivera I, Nazario CM, Ramírez-Marrero FA, Crespo CJ, Rodríguez-Sierra CJ. Assessing Arsenic Exposure from Consumption of Seafood from Vieques-Puerto Rico: A Pilot Biomonitoring Study Using Different Biomarkers. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2014;66(2):162-75.
64. Anwar M. Arsenic, cadmium and lead levels in hair and toenail samples in pakistan. *Environmental sciences*. 2005;12(2):71-86.
65. Tabata H, Anwar M, Horai S, Ando T, Nakano A, Wakamiya J, et al. Toenail arsenic levels among residents in Amami-Oshima Island, Japan. *Environmental sciences*. 2006;13:149-60.
66. Freire C, Koifman RJ, Fujimoto D, de Oliveira Souza VC, Barbosa F, Koifman S. Reference values of cadmium, arsenic and manganese in blood and factors associated with exposure levels among adult population of Rio Branco, Acre, Brazil. *Chemosphere*. 2015;128:70-8.
67. Miklavčič A, Casetta A, Snoj Tratnik J, Mazej D, Krsnik M, Mariuz M, et al. Mercury, arsenic and selenium exposure levels in relation to fish consumption in the Mediterranean area. *Environmental Research*. 2013;120:7-17.
68. Meltzer HM, Maage A, Ydersbond TA, Haug E, Glattre E, Holm H. Fish arsenic may influence human blood arsenic, selenium, and T4:T3 ratio. *Biological Trace Element Research*. 2002;90(1):83-98.
69. Morais S, Garcia e Costa F, Pereira M. Heavy Metals and Human Health. In: Oosthuizen J, editor. *Environmental Health-emerging Issues and Practice*. InTech, 2012.

70. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2012.
71. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 100C. Cadmium and Cadmium Compounds. [12.05.2019]. [Available from: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-8.pdf>].
72. Tsuchiya K. Causation of Ouch-Ouch Disease (Itai-Itai Byo)-An Introductory Review. *The Keio Journal of Medicine*. 1969;18(4):195-211.
73. Gonzalez-Reimers E, Martín-González C, Galindo-Martín L, Aleman-Valls MR, Velasco-Vázquez J, Arnay-de-la-Rosa M, et al. Lead, Cadmium and Zinc in Hair Samples: Relationship with Dietary Habits and Urban Environment. *Biological Trace Element Research*. 2014;157(3):205-10.
74. Hovinga ME, Sowers M, Humphrey HEB. Environmental Exposure and Lifestyle Predictors of Lead, Cadmium, PCB, and DDT Levels in Great Lakes Fish Eaters. *Archives of Environmental Health: An International Journal*. 1993;48(2):98-104.
75. Moon C-S, Lee C, Hong Y, Ikeda M. Higher cadmium burden in coastal areas than in inland areas in Korea: implications for seafood intake. *Asia Pacific J Clin Nutr*. 2014;23:219–24.
76. Guan S, Palermo T, Meliker J. Seafood intake and blood cadmium in a cohort of adult avid seafood consumers. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2015;218(1):147-52.
77. Ilmiawati C, Yoshida T, Itoh T, Nakagi Y, Saijo Y, Sugioka Y, et al. Biomonitoring of mercury, cadmium, and lead exposure in Japanese children: a cross-sectional study. *Environ Health Prev Med*. 2015;20(1):18-27.
78. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Lead. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2019.
79. Has-Schön E, Bogut I, Strelec I. Heavy Metal Profile in Five Fish Species Included in Human Diet, Domiciled in the End Flow of River Neretva (Croatia). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2006;50(4):545-51.
80. Nisbet C, Terzi G, Pilgir O, Sarac N. Determination of Heavy Metal Levels in Fish Samples Collected from the Middle Black Sea. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*. 2010;16(1):119-25.
81. Lanphear BP, Rauch S, Auinger P, Allen RW, Hornung RW. Low-level lead exposure and mortality in US adults: a population-based cohort study. *The Lancet Public Health*. 2018;3(4):e177-e84.

82. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 87. Inorganic and Organic Lead Compounds. [16.05.2019]. [Available from: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono87.pdf> ]
83. Steenland K, Boffetta P. Lead and cancer in humans: Where are we now? *American Journal of Industrial Medicine*. 2000;38(3):295-9.
84. Salameh P, Bouchy N, Geahchan A. Hair lead concentration in the Lebanese population: Phase 1 results. *Eastern Mediterranean health journal*. 2008;14:831-40.
85. Takeda SHK, Kuno R, Barbosa F, Gouveia N. Trace element levels in blood and associated factors in adults living in the metropolitan area of São Paulo, Brazil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2017;44:307-14.
86. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Zinc. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2005.
87. Plum LM, Rink L, Haase H. The essential toxin: impact of zinc on human health. *International journal of environmental research and public health*. 2010;7(4):1342-65.
88. Chasapis CT, Loutsidou AC, Spiliopoulou CA, Stefanidou ME. Zinc and human health: an update. *Archives of Toxicology*. 2012;86(4):521-34.
89. González-Reimers E, Martín-González MC, Galindo-Martín L, Durán-Castellón MC, Alemán-Valls MR, Velasco-Vázquez J, et al. Hair zinc, copper and iron: Relationships with quality of diet, tobacco smoking and nutritional status. *Trace Elements and Electrolytes*. 2008;25:35-40.
90. Arvanitidou V, Voskaki I, Tripsianis G, Athanasopoulou H, Tsalkidis A, Filippidis S, et al. Serum copper and zinc concentrations in healthy children aged 3–14 years in greece. *Biological Trace Element Research*. 2007;115(1):1.
91. Voskaki I, Arvanitidou V, Athanasopoulou H, Tzagkaraki A, Tripsianis G, Giannoulia-Karantana A. Serum Copper and Zinc Levels in Healthy Greek Children and Their Parents. *Biological Trace Element Research*. 2010;134(2):136-45.
92. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Copper. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2004.
93. Bost M, Houdart S, Oberli M, Kalonji E, Huneau J-F, Margaritis I. Dietary copper and human health: Current evidence and unresolved issues. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2016;35:107-15.
94. Stern BR, Solioz M, Krewski D, Aggett P, Aw T-C, Baker S, et al. Copper and Human Health: Biochemistry, Genetics, and Strategies for Modeling Dose-response Relationships. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2007;10(3):157-222.



95. Georgopoulos G, Roy A, Yonone-Lioy MJ, Opiekun RE, Lioy PJ. Environmental Copper: Its Dynamics and Human Exposure Issues. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2001;4(4):341-94.
96. González-Reimers E, Martín-González C, Galindo-Martín L, Aleman-Valls R, González-Pérez J, Jorge-Ripper C, et al. Hair copper in normal individuals: Relationship with body mass and dietary habits. *Trace Elements and Electrolytes*. 2014;31:67-72.
97. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Selenium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2003.
98. Holben DH, Smith AM. The Diverse Role of Selenium within Selenoproteins: A Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 1999;99(7):836-43.
99. Duntas LH, Benvenga S. Selenium: an element for life. *Endocrine*. 2015;48(3):756-75.
100. Skalny AV, Mona W, Kao R, Skalnaya MG, Huang P-T, Wu C-C, et al. Hair Trace Element Levels in Han and Indigenous Hualien Inhabitants in Taiwan. *Biological Trace Element Research*. 2019;191(1):1-9.
101. Svensson BG, Nilsson A, Jonsson E, Schütz A, Åkesson B, Hagmar L. Fish consumption and exposure to persistent organochlorine compounds, mercury, selenium and methylamines among Swedish fishermen. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 1995(2):96-105.
102. Hagmar L, Persson-Moschos M, Åkesson B, Schütz A. Plasma levels of selenium, selenoprotein P and glutathione peroxidase and their correlations to fish intake and serum levels of thyrotropin and thyroid hormones: A study on Latvian fish consumers. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1998;52(11):796-800.
103. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Manganese. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2012.
104. Fraga CG. Relevance, essentiality and toxicity of trace elements in human health. *Molecular Aspects of Medicine*. 2005;26(4):235-44.
105. Al-Fartusie F, Mohssan S. Essential Trace Elements and Their Vital Roles in Human Body. *Indian Journal of Advances in Chemical Science*. 2017;5:127-36.
106. Aschner JL, Aschner M. Nutritional aspects of manganese homeostasis. *Molecular Aspects of Medicine*. 2005;26(4):353-62.
107. WHO. Manganese in Drinking-water. Geneva: 2011.
108. Yan L, Wang B, Li Z, Liu Y, Huo W, Wang J, et al. Association of essential trace metals in maternal hair with the risk of neural tube defects in offspring. *Birth Defects Research*. 2017;109(3):234-43.

109. Hon KL, Lui H, Wang SS, Lam HS, Leung TF. Fish consumption, fish atopy and related heavy metals in childhood eczema. *Iran J Allergy Asthma Immunol.* 2012;11(3):230-5.
110. World Health Organization. Iron in drinking-water. Background document for preparation of WHO Guidelines for drinking-water quality. Geneva; 1996.
111. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadi R. Review on iron and its importance for human health. *J Res Med Sci.* 2014;19(2):164-74.
112. Papanikolaou G, Pantopoulos K. Iron metabolism and toxicity. *Toxicology and Applied Pharmacology.* 2005;202(2):199-211.
113. Bolm C. A new iron age. *Nature Chemistry.* 2009;1:420.
114. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü. Demir [24.05.2019]. [Available from: <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/demir>].
115. Thomson BM, Vannoort RW, Haslemore RM. Dietary exposure and trends of exposure to nutrient elements iodine, iron, selenium and sodium from the 2003–4 New Zealand Total Diet Survey. *British Journal of Nutrition.* 2008;99(3):614-25.
116. Brewer GJ. Iron and Copper Toxicity in Diseases of Aging, Particularly Atherosclerosis and Alzheimer's Disease. *Experimental Biology and Medicine.* 2007;232(2):323-35.
117. Aggett PJ. Iron. In: J. W. Erdman, Macdonald IA, Zeise SH, editors. *Present Knowledge in Nutrition.* 2012.
118. Khlifi R, Olmedo P, Gil F, Feki-Tounsi M, Hammami B, Rebai A, et al. Biomonitoring of cadmium, chromium, nickel and arsenic in general population living near mining and active industrial areas in Southern Tunisia. *Environmental Monitoring and Assessment.* 2014;186(2):761-79.
119. Aguilera I, Daponte A, Gil F, Hernández AF, Godoy P, Pla A, et al. Urinary levels of arsenic and heavy metals in children and adolescents living in the industrialised area of Ria of Huelva (SW Spain). *Environment International.* 2010;36(6):563-9.
120. Gebel TW, Suchenwirth RH, Bolten C, Dunkelberg HH. Human biomonitoring of arsenic and antimony in case of an elevated geogenic exposure. *Environmental Health Perspectives.* 1998;106(1):33-9.
121. Yedomon B, Menudier A, Etangs FLD, Anani L, Fayomi B, Druet-Cabanac M, et al. Biomonitoring of 29 trace elements in whole blood from inhabitants of Cotonou (Benin) by ICP-MS. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology.* 2017;43:38-45.
122. Li Z, Huo W, Li Z, Wang B, Zhang J, Ren A. Association between titanium and silver concentrations in maternal hair and risk of neural tube defects in offspring: A case-control study in north China. *Reproductive Toxicology.* 2016;66:115-21.


123. Li Z, Wang B, Huo W, Liu Y, Zhu Y, Xie J, et al. Are concentrations of alkaline earth elements in maternal hair associated with risk of neural tube defects? *Science of The Total Environment*. 2017;609:694-700.
124. Buscemi S, Vasto S, Di Gaudio F, Grosso G, Bergante S, Galvano F, et al. Endothelial function and serum concentration of toxic metals in frequent consumers of fish. *PLoS One*. 2014;9(11):e112478.
125. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Nickel. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2005.
126. Sunderman Jr. FW, Dingle B, Hopfer SM, Swift T. Acute nickel toxicity in electroplating workers who accidentally ingested a solution of nickel sulfate and nickel chloride. *American Journal of Industrial Medicine*. 1988;14(3):257-66.
127. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Chromium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2012.
128. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Chromium Compounds Hazard Summary [31.05.2019]. [Available from: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/chromium-compounds.pdf>].
129. Anderson RA. Chromium as an Essential Nutrient for Humans. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 1997;26(1):S35-S41.
130. Velma V, Vutukuru SS, Tchounwou PB. Ecotoxicology of hexavalent chromium in freshwater fish: a critical review. *Rev Environ Health*. 2009;24(2):129-45.
131. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 100C. Chromium (VI) Compounds. [31.05.2019]. [Available from: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono100C-9.pdf>].
132. Beaumont JJ, Sedman RM, Reynolds SD, Sherman CD, Li L-H, Howd RA, et al. Cancer Mortality in a Chinese Population Exposed to Hexavalent Chromium in Drinking Water. *Epidemiology*. 2008;19(1):12-23.
133. Sun H, Brocato J, Costa M. Oral Chromium Exposure and Toxicity. *Current Environmental Health Reports*. 2015;2(3):295-303.
134. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Antimony and Compounds. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2017.
135. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Antimony Compounds Hazard Summary [05.06.2019]. [Available from: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/antimony-compounds.pdf>].

136. International Agency for Research on Cancer. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, volume 47. Antimony Trioxide and Antimony Trisulfide. [05.06.2019]. [Available from: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono47-16.pdf>]
137. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Silver. U.S. Public Health Service. 1990.
138. Hadrup N, Sharma AK, Loeschner K. Toxicity of silver ions, metallic silver, and silver nanoparticle materials after in vivo dermal and mucosal surface exposure: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2018;98:257-67.
139. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Strontium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2004.
140. Pors Nielsen S. The biological role of strontium. *Bone*. 2004;35(3):583-8.
141. Marie PJ, Ammann P, Boivin G, Rey C. Mechanisms of Action and Therapeutic Potential of Strontium in Bone. *Calcified Tissue International*. 2001;69(3):121-9.
142. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Vanadium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2012.
143. Venkataraman B, Sudha S. Vanadium toxicity. *Asian J Exp Sci*. 2005;19(2):127-34.
144. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Aluminum. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2008.
145. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Barium and Barium Compounds. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2007.
146. The Centre for Radiation, Chemical & Environmental Hazards. Bromine Toxicological Overview. Public Health England, Toxicology Department; 2009.
147. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Tin and Tin Compounds. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2005.
148. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Cobalt. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2004.
149. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Molybdenum, Draft for Public Comment. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 2017.

150. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for Titanium Tetrachloride. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service; 1997.
151. Krewski D, Yokel RA, Nieboer E, Borchelt D, Cohen J, Harry J, et al. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2007;10(Suppl 1):1-269.
152. Flaten TP. Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water. *Brain Research Bulletin.* 2001;55(2):187-96.
153. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Cobalt Compounds Hazard Summary [31.05.2019]. [Available from: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/cobalt-compounds.pdf>].
154. Kabata-Pendias A, Mukherjee AB. Trace elements from soil to human. Berlin, Springer; 2007.
155. Kim KT, Eo MY, Nguyen TTH, Kim SM. General review of titanium toxicity. *Int J Implant Dent.* 2019;5(1):10.
156. Raposo JC, Navarro P, Sarmiento A, Arribas E, Irazola M, Alonso RM. Analytical proposal for trace element determination in human hair. Application to the Biscay province population, northern Spain. *Microchemical Journal.* 2014;116:125-34.
157. Rodushkin I, Axelsson MD. Application of Double Focusing Sector Field ICP-MS for Multielemental Characterization of Human Hair and Nails. Part I. Analytical Methodology. *Sci Total Environ.* 2000;250:83–100.
158. Balcaen L, Bolea-Fernandez E, Resano M, Vanhaecke F. Inductively coupled plasma – Tandem mass spectrometry (ICP-MS/MS): A powerful and universal tool for the interference-free determination of (ultra)trace elements – A tutorial review. *Analytica Chimica Acta.* 2015;894:7–19.
159. Rodushkin I, Axelsson MD. Application of Double Focusing Sector Field ICP-MS for Multielemental Characterization of Human Hair And Nails. Part II. A Study of the Inhabitants of Northern Sweden. *Sci Total Environ.* 2000;262:21–36.
160. Miekeley N, Dias Carneiro MTW, Porto da Silveira CL. How reliable are human hair reference intervals for trace elements? *Science of The Total Environment.* 1998;218(1):9-17.
161. Harrison WW, Tyree AB. The determination of trace elements in human fingernails by atomic absorption spectroscopy. *Clinica Chimica Acta.* 1971;31(1):63-73.

## 8. EKLER

### Ek – 1: Etik Kurul Onayı (1)



**T.C.**  
**BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ**  
**Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı**

**TOPLANTI TARİHİ** : 24/02/2016  
**TOPLANTI NO** : 2016/04

**KARARLAR :**

12- 19/08/2014 tarih ve 2014/15 sayılı toplantıda onay alan 2014-138-19/08 Protokol no'lu "Su Ürünlerinde ve Balıkçılarda Ağır Metal-Eser Element Yükü ve Risk Haritalandırması" konulu çalışmanın Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Murat TOPBAŞ tarafından yürütülmesinin Etik Kurul İlkelerine uygunluğuna,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

**A S L I G İ B İ D İ R**

**Doç. Dr. Günnur ÖZBAKIŞ DENGİZ**  
**B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı**

---

B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu, 67600 KOZLU/ ZONGULDAK, Tel:0 372 261 32 60 Fax: 0 372 261 02 65

**Ek – 1: Etik Kurul Onayı (2)**



**T.C.  
BÜLENT ECEVİT ÜNİVERSİTESİ  
Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı**

**TOPLANTI TARİHİ** : 06/06/2018  
**TOPLANTI NO** : 2018/12

**KARARLAR :**

- 16- 24/02/2016 tarih ve 2016/04 sayılı toplantıda Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Murat TOPBAŞ tarafından yürütülmesi uygun bulunan 2014-138-19/08 Protokol no'lu "Su Ürünlerinde ve Balıkçılarda Ağır Metal-Eser Element Yükü ve Risk Haritalandırması" konulu çalışmaya yardımcı araştırmacı olarak Arş. Gör. Dr. Yusuf DEMİRTAŞ ve Arş. Gör. Dr. Büşra PARLAK SOMUNCU'nun dahil edilmesi talebinin uygunluğuna ve Etik Kurul üyelerinin bilgilendirilmesine,

Oy birliği ile karar verilmiştir.

**A S L I G İ B İ D İ R**

**Prof. Dr. Günür ÖZBAKİŞ DENGİZ**  
**B.E.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanı**

## Ek – 2: Onam Formu

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Değerli katılımcı,

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında yürütülen “Su Ürünlerinde ve Balıkçılarda Ağır Metal-Eser Element Yükü ve Risk Haritalandırması” projesi kapsamında, Marmara Denizi’nden yakalanan su ürünlerinde biriken ağır metal ve eser element düzeyleri ve aynı yerlerdeki deniz suyu kalitesi belirlenecek; ayrıca su ürünleri numunelerinin alındığı yerlerde yaşayan ve su ürünlerini sıklıkla tüketen balıkçılar ve tüketim sıklığı düşük kişilerden alınacak biyolojik materyalde de aynı ağır metal ve eser element düzeyleri saptanacaktır. Su ürünleri ve balıkçılardaki analiz sonuçları yorumlanarak, insan sağlığı üzerindeki olası tehditlerin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Marmara Denizi’nde su ürünleri numunelerinin alındığı yerlerde yaşayan ve su ürünlerini sıklıkla tüketen balıkçılar ve tüketim sıklığı düşük kontrol grubundan alınacak biyolojik materyalde (kan/serum, saç ve tırnak) 22 ağır metal ve eser element (alüminyum, antimon, arsenik, bakır, baryum, brom, cıva, çinko, demir, gümüş, kadmiyum, kalay, kobalt, krom, kurşun, manganez, molibden, nikel, selenyum, stronsiyum, titanyum ve vanadyumdur) düzeyleri belirlenecektir. Kan numunelerinden ayrıca; tam kan sayımı, böbrek fonksiyon testleri, kolesterol düzeyleri ölçülecektir.

İstanbul ve Kocaeli’de 65’şer, Tekirdağ ve Yalova’da 64’er balıkçı; kontrol grubu olarak da her bölgeden balıkçılık işinde çalışmayan ve 15 günden daha az sıklıkla balık ve deniz ürünleri tüketen 20’şer kişi olmak üzere toplam 338 kişide çalışma yapılacaktır. Önce konu hakkında hazırlanmış anket formu kullanılarak kişisel ve bazı sağlıkla ilgili bilgiler elde edilecek, katılımcıların boy, ağırlık ve kan basınçları ölçülecek, ardından katılımcıların kolundan kan numunesi, enseden yaklaşık 1 cm uzunluğunda ve 0,5 cm çapında bir tutam saç numunesi ve el parmaklarından tırnak numunesi alınacaktır. Bu işlem sırasında sağlık riski bulunmamaktadır ve işlem herhangi bir sağlık sorununa neden olmayacaktır. Araştırma süresince yapılacak tüm işlemler ücretsiz olup sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecek ve sonuçlar katılımcılara bildirilecektir.

Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz okuyup size en uygun gelen cevapları içtenlikle vermenizdir. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. İletişim bilgileriniz sadece araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için kullanılacaktır. Araştırmaya katıldığınız için teşekkür ederiz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum.

#### Katılımcının

Adı – Soyadı :  
Adresi :  
Telefonu :  
Tarih :  
İmza :

#### Araştırmacının

Adı – Soyadı :Prof. Dr. Murat TOPBAŞ  
Adresi :Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı  
Anabilim Dalı, Trabzon  
Telefon :0 (462) 377 51 22  
Tarih :  
İmza :



## Ek – 3: Anket Formu (1.sayfa)

İL : .....

Balıkçı No : ..... Ad Soyad : ..... Telefon: .....

Kontrol No : ..... Ad Soyad : ..... Telefon: .....

### 116S520 NUMARALI TUBİTAK PROJESİ

### SU ÜRÜNLERİNDE VE BALIKÇILARDA AĞIR METAL-ESER ELEMENT YÜKÜ VE RİSK HARİTALANDIRMASI ANKET FORMU

Sayın Katılımcı,

Bu anket formu; Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı kapsamında yürütülen "Su Ürünlerinde ve Balıkçılarda Ağır Metal-Eser Element Yükü ve Risk Haritalandırması" projesi kapsamında uygulanmaktadır. Vereceğiniz bilgiler sadece bilimsel çalışma amacıyla kullanılacaktır.

Katılımınız için teşekkür ederiz.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Halk Sağlığı Anabilim Dalı  
Tel: 0 (462) 377 51 22

#### SOSYODEMOGRAFİK ve KİŞİSEL ÖZELLİKLER

- Yaşınız: .....
  - Eğitim durumunuz nedir?  
( ) Okur yazar değil ( ) Okur yazar ( ) İlkokul mezunu ( ) Ortaokul mezunu  
( ) Lise mezunu ( ) Üniversite mezunu ( ) Diğer .....
  - Medeni durumunuz nedir? ( ) Evli ( ) Bekar ( ) Diğer .....
  - [Balıkçı grubu] Kaç yıldır balıkçılık işiyle uğraşıyorsunuz ..... yıl
  - [Balıkçı grubu] Balıkçılık dışında gelir getirici bir işte çalışıyor musunuz? Çalışıyorsanız lütfen belirtiniz:  
( ) Hayır ( ) Evet: .....
  - [Kontrol grubu] Gelir getirici bir işte çalışıyor musunuz? Çalışıyorsanız lütfen belirtiniz:  
( ) Hayır ( ) Evet: .....
  - Haneye giren aylık toplam gelirinizi belirtiniz ..... TL
  - Hayatınızda hiç sigara içtiniz mi? ( ) Hayır ( ) Evet, halen içiyorum ( ) Kullanıyordum, .....yıl önce bıraktım
  - İlk sigaranızı kaç yaşında içtiniz? ..... yaşında
  - Sigara kullanıyorsanız süresi ..... yıl
  - (Kullanıyorsanız) günde kaç adet sigara içiyorsunuz.....adet / dal
  - Kullandığınız dönemde günde kaç sigara içiyordunuz.....adet / dal
  - Evinizde sigara içiliyor mu? ( ) Hayır ( ) Evet
  - İş yerinizde sigara içiliyor mu? ( ) Hayır ( ) Evet
  - Bunların dışında, sigara içilen bir ortamda bulunuyor musunuz? ( ) Hayır ( ) Evet
  - Alkol kullanıyor musunuz? ( ) Hayır ( ) Evet ( ) .... yıl önce bıraktım, .... yıl kullandım
- #### SAĞLIK ÖZELLİKLERİ
17. Doktor tarafından tanısı konmuş uzun süreli bir hastalığınız var mı? Varsa lütfen belirtiniz. ( ) Hayır ( ) Evet

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> KOAH                  | <input type="checkbox"/> Astım                         | <input type="checkbox"/> Kronik bronşit                  | <input type="checkbox"/> Diğer akciğer hast. ....           |
| <input type="checkbox"/> Kalp damar hastalığı  | <input type="checkbox"/> Kalp ritim bozuklukları       | <input type="checkbox"/> Kalp kapak hastalığı            | <input type="checkbox"/> Diğer kalp hast. ....              |
| <input type="checkbox"/> Yüksek tansiyon       | <input type="checkbox"/> Kolesterol yüksekliği         | <input type="checkbox"/> Depresyon                       | <input type="checkbox"/> Diğer psikiyatrik hast. ....       |
| <input type="checkbox"/> Beyin damar hastalığı | <input type="checkbox"/> Alzheimer/diğer demanslar     | <input type="checkbox"/> Nöropati                        | <input type="checkbox"/> Diğer nörolojik hast. ....         |
| <input type="checkbox"/> Görme bozukluğu       | <input type="checkbox"/> İşitme bozukluğu              | <input type="checkbox"/> Eklem hastalıkları              | <input type="checkbox"/> Diğer kas-iskelet sist. hast. .... |
| <input type="checkbox"/> Obezite               | <input type="checkbox"/> Şeker hastalığı               | <input type="checkbox"/> Tiroid hastalıkları             | <input type="checkbox"/> Diğer endokrin sistem hast. ....   |
| <input type="checkbox"/> Kansızlık             | <input type="checkbox"/> Diğer kan hast. ....          | <input type="checkbox"/> Karaciğer hastalığı             | <input type="checkbox"/> Sindirim sistemi hast. ....        |
| <input type="checkbox"/> Cilt hast. ....       | <input type="checkbox"/> Kanser .....                  | <input type="checkbox"/> Böbrek yetmezliği               | <input type="checkbox"/> Diğer üriner sistem hast. ....     |
| <input type="checkbox"/> Damar hast. ....      | <input type="checkbox"/> Bağışıklık sistemi hast. .... | <input type="checkbox"/> Diğer (Lütfen belirtiniz) ..... |   |

### Ek – 3: Anket Formu (2.sayfa)

18. Herhangi bir sağlık yakınmanız var mı, lütfen belirtiniz.

( ) Şikayetim yok ( ) Evet

|  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Halsizlik, yorgunluk                | <input type="checkbox"/> İştahsızlık           | <input type="checkbox"/> Uykusuzluk                      | <input type="checkbox"/> Kilo kaybı              | <input type="checkbox"/> Kilo alma                   |
| <input type="checkbox"/> Boğaz ağrısı                        | <input type="checkbox"/> Nefes darlığı         | <input type="checkbox"/> Öksürük                         | <input type="checkbox"/> Göğüs ağrısı            | <input type="checkbox"/> Çarpıntı                    |
| <input type="checkbox"/> Baş ağrısı                          | <input type="checkbox"/> Hafıza sorunu         | <input type="checkbox"/> Konsantrasyon bz.               | <input type="checkbox"/> Konuşma bz.             |  |
| <input type="checkbox"/> Karın ağrısı                        | <input type="checkbox"/> Bulantı               | <input type="checkbox"/> Kusma                           | <input type="checkbox"/> İshal                   | <input type="checkbox"/> Kabızlık                    |
| <input type="checkbox"/> El ve ayakta his kaybı/karınçalanma | <input type="checkbox"/> Kas güçsüzlüğü        | <input type="checkbox"/> Yürüme bozukluğu                | <input type="checkbox"/> Elde titreme            | <input type="checkbox"/> Dilde titreme               |
| <input type="checkbox"/> İştah artışı                        | <input type="checkbox"/> Sarılık               | <input type="checkbox"/> Sık idrara çıkma                | <input type="checkbox"/> İdrar miktarında azalma | <input type="checkbox"/> Çok su içme                 |
| <input type="checkbox"/> Kanlı idrar yapma                   | <input type="checkbox"/> Cinsel istekte azalma | <input type="checkbox"/> Eklem ağrısı                    | <input type="checkbox"/> Hareket kısıtlılığı     | <input type="checkbox"/> Ayak ve bacakta şişlik      |
| <input type="checkbox"/> Göz çevresinde şişlik               | <input type="checkbox"/> İşitmede azalma       | <input type="checkbox"/> Görmede azalma                  | <input type="checkbox"/> Sık enfeksiyon geçirme  | <input type="checkbox"/> Cilt renginde değişiklikler |
| <input type="checkbox"/> Ciltte kaşıntı                      | <input type="checkbox"/> Ciltte kalınlaşma     | <input type="checkbox"/> Diğer (Lütfen belirtiniz) ..... |  |  |

|                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| 19. Vücudunuzda eklem protezi var mı? | ( ) Hayır ( ) Evet |
| 20. Dişinizde amalgam dolgu var mı?   | ( ) Hayır ( ) Evet |

|  |  |
|--|--|
| 21. Düzenli kullandığınız bir ilaç var mı, varsa lütfen belirtiniz.  | ( ) Hayır ( ) Evet .....                           |
| 22. Son bir yıl içinde vitamin-mineral desteği amaçlı ilaç kullandınız mı?   | ( ) Hayır ( ) Evet (Lütfen belirtiniz) ..... hafta |
| 23. Son bir yıl içinde demir ilacı kullandınız mı?   | ( ) Hayır ( ) Evet ..... hafta                     |
| 24. Son bir yıl içinde B12 ilacı kullandınız mı?   | ( ) Hayır ( ) Evet ..... hafta                     |
| 25. Son bir yıl içinde Alujel <sup>®</sup> , Asidal <sup>®</sup> , Bismomagnesie <sup>®</sup> , Gaviscon <sup>®</sup> , Mucaine <sup>®</sup> veya Talcid <sup>®</sup> ilaçlarından herhangi birini kullandınız mı? | ( ) Hayır ( ) Evet ..... hafta                     |

#### SU ÜRÜNLERİ TÜKETİM ÖZELLİKLERİ

26. Son bir haftada ne sıklıkta su ürünü tükettiniz?

( ) Hiç tüketmedim ( ) 1 öğün ( ) 2 öğün ( ) 3-6 öğün ( ) 7-14 öğün ( ) 15 öğünden fazla  
..... g su ürünü / son bir haftada tükettim

27. Son bir ayda ne sıklıkta su ürünü tükettiniz?

( ) Hiç tüketmedim ( ) Ayda bir öğün ( ) İki haftada bir öğün ( ) Haftada 1 öğün  
( ) Haftada 2 öğün ( ) Haftada 3-6 öğün ( ) Haftada 7-14 öğün ( ) Haftada 15 öğünden fazla  
..... g su ürünü / son bir ayda tükettim

28. Son üç ayda ne sıklıkta su ürünü tükettiniz?

( ) Hiç tüketmedim ( ) Üç ayda bir öğün ( ) Ayda bir öğün ( ) İki haftada bir öğün ( ) Haftada 1 öğün  
( ) Haftada 2 öğün ( ) Haftada 3-6 öğün ( ) Haftada 7-14 öğün ( ) Haftada 15 öğünden fazla  
..... g su ürünü / son üç ayda tükettim

29. Son bir yılda ne sıklıkta su ürünü tükettiniz?

( ) Hiç tüketmedim ( ) Yılda bir öğün ( ) Yılda iki öğün ( ) Yılda üç öğün  
( ) Üç ayda bir öğün ( ) Ayda bir öğün ( ) İki haftada bir öğün ( ) Haftada 1 öğün  
( ) Haftada 2 öğün ( ) Haftada 3-6 öğün ( ) Haftada 7-14 öğün ( ) Haftada 15 öğünden fazla  
..... g su ürünü / son bir yılda tükettim

### Ek – 3: Anket Formu (3.sayfa)

30. Aşağıda belirtilen su ürünleri için tüketim özelliklerinizi belirtiniz.

| Su ürünü     | Tüketim sıklığı | Tüketim miktarı (g/öğün) | Su ürünü | Tüketim sıklığı | Tüketim miktarı (g/öğün) |
|--------------|-----------------|--------------------------|----------|-----------------|--------------------------|
| Ahtapot      |                 |                          | Levrek   |                 |                          |
| Alabalık     |                 |                          | Lüfer    |                 |                          |
| Barbun       |                 |                          | Mezgit   |                 |                          |
| Berlam       |                 |                          | Mirmir   |                 |                          |
| Çaça         |                 |                          | Midye    |                 |                          |
| Çinekop      |                 |                          | Orkinos  |                 |                          |
| Çipura       |                 |                          | Palamut  |                 |                          |
| Dil balığı   |                 |                          | Sardalya |                 |                          |
| Hamsi        |                 |                          | Sazan    |                 |                          |
| Istakoz      |                 |                          | Sinarit  |                 |                          |
| İstavrit     |                 |                          | Somon    |                 |                          |
| İstiridye    |                 |                          | Sudak    |                 |                          |
| Kalamar      |                 |                          | Tekir    |                 |                          |
| Kalkan       |                 |                          | Uskumru  |                 |                          |
| Karides      |                 |                          | Yayın    |                 |                          |
| Kefal        |                 |                          | Yengeç   |                 |                          |
| Kılıç balığı |                 |                          | Zargana  |                 |                          |
| Kırlangıç    |                 |                          | (.....)  |                 |                          |
| Kolyoz       |                 |                          | (.....)  |                 |                          |

Tüketim sıklığı: 0. Hiç 1. Günde birden fazla 2. Günde bir 3. Haftada 5-6 4. Haftada 3-4 5. Haftada 2 6. Haftada 1 7. Ayda 2-3 8. Ayda 1 9. Ayda birden az - 3 ayda bir ve daha fazla sıklıkta 10. 3 ayda birden az - yılda bir ve daha fazla 11. Yılda birden daha az sıklıkta

#### DİĞER BESİN TÜKETİM ÖZELLİKLERİ

31. Lütfen aşağıda belirtilen besinler için tüketim özelliklerinizi belirtiniz.

| BESİNLER                      | TÜKETİM SIKLIĞI |         |             |             |              |          |     | MİKTAR |              |
|-------------------------------|-----------------|---------|-------------|-------------|--------------|----------|-----|--------|--------------|
|                               | Her öğün        | Her gün | Haftada 3-5 | Haftada 1-2 | 15 günde bir | Ayda bir | Hiç | Ölçü   | Ağırlık (gr) |
| <b>SÜT VE SÜT ÜRÜNLERİ</b>    |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Süt (su bardağı)              |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Yoğurt- ayran (su bar.)       |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Peynir (kibrit kutu)          |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| <b>ET, YUM., K.BAK.</b>       |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Kırmızı et (köfte)            |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Sakatatlar- karaciğer (köfte) |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Tavuk (köfte)                 |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Yumurta (adet)                |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| K. Baklagil (tabak- 4 ymk.k.) |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| <b>TAZE SEBZE-MEYVE</b>       |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Y. yapraklı sebze (5 y.k.)    |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Meyveler (adet)               |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Kuruyemiş (avuç-adet)         |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| <b>EKMEK ve TAHILLAR</b>      |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Ekmek (dilim)                 |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Pirinç (4 y.k.- tabak)        |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Makarna (4 y.k.- tabak)       |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| <b>DİĞER</b>                  |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Pekmez (kaşık)                |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Çikolata (parça)              |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Çay- bitkisel çay (bardak)    |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |
| Kahve (bardak)                |                 |         |             |             |              |          |     |        |              |