



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAPIDAĞ YARIMADASI LİTORALİNDEKİ (MARMARA
DENİZİ) DEMERSAL BALIK TÜRLERİNDE VE YÜZEY
SEDİMENTİNDE TOPLAM METAL BİRİKİMİ**

EMRE SOYSAL

Biyoloji Anabilim Dalı

Hidrobiyoloji Programı

I. Danışman

Doç. Dr. Lütfiye ERYILMAZ

II. Danışman

Doç. Dr. Nuray BALKIS

Aralık, 2012

İSTANBUL



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KAPIDAĞ YARIMADASI LİTORALİNDEKİ (MARMARA
DENİZİ) DEMERSAL BALIK TÜRLERİNDE VE YÜZEY
SEDİMENTİNDE TOPLAM METAL BİRİKİMİ**

EMRE SOYSAL

Biyoloji Anabilim Dalı

Hidrobiyoloji Programı

I. Danışman

Doç. Dr. Lütfiye ERYILMAZ

II. Danışman

Doç. Dr. Nuray BALKIS

Aralık, 2012

İSTANBUL

2601090183 öğrenci numaralı Emre SOYSAL tarafından hazırlanan bu çalışma 17/12/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı Hidrobiyoloji programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi



Doç. Dr. Lutfiye ERYILMAZ (Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Doç. Dr. Saadet KARAKULAK
İstanbul Üniversitesi
Su Ürünleri Fakültesi



Doç. Dr. Müfit ÖZULUĞ
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi



Doç. Dr. Nagihan GÜLSOY
Marmara Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 14299 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen demersal balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusu ile yüzey sediment örneklerindeki toplam metal içeriklerini (Al, As, Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn) belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca deneyimlerini bana aktaran danışmanım Doç. Dr. Lütfiye ERYILMAZ'a, laboratuvar çalışmalarında ve elde ettiğim verilerin değerlendirilmesindeki yardımlarından dolayı ikinci danışmanım Doç. Dr. Nuray BALKIS'a, manevi desteğini her zaman hissettiğim Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Metal örneklerinin analizi sırasındaki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Dr. Abdullah AKSU'ya, sediment örneklerinin analiz edilmesindeki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Dr. Ayşegül MÜLAYİM'e teşekkürlerimi sunarım.

Metal ölçümlerinin yapıldığı İ.B.B.'nin Akredite Çevre Kirliliği ve Yakıt Laboratuvar Müdürü Yüksek Kimya Mühendisi Cevat YILMAM'a teşekkür ederim.

Arazi çalışması boyunca yardımlarını esirgemeyen yol arkadaşlarım, Saltuk Buğra ARISAL'a, Turgay DURMUŞ'a, Muharrem BALCI'ya, kaptanımız Berkant GÜÇ'e, bana deniz araştırmalarını sevdiren Araş. Gör. Senem ÇAĞLAR'a, Begüm AYFER'e, S. Ünsal KARHAN'a ve Jonathan RICHIR'a teşekkür ederim.

Bu çalışmaya maddi olarak sağlayarak, çalışmanın gerçekleşmesinde önemli rolü olan İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca maddi - manevi desteklerini esirgemeyen başta annem Sakine SOYSAL olmaz üzere aileme ve desteklerini her zaman hissettiğim arkadaşlarım Hüseyin ŞAHİN'e ve Ahmet Yusuf GÜRKAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Aralık 2012

Emre SOYSAL

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|-----------|
| ÖNSÖZ..... | iii |
| İÇİNDEKİLER | iv |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | vi |
| TABLO LİSTESİ | ix |
| SEMBOL LİSTESİ..... | x |
| ÖZET | xii |
| SUMMARY | xiii |
| 1. GİRİŞ..... | 1 |
| 1.1. ÇALIŞMA ALANI | 1 |
| 1.2. DENİZ SUYUNDAKİ BAZI ELEMENTLERİN TOKSİK ETKİLERİ | 2 |
| 2. GENEL KISIMLAR | 6 |
| 3. MALZEME VE YÖNTEM..... | 13 |
| 3.1. DEMERSAL BALIK ÖRNEKLERİNİN ANALİZ YÖNTEMİ..... | 15 |
| 3.1.1. Demersal Balık Örneklerinde Metal (As, Cr, Cu, Pb, Cd, Zn) Analizleri İçin Toplam Çözünürleştirme Yöntemi..... | 15 |
| 3.2. SEDİMENT ÖRNEKLERİNİN ANALİZ YÖNTEMİ..... | 15 |
| 3.2.1. Sedimentteki Metal (Al, As, Cr, Cu, Pb, Zn) Analizleri İçin Toplam Çözünürleştirme Yöntemi..... | 15 |
| 3.2.2 Toplam Kalsiyum Karbonat Analiz Yöntemi | 16 |
| 3.2.3 Toplam Organik Karbon Analiz Yöntemi | 16 |
| 3.2.4. Çamur Yüzdesinin Belirlenmesi..... | 17 |
| 3.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER..... | 17 |
| 4. BULGULAR | 19 |
| 4.1. İNCELENEN BALIK TÜRLERİNİN TAKSONOMİK DURUMU VE GENEL ÖZELLİKLERİ | 19 |
| 4.2. BALIK ÖRNEKLERİNİN BOY VE AĞIRLIK DEĞERLERİ | 23 |

| | |
|---|------------|
| 4.3. ÇALIŞILAN İSTASYONLARDAKİ DENİZ SUYUNUN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ..... | 25 |
| 4.4. KAPIDAĞ YARIMADASI'NDAN ELDE EDİLEN DEMERSAL BALIK TÜRLERİNDE TOPLAM METAL SEVİYELERİ..... | 27 |
| 4.4.1 Arsenik (As)..... | 27 |
| 4.4.2. Kadmiyum (Cd) | 33 |
| 4.4.3 Krom (Cr)..... | 39 |
| 4.4.4 Bakır (Cu)..... | 45 |
| 4.4.5. Kurşun (Pb)..... | 51 |
| 4.4.6. Çinko (Zn) | 57 |
| 4.5. KAPIDAĞ YARIMADASI YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ TOPLAM KARBONAT, TOPLAM ORGANİK KARBON İÇERİKLERİ VE ÇAMUR YÜZDESİ DEĞERLERİ | 63 |
| 4.6. KAPIDAĞ YARIMADASI YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ TOPLAM METAL BİRİKİMİ | 66 |
| 4.6.1. Alüminyum (Al) | 67 |
| 4.6.2. Arsenik (As)..... | 67 |
| 4.6.3. Kadmiyum (Cd) | 68 |
| 4.6.4. Krom (Cr)..... | 69 |
| 4.6.5. Bakır (Cu)..... | 70 |
| 4.6.6. Kurşun (Pb)..... | 70 |
| 4.6.7. Çinko (Zn) | 71 |
| 4.7. YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ, ZENGİNLEŞME FAKTÖRÜ VE YÜZDE ZENGİNLEŞME FAKTÖRÜ | 72 |
| 4.8. YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ, KONTAMİNASYON FAKTÖRÜ VE KORELASYON KATSAYILARI..... | 74 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ..... | 77 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 97 |
| 7. ÖZGEÇMİŞ..... | 107 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | | |
|--------------|--|----|
| Şekil 3.1 | :Kapıdağ Yarımadası'ndaki örnekleme istasyonları..... | 14 |
| Şekil 4.3 | :Sıcaklık (°C), tuzluluk (‰) ve çözünmüş oksijen (mg/l), değerleri arasındaki ilişki..... | 26 |
| Şekil 4.4.1 | : <i>Merlangius euxinus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 28 |
| Şekil 4.4.2 | : <i>Merluccius merluccius</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 29 |
| Şekil 4.4.3 | : <i>Chelidonichthys lucernus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 30 |
| Şekil 4.4.4 | : <i>Chelidonichthys gurnardus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 31 |
| Şekil 4.4.5 | : <i>Mullus barbatus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 32 |
| Şekil 4.4.6 | : <i>Pegusa lascaris</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 33 |
| Şekil 4.4.7 | : <i>Merlangius euxinus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 34 |
| Şekil 4.4.8 | : <i>Merluccius merluccius</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 35 |
| Şekil 4.4.9 | : <i>Chelidonichthys lucernus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 36 |
| Şekil 4.4.10 | : <i>Chelidonichthys gurnardus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 37 |
| Şekil 4.4.11 | : <i>Mullus barbatus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 38 |
| Şekil 4.4.12 | : <i>Pegusa lascaris</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 39 |
| Şekil 4.4.13 | : <i>Merlangius euxinus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi (µg/g kuru ağırlık)..... | 40 |

| | | |
|---------------------|--|-----------|
| Şekil 4.4.14 | :<i>Merluccius merluccius</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 41 |
| Şekil 4.4.15 | :<i>Chelidonichthys lucernus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 42 |
| Şekil 4.4.16 | :<i>Chelidonichthys gurnardus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 43 |
| Şekil 4.4.17 | :<i>Mullus barbatus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 44 |
| Şekil 4.4.18 | :<i>Pegusa lascaris</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 45 |
| Şekil 4.4.19 | :<i>Merlangius euxinus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 46 |
| Şekil 4.4.20 | :<i>Merluccius merluccius</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 47 |
| Şekil 4.4.21 | :<i>Chelidonichthys lucernus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 48 |
| Şekil 4.4.22 | :<i>Chelidonichthys gurnardus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 48 |
| Şekil 4.4.23 | :<i>Mullus barbatus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 49 |
| Şekil 4.4.24 | :<i>Pegusa lascaris</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 50 |
| Şekil 4.4.25 | :<i>Merlangius euxinus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 52 |
| Şekil 4.4.26 | :<i>Merluccius merluccius</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 53 |
| Şekil 4.4.27 | :<i>Chelidonichthys lucernus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 54 |
| Şekil 4.4.28 | :<i>Chelidonichthys gurnardus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 55 |
| Şekil 4.2.29 | :<i>Mullus barbatus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 56 |
| Şekil 4.4.30 | :<i>Pegusa lascaris</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 57 |
| Şekil 4.4.31 | :<i>Merlangius euxinus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 58 |

| | | |
|---------------------|---|-----------|
| Şekil 4.4.32 | :<i>Merluccius merluccius</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 59 |
| Şekil 4.4.33 | :<i>Chelidonichthys lucernus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 60 |
| Şekil 4.4.34 | :<i>Chelidonichthys gurnardus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 61 |
| Şekil 4.4.35 | :<i>Mullus barbatus</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 61 |
| Şekil 4.4.36 | :<i>Pegusa lascaris</i> türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık)..... | 62 |
| Şekil 4.5.1 | :Yüzey sediment örneklerinin toplam karbonat içerikleri..... | 64 |
| Şekil 4.5.2 | :Yüzey sediment örneklerinin toplam organik karbon içerikleri..... | 65 |
| Şekil 4.5.3 | :Yüzey sediment örneklerinin çamur yüzdesi değerleri..... | 65 |
| Şekil 4.6.1 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam alüminyum birikimi..... | 67 |
| Şekil 4.6.2 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam arsenik birikimi..... | 68 |
| Şekil 4.6.3 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam kadmiyum birikimi..... | 69 |
| Şekil 4.6.4 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam krom birikimi..... | 69 |
| Şekil 4.6.5 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam bakır birikimi..... | 70 |
| Şekil 4.6.6 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam kurşun birikimi..... | 71 |
| Şekil 4.6.7 | :Yüzey sediment örneklerindeki toplam çinko birikimi..... | 72 |
| Şekil 5.1 | :Marmara Bölgesi'nin jeolojik haritası..... | 95 |
| Şekil 5.2 | :Marmara Denizi'nin akıntı sistemi..... | 96 |

TABLO LİSTESİ

| | | |
|--------------------|--|-----------|
| Tablo 3.1 | :Kapıdağ Yarımadası'nda çalışılan istasyonlara ait derinlik derinlik ve koordinat değerleri | 14 |
| Tablo 4.2 | :Çalışılan balık türlerinin boy, ağırlık ve regresyon katsayı değerleri..... | 24 |
| Tablo 4.3 | :Örnekleme istasyonlarının fiziko-kimyasal değerleri..... | 25 |
| Tablo 4.4.1 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam arsenik ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları..... | 27 |
| Tablo 4.4.2 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam kadmiyum ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları..... | 33 |
| Tablo 4.4.3 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam krom ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları..... | 39 |
| Tablo 4.4.4 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam bakır ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları..... | 45 |
| Tablo 4.4.5 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin, kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam kurşun ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları..... | 51 |
| Tablo 4.4.6 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam çinko ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları..... | 57 |
| Tablo 4.5 | :Kapıdağ Yarımadası yüzey sediment örneklerindeki toplam karbonat, toplam organik karbon içerikleri ve çamur yüzdesi değeri (%)..... | 63 |
| Tablo 4.6 | :Kapıdağ Yarımadası yüzey sediment örneklerindeki toplam iz element dağılımları..... | 66 |
| Tablo 4.7 | :Yüzey sediment örneklerindeki zenginleşme (EF) ve yüzde zenginleşme (% EF) faktörleri..... | 73 |
| Tablo 4.8.1 | :Yüzey sediment örneklerindeki kontaminasyon faktörleri..... | 75 |
| Tablo 4.8.2 | :Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sediment örneklerinin metal içeriklerine ait korelasyon katsayıları..... | 76 |
| Tablo 5.1 | :Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki toplam metal, karbonat ve organik karbon içerikleri..... | 88 |

SEMBOL LİSTESİ

| | |
|---|-----------------------------|
| % | : yüzde |
| ‰ | : binde |
| %EF | : yüzde zenginleşme faktörü |
| CF | : kontaminasyon faktörü |
| C _{org} | : organik karbon |
| ÇO | : çözülmüş oksijen |
| EF | : zenginleşme faktörü |
| µg/g | : mikrogram/gram |
| µm | : mikrometre |
| g | : gram |
| cm | : santimetre |
| km ² | : kilometre kare |
| km ³ | : kilometre küp |
| m | : metre |
| m ³ | : metre küp |
| ml | : mililitre |
| n | : birey sayısı |
| N | : Normalite |
| °C | : santigrat derece |
| r ² | : regresyon katsayısı |
| Al | : alüminyum |
| As | : arsenik |
| B | : bor |
| Ba | : baryum |
| Ca | : kalsiyum |
| Cd | : kadmiyum |
| Co | : kobalt |
| CO ₂ | : karbondioksit |
| Cr | : krom |
| Cu | : bakır |
| Fe | : demir |
| H ₂ PO ₄ | : fosforik asit |
| H ₂ SO ₄ | : sülfirik asit |
| HCl | : hidroklorik asit |
| HClO ₄ | : perklorik asit |
| Hg | : cıva |
| HNO ₃ | : nitrik asit |
| I | : iyot |
| K | : potasyum |
| K ₂ Cr ₂ O ₇ | : potasyumdikromat |

| | |
|--------------|--|
| Li | : lityum |
| Mg | : magnezyum |
| Mn | : mangan |
| Na | : sodyum |
| NaF | : sodyum florür |
| Ni | : nikel |
| P | : fosfor |
| Pb | : kurşun |
| Se | : selenyum |
| Sn | : kalay |
| Sr | : stronsiyum |
| Zn | : çinko |
| EİE | : Elektrik İşleri Etüd İdaresi |
| EPA | : United State Environmental Protection Agency |
| TGK | : Türk Gıda Kodeksi |
| TÜİK | : Türkiye İstatistik Kurumu |
| UNEPA | : United Nations Environment Programme |

ÖZET

KAPIDAĞ YARIMADASI LİTÖRALİNDEKİ (MARMARA DENİZİ) DEMERSAL BALIK TÜRLERİNDE VE YÜZEY SEDİMENTİNDE TOPLAM METAL BİRİKİMİ

Bu çalışmanın amacı, Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan Kapıdağ Yarımadası'ndaki yüzey sediment ve bazı demersal balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam metal birikimlerini (Al, As, Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn) belirlemektir. Örneklerin metal analizi indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES) ile yapılmıştır. Buna ek olarak deniz suyunun tuzluluk, sıcaklık, çözünmüş oksijen ile yüzey sedimentindeki toplam organik karbon, karbonat ve çamur yüzdesi gibi fizikokimyasal ve jeokimyasal parametreler de ölçülmüştür.

Balık örnekleri, (*Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus* ve *Pegusa lascaris*) Nisan, Mayıs ve Temmuz 2011 ayları boyunca uzatma ağları kullanılarak elde edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, karaciğer ve solungaç dokularındaki metal birikiminin kas dokusundakinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Balıkların kas dokusunda biriken kadmiyum ile bazı istasyonlardaki kurşun değerleri insan tüketimi için tavsiye edilen yasal sınırların üzerindedir.

Sediment örnekleri Nisan 2011'de Van Veen grab ile farklı derinliklerden (0,5-1-5-10-20-30 m) elde edilmiştir. Sediment örneklerinin zenginleşme faktörü (EF), yüzde zenginleşme faktörü (%EF) ve kontaminasyon faktörü (CF) değerleri hesaplanarak Kapıdağ Yarımadası'nın metal kirlilik durumu değerlendirilmiştir.

SUMMARY

ACCUMULATIONS OF THE TOTAL METAL IN DEMERSAL FISH SPECIES AND SURFACE SEDIMENTS OF THE LITTORAL ZONE OF KAPIDAĞ PENINSULA (MARMARA SEA)

The aim of this study is determination of total metal levels (Al, As, Cd, Cr, Cu, Pb and Zn) of surface sediment and muscle, gill and liver tissues of some demersal fish species in Kapıdağ Peninsula where south of Marmara is located. The samples were analyzed using inductive coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES). Moreover physicochemical and geochemical parameters such as salinity, temperature, dissolved oxygen of sea water and total organic carbon, carbonate, mud percentage of surface sediment, were measured.

Fish samples (*Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus* and *Pegusa lascaris*) were obtained with gill net in April, May and July 2011. The results of this study that metal concentrations were found at higher levels liver and gill than muscle. In whole stations for cadmium and some stations for lead values of muscle of fish species were higher than the recommended legal limits for human consumption.

Sediment samples were collected by Van Veen grab from different depths (0,5-1-5-10-20-30 m) in April 2011. Enrichment factors (EF), percentage enrichment factors (%EF) and contamination factors (CF) of sediment samples were calculated and evaluated metal pollution level of Kapıdağ Peninsula.

1. GİRİŞ

1.1. ÇALIŞMA ALANI

Marmara Denizi, Asya ve Avrupa kıtaları arasında yer alan, 11500 km²'lik yüzey alanına, 3380 km³'lük hacime ve 1390 m maksimum derinliğe sahip, kıtalararası küçük bir iç denizdir (Beşiktepe ve diğ., 1995). Çanakkale Boğazı ile Akdeniz'e, İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e bağlanarak Türk Boğazlar Sistemi'ni oluşturur (Ünlüata ve diğ., 1990; Gerin ve diğ., 2010). Marmara Denizi, Akdeniz ile Karadeniz'i birbirine bağlaması nedeniyle bu iki denizin de ekolojik özelliklerini taşımaktadır (Ünlüata ve diğ., 1990; Beşiktepe ve diğ., 1995; Özsoy ve diğ., 2000). Bu deniz iki tabakalı su sistemine sahiptir. Karadeniz kökenli yüzey suyu % 17,6, Akdeniz kökenli alt su tabakası ise yaklaşık % 38,5'lük tuzluluk değerine sahiptir. Bu iki su tabakasının arasında yoğunluk farkı nedeniyle ortalama 25 m derinlikte bir tuzluluk ara tabakası (haloklin) bulunmaktadır (Beşiktepe ve diğ., 2000).

Karadeniz'den İstanbul Boğazı aracılığıyla giren üst su akıntısı, Marmara Denizi'nde saat yönünde bir dolaşım oluşturur. Çanakkale Boğazı'ndan giren Akdeniz kökenli su akıntısı ise yerçekimi ve dünya hareketinin etkisiyle önce batıya, sonra havzanın derinliklerine doğru ilerleyip doğuya doğru hareket eder (Beşiktepe ve diğ., 2000; Özsoy ve diğ., 2000).

Marmara Denizi'ne kıyısı bulunan şehirlerin, kentleşme ve sanayileşme açısından oldukça gelişmiş olmaları, evsel ve endüstriyel pek çok atığın bu denize ulaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca Marmara Denizi'nde gemi trafiğinin yoğun olması bir diğer önemli kirlilik sebebidir. Tuna, Dinyeper, Kızılırmak, Yeşilirmak gibi nehirlerden tarımsal, kentsel ve endüstriyel pek çok atık önce Karadeniz'e, daha sonra İstanbul Boğazı vasıtasıyla Marmara'ya ulaşarak yoğun bir biçimde kirlilik baskısına neden olmaktadır (Kut ve diğ., 2000; Topçuoğlu ve diğ., 2004). Bütün bu kirleticilerin yanı

sıra yıllık 36.432 tonluk balıkçılık aktivitesinin bu bölgede yapılması, Marmara Denizi'nin biyolojik ve ekolojik dengesinin bozulmasına sebep olmaktadır (TÜİK, 2012).

Bu çalışmanın yapıldığı Kapıdağ Yarımadası, Marmara Denizi'nin güneyinde yer almaktadır. Yarımadanın kuzey ve batı yamaçları oldukça diktir, ayrıca kuzey kıyıları oldukça girintili çıkıntılıdır (Özgür, 2008). Yarımadanın batısında Erdek Körfezi, doğusunda ise Bandırma Körfezi bulunur. Erdek Körfezi'ndeki yerleşim yerlerinin gelir kaynakları, başta turizm olmak üzere tarım ve balıkçılıktır. Sanayileşme ve kentleşme bakımından sakin bir ilçe olmasına rağmen, Karabiga ve Gönen nehirleriyle madencilik aktivitesi sonucu oluşan bakır, çinko, kurşun, cıva gibi çeşitli metaller bu körfeze ulaşmaktadır (Balkıs ve Çağatay, 2001). Aynı zamanda evsel atıklar, ötrofikasyon, gemi trafiği, egzotik istilacı türler ve aşırı avcılık Erdek Körfezi'nin ekolojik dengesini tahrip etmektedir (Balkıs ve Çağatay, 2001; Keskin, 2007). Çalışmanın yapıldığı Bandırma Körfezi'nin bulunduğu Bandırma ilçesi, Güney Marmara Denizi'nin ikinci büyük limanına sahip olması ve İstanbul'a yakınlığı nedeniyle ekonomik yönden hızla gelişmektedir (Kurun, 2010). Bölge aynı zamanda gıda, kimyasal gübre, bor ve asit üreten fabrikalara sahip önemli bir sanayi merkezidir. Bu ve benzeri sanayi kuruluşlarının atıklarının bu körfeze boşaltılması önemli kirlilik sorunlarına sebep olmaktadır (Koç, 2002). Yarımadanın kuzeyinde ise geçimini balıkçılık ve tarımla sağlayan birkaç köyden başka yerleşim yeri bulunmamaktadır.

1.2. DENİZ SUYUNDAKİ BAZI ELEMENTLERİN TOKSİK ETKİLERİ

Demir (Fe), çinko (Zn), kobalt (Co), manganez (Mn), nikel (Ni), krom (Cr) gibi metaller ve selenyum (Se) gibi ametal veya yarı metal elementler organizmaların hayatlarını devam ettirebilmeleri için gereklidir. Esansiyel metal olarak isimlendirilen bu grup, enzimatik reaksiyonlarda kofaktör görevi üstlenmesine karşın, aşırı dozlarda alındığında canlılarda toksik etkilere neden olabilirler. Kadmiyum (Cd), cıva (Hg), kurşun (Pb) gibi metaller ve arsenik (As) gibi yarı metalik elementler ise düşük konsantrasyonlarda alınsa bile canlıların enzimlerini inhibe ederek pek çok sağlık sorunlarına sebep olabilirler (Förstner ve Wittmann, 1981; Canlı ve Atlı, 2003;

Topçuoğlu, 2005; Türkmen ve diğ., 2005; 2008; Uluozlu ve diğ., 2007; Mendil ve diğ., 2010; Ciardullo ve diğ., 2008; Tüzen, 2009; Gailer, 2007).

Kadmiyum (Cd) ve kadmiyum bileşikleri insan sağlığı için çok toksik ve kanserojendir (Neff, 2004). Kadmiyumun hedef organları böbrek, karaciğer ve kemik dokusudur (Alomary ve Belhadj, 2007). 1960'lı yıllarda Japonya'nın Jintsu nehrinde kadmiyumla kontamine olmuş suyun içilmesi sonucu pek çok insan kemik ya da eklem ağrılarına neden olan "itai itai" hastalığına yakalanmışlardır (Förstner ve Wittmann, 1981).

Arsenik (As), Amerika Çevre Koruma Acentası (EPA) tarafından bir numaralı kirletici olarak tanımlanmıştır (UNEP, 2001). Arsenik, insanda başta deri kanseri olmak üzere, prostat, böbrek, akciğer, karaciğer, kolon kanseri ve siroza sebep olmaktadır (Baş ve Demet, 1992; UNEP, 2001). Tayvan'da içme suyunda arseniğin sebep olduğu Black Foot hastalığı (Damar sistemi hasarı) ile deri kanseri hastalıklarının artışı arasında belirgin bir ilişkinin olduğu görülmüştür (Förstner ve Wittmann, 1981).

Krom (Cr (VI)), organizmalar için gerekli (esansiyel) bir element olmasına karşın, 6 değerlikli krom (Cr VI) insanda toksik etkiler oluşturmaktadır (Förstner ve Wittmann, 1981). Krom ayrıca akciğer, üst solunum yolları ve mesane kanseri ile alerjik deri reaksiyonlarına, kronik ülser ve mide delinmesine de yol açmaktadır (Katz ve diğ., 2001; Frag ve diğ., 2006).

Kurşunun (Pb) hem akut hem de kronik toksisitesi bilinmektedir, hedef organlarıysa beyin, böbrek, üreme organları, kalp ve kan dolaşım sistemidir (Massadeh ve diğ., 2004; Alomary ve Belhadj, 2007). Merkezi sinir sisteminde sefalopati (karaciğere bağlı beyin hastalığı), körlük ile sinir-kas rahatsızlıklarına ve kan dolaşımında eritrositlerin hem sentezinin azalması hem de ömrünü kısaltması nedeniyle anemiye neden olur. Ayrıca solunum ve sindirim sisteminde tümör oluşumuna, üreme organlarına etki ederek de kısırılığa sebep olmaktadır (Förstner ve Wittmann, 1981).

Çinko (Zn), 200'den fazla enzim ve proteinle ilişkili olmasından dolayı, hücreler için önemli bir unsurudur. Yaşam için gerekli organogen bir metal olan çinko, bazı deniz organizmaları tarafından metabolik ihtiyaçtan dolayı çok fazla miktarda

biriktirmektedir. Çinko, doğal oluşumunun yanısıra çevreye, fosil yakıtların tüketimi, üretimi ve geniş kullanımı sonucu aşırı miktarda girmektedir (Förstner ve Wittmann, 1981). Yüksek miktarda çinko tüketildiğinde sindirim sistemi bozukluklarına ve diareye neden olmaktadır. Bununla birlikte elementel çinkonun 12 gramının iki günlük periyotta tüketimi sonucunda çeşitli hematolojik problemler ile hepatit ve renal bozukluklara neden olduğu belirlenmiştir (Baş ve Demet, 1992)

Denizel ortama giren ağır metaller, yapay ya da doğal kaynaklı olabilirler (Yazkan ve diğ., 2001; Pourang ve diğ., 2005; Aksu ve diğ., 2011). Nehirler, erozyonlar, volkanik hareketler ve atmosferik taşınımlar doğal kaynaklı kirleticileri oluştururken; madencilik, rafineri tesisleri, fosil yakıtlar, tarımda kullanılan metal ürünler, arıtılmadan boşaltılan evsel ve endüstriyel atıklar ise yapay kaynaklı kirleticileri oluştururlar (Balkıs ve Çağatay, 2001; Pekey ve diğ., 2004; Al-Yousef ve diğ., 2000; Türkmen ve diğ., 2005; 2008; Topçuoğlu, 2005; Dalman ve diğ., 2006; Mendil ve diğ., 2010). İster doğal kaynaklı olsun ister insan kaynaklı olsun, denize ulaşan metaller potansiyel olarak sedimentte birikir. Bu yüzden denizlerin yüzey sedimentindeki metal kirliliği seviyelerinin belirlenmesi ve izlenmesi büyük önem taşımaktadır (Tüzen, 2003; 2009; Uluozlu ve diğ., 2007; Tuncel ve diğ., 2007).

Balıklar, deniz suyundan solunum vasıtasıyla, sedimentten absorpsiyonla ve besinlerden besin zinciri vasıtasıyla aldığı metalleri vücutlarında biriktirirler (Ciardullo ve diğ., 2008; Mendil ve diğ., 2010; Yılmaz ve diğ., 2007). Balıkların dokularında biriken bu metaller besin zinciri vasıtasıyla insanlara kadar ulaşarak akut ve kronik pek çok hastalığa neden olur (Al-Yousef ve diğ., 2000; Tüzen, 2003; Dural ve diğ., 2007). Balıklarda metal seviyelerinin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda çoğunlukla kas, karaciğer ve solungaç dokuları kullanılmaktadır. Balıkların kas dokusu, insanlar tarafından tüketilmesi nedeniyle, insan sağlığını yakından ilgilendirmektedir. Solungaç dokusunun suyla sürekli temas halinde olması ve karaciğer dokusunda metal birikiminin yüksek ve enzim aktivitesinin yoğun olması nedeniyle, solungaç ve karaciğer dokusu hedef organ olarak seçilmektedirler (Yılmaz, 2003).

Bu çalışmanın amacı, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen yüzey sediment örneklerinde ve demersal balık türlerindeki toplam metal (Al, As, Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn) birikimlerini belirlemektir.

2. GENEL KISIMLAR

Türkiye’de deniz balıklarının çeşitli doku ve organlardaki toplam metal birikimiyle ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Bat ve diğ., (1996) Karadeniz’de ticari balıklardan *Mullus barbatus*, *Merlangius merlangus euxinus*, *Trachurus trachurus* ve *Engraulis encrasicolus* türlerinde 7 farklı metalin derişimlerini belirlemiştir. Ayrıca balıkların karaciğer dokusunda metal birikiminin kas dokusuna nazaran daha yüksek seviyede olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada balıkların tüketilmeden önce karaciğer dokusunun fazla bulaştırılmadan çıkarılması ve iyice yıkanması tavsiye edilmiştir.

Kocahan’ın 1999 yılında yaptığı tez çalışmasında, Marmara Denizi’ndeki 30 farklı istasyondan elde edilen demersal balık türlerinden berlam (*Merluccius merluccius*), öksüz (*Trigla lyra*), barbunya (*Mullus barbatus*), benekli kırlangıç (*Eutrigla gurnardus*) ve benekli hani (*Serranus hepatus*) türlerinin kas dokularındaki Hg, Pb, Cd, Cu, Zn ve Fe içeriklerini araştırmıştır. Balıkların beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak, beslenmesini sedimentten sağlayan türlerin yumuşak dokularındaki metal miktarının daha fazla olduğunu saptamıştır.

Kalay ve diğ. (1999)’nin Akdeniz’in kuzeydoğusunda *Mullus barbatus*, *Caranx crysos* ve *Mugil cephalus* türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn ve Fe derişimlerini analiz etmişlerdir. Mersin ve İskenderun illerinde yapılan tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin kirliliğe neden olduğunu belirlemiştir.

Yazkan ve diğ. (2001), Antalya Körfezi’nden 2000 yılının Ocak, Şubat ve Mart aylarında avlanan balık türlerinin (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Trachurus trachurus*, *Pagellus acarne*, *Dicentrarchus labrax*, *Sparus auratus*, *Sardinella aurita*, *Boops boops*, *Scomber japonicus* ve *Solea solea*) kas ve karaciğer dokularında Cu, Zn, Pb ve Cd içeriklerini belirlemiştir. Elde edilen sonuçlar, incelenen türlerin tamamında, analiz edilen ağır metaller açısından Türk Gıda Kodeksinde belirlenen limitlere göre henüz bir tehlikenin olmadığını göstermiştir, ancak Cd’un bu limite yaklaşan metal olarak dikkat çektiğini belirlemiştir.

Küçüksezgin ve diğ. (2001), Türkiye'nin Ege kıyılarından elde ettikleri *Mullus barbatus* türünün kas dokusundaki iz element (Hg, Cd, Pb) seviyelerini belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda bu balık türündeki metal birikimini $Cd < Hg < Pb$ olarak tespit etmişlerdir.

Topçuoğlu ve diğ. (2002)'nin Karadeniz'in Türkiye kıyılarında yaptığı çalışmada *Alosa bulgarica*, *Merlangius euxinus* ve *Dicentrarchus labrax* türlerinin kas dokusunda Cd, Co, Cr, Ni, Fe, Mn, Pb ve Cu içeriklerini belirlemişlerdir. Çok miktarda endüstriyel ve tarımsal atığın nehirlerle Karadeniz'e boşaltıldığı ve bu durumun Karadeniz'de açıkça metal kirliliğine neden olduğunu belirlemişlerdir.

Yılmaz (2003), İskenderun Körfezi'nden elde ettiği *Mugil cephalus* ve *Trachurus trachurus* türlerinde biriken çeşitli ağır metallerin (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb, Zn) seviyelerini belirlemiştir. Bu iki türde metal birikiminin yüksek olduğunu ve hatta bazı metal miktarlarının insan tüketimi için uygun olmadığını ortaya koymuştur. Bu sonuçların gelecek için önemli bir uyarı olduğunu ve önlem alınması gerektiğini rapor etmiştir.

Canlı ve Atlı (2003), Akdeniz'deki bölge balıkçılarından elde ettikleri 6 balık türündeki (*Sparus auratus*, *Atherina hepsetus*, *Mugil cephalus*, *Chelidonichthys cuculus*, *Sardina pilchardus* ve *Scomberesox saurus*) Cd, Cr, Cu, Fe, Pb ve Zn derişimlerini göstermişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, balıklarda biriken iz elementlerin yalnızca sudaki ağır metal seviyesine bağlı olmadığına, buna ek olarak sudaki tuzluluk, pH, sıcaklık gibi çevresel faktörlerin de rol oynayabileceğini belirtmişlerdir.

Türkmen ve diğ. (2005), İskenderun Körfezi'ndeki çeşitli ticari balık türlerinde (*Saurida undosquamis*, *Sparus aurata* ve *Mullus barbatus*) biriken Al, Cr, Cu, Mn, Co, Ni, Cd, Pb, Zn ve Fe seviyelerini belirlemişlerdir. Bu körfezdeki metaller seviyelerinin daha önceki çalışmalarla benzer sonuçlar gösterdiğini ve tüketilebilir sınırların altında olduğunu rapor etmişlerdir.

Çoğun ve diğ. (2006), Akdeniz'in kuzeydoğusunda *Mugil cephalus* ve *Mullus barbatus* türlerindeki kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken Cd, Cu, Pb, Fe ve Zn içeriklerini belirtmişlerdir. Dokularda biriken metal seviyelerinin $Fe > Zn > Cu > Pb > Cd$ olduğunu, ayrıca her iki balık türünün kas dokusunda biriken metal miktarlarının insan tüketimi için önerilen üst sınırının altında olduğunu tespit etmişlerdir.

Uluozlu ve diğ. (2007), Ege ve Akdeniz'den elde edilen *Engraulis encrasicolus*, *Merlangius merlangus*, *Mullus barbatus*, *Pomatomus saltatrix*, *Trachurus trachurus*, *Mugil cephalus*, *Sarda sarda*, *Scorpaena porcus*, *Sparus aurata* türlerindeki Cu, Cd, Pb, Zn, Mn, Fe, Cr ve Ni seviyelerini ve balık örneklerindeki Cd ve Pb birikiminin tavsiye edilen resmi sınırların üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Keskin ve diğ. (2007), Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada *Merlangius merlangus*, *Liza aurata*, *Macna smaris*, *Mullus barbatus*, *Elliptio buckleyi*, *Merluccius merluccius*, *Engraulis encrasicolus*, *Diplodus vulgaris*, *Pagellus erythrinus*, *Solea solea*, *Pomatomus saltatrix*, *Sardina pilchardus*, *Scomber scombrus*, *Sarda sarda* ve *Atherina boyeri* türlerindeki Hg, Pb, Cu ve Cd seviyelerini belirlemişlerdir. Elde ettiği sonuca göre Marmara Denizi'ne nehirlerle veya direkt deşarjlarla pek çok endüstriyel, tarımsal ve evsel atığın bu denize boşaldığını ve ayrıca dip balıklarının kirlilik izleme çalışmaları için önemli olduğunu, ancak dünyada yapılan çalışmaların yetersiz olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Dural ve diğ. (2007), İskenderun'nun Tuzla Lagünü'nden elde edilen *Dicentrarchus labrax*, *Sparus aurata*, *Mugil cephalus* türlerindeki kas, karaciğer, solungaç ve gonad dokularındaki Cd, Pb, Cu, Zn ve Fe içeriklerini belirlemişlerdir. Zn, Cd ve Pb seviyelerinin insan tüketimi için belirlenen sınırların üzerinde olduğunu ve kas dokusunda biriken metal miktarının diğer dokulara nazaran daha düşük olduğunu rapor etmişlerdir.

Uysal ve diğ. (2008), Antalya'nın Beymelek Lagünü'nde *Lithognathus mormyrus*, *Liza aurata*, *Mugil cephalus*, *Chelon labrosus*, *Sparus aurata* türlerinin kas, deri ve solungaç dokularındaki Cu, Zn, Mn, Fe, Mg, Ni, Cr, Co ve B derişimlerini belirlemişlerdir. Balıkçılık açısından önemli olan Beymelek Lagünü'nde, balıklardaki metal birikiminin Akdeniz'in diğer bölgelerindeki sonuçlara göre daha düşük seviyelerde olduğunu ve insan tüketimi için önerilen üst sınırların altında olduğunu belirtmişlerdir.

Türkmen ve diğ. (2008), Türkiye'nin Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarından elde edilen 12 balık türünün (*Chelidonichthys gurnardus*, *Scorpaena porcus*, *Sarpa salpa*, *Boops boops*, *Diplodus vulgaris*, *Sciaena umbra*, *Pagellus bogaraveo*, *Sparus aurata*, *Sphyraena sphyraena*, *Ophidion barbatum*, *Remora australis* ve *Diplodus puntazzo*) kas ve karaciğer dokularındaki Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mg, Ni, Pb ve Zn seviyelerini

belirlemişlerdir. Karaciğer dokusundaki metal birikiminin, kas dokusundan daha yüksek olduğunu ve bazı istasyonlarda Cd, Cr ve Pb seviyelerinin insan tüketimi için önerilen üst sınırın üstünde olduğunu rapor etmişlerdir.

Türkmen ve diğ. (2009), Ege ve Akdeniz'den elde ettikleri *Pagellus acarne*, *Trigla lyra*, *Serranus scriba*, *Scomber japonicus*, *Scyliorhinus canicula*, *Pomadasys incisus*, *Uranoscopus scaber*, *Liza ramado*, *Dicentrarchus labrax*, *Trachinotus ovatus*, *Pagrus coeruleostictus*, *Sphyræna viridensis* türlerinin kas ve karaciğer dokularında biriken Cd, Cr, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn içeriklerini belirlemişlerdir. Sonuçlara göre bu balıklarının yenilebilir dokularının tüketilmesinin herhangi bir sağlık sorununa neden olmayacağını işaret etmişlerdir.

Tüzen (2009), Karadeniz'de *Psetta maxima*, *Scomber scombrus*, *Merlangius merlangus*, *Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Pomatomus saltatrix*, *Sarda sarda*, *Trachurus trachurus*, *Engraulis encrasicolus* ve *Sprattus sprattus* türlerinde biriken Hg, As, Pb, Cd, Fe, Cu, Mn, Zn, Se, Cr ve Ni birikimlerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda özellikle Cd seviyesinin oldukça yüksek olduğunu ve bu balıkların tüketilmesinin Cd açısından zararlı olabileceğini bildirmiştir.

Özden ve diğ. (2010), İstanbul bölge marketlerinden elde ettiği *Solea solea*, *Mullus surmuletus* ve *Merlangius merlangus* türlerinde biriken Hg, Se, Cd, Pb, Cu, Zn, Al, Fe, As, Co, Mn, Ni, Sn, Cr, Na, K, Mg, Ca, P ve I içeriklerini belirlemişlerdir. Cıva seviyelerinin tüm balık türlerinde yasal seviyelerin üstünde, kurşun ve kadmiyumun ise *Mullus surmuletus* türünde yüksek olduğunu belirtmişlerdir. İz minerallerinin toplum sağlığını tehdit ettiğini ve insanlarda pek çok kronik hastalığa neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Mendil ve diğ. (2010), Karadeniz'de *Sarda sarda*, *Mullus barbatus*, *Trachurus trachurus*, *Merlangius merlangus* türlerinin kas dokularında biriken Fe, Zn, Pb, Cr, Mn, Cu, Cd ve Co seviyelerini analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlar Pb ve Cd içeriklerinin tüketilebilir üst sınırların üzerinde olduğunu belirlemişlerdir.

Yılmaz ve diğ. (2010) İskenderun Körfezi'nde *Trigla lucerna*, *Lophius budegassa* ve *Solea lascaris* türlerinin kas, deri ve karaciğer dokularındaki Na, Ca, K, Ba, Al, Mg, Li, Fe, Cu, Zn, Mn, Sr, Cr, Cd, Co, Pb, Ni ve As birikimlerini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre kas dokusunda biriken As ve Na miktarlarının deri ve karaciğerde

yüksek olduğunu, geri kalan iz elementlerde ise deri > karaciğer > kas sıralamasını elde etmişlerdir. Bu elementlerin, balıkların kas dokusunda biriken metal seviyeleri legal sınırların altında olmasına karşın, evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklara bağlı olarak gelecekte ciddi problemlerin olabileceğini işaret etmişlerdir.

Aksu ve diğ. (2011), Marmara Denizi'nden elde ettiği *Merluccius merluccius* türünün kas dokusunda biriken Pb, Cd, As ve Hg içeriklerini belirlemişlerdir. Toksik metal seviyelerini Pb > Cd > As > Hg olarak sıralamışlar ve Cd değerini tüketilebilir üst sınırların üstüneyken, As ve Hg'nın bu değerlerin altında olduğunu rapor etmişlerdir.

Balkıs ve diğ. (baskıda) Güney Karadeniz şelfinden elde ettikleri *Mytilus galloprovincialis* ve *Merlangius merlangus euxinus* örneklerinde Pb, Cd, Hg ve As içeriklerini incelenmişlerdir. Yapılan analizlerde Pb, Cd ve As içeriklerinin genel olarak şelf boyunca yüksek olduğuna, Pb ve Cd gibi toksik elementlerin ise Su Ürünleri Kontrol Yönetmeliğine göre kabul edilen değerlerin üzerinde olmasının, insan sağlığı açısından önemli bir risk unsuru oluşturacağına dikkati çekmişlerdir.

Marmara Denizi'nin yüzey sedimentindeki metal birikimiyle ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Balkıs ve Çağatay (2001) Erdek Körfezi'ndeki yüzey sediment örneklerinde biriken Al, Fe, Mn, Ni, Co, Cr, Cu, Zn, Pb ve Hg birikimlerini belirlemişlerdir. Karabiga ve Gönen nehirlerinin yoğun miktarda kirleticiyi bu körfeze getirdiğini saptamışlardır.

Topçuoğlu ve diğ. (2002), Marmara'nın kuzeydoğusundan elde ettiği yüzey sediment örneklerindeki Cd, Co, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn, Pb ve Cu seviyelerini belirlemişlerdir. Karadeniz'den başta ağır metaller olmak üzere pek çok kirleticinin Marmara Denizi'ne ulaştığını, buna ek olarak İstanbul ve İzmit gibi endüstriyellemenin ve şehirleşmenin yüksek olduğu bu illerden yüksek miktarda atığın bu denize boşaltıldığını rapor etmişlerdir.

Algan ve diğ. (2004), Marmara Denizi'nin şelf sediment örneklerindeki Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr, Co ve Hg içeriklerini belirlemişlerdir. Türkiye nüfusunun %20'sinin Marmara Denizi kıyılarında bulunan şehirlerde yaşadığını ve bu durumun yüksek miktarda evsel atığın bu denize deşarj edilmesine neden olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca, Marmara Denizi'nin kıyılarındaki şehirlerde başta gıda, tekstil, kimya ve metal olmak üzere pek çok endüstriyel atığın kirliliğe neden olduğunu belirtmişlerdir.

Pekey ve diğ. (2004), İzmit Körfezi'nden elde ettikleri yüzey sediment örneklerindeki As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn seviyelerini belirlemişlerdir. İzmit Körfezi'nin kirlilik kaynaklarının evsel ve endüstriyel atıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Kurun ve diğ., (2007)'nin Marmara'nın kuzeydoğusundan (Büyükçekmece, Silivri, Tekirdağ, Şarköy) elde ettikleri sediment örneklerindeki, Al, Cu, Mn, Pb, Zn Cd, Fe ve Ni birikimlerini belirlemişlerdir ve Cu, Zn, Hg ve Fe değerlerinin ortalamasının altında, Al, Mn ve Cd değerlerinin ise ortalamasının üstünde olduğunu tespit etmişlerdir.

Ünlü ve diğ. (2008), Gemlik Körfezi'nin yüzey sediment örneklerindeki Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn içeriklerini belirlemişlerdir. Gemlik Körfezi'nin yarı kapalı bir körfez olması nedeniyle Cr, Fe, Mn ve Ni birikiminin çok yüksek seviyelerde olduğunu rapor etmişler ve bu körfezin başlıca kirlilik nedenlerinin, kentsel, endüstriyel ve gemi atıklarından kaynaklandığını saptamışlardır.

Altun ve diğ. (2009), Küçükçekmece Lagünü'nden elde ettikleri sediment örneklerindeki Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb ve Zn birikimlerini belirlemişlerdir. Sedimentte biriken ağır metallerin balıkçılık için bir risk oluşturabileceğini, Küçükçekmece Lagünü'ndeki balık faunasının son 20 yılda dramatik bir biçimde düştüğünü saptamışlardır.

Taşkın ve diğ. (2011) ile Aksu ve Taşkın (2012)'nin İstanbul kıyılarından alınan yüzey sediment örneklerindeki Al, Fe, Mn, Cu, Pb, Cd ve Cr içeriklerini belirlemişlerdir. Her iki çalışmada da EF ve CF değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca İstanbul'dan Marmara Denizi'ne yoğun miktarda antropojenik girdilerin olduğunu da saptamışlardır.

Mülayim ve diğ. (2012), Bandırma ve Erdek Körfezleri'nin sediment örneklerindeki Al, Fe, Mn, Ni, Cu, Zn, Cr, Cd, Pb ve Hg derişimlerini belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre Pb, Cd, ve Hg elementlerinin ortalamasının altında olduğunu bulmuşlardır. Her iki körfezin kirlenme nedenini ise, nehirler vasıtasıyla evsel ve endüstriyel atıkların bu körfezlere boşalması olarak saptamışlardır.

Balkıs ve Aksu (2012), Batı Karadeniz Şelfinden elde ettikleri yüzey sedimentlerinde Pb ve Cd içeriklerinin ortalamasının üzerinde olduğunu ve EF değerlerinin de tüm istasyonlarda 1,5 değerinin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Aynı bölgeden toplanan

midye örneklerinde de metallerin bolluk sırasının $Zn < Mn < Cu < Ni < Cd < Cr < Hg < Pb$ şeklinde olduğunu rapor etmişlerdir.

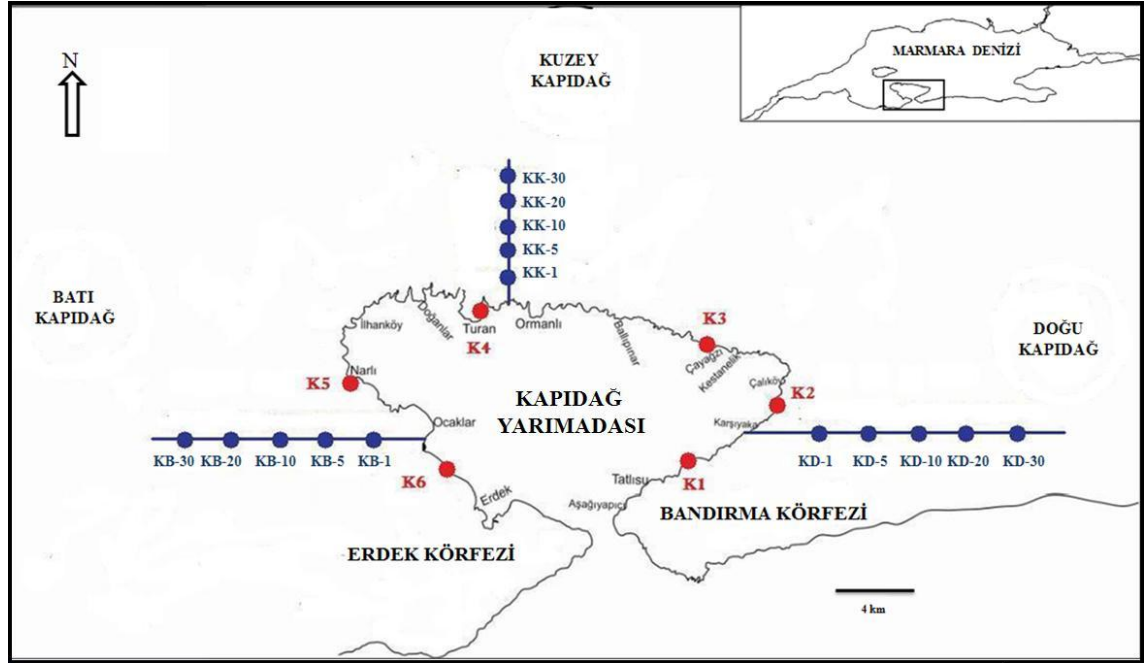
3. MALZEME VE YÖNTEM

Demersal balıklara ait örnekleme 2011 yılının Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında uzatma ağları kullanılarak örnekleme yapılmıştır. Balık örnekleme, Kapıdağ'ın doğusunda Ocaklar, kuzeyinde Turan, batısında ise Karşıyaka açıklarından yapılmıştır. Örneklemede elde edilen balık türlerinin sistematik olarak sınıflandırılmasında Nelson (2006), Fischer ve diğ. (1987), Whitehead ve diğ. (1987)'den, türlerin adlandırılmasında Eschmeyer (2012) esas alınmıştır. Örnekler, analizler yapılmaya kadar -18 °C'de plastik poşetlerde muhafaza edilmiştir.

Kimyasal analizler yapılmadan önce balıkların total ve standart boyları (cm) ile ağırlıkları (g) ölçülmüştür (Tablo 4.2). Balıkların kas, karaciğer ve solungaç dokuları plastik bıçaklar ile kontaminasyon olmamasına özen gösterilerek alınmıştır (UNEP, 1984). Balık bireylerinden alınan dokular liyofilizatör yardımıyla -55 °C'de soğuk kurutma yöntemiyle kurutulup yeniden tartılmıştır.

5-8 Nisan 2011 tarihinde 0,5-1-5-10-20-30 m derinliklerinden Kapıdağ Yarımadası littoralinin batısı, kuzeyi ve doğusundan Van Veen grab kullanılarak sediment örnekleri elde edilmiştir. Örnekleme istasyonlarının koordinatları Tablo 3.1'de, örnekleme noktalarının şematik görünüşünü Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Elde edilen örnekler plastik torbalara konulmuş ve analizler yapılmaya kadar -18 °C'de derin dondurucuda saklanmıştır. Toplam metal analizlerinden önce, örnekler liyofilizatör yardımıyla -55°C'de soğuk kurutma yöntemiyle kurutulmuştur.

5-8 Nisan 2011 tarihinde örnekleme yapılan her istasyonun deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu ve çözünmüş oksijen (ÇO) değerleri belirlenmiştir (Tablo 4.3). Sıcaklık, örnekleme şişesi üzerinde bulunan termometre ile ölçülmüştür. Tuzluluk tayini Mohr-Knudsen metoduna göre gümüş nitrat titrasyonu ile (Ivanoff, 1972), çözünmüş oksijen miktarı ise Winkler metoduna göre sodyum tiyosülfat titrasyonu ile yapılmıştır (Winkler, 1888).



Şekil 3.1: Kapıdağ Yarımadası'ndaki örnekleme istasyonları.

Tablo 3.1: Kapıdağ Yarımadası'nda çalışılan istasyonlara ait derinlik ve koordinat değerleri

| İstasyonlar | Bölge | Koordinatlar | | Derinlik (m) |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Enlem | Boylam | |
| KK1 | Kapıdağ Kuzey | 40°30'48,1"N | 27°48'14,1"E | 1 |
| KK5 | | 40°30'51,7"N | 27°48'15,8"E | 5 |
| KK10 | | 40°30'55,8"N | 27°48'21,4"E | 10 |
| KK20 | | 40°30'59,4"N | 27°48'21,3"E | 20 |
| KK30 | | 40°31'10,9"N | 27°48'27,4"E | 30 |
| KB1 | Kapıdağ Batı | 40°26'08,2"N | 27°44'55,0"E | 1 |
| KB5 | | 40°26'08,4"N | 27°44'54,2"E | 5 |
| KB10 | | 40°26'08,5"N | 27°44'53,2"E | 10 |
| KB20 | | 40°26'11,4"N | 27°44'48,3"E | 20 |
| KB30 | | 40°26'11,0"N | 27°44'46,1"E | 30 |
| KD1 | Kapıdağ Doğu | 40°26'38,7"N | 28°00'32,2"E | 1 |
| KD5 | | 40°26'39,1"N | 28°00'32,5"E | 5 |
| KD10 | | 40°26'37,2"N | 28°00'33,4"E | 10 |
| KD20 | | 40°26'35,5"N | 28°00'31,6"E | 20 |
| KD30 | | 40°26'32,5"N | 28°00'30,8"E | 30 |
| K1 | Kıyı | 40°25'22,7"N | 27°57'17,7"E | 0-0,5 |
| K2 | | 40°27'35,9"N | 28°01'23,7"E | 0-0,5 |
| K3 | | 40°29'33,7"N | 27°57'52,9"E | 0-0,5 |
| K4 | | 40°30'24,1"N | 27°47'30,9"E | 0-0,5 |
| K5 | | 40°29'38,9"N | 27°40'59,5"E | 0-0,5 |
| K6 | | 40°26'04,0"N | 27°44'53,3"E | 0-0,5 |

3.1. DEMERSAL BALIK ÖRNEKLERİNİN ANALİZ YÖNTEMİ

3.1.1. Demersal Balık Örneklerinde Metal (As, Cr, Cu, Pb, Cd, Zn) Analizleri İçin Toplam Çözünürleştirme Yöntemi

Liyofilizasyon yöntemi ile kurutulmuş olan balık bireylerinin kas, karaciğer ve solungaç dokularının her birinden 0,5'er gram tartılarak plastik tüplere konulmuştur. Üzerine 5 ml Nitrik asit (HNO₃) ve 3 ml Sülfirik asit (H₂SO₄) eklenerek üzerleri kapatılmıştır. Daha sonra kapalı sistemde (mikrodalga fırın) çözünürleştirme işlemi yapılmıştır. Çözünürleştirme işleminin ardından örnekler saf su ile 10 ml'ye seyreltilip plastik şişelere konularak buzdolabında ICP-OES'de analizler yapılmaya kadar saklanmıştır (UNEP, 1984; 1985). Analizler 0,01 µg/g hassasiyetinde ölçülmüştür. Balık örneklerinin metal içerikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$C = C_o \times DF/W$$

C: Toplam metal miktarı (µg/g)

C_o: ICP-OES'de okunan değer

DF: Seyreltme faktörü (ml)

W: Çözünürleştirilen örnek miktarı.

3.2. SEDİMENT ÖRNEKLERİNİN ANALİZ YÖNTEMİ

3.2.1. Sedimentteki Metal (Al, As, Cr, Cu, Pb, Zn) Analizleri İçin Toplam Çözünürleştirme Yöntemi

Kapıdağ Yarımadası'nda belirlenen 3 farklı bölgeden ve farklı derinliklerden elde edilen 21 sediment örneğinden 0,5'er gram tartılarak plastik tüplere konulmuştur. Üzerine 5 ml nitrik asit (HNO₃), 2 ml perklorik asit (HClO₄) ve 1 ml sülfirik asit (H₂SO₄) eklenerek üzerleri kapatılmıştır. Daha sonra mikrodalga fırında (kapalı devre sistemde) çözünürleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. Çözünürleştirme işleminin ardından örnekler saf su eklenip 10 ml'ye tamamlanarak saflaştırma işlemi gerçekleştirilmiş ve plastik şişelere konularak buzdolabında ICP-OES'de analizler yapılmaya kadar

muhafaza edilmiştir (Tessier, 1979; Loring ve Rantala, 1992). Analizler 0,01 µg/g hassasiyetinde ölçülmüştür. Sediment örneklerinin metal içerikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$C = C_o \times DF/W$$

C: Toplam metal miktarı (µg/g)

C_o: ICP-OES’de okunan değer

DF: Seyreltme faktörü (ml)

W: Çözünürleştirilen örnek miktarı.

3.2.2 Toplam Kalsiyum Karbonat Analiz Yöntemi

Toplam kalsiyum karbonat analizi için elde edilen sediment örnekleri ilk olarak 150 °C’de kurutulmuştur. Kurutulan örnekler agat havanda dövülmüş ve her bir istasyondaki örneklerden 1’er gram tartılarak 5 ml 4N hidroklorik asit (HCl) ile reaksiyona sokulmuştur. Ortaya çıkan CO₂ gazı volumetrik olarak ölçülmüş ve yüzde karbonat miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Loring ve Rantala, 1992).

$$\% \text{CaCO}_3 = 100 \times V / W$$

V: Açığa çıkan CO₂ gazı (cm)

W: 1 grama eşdeğer CaCO₃ miktarı

3.2.3 Toplam Organik Karbon Analiz Yöntemi

Yüzey sedimentindeki toplam organik karbon içeriği Walkey-Blake yöntemiyle hesaplanmıştır (Gaudette ve diğ., 1974; Lorning ve Rantala, 1992). Sediment örnekleri ilk olarak 105 °C’de kurutulmuş ve örnekler agat havanda dövülerek, her bir istasyondan 0,5’er gram tartılmış ve erlenmayer şişesi içerisine konulmuştur. Ardından örnekler 10 ml 1 N potasyumdikromat (K₂Cr₂O₇) ve 20 ml konsantre sülfirik asit (H₂SO₄) ile reaksiyona sokulmuş ve ardından 200 ml’ye seyreltilmiştir. 10 ml konsantre fosforik asit (H₂PO₄), 0,2 g sodyum florür (NaF) ve 1 ml difenilamin eklenerek demir

amonyum ile titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Benzer işlemler standart için glukoz ve blank (kör) çözeltisi için de uygulanmıştır. Örneklerin toplam organik karbon içerikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%C_{org} = 3,951/g \times (1-T/S)$$

g: Kurutulmuş örneğin ağırlığı

S: Demir amonyum çözeltisi, blank (ml)

T: Demir amonyum çözeltisi, örnek (ml)

3.2.4. Çamur Yüzdesinin Belirlenmesi

Sediment örneklerinde biriken tuzu uzaklaştırmak için örneklerin içerisine bir miktar saf su konulmuş ve sifonlama yardımıyla birkaç kez yıkanmıştır. Bu işlemin ardından örnekler 105 °C'de etüv yardımıyla kurutulmuş ve hassas terazide tartılmıştır. Daha sonra tartılan örneklere bir miktar saf su ile kireç önleyici eklenmiş ve yaklaşık 24 saat beklenmiştir. Yeniden yapılan sifonlama işleminin ardından örnekler, 63 µm'lik elekten geçirilmiş ve 105 °C'de etüvde tekrar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler yeniden hassas terazi ile tartılmış ve iki değer arasındaki fark belirlenerek çamur yüzdesi değeri hesaplanmıştır (Galehouse, 1971; McManus 1991).

3.3. İSTATİSTİKSEL ANALİZLER

İncelenen sediment örneklerindeki metal birikimlerini değerlendirmek amacıyla zenginleşme faktörü (EF), yüzde zenginleşme faktörü (% EF) ve kontaminasyon faktörleri (CF) hesaplanmıştır.

Zenginleşme faktörü (EF), Sedimentlerde metal birikimlerinin doğal ya da antropojenik kökenini belirlemek için kullanılmaktadır. $EF < 1.5$ ise metal birikimleri doğal kökenlidir, buna karşılık $EF > 1.5$ ise antropojenikdir (Zhang ve Liu 2002; Zhang ve diğ., 2007). Zenginleşme faktörü (EF) ve yüzde zenginleşme faktörü (% EF) aşağıdaki

formüle göre hesaplanmıştır (Zhang ve diğ., 2007; Loska ve Wiechula, 2003). Metallerin şeyl ortalaması Krauskopf (1979)'dan alınmıştır.

$$EF = (C_x / C_{Al})_{\text{örnek}} / (C_x / C_{Al})_{\text{şeyl ort.}}$$

EF: Zenginleşme Faktörü

$(C_x / C_{Al})_{\text{örnek}}$: Ölçülen örneklerdeki x metali ve alüminyum elementlerinin konsantrasyon oranları

$(C_x / C_{Al})_{\text{şeyl ort.}}$: Şeyl ortalamasındaki x metali ile alüminyum elementlerinin oranı.

$$\% EF = (C - C_{\min}) / (C_{\max} / C_{\min}) \times 100$$

% EF: Yüzde zengileştirme faktörü

C: Yüzey sedimentindeki ortalama metal konsantrasyonu

C_{\min} : Çalışmadaki minimum metal konsantrasyonu

C_{\max} : Çalışmadaki maksimum metal konsantrasyonu

Sedimentler ayrıca CF (Contamination Factor) değerine göre de sınıflandırılmaktadır (Pekey ve diğ., 2004). Buna göre;

- a) $CF < 1$ ise kirlenmemiş,
- b) $1 < CF < 3$ ise orta derecede,
- c) $3 < CF < 6$ ise önemli derecede ve
- d) $CF > 6$ ise oldukça yüksek derecede o metal için kirlenmiş demektir.

Kontaminasyon Faktörü (CF) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Taylor, 1972; Pekey ve diğ., 2004).

$$CF = C_a / C_b$$

CF: Kontaminasyon Faktörü

C_a : Ölçülen metal konsantrasyonu

C_b : Ölçülen metalin şeyl ortalama konsantrasyonu (Krauskopf, 1979).

Metallerin ve abiyotik faktörlerin (derinlik, çamur yüzdesi, toplam organik karbon, toplam karbonat, çözülmüş oksijen) birbirleriyle olan ilişkilerini incelemek amacıyla Spearman korelasyon analizi uygulanmıştır (Siegel, 1956).

4. BULGULAR

2011 yılının Nisan, Mayıs ve Temmuz aylarında Kapıdağ Yarımadası'nın batısında, kuzeyinde ve doğusunda belirlenen bölgelerden elde edilen sediment ve demersal balık türlerinde metal birikiminin belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada, 6 balık türünün (*Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris*) ekonomik olarak önemli ve bölge için baskın olduğu saptanmıştır. Elde edilen balık türlerinin taksonomik durumu 4.1'de verilmiştir.

4.1. İNCELENEN BALIK TÜRLERİNİN TAKSONOMİK DURUMU VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Çalışma bölgesinde Actinopterygii klasisinden 5 familyaya ait 6 tür incelenmiştir. Türlerin sistematik sıralaması aşağıda belirtilmiştir.

Filum: Chordata

Subfilum: Craniata

Süperklasis: Gnathostomata

Klasis: Actinopterygii

Divisio: Teleostei

Subdivisio: Euteleostei

Süperordo: Paracanthopterygii

Ordo: Gadiformes

Familya: GADIDAE

- *Merlangius euxinus* (Linnaeus, 1758)

Familya: MERLUCCIIDAE

- *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758),

Süperordo: Acanthopterygii

Ordo: Scorpaeniformes

Familya: TRIGLIDAE

- *Chelidonichthys lucernus* (Linnaeus, 1758)
- *Chelidonichthys gurnardus* (Linnaeus, 1758)

Ordo: Perciformes

Familya: MULLIDAE

Cins: *Mullus*

- *Mullus barbatus* Linnaeus, 1758

Ordo: Pleuronectiformes

Familya: SOLEIDAE

- *Pegusa lascaris* (Risso, 1810)

Familya: GADIDAE

Merlangius euxinus, (Linnaeus, 1758), Mezgit balığı

Tanınma Özellikleri: Üç dorsal ve iki anal yüzgeç ile çene altında küçük bir barbele sahiptir. Vücut az çok uzun ve kuyruk yüzgeci ise hafif çataldır. Birinci dorsal yüzgeç 12-15, ikinci dorsal yüzgeç 18-25, üçüncü dorsal yüzgeç 19-22, birinci anal yüzgeç 30-35, ikinci anal yüzgeç 21-23 ışıklıdır. Rengi yaşadığı ortama göre değişkenlik gösterir. Balığın sırtı sarımsı-kahverengi, lacivert veya yeşil olabilirken, yan taraf yeşilimsi gri, karın kısmı beyaz ve gümüşü renktedir. Ortalama standart boyu 30-40 cm kadar, ancak 70 cm'ye ulaşan bireylere rastlanılmıştır.

Habitat: Kumlu ve çamurlu zeminlerde yaşayan bu tür çoğunlukla 30 ile 100 m arasındaki sığ sularda ve nadiren 300 m derinliklerde de bulunmaktadır.

Beslenme: Besinlerinin temelini krustaseler ve balıklar oluşturmaktadır.

Familiya: GADIDAE

Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758), Berlam, Bakolarya, Tavuk balığı

Tanınma Özellikleri: İki dorsal bir anal yüzgeci vardır. İkinci dorsal yüzgeç ile anal yüzgecin arka tarafları daha yüksektir. Çenelerde sakal veya bıyık yoktur. Vücut yanlardan ve baş üstten hafif basıktır. Alın kısmında frontaller arkadan gözlerin ortasına doğru uzanır V şeklinde iki kabartı çizgi halinde ayrılırlar. Birinci dorsal yüzgeç 8-11, ikinci dorsal yüzgeç 36-40, anal yüzgeç 36-40 ışınıdır. Sırtı barut rengi, yanları açık gri, karnı ise beyaz renklidir. Ortalama standart boyu 30-70 cm kadar, ancak 120 cm'ye ulaşan bireylere rastlanılmıştır.

Habitat: 30-500 m derinliklerde bentik ya da yarı bentik yaşar. Kışları daha derin suda yaşarken, yazları kıyıya doğru göç ederler.

Beslenme: Bentik olarak yaşayan hemen hemen her türlü balığı yiyerek beslenirler.

Familiya: TRIGLIDAE

Chelidonichthys lucernus, (Linnaeus, 1758), Kırlangıç balığı

Tanınma Özellikleri: Kleitral diken kısa ve baş üstünde oksipital oluk yoktur. Üzerinde pek çok çıkıntısı olan üçgen şeklinde büyük bir başa sahiptir. Pektoral yüzgeci koyu lacivettir. Birinci dorsal yüzgeç VII-X, ikinci dorsal yüzgeç 16-17, anal yüzgeç 14-16 ışınıdır. Rengi pembe veya kırmızımsı kahverengidir bazılarının üzerinde siyah noktalar da vardır. Ortalama standart boyu 35 cm kadar, ancak 75 cm'ye ulaşan bireylere rastlanılmıştır.

Habitat: 20 ile 300 m arasında değişen kumlu, çamurlu veya çakıllı zeminlerde yaşarlar.

Beslenme: Krustaseler, mollusklar ve balıklarla beslenirler.

Chelidonichthys gurnardus (Linnaeus, 1758), Benekli Kırlangıç balığı

Tanınma Özellikleri: Baş büyük ve oksipital oluk yoktur. Birinci dorsal yüzgecin üçüncü ve beşinci ışınları arasında siyah bir benek vardır. Yan çizgi üzerinde kemik plaklar mevcuttur. Birinci dorsal yüzgeç VII-X, ikinci dorsal yüzgeç 18-20, anal yüzgeç 17-20 ışınlıdır. Rengi yaşadığı ortama göre değişkenlik gösterebilir. Genellikle sırt ve yan taraflarında, üzerinde kırmızı izler bulunan grimsi kahverengi, ya da üzerinde soluk kırmızı izler bulunan krem renge bireylere de rastlanılmıştır. Ortalama standart boyu 30 cm kadar, ancak 50 cm'ye ulaşan bireylere rastlanılmıştır.

Habitat: Çoğunlukla kumluk zeminlerde yaşarlar, nadiren de olsa kayalık ve çamurlu zeminlerde de bulunur. Kıyıdan 140 m derinliğe kadar olan bölgelerde yaşayabilirler.

Beslenme: Çoğunlukla karides ve yengeçler ile kaya balıkları, dil balıkları ve ringa balıklarını içeren pek çok balık türüyle beslenirler.

Familiya: MULLIDAE

Mullus barbatus Linnaeus, 1758, Barbunya balığı

Tanınma Özellikleri: Vücut yanlardan hafifçe basıktır. Başın profili gözün önünden aşağıya doğru dik olarak iner. Çene göze kadar ulaşır. Alt çene de pektoral yüzgeçten daha uzun olmayan bir çift barbel vardır. Gözün alt tarafında 3-4 pul vardır. Birinci dorsal yüzgeç VII-VIII ışınlı, ikinci dorsal yüzgeç I + 7-8 ışınlıdır. Vücudu gül renklidir. Ortalama standart boyu 10-20 cm kadar, ancak 30 cm'ye ulaşan bireylere rastlanılmıştır.

Habitat: Kıta sahanlığının 100 ile 300 m arasındaki çamurlu bölgelerde yaşayan bentik bir türdür.

Beslenme: Krustaseleri, poliketleri ve molluskları içeren bentik omurgasızlarla beslenirler.

Familya: Soleidae*Pegusa lascaris* (Risso, 1810) Dil Balığı

Tanınma Özellikleri: Vücut ovaldir. Gözsüz tarafın anterior nostrili genişlemiş ve rozet şeklini almıştır. Dorsal yüzgeç göz hizasından başlar. Dorsal ve anal yüzgeç kuyruk yüzgecine yakın bir mesafede son bulur. Gözlü tarafın pektoral yüzgecinin ortasında siyah bir leke vardır. Dorsal yüzgeç 79-90, anal yüzgeç 58-75 ışnlıdır. Gözlü taraf yeşilimsi kahverenginde ve üzerinde siyah benekleri mevcuttur, gözsüz taraf açık sarı veya beyaz renktedir. Ortalama standart boyu 40 cm'dir.

Habitat: 5 ile 350 metre arasındaki kumlu, çakıllı ve çamurlu zeminlerde yaşayan demersal bir türdür.

Beslenme: Küçük bivalv, amfipod, karides, yengeç ve poliket gibi krustaselerle beslenirler.

4.2. BALIK ÖRNEKLERİNİN BOY VE AĞIRLIK DEĞERLERİ

Analizlere başlamadan önce balıkların total ve standart boyları belirlenmiştir. Balıkların boy ve ağırlıkları Tablo 4.2'de verilmiştir.

Örneklerin total boy ve ağırlıkları arasındaki ilişkinin saptanması amacıyla regresyon katsayı değerleri hesaplanmıştır. Tüm örneklerin total boy ve ağırlıkları arasında pozitif yönde ilişki gözlenmiştir. *Merlangius euxinus* türü için Kuzey Kapıdağ'dan yaz ayında elde edilen örnekte orta derecede, geri kalan örnekler için ise kuvvetli bir ilişki mevcuttur. *Merluccius merluccius* ve *Mullus barbatus* için Batı Kapıdağ'ın ilkbahar mevsiminde elde edilen örneklerde orta dereceli, geri kalan örneklerde kuvvetli bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus* ve *Pegusa lascaris* türleri için tüm istasyonlarda ve her iki mevsimde pozitif yönde kuvvetli bir ilişki olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.2).

Tablo: 4.2: Çalışılan balık türlerinin boy, ağırlık ve regresyon katsayı değerleri

| İstasyon | Birey Sayısı (n) | Ortalama Standart Boy (cm) | Ortalama Total Boy (cm) | Ortalama ağırlık (g) | r ² | Mevsim |
|----------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------|----------|
| Batı Kapıdağ | | | | | | |
| <i>M. euxinus</i> | 15 | 19,1 ± 2,2 | 21,2 ± 2,5 | 76,3±31,7 | 0,9584 | İLKBAHAR |
| <i>M. merluccius</i> | 10 | 22,1 ± 0,7 | 24,3±7,9 | 120,9±10,84 | 0,6777 | |
| <i>C. lucernus</i> | 14 | 16,5 ± 1,9 | 20,4±2,3 | 80,4±27,5 | 0,8986 | |
| <i>C. gurnardus</i> | 18 | 12,2 ± 1,6 | 14,7±1,9 | 27,0±18,5 | 0,9438 | |
| <i>M. barbatus</i> | 14 | 12,6±0,6 | 15,4± 0,5 | 38,2±4,6 | 0,6706 | |
| <i>P. lascaris</i> | 6 | 26 ± 3,5 | 29,2± 3,9 | 290,9±171,1 | 0,9090 | |
| Kuzey Kapıdağ | | | | | | |
| <i>C. lucernus</i> | 10 | 13,9±3,8 | 17,1 ±4,8 | 58,0±51,7 | 0,9924 | İLKBAHAR |
| <i>C. gurnardus</i> | 9 | 14,7±2,4 | 18,4±4,4 | 50,4±22,3 | 0,9326 | |
| Doğu Kapıdağ | | | | | | |
| <i>M. euxinus</i> | 16 | 11,9±4,1 | 13,3±4,4 | 22,9±32,8 | 0,8714 | İLKBAHAR |
| <i>M. merluccius</i> | 14 | 15,4±3,5 | 16,5±2 | 37,0±14,1 | 0,8205 | |
| <i>C. lucernus</i> | 6 | 12,4±5,4 | 18,5±2,9 | 64,7±36,9 | 0,9955 | |
| <i>C. gurnardus</i> | 20 | 14,4±1,8 | 16,4±2,3 | 40,5±13,3 | 0,7589 | |
| <i>M. barbatus</i> | 8 | 12,5±1,1 | 15,2±1,6 | 38,6±12,0 | 0,9820 | |
| <i>P. lascaris</i> | 13 | 15,1±3,8 | 17,4±4,1 | 47,2±29,4 | 0,8869 | |
| Batı Kapıdağ | | | | | | |
| <i>M. euxinus</i> | 10 | 14,2±1,4 | 16,0±1,5 | 31,6±9,8 | 0,9279 | İLKBAHAR |
| <i>M. merluccius</i> | 10 | 18,4±2,0 | 20,5±2,1 | 70,5±21,1 | 0,9647 | |
| <i>C. lucernus</i> | 14 | 15,5±1,8 | 190,0±2,1 | 67,3±23,5 | 0,9049 | |
| <i>P. lascaris</i> | 14 | 12,4±1,3 | 14,4±1,4 | 29,4±9,6 | 0,9051 | |
| Kuzey Kapıdağ | | | | | | |
| <i>M. euxinus</i> | 20 | 14,2±0,8 | 15,6±1,4 | 30,2±5,5 | 0,7058 | YAZ |
| <i>M. barbatus</i> | 14 | 11,5±0,8 | 14,4±0,9 | 31,1±5,9 | 0,7366 | |
| Doğu Kapıdağ | | | | | | |
| <i>C. lucernus</i> | 20 | 15,6±4,7 | 19,0±5,7 | 89,1±121,2 | 0,9769 | YAZ |
| <i>M. barbatus</i> | 12 | 11,9±0,7 | 14,5±0,9 | 33,3±7,4 | 0,8587 | |
| <i>P. lascaris</i> | 12 | 14,7±2,6 | 16,1±2,8 | 50,0±40,8 | 0,9686 | |

4.3. ÇALIŞILAN İSTASYONLARDAKİ DENİZ SUYUNUN FİZİKO-KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Deniz suyunun fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümlerin sonucunda sıcaklık (°C), tuzluluk (‰) ve çözünmüş oksijen (mg/l) değerleri Tablo 4.3’de ve bu değerlerin birbirleriyle ilişkileri Şekil 4.3’de verilmiştir.

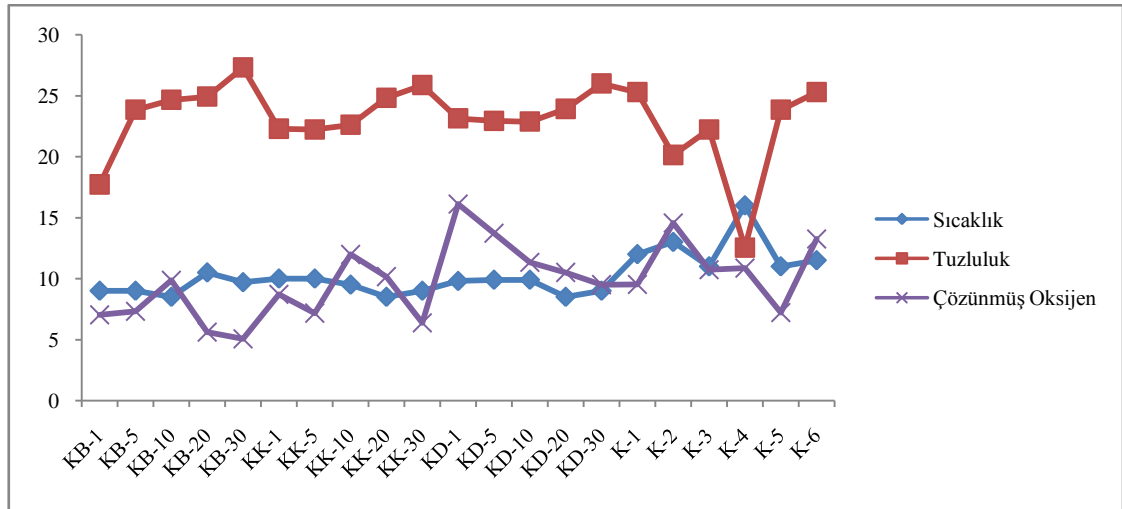
Tablo 4.3: Örnekleme istasyonlarının fiziko-kimyasal değerleri

| İstasyon | Sıcaklık (°C) | Tuzluluk (‰) | Çözünmüş Oksijen (mg/l) |
|----------|---------------|--------------|-------------------------|
| KB-1 | 9 | 17,72 | 7,03 |
| KB-5 | 9 | 23,84 | 7,31 |
| KB-10 | 8,5 | 24,66 | 9,85 |
| KB-20 | 10,5 | 24,92 | 5,6 |
| KB-30 | 9,7 | 27,3 | 5,06 |
| KK-1 | 10 | 22,28 | 8,71 |
| KK-5 | 10 | 22,22 | 7,17 |
| KK-10 | 9,5 | 22,61 | 11,97 |
| KK-20 | 8,5 | 24,82 | 10,16 |
| KK-30 | 9 | 25,86 | 6,37 |
| KD-1 | 9,8 | 23,13 | 16,1 |
| KD-5 | 9,9 | 22,93 | 13,72 |
| KD-10 | 9,9 | 22,87 | 11,33 |
| KD-20 | 8,5 | 23,91 | 10,5 |
| KD-30 | 9 | 25,99 | 9,5 |
| K-1 | 12 | 25,28 | 9,52 |
| K-2 | 13 | 20,13 | 14,56 |
| K-3 | 11 | 22,22 | 10,73 |
| K-4 | 16 | 12,54 | 10,85 |
| K-5 | 11 | 23,84 | 7,2 |
| K-6 | 11,5 | 25,28 | 13,24 |

Tablo 4.3'den görüldüğü gibi Kapıdağ'ın batısındaki sıcaklık değerleri KB-20'de 10,5 °C ile KB-10'da 8,5 °C arasında, Kapıdağ'ın kuzeyinde KK-1 ve KK-5'de 10 °C ile KK-20'de 8,5 °C arasında, Kapıdağ'ın doğusunda KD-5 ve KD-10'da 9,9 °C ile KD-20'de 8,5 °C arasındadır. Kıyı örneklerinde ise en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri sırasıyla; K-4'de 16 °C ve K-3, K-5'de 11 °C'dir.

Tuzluluk değerleri Kapıdağ'ın batısında KB-1'de % 17,72 ile KB-30'da % 27,30 arasında, Kapıdağ'ın kuzeyinde KK-30'da % 25,86 ile KK-5'de % 22,22 arasında, Kapıdağ'ın doğusunda KD-30'da % 25,99 ile KD-10'da % 22,87 arasındadır. Kıyı örneklerinde ise en yüksek ve en düşük tuzluluk değerleri sırasıyla; K-1 ve K-6'da % 25,28 ve K-4'de % 12,54'dür. Yüzeysel suyun tuzluluk değerleri KD-1'de % 23,13 ile KB-1'de % 17,72 arasında değişmektedir. 30 m derinlikte KB-30'da % 27,30 ile KK-30'da % 25,86 arasındaki değerlerde değiştiği saptanmıştır.

Kapıdağ'ın batısında çözülmüş oksijen değeri KB-10'da 9,85 mg/l ile KB-30'da 5,06 mg/l arasında, Kapıdağ'ın kuzeyinde KK-10'da 11,97 mg/l ile KK-30'da 6,37 mg/l arasında, Kapıdağ'ın doğusunda KD-1'de 16,10 mg/l ile KD-30'da 9,50 mg/l arasındadır. Kıyı örneklerinde ise en yüksek ve en düşük çözülmüş oksijen miktarı sırasıyla; K-2'de 14,56 mg/l ve K-5'de 7,20 mg/l'dir. Yüzeysel suyun çözülmüş oksijen değeri KD-1'de 16,10 mg/l ile KB-1'de 7,03 mg/l arasında, 30 m derinlikte KB-30'da 5,06 mg/l ile KD-30'da 9,50 mg/l arasında değişmektedir.



Şekil 4.3: Sıcaklık (°C), tuzluluk (%) ve çözülmüş oksijen (mg/l) değerleri arasındaki ilişki.

4.4. KAPIDAĞ YARIMADASI'NDAN ELDE EDİLEN DEMERSAL BALIK TÜRLERİNDE TOPLAM METAL SEVİYELERİ

Kapıdağ Yarımadası'nın batısı, doğusu ve kuzeyinden elde edilen demersal balık türlerinde (*Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris*) arsenik, bakır, kadmiyum, krom, kurşun ve çinko seviyeleri belirlenmiştir.

4.4.1 Arsenik (As)

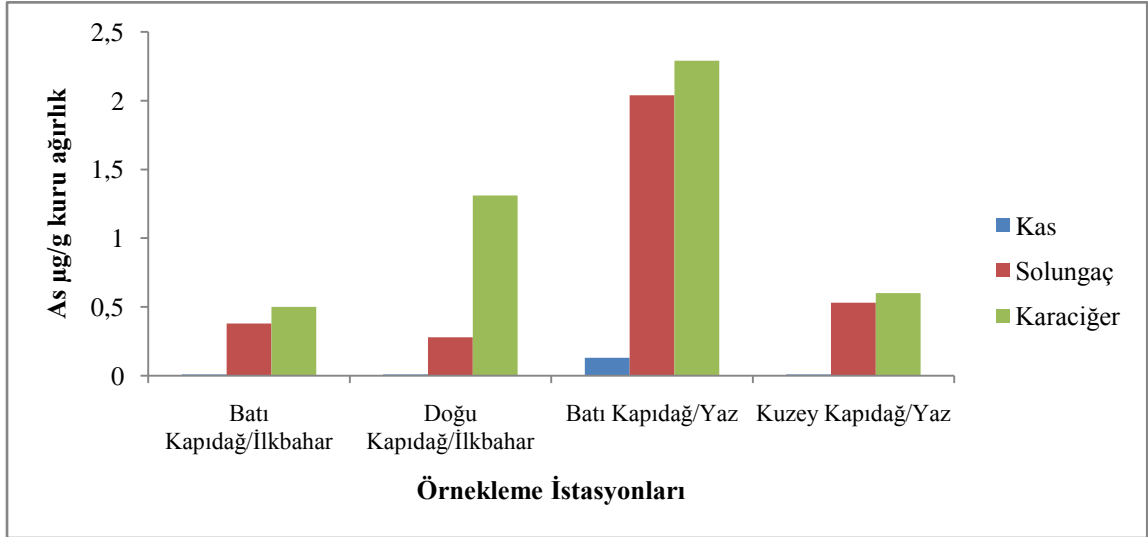
Tablo 4.4.1: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam arsenik ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları

| Tür | Organ | İlkbahar | | | Yaz | | | Ort. |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-----------|
| | | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | |
| <i>M. euxinus</i> | Kas | <0,01 | - | <0,01 | 0,13 | <0,01 | - | 0,04±0,06 |
| | Solungaç | 0,38 | - | 0,28 | 2,04 | 0,53 | - | 0,81±0,83 |
| | Karaciğer | 0,5 | - | 1,31 | 2,29 | 0,6 | - | 1,18±0,83 |
| <i>M. merluccius</i> | Kas | <0,01 | - | 0,29 | <0,01 | - | - | 0,10±0,16 |
| | Solungaç | 0,3 | - | 0,38 | 0,2 | - | - | 0,29±0,09 |
| | Karaciğer | 0,3 | - | 0,48 | 0,2 | - | - | 0,33±0,14 |
| <i>C. lucernus</i> | Kas | <0,01 | 0,28 | 0,72 | 0,37 | - | 0,41 | 0,36±0,25 |
| | Solungaç | 0,23 | 0,46 | 0,83 | 0,84 | - | 0,57 | 0,59±0,26 |
| | Karaciğer | 0,38 | 0,62 | 0,85 | 0,87 | - | 0,79 | 0,70±0,21 |
| <i>C. gurnardus</i> | Kas | 0,29 | 0,23 | 0,24 | - | - | - | 0,25±0,03 |
| | Solungaç | 0,47 | 0,75 | 0,39 | - | - | - | 0,54±0,19 |
| | Karaciğer | 0,49 | 0,81 | 0,38 | - | - | - | 0,58±0,21 |
| <i>M. barbatus</i> | Kas | 0,6 | - | 0,22 | - | <0,01 | <0,01 | 0,21±0,28 |
| | Solungaç | 1,25 | - | 0,63 | - | 0,22 | 0,33 | 0,61±0,46 |
| | Karaciğer | 1,45 | - | 0,78 | - | 0,42 | 0,42 | 0,77±0,49 |
| <i>P. lascaris</i> | Kas | <0,01 | - | 0,65 | <0,01 | - | <0,01 | 0,17±0,32 |
| | Solungaç | 0,23 | - | 0,7 | 0,6 | - | 0,37 | 0,48±0,21 |
| | Karaciğer | 0,27 | - | 1,17 | 0,7 | - | 0,4 | 0,63±0,40 |

Tablo 4.4.1’de *Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris* türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken As miktarı ve ortalamaları ile standart sapmaları verilmiştir. *M. euxinus* türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam arsenik birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (Batı-Doğu Kapıdağ / İlkbahar, Kuzey Kapıdağ / Yaz) ile $0,13 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) arasındadır. Kas dokusundaki ortalama arsenik değeri $0,04 \pm 0,06 \mu\text{g/g}$ ’dır.

M. euxinus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam arsenik birikimi $0,28 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $2,04 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında değişmektedir. Solungaç dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,81 \pm 0,83 \mu\text{g/g}$ ’dır.

M. euxinus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki arsenik birikimi $0,50 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile $2,29 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında değişmektedir. Karaciğer dokusundaki ortalama arsenik birikimi $1,18 \pm 0,83 \mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. İncelenen dokulardaki arsenik birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.1).

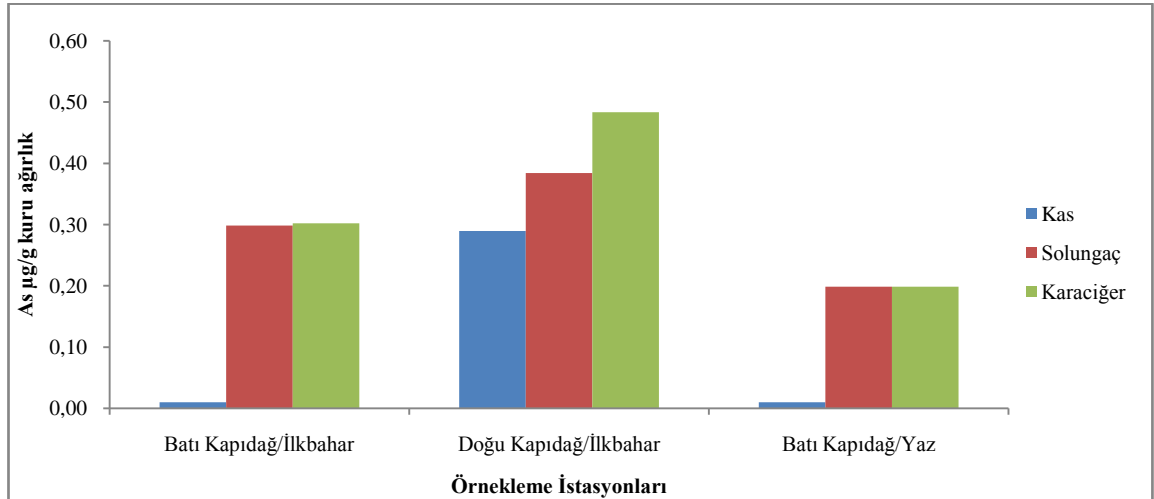


Şekil 4.4.1: *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Merluccius merluccius türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam arsenik birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar, Yaz) ve $0,29 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama arsenik miktarı $0,10 \pm 0,16 \mu\text{g/g}$ ’dır.

M. merluccius türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam arsenik birikimi 0,20 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 0,38 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasındadır. Solungaç dokusundaki ortalama arsenik miktarı $0,29\pm 0,09$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

M. merluccius türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki toplam arsenik birikimi 0,20 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 0,48 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Karaciğer dokusundaki ortalama arsenik miktarı $0,33\pm 0,14$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. Batı Kapıdağ / İlkbahar ve Batı Kapıdağ / Yaz istasyonunda karaciğer ve solungaç örneklerinde aynı seviyede arsenik birikmişken, Doğu Kapıdağ / İlkbahar istasyonundaki karaciğer örneklerinde, solungaç örneklerinden daha yüksek seviyede arsenik birikimi gözlenmiştir. İncelenen tüm mevsimlerde kas dokusundaki arsenik birikimi, solungaç ve karaciğere göre daha düşük seviyededir (Şekil 4.4.2).

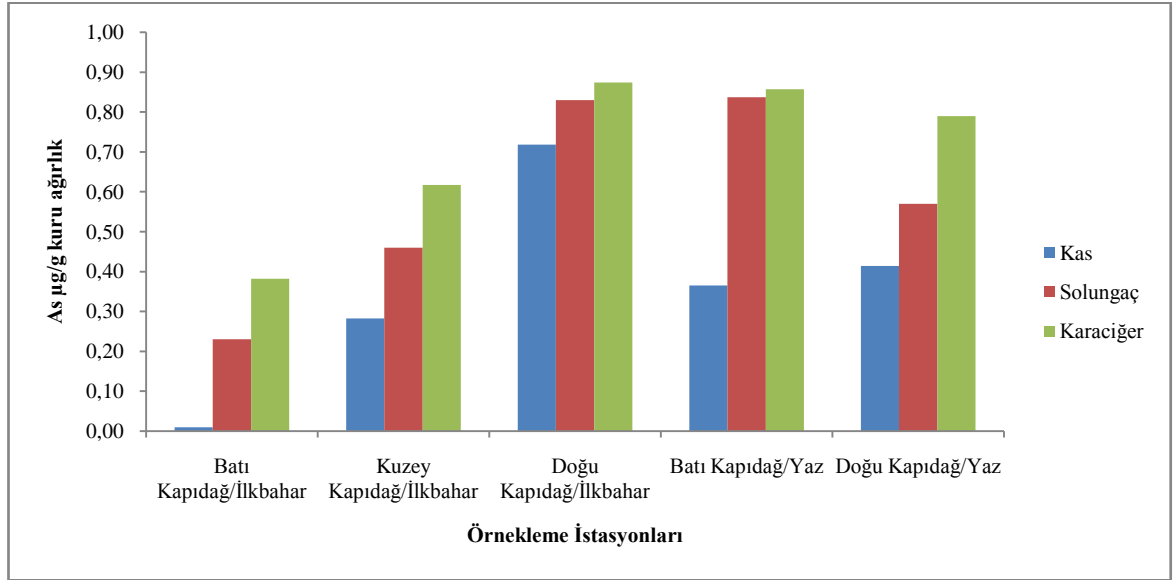


Şekil 4.4.2: *Merluccius merluccius* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys lucernus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam arsenik birikimi $<0,01$ $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,72 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Kas dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,36\pm 0,25$ $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir.

C. lucernus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam arsenik miktarı 0,23 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,84 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) arasındadır. Solungaç dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,59\pm 0,26$ $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir.

C. lucernus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki toplam arsenik birikimi 0,38 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,87 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında değişmektedir. Karaciğer dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,70\pm 0,21$ $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. İncelenen dokulardaki arsenik birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.3).

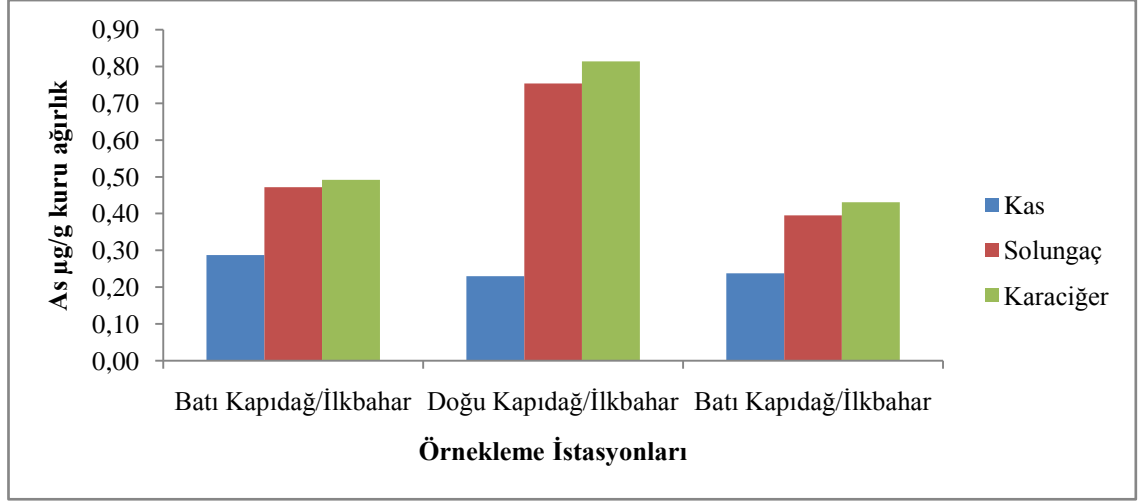


Şekil 4.4.3: *Chelidonichthys lucernus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys gurnardus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam arsenik birikimi 0,23 $\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,29 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Kas dokusundaki ortalama arsenik miktarı $0,25\pm 0,03$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. gurnardus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam arsenik birikimi 0,39 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,75 $\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Solungaç dokusundaki ortalama arsenik miktarı $0,54\pm 0,19$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. gurnardus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki toplam arsenik birikimi 0,38 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,81 $\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Karaciğer dokusundaki ortalama arsenik miktarı $0,58\pm 0,21$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen dokulardaki arsenik birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.4).

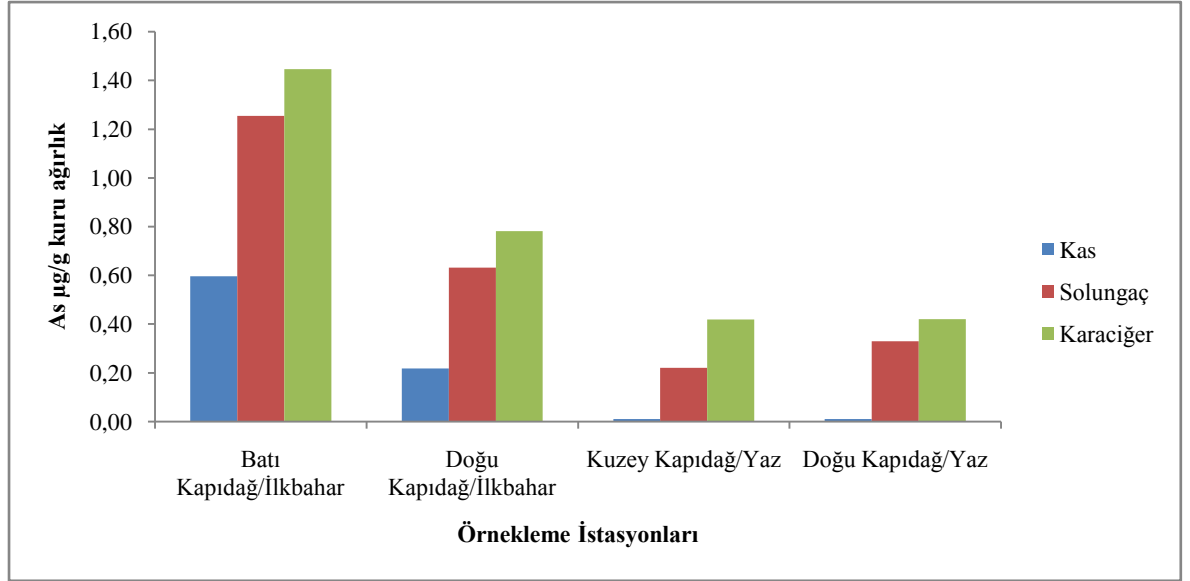


Şekil 4.4.4: *Chelidonichthys gurnardus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Mullus barbatus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam arsenik birikimi $<0,01\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz, Doğu Kapıdağ / Yaz) ile $0,60 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasındadır. Kas dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,21\pm 0,28 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. barbatus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam arsenik birikimi $0,22 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz) ile $1,25 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Solungaç dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,61\pm 0,46 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. barbatus türünden elde edilen karaciğer örneklerinde toplam arsenik birikimi $0,42 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz, Doğu Kapıdağ / Yaz) – $1,45 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında değişmektedir. Karaciğer dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,77\pm 0,49 \mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir. İncelenen dokulardaki arsenik birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.5).

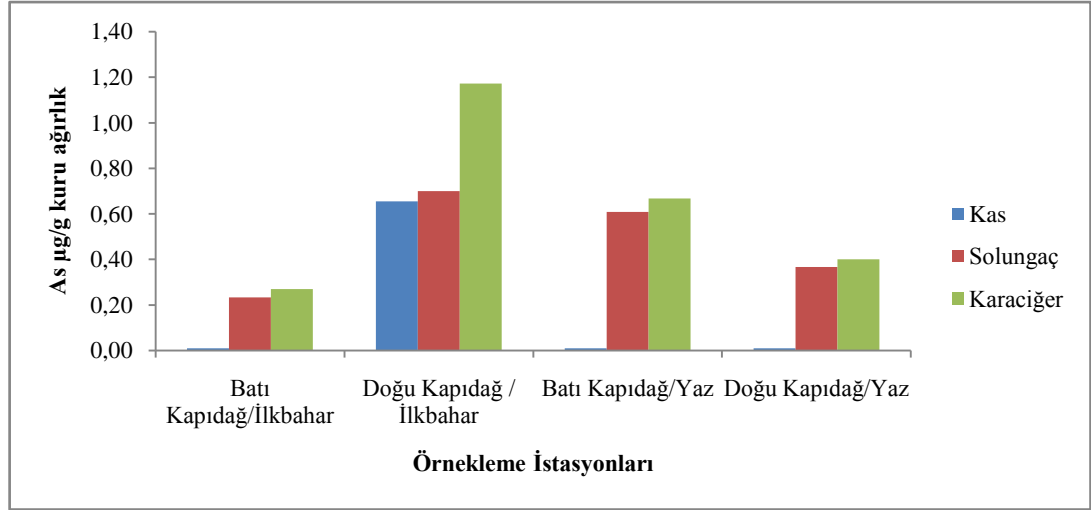


Şekil 4.4.5: *Mullus barbatus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Pegusa lascaris türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam arsenik miktarı $<0,01 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar - Yaz, Doğu Kapıdağ / Yaz) ile $0,65 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasındadır. Kas dokusundaki ortalama arsenik birikimi $0,17 \pm 0,32 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam arsenik miktarının minimum ve maksimum değerleri sırasıyla; $0,23 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve $0,70 \mu\text{g/g}$ 'dir (Doğu Kapıdağ / İlkbahar). Solungaç dokusundaki ortalama arsenik miktarı $0,48 \pm 0,21 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki toplam arsenik miktarının en yüksek ve en düşük değerleri sırasıyla; $0,27 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve $1,17 \mu\text{g/g}$ 'dir (Doğu Kapıdağ / İlkbahar). Karaciğer dokusundaki ortalama arsenik seviyesi $0,63 \pm 0,40 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen dokulardaki arsenik birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.6).



Şekil 4.4.6: *Pegusa lascaris* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam arsenik birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

4.4.2. Kadmiyum (Cd)

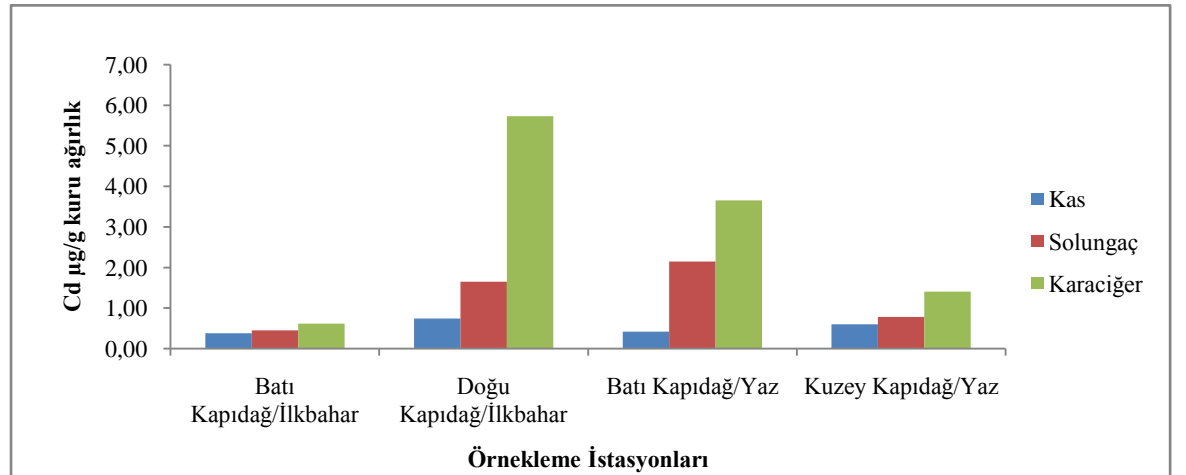
Tablo 4.4.2: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam kadmiyum ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları

| Tür | Organ | İlkbahar | | | Yaz | | | Ort. |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-----------|
| | | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | |
| <i>M. euxinus</i> | Kas | 0,38 | - | 0,74 | 0,42 | 0,6 | - | 0,53±0,17 |
| | Solungaç | 0,45 | - | 1,65 | 2,14 | 0,78 | - | 1,26±0,78 |
| | Karaciğer | 0,61 | - | 5,73 | 3,65 | 1,4 | - | 2,80±2,38 |
| <i>M. merluccius</i> | Kas | 0,21 | - | 0,19 | 0,29 | - | - | 0,23±0,05 |
| | Solungaç | 0,46 | - | 0,79 | 1,31 | - | - | 0,85±0,43 |
| | Karaciğer | 0,48 | - | 1,41 | 1,99 | - | - | 1,29±0,76 |
| <i>C. lucernus</i> | Kas | 0,73 | 0,66 | 0,19 | 0,37 | - | 0,39 | 0,47±0,22 |
| | Solungaç | 2,92 | 1,22 | 0,22 | 2,1 | - | 1,55 | 1,60±1,01 |
| | Karaciğer | 4,01 | 1,31 | 0,37 | 3,27 | - | 2,1 | 2,21±1,46 |
| <i>C. gurnardus</i> | Kas | 0,81 | 0,5 | 0,91 | - | - | - | 0,74±0,21 |
| | Solungaç | 1,7 | 0,67 | 2,97 | - | - | - | 1,78±1,15 |
| | Karaciğer | 1,95 | 1,61 | 4,23 | - | - | - | 2,60±1,42 |
| <i>M. barbatus</i> | Kas | 0,58 | - | 0,28 | - | 0,38 | 0,56 | 0,45±0,15 |
| | Solungaç | 1,39 | - | 0,79 | - | 2,04 | 2,35 | 1,64±0,69 |
| | Karaciğer | 1,57 | - | 4,47 | - | 2,63 | 3,58 | 3,07±1,25 |
| <i>P. lascaris</i> | Kas | 0,66 | - | 0,64 | 0,6 | - | 0,81 | 0,68±0,09 |
| | Solungaç | 1,17 | - | 0,84 | 1,61 | - | 1,35 | 1,19±0,35 |
| | Karaciğer | 2 | - | 1,27 | 2,29 | - | 1,92 | 1,62±0,59 |

Tablo 4.4.2’de *Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris* türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken Cd miktarı ve ortalamaları ile standart sapmaları verilmiştir. *M. euxinus* türünden elde edilen kas örneklerindeki kadmiyum birikimi 0,38 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,74 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama kadmiyum birikimi $0,53 \pm 0,17 \mu\text{g/g}$ ’dır.

M. euxinus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük ve en yüksek kadmiyum birikimi sırasıyla; 0,45 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve 2,14 µg/g’dir (Batı Kapıdağ / Yaz). Solungaç dokusundaki ortalama kadmiyum birikimi $1,26 \pm 0,78 \mu\text{g/g}$ ’dır.

M. euxinus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki toplam kadmiyum birikimi 0,61 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) – 5,73 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasındadır. Karaciğer dokusundaki ortalama kadmiyum miktarı $2,80 \pm 2,38 \mu\text{g/g}$ ’dır. İncelenen dokulardaki kadmiyum birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.7).

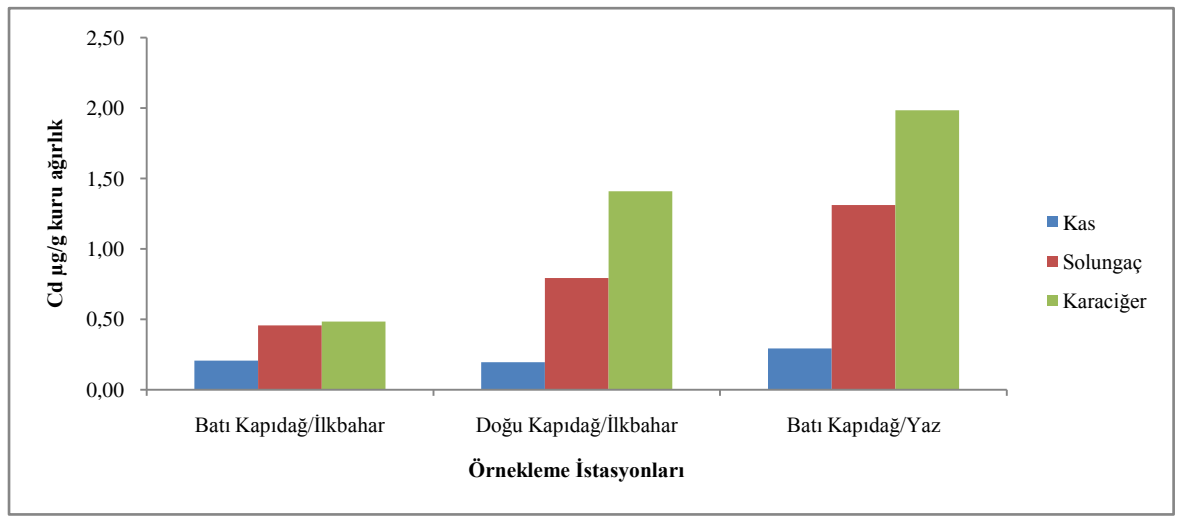


Şekil 4.4.7: *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık).

M. merluccius türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum kadmiyum birikimi sırasıyla; 0,19 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ve 0,29 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama kadmiyum birikimi $0,23 \pm 0,05 \mu\text{g/g}$ ’dır.

M. merluccius türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam kadmiyum miktarı 0,46 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 1,31 (Batı Kapıdağ / Yaz) $\mu\text{g/g}$ arasında, ortalama kadmiyum değeri ise $0,85\pm 0,43$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

M. merluccius türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek kadmiyum değeri sırasıyla; 0,48 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve 1,99 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama kadmiyum değeri $1,29\pm 0,76$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen dokulardaki kadmiyum birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.8).



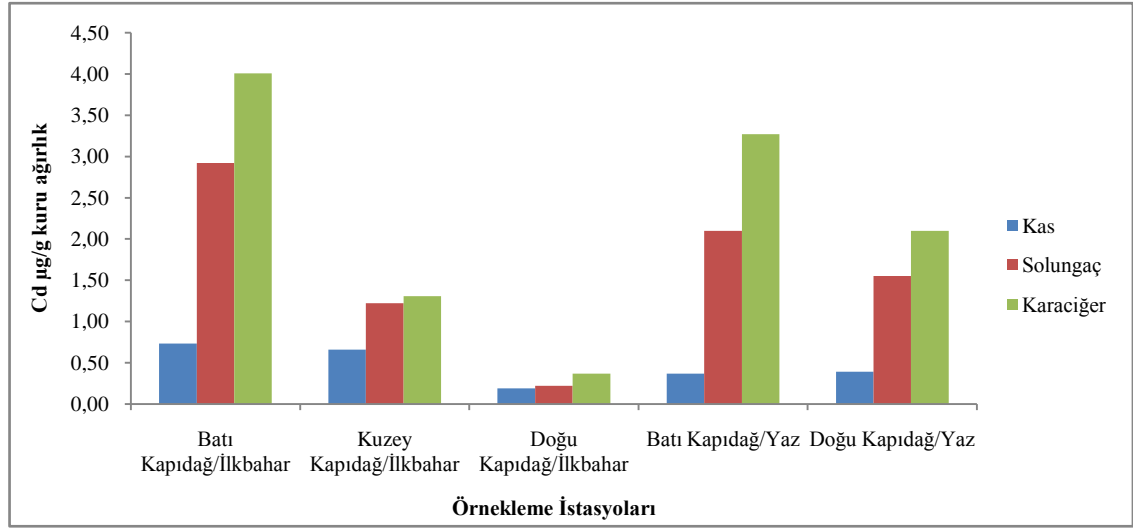
Şekil 4.4.8: *Merluccius merluccius* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys lucernus türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum kadmiyum birikimi sırasıyla; 0,19 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,73 $\mu\text{g/g}$ 'dır (Batı Kapıdağ / İlkbahar). Kas dokusundaki ortalama kadmiyum birikimi $0,47\pm 0,22$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. lucernus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam kadmiyum birikimi 0,22 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 2,92 (Batı Kapıdağ / İlkbahar) $\mu\text{g/g}$, ortalama kadmiyum değeri ise $1,60\pm 1,01$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. lucernus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek kadmiyum değeri sırasıyla; 0,37 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 4,01 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kadmiyum değeri $2,21\pm 1,46$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen

dokulardaki kadmiyum birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.9).

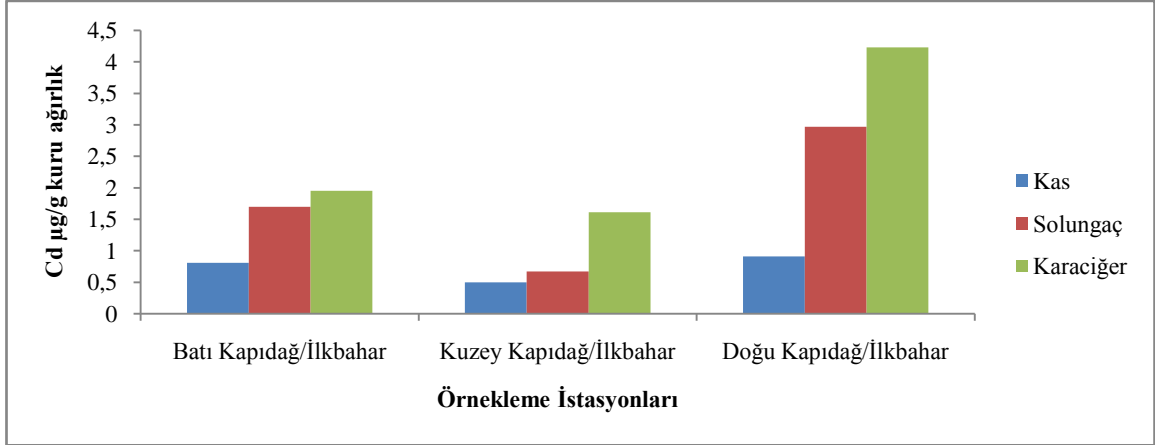


Şekil 4.4.9: *Chelidonichthys lucernus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi (µg/g kuru ağırlık).

Chelidonichthys gurnardus türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum kadmiyum değerleri sırasıyla; 0,50 µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,91 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kadmiyum miktarı 0,74±0,21 µg/g'dır.

C. gurnardus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam kadmiyum miktarı 0,67 µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ve 2,97 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama kadmiyum birikimi 1,78±1,15 µg/g'dır.

C. gurnardus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek kadmiyum değerleri sırasıyla; 1,61 µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ve 4,23 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kadmiyum miktarı 2,60±1,42 µg/g'dır. İncelenen dokulardaki kadmiyum birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.10).

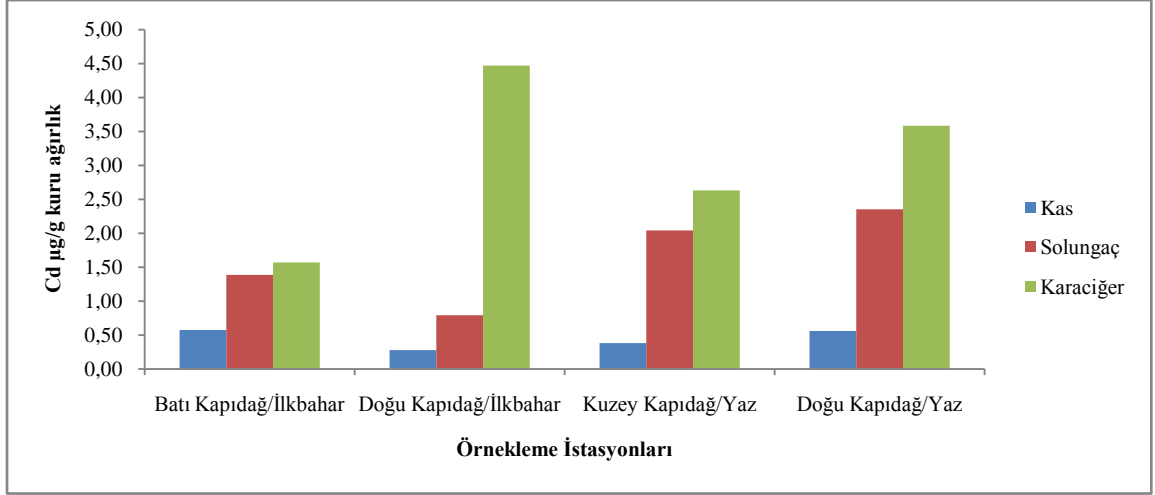


Şekil 4.4.10: *Chelidonichthys gurnardus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Mullus barbatus türünden elde edilen kas örneklerindeki kadmiyum birikiminin minimum ve maksimum değerleri sırasıyla; $0,28 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $0,58 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasındadır. Kas dokusundaki ortalama kadmiyum birikimi $0,45 \pm 0,15 \mu\text{g/g}$ 'dir.

M. barbatus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük kadmiyum değeri $0,79 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek kadmiyum değeri ise $2,35 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama kadmiyum değeri $1,64 \pm 0,69 \mu\text{g/g}$ 'dir.

Karaciğer dokusundaki kadmiyum miktarı $1,57 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile $4,47 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasındadır. Karaciğerdeki ortalama kadmiyum değeri $3,07 \pm 1,25 \mu\text{g/g}$ kuru ağırlıktır. İncelenen dokulardaki kadmiyum birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.11).

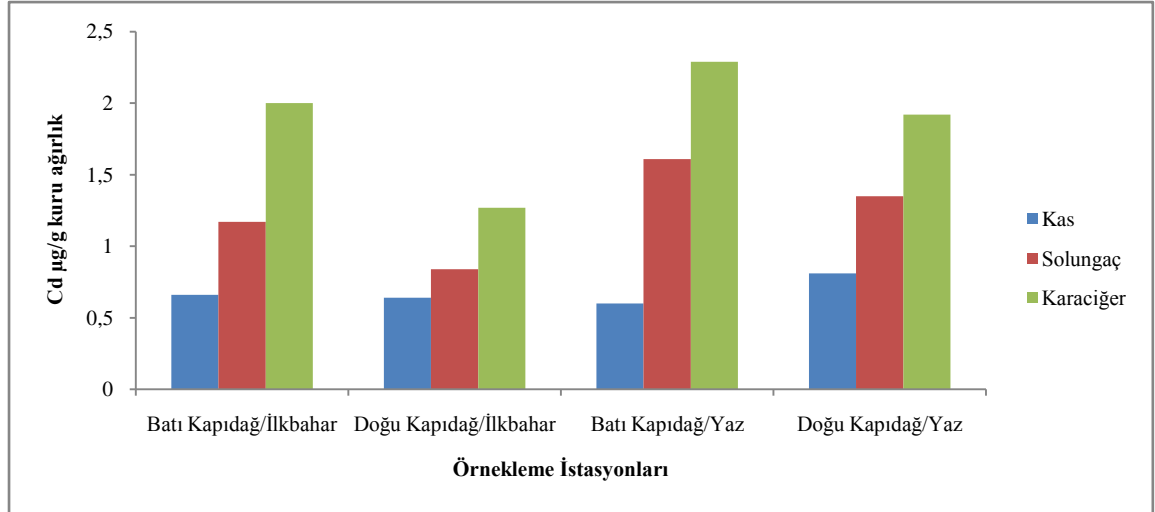


Şekil 4.4.11: *Mullus barbatus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Pegusa lascaris türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum kadmiyum değerleri sırasıyla; $0,60 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) ile $0,81 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama kadmiyum miktarı $0,68 \pm 0,09 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam kadmiyum miktarı $0,84 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $1,61 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama kadmiyum değeri ise $1,19 \pm 0,35 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek kadmiyum miktarı sırasıyla; $1,27 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ve $2,29 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama kadmiyum değeri $1,62 \pm 0,59 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen dokulardaki kadmiyum birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.12).



Şekil 4.4.12: *Pegusa lascaris* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kadmiyum birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

4.4.3 Krom (Cr)

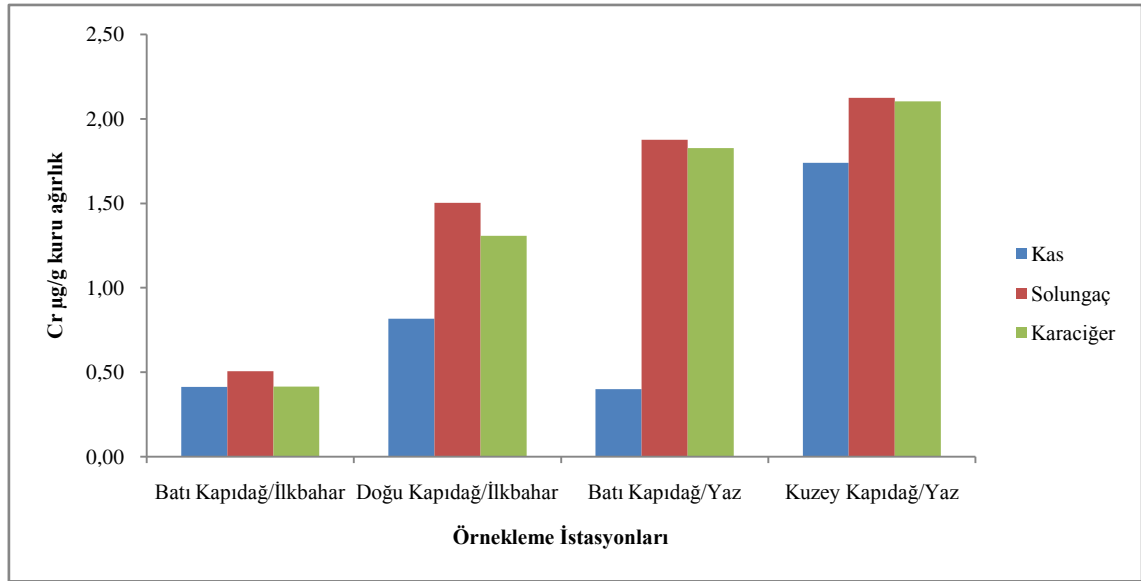
Tablo 4.4.3: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam krom ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları

| Tür | Organ | İlkbahar | | | Yaz | | | ort |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-----------|
| | | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | |
| <i>M. euxinus</i> | Kas | 0,41 | - | 0,82 | 0,4 | 1,74 | - | 0,84±0,63 |
| | Solungaç | 0,51 | - | 1,5 | 1,88 | 2,13 | - | 1,50±0,71 |
| | Karaciğer | 0,41 | - | 1,31 | 1,83 | 2,1 | - | 1,41±0,74 |
| <i>M. merluccius</i> | Kas | 0,34 | - | 0,58 | 0,59 | - | - | 0,50±0,14 |
| | Solungaç | 0,44 | - | 0,87 | 0,87 | - | - | 0,73±0,25 |
| | Karaciğer | 0,46 | - | 1,13 | 1,2 | - | - | 0,93±0,41 |
| <i>C. lucernus</i> | Kas | 0,83 | 0,26 | 0,8 | 0,24 | - | <0,01 | 0,43±0,33 |
| | Solungaç | 0,93 | 0,44 | 0,96 | 0,26 | - | 0,99 | 0,72±0,34 |
| | Karaciğer | 0,31 | 0,21 | 0,35 | 0,25 | - | 0,62 | 0,36±0,16 |
| <i>C. gurnardus</i> | Kas | <0,01 | 0,35 | 0,32 | - | - | - | 0,23±0,19 |
| | Solungaç | 0,61 | 0,42 | 0,58 | - | - | - | 0,54±0,10 |
| | Karaciğer | 0,26 | 0,4 | 0,56 | - | - | - | 0,41±0,15 |
| <i>M. barbatus</i> | Kas | 1,21 | - | 0,42 | - | 0,57 | 0,8 | 0,75±0,35 |
| | Solungaç | 1,78 | - | 0,74 | - | 1,62 | 2,04 | 1,54±0,56 |
| | Karaciğer | 1,49 | - | 1,35 | - | 1,06 | 2,67 | 1,64±0,71 |
| <i>P. lascaris</i> | Kas | 0,41 | - | 1,08 | 0,68 | - | 0,64 | 0,70±0,28 |
| | Solungaç | 0,68 | - | 3,17 | 1,22 | - | 0,72 | 1,45±1,17 |
| | Karaciğer | 0,58 | - | 2,3 | 1,06 | - | 0,95 | 1,22±0,75 |

Tablo 4.4.3’de *Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris* türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken Cr miktarı ve ortalamaları ile standart sapmaları verilmiştir. *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum krom birikimi sırasıyla; 0,40 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) ve 1,74 µg/g (Kuzey Kapıdağ / Yaz), ortalama krom miktarı 0,84±0,63 µg/g’dir.

M. euxinus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam krom birikimi 0,51 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 2,13 µg/g (Kuzey Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama krom miktarı 1,50±0,71 µg/g’dir.

Karaciğer dokusundaki minimum ve maksimum krom birikimi sırasıyla; 0,41 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve 2,10 µg/g (Kuzey Kapıdağ / Yaz), ortalama krom miktarı 1,41±0,74 µg/g’dir. İncelenen dokulardaki krom birikimi en yüksek solungaçta daha sonra karaciğer ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.13).

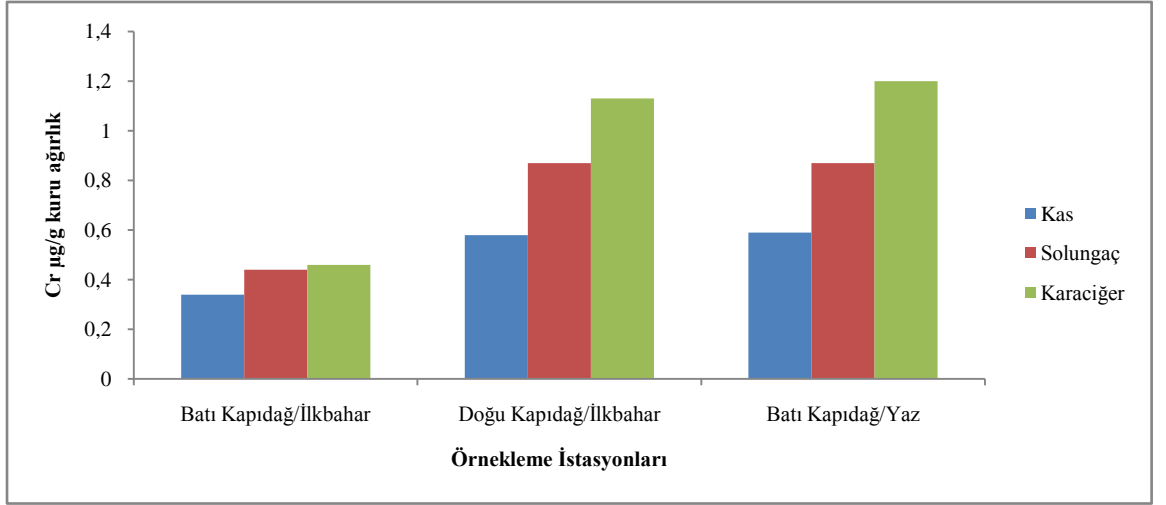


Şekil 4.4.13: *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi (µg/g kuru ağırlık).

Merluccius merluccius türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum krom miktarı 0,34 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum krom miktarı 0,59 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama krom miktarı ise 0,50±0,14 µg/g’dir.

M. merluccius türünden elde edilen solungaç örneklerindeki krom miktarı 0,44 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 0,87 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar, Batı Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama krom miktarı ise $0,73\pm 0,25$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

Karaciğer dokusundaki en düşük ve en yüksek krom değerleri sırasıyla; 0,46 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve 1,20 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama krom miktarı $0,93\pm 0,41$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen dokulardaki krom birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.14).



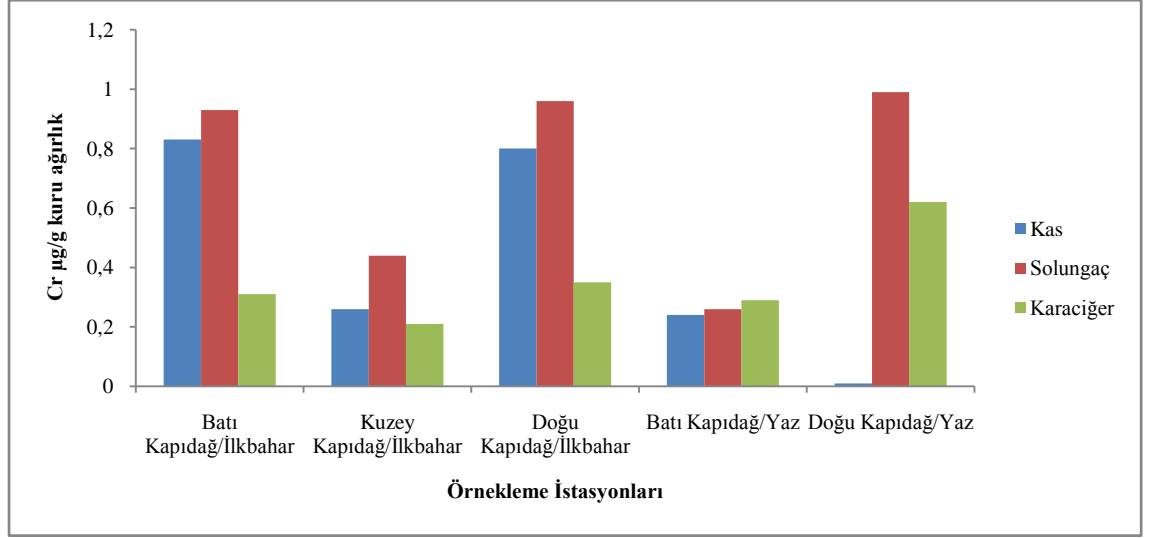
Şekil 4.4.14: *Merluccius merluccius* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys lucernus türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum krom birikimi sırasıyla; $<0,01$ $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz) ve 0,83 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom miktarı $0,43\pm 0,33$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. lucernus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam krom birikimi 0,26 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 0,99 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama krom miktarı $0,72\pm 0,34$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. lucernus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek krom miktarı sırasıyla; 0,21 $\mu\text{g/g}$ kuru (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ve 0,62 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama krom birikim $0,36\pm 0,16$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen organlardaki toplam krom birikimi Batı Kapıdağ / İlkbahar, Kuzey Kapıdağ / İlkbahar, Doğu Kapıdağ / İlkbahar istasyonlarında sırasıyla, solungaç, kas, karaciğer; Batı Kapıdağ /

Yaz istasyonunda sırasıyla, karaciğer, solungaç, kas; Doğu Kapıdağ / Yaz istasyonunda ise sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.15).

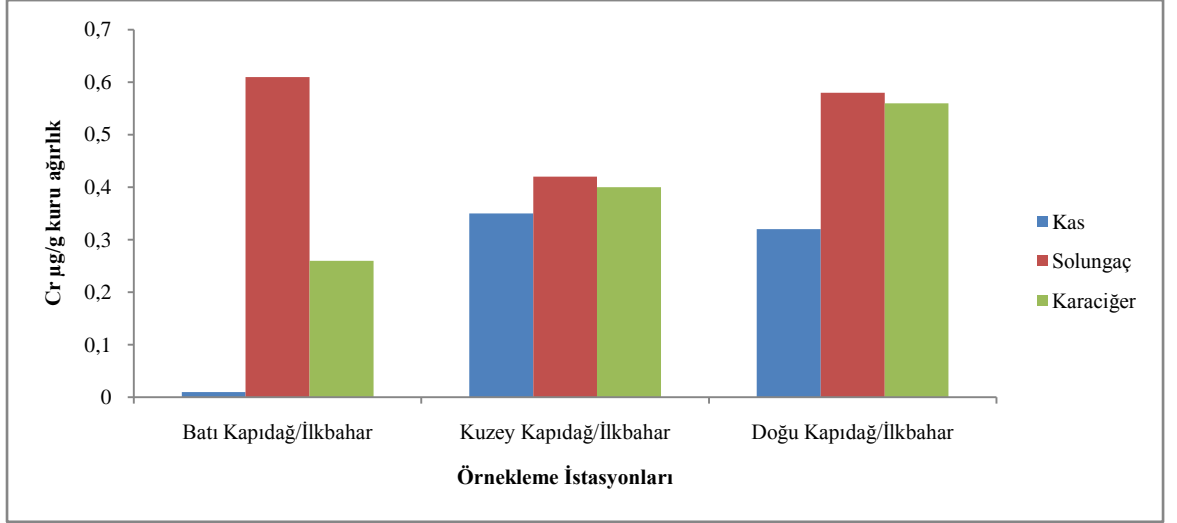


Şekil 4.4.15: *Chelidonichthys lucernus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi (µg/g kuru ağırlık).

Chelidonichthys gurnardus türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum krom değeri $<0,01$ µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum krom değeri $0,35$ µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom miktarı ise $0,23 \pm 0,19$ µg/g'dır.

C. gurnardus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam krom birikimi $0,42$ µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ile $0,61$ µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama krom miktarı $0,54 \pm 0,10$ µg/g'dır.

C. gurnardus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük krom miktarı $0,26$ µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek krom değeri $0,56$ µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom miktarı ise $0,41 \pm 0,15$ µg/g'dır. İncelenen dokulardaki krom birikimi en yüksek solungaçta daha sonra karaciğer ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.16).

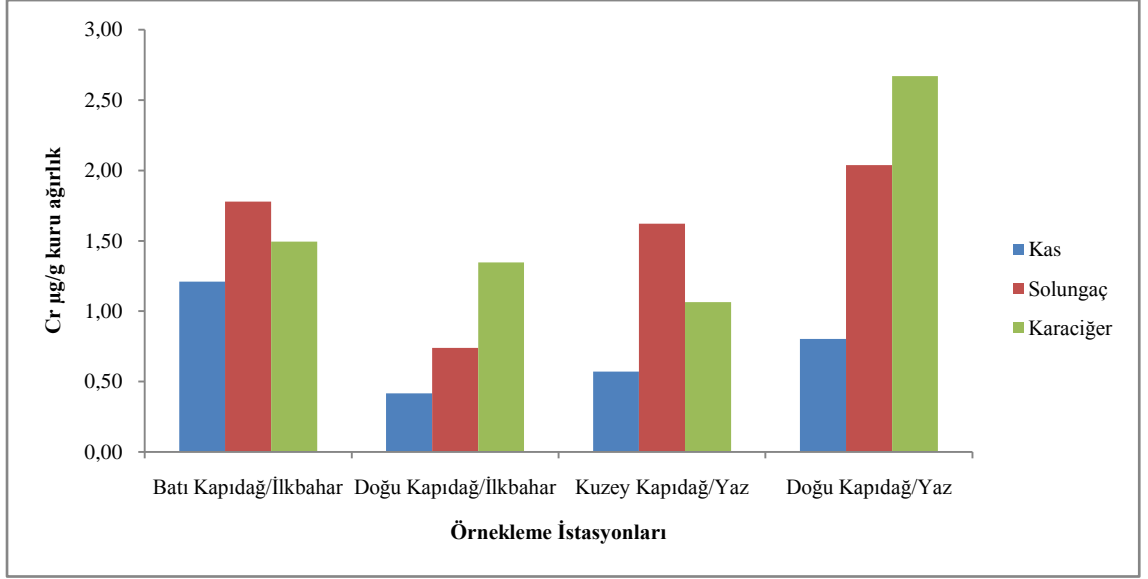


Şekil 4.4.16: *Chelidonichthys gurnardus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Mullus barbatus türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum krom miktarı sırasıyla; $0,42 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ve $1,21 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom miktarı $0,75 \pm 0,35 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. barbatus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam krom birikimi $0,74 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $2,04 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama krom miktarı $1,54 \pm 0,56 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. barbatus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek krom miktarı sırasıyla; $1,06 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz) ve $2,67 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama krom birikimi $1,64 \pm 0,71 \mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen dokularda Batı Kapıdağ / İlkbahar ile Kuzey Kapıdağ / Yaz istasyonlarında toplam krom birikimi sırasıyla solungaç, karaciğer ve kas; Doğu Kapıdağ / İlkbahar ve Doğu Kapıdağ / Yaz örneklerinde ise, karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.17).

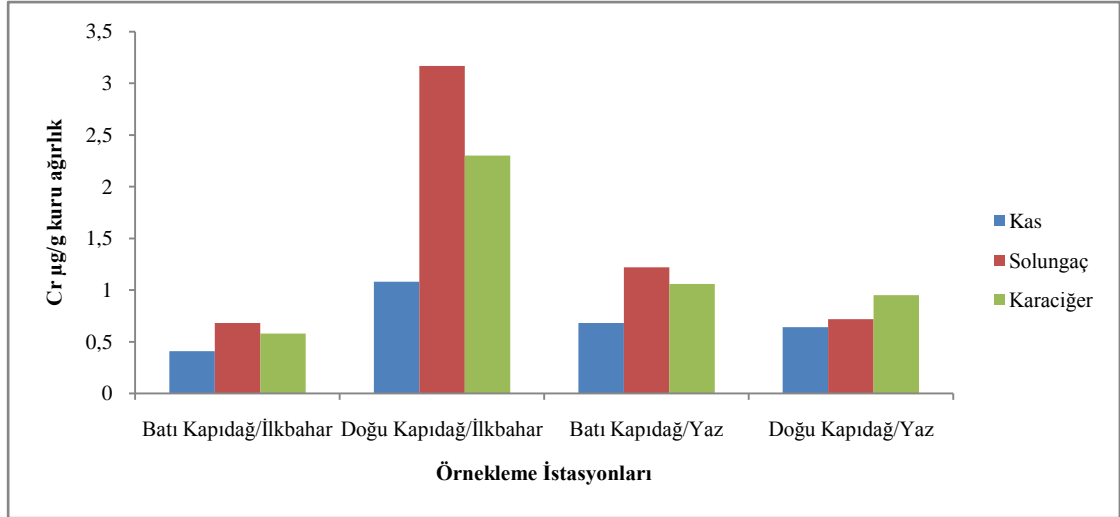


Şekil 4.4.17: *Mullus barbatus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Pegusa lascaris türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum krom miktarı $0,41 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum krom miktarı $1,08 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom miktarı $0,70 \pm 0,28 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen solungaç örneklerindeki krom miktarı $0,68 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile $3,17 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama krom değeri ise $1,45 \pm 1,17 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük krom miktarı $0,58 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek krom miktarı $2,3 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom değeri ise $1,22 \pm 0,75 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen organlardaki toplam krom birikimi Doğu Kapıdağ / Yaz istasyonunu için sırasıyla; karaciğer, solungaç, kas, geri kalan istasyonlar için solungaç, karaciğer ve kas dokusundadır. (Şekil 4.4.18).



Şekil 4.4.18: *Pegusa lascaris* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam krom birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

4.4.4 Bakır (Cu)

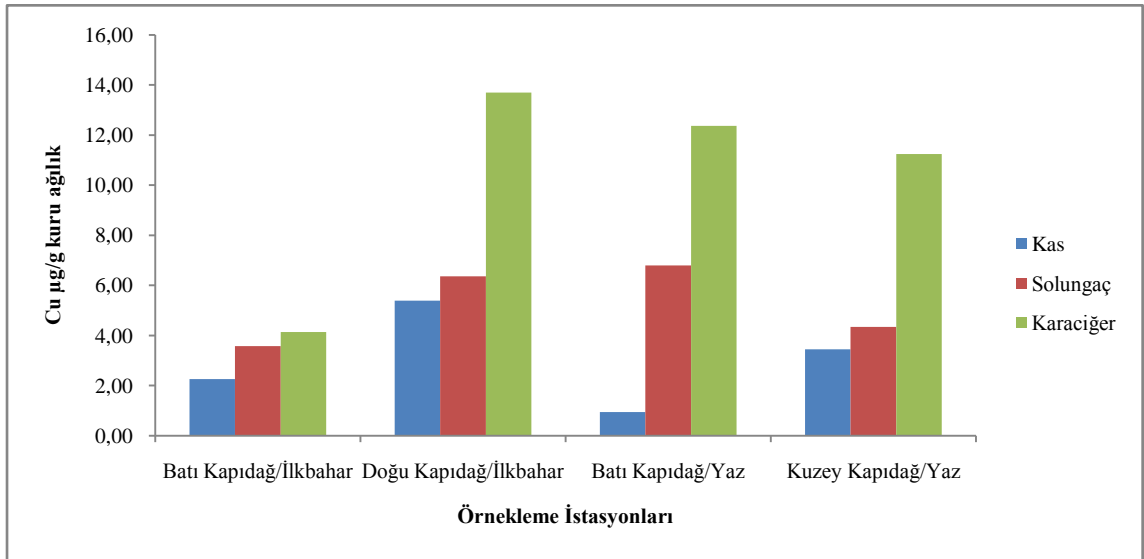
Tablo 4.4.4: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam bakır ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları

| Tür | Organ | İlkbahar | | | Yaz | | | ort |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-------------|
| | | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | |
| <i>M. euxinus</i> | Kas | 2,26 | - | 5,39 | 0,95 | 3,45 | - | 3,01±1,88 |
| | Solungaç | 3,58 | - | 6,37 | 6,8 | 4,35 | - | 5,27±1,56 |
| | Karaciğer | 4,15 | - | 13,7 | 12,37 | 11,24 | - | 10,37±4,27 |
| <i>M. merluccius</i> | Kas | 2,84 | - | 0,58 | 0,43 | - | - | 1,29±1,35 |
| | Solungaç | 4,97 | - | 1,79 | 4,66 | - | - | 3,81±1,75 |
| | Karaciğer | 5,24 | - | 2,73 | 5,99 | - | - | 4,65±1,71 |
| <i>C. lucernus</i> | Kas | 1,13 | 5,8 | 3,3 | 0,95 | - | 3,34 | 2,90±1,98 |
| | Solungaç | 5,09 | 6,78 | 4,55 | 6,23 | - | 4,78 | 5,49±0,97 |
| | Karaciğer | 16,32 | 7,8 | 7,18 | 28,84 | - | 6,16 | 13,26±9,61 |
| <i>C. gurnardus</i> | Kas | 5,67 | 4 | 7,12 | - | - | - | 5,60±1,56 |
| | Solungaç | 6,92 | 5,58 | 7,13 | - | - | - | 6,54±0,84 |
| | Karaciğer | 8,81 | 12,87 | 9,18 | - | - | - | 10,29±2,24 |
| <i>M. barbatus</i> | Kas | 2,05 | - | 1,57 | - | 3,33 | 2,21 | 2,29±0,75 |
| | Solungaç | 4,9 | - | 2,9 | - | 6,41 | 3,66 | 4,47±1,53 |
| | Karaciğer | 3,56 | - | 11,72 | - | 6,39 | 4,87 | 6,64±3,58 |
| <i>P. lascaris</i> | Kas | 5,85 | - | 7,37 | 1,98 | - | 4,57 | 4,94±2,28 |
| | Solungaç | 4,67 | - | 4,58 | 2,58 | - | 1,34 | 3,29±1,62 |
| | Karaciğer | 64,27 | - | 46,88 | 63,31 | - | 33,71 | 52,04±14,60 |

Tablo 4.4.4'de *Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris* türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken Cu miktarı ve ortalamaları ile standart sapmaları verilmiştir. *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum ve maksimum bakır değerleri sırasıyla 0,95 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) ve 5,39 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır miktarı ise $3,01 \pm 1,88$ µg/g'dır.

M. euxinus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki bakır miktarı 3,58 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 6,80 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama bakır miktarı ise $5,27 \pm 1,56$ µg/g'dır.

M. euxinus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük ve en yüksek bakır birikimi sırasıyla 4,15 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ve 13,70 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi ise $10,37 \pm 4,27$ µg/g'dır. İncelenen dokulardaki bakır birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.19).

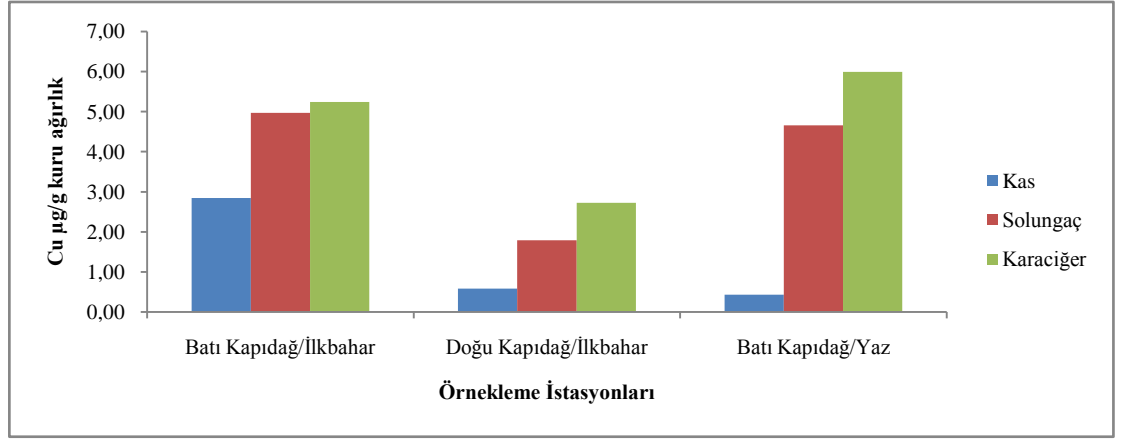


Şekil 4.4.19: *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi (µg/g kuru ağırlık).

Merluccius merluccius türünden elde edilen kas örneklerindeki minimum bakır birikimi 0,43 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), maksimum bakır birikimi 2,84 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi $1,29 \pm 1,35$ µg/g'dır.

M. merluccius türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük bakır birikimi 1,79 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek bakır birikimi 4,97 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi $3,81 \pm 1,75$ µg/g'dır.

M. merluccius türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki bakır birikimi 2,73 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 5,99 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama bakır değeri $4,65 \pm 1,71$ µg/g'dır. İncelenen dokulardaki bakır birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.20).

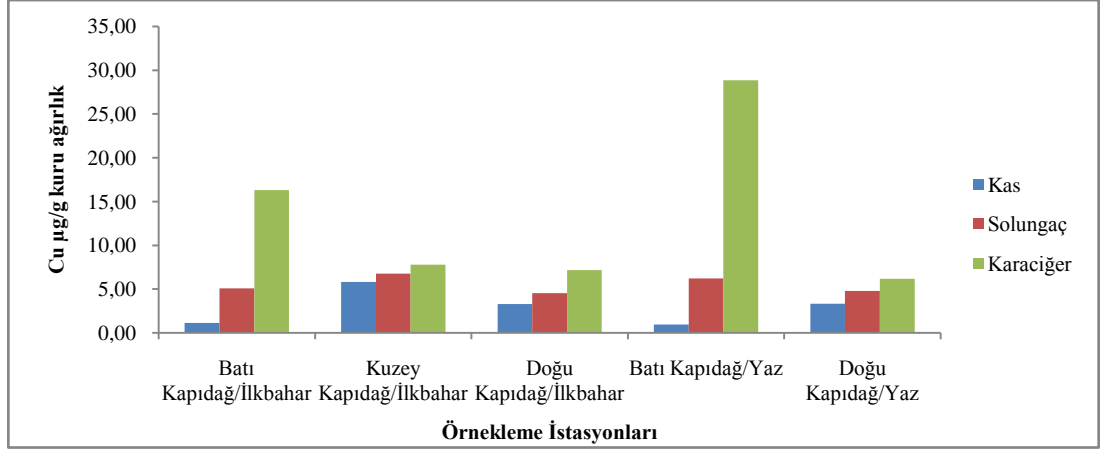


Şekil 4.4.20: *Merluccius merluccius* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi (µg/g kuru ağırlık).

Chelidonichthys lucernus türünden elde edilen kas örneklerindeki bakır birikimi 0,95 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 5,80 µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama bakır birikimi $2,90 \pm 1,98$ µg/g'dır.

C. lucernus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en yüksek ve en düşük bakır birikimi sırasıyla; 4,55 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ve 6,78 µg/g (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), ortalama krom değeri $5,49 \pm 0,97$ µg/g'dır.

C. lucernus türünden elde edilen karaciğer dokusundaki minimum bakır birikimi 6,16 µg/g kuru ağırlık (Doğu Kapıdağ / Yaz), maksimum bakır birikimi 28,84 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama bakır birikimi $13,26 \pm 9,61$ µg/g'dır. İncelenen dokulardaki bakır birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.21).

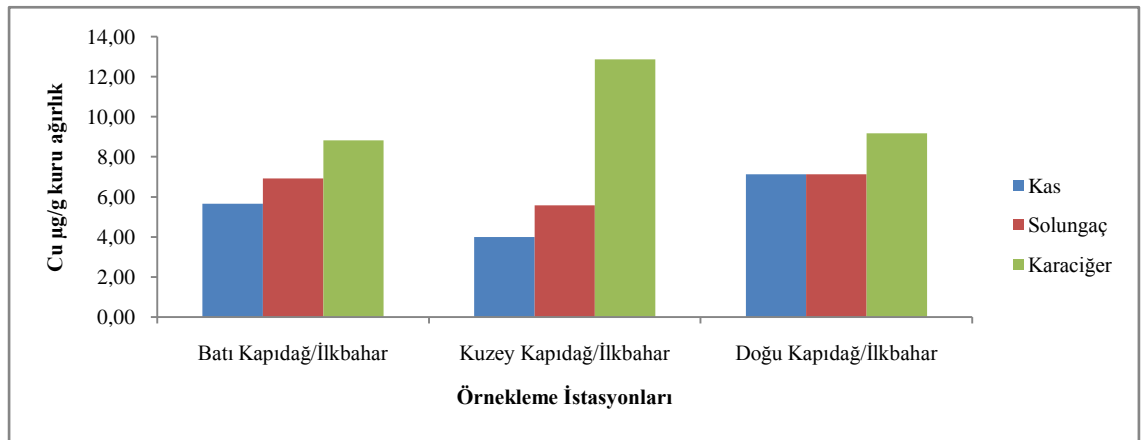


Şekil 4.4.21: *Chelidonichthys lucernus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys gurnardus türünden elde edilen kas örneklerindeki en düşük bakır birikimi $4,00 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek bakır birikimi $7,12 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi ise $5,60 \pm 1,56 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. gurnardus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük bakır birikimi $5,58 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek bakır birikimi $7,13 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi $6,54 \pm 0,84 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. gurnardus türündeki karaciğer örneklerindeki bakır değerleri $8,81 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile $12,87 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama bakır birikimi $10,29 \pm 2,24 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen dokulardaki bakır birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.22).

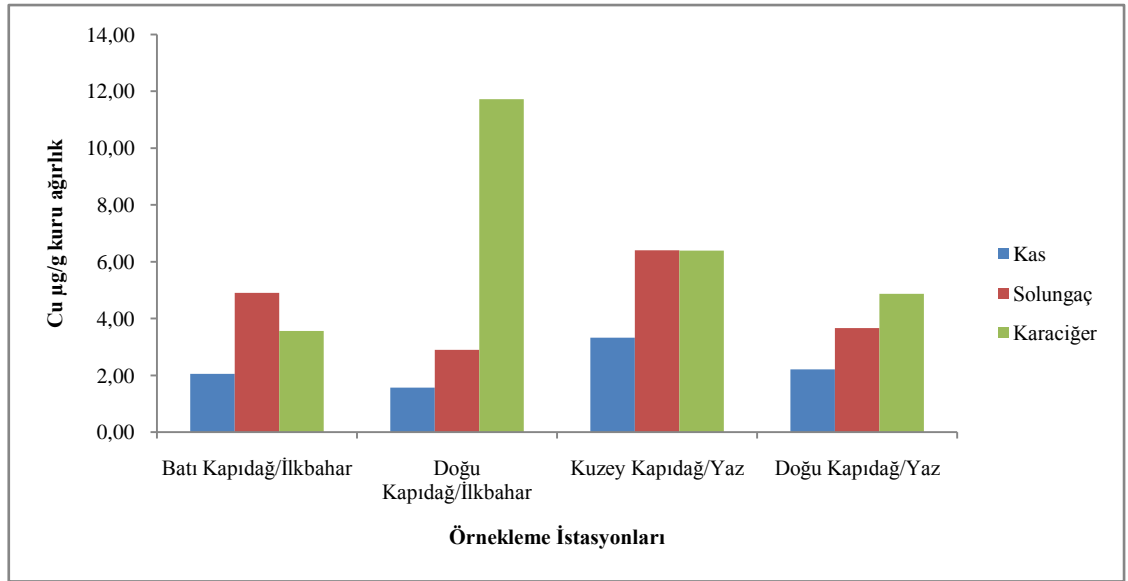


Şekil 4.4.22: *Chelidonichthys gurnardus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Mullus barbatus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam bakır miktarı 1,57 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile 3,33 $\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama bakır miktarı $2,29 \pm 0,75 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. barbatus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki minimum bakır değeri 2,90 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), maksimum bakır değeri 6,41 $\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz), ortalama bakır miktarı ise $4,47 \pm 1,53 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. barbatus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük bakır miktarı 3,56 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek bakır birikimi 11,72 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır miktarı $6,64 \pm 3,58 \mu\text{g/g}$ 'dır (Tablo4.4.4). İncelenen organlardaki toplam bakır birikimi Batı Kapıdağ / İlkbahar ve Kuzey Kapıdağ / Yaz istasyonu için sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas, Doğu Kapıdağ / İlkbahar ve Yaz istasyonları için karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.23).

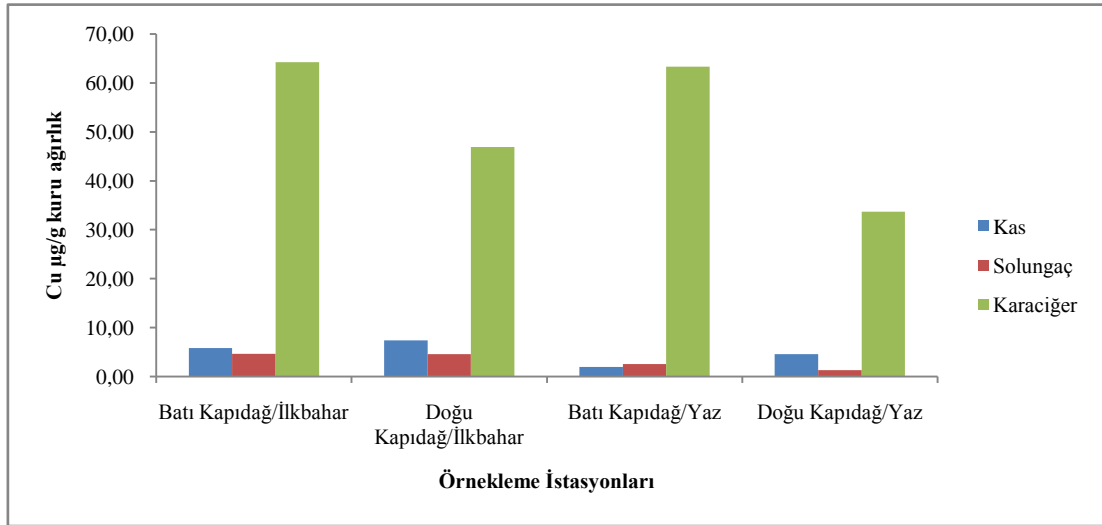


Şekil 4.4.23: *Mullus barbatus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Pegusa lascaris türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam bakır birikimi 1,98 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 7,37 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama bakır miktarı $4,94 \pm 2,28 \mu\text{g/g}$ 'dır.

P. lascaris türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük bakır birikimi 1,34 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), en yüksek bakır birikimi 4,67 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi $3,29 \pm 1,62 \mu\text{g/g}$ 'dır.

P. lascaris türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük bakır birikimi 33,71 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), maksimum bakır birikimi 64,27 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama bakır birikimi $52,04 \pm 14,60 \mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen organlardaki bakır birikimi Batı Kapıdağ / İlkbahar, Doğu Kapıdağ / İlkbahar ve Doğu Kapıdağ / Yaz istasyonları için sırasıyla; karaciğer, kas ve solungaç, Batı Kapıdağ / Yaz istasyonu için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusudur (Şekil 4.4.24).



Şekil 4.4.24: *Pegusa lascaris* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam bakır birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

4.4.5. Kurşun (Pb)

Tablo 4.4.5: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin, kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam kurşun ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları

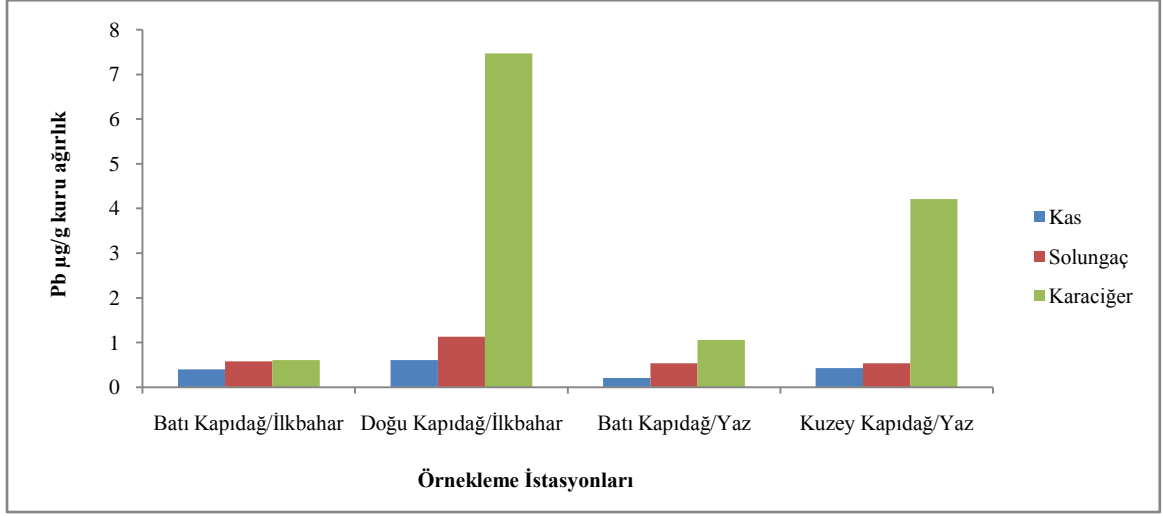
| Tür | Organ | İlkbahar | | | Yaz | | | Ort |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|-----------|
| | | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | |
| <i>M. euxinus</i> | Kas | 0,4 | - | 0,61 | 0,21 | 0,43 | - | 0,41±0,16 |
| | Solungaç | 0,58 | - | 1,13 | 0,54 | 0,54 | - | 0,70±0,29 |
| | Karaciğer | 0,61 | - | 7,47 | 1,06 | 4,21 | - | 3,34±3,19 |
| <i>M. merluccius</i> | Kas | 0,64 | - | 0,21 | 0,41 | - | - | 0,42±0,22 |
| | Solungaç | 0,82 | - | 0,44 | 0,63 | - | - | 0,63±0,19 |
| | Karaciğer | 0,87 | - | 2,18 | 0,97 | - | - | 1,34±0,73 |
| <i>C. lucernus</i> | Kas | <0,01 | 0,66 | 0,62 | 0,49 | - | 0,63 | 0,48±0,27 |
| | Solungaç | 1,73 | 0,7 | 0,82 | 2,07 | - | 0,91 | 1,25±0,61 |
| | Karaciğer | 0,82 | 1,14 | 2,01 | 2,14 | - | 1,95 | 1,61±0,59 |
| <i>C. gurnardus</i> | Kas | 0,63 | 0,69 | 0,47 | - | - | - | 0,60±0,11 |
| | Solungaç | 0,78 | 1,03 | 0,58 | - | - | - | 0,80±0,23 |
| | Karaciğer | 1,99 | 0,81 | 0,84 | - | - | - | 1,21±0,67 |
| <i>M. barbatus</i> | Kas | 0,45 | - | 0,5 | - | <0,01 | 0,52 | 0,37±0,25 |
| | Solungaç | 0,67 | - | 1,41 | - | 0,82 | 0,67 | 0,94±0,45 |
| | Karaciğer | 0,83 | - | 1,13 | - | 0,21 | 0,79 | 0,74±0,38 |
| <i>P. lascaris</i> | Kas | 0,99 | - | 0,62 | 0,68 | - | 0,64 | 0,73±0,17 |
| | Solungaç | 1,24 | - | 1,08 | 0,83 | - | 0,72 | 0,97±0,24 |
| | Karaciğer | 1,52 | - | 4,27 | 3,49 | - | 2,29 | 2,89±1,22 |

Tablo 4.4.5'de *Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris* türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken Pb miktarı ve ortalamaları ile standart sapmaları verilmiştir. *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas dokusundaki toplam kurşun birikimi 0,21 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 0,61 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama kurşun birikimi 0,41±0,16 $\mu\text{g/g}$ 'dir.

M. euxinus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki minimum kurşun birikimi 0,54 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz - Kuzey Kapıdağ / Yaz), maksimum kurşun birikimi 1,13 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun birikimi 0,70±0,29 $\mu\text{g/g}$ 'dir.

M. euxinus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük kurşun birikimi 0,61 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek kurşun birikimi 7,47 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ /

İlkbahar), ortalama kurşun birikimi $3,34 \pm 3,19 \mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen dokulardaki kurşun birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.25).

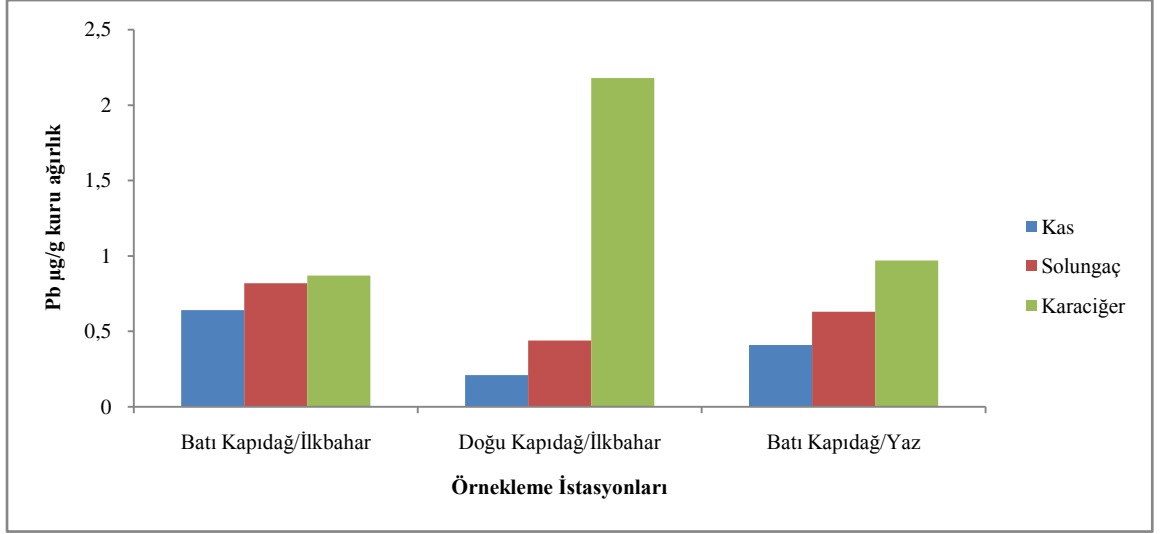


Şekil 4.4.25: *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Merluccius merluccius türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam kurşun birikimi $0,21 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $0,64 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama kurşun birikimi $0,42 \pm 0,22 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. merluccius türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük kurşun birikimi $0,44 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek kurşun birikimi $0,82 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ/İlkbahar), ortalama kurşun birikimi $0,63 \pm 0,19 \mu\text{g/g}$ 'dır.

M. merluccius türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum kurşun birikimi $0,87 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum kurşun birikimi $2,18 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun birikimi $1,34 \pm 0,73 \mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen dokulardaki kurşun birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.26).

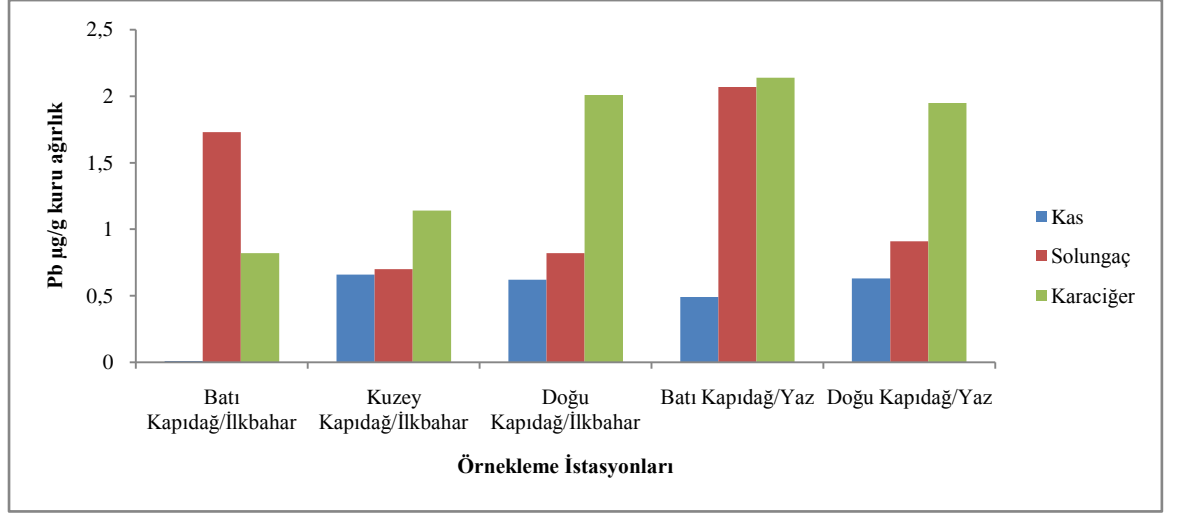


Şekil 4.4.26: *Merluccius merluccius* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys lucernus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam kurşun birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile $0,66 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama kurşun birikimi $0,48 \pm 0,27 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. lucernus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük kurşun miktarı $0,70 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek kurşun miktarı $2,07 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama kurşun miktarı $1,25 \pm 0,61 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. lucernus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum kurşun miktarı $0,82 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum kurşun miktarı $2,14 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama kurşun birikimi $1,61 \pm 0,59 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen organlardaki toplam kurşun birikimi Batı Kapıdağ / İlkbahar istasyonu için sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas, geri kalan istasyonlar için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.27).

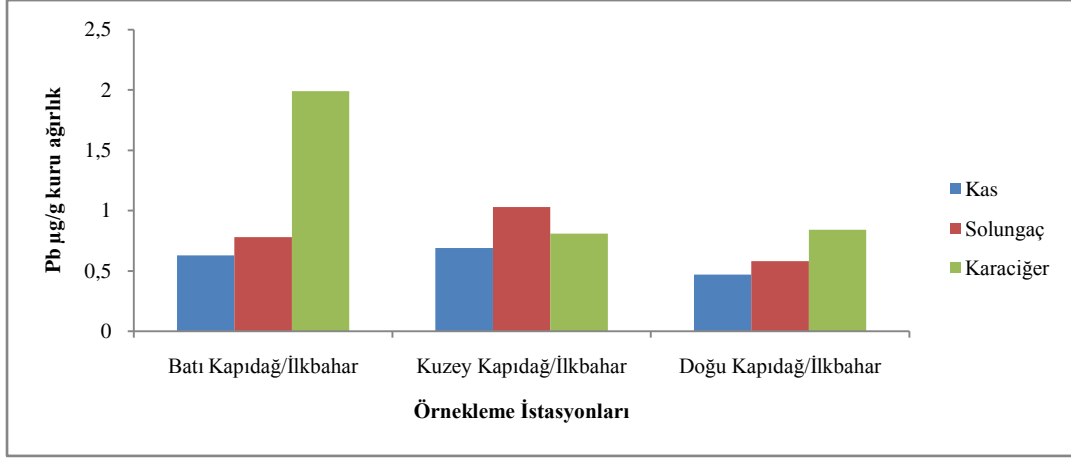


Şekil 4.4.27: *Chelidonichthys lucernus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys gurnardus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam kurşun miktarı $0,47 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $0,69 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama kurşun birikimi $0,60 \pm 0,11 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. gurnardus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük kurşun miktarı $0,58 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek kurşun miktarı $1,03 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun birikimi $0,80 \pm 0,23 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. gurnardus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum kurşun birikimi $0,81 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), maksimum kurşun birikimi $1,99 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama $1,21 \pm 0,67 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen organlardaki toplam Kuzey Kapıdağ / İlkbahar istasyonu için sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas; geri kalan istasyonlar için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.28).

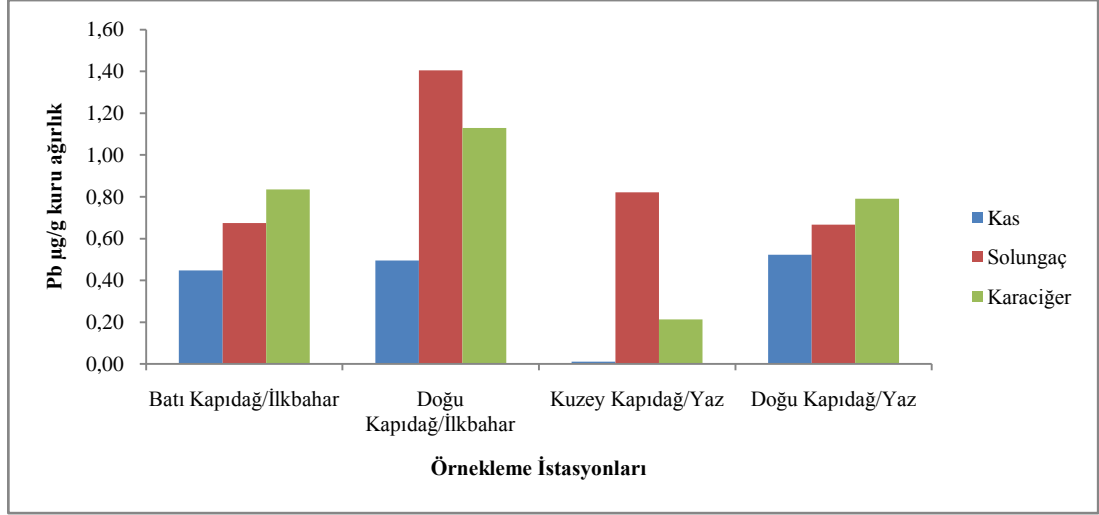


Şekil 4.4.28: *Chelidonichthys gurnardus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

M. barbatus türünden elde edilen kas dokusundaki toplam kurşun birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz) ile $0,52 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama kurşun birikimi ise $0,37 \pm 0,25 \mu\text{g/g}$ 'dir.

M. barbatus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük kurşun birikimi $0,67 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar ve Doğu Kapıdağ / Yaz), en yüksek kurşun birikimi $1,41 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun miktarı $0,94 \pm 0,45 \mu\text{g/g}$ 'dir.

M. barbatus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum ve maksimum kurşun birikimi sırasıyla; $0,21 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz) ile $1,13 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun miktarı $0,74 \pm 0,38 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen organlardaki toplam kurşun birikimi Batı Kapıdağ / İlkbahar ve Doğu Kapıdağ / Yaz istasyonları için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas, Doğu Kapıdağ / İlkbahar ve Kuzey Kapıdağ / Yaz istasyonları için sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.29).

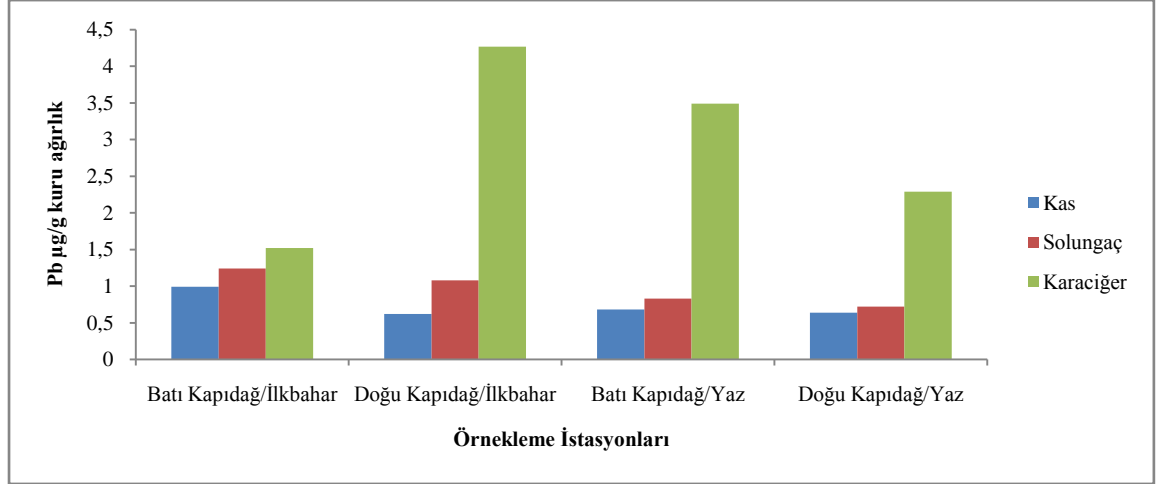


Şekil 4.2.29: *Mullus barbatus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Pegusa lascaris türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam kurşun birikimi $0,62 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $0,99 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında; ortalama kurşun birikimi $0,73 \pm 0,17 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen solungaç örneklerindeki minimum kurşun birikimi $0,72 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), maksimum kurşun birikimi $1,24 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun birikimi $0,97 \pm 0,24 \mu\text{g/g}$ 'dir.

P. lascaris türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük kurşun birikimi $1,52 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek kurşun birikimi $4,27 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama kurşun birikimi $2,89 \pm 1,22 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen dokulardaki kurşun birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.30).



Şekil 4.4.30: *Pegusa lascaris* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam kurşun birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

4.4.6. Çinko (Zn)

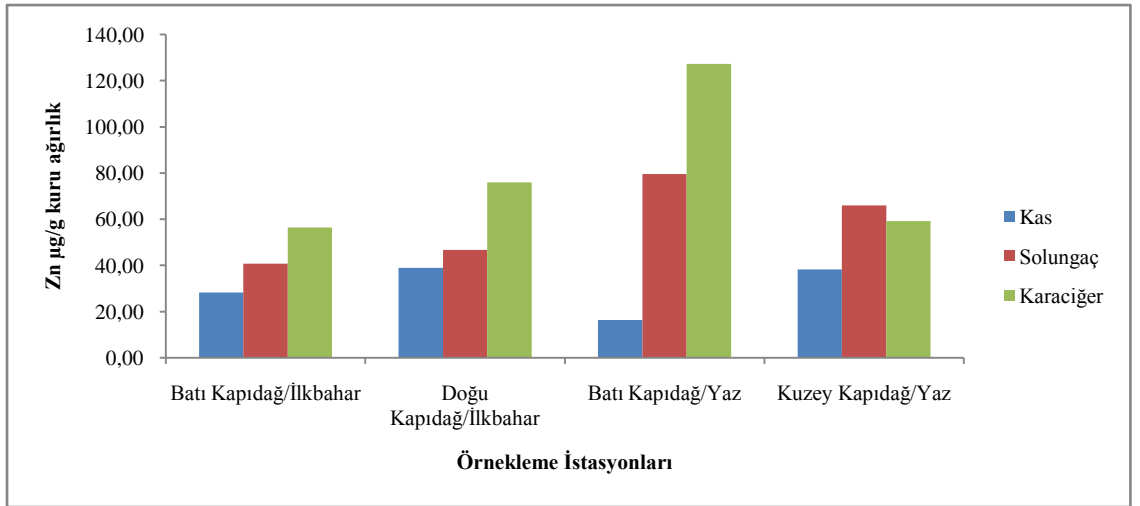
Tablo 4.4.6: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen balık türlerinin kas, solungaç ve karaciğer dokusundaki toplam çinko ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık) birikimi ve ortalamaları

| Tür | Organ | İlkbahar | | | Yaz | | | Ort |
|----------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------|
| | | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | Batı Kapıdağ | Kuzey Kapıdağ | Doğu Kapıdağ | |
| <i>M. euxinus</i> | Kas | 28 | - | 39 | 16 | 38 | - | 30,±10,6 |
| | Solungaç | 41 | - | 47 | 80 | 66 | - | 58,±17,9 |
| | Karaciğer | 56 | - | 76 | 127 | 59 | - | 80±32,9 |
| <i>M. merluccius</i> | Kas | 6 | - | 7 | 20 | - | - | 10,±5,8 |
| | Solungaç | 46 | - | 56 | 79 | - | - | 61±8,1 |
| | Karaciğer | 41 | - | 62 | 82 | - | - | 62±12,9 |
| <i>C. lucernus</i> | Kas | 38 | 7 | 16 | 32 | - | 37 | 26±13,9 |
| | Solungaç | 42 | 48 | 37 | 71 | - | 94 | 59±23,8 |
| | Karaciğer | 107 | 54 | 41 | 37 | - | 68 | 62 ±28,1 |
| <i>C. gumardus</i> | Kas | 10 | 10 | 20 | - | - | - | 13,±5,8 |
| | Solungaç | 48 | 40 | 31 | - | - | - | 40±8,1 |
| | Karaciğer | 61 | 65 | 41 | - | - | - | 56±12,9 |
| <i>M. barbatus</i> | Kas | 38 | - | 21 | - | 42 | 40 | 35±9,5 |
| | Solungaç | 43 | - | 53 | - | 49 | 63 | 52±8,5 |
| | Karaciğer | 51 | - | 56 | - | 57 | 82 | 62±13,7 |
| <i>P. lascaris</i> | Kas | 10 | - | 45 | 21 | - | 41 | 29±16,7 |
| | Solungaç | 47 | - | 52 | 29 | - | 126 | 63±42,7 |
| | Karaciğer | 62 | - | 130 | 72 | - | 64 | 82±32,0 |

Tablo 4.4.6’de *Merlangius euxinus*, *Merluccius merluccius*, *Chelidonichthys lucernus*, *Chelidonichthys gurnardus*, *Mullus barbatus*, *Pegusa lascaris* türlerinin kas, karaciğer ve solungaç dokularında biriken Zn miktarı ve ortalamaları ile standart sapmaları verilmiştir. *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas örneklerinde toplam çinko birikimi 16 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) ile 39 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama çinko birikimi $30 \pm 10,6$ µg/g’dir.

M. euxinus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki toplam çinko birikimi en düşük 41 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek çinko birikimi 80 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko birikimi $58 \pm 17,9$ µg/g’dir.

M. euxinus türünden elde edile karaciğer örneklerindeki minimum çinko birikimi 56 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum çinko birikimi 127 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko miktarı $80 \pm 32,9$ µg/g’dir. İncelenen örneklerdeki toplam çinko miktarı Kuzey Kapıdağ / Yaz istasyonu için sırasıyla; solungaç, kas ve karaciğer, geri kalan istasyonlar için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.31).

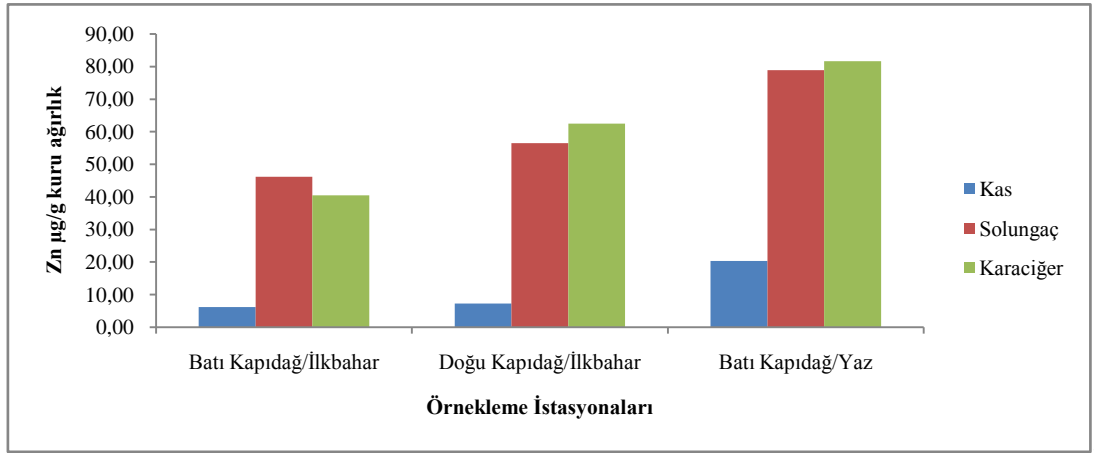


Şekil 4.4.31: *Merlangius euxinus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi (µg/g kuru ağırlık).

Merluccius merluccius türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam çinko birikimi 6 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 20 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama çinko birikimi $10 \pm 5,8$ µg/g’dir.

M. merluccius türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük çinko değeri 46 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek çinko değeri 79 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko değeri $60\pm 8,1$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

M. merluccius türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum çinko değeri 41 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum çinko değeri 82 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko değeri $62\pm 12,9$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen organlardaki toplam çinko değeri Batı Kapıdağ / İlkbahar istasyonu için sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas, Doğu Kapıdağ/İlkbahar ve Batı Kapıdağ / Yaz istasyonları için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.32).



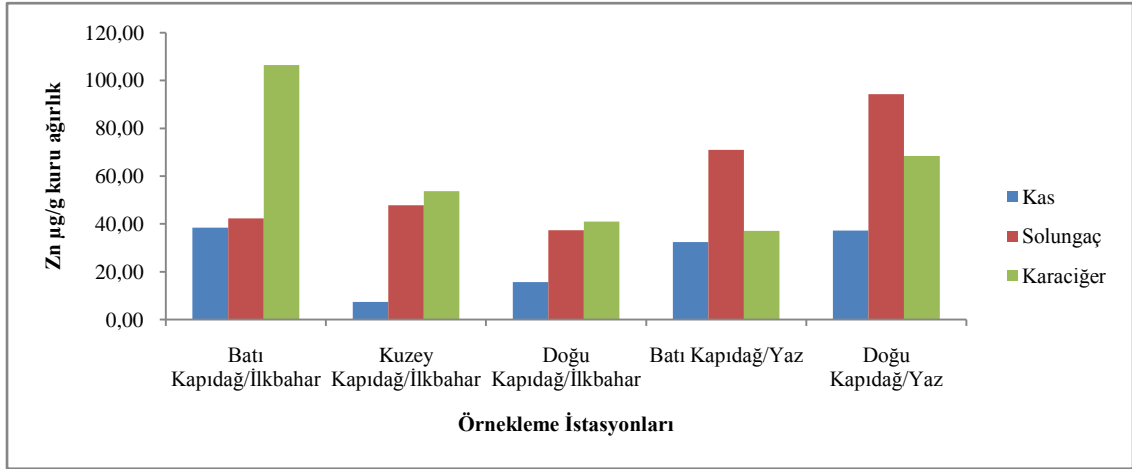
Şekil 4.4.32: *Merluccius merluccius* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys lucernus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam çinko miktarı 7 $\mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ile 38 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama çinko birikimi ise $26\pm 13,9$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. lucernus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük çinko birikimi 37 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek çinko birikimi 94 $\mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko birikimi $59\pm 23,8$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

C. lucernus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum çinko birikimi 37 $\mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / Yaz), maksimum çinko birikimi 107 (Batı Kapıdağ / İlkbahar) $\mu\text{g/g}$, ortalama çinko birikimi $62 \pm 28,1$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. İncelenen organlardaki toplam çinko miktarı Batı Kapıdağ / Yaz ve Doğu Kapıdağ / Yaz istasyonları için sırasıyla; solungaç,

karaciğer ve kas, geri kalan istasyonlar için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.33).

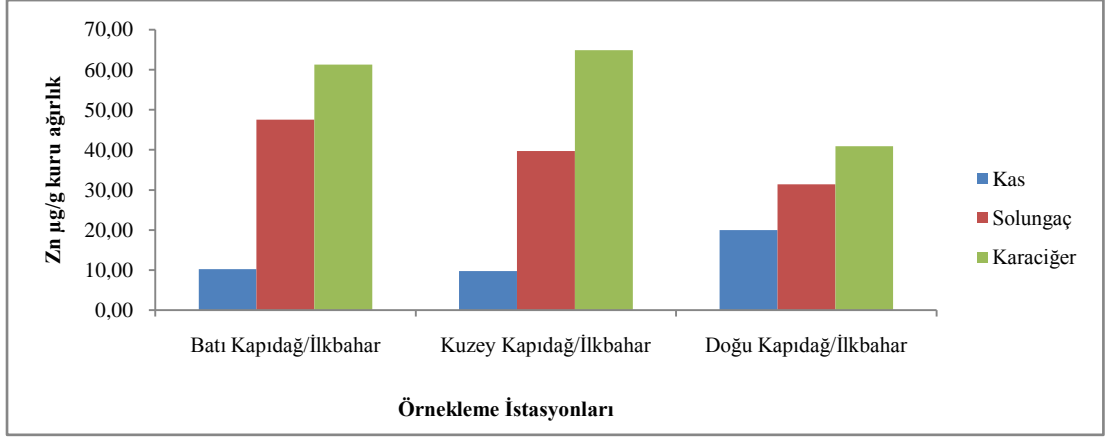


Şekil 4.4.33: *Chelidonichthys lucernus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Chelidonichthys gurnardus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam çinko birikimi $10 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar - Kuzey Kapıdağ / İlkbahar) ile $20 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama çinko birikimi $13 \pm 5,8 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. gurnardus türünden elde edilme solungaç örneklerindeki en düşük çinko birikimi $31 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek çinko birikimi $48 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), ortalama çinko birikimi $40 \pm 8,1 \mu\text{g/g}$ 'dir.

C. gurnardus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum çinko birikimi $41 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), maksimum çinko birikimi $65 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / İlkbahar), ortalama çinko birikimi $56 \pm 12,9 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen dokulardaki çinko birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.34).

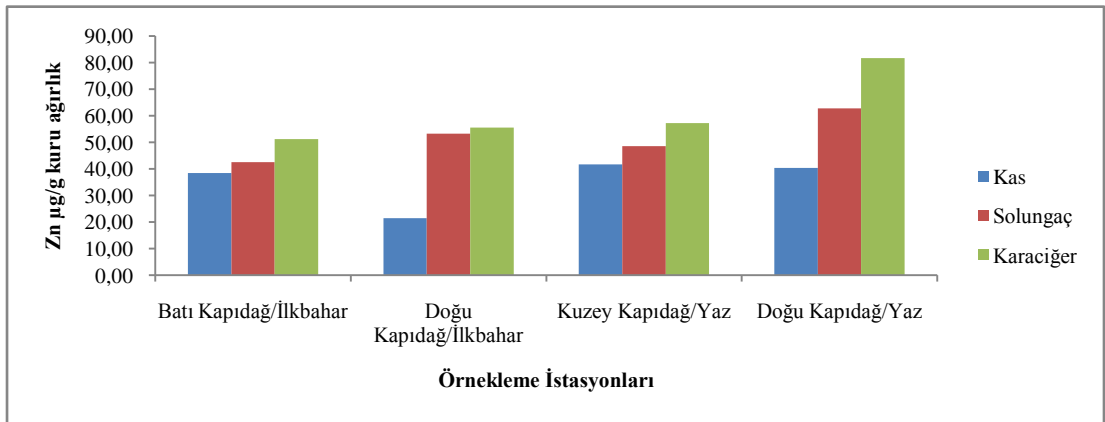


Şekil 4.4.34: *Chelidonichthys gurnardus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Mullus barbatus türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam çinko birikimi $21 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) ile $42 \mu\text{g/g}$ (Kuzey Kapıdağ / Yaz) arasında, ortalama çinko birikimi ise $35 \pm 9,5 \mu\text{g/g}$ 'dir.

M. barbatus türünden elde edilen solungaç örneklerindeki minimum çinko miktarı $43 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum çinko miktarı $63 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko birikimi $52 \pm 8,5 \mu\text{g/g}$ 'dir.

M. barbatus türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki en düşük çinko birikimi $51 \mu\text{g/g}$ (Batı Kapıdağ / İlkbahar), en yüksek çinko miktarı $82 \mu\text{g/g}$ (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko birikimi $62 \pm 13,7 \mu\text{g/g}$ 'dir. İncelenen dokulardaki çinko birikimi en yüksek karaciğerde daha sonra solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.35).

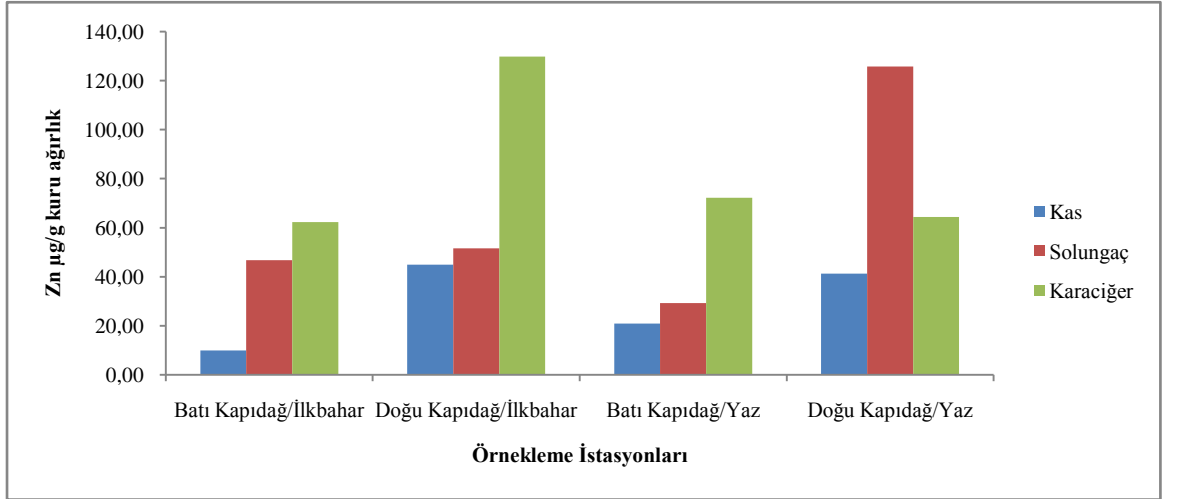


Şekil 4.4.35: *Mullus barbatus* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi ($\mu\text{g/g}$ kuru ağırlık).

Pegusa lascaris türünden elde edilen kas örneklerindeki toplam çinko birikimi 10 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar) ile 45 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar) arasında, ortalama çinko birikimi ise $29 \pm 16,7$ µg/g'dır.

P. lascaris türünden elde edilen solungaç örneklerindeki en düşük çinko birikimi 29 µg/g (Batı Kapıdağ / Yaz), en yüksek çinko birikimi 126 µg/g (Doğu Kapıdağ / Yaz), ortalama çinko birikimi $63 \pm 42,7$ µg/g'dır.

P. lascaris türünden elde edilen karaciğer örneklerindeki minimum çinko miktarı 62 µg/g (Batı Kapıdağ / İlkbahar), maksimum çinko birikimi 130 µg/g (Doğu Kapıdağ / İlkbahar), ortalama çinko miktarı 82 ± 32 µg/g'dır. İncelenen organlardaki toplam çinko birikimi Doğu Kapıdağ / Yaz istasyonu için sırasıyla; solungaç, karaciğer ve kas, geri kalan istasyonlar için sırasıyla; karaciğer, solungaç ve kas dokusundadır (Şekil 4.4.36).



Şekil 4.4.36: *Pegusa lascaris* türünden elde edilen kas, solungaç ve karaciğer dokularındaki toplam çinko birikimi (µg/g kuru ağırlık).

4.5. KAPIDAĞ YARIMADASI YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ TOPLAM KARBONAT, TOPLAM ORGANİK KARBON İÇERİKLERİ VE ÇAMUR YÜZDESİ DEĞERLERİ

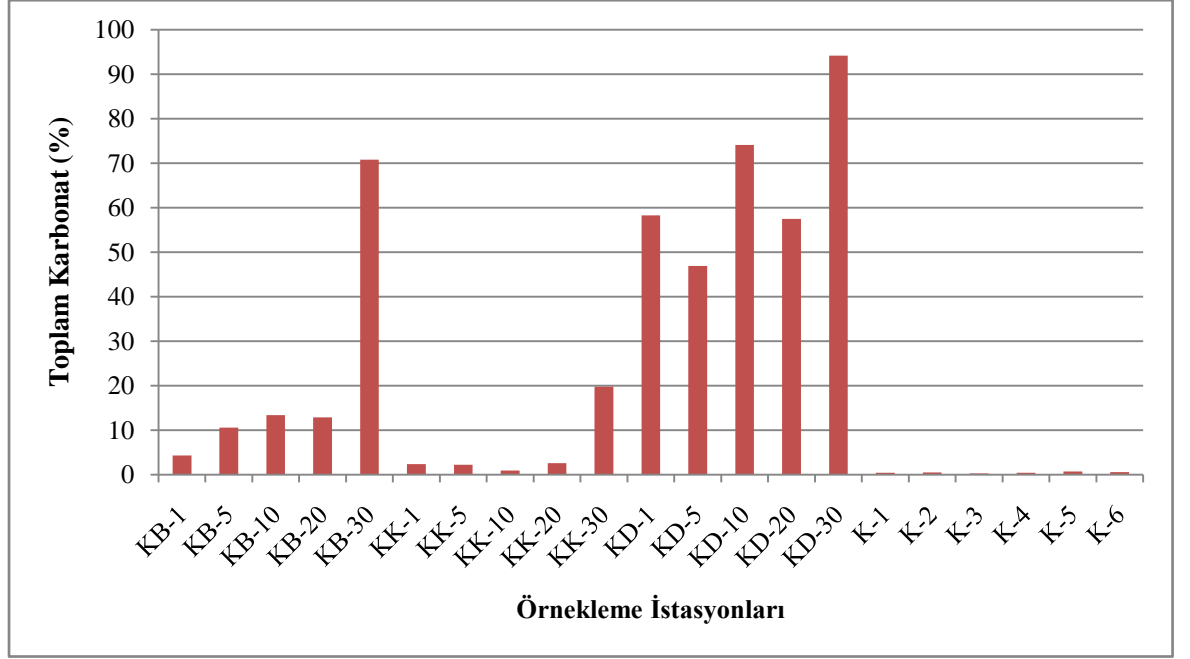
Yüzeysel sediment örneklerinin toplam karbonat, toplam karbon içerikleri ve çamur yüzdesi değerleri Tablo 4.5 , Şekil 4.5.1, Şekil 4.5.2 ve Şekil 4.5.3’de verilmiştir.

Tablo 4.5: Kapıdağ Yarımadası yüzeysel sediment örneklerindeki toplam karbonat, toplam organik karbon içerikleri ve çamur yüzdesi değeri (%)

| Örnekleme İstasyonları | Toplam Karbonat (%) | Toplam Organik Karbon (%) | Çamur Yüzdesi (%) |
|------------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| KB-1 | 8,2 | 1,3 | 4,3 |
| KB-5 | 2,7 | 1,3 | 10,6 |
| KB-10 | 22,1 | 2,1 | 13,4 |
| KB-20 | 20,1 | 2,0 | 12,9 |
| KB-30 | 20,6 | 3,5 | 70,8 |
| KK-1 | 0,7 | 1,2 | 2,4 |
| KK-5 | 0,4 | 1,1 | 2,2 |
| KK-10 | 0,4 | 1,2 | 0,9 |
| KK-20 | 2,3 | 1,2 | 2,6 |
| KK-30 | 1,8 | 1,9 | 19,8 |
| KD-1 | 1,2 | 1,7 | 58,3 |
| KD-5 | 2,2 | 2,1 | 46,9 |
| KD-10 | 1,7 | 2,1 | 74,1 |
| KD-20 | 2,1 | 2,1 | 57,5 |
| KD-30 | 3,0 | 2,2 | 94,2 |
| K-1 | 0,3 | 1,5 | 0,4 |
| K-2 | 0,7 | 1,5 | 0,5 |
| K-3 | 1,8 | 1,7 | 0,3 |
| K-4 | 1,8 | 1,7 | 0,4 |
| K-5 | 2,0 | 1,7 | 0,7 |
| K-6 | 0,6 | 1,7 | 0,6 |

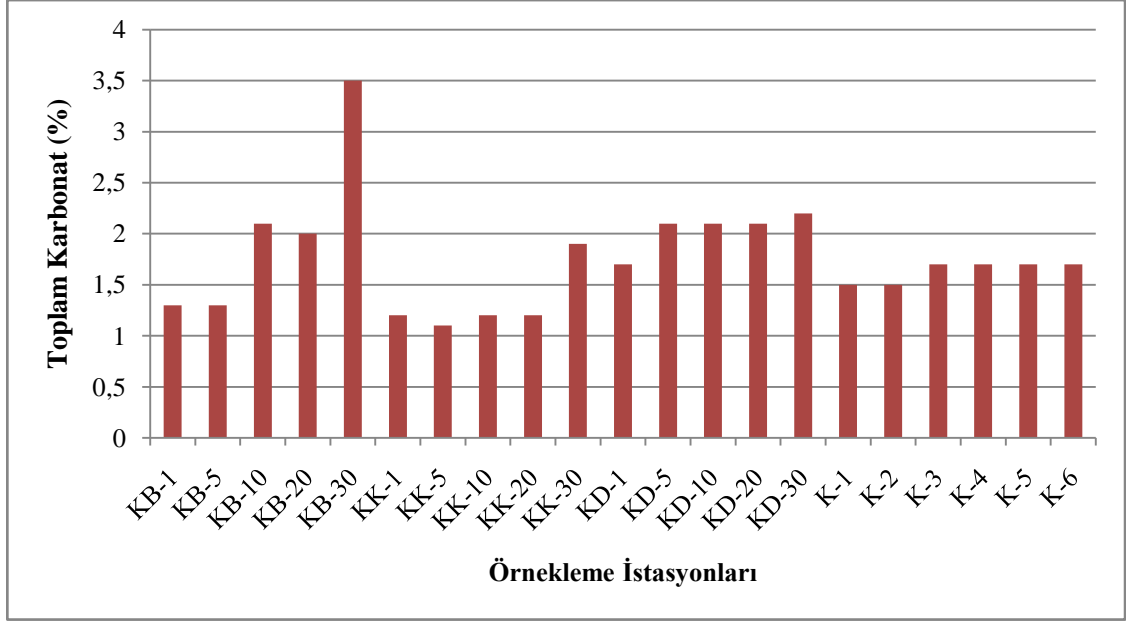
Tablo 4.5.1 incelendiğinde Batı Kapıdağ’daki toplam karbonat miktarı %2,7 (KB-5) ile 22,1 (KB-10) arasında değiştiği belirlenmiştir. Kuzey Kapıdağ’daki en düşük değer %0,4 (KK-5 ve KK-10) en yüksek değer %2,3 (KK-20) olarak bulunmuştur. Doğu Kapıdağ’daki minimum toplam karbonat değeri % 1,2 (KD-1), maksimum toplam

karbonat değeri %3,0 (KD-30) olarak bulunmuştur. Kıyı örnekleri için toplam karbonat miktarı %0,3 (K-1) ile %2,0 (K-5) arasındadır.



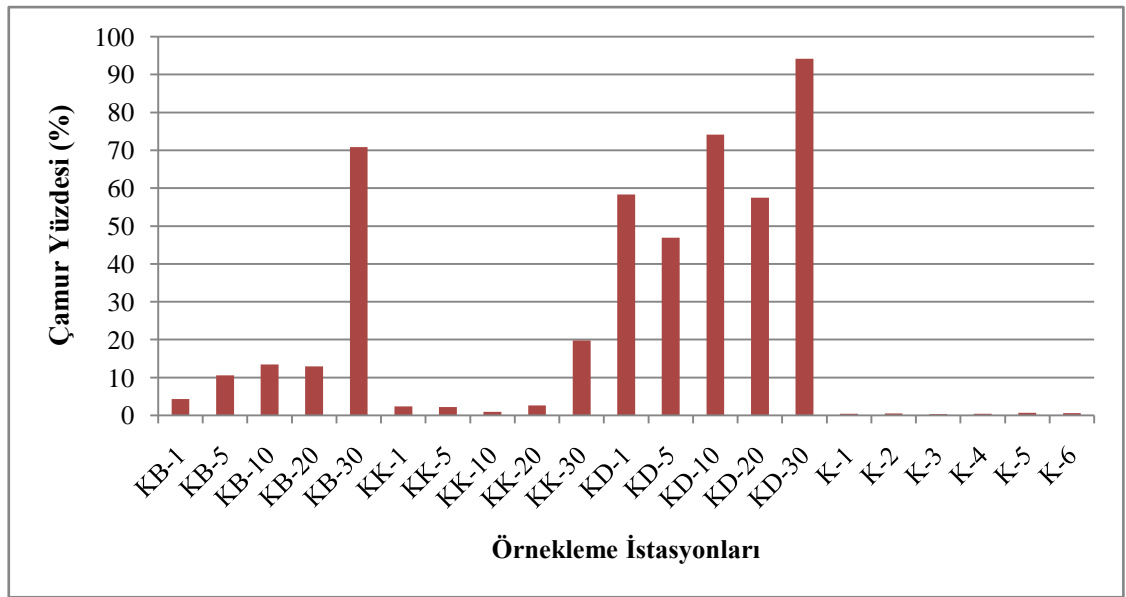
Şekil 4.5.1: Yüze sediment örneklerinin toplam karbonat içerikleri.

Batı Kapıdağ'dan elde edilen istasyonlardaki toplam organik karbon miktarı %1,3 (KB-1 ve KB-5) ile % 3,5 (KB-30) arasındadır. Kuzey Kapıdağ'daki en düşük organik karbon birikimi % 1,1 (KK-5), en yüksek organik karbon birikimi % 1,9 (KK-30) olarak hesaplanmıştır. Doğu Kapıdağ'dan elde edilen örneklerdeki minimum organik karbon miktarı % 1,7 (KD-1), maksimum organik karbon miktarı %2,2 (KD-30)'dir. Kıyı örneklerindeki toplam organik karbon birikimi % 1,5 (K-1 ve K-2) ve % 1,7 (K-3, K-4, K-5 ve K-6)'dir.



Şekil 4.5.2: Yüze sediment örneklerinin toplam organik karbon içerikleri.

Batı Kapıdağ'dan elde edilen çamur yüzdesi değeri % 4,3 (KB-1) ile % 70,8 (KB-30) arasındadır. Kuzey Kapıdağ'daki minimum çamur yüzdesi değeri % 0,9 (KK-10), maksimum çamur yüzdesi değeri %19,8 (KK-30) olarak hesaplanmıştır. Doğu Kapıdağ'dan elde edilen en düşük çamur yüzdesi değeri % 46,9 (KD-5), en yüksek çamur yüzdesi değeri % 94,2 (KD-30)'dir. Kıyı örneklerindeki çamur yüzdesi miktarı % 0,3 (K-3) ile % 0,7 (K-5) arasındadır.



Şekil 4.5.3: Yüze sediment örneklerinin çamur yüzdesi değerleri.

4.6. KAPIDAĞ YARIMADASI YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ TOPLAM METAL BİRİKİMİ

Kağıdağ Yarımadası'ndan elde edilen yüzey sediment örneklerinde belirlenen toplam iz element içerikleri Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6: Kapıdağ Yarımadası yüzey sediment örneklerindeki toplam iz element dağılımları

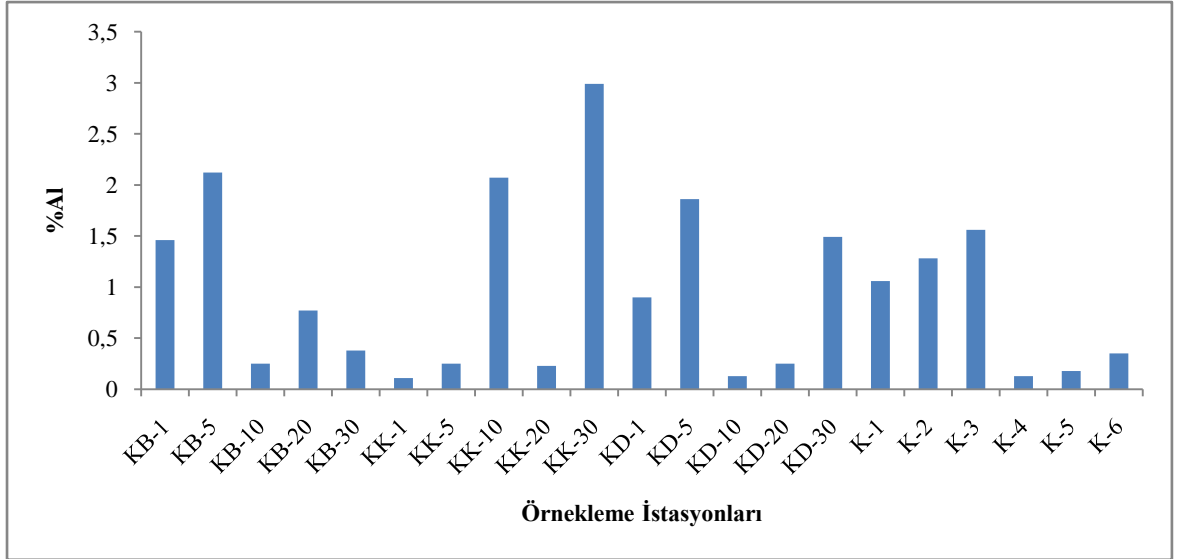
| Örnekleme İstasyonları | Al* | As** | Cd** | Cr** | Cu** | Pb** | Zn** |
|------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| KB-1 | 1,46 | 0,03 | <0,01 | 24 | 22 | 0,6 | 16 |
| KB-5 | 2,12 | 0,47 | 1,18 | 61 | 63 | 0,24 | 57 |
| KB-10 | 0,25 | 0,04 | 0,08 | 4 | 4 | 0,15 | 4 |
| KB-20 | 0,77 | 0,52 | 0,12 | 15 | 24 | 5 | 36 |
| KB-30 | 0,38 | 2,17 | 0,22 | 13 | 41 | 90 | 32 |
| Ortalama | 1,00±0,79 | 0,65±0,88 | 0,32±0,49 | 23,44±22,14 | 30,73±22,26 | 19,18±39,52 | 28,89±20,21 |
| KK-1 | 0,11 | 0,02 | 0,29 | 0,19 | 12 | 11 | 14 |
| KK-5 | 0,25 | 0,4 | 0,28 | 0,28 | 8 | 6 | 15 |
| KK-10 | 2,07 | <0,01 | 0,04 | 0,14 | 26 | 0,30 | 51 |
| KK-20 | 0,23 | 0,23 | 0,22 | 0,2 | 15 | 77 | 14 |
| KK-30 | 2,99 | <0,01 | 0,23 | 12 | 30 | 0,6 | 57 |
| Ortalama | 1,13±1,32 | 0,13±0,18 | 0,21±0,10 | 2,48±5,10 | 18,15±9,66 | 19,07±32,81 | 30,27±31,78 |
| KD-1 | 0,90 | <0,01 | <0,01 | 13 | 60 | 1 | 37 |
| KD-5 | 1,86 | 0,04 | 0,72 | 24 | 89 | 0,44 | 63 |
| KD-10 | 0,13 | 0,48 | 0,39 | 32 | 73 | 0,48 | 80 |
| KD-20 | 0,25 | 0,42 | 0,22 | 0,22 | 7 | 0,50 | 15 |
| KD-30 | 1,49 | 0,57 | 1,68 | 35 | 136 | 0,36 | 103 |
| Ortalama | 0,93±0,76 | 0,30±0,26 | 0,60±0,66 | 20,76±14,30 | 73,19±46,81 | 0,56±0,25 | 59,54±34,82 |
| K-1 | 1,06 | 0,45 | <0,01 | 4,5 | 11 | 11 | 37 |
| K-2 | 1,28 | 0,68 | 1,12 | 34 | 134 | 0,77 | 101 |
| K-3 | 1,56 | 0,56 | <0,01 | 0,16 | 8 | 0,4 | 0,4 |
| K-4 | 0,13 | <0,01 | 0,02 | 0,23 | 0,38 | 1 | 0,95 |
| K-5 | 0,18 | <0,01 | 0,78 | 32 | 34 | 4 | 33 |
| K-6 | 0,35 | <0,01 | 0,59 | 14 | 36 | 0,89 | 32 |
| Ortalama | 0,76±0,62 | 0,28±0,32 | 0,42±0,48 | 14,21±45,51 | 37,15±49,10 | 3,0±4,10 | 34,0±36,51 |

* %

** µg/g kuru ağırlık

4.6.1. Alüminyum (Al)

Batı Kapıdağ'dan elde edilen yüzey sediment örneklerindeki toplam alüminyum miktarı %0,25 (KB-10) ile %2,12 (KB-5) arasında, ortalama alüminyum miktarı $1,00 \pm 0,79$ 'dur. Kuzey Kapıdağ'daki minimum alüminyum birikimi %0,11 (KK-1), maksimum alüminyum birikimi % 2,99 (KK-30), ortalama alüminyum birikimi $1,13 \pm 1,32$ 'dir. Doğu Kapıdağ'daki en düşük alüminyum birikimi %0,13 (KD-10), en yüksek alüminyum birikimi %1,86 (KD-5), ortalama alüminyum birikimi $0,93 \pm 0,76$ 'dır. Kıyı örneklerindeki alüminyum miktarı %0,13 (K-4) ile %1,56 (K-3) arasında olmakla birlikte, ortalama alüminyum değeri $0,76 \pm 0,62$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.6.1).

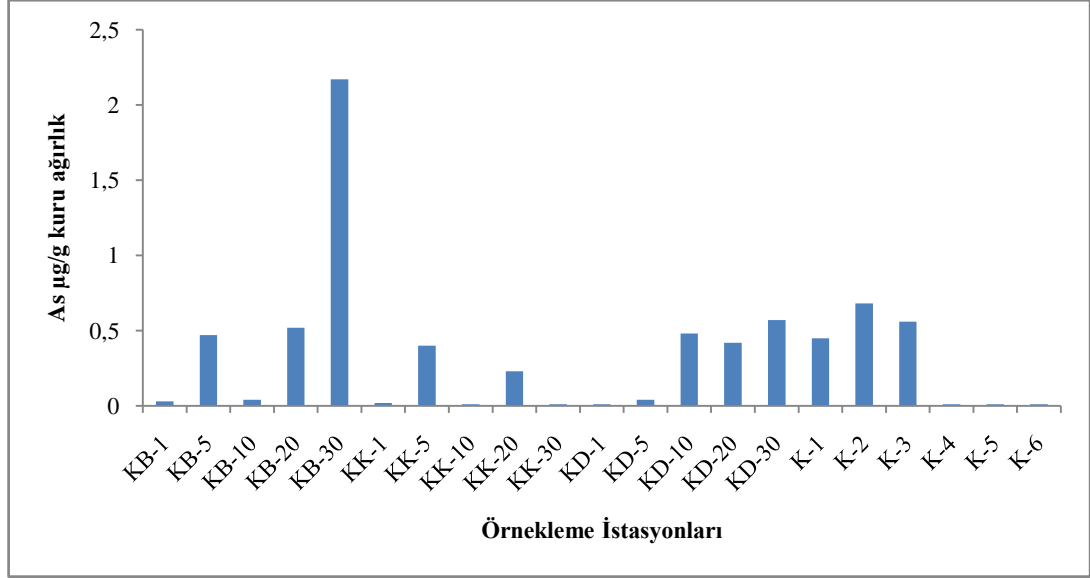


Şekil 4.6.1: Yüzey sediment örneklerindeki toplam alüminyum birikimi.

4.6.2. Arsenik (As)

Batı Kapıdağ'dan elde edilen yüzey sediment örneklerindeki toplam arsenik birikimi $0,03 \mu\text{g/g}$ (KB-1) ile $2,17 \mu\text{g/g}$ (KB-30), ortalama arsenik birikimi $0,65 \pm 0,88 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kuzey Kapıdağ'daki minimum arsenik birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (KK-10, KK-30), maksimum arsenik birikimi $0,4 \mu\text{g/g}$ (KK-5), ortalama arsenik birikimi $0,13 \pm 0,18 \mu\text{g/g}$ 'dır. Doğu Kapıdağ'daki en düşük arsenik birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (KD-1), en yüksek arsenik birikimi $0,57 \mu\text{g/g}$ (KD-30), ortalama arsenik birikimi $0,30 \pm 0,26 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kıyı

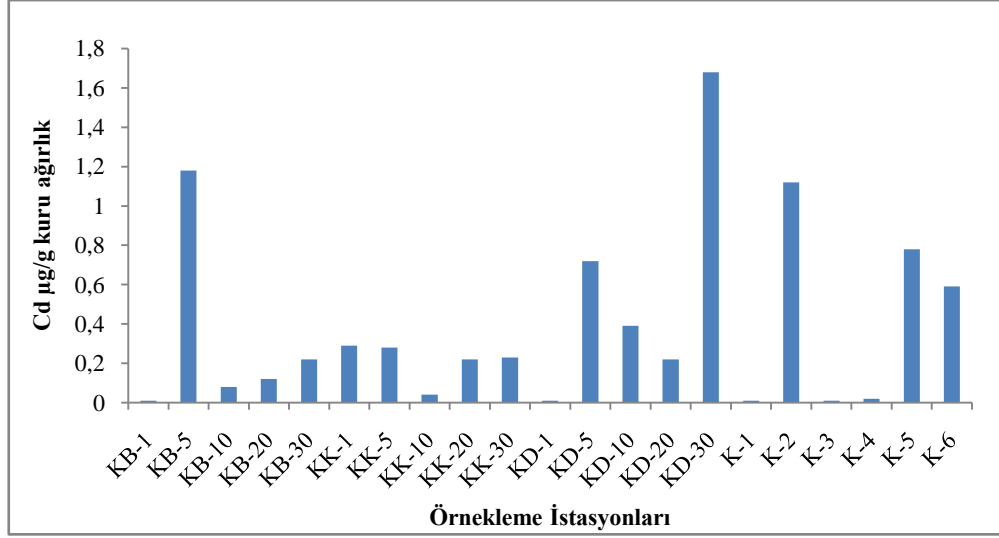
örneklerindeki arsenik birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (K-4, K-5, K-6) ile $0,68 \mu\text{g/g}$ (K-2) arasında, ortalama arsenik birikimi $0,28 \pm 0,32 \mu\text{g/g}$ 'dır (Şekil 4.6.2).



Tablo 4.6.2: Yüzey sediment örneklerindeki toplam arsenik birikimi.

4.6.3. Kadmiyum (Cd)

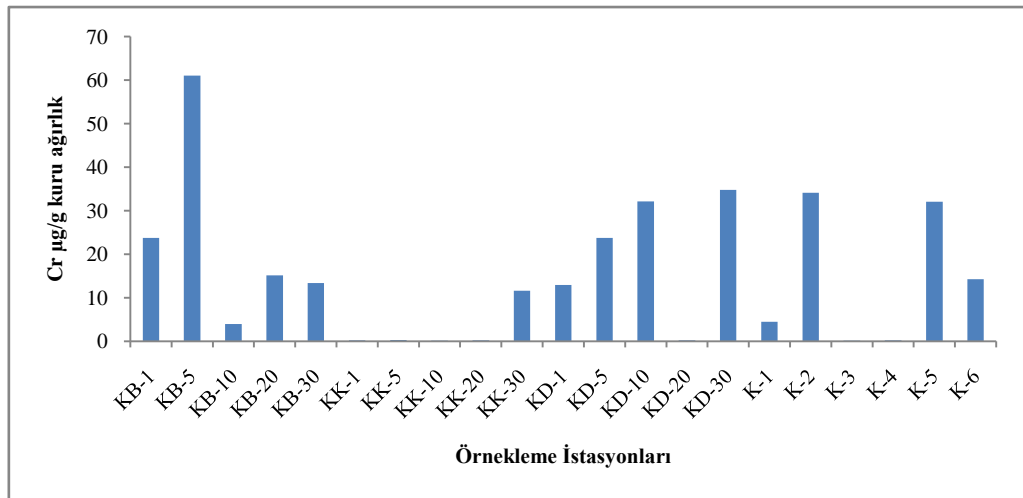
Batı Kapıdağ'dan elde edilen yüzey sediment örneklerindeki toplam kadmiyum birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (KB-1) ile $1,18 \mu\text{g/g}$ (KB-5) arasında, ortalama kadmiyum değeri $0,32 \pm 0,49 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kuzey Kapıdağ'daki minimum arsenik birikimi $0,04 \mu\text{g/g}$ (KK-10), maksimum arsenik birikimi $0,29 \mu\text{g/g}$ (KK-1), ortalama kadmiyum birikimi $0,21 \pm 0,1 \mu\text{g/g}$ 'dır. Doğu Kapıdağ'daki en düşük arsenik birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (KD-1), en yüksek kadmiyum değeri $1,68 \mu\text{g/g}$ (KD-30), ortalama kadmiyum birikimi $0,60 \pm 0,66 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kıyı örneklerindeki toplam kadmiyum birikimi $<0,01 \mu\text{g/g}$ (K-1, K-3) ile $1,12 \mu\text{g/g}$ (K-2) arasında, ortalama kadmiyum birikimi $0,42 \pm 0,48 \mu\text{g/g}$ 'dır (Şekil 4.6.3).



Şekil 4.6.3: Yüze sediment örneklerindeki toplam kadmiyum birikimi.

4.6.4. Krom (Cr)

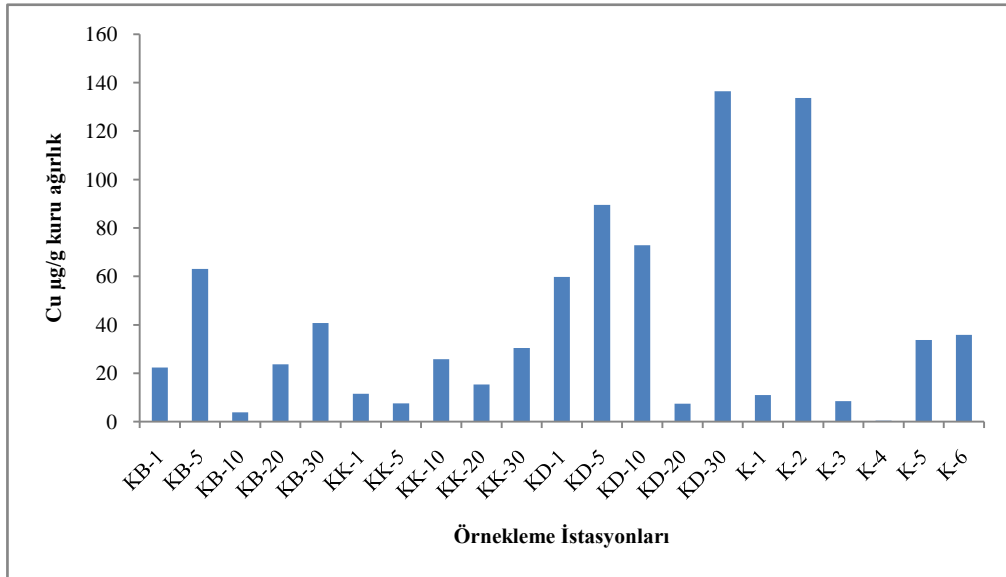
Batı Kapıdağ'dan elde edilen yüze sediment örneklerindeki toplam krom birikimi 4 µg/g (KB-10) ile 61 µg/g (KB-5) arasındadır, ortalama krom birikimi $23,44 \pm 22,14$ µg/g'dır. Kuzey Kapıdağ'daki minimum krom birikimi 0,14 µg/g (KK-10), maksimum krom birikimi 12 µg/g (KK-30), ortalama krom birikimi $2,48 \pm 5,10$ µg/g'dır. Doğu Kapıdağ'daki en düşük krom birikimi 0,22 µg/g (KD-20), en yüksek krom birikimi 35 µg/g (KD-30), ortalama krom içeriği $20,76 \pm 14,30$ µg/g'dır. Kıyı örneklerindeki krom birikimi 0,16 µg/g (K-3) ile 34 µg/g (K-2) arasında, kıyı örneklerindeki ortalama krom birikimi $14,21 \pm 45,51$ µg/g'dır (Şekil 4.6.4).



Şekil 4.6.4: Yüze sediment örneklerindeki toplam krom birikimi.

4.6.5. Bakır (Cu)

Batı Kapıdağ'dan elde edilen yüzey sediment örneklerindeki toplam bakır birikimi 4 $\mu\text{g/g}$ (KB-10) ile 63 $\mu\text{g/g}$ (KB-5) arasında, ortalama bakır birikimi $30,73 \pm 22,26$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. Kuzey Kapıdağ'dan elde edilen minimum bakır birikimi 8 $\mu\text{g/g}$ (KK-5), maksimum bakır birikimi 30 $\mu\text{g/g}$ (KK-30), ortalama bakır birikimi $18,15 \pm 9,66$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. Doğu Kapıdağ'daki minimum bakır birikimi 7 $\mu\text{g/g}$ (KD-20), maksimum bakır birikimi 136 $\mu\text{g/g}$ (KD-30), ortalama bakır içeriği $73,19 \pm 46,81$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. Kıyı örneklerindeki toplam bakır birikimi 0,38 $\mu\text{g/g}$ (K-4) ile 134 $\mu\text{g/g}$ (K-2) arasında, ortalama bakır birikimi $37,15 \pm 49,40$ $\mu\text{g/g}$ 'dır.

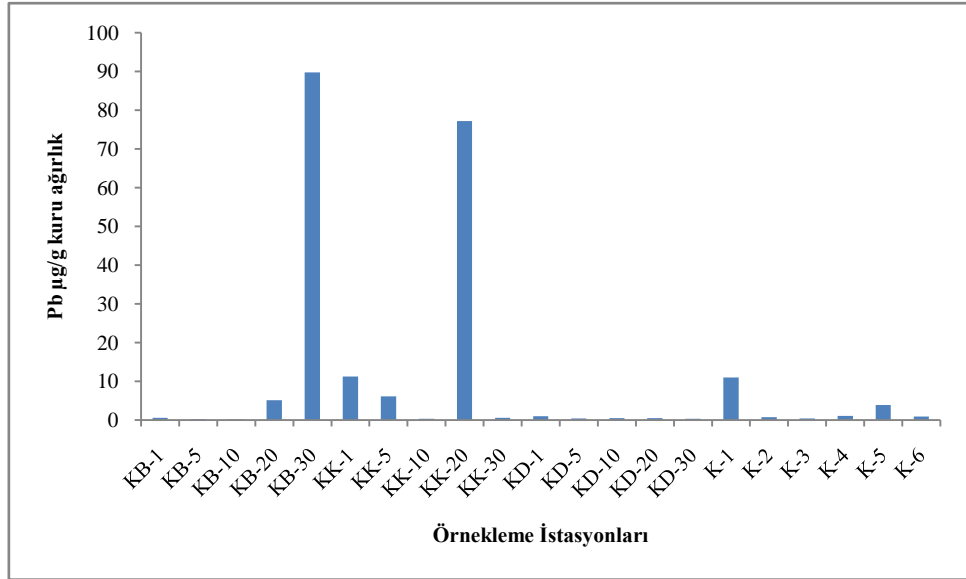


Şekil 4.6.5: Yüzey sediment örneklerindeki toplam bakır birikimi.

4.6.6. Kurşun (Pb)

Batı Kapıdağ'dan elde edilen toplam kurşun birikimi 0,15 $\mu\text{g/g}$ (KB-10) ile 90 $\mu\text{g/g}$ (KB-30) arasında, ortalama kurşun birikimi $19,18 \pm 39,52$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. Kuzey Kapıdağ'daki minimum kurşun birikimi 0,30 $\mu\text{g/g}$ (KK-10), maksimum kurşun birikimi 77 $\mu\text{g/g}$ (KK-20), ortalama kurşun birikimi $19,07 \pm 32,81$ $\mu\text{g/g}$ 'dır. Doğu Kapıdağ'daki en düşük kurşun birikimi 0,36 $\mu\text{g/g}$ (KD-30), en yüksek kurşun birikimi 1 $\mu\text{g/g}$ (KD-1), ortalama

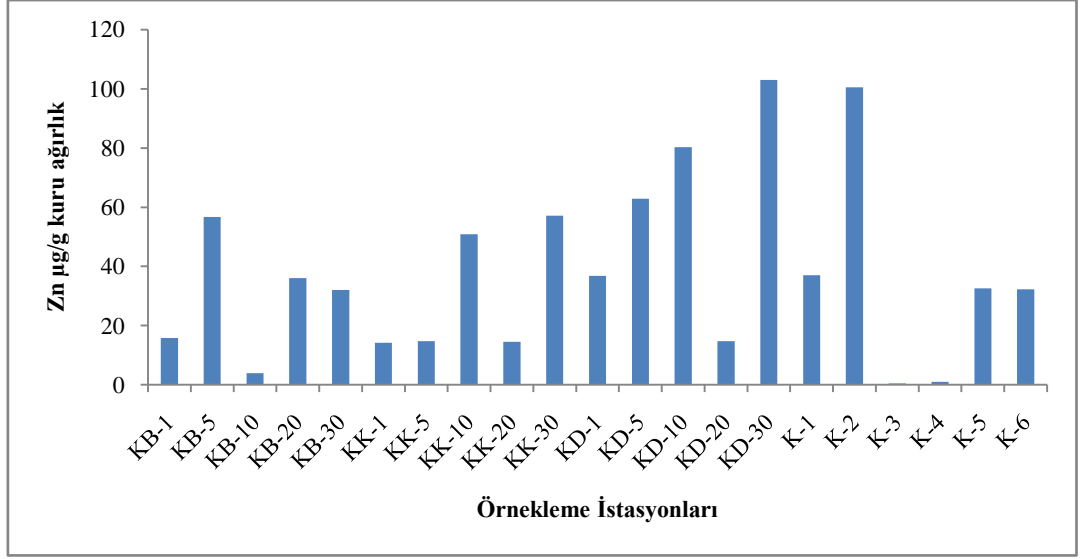
kurşun birikimi $0,56 \pm 0,25 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kıyı örneklerindeki kurşun birikimi $0,4 \mu\text{g/g}$ (K-3) ile $11 \mu\text{g/g}$ (K-1) arasında, ortalama kurşun miktarı $3,0 \pm 4,10 \mu\text{g/g}$ 'dır (Şekil 4.6.6).



Şekil 4.6.6: Yüzey sediment örneklerindeki toplam kurşun birikimi.

4.6.7. Çinko (Zn)

Batı Kapıdağ'dan elde edilen yüzey sediment örneklerindeki toplam çinko birikimi $4 \mu\text{g/g}$ (KB-10) ile $57 \mu\text{g/g}$ (KB-5) arasında, ortalama çinko birikimi $28,89 \pm 20,21 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kuzey Kapıdağ'daki minimum çinko birikimi $14 \mu\text{g/g}$ (KK-1, KK-20), maksimum çinko birikimi $57 \mu\text{g/g}$ (KK-30), ortalama çinko birikimi $30,27 \pm 31,78 \mu\text{g/g}$ 'dır. Doğu Kapıdağ'daki en düşük çinko birikimi $15 \mu\text{g/g}$ (KD-20), en yüksek çinko birikimi $103 \mu\text{g/g}$ (KD-30) arasında, ortalama çinko birikimi $59,54 \pm 34,82 \mu\text{g/g}$ 'dır. Kıyı örneklerindeki toplam çinko birikimi $0,4 \mu\text{g/g}$ (K-3) ile $101 \mu\text{g/g}$ (K-2) arasında, ortalama çinko birikimi $33,96 \pm 36,51 \mu\text{g/g}$ 'dır (Şekil 4.6.7).



Şekil 4.6.7: Yüzey sediment örneklerindeki toplam çinko birikimi.

4.7. YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ, ZENGİNLEŞME FAKTÖRÜ VE YÜZDE ZENGİNLEŞME FAKTÖRÜ

Sediment örneklerindeki zenginleşme faktörü (EF) ve yüzde zenginleşme faktörü (% EF) değerleri Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Arseniğin EF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,02 (KB-1) ile 5,25 (KB-30), kuzeyinde <0,01 (KK-10, KK-30) ile 1,47 (KK-5), doğusunda 0,01 (KD-1) ile 3,40 (KD-10), kıyı örneklerinde 0,03 (K-6) ile 0,49 (K-2) arasındadır.

Kadmiyumun EF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,32 (KB-1) ile 26,63 (KB-30), kuzeyinde 0,89 (KK-10) ile 121,27 (KK-1), doğusunda 17,81 (KD-5) ile 138,00 (KD-10), kıyı örneklerinde 0,29 (K-3) ile 199,33 (K-5) arasındadır.

Kromun EF değeri Kapıdağ’ın batısında 1,46 (KB-10) ile 3,23 (KB-30), kuzeyinde 0,01 (KK-10) ile 0,36 (KK-30), doğusunda 0,08 (KD-20) ile 22,73 (KD-10), kıyı örneklerinde 0,01 (K-3) ile 16,39 (K-5) arasındadır.

Bakırın EF değeri Kapıdağ’ın batısında 2,82 (KB-1) ile 19,70 (KB-30), kuzeyinde 1,87 (KK-30) ile 19,32 (KK-1), doğusunda 5,48 (KD-20) ile 103,18 (KD-10), kıyı örneklerinde 0,54 (K-4) ile 34,46 (K-5) arasındadır.

Kurşunun EF değeri Kapıdağ'ın batısında 0,05 (KB-5) ile 108,67 (KB-30), kuzeyinde 0,07 (KK-10) ile 154,44 (KK-20), doğusunda 0,11 (KD-5, KD-30) ile 1,70 (KD-10), kıyı örneklerinde 0,12 (K-3) ile 9,92 (K-5) arasındadır.

Çinkonun EF değeri Kapıdağ'ın batısında 1,11 (KB-1) ile 8,61 (KB-30), Kapıdağ'ın kuzeyinde 1,95 (KK-30) ile 13,14 (KK-1), Kapıdağ'ın doğusunda 3,45 (KD-5) ile 63,13 (KD-10), kıyı örnekleri 0,03 (K-3) ile 18,52 (K-5) arasında değişmektedir.

Tablo 4.7: Yüzey Sediment Örneklerindeki Zenginleşme (EF) ve Yüzde Zenginleşme (% EF) Faktörleri

| Örnekleme İstasyonları | Al | As | Cd | Cr | Cu | Pb | Zn |
|------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|
| KB-1 | | 0,02 | 0,32 | 1,50 | 2,82 | 0,19 | 1,11 |
| KB-5 | | 0,20 | 25,60 | 2,65 | 5,47 | 0,05 | 2,74 |
| KB-10 | | 0,15 | 14,72 | 1,46 | 2,85 | 0,28 | 1,58 |
| KB-20 | | 0,62 | 7,17 | 1,81 | 5,67 | 3,07 | 4,79 |
| KB-30 | | 5,25 | 26,63 | 3,23 | 19,70 | 108,67 | 8,61 |
| EF% | 40,11 | 28,97 | 26,50 | 34,12 | 45,41 | 21,21 | 47,33 |
| KK-1 | | 0,17 | 121,27 | 0,16 | 19,32 | 46,92 | 13,14 |
| KK-5 | | 1,47 | 51,52 | 0,10 | 5,57 | 11,19 | 6,03 |
| KK-10 | | <0,01 | 0,89 | 0,01 | 2,30 | 0,07 | 2,51 |
| KK-20 | | 0,92 | 44,00 | 0,08 | 12,27 | 154,44 | 6,43 |
| KK-30 | | <0,01 | 3,54 | 0,36 | 1,87 | 0,08 | 1,95 |
| % EF | 35,42 | 30,77 | 68,00 | 20,40 | 46,24 | 24,40 | 37,50 |
| KD-1 | | 0,01 | 51,11 | 1,32 | 12,21 | 0,51 | 4,18 |
| KD-5 | | 0,02 | 17,81 | 1,18 | 8,85 | 0,11 | 3,45 |
| KD-10 | | 3,40 | 138,00 | 22,73 | 103,18 | 1,70 | 63,13 |
| KD-20 | | 1,55 | 40,48 | 0,08 | 5,48 | 0,92 | 6,04 |
| KD-30 | | 0,35 | 51,87 | 2,15 | 16,85 | 0,11 | 7,06 |
| % EF | 46,24 | 51,79 | 35,33 | 64,39 | 49,81 | 31,25 | 0,51 |
| K-1 | | 0,39 | 0,43 | 0,39 | 1,90 | 4,76 | 3,57 |
| K-2 | | 0,49 | 40,25 | 2,45 | 19,22 | 0,28 | 8,03 |
| K-3 | | 0,33 | 0,29 | 0,01 | 0,99 | 0,12 | 0,03 |
| K-4 | | 0,07 | 7,08 | 0,16 | 0,54 | 3,89 | 0,75 |
| K-5 | | 0,05 | 199,33 | 16,39 | 34,46 | 9,92 | 18,52 |
| K-6 | | 0,03 | 77,54 | 3,74 | 18,81 | 1,17 | 9,41 |
| % EF | 44,06 | 40,30 | 36,94 | 41,38 | 27,58 | 24,57 | 33,55 |

4.8 YÜZEY SEDİMENT ÖRNEKLERİNDEKİ, KONTAMİNASYON FAKTÖRÜ VE KORELASYON KATSAYILARI

Sediment örneklerindeki kontaminasyon faktörü (CF) değerleri Tablo 4.8.1’de gösterilmiştir. Alüminyumun CF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,03 (KB-10) ile 0,23 (KB-5), kuzeyinde 0,01 (KK-1) ile 0,33 (KK-30), doğusunda 0,01 (KD-10) ile 0,20 (KD-5), kıyı örneklerinde 0,01 (K-4) ile 0,17 (K-3) arasındadır.

Arseniğin CF değeri Kapıdağ’ın batısında $<0,01$ (KB-1, KB-10) ile 0,22 (KB-30), kuzeyinde $<0,01$ (KK-1, KK-10, KK-30) ile 0,04 (KK-5), doğusunda $<0,01$ (KD-1, KD-5) ile 0,06 (KD-30), kıyı örneklerinde $<0,01$ (K-4, K-5, K-6) ile 0,07 (K-2) arasındadır.

Kadmiyumun CF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,05 (KB-1) ile 5,90 (KB-5), kuzeyinde 0,20 (KK-10) ile 1,45 (KK-1), doğusunda 1,10 (KD-20) ile 8,40 (KD-30) arasında, kıyı örneklerinde 0,05 (K-1, K-3) ile 5,60 (K-2) arasındadır.

Kromun CF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,04 (KB-10) ile 0,61 (KB-5), kuzeyinde $<0,01$ (KK-1, KK-5, KK-10, KK-20) ile 0,12 (KK-30), doğusunda $<0,01$ (KD-20) ile 0,35 (KD-30), kıyı örneklerinde $<0,01$ (K-3, K-4) ile 0,34 (K-2) arasındadır.

Bakırın CF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,08 (KB-10) ile 1,26 (KB-5), kuzeyinde 0,15 (KK-5) ile 0,61 (KK-30), doğusunda 0,15 (KD-20) ile 2,73 (KD-30), kıyı örneklerinde $<0,01$ (K-4) ile 2,67 (K-2) arasındadır.

Kurşunun CF değeri Kapıdağ’ın batısında $<0,01$ (KB-10) ile 4,49 (KB-30), kuzeyinde 0,02 (KK-10) ile 3,86 (KK-20), doğusunda 0,02 (KD-5, KD-10, KD-30) ile 0,05 (KD-1), kıyı örneklerinde 0,02 (K-3) ile 0,55 (K-1) arasındadır.

Çinkonun CF değeri Kapıdağ’ın batısında 0,04 (KB-10) ile 0,63 (KB-5), kuzeyinde 0,16 (KK-1, KK-5, KK-20) ile 0,64 (KK-30), doğusunda 0,16 (KD-20) ile 1,14 (KD-30), kıyı örneklerinde $<0,01$ (K-3) ile 1,12 (K-2) arasındadır.

Tablo 4.8.1: Yüzey Sediment Örneklerindeki Kontaminasyon Faktörleri

| Örnekleme İstasyonları | Al | As | Cd | Cr | Cu | Pb | Zn |
|------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| KB-1 | 0,16 | <0,01 | 0,05 | 0,24 | 0,45 | 0,03 | 0,18 |
| KB-5 | 0,23 | 0,05 | 5,90 | 0,61 | 1,26 | 0,01 | 0,63 |
| KB-10 | 0,03 | <0,01 | 0,40 | 0,04 | 0,08 | <0,01 | 0,04 |
| KB-20 | 0,08 | 0,05 | 0,60 | 0,15 | 0,47 | 0,26 | 0,40 |
| KB-30 | 0,04 | 0,22 | 1,10 | 0,13 | 0,81 | 4,49 | 0,36 |
| KK-1 | 0,01 | <0,01 | 1,45 | <0,01 | 0,23 | 0,56 | 0,16 |
| KK-5 | 0,03 | 0,04 | 1,40 | <0,01 | 0,15 | 0,30 | 0,16 |
| KK-10 | 0,23 | <0,01 | 0,20 | <0,01 | 0,52 | 0,02 | 0,57 |
| KK-20 | 0,03 | 0,02 | 1,10 | <0,01 | 0,31 | 3,86 | 0,16 |
| KK-30 | 0,33 | <0,01 | 1,15 | 0,12 | 0,61 | 0,03 | 0,64 |
| KD-1 | 0,10 | <0,01 | 5,00 | 0,13 | 1,19 | 0,05 | 0,41 |
| KD-5 | 0,20 | <0,01 | 3,60 | 0,24 | 1,79 | 0,02 | 0,70 |
| KD-10 | 0,01 | 0,05 | 1,95 | 0,32 | 1,46 | 0,02 | 0,89 |
| KD-20 | 0,03 | 0,04 | 1,10 | <0,01 | 0,15 | 0,03 | 0,16 |
| KD-30 | 0,16 | 0,06 | 8,40 | 0,35 | 2,73 | 0,02 | 1,14 |
| K-1 | 0,12 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,22 | 0,55 | 0,41 |
| K-2 | 0,14 | 0,07 | 5,60 | 0,34 | 2,67 | 0,04 | 1,12 |
| K-3 | 0,17 | 0,06 | 0,05 | <0,01 | 0,17 | 0,02 | <0,01 |
| K-4 | 0,01 | <0,01 | 0,10 | <0,01 | <0,01 | 0,06 | 0,01 |
| K-5 | 0,02 | <0,01 | 3,90 | 0,32 | 0,67 | 0,19 | 0,36 |
| K-6 | 0,04 | <0,01 | 2,95 | 0,14 | 0,72 | 0,04 | 0,36 |

Tablo 4.8.2 incelendiğinde alüminyum ile kurşun arasında negatif yönde kuvvetli bir ilişki varken ($p<0,01$), alüminyum ile çinko arasında da pozitif yönde bir ilişki mevcuttur ($p<0,05$). Kadmiyumun krom, bakır ve çinkoyla arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişkini olduğu görülmüştür ($p<0,01$). Buna ek olarak krom ile bakır ve çinko arasında da pozitif yönde kuvvetli bir ilişki vardır ($p<0,01$). Yine bakır ile çinko arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki mevcutken ($p<0,01$), bakır ile çamur yüzdesi arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$). Çinko ile çamur yüzdesi arasında da pozitif yönde bir ilişki söz konusudur ($p<0,05$).

Derinlik ile çamur yüzdesi ve toplam karbonat arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişki varken ($p<0,01$), derinlik ile toplam organik karbon arasında pozitif yönde bir ilişki mevcuttur ($p<0,05$). Çamur yüzdesi ile toplam organik karbon ve toplam karbonat arasında da pozitif yönde kuvvetli bir ilişki söz konusudur ($p<0,01$). Buna ek olarak toplam organik karbon ile toplam karbonat arasında da pozitif yönde kuvvetli bir ilişki

olduğu görülmüştür ($p<0,01$). Çözünmüş oksijen ile karbonat ve derinlik arasında negatif yönde bir ilişki bulunmaktadır ($p<0,05$).

Tablo 4.8.2: Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sediment örneklerinin metal içeriklerine ait korelasyon katsayıları

| | As | Cd | Cr | Cu | Pb | Zn | Derinlik | Çamur Yüzdesi | TOK | Karbonat | Çözünmüş Oksijen |
|---------------|------|-------|---------|---------|----------|---------|----------|---------------|---------|----------|------------------|
| Al | 0,13 | 0,05 | 0,224 | 0,395* | -0,516** | 0,501* | 0,154 | 0,62 | 0,024 | 0,63 | -0,03 |
| As | | 0,204 | 0,314 | 0,25 | -0,012 | 0,206 | 0,268 | 0,212 | 0,311 | 0,310 | -0,194 |
| Cd | | | 0,620** | 0,626** | -0,151 | 0,527** | 0,145 | 0,240 | 0,141 | 0,055 | -0,01 |
| Cr | | | | 0,768** | -0,201 | 0,700** | 0,200 | 0,363 | 0,344 | 0,306 | -0,078 |
| Cu | | | | | -0,197 | 0,848** | 0,149 | 0,431* | 0,271 | 0,061 | 0,200 |
| Pb | | | | | | -0,297 | -0,113 | -0,200 | -0,254 | -0,182 | -316 |
| Zn | | | | | | | 0,222 | 0,391* | 0,237 | -0,106 | 0,164 |
| Derinlik | | | | | | | | 0,776** | 0,430* | 0,516** | -0,411** |
| Çamur Yüzdesi | | | | | | | | | 0,623** | 0,516** | -160 |
| TOK | | | | | | | | | | 0,532** | -260 |
| Karbonat | | | | | | | | | | | -0,445* |

* $p<0,05$

** $p<0,01$

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma kapsamında deniz suyundaki sıcaklık, tuzluluk ve çözünmüş oksijen ile sedimentteki toplam karbonat, toplam organik karbon ve çamur yüzdesi değerleri ölçülmüştür. Bu değerler dikkate alındığında ilkbahar döneminde haloklin veya termoklin tabakasının henüz oluşmadığı görülmüştür. K-4 istasyonundaki tuzluluk değeri ‰12,54 olarak tesbit edilmiş ve bu değer diğer istasyonlara göre daha düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeninin istasyonun yakınına boşalan küçük bir dereden kaynaklandığı düşünülmektedir. KB-20 ve KB-30 istasyonunda ise çözünmüş oksijen değerleri göreceli olarak daha düşük seviyededir (5,6 mg/l, 5,06 mg/l), bunun nedeninin ise aynı istasyonlardaki toplam organik karbon değerlerinin yüksek olması (‰2, ‰3,5) ve ışığın 20 ve 30 metreye ulaşamaması ve dolayısıyla birincil üretimin olmaması olduğu öngörülmektedir. Batı istasyonlarından elde edilen sediment örnekleri kekamoz yapısında olduğundan dolayı, bu istasyonlarda toplam karbonat değerlerinin kuzey ve doğu istasyonlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 20 ile 30 metre derinliklerdeki çamur yüzdesi değerlerindeki, kıyıya yakın derinliklerdeki değerlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Merlangius euxinus türünde biriken As miktarı, kas dokusunda <0,01 ile 0,13 µg/g, solungaçta 0,28-2,04 µg/g, karaciğerde 0,5-2,29 µg/g arasındadır. Özden ve diğ., (2010)'nin İstanbul bölge marketlerinden elde ettikleri mezigit balıklarının kas dokusundaki As miktarını 0,155-0,631 µg/g arasındaki değerlerde olduğunu rapor etmişlerdir. Tüzen, (2009) Karadeniz'de aynı balık türünün kas dokusundaki As seviyesini 0,17 µg/g olduğunu bildirmiştir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Bu çalışma sonucunda, *M. euxinus*'un kas dokusunda biriken As değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum arsenik değerinin (1 µg/g) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

M. euxinus türünde biriken Cd miktarı, kas dokusunda 0,38-0,74 µg/g, solungaçta 0,45-2,14 µg/g, karaciğerde 0,61-5,73 µg/g arasındadır. Mezgit balığının kas dokusundaki Cd miktarını, Keskin ve diğ., (2007) Marmara Denizi'nde 0,054 µg/g, Bat ve diğ., (1996) Sinop kıyılarında 0,025 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlere göre daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. *M. euxinus* türünün karaciğer dokusundaki Cd miktarını, Bat ve diğ., (1996) Sinop kıyılarında 0,11 µg/g olarak tespit etmişlerdir, bu değer de, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha düşük seviyededir. Bu çalışma sonucunda, *M. euxinus*'un kas dokusunda biriken Cd değeri TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum Cd değerinin (0,05 µg/g) üstünde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

M. euxinus türünde biriken Cr miktarı, kas dokusunda 0,40-1,74 µg/g, solungaçta 0,51-2,13 µg/g, karaciğerde 0,41-2,10 µg/g arasındadır. Aynı balık türünün kas dokusundaki Cr miktarını, Uluozlu ve diğ., (2007) Ege ve Karadeniz'de 0,97 µg/g, Tüzen (2009) Karadeniz'de 0,86 µg/g değerlerini elde etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. TGK balıklarda biriken Cr ile ilgili herhangi bir üst sınır belirtmemiştir (Anonim, 2002; Anonim, 2008).

M. euxinus türünde biriken Cu miktarı, kas dokusunda 0,95-5,39 µg/g, solungaçta 3,58-6,80 µg/g, karaciğerde 4,15-13,70 µg/g arasındadır. Aynı balık türünün kas dokusundaki Cu birikimini, Keskin ve diğ., (2007) Marmara Denizi'nde 9,487 µg/g olduğunu belirlemişlerdir, bu değer Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değere göre daha yüksek seviyededir. Uluozlu ve diğ., (2007) mezgit balığının kas dokusundaki Cu birikimini Ege ve Karadeniz'de 1,25 µg/g olarak rapor etmişlerdir, bu sonuç Kapıdağ Yarımadası'ndaki değerlerle benzerlik göstermektedir. Bu çalışma sonucunda, *M. euxinus*'un kas dokusunda biriken Cu değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum Cu değerinin (20 µg/g) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

M. euxinus türünde biriken Pb miktarı, kas dokusunda 0,21-0,61 µg/g, solungaçta 0,54-1,13 µg/g, karaciğerde 6,1-7,47 µg/g arasındadır. Aynı türün kas dokusundaki Pb birikimini, Keskin ve diğ., (2007) Marmara Denizi'nden 0,207 µg/g, Bat ve diğ., (1996) Sinop açıklarından 0,74 µg/g değerlerini rapor etmişlerdir, bu değerler Kapıdağ Yarımadası'ndaki değerlerle benzerlik göstermektedir. Bat ve diğ., (1996) Sinop açıklarından elde ettiği mezgit balıklarının karaciğer dokusundaki Pb miktarını 1,81 µg/g olduğunu belirlemişlerdir, bu değer Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değere

göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda, *M. euxinus*'un kas dokusunda biriken Pb değeri, TKG'nin balık dokularında izin verilen maksimum Pb değerinin (0,30 µg/g) çoğunlukla üstünde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

M. euxinus türünde biriken Zn miktarı, kas dokusunda 16-40 µg/g, solungaçta 41-80 µg/g, karaciğerde 56-127 µg/g arasındadır. Aynı türün kas dokusundaki Zn miktarını Uluozlu ve diğ., (2007) Ege ve Karadeniz örneklerinde 48,6 µg/g, Bat ve diğ., (1996) Sinop açıklarından elde ettikleri örneklerde 4,36 µg/g sonuçlarını elde etmişlerdir. Bu sonuçlar, Ege ve Karadeniz'den elde edilen değerle benzerlik gösterirken, Sinop açıklarından elde edilen değerlere nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, *M. euxinus*'un kas dokusunda biriken Zn değeri, TKG'nin balık dokularında izin verilen maksimum Zn değerinin (50 µg/g) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

M. merluccius türünde biriken As miktarı, kas dokusunda <0,01-0,29 µg/g, solungaçta 0,20-0,38 µg/g, karaciğerde 0,20-0,48 µg/g arasındadır. Aynı balık türünün kas dokusunda biriken As miktarını Aksu ve diğ., (2011) Marmara Denizi'nde <0,01-0,21 µg/g arasındaki sonuçları elde etmişlerdir, bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, *M. merluccius*'un kas dokusunda biriken As değeri, TKG'nin balık dokularında izin verilen maksimum arsenik değerinin (1 µg/g) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

M. merluccius türünde biriken Cd miktarını kas dokusunda 0,19-0,29 µg/g, solungaçta 0,46-1,31 µg/g, karaciğerde 0,48-1,99 µg/g arasındadır. Marmara Denizi'nden elde edilen aynı balık türünün kas dokusundaki Cd miktarını Aksu ve diğ., (2011) <0,01-2,14 µg/g arasında, Keskin ve diğ., (2007) 0,046 µg/g değerlerini elde etmişlerdir. Bu sonuçlar, Aksu ve diğ., (2011)'nin elde ettikleri sonuçlarla benzerlik gösterirken, Keskin ve diğ., (2007)'nin elde ettikleri sonuçlara göre daha yüksektir. Bu çalışma sonucunda, *M. merluccius*'un kas dokusunda biriken Cd değeri, TKG'nin balık dokularında izin verilen maksimum kadmiyum değerinin (0,05 µg/g) üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

M. merluccius türünde biriken Cr miktarını, kas dokusunda 0,34-0,59 µg/g, solungaçta 0,44-0,87 µg/g, karaciğerde 0,46-1,20 µg/g arasındadır. Yapılan literatür incelemesinde

bu türde biriken Cr miktarıyla ilgili herhangi bir çalışma rastlanılmamıştır. TGK, Cr ile ilgili herhangi bir üst sınır belirtmemiştir (Anonim,2002; Anonim, 2008).

M. merluccius türünde biriken Cu miktarı, kas dokusunda 0,58-2,84 µg/g, solungaçta 1,79-4,97 µg/g, karaciğerde 2,73-5,99 µg/g arasındadır. Aynı balık türünün kas dokusunda biriken Cu miktarını Keskin ve diğ., (2007) Marmara Denizi'nde 0,243 µg/g olarak belirlemişlerdir, bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. *M. merluccius*'un kas dokusunda biriken Cu değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum bakır değerinin (20 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2002).

M. merluccius türünde biriken Pb miktarı, kas dokusunda 0,21-0,64 µg/g, solungaçta 0,44-0,82 µg/g, karaciğerde 0,87-2,18 µg/g arasındadır. Marmara Denizi'nde aynı balık türünün kas dokusunda biriken Pb miktarını, Aksu ve diğ., (2011) 3,23-14,4 µg/g arasında, Keskin ve diğ., (2007) 0,045 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Kapıdağ Yarımadası'ndaki Pb değeri, Aksu ve diğ., (2001)'nin elde ettikleri sonuçlara göre düşük, Keskin ve diğ., (2007)'nin elde ettikleri sonuçlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. *M. merluccius*'un kas dokusunda biriken Pb değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kurşun değerini (0,30 µg/g) çoğunlukla üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

M. merluccius türünde biriken Zn miktarı, kas dokusunda, 6-20 µg/g, solungaçta 46-79 µg/g, karaciğerde 41-82 µg/g arasındadır. Kocahan (1999), Marmara Denizi'nden elde ettiği aynı balık türünün kas dokusundaki Zn miktarını 6,23-12,1 µg/g arasında olduğunu rapor etmiştir, bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır. *M. merluccius*'un kas dokusunda biriken Zn değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum çinko değerinin (50 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

C. lucernus türünde biriken As miktarı, kas dokusunda, <0,01-0,72 µg/g, solungaç dokusunda 0,23-0,84 µg/g, karaciğer dokusunda 0,38-0,87 µg/g arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010)'nin İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri *C. lucernus* türünde biriken As miktarını, kas dokusunda 1,38 µg/g, karaciğer dokusunda 1,01 µg/g olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değerlerin, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, *C.lucernus*'un kas dokusunda biriken

As değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum arsenik değerinin (1 $\mu\text{g/g}$) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

C. lucernus türünde biriken Cd miktarı, kas dokusunda 0,19-0,73 $\mu\text{g/g}$, solungaçta 0,22-2,92 $\mu\text{g/g}$, karaciğerde 0,37-4,01 $\mu\text{g/g}$ arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010)'nin İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri *C. lucernus* türünde biriken Cd miktarını, kas dokusunda 0,01 $\mu\text{g/g}$, karaciğer dokusunda 0,24 $\mu\text{g/g}$ olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değerlerin, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlere göre daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, *C.lucernus*'un kas dokusunda biriken Cd değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kadmiyum değerinin (0,05 $\mu\text{g/g}$) üstünde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

C. lucernus türünde biriken Cr miktarı, kas dokusunda <0,01-0,83 $\mu\text{g/g}$, solungaçta 0,26-0,99 $\mu\text{g/g}$, karaciğerde 0,21-0,62 $\mu\text{g/g}$ arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010)'nin İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri *C. lucernus* türünde biriken Cr miktarını, kas dokusunda 0,65 $\mu\text{g/g}$, karaciğer dokusunda 1,34 $\mu\text{g/g}$ olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen aynı balık türünün kas dokusundaki Cr miktarıyla benzer, karaciğer dokusundaki Cr birikimine göre ise daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. TGK balıklarda biriken Cr için herhangi bir üst sınır belirtilmemiştir (Anonim, 2002; Anonim, 2008).

C. lucernus türündeki Cu birikimi kas dokusunda 0,95-5,80 $\mu\text{g/g}$, solungaçta 4,55-6,78 $\mu\text{g/g}$, karaciğerde 6,16-28,84 $\mu\text{g/g}$ arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010)'nin İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri *C. lucernus* türünde biriken Cu miktarını, kas dokusunda 4,19 $\mu\text{g/g}$, karaciğer dokusunda 38,1 $\mu\text{g/g}$ olduğunu tespit etmişlerdir. Bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen aynı balık türünün kas dokusundaki Cu birikimiyle benzer, karaciğer dokusundaki Cu birikimine göre ise daha yüksek seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda, *C.lucernus*'un kas dokusunda biriken Cu değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum bakır değerinin (20 $\mu\text{g/g}$) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

C. lucernus türünde Pb birikimi kas dokusunda <0,01-1,66 $\mu\text{g/g}$, solungaçta 0,70-2,07 $\mu\text{g/g}$, karaciğerde 0,82-2,14 $\mu\text{g/g}$ arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010)'nin İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri *C. lucernus* türünde biriken Pb miktarını, kas dokusunda 0,14 $\mu\text{g/g}$, karaciğer dokusunda 2,48 $\mu\text{g/g}$ olduğunu tespit etmişlerdir, bu değerler,

Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Bu çalışma sonucunda, *C.lucernus*'un kas dokusunda biriken Pb değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kurşun değerinin (0,30 µg/g) çoğunlukla üstünde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

C. lucernus türünde Zn birikimi kas dokusunda 7-38µg/g, solungaçta 37-94 µg/g karaciğerde 37-107 µg/g arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010)'nin İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri *C. lucernus* türünde biriken Zn miktarını, kas dokusunda 28,2 µg/g, karaciğer dokusunda 26,8 µg/g olduğunu tespit etmişlerdir, bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Bu çalışma sonucunda, *C.lucernus*'un kas dokusunda biriken Zn değeri, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum çinko değerinin (50 µg/g) altında olduğu tespit edilmiştir.

C. gurnardus türünde As birikimi kas dokusunda 0,23-0,29 µg/g, solungaçta 0,39-0,75 µg/g, karaciğerde 0,38-0,81 µg/g arasındadır. Bu türde biriken As birikimiyle ilgili bir çalışma elde edilememiştir *C. gurnardus*'un kas dokusunda biriken As miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum arsenik değerinin (1 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2002).

C. gurnardus türünde biriken Cd miktarı kas dokusunda 0,50-0,91 µg/g, solungaçta 0,67-2,97 µg/g, karaciğerde 1,61-4,23 µg/g arasındadır. Türkmen ve diğ., (2008) Yalova açıklarından elde ettiği aynı balık türündeki Cd birikimini, kas dokusunda 0,02 µg/g, karaciğer dokusunda 0,20 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçların, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha düşük seviye olduğu belirlenmiştir. *C. gurnardus*'un kas dokusunda biriken Cd miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kadmiyum değerinin (0,05 µg/g) üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

C. gurnardus türünde biriken Cr birikimi kas dokusunda <0,01-0,35 µg/g, solungaçta 0,42-0,61 µg/g, karaciğerde 0,26-0,56 µg/g arasındadır. Türkmen ve diğ., (2008) Yalova açıklarında aynı balık türündeki Cd birikimini, kas dokusunda 0,11 µg/g, karaciğer dokusunda 0,19 µg/g değerlerini elde etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. TGK'nin Cr ile ilgili herhangi bir üst sınır belirtmemiştir (Anonim, 2002; Anonim, 2008).

C. gurnardus türünde biriken Cu miktarı, kas dokusunda 4,00-7,12 µg/g solungaçta 5,58-7,13 µg/g, karaciğerde 8,81-12,87 µg/g arasındadır. Türkmen ve diğ., (2008) Yalova açıklarından elde ettiği aynı balık türündeki Cu miktarını, kas dokusunda 0,72 µg/g, karaciğer dokusunda 5,29 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'nda elde edilen sonuçlara göre daha düşük seviyede olduğu saptanmıştır. *C. gurnardus*'un kas dokusunda biriken Cu miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum bakır değerinin (20 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2002).

C. gurnardus türünde biriken Pb miktarı kas dokusunda 0,47-0,69 µg/g, solungaçta 0,58-1,09 µg/g, karaciğerde 0,81-1,99 µg/g arasındadır. Türkmen ve diğ., (2008) Yalova açıklarından elde ettikleri aynı balık türündeki Pb miktarını, kas dokusunda 0,33 µg/g, karaciğerde 0,83 µg/g olduğunu saptamışlardır. Bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir *C. gurnardus*'un kas dokusunda biriken Pb miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kurşun değerinin (0,30 µg/g) üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

C. gurnardus türünde biriken Zn miktarı, kas dokusunda 10-20 µg/g, solungaçta 31-48 µg/g, karaciğerde 41-65 µg/g arasındadır. Türkmen ve diğ., (2008) Yalova açıklarında aynı balık türündeki Zn miktarını kas dokusunda 4,49 µg/g, karaciğer dokusunda 26,2 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. *C. gurnardus*'un kas dokusunda biriken Zn miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum çinko değerinin (0,05 µg/g) üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

M. barbatus türünde biriken As miktarı, kas dokusunda <0,01-0,60 µg/g, solungaçta 0,22-1,25 µg/g, karaciğerde 0,42-1,45 µg/g olduğu belirlenmiştir. Tüzen (2009) Karadeniz açıklarından elde ettiği aynı balık türündeki As miktarını 0,11-0,32 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. *M. barbatus*'un kas dokusunda biriken As miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum arsenik değerinin (1 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2002).

M. barbatus türünde biriken Cd miktarı kas dokusunda 0,28 - 0,58 µg/g, solungaçta 0,79-2,35 µg/g, karaciğerde 1,57-4,47 µg/g olduğu belirlenmiştir. Aynı balık türünün

kas dokusundaki Cd birikimini, Keskin ve diğ., (2007) Marmara Denizi'nde 0,012 µg/g, Tüzen (2009) Karadeniz'deki örneklerde 0,17 µg/g değerlerini elde etmişlerdir. Bu sonuçlar Karadeniz'den elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterirken, Marmara'dan elde edilen sonuçlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çoğun ve diğ., (2006) Doğu Akdeniz'den elde ettikleri *M. barbatus* balık türünün kas dokusunda biriken Cd miktarını, kas dokusunda 1,9-3,1 µg/g, solungaçta 5,3-7,9 µg/g, karaciğerde 10,9-14,5 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. *M. barbatus*'un kas dokusunda biriken Cd miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kadmiyum değerinin (0,05 µg/g) üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

M. barbatus türünde biriken Cr miktarı, kas dokusunda 0,42-1,21 µg/g, solungaçta 0,74-2,04 µg/g, karaciğerde 1,06-2,67 µg/g arasında olduğu belirlenmiştir. Aynı balık türünün kas dokusundaki Cr miktarını, Topçuoğlu ve diğ., (2004) Kuzey Marmara'dan elde ettikleri örneklerde <0,06 µg/g, Tüzen (2009) Karadeniz'deki örneklerinde 1,35 µg/g değerlerini rapor etmişlerdir. Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlar, Kuzey Marmara'dan elde edilen sonuçlara göre yüksekken, Karadeniz'deki sonuçlarla benzerlik göstermektedir. TGK'nin Cr ile ilgili herhangi bir üst sınır belirtmemiştir (Anonim, 2002; Anonim, 2008).

M. barbatus türünde biriken Cu miktarı, kas dokusunda 1,57-3,33 µg/g, solungaçta 2,90-6,41 µg/g, karaciğerde 3,56-11,72 µg/g arasında olduğu belirlenmiştir. Aynı balık türünün kas dokusundaki Cu miktarını Uluozlu ve diğ., (2007) Karadeniz ve Ege Denizi'nden elde ettikleri örneklerde 0,98 µg/g değerini elde etmişlerdir, bu değerler Kapıdağ Yarımadası'ndaki sonuçlara göre daha düşük seviyededir. Çoğun ve diğ., (2006) Doğu Akdeniz'den elde ettikleri barbunya balıklarındaki Cu miktarını kas dokusunda 10,9-17,5 µg/g, solungaçta 13,6-19,8 µg/g, karaciğerde 13,6-19,8 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir, bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlere göre daha yüksek seviyelerdedir. *M. barbatus*'un kas dokusunda biriken Cu miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum bakır değerinin (20 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2002).

M. barbatus türünde biriken Pb miktarı, kas dokusunda <0,01-0,52 µg/g, solungaçta 0,67-1,41 µg/g, karaciğerde 0,21-1,13 µg/g arasında olduğu belirlenmiştir. Topçuoğlu ve diğ., (2004) Marmara Denizi'nden elde ettikleri aynı balık türünün kas dokusundaki

Pb miktarını $<0,01 \mu\text{g/g}$ olduğunu belirlemişlerdir, bu sonuç, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Çoğun ve diğ., (2006) Doğu Akdeniz'den elde ettiği barbun balığındaki Pb miktarını, kas dokusunda $5,8-9,4 \mu\text{g/g}$, solungaçta $21,4-32,5 \mu\text{g/g}$, karaciğerde $3,6-16,8 \mu\text{g/g}$ arasında olduğunu rapor etmişlerdir, bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha yüksek olduğu görülmüştür. *M. barbatus*'un kas dokusunda biriken Pb miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kurşun miktarının ($0,30 \mu\text{g/g}$) çoğunlukla üstünde olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

M. barbatus türünde biriken Zn miktarını, kas dokusunda $21-42 \mu\text{g/g}$, solungaçta $43-63 \mu\text{g/g}$, karaciğerde $51-82 \mu\text{g/g}$ arasında olduğu belirlenmiştir. Topçuoğlu ve diğ., (2004) Marmara Denizi'nden elde ettikleri aynı balık türünün kas dokusundaki Zn miktarını $17,1 \mu\text{g/g}$ değerini elde etmişlerdir, bu sonuç, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Çoğun ve diğ., (2006) barbunya balığındaki Zn miktarını, kas dokusunda $26,7-34,5 \mu\text{g/g}$, solungaçta $64,6-76,4 \mu\text{g/g}$, karaciğerde $101,4-130,2 \mu\text{g/g}$ değerlerini elde etmişlerdir, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlar, kas dokusunda benzerlik gösterirken, solungaç ve karaciğer dokularına göre daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. *M. barbatus*'un kas dokusunda biriken Zn miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum çinko miktarının ($50 \mu\text{g/g}$) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

P. lascaris türünde biriken As miktarı kas dokusunda $<0,01-0,65 \mu\text{g/g}$, solungaçta $0,23-0,70 \mu\text{g/g}$, karaciğerde $0,27-1,17 \mu\text{g/g}$ arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010) İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri aynı balık türündeki As miktarını, kas dokusunda $1,74 \mu\text{g/g}$, karaciğerde $1,98 \mu\text{g/g}$ değerlerini rapor etmişlerdir, bu sonuçlar Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha yüksek seviyededirler. *P. lascaris*'in kas dokusunda biriken As miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum arsenik miktarının ($1 \mu\text{g/g}$) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2002).

P. lascaris türünde biriken Cd miktarı, kas dokusunda $0,60-0,81 \mu\text{g/g}$, solungaçta $0,84-1,61 \mu\text{g/g}$, karaciğerde $1,27-2,29 \mu\text{g/g}$ arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010) İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri aynı balık türündeki Cd miktarını, kas dokusunda $0,04 \mu\text{g/g}$, karaciğer dokusunda $0,39 \mu\text{g/g}$ olduğunu rapor etmişlerdir, bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlara göre daha düşük seviyede olduğu belirlenmiştir. *P. lascaris*'in kas dokusunda biriken Cd miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen

maksimum kadmiyum miktarının (0,05 µg/g) üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

P. lascaris türünde biriken Cr miktarı, kas dokusunda 0,41-1,08 µg/g, solungaçta 0,68-3,17 µg/g, karaciğerde 0,58-2,30 µg/g arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010) İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri aynı balık türündeki Cr miktarını, kas dokusunda 0,70 µg/g, karaciğer dokusunda 1,64 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir, bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. TGK'nin Cr ile ilgili herhangi bir üst sınır belirtmemiştir (Anonim, 2002; Anonim, 2008).

P. lascaris türünde biriken Cu miktarı kas dokusunda 1,98-7,37 µg/g, solungaçta 1,34-4,67 µg/g, karaciğerde 33,71-64,27 µg/g arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010) İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri aynı balık türündeki Cu miktarını, kas dokusunda 5,64 µg/g, karaciğer dokusunda 22,9 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir, bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. *P. lascaris*'in kas dokusunda biriken Cd miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum bakır miktarının (20 µg/g) altında olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2002).

P. lascaris türünde biriken Pb miktarı kas dokusunda 0,62-0,99 µg/g, solungaçta 0,72-1,24 µg/g, karaciğerde 1,52-4,27 µg/g arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010) İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri aynı balık türündeki Pb miktarını, kas dokusunda 0,39 µg/g, karaciğer dokusunda 2,98 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir, bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen kas dokusundaki sonuçlara göre düşükken, karaciğer dokusundaki sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. *P. lascaris*'in kas dokusunda biriken Pb miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum kurşun miktarının (0,30 µg/g) üstünde olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2008).

P. lascaris türünde biriken Zn miktarı, kas dokusunda 10-45 µg/g, solungaçta 29-126 µg/g, karaciğerde 62-130 µg/g arasındadır. Yılmaz ve diğ., (2010) İskenderun Körfezi'nden elde ettikleri aynı balık türündeki Zn miktarını, kas dokusunda 27,5 µg/g, karaciğer dokusunda 32,0 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir, bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen kas dokusundaki sonuçlarla benzerlik gösterirken, karaciğer dokusundaki sonuçlara göre düşük olduğu belirlenmiştir. *P. lascaris*'in kas dokusunda biriken Zn miktarı, TGK'nin balık dokularında izin verilen maksimum çinko miktarının (50 µg/g) altında olduğu belirlenmiştir (Anonim, 2008).

Balıklarda, metal birikimi farklı doku ve organlarda olmaktadır (Yılmaz, 2003). Yapılan çalışmalarda, metal birikiminin genellikle balıkların metabolik olarak aktif olan karaciğer, böbrek, dalak ile suyla sürekli temas halinde olan solungaç, deri gibi organ ve dokularda, yüksek birikim gösterdiğini bildirmiştir (Yılmaz, 2003; ; Yazkan ve diğ., 2002; Yılmaz ve diğ., 2007; Çulha, 2007). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, farklı dokulardaki metal birikiminin farklı olduğunu doğrulamaktadır. İncelenen balık türlerinde, metal birikimi en fazla karaciğer ve solungaçta, en az ise kas dokusunda olduğu tespit edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, kas, solungaç ve karaciğer dokularında biriken Zn ve Cu seviyeleri geri kalan elementlere göre daha yüksek seviyelerde birikmişlerdir. Yapılan çalışmalarda Zn ve Cu birikiminin, Türkmen ve diğ., (2009) ile Canlı ve Atlı (2003) diğer elementlere göre daha yüksek seviyelerde olduğunu belirlemişlerdir. Bu sonuçlar, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir. Bu elementler sediment örneklerinde de yüksek seviyelerde bulunduğundan, demersal balıkların sürekli olarak etkileşim halinde bulunduğu sedimentten bu elementleri absorbe ettiği düşünülebilir.

Tablo 5.1: Türkiye'nin çeşitli bölgelerindeki toplam metal, karbonat ve organik karbon değerleri

| Yapılan Çalışmalar | | Al (%) | As (µg/g) | Cd (µg/g) | Cr (µg/g) | Cu (µg/g) | Pb (µg/g) | Zn (µg/g) | Toplam Karbonat (%) | Toplam Organik Karbon (%) |
|--|---------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Kapıdağ Yarımadası (Bu çalışmada) | ort | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 15 | 40 | 10 | 38 | 2,5 | 1,8 |
| | min-mak | 0,11-3 | <0,01-2,2 | <0,01-1,7 | 0,14-61 | 0,38-136 | 0,24-90 | 0,4-103 | 0,3-22,1 | 1,1-3,5 |
| İzmit Körfezi (Pekey ve diğ., 2004) | ort | – | 22,2 | 6,4 | 81,7 | 89,4 | 94,9 | 753,8 | – | 4,3 |
| | min-mak | – | 20-26,8 | 3,3-8,9 | 57,9-116,1 | 60,6-139 | 23,8-178 | 500-1190 | – | 2,13-7,55 |
| Nemrut Körfezi, İzmir (Esen ve diğ., 2010) | ort | – | 17,2 | 0,2 | 65,8 | 29,5 | 60,4 | 182,9 | – | 6 |
| | min-mak | – | 14,4-20,2 | 0,005-0,25 | 35,7-98,8 | 9,6-43,7 | 22,3-89,4 | 75-271 | – | 0,98-10,1 |
| Bandırma Körfezi (Mülayim ve diğ., 2012) | ort | 4,28 | – | 0,76 | 64,17 | 8,96 | 27,82 | 38,77 | 11,04 | 1,27 |
| | min-mak | 1,83-7,23 | – | 0,57-0,86 | 3,17-229,16 | 0,08-26,68 | 17,03-35,41 | 25,39-79,88 | 1,14-59,56 | 0,49-2,81 |
| Erdek Körfezi (Mülayim ve diğ., 2012) | ort | 4,3 | – | 0,67 | 14,32 | 7,63 | 33,35 | 48,79 | 26,3 | 1,84 |
| | min-mak | 1,40-8,61 | – | 0,52-0,77 | 2,19-171,63 | <0,01-24,07 | 18,42-61,78 | 17,88-106,31 | 0,76-70,13 | 1,15-2,89 |
| Erdek Körfezi (Balkıs ve Çağatay, 2001) | ort | 7,2 | – | – | 95 | 28 | 40 | 125 | 12,9 | 0,9 |
| | min-mak | 1,1-9,2 | – | – | 11-238 | Mar.52 | 19-61 | 34-272 | 1,4-72,0 | 0,2-1,5 |
| İstanbul Kıyıları (Taşkın ve diğ., 2011) | ort | 2,8 | – | – | – | 91 | – | – | – | – |
| | min-mak | 2,10-5,38 | – | – | – | 27-416 | – | – | – | – |
| İstanbul Kıyıları (Aksu ve Taşkın, 2012) | ort | – | – | 0,64 | 118,9 | – | 50,3 | – | – | – |
| | min-mak | – | – | 0,19-1,16 | 62-372 | – | 32-122 | – | – | – |
| Kuzey Marmara Şelfi (Kurun ve diğ., 2007) | ort | 10,69 | – | – | – | 19,8 | 17,52 | 31,24 | 1,05 | 13,4 |
| | min-mak | 0,07-33,71 | – | – | – | 3-52,6 | 4,8-29,4 | 10,8-55,1 | 0,2-2,3 | 2,5-37,3 |
| Ölüdeniz Lagünü, Akdeniz (Tuncel ve diğ., 2007) | ort | 0,35 | – | – | 34 | 7 | 7 | 15 | – | – |
| | min-mak | 0,19-0,75 | – | – | 21-56 | 5-9 | 5-9 | 10-2 | – | – |
| Güney Marmara Şelfi (Algan ve diğ., 2004) | ort | 7,1 | – | – | 125 | 31 | 35 | 131 | 10 | 1 |
| | min-mak | 1,1-11 | – | – | 11-486 | 3-107 | 10-85 | 33-410 | 1,0-72 | 0,04-2,5 |
| Batı Karadeniz (Balkıs ve Aksu, 2012) | ort | 8,45 | – | 2,09 | – | 18 | 38 | 67 | 2,25 | – |
| | min-mak | 6,74-8,19 | – | 0,9-2,7 | – | 16-22 | 27-56 | 56-83 | 1,11-4,11 | – |
| Şeyl ort. (Krauskopf, 1979) | | 9,2 | 10 | 0,3 | 100 | 50 | 20 | 90 | 6* | 0,8* |

* Mason ve Moore, 1982

Kapıdağ Yarımadası'nın yüzey sediment örneklerindeki toplam metal, toplam karbonat ve toplam organik karbon içerikleri eldeki literatürle karşılaştırılmıştır (Tablo 5.1). Buna göre Mülayim ve diğ., (2012)'nin Bandırma Körfezi'nde yaptığı çalışmada yüzey sedimentindeki Al miktarını %4,28, Erdek Körfezi'nde %4,30 olduğunu belirlemiştir. Yine Erdek Körfezi'nde Balkıs ve Çağatay (2001), %7.2'lik Al değerini elde etmişlerdir. Taşkın ve diğ., (2011)'nin İstanbul kıyılarında %2,8, Kurun ve diğ., (2007) Kuzey Marmara şelfinde %10,69, Tuncel ve diğ., (2007) Ölüdeniz Lagünü'nde %0,35'lik Al sonuçlarını elde etmişlerdir. Al içeriğini, Marmara Denizi'nin güneyinde yapılan bir diğer çalışmada Algan ve diğ., (2004) %7,1, Balkıs ve Aksu (2012) Batı Karadeniz'de %8,45 olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmanın sonucunda ise Kapıdağ Yarımadası'nın yüzey sedimentindeki Al miktarının %0,9 olduğu tespit edilmiştir, bu değer alüminyumun şeyl ortalamasının (%9,2) altındadır. (Krauskopf, 1976).

Yüzey sedimentindeki As içeriğini Pekey ve diğ., (2004) İzmit Körfezi'nde 22,2 µg/g, Esen ve diğ., (2010) Nemrut Körfezi'nde 17,2 µg/g değerlerini elde etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda ise Kapıdağ Yarımadası'ndaki As miktarı 0,3 µg/g olarak belirlenmiştir, bu değer arseniğin şelf ortalamasının (10 µg/g) altındadır (Krauskopf, 1976).

Yüzey sedimentindeki Cd içeriğini Pekey ve diğ., (2004) İzmit Körfezi'nde 6,4 µg/g, Esen ve diğ., (2010) Nemrut Körfezi'nde 0,2 µg/g, Mülayim ve diğ., (2012) Bandırma Körfezi'nde 0,76 µg/g olarak belirlemiştir. Buna ek olarak, Mülayim ve diğ., (2012) Erdek Körfezi'nde 0,67 µg/g, Aksu ve Taşın (2012) İstanbul kıyılarında 0,64 µg/g As birikimi olduğunu belirlemiştir. Balkıs ve Aksu (2012)'nin Batı Karadeniz'de yaptığı bir diğer çalışmada ise Cd içeriğinin 2,09 µg/g olduğunu belirlemiştir. Bu çalışmanın sonucunda ise Kapıdağ Yarımadası'ndaki Cd miktarı 0,5 µg/g olduğu tespit edilmiştir, bu değer kadmiyumun şeyl ortalamasının (0,3 µg/g) üzerindedir (Krauskopf, 1976).

Yüzey sedimentindeki Cr içeriğini Pekey ve diğ., (2004) İzmit Körfezi'nde 81,7 µg/g, Esen ve diğ., (2010) Nemrut Körfezi'nde 65,8 µg/g, Mülayim ve diğ., (2012) Bandırma Körfezi'nde 64,17 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Erdek Körfezi'ndeki Cr içeriğini Mülayim ve diğ., (2012) 14,32 µg/g, Balkıs ve Çağatay (2001) 95 µg/g olduğunu belirlemişlerdir. Buna ek olarak, Aksu ve Taşkın (2012) İstanbul kıyılarında 118,9 µg/g, Tuncel ve diğ., (2007) Ölüdeniz Lagünü'nde 34 µg/g değerlerini elde etmişlerdir. Marmara Denizi'nin güneyinde yapılan bir diğer çalışmada ise Algan ve diğ., (2004) Cr birikiminin 125 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda ise Kapıdağ Yarımadası'nın yüzey sedimentindeki Cr miktarı 15 µg/g olduğu tespit edilmiştir, bu değer, kromun şeyl ortalamasının (100 µg/g) altında olduğu görülmüştür (Krauskopf, 1976).

Yüzey sedimentindeki Cu içeriğini Pekey ve diğ. (2004) İzmit Körfezi'nde 89,4 µg/g, Esen ve diğ. (2010) Nemrut Körfezi'nde 29,5 µg/g, Mülayim ve diğ., (2012) Bandırma Körfezi'nde 8,96 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Buna ek olarak sedimentteki Cr birikimini, Erdek Körfezi'nde Mülayim ve diğ., (2012) 7,63 µg/g, yine Erdek Körfezi'nde Balkıs ve Çağatay (2001) 28 µg/g, Taşkın ve diğ., (2011) İstanbul kıyılarında 91 µg/g, Kurun ve diğ., (2007) Kuzey Marmara şelfinde 19,8 µg/g, Tuncel ve diğ., (2007) Ölüdeniz Lagünü'nde 7 µg/g olduğunu belirlemişlerdir. Cu içeriğini, Marmara Denizi'nin güneyinde yapılan bir diğer çalışmada Algan ve diğ., (2004) 31 µg/g, Balkıs ve Aksu (2012) ise Batı Karadeniz'deki örneklerden 18 µg/g değerini belirlemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda ise Kapıdağ Yarımadası'nın yüzey sedimentindeki Cu miktarı 40 µg/g olduğu tespit edilmiştir, bu değer, bakırın şeyl ortalamasının (50 µg/g) altında olduğu görülmüştür (Krauskopf, 1976).

Yüzey sedimentindeki Pb içeriğini Pekey ve diğ., (2004) İzmit Körfezi'nde 94,9 µg/g, Esen ve diğ., (2010) Nemrut Körfezi'nde 60,4 µg/g, Mülayim ve diğ., (2012) Bandırma Körfezi'nde 27,82 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Buna ek olarak Pb birikimini, Erdek Körfezi'nde Mülayim ve diğ. (2012) 33,35 µg/g, yine Erdek Körfezi'nde Balkıs ve Çağatay (2001) 40 µg/g, Aksu ve Taşkın (2012) İstanbul kıyılarında 50,3 µg/g, Kurun ve diğ. (2007) Kuzey Marmara şelfinde 17,52 µg/g, Tuncel ve diğ. (2007) Ölüdeniz Lagünü'nde 7 µg/g olduğu belirlemişlerdir. Pb içeriğini, Algan ve diğ., (2004) 131 µg/g, Balkıs ve Aksu (2012) ise Batı Karadeniz'de 67 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Kapıdağ Yarımadası'nın yüzey sedimentindeki Pb miktarı 10 µg/g olduğu tespit

edilmiştir, bu değer kurşunun şeyl ortalamasının (20 µg/g) altında olduğu görülmüştür (Krauskopf, 1976).

Yüzey sedimentindeki Zn içeriğini Pekey ve diğ. (2004) İzmit Körfezi'nde 753 µg/g, Esen ve diğ. (2010) Nemrut Körfezi'nde 182,9 µg/g, Mülayim ve diğ. (2012) Bandırma Körfezi'nde 38,77 µg/g, Erdek Körfezi'nde Mülayim ve diğ., (2012) 48,79 µg/g olduğunu rapor etmişlerdir. Buna ek olarak yine Erdek Körfezi'nde Balkıs ve Çağatay (2001) 125 µg/g, Kurun ve diğ., (2007) Kuzey Marmara şelfinde 31,24 µg/g, Tuncel ve diğ., (2007) Ölüdeniz Lagünü'nde 15 µg/g olduğunu belirlemişlerdir. Toplam Zn içeriğini, Algan ve diğ., (2004) 131 µg/g, Balkıs ve Aksu (2012) ise Batı Karadeniz'de 67 µg/g değerini belirlemişlerdir. Kapıdağ Yarımadası'nın yüzey şelfindeki Zn miktarı 38 µg/g olduğu tespit edilmiştir, bu değer, çinkonun şeyl ortalamasının (90 µg/g) altındadır (Krauskopf, 1976).

Toplam karbonat içeriğini Mülayim ve diğ., (2012) Bandırma Körfezi'nde %11,24, Erdek Körfezi'nde %26,3, olduğunu rapor etmişlerdir. Balkıs ve Çağatay (2001) yine Erdek Körfezi'nde %12,9, Kurun ve diğ. (2007) Kuzey Marmara şelfinde %1,05 sonuçlarını elde etmişlerdir. Buna ek olarak, toplam karbonat içeriğini, Algan ve diğ., (2004) %10, Balkıs ve Aksu (2012) ise Batı Karadeniz'de %2,25 olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda Kapıdağ Yarımadası'ndaki toplam karbonat değeri % 2,5 olduğu saptanmıştır, bu değer toplam karbonatın yüzey şeyl ortalamasının (% 6) altındadır (Mason ve Moore, 1982).

Toplam organik karbon içeriğini Pekey ve diğ., (2004) İzmit Körfezi'nde %1,8, Esen ve diğ. (2010) Nemrut Körfezi'nde %6, Mülayim ve diğ., (2012) Bandırma Körfezi'nde %1,27 olduğunu rapor etmişlerdir. Buna ek olarak, Erdek Körfezi'nde Mülayim ve diğ., (2012) %1,84, yine Erdek Körfezi'nde Balkıs ve Çağatay (2001) %0,9, Kuzey Marmara şelfinde Kurun ve diğ., (2007) %13,4 sonuçlarını elde etmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan bir diğer çalışmada ise Algan ve diğ., (2004) toplam organik karbon içeriğininin %1 olduğunu rapor etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda Kapıdağ Yarımadası'ndaki toplam organik karbon değeri %1,8 olduğu saptanmıştır, bu değer, toplam organik karbonun şeyl ortalamasının (%0,8) üstündedir (Mason ve Moore, 1982).

Sediment örneklerinin EF ve % EF değerleri hesaplanmıştır. EF değerinin 0,5–1,5 arasında olması durumunda metal birikiminin yer kabuğu materyelinden veya doğal

iklimsel süreçler sonucunda olduğunu, 1,5'in üzerinde ise metal birikimin doğal oluşumların dışındaki (antropojenik) sebepler nedeniyle oluştuğunu gösterir (Zhang ve diğ., 2007). Buna göre As için Kapıdağ Yarımadası'nda KB-30, KD-10 ve KD-20 istasyonları 1,5'un üzerinde olmasına karşın diğer istasyonlar bu değer altındadır. Bu sonuçlara göre yarımadadaki As birikim nedeninin genel olarak doğal süreçlerin oluşturduğunu söyleyebiliriz. As için en düşük % EF değeri Kapıdağ'ın batısında (%28,97), en yüksek % EF değeri doğusundadır (%51,79).

Cd için EF değeri KB-1, KK-10, K-1 ve K-3 değerleri 1,5'un altında olmasına karşın diğer istasyonlarda bu değer üstündedir. Bu sonuçlar Cd'un yarımada yüksek miktarda zenginleştiğini göstermektedir. Cd için en düşük % EF değeri Kapıdağ'ın batısında (%26,50), en yüksek % EF değeri Kapıdağ'ın kuzeyindedir (%68).

Cr için EF değerleri incelendiğinde Kapıdağ'ın batısındaki istasyonlarının tümünde 1,5'un altında olduğu belirlenmiştir, buna karşın kuzeyindeki istasyonlarının tümünde ise 1,5'un üstündedir. Kapıdağ'ın doğusundaki istasyonlar incelendiğinde KD-5 ve KD-20 ile kıyı örneklerinde K-1, K-3 ve K-4 1,5'un altında, geri kalan istasyonlardaki EF değeri bu değer üstündedir. Sonuçlar incelendiğinde, Kapıdağ'ın batısında ve doğusunda Cr'un zenginleşmediği görülürken, kuzeyinde zenginleşmenin yüksek olduğu belirlenmiştir. Cr için en düşük % EF değeri Kapıdağ'ın kuzeyinde (%20,4), en yüksek % EF değeri ise doğusundadır (%64,39).

Cu için EF değerleri incelendiğinde yalnızca K-3 ve K-4 istasyonlarının 1,5'un altındayken, geri kalan tüm istasyonlarda bu değer üstünde olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre Cu'nun Kapıdağ Yarımadası'nda yüksek miktarda zenginleştiği belirlenmiştir. Cu için en düşük % EF değeri Kapıdağ'ın kıyı örneklerinde (%27,58) en yüksek % EF değeri ise Kapıdağ'ın doğusundadır (49,81).

Pb için EF değerleri incelendiğinde Kapıdağ'ın batısında KB-20 ve KB-30 ile kıyı örneklerinde K-2 ve K-3 istasyonlarında 1,5'un altındayken geri kalan istasyonlarda bu değer üstündedir. Kapıdağ'ın doğusundaki tüm istasyonlardaki EF değerleri 1,5'un altında olduğu görülmüştür, buna göre yarımadanın doğusunda Pb'nin zenginleşmediği belirlenmiştir. Kapıdağ'ın kuzeyinde KK-10 ve KK-30 istasyonları 1,5'un altındayken geri kalan istasyonlarında bu değer üstünde olduğu belirlenmiştir. Pb için en düşük %

EF değeri Kapıdağ'ın batısında (%21,21), en yüksek % EF değeri ise Kapıdağ'ın doğusundadır (31,25).

Zn için EF değerleri incelendiğinde Kapıdağ'ın batısında KB-1 istasyonu ile kıyı örneklerindeki K-2 ile K-4 istasyonları hariç tüm istasyonlar 1,5'un üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum Kapıdağ Yarımadası'nda ciddi seviyede çinkonun zenginleştiğini göstermektedir. Zn için en düşük % EF değeri Kapıdağ'ın doğusunda (0,51), en yüksek % EF değeri ise Kapıdağ'ın batısındadır (%47,33).

Al için en düşük % EF değeri Kapıdağ'ın kuzeyinde (%35,42), en yüksek % EF değeri Kapıdağ'ın doğusundadır (%46,24).

Sediment örneklerinin CF değerleri hesaplanmıştır. CF değeri 1'in altındaysa doğal veya antropojenik girdilerden dolayı herhangi bir zenginleşmenin olmadığını, 1 ile 3 arasındaysa orta dereceli bir kirliliğin söz konusu olduğunu, 3 ile 6 arasındaysa ortamda dikkate değer bir kirliliğin oluştuğunu, 6'nın üzerindeyse çok yüksek seviyede bir kirliliğin meydana geldiğini göstermektedir (Taylor, 1972). Al, As ve Cr'un CF değerlerinin tüm istasyonlarda 1'in altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar Al, As ve Cr'un yarımada da herhangi bir kirlilik oluşturmadığını göstermektedir.

Cd için CF faktörleri incelendiğinde, Kapıdağ'ın batısındaki KB-30 istasyonunda orta dereceli bir kirliliğin oluştuğunu, KB-5 istasyonunda dikkate değer bir kirliliğin olduğu belirlenmiştir. Kapıdağ'ın kuzeyindeki istasyonlar incelendiğinde KK-10 istasyonunda herhangi bir zenginleşmenin olmadığı görülürken, geri kalan istasyonlarda orta dereceli bir kirliliğin oluştuğu belirlenmiştir. Kapıdağ'ın doğusundaki istasyonlar incelendiğinde KD-10 ve KD-20 istasyonlarında orta dereceli, KD-1 ve KD-5 istasyonlarında dikkate değer derecede, KD-30 istasyonunda yüksek seviyede bir kirliliğin oluştuğu belirlenmiştir. Kıyı örnekleri incelendiğinde K-1, K-3 ve K-4 istasyonlarında herhangi bir Cd zenginleşmesi görülmezken, K-6 istasyonunda orta derecede, K-2 ve K-5 istasyonlarında dikkate değer seviyede kirlilik oluştuğu belirlenmiştir.

Cu için CF değerleri incelendiğinde, Kapıdağ'ın batısı ve kuzeyindeki KB-5 istasyonunda orta derece kirlilik söz konusuysa, diğer istasyonlarda Cu'nun zenginleşmediği gözlemlenmiştir. Kapıdağ'ın doğusundaki KD-20 istasyonunda herhangi bir Cu zenginleşmesi gözlemlenmezken, geri kalan istasyonlarda orta dereceli

bir kirliliğin olduğu belirlenmiştir. Kıyı örneklerinde ise K-2 istasyonunda orta dereceli bir kirlilik oluşmuşken, geri kalan istasyonlarda Cu zenginleşmemiştir.

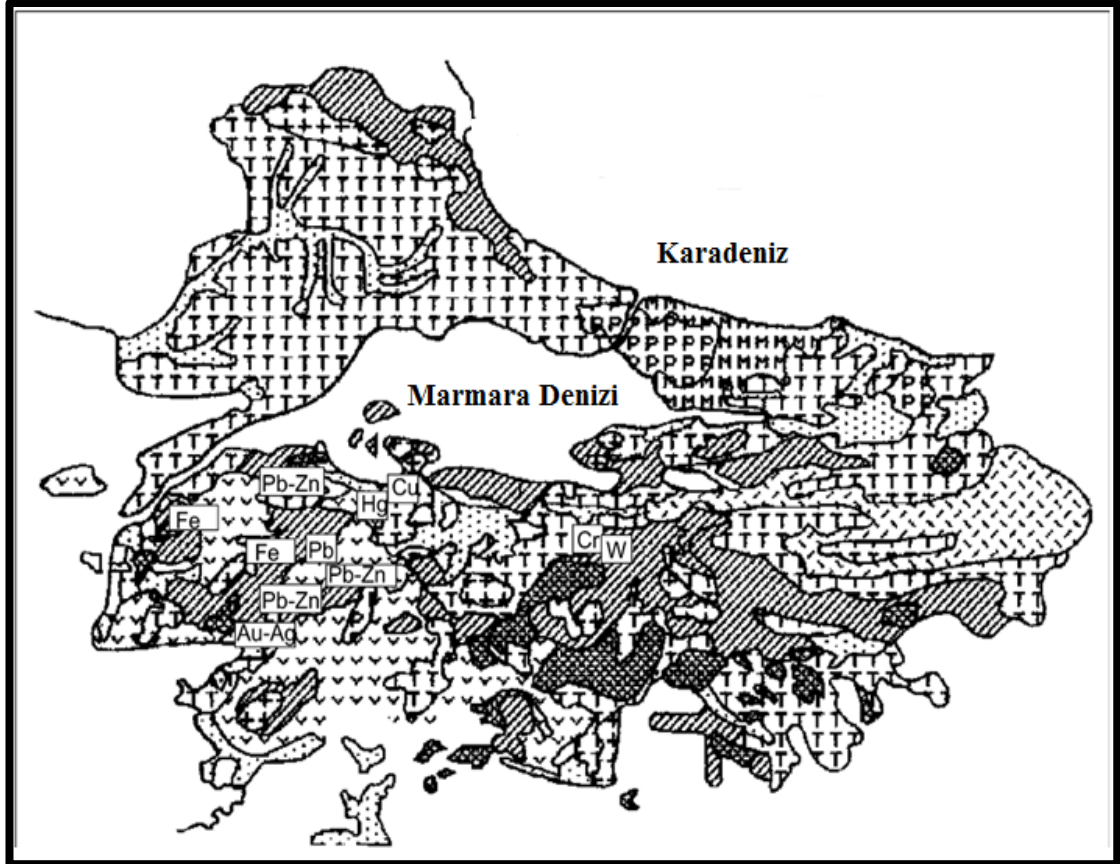
Pb için CF değerleri incelendiğinde KB-30 ve KK-20 istasyonlarında dikkate değer bir kirlilik olduğu belirlenirken, geri kalan istasyonlarda Pb zenginleşmemiştir. Zn için ise yalnızca K-2 istasyonunda orta dereceli bir kirlilik oluşmuşken, geri kalan istasyonlarda Zn zenginleşmesi yoktur.

Ünlü ve diğ., (2008)'nin Gemlik Körfezi'nde yaptığı çalışmada Zn ile Cu arasında pozitif yönde bir ilişkinin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Algan ve diğ., (2004) Marmara Denizi'nde Cu ve Zn elementleri ile çamur yüzdesi arasında kuvvetli bir ilişki olduğu, buna ek olarak Cu ve Pb arasında da pozitif bir ilişkinin bulunduğunu rapor etmişlerdir. Mülayim ve diğ., (2012)'nin Bandırma ve Erdek Körfezi'nde yaptığı çalışmada ise çamur yüzdesi ile toplam organik karbon arasında pozitif yönde kuvvetli bir ilişkinin olduğunu saptamışlardır. Bu değerler, Kapıdağ Yarımadası'ndan elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Bu çalışmanın sonucunda, balıkların kas dokusunda biriken kadmiyum miktarının insan tüketimi için önerilen yasal sınırların üzerinde olduğu görülmüştür. Yine bazı istasyonlarda, balık türlerindeki kurşun birikimi de yasal sınırların üzerindedir. Bu bölgeden elde edilen balıkların kadmiyum ve kurşun açısından tüketilmesinin insan sağlığı açısından sakıncalı olabileceği belirlenmiştir. Karaciğer ve solungaçta biriken metal miktarının, kas dokusunda biriken seviyeden yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun nedeninin, solungaç dokusunun suyla sürekli temas halinde olması, balıkların solunumu sırasında iyon transferinde aktif bir organ olması ve karaciğerde enzim aktivitesinin yoğun olması olduğu düşünülmektedir.

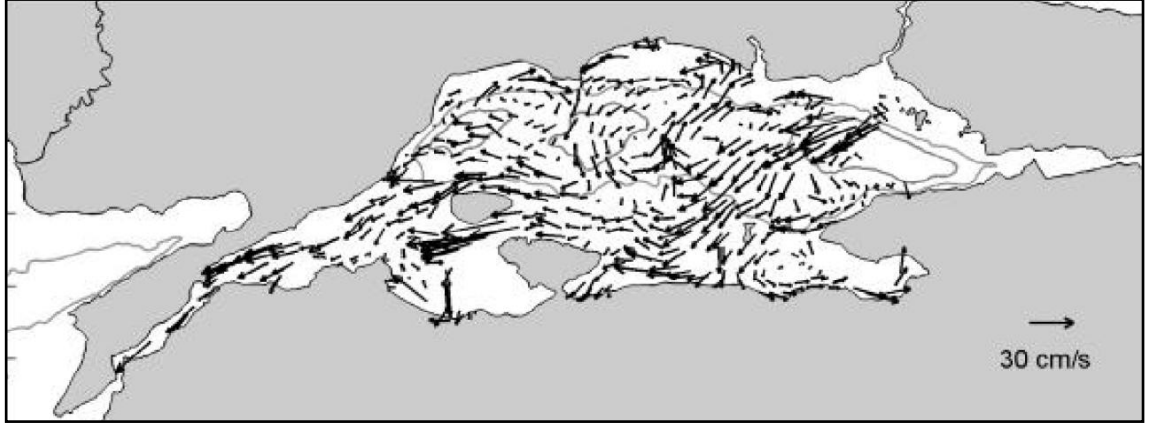
Kapıdağ Yarımadası'nın batısında, Cd, Cu, Zn ve Pb elementlerinin zenginleştiği ve bu elementlerin bölgede kirliliğe sebep olduğu belirlenmiştir. Kapıdağ'ın batısındaki en önemli kirlilik kaynağının, dakikada 18 m³ suyu ve yılda 97.000 ton askıda katı maddeyi Erdek Körfezi'nde boşaltan Karabiga ile dakikada 16 m³ suyu ve yılda 78.000 ton askıda katı maddeyi deşarj eden Gönen nehirinin oluşturduğu düşünülmektedir (EIE, 1993). Bu nehirler vasıtasıyla pek çok madensel ve evsel atığın yanı sıra bölgenin gerisindeki maden cevherlerinin işletilmesinden kaynaklanan girdilerin Marmara Denizi'ne ulaştığı ise bilinen bir gerçektir (Şekil 5.1). Buna ek olarak, Erdek

Körfezi'ndeki turizm aktivitesinin ve şehirleşmenin de bölgede kirlilik baskısı oluşturduğu düşünülmektedir.



Şekil 5.1: Marmara Bölgesi'nin jeolojik haritası (Balkıs ve Çağatay, 2001).

Kapıdağ'ın kuzeyinde de Cd, Cr, Cu, Zn ve Pb elementlerinin kirlilik oluşturduğu belirlenmiştir. Kapıdağ'ın kuzeyinde mevcut bir şehirleşmenin ve endüstriyellemenin bulunmamasına karşın, bölgedeki alt yapı eksikliği nedeniyle özellikle yağmurlu dönemlerde heyelan riskinin bulunduğu gözlenmektedir. Bu nedenle pek çok karasal kökenli kirlitici Kapıdağ'ın kuzeyine ulaşmaktadır. Ayrıca Marmara Adası'ndaki mermercilik ve turizm faaliyetlerinin de bölgede kirlilik baskısı oluşturduğu düşünülmektedir. Marmara Denizi'nin akıntı sisteminden dolayı, Karadeniz ve Marmara kaynaklı yüklü miktarda kirlitici de bu bölgeye ulaşmaktadır (Şekil 5.2).



Şekil 5.2: Marmara Denizi'nin akıntı sistemi (Gerin ve diğ., 2010).

Bandırma ilçesinde bulunan bor ve asit fabrikalarından kaynaklandığı düşünülen, Cd, Cr, Cu ve Zn elementlerinin, Kapıdağ'ın doğusunda kirliliğe neden olduğu belirlenmiştir. Doğu Kapıdağ'da, oksijenin doygunluk değeri olan 12 mg/l'nin oldukça üzerinde değerler elde edilmiştir, bu da birincil üretimin yoğun olduğunu, dolaylı olarak da bölgede bulunan tavukçuluk ve kimyasal gübre fabrikalarından nutrient (besleyici element) ve karasal girdilerin olduğunu göstermektedir. Bandırma Körfezi'nin önemli bir liman bölgesi olması da bölgede kirlilik baskısı oluşturduğu düşünülmektedir.

Bu çalışma, Marmara Denizi'nin güneyindeki metal kirliliği ile ilgili bilgi sunmaktadır. Bu bölgedeki kirlilik durumunu daha iyi anlamak ve yorumlayabilmek için, daha uzun bir dönemde, daha geniş bir alanda ve daha fazla parametreyle izleme çalışması yapılmalıdır, şüphesiz ki bu tez çalışması, gelecekte yapılacak olan projeler ve araştırmalar için bir temel oluşturabilir.

6. KAYNAKLAR

AKSU, A., BALKIS, N., TAŞKIN, Ö. S., ERŞAN M. E., 2011, Toxic metal (Pb, Cd, As and Hg) and organochlorine residue levels in hake (*Merluccius merluccius*) from the Marmara Sea, Turkey, *Environ Monit Asses*, 182(1-4), 509-21.

AKSU, A., TAŞKIN, Ö. S., 2012, Organochlorine residue and toxic metal (Pb, Cd, Cr) levels in the surface sediments of the Marmara and the coast of Istanbul, Turkey, *Marine Pollution Bulletin* 64, 1060-1062.

ALGAN, O., BALKIS, N., ÇAĞATAY, N. M., SARI, E., 2004, The sources of metal contents in the shelf sediments from the Marmara Sea, Turkey, *Environmental Geology*, 46, 932-350.

ALOMARY, A. A., BELHADJ, S., 2007, Determination of heavy metals (Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Zn) by ICP-OES and their speciation in Algerian Mediterranean Sea sediments after a five-stage sequential extraction procedure, *Environmental Monitoring and Assessment*, 135, 265-280.

ALTUN, Ö., SAÇAN, M., T., ERDEM, A. K., 2009, Water quality and heavy metal monitoring in water and sediment samples of the Küçükçekmece Lagoon, Turkey (2002-2003), *Environ. Monit. Asses*, 151, 345-362.

AL-YOUSEF, M. H., SHAHAWI M. S., AL-GHAIS, S. M., 2000, Trace Metals in Liver, Skin and Muscle of *Lethrinus lentjan* Fish Species in Relation to Body Length and Sex, *the Science of the Total Environment*, 256, 87-94.

ANONİM, 2002, Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ. *TC Başbakanlığı Resmi Gazetesi*, 63, 24885.

ANONİM, 2008 Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerindeki Bulaşanların Maksimum Limitleri Hakkında Tebliğ. *TC Başbakanlığı Resmi Gazetesi*, 26, 26879.

BALKIS, N., ÇAĞATAY, M. N., 2001, Factors controlling metal distributions in the surface sediments of the Erdek Bay, Sea of Marmara, Turkey, *Environment International*, 27, 1-13.

BALKIS, N., AKSU A., 2012, Batı Karadeniz Şelfi'nde Suda, Midyede ve Yüzey Sedimentlerinde Metal Kirliliği, *Ekoloji*, 21, 82, 56-64.

BALKIS,N., AKSU A., HİÇSÖNMEZ, H., baskıda, Pollution Monitoring Using *Mytilus galloprovincialis* and Fishes: A Case study on the Southern Black Sea Shelf, *Asian Journal of Chemistry*, 25, 450-454.

BAŞ, L., DEMET, Ö., 1992, Çevresel Toksikoloji yönünden bazı ağır metaller, *Ekoloji*, 5, 42-46.

BAT, L., ÖZTÜRK, M., ÖZTÜRK, M., 1996, Heavy Metal Concentrations in Some Commercial Teleost Fish from the Black Sea, *O.M.Ü Faculty of Science-Arts, Journal of Science*, 7(1):117-135.

BEŞİKTEPE, Ş. T., SUR, H. İ., ÖZSOY, E., ABDULLATIF, M. A., OĞUZ, T., ÜNLÜATA, Ü., 1995, The circulation and hydrography of the Marmara Sea, *Pro.Oceanog.*, 34, 285-334.

BEŞİKTEPE, Ş.T., ÖZSOY, E., ABDULLATIF, M.A., OĞUZ, T., 2000, MarmaraDenizi'nin hidrografisi ve dolaşımı, *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 11-12 Kasım 2000 Ataköy Marina, İstanbul, Yayın No: 5 Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 314-326.

CANLI, M., ATLI, G., 2003, The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six Mediterranean fish species, *Environmental Monitoring and Assessment*, 121, 129-136.

CIARDULLO, S., AURELI, F., CONI, E., GUANDALINI, E., IOSI, F., RAGGI, A., RUFO, G., CUBADDA, F., 2008, Bioaccumulation potential of dietary Arsenic, Cadmium, Lead, Mercury and Selenium in organs and tissues of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a function of fish growth, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 2442-2451.

ÇOĞUN, H.Y., YÜZEROĞLU, T. A., FIRAT, Ö., GÖK G., KIRGIN, F., 2006, Metal concentrations in fish species from the Northeast Mediterranean Sea, *Environmental Monitoring and Assessment*, 121,431-438.

ÇULHA, S. T., 2007, *Sinop civarında sediment, dip balığı ve omurgasız hayvanlarda bazı iz element düzeyleri*, Yüksek Lisans, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

DALMAN, Ö., DEMİRRAK A., BALCI A., 2006, Determination of Heavy Metals (Cd, Pb) and Trace Elements (Cu, Zn) in Sediments and Fish of the Southeastern Aegean Sea (Turkey) by Atomic Absorption Spectrometry, *Food Chemistry*, 95, 157-162.

DURAL, M., GÖKSU, M. Z. L., ÖZAK, A. A., 2007, Investigation of heavy metal levels in economically important fish species capture from the Tuzla Lagoon, *Food Chemistry*, 102, 415-421.

ESCHMEYER , W. N., 2012, [online], California Academy of Sciences <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatsearch.html> . [Ziyaret Tarihi: 19 Ekim 2012].

ESEN, E., KUCUKSEZGIN, F., ULITURHAN, E., 2010, Assessmet of trace metal pollution in surface sediments of Nemrut Bay, Aegean Sea, *Environ. Monit. Asses*, 160, 257-266.

EIE, 1993, Sediment data and sediment transport amount for surface waters in Turkey, 41-42

FISCHER, W., BAUCHOT, M.-L., SCHNEIDER, M. (eds), 1987, *Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche*, (Revision 1), Méditerranée et mer Noire, Zone de Pêche 37, 2, Vertébrés, FAO, Rome.

FÖRSTNET, U., WITMANN, G. T. W. 1981. *Metal Pollution in the Aquatic Environment with contribution*, Second Revised Edition, Newyork, 486.

FRAG, A. M., MAY, T., MARTY, G. D., EASTON, M., HARPER, D., D., LITTLE, E., E., CLEVELAND, L., 2006, The effect of chronic chromium exposure on the health of Chinook Salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*), *Aquatic Toxicology*, 76, 246-257.

GAILER, J., 2007, Arsenic-selenium and mercury-selenium bonds in biology, *Coordination Chemistry Reviews*, 251, 234-254.

GALEHOUSE, J. S., 1971, *Sedimentation analysis*, In : *Procedures In Sedimentary Petrology* (Ed. R. E. Carver), Wiley, New York.

GAUDETTE, H., FLIGHT, W., TANNER, L., FOLGER, D., 1974, An Expensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments, *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 249-253.

GERİN R., POULAİN P.M., BESİKTEPE Ş., ZANASCA P., 2010, Surface circulation in the Marmara Sea, *Comm. int. Mer Médit*, 39, 112.

IVANOFF, A., 1972, *Introduction al'océanographie*, Tome I. Librairie Vuibert, Paris.

KALAY, M., AY, Ö., CANLI, M., 1999, Heavy metal concentrations in fish tissues from the Northeast Mediterranean Sea, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 63:673-681.

KATZ, A., J., CHIU, A., BEAUBIER, J., SHI, X., 2001, Combining *Drosophila melanogaster* somatic-mutation-recombination and electron-spin-resonance-spectroscopy data to interpret epidemiologic observations on chromium carcinogenicity, *Molecularand Cellular Biochemistry*, 222,61–68.

KESKİN, C., 2007, Temporal variation of the fish assemblages in different shallow-water habitats in Erdek Bay, Marmara Sea, Turkey, *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 215-234.

KESKİN, Y., BASKAYA, R., ÖZYARAL,O., YURDUN, T., LÜLECİ, N. L., HAYRAN, O., 2007, Cadmium, lead, mercury and copper in fish from the Marmara Sea, Turkey, *Bull Environ Contam Toxicol*, 78:258-261.

KOCAHAN, İ., 1999, *Marmara Denizi Demersal Balıklarında İz Element Kirliliği*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.

KOÇ, T., 2002, Bandırma ilçesinde tavukçuluğun çevresel etkisi, *Ekoloji*, 43, 11–16.

KRAUSKOPF, K. B., 1979, *Introduction to Geochemistry*, International Series in the Earth and Planetary Sciences, McGraw-Hill, Tokyo.

KUCUKSEZGIN, F., ALTAY, O., ULUTURHAN, E., KONTAS, A., 2001, Trace metal and organochlorine residue levels in Red Mullet (*Mullus barbatus*) from the Eastern Aegean, Turkey, *Wat. Res.*, 35(9): 2327-2332.

KURUN, A., BALKIS, H., BALKIS, N., 2007, Accumulations of total metal in dominant shrimp species (*Palaemon adspersus*, *Palaemon serratus*, *Parapenaeus longirostris*) and bottom surface sediments obtained from the northern inner shelf of the Marmara Sea, *Environmental Monitoring and Assessment*, 135, 353–67.

KURUN, A., 2010, *Bandırma ve Erdek Körfezlerinin bentik Amphipoda (Crustacea) faunası ve dağılımlarını etkileyen bazı ortam faktörleri*, Doktora, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

KUT, D., TOPÇUOĞLU, S., ESEN, N., KÜÇÜKCEZZAR, R., GÜVEN, K. C., 2000, Trace metals in marine algae and sediment samples from the Bosphorus, *Water, Air, and Soil Pollution*, 118, 27-33.

LORING, D. H., RANTALA, R. T. T., 1992, Manuel for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter, *Earth Science Reviews*, 32, 235-238.

LOSKA, K., WIECHULA, D., 2003, Application of principal component analysis for the estimation of source of heavy metal contamination in surface sediments from the Rybnik Reservoir, *Chemosphere*, 51, 723–33.

MASON, B., MOORE, C.B., 1982, *Principles of geochemistry*, New York, Wiley.

MASSADEH, A. M., TAHAT, M., JARADAT, Q. M., AL-MOMANI, I. F., 2004, Lead and cadmium contamination in roadsidesoils in Irbid City, Jordan: A Case Study, *Soil & Sediment Contamination*, 13, 347–359.

MC MANUS, J., 1991, *Grain size determination and interpretation, techniques in sedimentology* (Ed. M.E. TUCKER), Blackwell, Oxford.

MENDİL, D., DEMİRCİ, Z., TUZEN, M., SOYLAK, M., 2010, Seasonal investigation of trace element content in commercially valuable fish species from the Black Sea, Turkey, *Food and Chemical Toxicology*, 48, 865-870.

MÜLAYİM, A., BALKIS, N., BALKIS, H., AKSU, A., 2012, Distributions of total metals in the surface sediments of the Bandirma and Erdek Gulfs, Marmara Sea, Turkey, *Toxicological Environmental Chemistry*, 94(1), 56-69.

NEFF, J. M., 2004, *Bioaccumulation in marine organisms: Effect of contaminant from oil well produced water*, 2nded., Elsevier, Oxford, UK, 0-08-043716-8.

NELSON, J. S., 2006, *Fishes of the World*, (3 nd edn), John Wiley, Newyork.

ÖZDEN, Ö., ERKAN, E., ULUSOY, Ş., 2010, Determination of mineral composition in three commercial fishspecies (*Solea solea*, *Mullus surmuletus*, and *Merlangius merlangus*), *Environ. Monit. Asses*, 170 (1-4), 353-63.

ÖZGÜR, B. K., 2008, *Kapıdağ Yarımadası (Balıkesir) Cu-Pb-Zn verilerinin jeoistatistiksel olarak değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı.

ÖZSOY, B. BEŞİKTEPE, Ş.T., LATİF, M.A., 2000, Türk Boğazlar Sistemi'nin fiziksel oşinografisi, *Marmara Denizi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 11-12 Kasım 2000 Ataköy Marina, İstanbul, Yayın No:5 Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 293-313.

PEKEY, H., KARAKAŞ, D., AYBERK, S., TOLUN, L., BAKOĞLU, M., 2004, Ecological risk assesment using trace elements from surface sediments of İzmit Bay (Northeastern Marmara Sea) Turkey, *Marine Pollution Bulletin*, 48, 946- 953.

POURANG, N., NIKOUYAN, A., DENNIS, J. H., 2005, Trace element concentrations in fish, surficial sediments and water from Northern Part of the Persian Gulf, *Environmental Monitoring and Assessment*, 109, 293-316.

SIEGEL, S., 1956. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. New York, Toronto, London: McGraw-Hill.

TAŞKIN, Ö. S., AKSU, A., BALKIS, N., 2011, Metal (Al, Fe, Mn and Cu) distributions and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the surface sediments of Marmara Sea and the coast of Istanbul, Turkey, *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2568-2570.

TESSIER, A., CAMPBELL, P. G. C. BISSON, M., 1979, Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analyt. Chem.*, 51, 844-850.

TAYLOR, S. R., 1972, Abundance of chemical elements in the Continental Crust; a new table, *Geochimica Cosmochimica Acta*, 28,1273.

TOPÇUOĞLU, S., KIRBAŞOĞLU, Ç., GÜNGÖR, N., 2002, Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of Black Sea, 1997-1998, *Environment International*, 27, 521-526.

TOPÇUOĞLU, S., KIRBAŞOĞLU, Ç., YILMAZ, Y. Z., 2004, Heavy metals in biota and sediments in the Northern Coast of the Marmara Sea, *Environmental Monitoring and Assessment*, 96, 183-189.

TOPÇUOĞLU, S., 2005, *Denizel biyota örneklerinde ağır metal kontaminasyonu*, Deniz Kirliliği, TÜDAV Yayınları No: 21, İstanbul, 205-223.

TUNCEL, S. G., TUGRUL, S., TOPAL, T., 2007, A Case Study on Trace Metals in Surface Sediments and Dissolved Inorganic Nutrients in Surface Water of Ölüdeniz Lagoon-Mediterranean, Turkey, *Water Research*, 365-372.

TÜİK, 2012, Su Ürünleri İstatistikleri 2011, *Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası*, Yayın No: 3876, ISSN: 1013-6177.

TÜRKMEN, A., TÜRKMEN, M., TEPE, Y., AKTURT, İ., 2005, Heavy metals three commercially valuable fish species from İskenderun Bay, Northern East Mediterranean Sea, Turkey, *Food Chemistry*, 91, 167-172.

TÜRKMEN, M., TÜRKMEN, A., TEPE., Y., ATEŞ, A., GÖKKUŞ, K., 2008, Determination of metal contamination in sea foods from Marmara, Aegean and Mediterranean seas: Twelve fish species, *Food Chemistry*, 108, 794-800.

TÜRKMEN, M., TÜRKMEN, A., TEPE, Y., TÖRE, Y., ATEŞ, A., 2009, Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean Seas, *Food Chemistry*, 113,233-237.

TÜZEN, M., 2003, Determination of heavy metals in fish samples of the Middle Black Sea (Turkey) by graphite furnace atomic absorption spectrometry, *Food Chemistry*, 80, 119-123.

TÜZEN, M., 2009, Toxic and Essential trace elemental contents in fish species from the Black Sea, Turkey, *Food and Chemical Toxicology*, 47, 1785-1790.

ULUOZLU, O. D., TUZEN, M., MENDİL, D., SOYLAK, M., 2007, Trace metal content in nine species of fish from the Black Sea and Aegean Seas, Turkey, *Food Chemistry*, 104, 835-840.

UNEP, 1984, *Determination of Total Cd, Zn, Pb and Cu in Selected Marine Organisms by Flameless AAS*, Reference Methods for Marine Pollution Studies, Rev.1, 11.

UNEP, 1985, *GESAMP: Cadmium, lead and tin in the Marine Environment*. UNEP Regional Seas Reports and Studies, 56.

UNEPA, 2001, National primary drinking water regulations; Arsenic and clarifications to compliance and new source contaminants monitoring from the environmental protection agency; Final rule, *Fed. Regist*, 66, 6975-7066.

UYSAL, K., EMRE, Y., KÖSE, E., 2008, The determination of heavy metal accumulation ratios in muscle, skin and gill of some migratory species by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry (ICP-OES) in Beymelek Lagoon (Antalya/Turkey), *Microchemical Journal*, 90,67-70.

ÜNLÜ, S., TOPÇUPLU, S., ALPAR, B., KIRBAŞOĞLU, Ç., YILMAZ, Y. Z., 2008, Heavy metal pollution in surface sediment and mussel samples in the Gulf of Gemlik, *Environ. Monit. Asses.*, 144, 169-178.

ÜNLÜATA, U., OĞUZ, T., LATIF, M. A., ÖZSOY, E., 1990, The physical oceanography of Turkish Straits, in: *The Physical Oceanography of Sea Straits*, L.J. Pratt, editor, NATO/ASI Series, Kluwer, Dordrecht, London.

WHITEHEAD, P. J. P., BAUCHOT, M., L., HUREAU, J. C., NIELSEN, J., TORTONESE, E., 1987, *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*, vol. 2-3, Rome (UNESCO).

WINKLER, L. W. , 1888, The determination of dissolved oxygen in water, *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 21, 2843–2855.

YAZKAN, M., ÖZDEMİR, F., GÖLÜKÇÜ, M., 2001, Antalya körfezinde avlanan bazı balık türlerinde Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği, *Turk J. Vet. Anim Sci*, 26, 1309-1313.

YILMAZ, A. B., 2003, Levels of the metals (Fe, Cu, Ni, Cr, Pb and Zn) in Tissue of *Mugil cephalus* and *Trachurus mediterraneus* from Iskenderun Bay, Turkey, *Environmental Research*, 92, 277-281.

YILMAZ, F., ÖZDEMİR, N., DEMİRAK, A., TUNA, L. A., 2007, Heavy metal levels in two fishes *Leuciscus cephalus* and *Lepomis gibbosus*, *Food Chemistry*, 100,830-835.

YILMAZ, A., B., SANGÜN, M., K., YAĞLIOĞLU, D., TURAN, C., 2010, Metals (major, essential to non-essential) composition of the different tissues of three demersal fish species from İskenderun Bay, Turkey, *Food Chemistry*, 123: 410–415

ZANG, J. LIU, C. L., 2002, Riverine composition and estuarine geochemistry of particulate metals in China-Weatheing features, antropogenic impact and chemical fluxes, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54,1051-1070.

ZHANG, L. X., Y. E. H., FENG, Y., JING, T., OUYANG, X., YU, R., LIANG, C., GAO, W. CHEN., 2007. Heavy metal contamination in western Xiamen Nay sediments and IIsVicinity, China, *Marine Pollution Bulletin*, 54, 974–82.

7. ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul'da doğdum, ilk ve orta öğrenimimi Mihriban Suat Bedük İlköğretim okulunda, lise öğrenimimi General Ali Rıza Ersin Lisesi'nde ikinci olarak tamamladım. 2005-2009 yılları arasında İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü'nde lisans eğitimimi tamamladım. 2009 yılında İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Hidrobiyoloji Programı'nda yüksek lisansa başladım. Yüksek lisans eğitimimim bir dönemini Liege Üniversitesi Oseonoloji Labaratuvarı'nda geçirdim.

Emre SOYSAL