



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



Yüksek Lisans Tezi

**MARMARA DENİZİ'NİN KUZEYİNDEN ELDE EDİLEN *Eriphia
verrucosa* (FORSKAL,1775)'DA AĞIR METAL BİRİKİMİNİN
İNCELENMESİ**

Mertcan TARTICI

Biyoloji Anabilim Dalı

Hidrobiyoloji Programı

**DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Benin TOKLU ALIÇLI**

**II. DANIŞMAN
Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR**

Mayıs, 2020

İSTANBUL

Bu alışma, 29.05.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı, Hidrobiyoloji Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Dr. Öğr. Üyesi Benin TOKLU ALIÇLI(Danışman)
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi

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

İntihal Programı Beyanı

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Proje Destekleri

Bu tez, 33514 numaralı İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin projesi ile desteklenmiştir.

Tezden Üretilmiş Yayınların Künye Bilgileri

--

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması Marmara Denizi'nin kuzeyinden elde edilen *Eriphia verrucosa* (Forskal,1775)'da biriken ağır metal miktarını belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam sırasında her türlü bilimsel ve teorik desteği sağlayan, emeğini esirgemeyerek her türlü desteği sunan danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Benin TOKLU ALIÇLI'ya ve ikinci danışmanım Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR'a, tezimin her aşamasında bana gerekli desteği sağlayan Prof. Dr. Hüsamettin BALKIS'a, tezimin her aşamasında yanımda olan, tezimle ilgili gerekli tüm desteği ve yardımı sağlayan kıymetli hocam Doç. Dr. Abdullah AKSU'ya ve tezimin yazım aşamasında fikirlerinden yararlandığım değerli hocam Prof. Dr. Gülşen ALTUĞ' a teşekkürlerimi borç bilirim.

Yazım aşamasında fikirlerinden yararlandığım, yardımını esirgemeyen Araş. Gör. Turgay DURMUŞ'a teşekkür ederim.

Her zaman desteğini gördüğüm İstanbul Üniversitesi Genel Sekreter Yardımcısı Tülin TAYŞIOĞLU'ya, tez çalışmamda bana yardımcı olan ve beni hiç yalnız bırakmayan arkadaşım Mert AKGÖL'e, kız kardeşim Melis TARTICI'ya, manevi ablam Pınar TARTICI'ya, yıllardır desteğini esirgemeyen arkadaşım Araş Gör. Ela KAÇIN'a ve Nazlı ATAŞ'a teşekkür ederim.

Ayrıca her zaman yanımda olduğunu bildiğim, bugünlere gelmemi sağlayan, varlığıyla bana güç veren çok değerli annem Tümay TARTICI'ya ve babam Cevdet TARTICI'ya teşekkür ederim.

Mayıs 2020

Mertcan TARTICI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	x
ÖZET	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. MARMARA DENİZİ’NİN GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.2. <i>Eriphia verrucosa</i> (FORSKAL, 1775)’NİN GENEL ÖZELLİKLERİ	3
2.3. AĞIR METALLER.....	6
2.3.1. Alüminyum.....	6
2.3.2. Mangan	6
2.3.3. Bakır	7
2.3.4. Kurşun	7
2.3.5. Çinko	8
2.3.6. Nikel	9
2.3.7. Kadmiyum	9
2.3.8. Civa.....	10
2.3.9. Krom.....	11
2.3.10. Demir	11
2.4. İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA - KÜTLE SPEKTROMETRESİ (ICP -MS)	12
2.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	13
2.5.1. Yurt içinde yapılan çalışmalar	13
2.5.2. Yurt dışında yapılan çalışmalar	17
3. MALZEME VE YÖNTEM.....	19
4. BULGULAR.....	23
4.1. <i>Eriphia verrucosa</i> ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL DÜZEYLERİ VE RASTLANMA SIKLIKLARI (% DAĞILIM)	23

5. TARTIşMA VE SONUÇ	35
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİş	51



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: <i>Eriphia verrucosa</i> 'nın genel görünüşü (Orijinal).	5
Şekil 2.2: Erkek (a) ve dişi (b) genel görünüşü (Orijinal).....	5
Şekil 3.1: Marmara Denizi'nin kuzeyinde örnekleme yapılan istasyonlar (Google Earth, 2020).....	19
Şekil 3.2: <i>Eriphia verrucosa</i> türüne ait karapaks ölçümü (Orjinal).....	21
Şekil 3.3: CHRIST marka Freeze-Dryer cihazının genel görünüşü (Orijinal).....	22
Şekil 4.1: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Fe arasındaki ilişki.	25
Şekil 4.2: Yengeç örneklerinde belirlenen Fe düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	25
Şekil 4.3: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Pb arasındaki ilişki.....	26
Şekil 4.4: Yengeç örneklerinde belirlenen Pb düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	26
Şekil 4.5: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Cd arasındaki ilişki.	27
Şekil 4.6: Yengeç örneklerinde belirlenen Cd düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	27
Şekil 4.7: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Cu arasındaki ilişki.	28
Şekil 4.8: Yengeç örneklerinde belirlenen Cu düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	28
Şekil 4.9: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Cr arasındaki ilişki.	29
Şekil 4.10: Yengeç örneklerinde belirlenen Cr düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	29
Şekil 4.11: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Mn arasındaki ilişki.	30
Şekil 4.12: Yengeç örneklerinde belirlenen Mn düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	30
Şekil 4.13: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Al arasındaki ilişki.....	31
Şekil 4.14: Yengeç örneklerinde belirlenen Al düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	31

Şekil 4.15: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Ni arasındaki ilişki.	32
Şekil 4.16: Yengeç örneklerinde belirlenen Ni düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	32
Şekil 4.17: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Hg arasındaki ilişki.	33
Şekil 4.18: Yengeç örneklerinde belirlenen Hg düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	33
Şekil 4.19: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Zn arasındaki ilişki.	34
Şekil 4.20: Yengeç örneklerinde belirlenen Zn düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.....	34



TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Marmara Denizi'nin kuzeyinde çalışılan istasyonlara ait koordinat değerleri.....19

Tablo 4.1: Marmara Denizi'nin kuzeyinden toplanan *E. verrucosa* örneklerindeki ağır metallerin $\mu\text{g/g}$ cinsinden değerleri23



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
Al	: Alüminyum
Fe	: Demir
Mn	: Mangan
Cu	: Bakır
Pb	: Kurşun
Zn	: Çinko
Ni	: Nikel
Cd	: Kadmiyum
Hg	: Civa
Cr	: Krom
Co	: Kobalt
°	: Derece
'	: Dakika
"	: Saniye
°C	: Santigrat derece
%	: Yüzde
cm	: Santimetre
m	: Metre
km	: Kilometre
km ³	: Kilometreküp
µg	: Mikrogram
g	: Gram
µg/g	: Mikrogram/Gram
mg:	: Miligram
kg:	: Kilogram
L	: Litre
×	: Çarpım
ppm	: Milyonda Bir Birim
HNO ₃	: Nitrik Asit
H ₂ O ₂	: Hidrojen Peroksit

n : Birey sayısı

Kısaltmalar **Açıklama**

ICP – MS : Endüktif Eşleşmiş Plazma - Kütle Spektrometresi

GC – MS : Gaz Kromatografisi - Kütle Spektrometresi

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

TGK : Türk Gıda Kodeksi



ÖZET

MARMARA DENİZİ'NİN KUZEYİNDEN ELDE EDİLEN *Eriphia verrucosa* (FORSKAL,1775)'DA AĞIR METAL BİRİKİMİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mertcan TARTICI

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Benin TOKLU ALIÇLI

II. Danışman : Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR

Gelişen teknoloji ve artan nüfus dünyada ağır metal kirliliğinin artmasına neden olurken, bu kirliliğin denizel çevrelerde ekosistem ve halk sağlığı üzerindeki olası etkilerini ortaya koyan çalışmalar önem kazanmıştır. Deniz suyu ve sedimentde yapılan çalışmaların dışında biyotada yapılacak çalışmalar özellikle ekonomik önemi olan türlerde tespit edilen ağır metal kirliliğinin halk sağlığı bakımından etkisini ortaya koyması bakımından önemlidir. Bu tez çalışmasında ekonomik deniz canlılarında metal kontaminasyonunu belirlemek amacı ile Marmara Denizi'nin Kuzeyinden elde edilen *Eriphia verrucosa* (Forsk.,1775) türü yengeç örneklerinin yumuşak dokusunda ağır metal analizleri yapılmıştır. Örnekler Mayıs 2019 - Eylül 2019 tarihleri arasında Büyükçekmece, Silivri, Tekirdağ ve Şarköy olarak belirlenen dört istasyonda 0,5- 1 metre arası derinliklerden fanyalı ağ ve dalış yöntemi ile toplanmıştır. İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) ile analiz edilen örneklerde sırasıyla Fe, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Al, Ni, Hg, Zn düzeyleri 93,24-379,19 µg/g, 0,25-0,85 µg/g, 0,01-0,78 µg/g, 3,65-39,50 µg/g, 1,03-1,70 µg/g, 1,53-9,83 µg/g, 7,6-366,05 µg/g, 0,75-3,23 µg/g, 0,63-1,28 µg/g, 92,87-226,55 µg/g olarak belirlenmiştir.

Mayıs 2020, 63 sayfa.

Anahtar kelimeler: Marmara Denizi, *Eriphia verrucosa*, Ağır Metal



SUMMARY

DETERMINATION OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN *Eriphia verrucosa* (FORSKAL,1775) WHICH IS OBTAINED FROM NORTH OF MARMARA SEA

M.Sc. THESIS

Mertcan TARTICI

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Sciences

Department of Biology

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Benin TOKLU ALIÇLI

Co-Supervisor : Prof. Dr. Nuray ÇAĞLAR

While the developing technology and the increasing population caused the increase of heavy metal pollution in the world, the studies reveal that the possible effects of this pollution on the ecosystem and public health in marine environments have gained importance. Except the studies carried out in sea water and sediment, studies in biota are especially important in terms of revealing the effects of heavy metal pollution detected in species of economic importance for public health. In this study, heavy metal analyzes were carried out in *Eriphia verrucosa* (Forsk. 1775) crab samples obtained from the North of Marmara Sea in order to determine metal contamination in economic marine organisms. Samples were collected with trammel net and diving at depths from 0.5-1 meter in May-September 2019 at four stations (B y k kmece, Silivri, Tekirda  and  ark y). The Fe, Pb, Cd, Cu, Cr, Mn, Al, Ni, Hg, Zn levels were determined as 93.24-379.19  g/g, 0.25-0.85  g/g, 0.01-0.78  g/g, 3.65-39.50  g/g, 1.03-1.70  g/g, 1.53-9.83  g/g, 7.6-366.05  g/g, 0.75-3.23  g/g, 0.63-1.28  g/g, 92.87-226.55  g/g respectively, In samples analyzed by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS).

May 2020, 63 pages.

Keywords: Marmara Sea, *Eriphia verrucosa*, Heavy Metal



1. GİRİŞ

Marmara Denizi 11.500 km² yüzölçümüne ve 1390 m derinliğe sahip Akdeniz ile Karadeniz arasında kalan, 70 km genişlik, 240 km uzunluğa sahip bir denizdir. İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e, Çanakkale Boğazı ile de Ege Denizi'ne bağlantısı olan Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğazı ile birlikte Türk Boğazlar Sistemini oluşturur. ‰ 17,6 tuzluluğa sahip Karadeniz suları, İstanbul Boğazı aracılığıyla üst akıntıyla, ‰ 38 tuzluluğa sahip Akdeniz suları ise Çanakkale Boğazı aracılığıyla alt akıntıyla Marmara Denizi'ne gelmektedir (Beşiktepe ve diğ., 1994; Ullyot ve Pektaş, 1952). Bu yapıdan dolayı Marmara Denizi'nde iki tabakalı su sistemi mevcuttur. Bu iki tabaka arasında bulunan haloklin yaklaşık 25 m derinlikte bulunmaktadır. Haloklin tabakası burada dikey karışımın olmasını önlerken yüzeydeki oksijence zengin suların dibe geçmesini engellemektedir (Beşiktepe ve diğ., 2000).

Marmara Denizi ülkemizdeki diğer denizlerle kıyaslandığında daha kirli bir ortamdır. Artan nüfus, sanayi tesislerinin fazlalığı, gemi taşımacılığı, tarımsal faaliyetler ve akarsu girdileri kirlilik etkenleri arasındadır. Su ortamında, kirliliğe sebep olan ağır metaller, kimyasal maddeler arasında önemli bir yer tutar (Bettini ve diğ., 2006). Ağır metallerin sucul ortamda varlığı sudaki besin zincirini de etkilemektedir. Günümüzde endüstriyel ürünlerde metal ve ağır metal kullanımı hızla artmıştır. Dolayısıyla bu ihtiyaç malzemesi (civa-amalgam diş dolgusu, diş macunu, gargara sıvısı, kurşunlu boya, şampuan vs.) ürünleri kullanan insanlar ve yaşadıkları ortamda metal ve ağır metale maruz kalan su ürünlerini tüketen insanların bünyeleri zamanla metal ve ağır metal birikimine maruz kalmaktadır.

Artan nüfusla birlikte dengeli beslenme ihtiyacı duyan ve alternatif besin arayışında olan insanlar son yıllarda su ürünlerinden besin olarak daha çok faydalanmaktadır. Tüketilen bu su ürünlerinin önemli bir grubunu Crustacea grubu oluştur. Crustacea grubundan yengeçler ülkemiz beslenme alışkanlığından dolayı çok tercih edilmemekte birlikte Akdeniz ülkelerinde ticari olarak değerli ve severek tüketilen bir su ürünüdür. Dünyada ve ülkemizde ekonomik değeri yüksek olan ve protein oranı açısından zengin *Eriphia verrucosa* (Forskal,1775) türü yengeç sıklıkla tüketilmektedir.

Metallerden esansiyel (Cu, Fe, Zn) ve esansiyel olmayan metaller (Hg, Cd, Pb) organizmaların bünyesinde yüksek miktarda olduğu zaman toksik etki yapabilirler (Odzak ve diğ., 2000).

Bu tez çalışmasının amacı, ekonomik değeri yüksek olan, Marmara Denizi'nin kuzeyinden elde edilen *Eriphia verrucosa* türünün yumuşak dokusundaki ağır metal seviyelerini incelemektir.

'Genel kısımlar' bölümünde, Marmara Denizi'ne ait genel özellikler, *Eriphia verrucosa*'nın sistematikteki yeri ve morfolojik özellikleri, indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi (ICP-MS) ve ağır metaller hakkında bilgiler verilmiştir. Ayrıca ülkemizde ve yurt dışında yengeçler ve ağır metaller ile yapılmış olan çalışmalara değinilmiştir.

'Malzeme ve yöntem' bölümünde, *Eriphia verrucosa* türünün temin edildiğı istasyonlar, istasyonlara ait genel bilgiler, örneklerin alınış biçimi, örneklerin laboratuvara ulaştırılıp analizler sonlanıncaya kadar nasıl muhafaza edildiğı ve analizlerin gerçekleşme aşamaları hakkında bilgi verilmiştir.

'Bulgular' bölümünde araştırmanın yapıldığı istasyonlardan toplanmış olan *Eriphia verrucosa* örneklerindeki yumuşak dokuya ait alüminyum, demir, mangan, bakır, kurşun, çinko, nikel, kadmiyum, civa ve krom değerleri hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca tüketilen yengeç türünün, insan sağlığı açısından tehlike oluşturup oluşturmadığına dair değerler, karşılaştırmalı olarak bulgular kısmında incelenmiştir.

'Tartışma ve sonuç' bölümünde araştırma neticesinde elde edilen bulgular, benzer konuda daha önce yapılmış olan çalışmalara karşılaştırılmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. MARMARA DENİZİ'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Marmara Denizi 240 km uzunlukta, 70 km genişlikte, 11.500 km² yüzölçümü ve 3380 km³ hacime sahip Asya ile Avrupa kıtalarında arasında yer alır. En derin yeri 1390 m dir. İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e, Çanakkale Boğazı ile Ege Denizi'ne bağlanarak Karadeniz ile Akdeniz arasında bir geçiş alanı oluşturur (Beşiktepe ve diğ., 1994).

Tuzluluk oranı düşük (% 17,6) Karadeniz suları, İstanbul Boğazı aracılığıyla üst akıntıyla, tuzluluk oranı yüksek (% 38) Akdeniz kökenli tuzlu sular ise Çanakkale Boğazı vasıtasıyla alt akıntıyla Marmara Denizi'ne taşınmasından dolayı Marmara Denizi iki tabakalı su sistemi bulunmaktadır (Ullyot ve Pektaş, 1952; Yüce ve Türker, 1991). İki tabaka arasında yer alan haloklin tabakası yaklaşık 25 m derinlikte bulunur. Bu tabaka yüzey sularından alt tabakalara oksijen geçişini engellemektedir. Yaklaşık 230 km³ hacme sahip üst tabaka suları 4-5 ayda bir yenilenirken, 3378 km³ hacme sahip olan alt tabaka suları 6-7 yılda bir yenilenir (Beşiktepe ve diğ., 2000).

Marmara Denizi etrafında oldukça fazla sanayi tesisi bulunması, karasal girdiler, gemi taşımacılığın etkisiyle birlikte sürekli bir kirliliğe maruz kalmaktadır. Bu durum burada yaşayan canlıları da etkilemektedir.

2.2. *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775)'NİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Bu tez çalışmasında ülkemiz denizlerinde bulunan ve araştırmamızın ana materyalini oluşturan *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775) türü yengeç örnekleri kullanılmıştır.

Eriphia verrucosa'nın taksonomisi:

Şube:	Arthropoda
Sınıf:	Malacostraca
Alt sınıf:	Crustacea
Takım:	Decapoda

Familiya: Eriphiidae

Cins: *Eriphia*

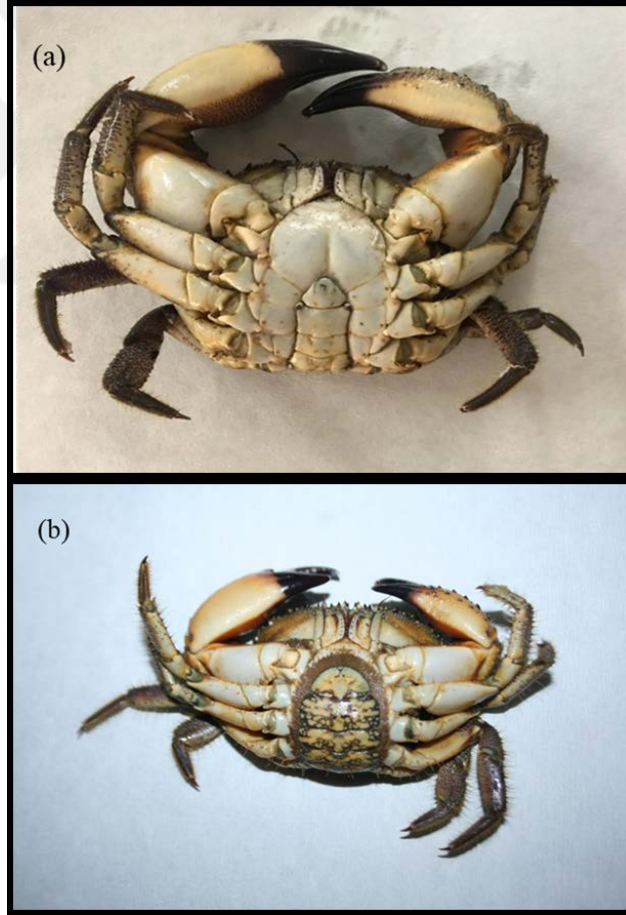
Tür: *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775)

Vücutları baş ve göğsün birlikte bulunduğu sefalotoraks ile karın (abdomen) olmak üzere iki ana kısımdan oluşur. Vücutları temel maddesi kitin olan sert bir karapaks ile örtülüdür. Kitin genellikle esnek yapıda olmasına rağmen kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve diğer maddelerle birlikte yengeçlerde çok kuvvetli bir koruma sağlar. Büyümesi için bu iskeletin zaman zaman vücuttan atılması ve daha büyüğünün bunun yerini alarak kabuk değiştirmesi gerekir. Kabuk, altında bulunan hipodermis hücreleri tarafından salgılanır, dış iskeleti meydana getirir, iç organları korur, kaslara destek olur ve vücut sıvılarının kaybolmasını önler. Karapaksı kalın, üst kolları düzgün ve hafif konveksdir. Yan kısımlarında yedi adet diş benzeri çıkıntılar vardır. Ön kısımlarında 5-6 adet dişli tarak benzeri çıkıntılar bulunur. Birinci bacakları kuvvetlidir ve birbirinden büyüklük bakımından farklıdır, boyutları 9 cm uzunluğunda ve 10 cm genişliğine ulaşabilir (Atay, 1993). On ayaklılar (decapoda) takımı içinde yer alan *Eriphia verrucosa*'nın, ilk ayak çifti hareket amacı yerine savunma ve beslenme amacıyla kullanılmaktadır. Vücut rengi kahverengimsi kırmızı veya kahverengimsi yeşil renkte olup karapaks üzerinde sarı benekler bulunur (Ulaş ve Aydın, 2011; Öztürk ve diğ., 2013).

Eriphia verrucosa, yaşam alanı olarak 0-15 m. derinliklerdeki kayalık alanları tercih eder (Rossi ve Parisi, 1973; Karadurmuş ve Aydın, 2016). *Eriphia verrucosa*'nın besinini yumuşakçalar, poliketler, gastropodlar ve diğer yengeçler oluşturabilir (Rossi ve Parisi, 1973). Bu türün çiftleşmesi bir yaşına yakın kabuk değiştirme zamanında olur. *Eriphia verrucosa* çok üretken bir türdür. Üremesi genelde Mayıs- Haziran aylarında 1 m. den daha az derinliklere yumurta bırakarak gerçekleşir. Yumurtadan çıkan larvalar meroplankton içinde zoea larvası olarak bulunur. Yaklaşık bir aylık sürede beş zoea evresi geçirirler ve metamorfoz tamamlanarak bentik yengeç haline dönüşür (Dumitrache ve Konsulova, 2009; Stuck ve Perry, 1992). Kıyılarımızda ilk kez Marmara Denizi'nde Forskal (1775), Karadeniz ve Akdeniz'de Holthuis (1961), Ege Denizi'nde ise Mater ve Kocataş (1967) tarafından bildirilmiştir. *Eriphia verrucosa* türüne ait genel görünüş Şekil 2.1'de ve bu türe ait cinsiyet ayrımı Şekil 2.2'de verilmiştir.



Şekil 2.1: *Eriphia verrucosa*'nın genel görünüşü (Orijinal).



Şekil 2.2: Erkek (a) ve dişi (b) genel görünüşü (Orijinal).

2.3. AĞIR METALLER

Ağır metaller yoğunluğu 5 g/cm^3 fazla olan kirlilik ve toksisite yaratan metaller olarak tanımlanır (Jarup, 2003). Deniz suyunda metaller önemli bir kısmı oluştururlar. Metallerin kaynağı doğal ya da antropojenik kökenli olup, bunlar karalar üzerindeki metal kaynaklarından taşınım, akarsu girdileri, denizaltı hidrotermal ve volkanik aktiviteler ile artan insan faaliyetleridir. Yaklaşık olarak periyodik tablodaki elementlerin 80 tanesini metaller meydana getirir. Canlılar için birçok metal esansiyeldir, fazla miktarda alındıklarında toksik etki yapabilir. Yaklaşık olarak 30 metalin insanlarda toksisite oluşturduğu bilinmektedir (Hiçsönmez, 2010). Metallerin toksik düzeyi metalden metale göre değişiklik göstermektedir. Metallerin zehirliliğini etkileyen faktörler; metallerin sudaki durumu, zehirlerin veya diğer metallerin bulunuşu, organizmanın fizyolojisini etkileyecek faktörler ve organizmanın yapısıdır (Brayn, 1976).

2.3.1. Alüminyum

Alüminyum diğer metallere oranla yeryüzünde silisyum ve oksijenden sonra en fazla bulunan metaldir (Güneş, 2001). Alüminyum dünya yüzeyinin yaklaşık %8 ini oluşturur (Nayak, 2002). Alüminyum eser elementlerin önemli bir kısmını oluşturup +3 değerlikli haldedir ve deniz suyunda bulunabilirliği $0.002 \text{ } \mu\text{g/L}$ 'dir (Hiçsönmez, 2010). Alüminyum kaynakları, alüminyum işleyen tesisler, içme suları, ilaçlar ve mutfak kaplarıdır.

Alüminyum, akciğer ve sinir sistemine zarar veren bir ağır metaldir. Aynı zamanda, beyinde birikerek biyolojik fonksiyonları bozması sonucu oluştuğu düşünülen, günümüzün en önemli hastalıklarından biri olan alzheimer hastalığını da etkilediği düşünülmektedir. Dünyada bu hastalığa uğramış birçok insan için ölümden sonra yapılan otopsilerde, beyinde yoğun miktarda alüminyum biriktiği tespit edilmiştir (Güneş, 2001).

2.3.2. Mangan

Mangan, dünyada en çok çıkarılan 12 elementten biri olup demir, alüminyum ve bakırdan sonra en yaygın kullanılan elementtir (Chu ve diğ., 1995). Mangan, canlı organizma için esansiyel bir elementtir ve çeşitli metabolik olaylarda birçok enzim (alkali fosfataz, glutamin sentetaz, piruvat karboksilaz gibi) aktivitesinde gereklidir (Gallez ve diğ., 1997).

Manganın değeri +4, +5 ve +6 olabilir ve manganatları oluşturur. Mangan miktarı yiyeceklerde önemli derecede değişiklik gösterir. Balıkta 0 – 0,1 mg/kg, etlerde 0 – 0,8 mg/kg, süt ürünlerinde düşük miktarda ve fındıkta fazla miktarda bulunur. İnsanlarda ve hayvanlarda mangan esas element olup, kalp ve damar hastalıklarında ölümü önlemek için içme sularında bir miktar manganın var olması tavsiye edilmektedir. Mangan en az zehirli elementlerden biridir. Sudaki mangan zehirlenmesi ile ilgili çok fazla olay görülmemiştir. Japonya’da 1941 yılında beyinle ilgili bir hastalığın nedeni kuyu suyundaki manganın (14 mg/L) bulunurluğuna bağlanmış olmakla birlikte, bulunan mangan miktarı bu hastalığın sadece nedeni olduğunu göstermez (Dumiu, 1975; Güler ve Çobanoğlu, 1997; ICAIR, 1987; Parada, 1987).

2.3.3. Bakır

Sucul ortamlarda bakır, eser miktarda bulunur ve endüstriyel, madencilik ve tarımsal faaliyetler gibi antropojenik etkilerle sürekli artmaktadır. Bundan dolayı da sucul ortamda yaşayan canlılar da artan bu metal miktarından etkilenir (Cicik, 2003). Bakırın deniz suyunda bulunabilirliği 5×10^4 µg/L’dir (Krauskopf, 1979). Bakır aynı zamanda bakteriler için de toksik olan elementlerden birisidir (Dunn ve Bull, 1983). Bakır sülfat su ürünleri yetiştiriciliğinde tedavi ve dezenfektan amaçlı kullanılmaktadır, ancak bakır bileşiklerinin fazla miktarda alınması su canlıları için toksik etki yapmaktadır (Timur ve Timur, 2003; Sarıhan ve Tekelioğlu, 2005).

Bakır metabolizması üzerine yapılmış olan birçok çalışmada, balık ve sucul çevrede ağır metal kirliliği açısından toksik etkilerin önemi belirtilmiştir. Deniz bitkileri, kabuklular ve balıklar yumuşakçalara göre kas dokuları ve organlarında daha düşük miktarda bakır içerirler. Ancak bu konsantrasyon insan sağlığı açısından bir tehdit oluşturmamaktadır. Kabuklular, dekapodlar, gastropodlar ve sefalopodlar dokularına oksijeni taşımak amacıyla hemosiyaninlerindeki bakırı kullandıkları için çok fazla bakır içerirler. Ayrıca mevsim, sıcaklık, tuzluluk ve su ortamında mangan ve demirin bulunması gibi birçok duruma bağlı olarak deniz canlısındaki bakırın miktarı değişebilmektedir (Lall, 1995).

2.3.4. Kurşun

Mavimsi-gümüş gri renkli olan gümüş, bir ağır metaldir. İnorganik ve organik olarak iki formu bulunur. Organik Pb bileşiği, petrol yapısına eklenen formdur (WHO, 2001). Deniz

suyunda kurşun, genellikle Pb(II) ve PbSO₄ şeklindedir ve bulunabilirliği 3×10^5 µg/L'dir (Krauskopf, 1979).

Nörotoksin ve ağır metal olan kurşun çevre bilinci eksikliğindeki sanayileşme anlayışının bir sonucu olarak günümüzde yaşamımızı çok etkilemektedir. Günümüzde kurşun zehirlenmesi önlenabilir olmasına rağmen, çevre sorunu ve toplum sağlığı şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Kurşun kontaminasyon ve zehirlenmesi davranış bozuklukları ve nörolojik hastalıklara temel oluşturmaktadır (Dündar ve Aslan, 2005).

Kurşun, boya sanayide, akülerin ve pillerin üretiminde ve depolanıp atılan pillerde, çoğunlukla eritildiğinde ortaya çıkan tozda, şehiriçi yoğun trafik zamanında egzozdan oluşan emisyonunda mevcuttur. Bitkilerde ve toprakta düşük oranda olmakla birlikte insan sağlığını olumsuz yönde etkiler. Kurşun girdiği ortamda zamanla birikmeye eğilimlidir, özellikle karaciğer ve böbreklerde etkilidir. Bunun yanında kemik dokusu, beyin ve dişlere de etki etmesine rağmen kemiklerde kısa sürede toksik etkiye neden olmaz. Daha sonraki yaşlarda ve kortizon tedavisi gören kişilerde olumsuz etkisiyle karşılaşılır. Bunların dışında anemi, bağırsak şikayetleri ve nörolojik bozukluklar da kurşunun olumsuz etkilerindendir (Barbosa ve diğ., 2005).

2.3.5. Çinko

Çinko, canlılar için gerekli bir mineraldir ve sağlık açısından her gün bir miktar çinko alınması gerekir (Arcasoy, 2002). Organlarda, dokularda ve vücut sıvılarında yer alır ve proteinlerin yapısına katılır. Hücre içi bir düzenleyicidir, moleküler etkileşimlerde proteinler için yapısal destek sağlamaktadır. Yapısal element olarak nükleik asit veya diğer gen düzenleyici proteinlerde görev yapar. Bağlandığı proteini dayanıklı hale getirir ve karbonhidrat, protein, lipid, nükleik asit, hem sentezi, gen ekspresyonu, üreme ve embriyogeneziste de önemli görevi bulunmaktadır (Arcasoy, 2002; Rostan ve diğ., 2002).

Çinko ve çinkonun pekçok bileşikleri başka ağır metallere kıyasla az miktarda toksisiteye sahiptir. Çinkonun zehirliliği, yapısındaki bileşiğin anyonik olan bölümün toksik olma durumuyla ilgilidir. ZnCrO₄ zehirleyici ve kanserojen olma özelliği Zn²⁺ nedeniyle değil CrO₄²⁻ bileşenindendir (Habashi, 1997). Deniz suyunda çinkonun bulunabilirliği 0,0049 µg/L'dir (Krauskopf, 1979).

2.3.6. Nikel

Yeryüzünde 24. sırada bulunma sıklığı olan, toprakta eser element olarak var olan nikel, Axel Cronstedt isimli İsveçli minerolojist tarafından ilk defa gersdorfit cevheri araştırılırken ortaya çıkmıştır. 1775 yılında Torbern Bergman ve arkadaşları nikelin tek başına bir element olduğunun ispat etmişlerdir. Nikelin 1804 yılına kadar yapılmış bir üretimi yoktur. İlk başlarda nikel içeren alaşımlar üretilmiş olup 1830 yılında ise Almanya ve İngiltere’de çok miktarda bakır-nikel-çinko alaşımları (Alman Gümüşü) üretilmiştir (Habashi, 1997). Nikel, yüzey sularında 1 mg/L gibi yüksek oranlarda bildirilmiştir. Normalde bu sulardaki oran 5-20 µg/l gibi düşük bir seviyededir.

Çeşitli bitki ve hayvanların yaşamlarında eser element olan nikelin varlığı veya yokluğunda oluşabilecek olumsuzluklarla ilgili kesin bir bilgi bulunmamaktadır. Biyolojik yarılanma ömrü yaklaşık olarak 17-53 saatt olan nikelin vücuttan atılması daha çok idrarla olmakla birlikte ter, salya ve gaita ile atılmaktadır (Doğan, 2002).

2.3.7. Kadmiyum

Ağır bir metal olan kadmiyum 1817 yılında keşfedilmiş ve daha sonraları endüstriyel olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kaplama, uçak ve pil sanayide, nükleer santrallerde, boya ve plastik yapımında kullanılmaktadır. Yan ürün olarak kurşun üretiminde de kullanılması çevre kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır (Aberhart ve diğ., 1984; Castaing ve diğ., 1986).

Kadmiyum çok az miktardaki konsantrasyonlarda dahi yüksek toksik etki gösterir. Sağlık açısından çok zararlı etkileri vardır. Endüstriyel kirlenmenin neticesinde ortama karışan kadmiyum, kanser ve kalple ilgili hastalıkların oluşmasına temel oluşturur (Bebianno ve Machado 1997).

Kadmiyum en toksik çevresel kirleticilerin başında gelmektedir. Larvaların büyüme ve yaşama oranlarının düşmesine sebep olduğundan sucul organizmalar için oldukça zehirleyici etkisi bulunmaktadır. Özellikle kirliliğinin yoğun olduğu sucul ortamlarda burada yaşayan canlıların vücudunda kadmiyum biriktiği bunun da canlılar için toksik etki gösterdiği bildirilmiştir (Katalay ve Parlak 2004).

Kirliliğin olmadığı bölgelerde sudaki kadmiyum değeri 0,01-5 µg/L arasında ve genellikle 2 µg/L'nin altında olmakla birlikte yoğun endüstriyel kirliliğin olduğu bölgelerde ise kadmiyum değeri 1000 µg/L'yi bulmaktadır (Kayhan, 2006).

2.3.8. Civa

Civa, katalizör olarak plastik üretiminde, çimento, boya, kağıt ve elektrik sanayisinde, madencilik alanında ve dişçilikte dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır. Civa yaygın kullanımı sonucu çevre kirliliğine sebep olur ve bu durumdan insanlar ciddi bir şekilde etkilenir. Civadan etkilenme kaynakları farklılık gösterir. Balık tüketimi, amalgam dolgu bu kaynaklara örnektir. (Clarkson ve diğ., 2003; Tiritoğlu ve diğ., 1992). Deniz suyunda civanın bulunabilirliği yaklaşık 0,1 ppb civarındadır.

Civanın toksik etkisi kimyasal yapısına bağlıdır. Üç farklı formda, metalik ya da elementel, inorganik ve organik olarak bulunur. Metalik civa başka elementlerle bileşik oluşturmamıştır, suda çözünmezler ve oda sıcaklığında ise toksik seviyede buharlaşır (Özbolat ve diğ., 2016). Civa sinir sistemini, beyin ve böbrekleri olumsuz yönde etkiler. Metalik civa vücuda girdiğinde kana karışır beyne kadar gidip orada depolanır. İnorganik civa bileşiklerinin vücuda girmesi durumunda ise bu bileşikler beyne kadar gidemeyip böbreklerde depolanır ve böbreklerin çalışmasını önler. Kısa zamanda yüksek dozajda civaya maruz kalmak solunum yollarını olumsuz etkiler bıraktığı gözlemlenmiştir (Güven ve diğ., 2004).

Civa; karbon ile birleştiğinde organik civa bileşikleri oluşum göstermektedir. Doğada çeşitli formlarda yaygın olarak bulunur. En yaygın olanı, mikroorganizmalar tarafından ve doğal proseslerle dönüşüme uğrayarak oluşan organik civa bileşiği metil civadır ve mono metil civa olarak da tanımlanır. Metil civa biyolojik dönüşümlerin yanı sıra, kimyasal olarak da inorganik civanın metillenmesi sonucunda elde edilmektedir. İnsan ve hayvanlar için güçlü nörotoksiktir. Lipidde çözünürlük özelliği yüksek değildir, ancak proteinlere güçlü sülfhidril bağları ile bağlanması yoluyla biyolojik dokularda birikime uğrayarak toksik etki yaratmaktadır. Metil civa ile hazırlanan tarım ilaçlarının kullanılması ile akarsu, göl ve

denizlerin kontaminasyonu sonucunda içme suyunda, balıklarda ve deniz memelilerinde yüksek miktarda birikebilmektedir.¹

2.3.9. Krom

Krom doğada serbest olarak bulunmaz. Demir oksit, alüminyum oksit, magnezyum oksit, silis ve krom oksit içeren kromit şeklinde bulunur. Beyaz, sert ve kırılabilen bir metaldir. Dünyada en çok Rusya, Türkiye, Güney Afrika, Hindistan, Filipinler ve Amerika'da üretilir. Krom metalinin kullanım yerleri başlıca, çeşitli maddelerle alaşım üretimi, elektrik kaplama işleri, boya üretimi, deri ve tabaklama sanayi, seramik, lastik ve süsleme sanayide pigment üretimi gibi alanlardır. Krom bileşikleri insana deri ve solunum yoluyla daha az olarak da sindirim yoluyla girerler. Çoğunlukla deri ve solunum sisteminde etkilerini gösterirler. Krom ve bileşiklerinin toz ve buharı akut olarak konjonktivite neden olabilir. Yoğun miktarda ağız yoluyla alımda ise mukozalarda sarı renk, yutma zorluğu, karın ağrısı, sarı-yeşil kusma, kanlı ishal, dolaşım yetmezliği, böbrek yetmezliği, koma belirtileri gözlenebilir. Krom ve bileşiklerinin teratojenik etki ve mutajenik etki yapabildiğini gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (İlhan, 2002).

2.3.10. Demir

Demir, sucul ortamlarda eser elementlerle olan ilişkisi ve indirgen şartların belirlenmesinde bir yol gösterici olması sebebiyle önem taşımaktadır. Fe (II) bileşikleri (ferro) ile Fe (III) bileşiklerinin (ferri) oluşturduğu demir tuzları, karbonatlar, hidroksidler, fosfatlar, sülfürler ve Fe (II) florür hariç suda çözünme özelliğine sahiptirler. Demir özellikle +3 değerliğe sahip olduğunda kompleks oluşturma niteliğine yatkındır. Demirin deniz suyunda bulunabilirlik miktarı 0,002 µg/l'dir (Krauskopf, 1979).

Demir organizmaların bütün hücrelerinde bulunur ve çoğu biyokimyasal olaylarda da önemli fonksiyonu vardır. Hemoglobin, myoglobin ve sitokromlarda, haemin bileşiği olarak oksijenin taşınmasında, biriktirilmesinde ve kullanılmasında önemli görevleri bulunmaktadır. Derinin uzaklaştırılması ile balıklarda Fe içeriği de azalır ve kırmızı etli balıklar beyaz etli balıklara göre daha fazla demir içermektedir (Lall, 1995).

¹ Bir Ağır Metal Olarak Civa, İnsan sağlığı ve Deri, <https://www.hakanbuzoglu.com/vaskulitis-damar-iltihabi-deri/60-dermatoloji/sik-gorulen-cilt-hastaliklari/sik-gorulen-cilt-hastaliklari-anasayfa/1511-civa-insan-sagligi-deri-civa-zehirlenmesi>

Birçok ortamda yüksek demir değeri bulunur özellikle de madencilik yapılan alanlarda bazen demir seviyesi toksik düzeyde olabilir (Gonzalez ve diğ., 1990). Yüksek demir düzeyine maruz kalındığında sucul organizmalarda beslenme sonlanır, büyüme yavaşlar ve yüksek ölüm oranı görülebilir (Baker ve diğ., 1997).

2.4. İNDÜKTİF EŞLEŞMİŞ PLAZMA - KÜTLE SPEKTROMETRESİ (ICP -MS)

ICP-MS ilk kez 1980 yılında R.S. Houk tarafından, geliştirilmiş ve daha sonra 1983 yılında piyasaya sürülmüştür. Ticarileşmesinden bugüne kadar çok çeşitli ve farklı uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bugün gerçekleştirilen ICP-MS analizlerinin yaklaşık %80 ni temsil eden en yaygın olan uygulamalar çevresel (su, toprak), jeolojik, yarı iletken, biyomedikal ve nükleer uygulama alanlarıdır. (Thomas, 2004).

ICP Kütle Spektrometre sistemi (ICP-MS), çok düşük konsantrasyonlardaki metalleri tespit edebilen bir çeşit kütle spektrometresidir. ICP-MS, kütle spektrometresi ile yüksek sıcaklıkta ICP (indüktif eşleşmiş plazma) kaynağını birleştirir. ICP elektromanyetik bobin ile gazın indüktif ısıtılmasıyla oluşan iyonlaştırılmış bir plazmadır. ICP kaynağı örnekteki elementlerin atomlarını iyonlara dönüştürür. Bu işlem için argon gazı kullanılır. Argon gazı yüksek sıcaklıkta bir plazmaya elektriksel olarak ısıtılarak dönüştürülür. Bu argon plazmasına gönderilen elementlerden üretilen iyonlar tek pozitif yüke sahiptir. Bu iyonlar daha sonra elektrik alanına girerler ve onların kütle / yük (m/z) oranlarına göre ayrıştırılarak kütle spektrometresi ile tespit edilir.

ICP-MS sistemi iyon kaynağı, kütle spektrometresi ve detektörden oluşmaktadır. Kütle analizörlerin temel özellikleri yüklü parçacıklar olan iyonları elektrik ve manyetik alanlar ile sınıflandırmak olduğundan, ilk önce örnek atomları iyonlara dönüştürmek gereklidir. Bu çok çeşitli şekillerde yapılabilir, örneğin ısı ile lazer kullanarak veya plazmada. İyon kaynağı kütle spektrometresinin önemli bir bileşenidir. İdeal olarak bir iyon kaynağı numune atomlarını aynı kütle ve yüke sahip iyonlara % 100 dönüştürme yeterliliğine sahip olmalıdır. İyon kaynağında numune iyonlarını üretmek için yüksek sıcaklığa (5000-7000 K) sahip olan soy gaz plazmadan (Argon) faydalanılır. Analiz edilecek numune örneği katı veya sıvı aerosola dönüştürülerek iyonlaştırılır, kütle spektrometresindeki iyon optikleri kullanılarak numune iyonları ayrıştırılarak detektörler ile numune içerisindeki element analizleri yapılabilir (Roos ve diğ., 2006).

2.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.5.1. Yurt içinde yapılan çalışmalar

Balkıs (1995), Marmara Denizi'nde yaşayan yengeçlerin ekolojilerini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada, 21 yengeç türünün bu bölgedeki yaşam sürdüğünü belirtmiştir. Ayrıca *Eriphia verrucosa* türünün habitatlara göre dağılımında monotipik form olduğunu gözlemlemiştir.

Bat ve diğ., (1998) Karadeniz kıyılarında yapmış oldukları çalışmada, bazı balıklarda ve yengeç türlerinde ağır metal içeriklerini incelemişler ve türler arasındaki metal konsantrasyonunda önemli farklılıklar ($p < 0,05$) bulmuşlardır. Bulunan değerlerin uluslararası kuruluşlarca verilen tolere edilebilir değerlerin altında olduğu bildirilmiştir.

Balkıs ve diğ., (2001) Ege bölgesi'nde Gökçeada'nın kıyı kesiminden elde edilen, aralarında *Eriphia verrucosa* türünün de olduğu çeşitli yengeç örneklerinin ekolojik ve morfolojik özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir.

Altuğ ve Güler (2002) Marmara Denizi'nin kuzeyinde yapmış oldukları çalışmada *Rapana venosa*'da Zn, Pb, Cu, Cd ve As değerlerini incelemişler ve bu değerlerden arsenik konsantrasyonunu sınır değerlerin altında tespit etmişlerdir.

Yazkan ve diğ., (2002) Akdeniz'de (Antalya Körfezi) 2000 yılında (Ocak, Şubat ve Mart) yapmış oldukları çalışmada yumuşakçalarda (*Sepia officinalis*, *Loligo vulgaris*, *Octopus vulgaris*) ve karidesin (*Parapenaeus longirostris*) dokularında Cd, Cu, Pb ve Zn, değerlerini belirlemişler ve bulunan değerlerin sağlık açısından ciddi bir risk oluşturmadığını ifade etmişlerdir.

Dündar ve diğ., (2005) biyokimyasal reaksiyonlarda yer almadığı ve bir nörotoksin olduğu belirtilen kurşunun çevre ve insan sağlığını tehdit eden önemli bir unsur olduğunu belirtmişlerdir. Kurşun kontaminasyon ve zehirlenmesinin, gelişim ve davranış bozuklukları, nörolojik patolojiler gibi sağlık sorunlarında temel etmen olduğunu ifade etmişlerdir.

Küçükgülmez, (2005) Akyatan Lagünü'nde yapmış olduğu çalışmada *Callinectes sapidus* (mavi yengeç), türünde ağır metal ve mineral madde içeriğini çalışmış ve çalışma sonucunda mavi yengecin ağır metal miktarlarının dokulara bağlı olarak değişim gösterdiğini ve

metallerin yengeç dokusundaki düzeylerini: çinko, bakır, demir, kurşun, kadmiyum ve civa olarak bildirmiştir.

Kayhan (2006) yapmış olduğu çalışmada, su ürünlerinde kadmiyumun biyobirikimi ve toksisitesi hakkında bilgi vermiş ve bu konuyla ilgili yurt içi ve dışında yapılan çalışmalara değinmiştir.

Kayhan ve diğ., (2007) İstanbul Boğazı'nda *Mytilus galloprovincialis* ile yapmış oldukları çalışmada Cd ve Pb değerlerini incelemişler ve çalışma sonucunda Pb ve Cd değerlerinin her ikisinin de Türk Gıda Kodeksi'nin kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerinde olduğunu belirtmişlerdir.

Balkıs ve Kurun, (2008) Ege Bölgesi'nde Edremit Körfezi'nde bulunan yengeç türlerinin varlığının tespiti amacıyla yaptıkları çalışmada, 16 farklı familyaya ait yengeç türü gözlemlemişlerdir.

Erkan ve diğ., (2009) *Eriphia verrucosa* türünün testis ve vas deferens morfolojilerini incelemişler ve elde edilen sonuçlar neticesinde *Eriphia verrucosa* türünün, testis ve vas deferens yapıları, diğer yengeç türlerine göre ufak farklılıklar dışında benzerlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Kaya ve diğ., (2009) Sinop ilinde yaptıkları çalışmada *Eriphia verrucosa* etinde bulunan ham protein ve yağ, nem ve kül miktarını 19,66, 0,66, 76,13 ve 2,35 g/100g olarak belirtmişlerdir.

Erkan ve diğ., (2010) *Eriphia verrucosa* türüne ait androjenik bezi histolojik açıdan araştırarak, bu bezin 2 tip hücreden oluştuğunu bildirmişler ve androjenik bezdeki hücre salgısını incelemişlerdir.

Hiçsönmez, (2010) Güney Karadeniz Şelf'inde midye, mezgıt ve deniz salyangozunda Fe, Al, Mn, Pb, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni, As, Hg, V ve Mo içeriklerini incelemiş ve analiz sonucunda Pb, Cd, V, Mo, As, Zn, Al ve Fe içerikleri genel olarak yüksek bulunduğunu bildirmiştir.

Aksu ve diğ., (2011) Marmara Denizi'nde yapmış oldukları çalışmada *Merluccius merluccius*'da toksik metaller (Pb, Cd, As ve Hg) ve organochlorine seviyesini incelemişler ve Marmara Denizi'nde Pb kritik değerlere göre yüksek bulmuşlar ancak As ve Hg değerlerini daha düşük bulmuşlardır.

Türkmen ve diğ., (2011) Doğu Akdeniz’de yaptıkları çalışmada (İskenderun Körfezi) Ağustos 2001- Temmuz 2002 tarihlerine sediment ve suda ağır metal (Cu,Cd, Fe, Pb, Zn, Co, Al, Cr, Mn ve Ni) birikimlerini incelemişler ve deniz suyu için ağır metal konsantrasyonlarını; Cu: 0,0652, Cd: 0,0550, Fe: 0,2995, Pb: 0,6173, Zn: 0,0709, Co: 0,2589, Al: 0,1875, Cr: 0,1689, Mn: 0,1079 ve Ni: 0,2769 mg/L olarak, sedimentte tespit edilen metal konsantrasyonunu ise, Cu: 37,053, Cd: 4,4725, Fe: 49921, Pb: 141,63, Zn: 232,87, Co: 79,04, Al: 25574, Cr: 1419,8, Mn:1304,5 ve Ni: 795,81 mg/L olarak belirtmişlerdir.

Aydın ve diğ., (2013) Orta ve Doğu Karadeniz’deki yengeç türlerini tespit etmek amacıyla yaptığı araştırma sonucunda, 12 yengeç türü kaydetmişlerdir. Bunlar içinde en yaygın olanlarından biri de *Eriphia verrucosa* türü olarak tespit edilmiştir.

Balkıs ve diğ., (2013) Karadeniz’in Güneyinde *Mytilus galloprovincialis* ve *Merlangius merlangus euxinus* türleriyle yaptıkları çalışmada Pb ve Cd değerlerini kritik değerlerden daha yüksek bulmuşlardır.

Demirbaş ve diğ. (2013) tüketilen *Eriphia verrucosa*’nın üreme dönemindeki biyokimyasal özelliklerini belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda ham protein ve yağ değerlerinin aylar arasında önemli fark olduğunu bildirmişlerdir.

Karadurmuş, (2013) Şubat 2012-Ocak 2013 tarihleri arasında, Ordu ili kıyıs alandaki farklı istasyonlardan elde edilen 1350 adet *Eriphia verrucosa* türüne ait biyo-ekolojik özellikleri araştırmış ve yengeçlerin kısaç etlerinden belirlenen ham protein ve yağ, nem ve ham kül miktarları ortalaması sırasıyla 20,24 g, 0,95 g, 76,40 g ve 2,34 g/100 g şeklinde bildirmiştir.

Erdem ve diğ., (2015) Sinop ili kıyı şeridinden yakalanan *Eriphia verrucosa* ve *Crangon crangon* türlerindeki çeşitli mineral ve iz element içeriklerini karşılaştırmışlar ve analizler neticesinde arsenik dışındaki iz element içerikleri, *Crangon crangon*’a göre *Eriphia verrucosa*’da daha yüksek seviyede tespit edilmiştir.

Mülayim ve Balkıs (2015) Karadeniz’in batısında yapmış oldukları çalışmada *Rapana venosa* ve *Eriphia verrucosa* türlerinde çeşitli toksik metal (Pb, Cd, Cr ve Hg) seviyelerini incelemişlerdir. *Eriphia verrucosa*’da Cd seviyesinin Türk Gıda Kodeksi standartlarından çok daha yukarıda olduğunu tespit etmişlerdir.

Aydın ve diğ., (2016) Güney Karadeniz bölgesinde toplanan 1360 *Eriphia verrucosa* türünün bazı biyolojik özellikleri ve üreme özelliklerini belirlemek üzere bir araştırma yapmışlardır. Tüm bireylerin cinsiyet oranı 1:0,42 (M/F) ve minimum ve maksimum ağırlık her iki cinsiyet için 4,07 g ve 301,4 g olarak bildirmişlerdir.

Gülmen ve Cengizler, (2016) Akyatan Lagünü'nde yapmış oldukları çalışmada, mavi yengeçlerde (*Callinectes sapidus*) toksik madde incelemişler ve yengeçlerin kas dokularında PCB (Poliklorlu Bifeniller) 28, 52, 101, 118, 153, 138, 180, HCB (heksaklorobenzen), toplam HCH (Heksaklorosikloheksan), toplam DDT (dikloro difenol trikloroethan) kalıcı organik kirleticilerinin miktarını saptamışlardır.

Güner ve diğ., (2016) Marmara Denizi Pendik kıyılarında yapmış oldukları çalışmada *Mytilus galloprovincialis*'in yumuşak dokusunda Cd ve Pb içerikleri incelemişler ve Cd değerini düşük Pb değerini yüksek olarak bildirmişlerdir.

Kayhan ve diğ., (2016) İstanbul'un Tuzla bölgesinde *Mytilus galloprovincialis* ile yapmış oldukları çalışmada midyelerde Cd ve Pb değerlerini belirlemişler ve bulunan değerlerin Türk Gıda Kodeksi ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı değerlerine göre Cd değeri düşük olduğunu, Pb değerinin ise daha yüksek olduğunu ifade etmişlerdir.

Ocak, (2017) Marmara Denizi'nde yaptığı çalışmada midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) inorganik ve organik arsenik seviyesini araştırmıştır. Çalışma sonucunda; toplam arsenik düzeyleri 1,32075-6,73077 mg/kg, inorganik arsenik seviyesi 0,01885-0,24087 mg/kg ve organik arsenik seviyesi ise 1,26132-6,68591 mg/kg olarak bildirilmiştir.

Bat ve diğ. (2018) yapmış oldukları bir çalışmada, Türkiye denizlerinde bulunan balık, kabuklu ve yumuşakçalardaki ağır metal seviyeleri hakkında bilgi vermişlerdir, bu değerleri ulusal ve uluslararası standartlarla karşılaştırmışlardır.

Durmuş ve diğ., (2018) Karadeniz Bölgesi'nde Ordu ili kıyılarında yapmış oldukları çalışmada, *Eriphia verrucosa* türünde cinsiyet ve mevsimsel değişkenliğin besin kompozisyonu ve metal seviyelerine etkisini araştırmışlar ve yengeç kas dokusundaki makro ve eser element seviyelerini sırasıyla K> P> Na> Ca> Mg ve Zn> Fe> Cu> Mn> Se> Ni> Mo> Co olarak belirlemişlerdir.

Mol ve diğ. (2018) Marmara Denizi'nin kuzeyinde yapmış oldukları çalışmada *Raja clavata* ve *Squalus acanthias* türlerinde biriken Cu, Zn, As, Cd, Hg ve Pb miktarlarını incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlardaki değerleri, Türk Gıda Koteksi'nin kabul edilebilir sınır değerleri ile karşılaştırmışlardır.

Özekinci ve diğ. (2018) Çanakkale Boğazı'nda Nisan 2016-Mayıs 2017 tarihleri arasında yaptıkları çalışmada *Eriphia verrucosa* türünün boy-ağırlık ilişkisini belirlemişler ve çalışma sonunda, *E. verrucosa*' ya ait karapaks genişliğini (CW) sırasıyla; tüm (CW_{ort}. 55,03±0,52mm), erkek (56,55±0,75mm) ve dişi (52,76±0,63mm) şeklinde, ağırlıklarını ortalama olarak (W) ise erkek (90,48±03,37g) ve dişiler (62,44±02,16g) için şeklinde bildirmişlerdir.

Bat ve diğ. (2020) Karadeniz'in güneyinde yapmış oldukları çalışmada *Eriphia verrucosa* türüne ait yumuşak dokuda biriken Cd, Pb ve Hg miktarlarını belirlemişlerdir. Elde ettikleri analiz sonucunda üç metalinde dokuda birikimine bağlı olarak risk unsuru taşıdığını ve bu durumun insan sağlığı açısından risk oluşturabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca *Eriphia verrucosa* türünün metal kirliliği açısından biyoindikatör canlı olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

2.5.2. Yurt dışında yapılan çalışmalar

Holthius, (1961) Balkanlar ve Türkiye'de yapmış olduğu çalışmada *Eriphia verrucosa* türünün Marmara Denizi'nde İstanbul'da, Ege Denizi'nde Selimiye'de, Akdeniz' de Antalya ve Mersin'de, Karadeniz' de ise Samsun kıyılarında rastlandığını ve Türkiye' de ilk kez Marmara Denizi'nde İstanbul kıyısında bulunduğunu belirtmiştir.

Park ve Presley (1997) Galveston Körfezi'nde yaptıkları çalışmada *Callinectes sapidus*'un ağır metal içeriklerini Zn (45 mg/kg), Cu (16 mg/kg) ve Cd (0,02 mg/kg) şeklinde belirtmişlerdir. Ağır metal konsantrasyonları diğer canlılar ile kıyaslandığında midye > istakoz > yengeç > karides > balık olarak bildirmişlerdir.

Warburg ve diğ., (2012) 1986 ve 1999 arasındaki 14 yıllık bir sürede, *Eriphia verrucosa* ve *Xantho poressa* türlerinin mevsimsel dağılımını ve morfolojik yapılarını inceleyip karşılaştırmışlardır.

Biré ve diğ., (2013) 2009 yılında Akdeniz’de yaptıkları çalışmada elde ettikleri deniz organizmalarında palitoksinlerin varlığını incelemişlerdir. Yüksek toksitite seviyesi gözlenen örneklerden birinin de *Eriphia verrucosa* türü olduğunu belirtmişlerdir.

Ariano ve diğ., (2015) *Eriphia verrucosa* türüne ait, beyaz ve kahverengi et kısımlarının kadmiyum içeriğini incelemişlerdir. Araştırmalarının sonucu olarak beyaz et kısmındaki kadmiyum konsantrasyonunun çok düşük olduğunu, kahverengi et kısmının ise anlamlı derecede daha yüksek kadmiyum konsantrasyonu içerdiğini saptamışlardır.

Fouda ve diğ., (2015) İskenderiye sahilinde *Eriphia verrucosa* ve *Pachygrapsus maromratus* türlerinde karşılıklı olarak mide içeriğini incelemişler ve elde edilen sonuçlara göre iki türün beslenme özelliklerinin benzer olduğu bildirmişlerdir. Ayrıca mevcut gıdalara göre zamansal veya mekânsal olarak değişen besin türlerini değiştirerek aralarındaki rekabeti azaltmayı başarabildiklerini de tespit etmişlerdir.

Zotti ve diğ., (2015) Adriyatik Denizi’nde yaptıkları çalışmada, *Callinectes sapidus* türünün metabolik yapısını incelemişler ve *Eriphia verrucosa* ve *Cancer pagurus* türleriyle karşılaştırmışlardır. Bunun sonucunda *Callinectes sapidus* türünün yapısal içerik ve metabolik yapı bakımından sağlıklı ve değerli bir deniz ürünü olduğunu bildirmişlerdir.

Zotti ve diğ., (2016) karşılaştırmalı olarak üç farklı yengeç türüne ait besin değerleri ve kimyasal karakteristikleri üzerine analizler yapmışlar ve *Eriphia verrucosa* türünün *Callinectes sapidus* ve *Cancer pagurus* türlerinden daha fazla karbon içeriğine sahip olduğunu belirtmişler. Cd ve Zn değerlerinin *Callinectes sapidus* da daha düşük olduğunu ifade etmişlerdir.

Stevcic ve diğ., (2017) İspanya’da kayalık kıyı bölgede yaptıkları çalışmada içlerinde *Eriphia verrucosa*’nın da olduğu makro omurgasızlara ait çeşitli türlerin varlığını incelemişler ve bu canlılara olan insan etkilerinin olumsuzluklarını araştırmışlardır.

Lena ve diğ., (2018) İtalya’da balıkçılık üzerine yaptıkları bir çalışmada Crustacea alt şubesine ait çeşitli örneklerde, toplam civa seviyelerini inceleyerek *Eriphia verrucosa*, *Penaeus kerathurus* ve *Maja squinado* türlerinin en düşük civa seviyelerine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada materyal olarak 2019 yılı Mayıs-Eylül ayları arasında, 5 aylık süre zarfı boyunca, Marmara Denizi'nin kuzeyinde Büyükçekmece, Silivri, Tekirdağ ve Şarköy olarak belirlenen 4 istasyondan 0,5 - 1 metre arası derinliklerden fanyalı ağ ve dalış yöntemiyle toplanan *Eriphia verrucosa* örnekleri kullanılmıştır. Toplanan örneklerden her istasyondan 10 adet olacak şekilde doku örnekleri ayrılmıştır.

Örnekleme yapılan istasyonlar Şekil 3.1'de gösterilmiş ve istasyonlara ait koordinat değerleri Tablo 3.1'de belirtilmiştir.



Şekil 3.1: Marmara Denizi'nin kuzeyinde örnekleme yapılan istasyonlar (Google Earth, 2020).

Tablo 3.1: Marmara Denizi'nin kuzeyinde çalışılan istasyonlara ait koordinat değerleri.

İstasyon Adı	Koordinat Değerleri
Büyükçekmece	41°00'53,7''K, 28°33'57,9''D
Silivri	41°04'24,9''K, 28°14'25,3''D
Tekirdağ	40°58'30,9''K, 27°30'57,2''D

Belirlenen dört istasyondan toplanan 10 adet *Eriphia verrucosa* örnekleri naylon torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvarda ön işlemler öncesi örnekler, derin dondurucuya konularak muhafaza edilmiştir. Analiz öncesi derin dondurucudan çıkarılan örneklerin karapaks ölçümü yapılmış ve boyu 7 cm den büyük olan yengeçler büyük yengeç ve 7 cm den küçük olan yengeçler küçük yengeç olarak nitelendirilerek analiz işlemlerine tabi tutulmuştur (Şekil 3.2). Tekirdağ ve Şarköy istasyonlarından toplanılan yengeçlerde her iki boya da rastlanmıştır. Yengeçlerin kısaç kısımlarının kabukları plastik çekiç yardımı ile kırılarak yumuşak dokusu alınmıştır. Her istasyondan 10 adet olacak şekilde ayrılan dokular daha sonra derin dondurucuda dondurulmuştur. Dondurma işleminden sonra örneklerin Freeze-dryer cihazında buz tutan su süblimleştirilmiştir. Freeze-dryer örnekte bulunan suyun dondurularak vakum altında kurutulma tekniğidir (Şekil 3.3). Katı fazdaki su süblimleşerek gaz fazına geçmiştir. Böylece uçucu bileşenlerin kaybı olmadan numune sudan arındırılmıştır.



Şekil 3.2: *Eriphia verrucosa* türüne ait karapaks ölçümü (Orjinal).



Şekil 3.3: CHRIST marka Freeze-Dryer cihazının genel görünüşü (Orijinal).

Süblimleştirme işleminden sonra yaklaşık 1'er gram örnek tartılıp, teflon tüplere konularak yaş çözünürleştirme işlemi yapılmıştır. Bunun için tüplere 5 ml konsantre HNO_3 ve 2 ml konsantre H_2O_2 ilave edilip tüplerin ağzı sıkıca kapatılmıştır. Daha sonra teflon tüpler mikrodalga çözünürleştirici cihazında (CEMX5 marka) $120\text{ }^\circ\text{C}$ de 2 saat boyunca bekletilerek, örneklerin asit ile parçalanması sağlanmıştır. Bu işlemten sonra örnekler disk-filtreden süzülerek 1 M HNO_3 ile 25 ml ye tamamlanıp Perkin Elmer Nexion 1000 model ICP-MS cihazında okunur hale getirilmiştir. ICP-MS cihazının dedeksiyon limitleri. Fe: 1ppb, Pb: 0,4 ppb, Cd: 0,1 ppb, Cu: 0,4 ppb, Cr: 1 ppb, Mn: 0,1 ppb, Al: 5 ppb, Ni: 0,1 ppb, Hg: 1 ppb, Zn: 1ppb şeklindedir. Böylece Marmara Denizi'nin kuzeyinden toplanan *Eriphia verrucosa* türüne ait yumuşak dokudaki ağır metal analiz verileri elde edilmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılmaya hazır hale gelmiştir. Çalışmada istatistiki olarak değerlendirebilecek yeterli *Eriphia verrucosa* bireyi (her istasyon için $n < 30$) temin edilemediği ve tek örnekleme döneminde numuneler toplandığı için bu açıdan değerlendirme yapılamamıştır.

4. BULGULAR

Yapılan çalışma ile Marmara Denizi'nin kuzeyinde belirlenen dört istasyonda, 0,5- 1 metre arası derinliklerden fanyalı ağ ve dalış yöntemi ile elde edilen *Eriphia verrucosa* türünün yumuşak dokularında biriken ağır metal (alüminyum, demir, mangan, bakır, kurşun, çinko, nikel, kadmiyum, civa, krom) miktarı belirlenmiştir.

4.1. *Eriphia verrucosa* ÖRNEKLERİNDE AĞIR METAL DÜZEYLERİ VE RASTLANMA SIKLIKLARI (% DAĞILIM)

Marmara Denizi'nin kuzeyinden elde edilen yengeç örneklerinin yumuşak dokularındaki ağır metal değerlerini belirlemek için yapılan analiz sonuçları Tablo 4.1'de, *E. verrucosa* örneklerindeki ağır metallerin dağılımları belirtilmiştir.

Tablo 4.1: Marmara Denizi'nin kuzeyinden toplanan *E. verrucosa* örneklerindeki ağır metallerin $\mu\text{g/g}$ cinsinden değerleri.

	Fe	Pb	Cd	Cu	Cr	Mn	Al	Ni	Hg	Zn
Tekirdağ (büyük yengeç)	93,24	0,38	0,01	31,96	1,24	1,53	17,73	0,83	1,13	226,55
Tekirdağ (küçük yengeç)	168,61	0,59	0,02	25,40	1,33	4,79	10,17	1,65	0,67	183,84
Şarköy (büyük yengeç)	92,68	0,25	0,01	31,75	1,48	1,85	7,68	0,75	1,28	148,85
Şarköy küçük yengeç)	379,19	0,33	0,04	20,67	1,24	7,09	366,05	2,38	0,63	92,87
Silivri	228,87	0,80	0,04	39,50	1,03	3,34	29,70	2,89	0,98	138,57
Büyükçekmece	352,40	0,85	0,78	3,65	1,70	9,83	196,08	3,23	0,93	132,08
TGK değeri (2002)		0,5	0,5	20					0,5	50

Tablo 4.1'e göre en düşük demir değeri Şarköy istasyonunda büyük yengeç için (92,68 $\mu\text{g/g}$) ölçülürken, en yüksek demir değeri Şarköy istasyonunda küçük yengeç için (379,19 $\mu\text{g/g}$) ölçülmüştür. En düşük kurşun değeri Şarköy istasyonunda büyük yengeç için (0,25 $\mu\text{g/g}$) belirlenirken, en yüksek kurşun değeri Büyükçekmece istasyonunda (0,85 $\mu\text{g/g}$) saptanmıştır. En düşük kadmiyum değeri Tekirdağ ve Şarköy istasyonunda (0,01 $\mu\text{g/g}$) büyük yengeç için

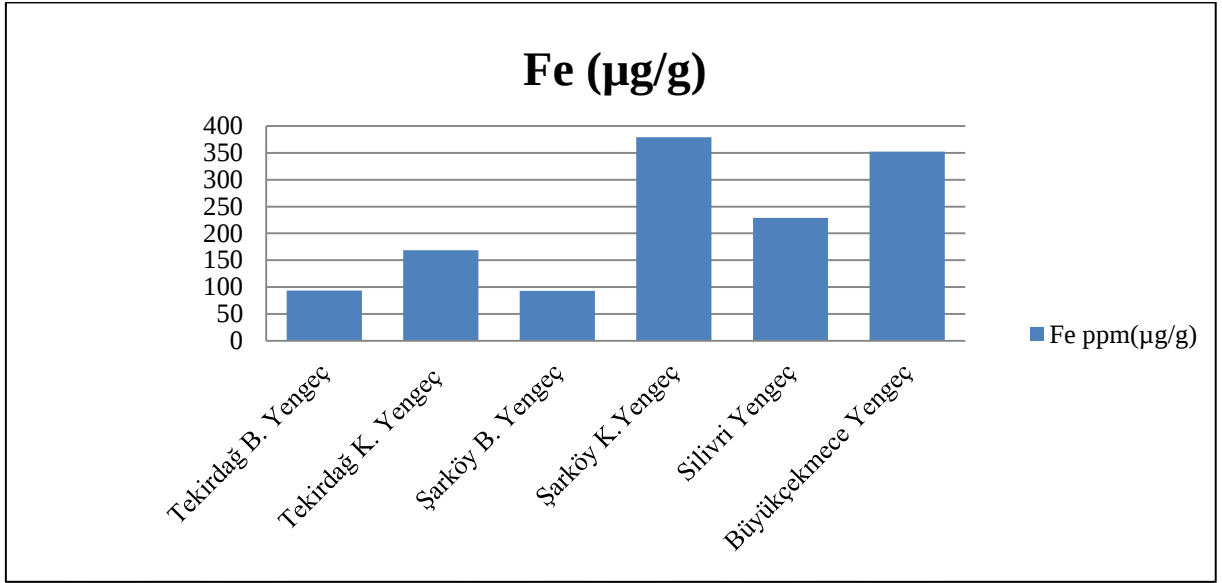
tespit edilirken, en yüksek kadmiyum değeri ise Büyükçekmece istasyonunda (0,78 $\mu\text{g/g}$) saptanmıştır.

En düşük bakır değeri Büyükçekmece istasyonunda (3,65 $\mu\text{g/g}$) ölçülürken, en yüksek bakır değeri Silivri istasyonunda (39,50 $\mu\text{g/g}$) rastlanmıştır. En düşük krom değeri Silivri istasyonunda (1,03 $\mu\text{g/g}$) ölçülürken, en yüksek krom değeri ise Büyükçekmece istasyonunda (1,70 $\mu\text{g/g}$) belirlenmiştir. En düşük mangan metali değeri Tekirdağ istasyonunda büyük yengeç için (1,53 $\mu\text{g/g}$) belirlenirken, en yüksek mangan değeri Büyükçekmece istasyonunda (9,83 $\mu\text{g/g}$) tespit edilmiştir.

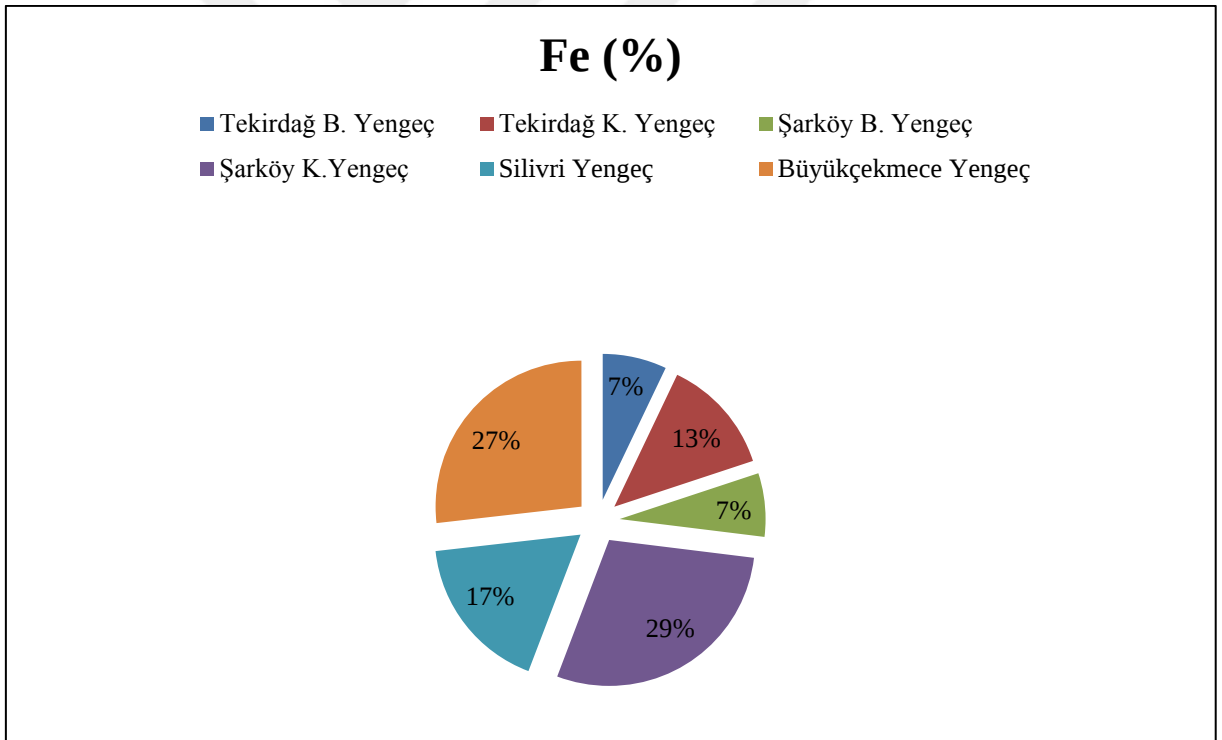
En düşük alüminyum değeri Şarköy istasyonunda büyük yengeç için (7,68 $\mu\text{g/g}$) tespit edilirken, en yüksek alüminyum değeri yine Şarköy istasyonunda küçük yengeç için (366,05 $\mu\text{g/g}$) belirlenmiştir. En düşük nikel değeri Şarköy istasyonunda büyük yengeç için (0,75 $\mu\text{g/g}$) belirlenirken, en yüksek nikel değeri ise Büyükçekmece istasyonunda (3,23 $\mu\text{g/g}$) olarak belirlenmiştir.

En düşük civa değeri Şarköy istasyonunda küçük yengeç için (0,63 $\mu\text{g/g}$) tespit edilirken, en yüksek civa değeri ise yine Şarköy istasyonunda büyük yengeç için (1,28 $\mu\text{g/g}$) belirlenmiştir. En düşük çinko değeri Şarköy istasyonunda küçük yengeç için (92,87 $\mu\text{g/g}$) ölçülürken, en yüksek çinko değeri Tekirdağ istasyonunda büyük yengeç için (226,55 $\mu\text{g/g}$) belirlenmiştir.

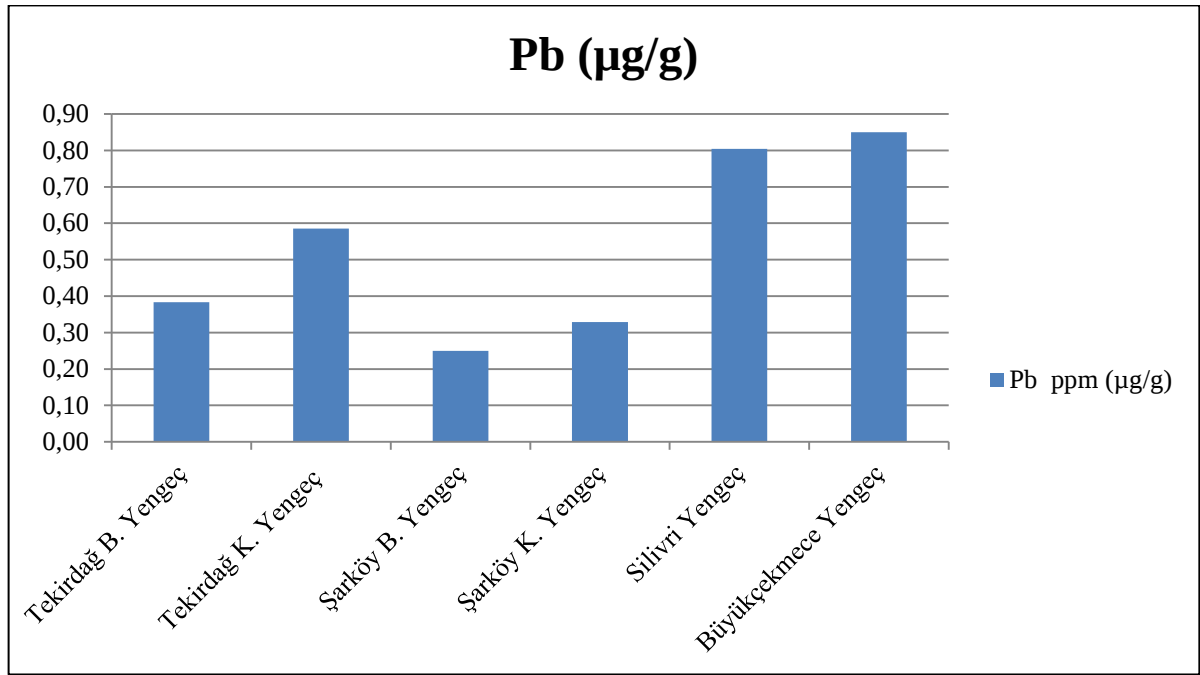
Marmara Denizi'nin kuzeyinden belirlenmiş olan 4 istasyondan toplanan yengeç örneklerine ait, biriken 10 farklı ağır metal miktarını belirlemek amacıyla yapılan analizlerin sonuçları ve yüzde dağılımları Şekil 4.1- 4.20'de gösterilmiştir.



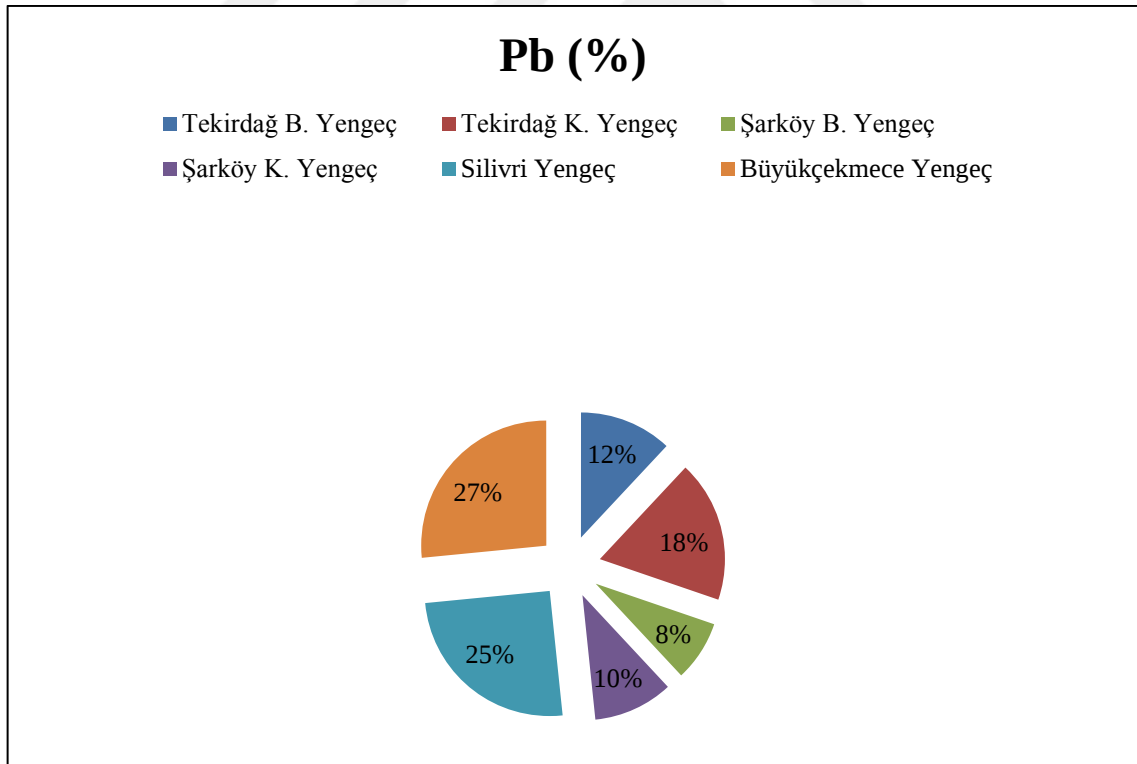
Şekil 4.1: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Fe arasındaki ilişki.



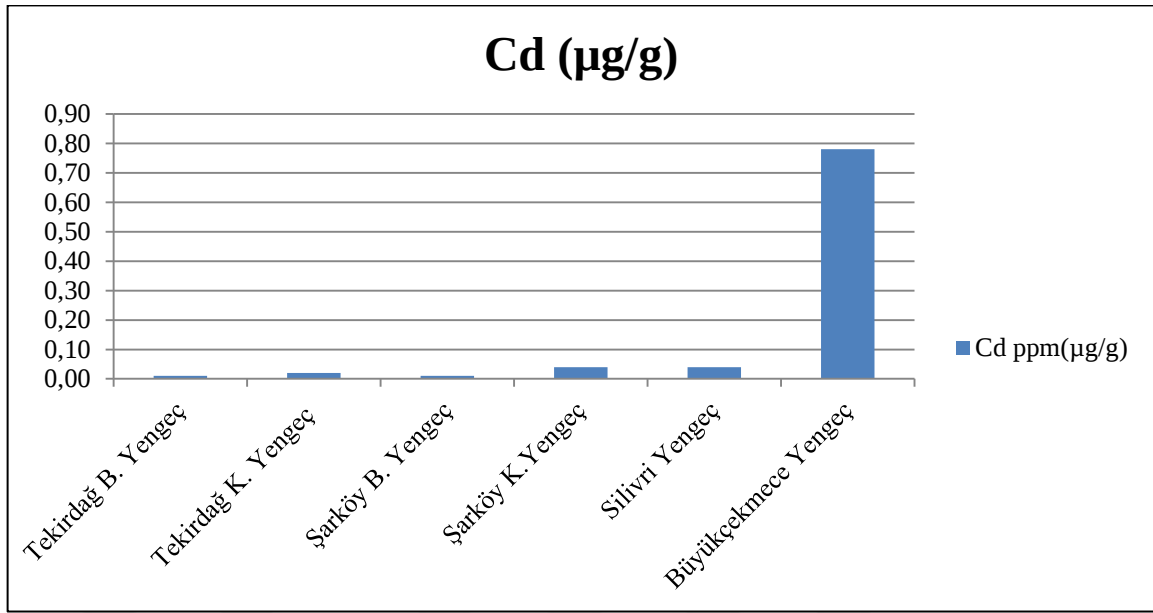
Şekil 4.2: Yengeç örneklerinde belirlenen Fe düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



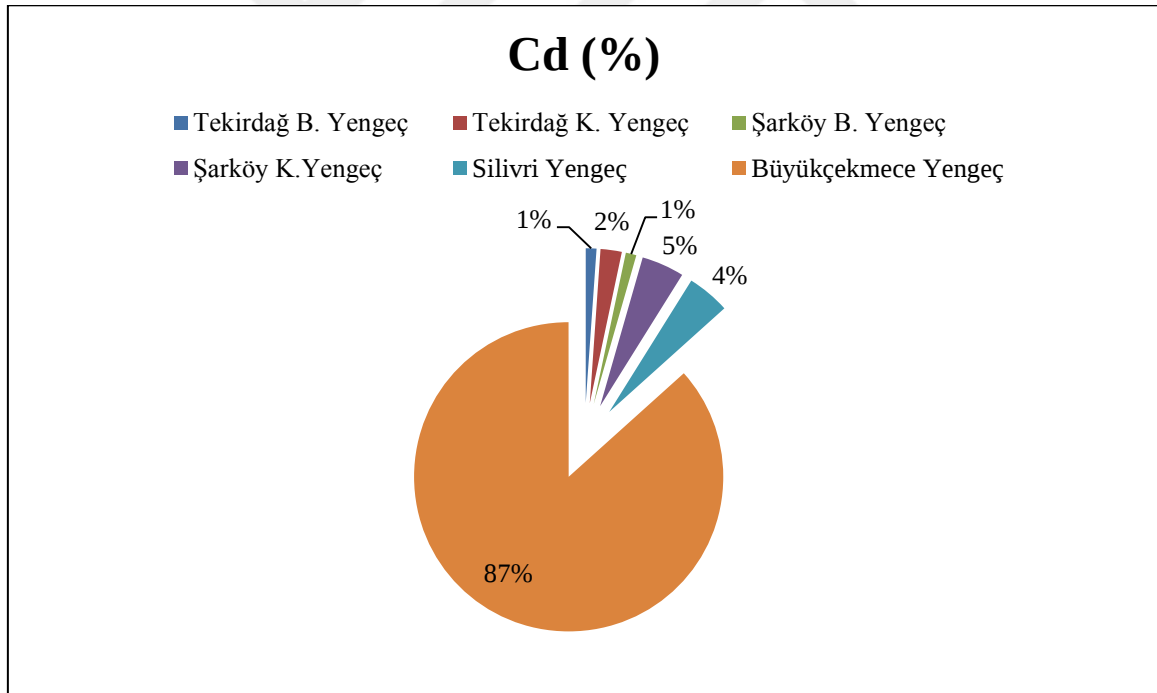
Şekil 4.3: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Pb arasındaki ilişki.



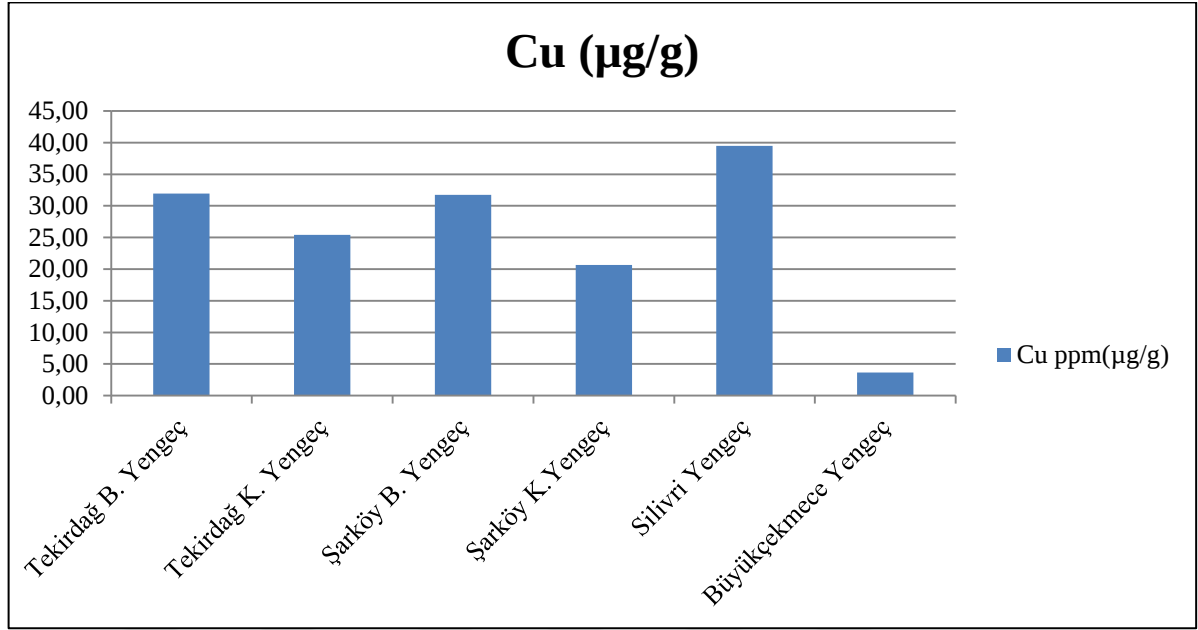
Şekil 4.4: Yengeç örneklerinde belirlenen Pb düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



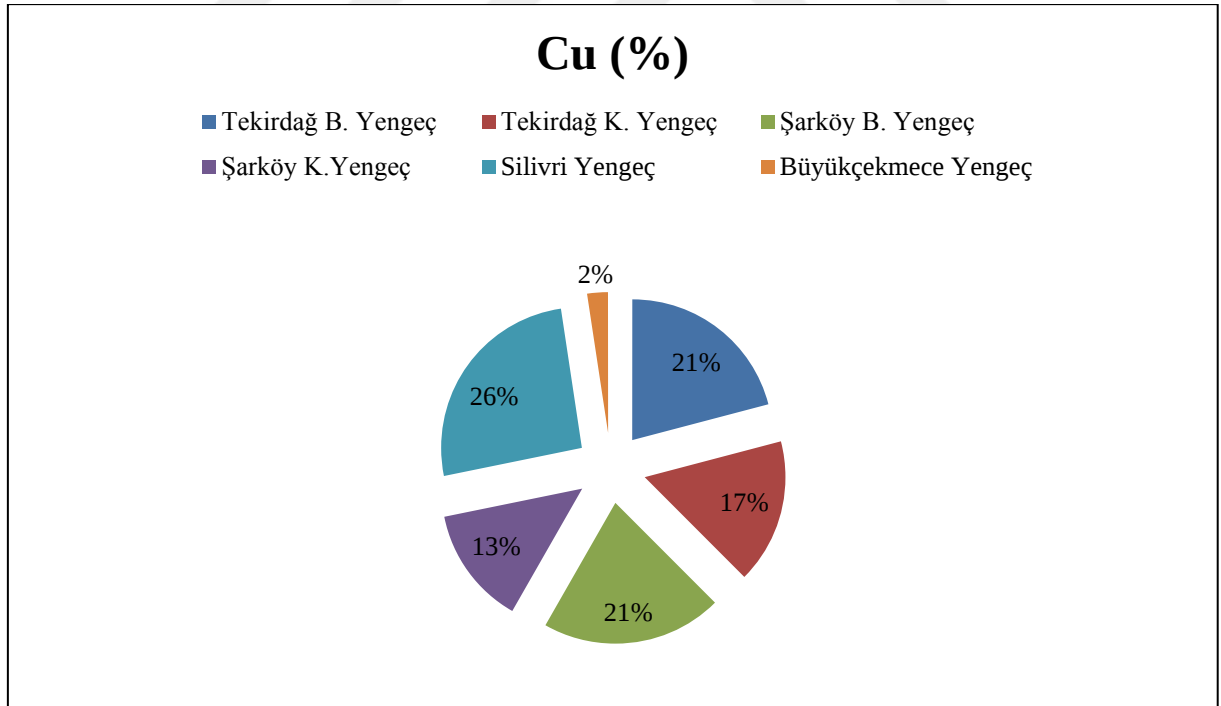
Şekil 4.5: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Cd arasındaki ilişki.



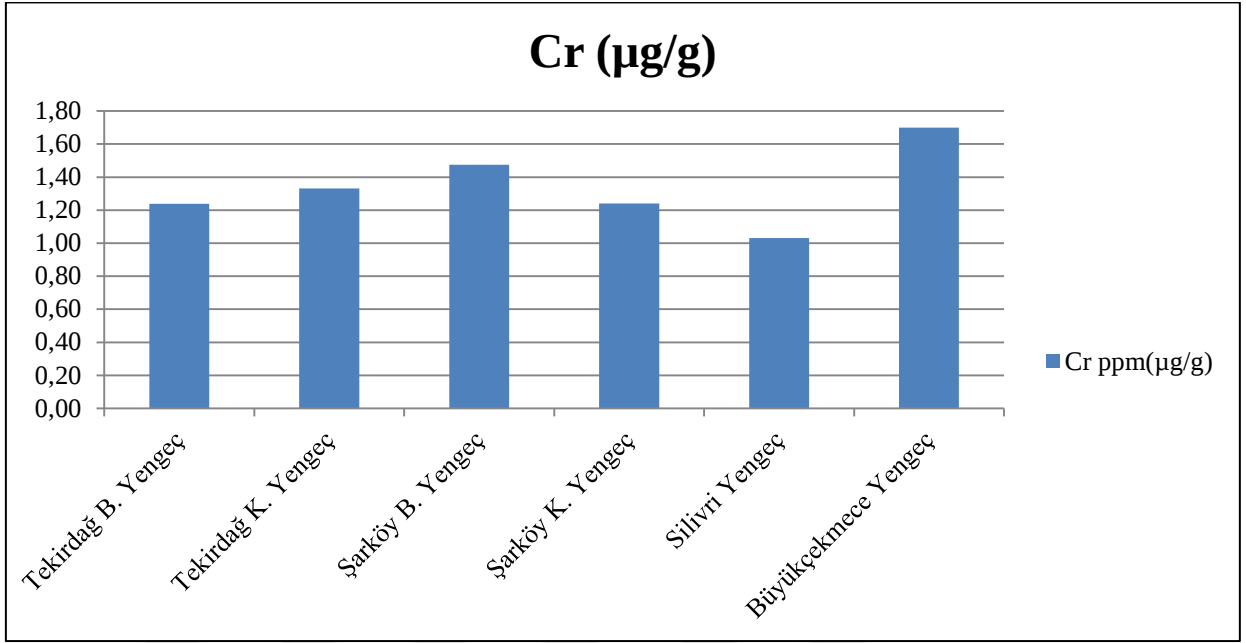
Şekil 4.6: Yengeç örneklerinde belirlenen Cd düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



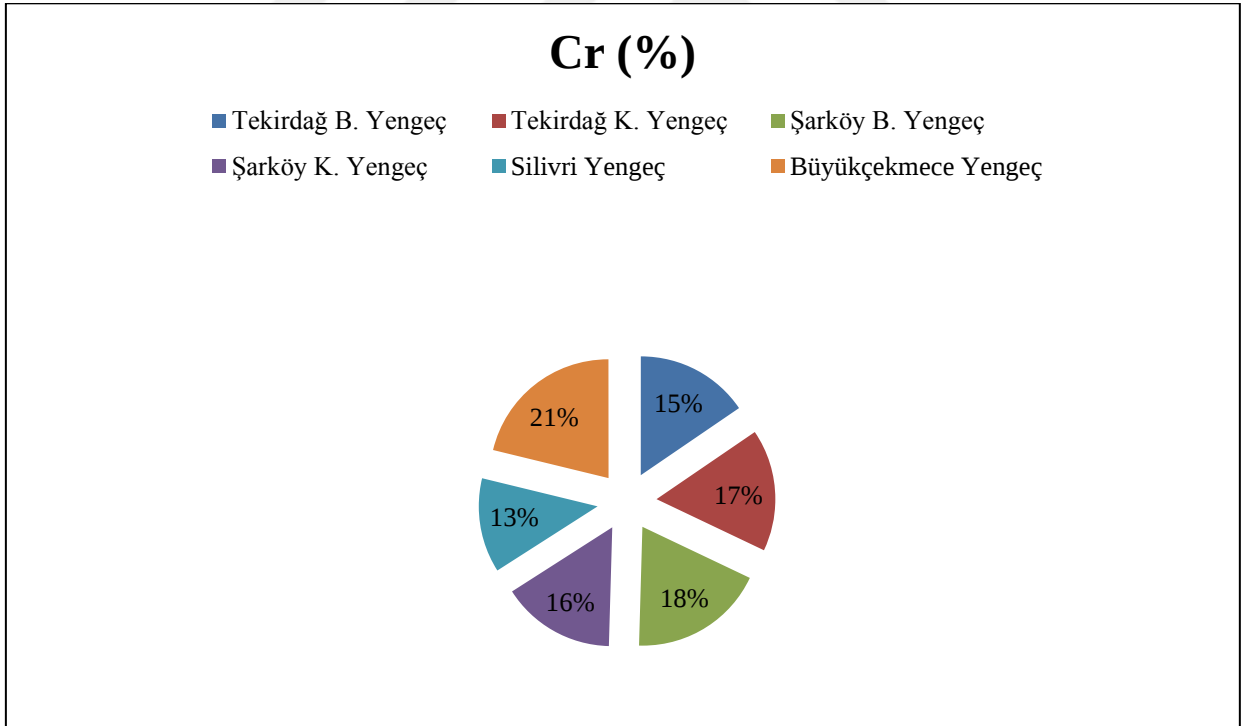
Şekil 4.7: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Cu arasındaki ilişki.



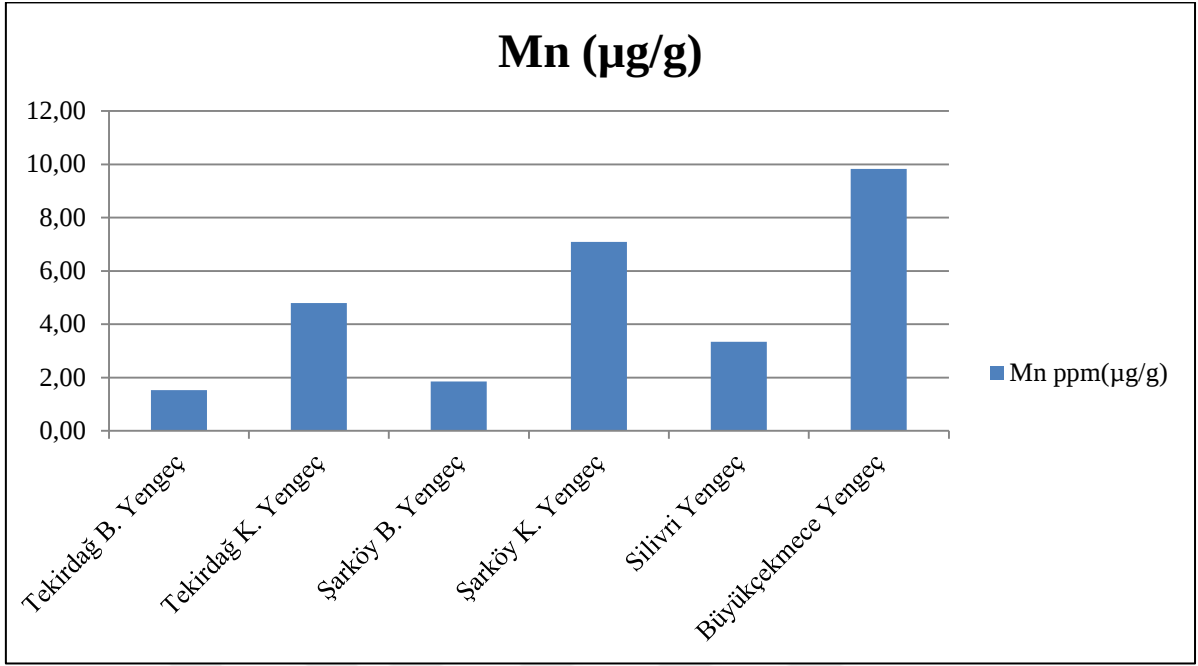
Şekil 4.8: Yengeç örneklerinde belirlenen Cu düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



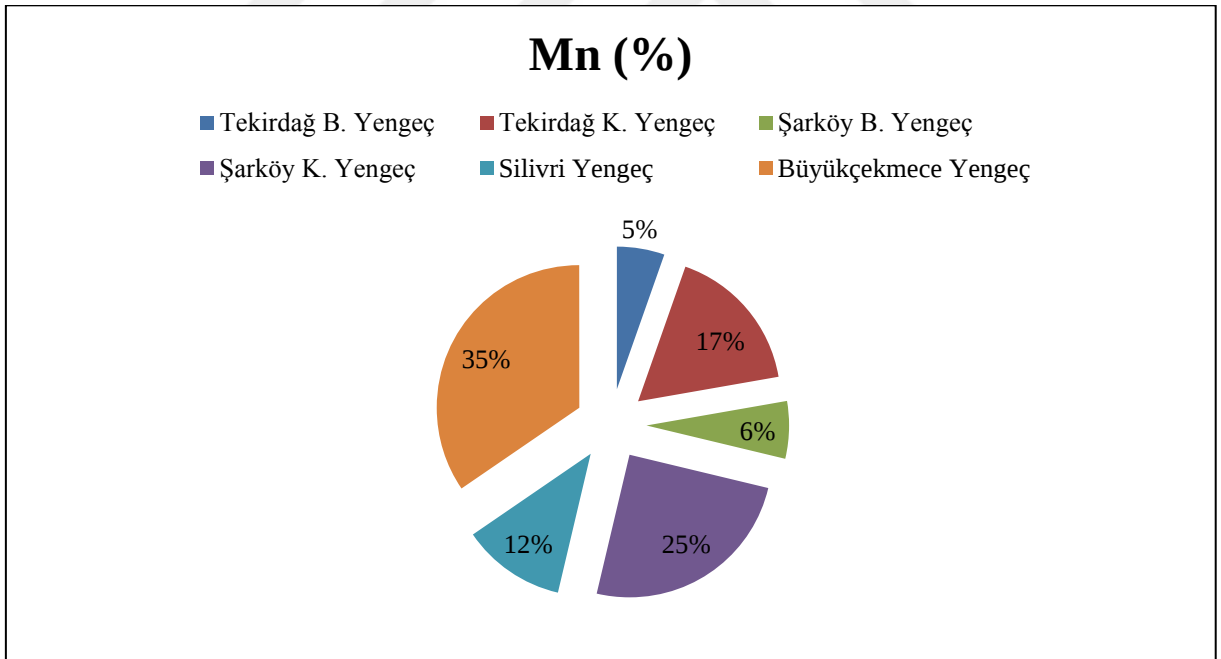
Şekil 4.9: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Cr arasındaki ilişki.



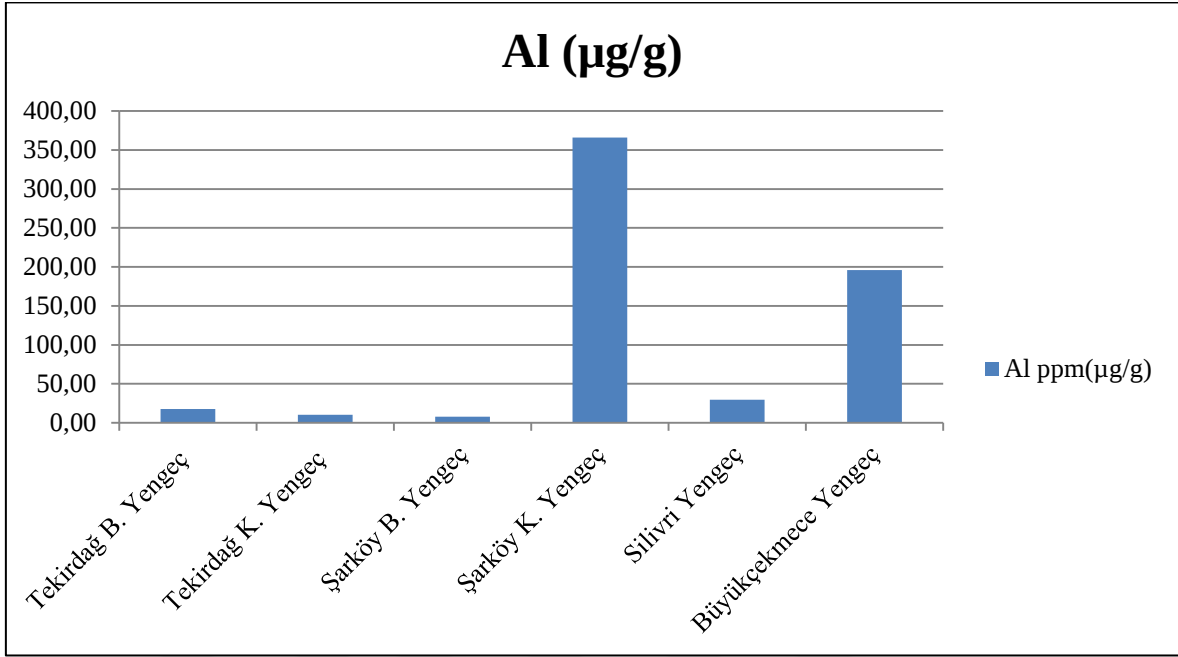
Şekil 4.10: Yengeç örneklerinde belirlenen Cr düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



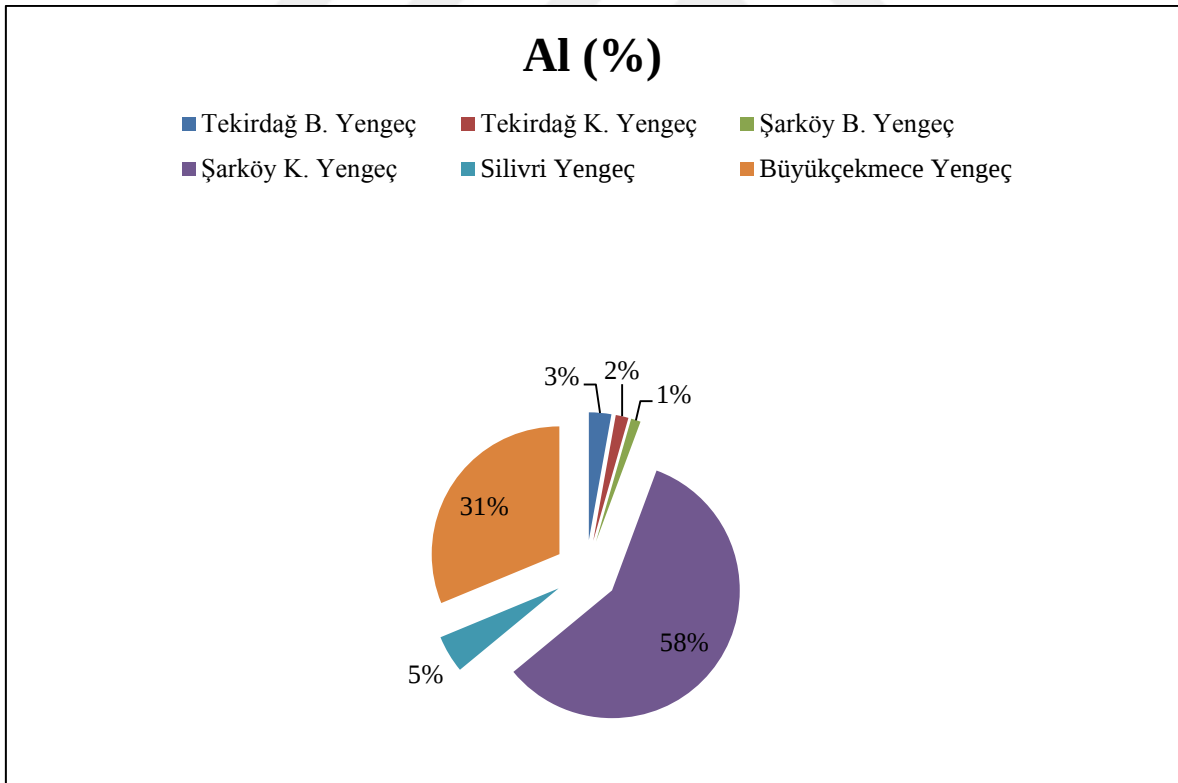
Şekil 4.11: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Mn arasındaki ilişki.



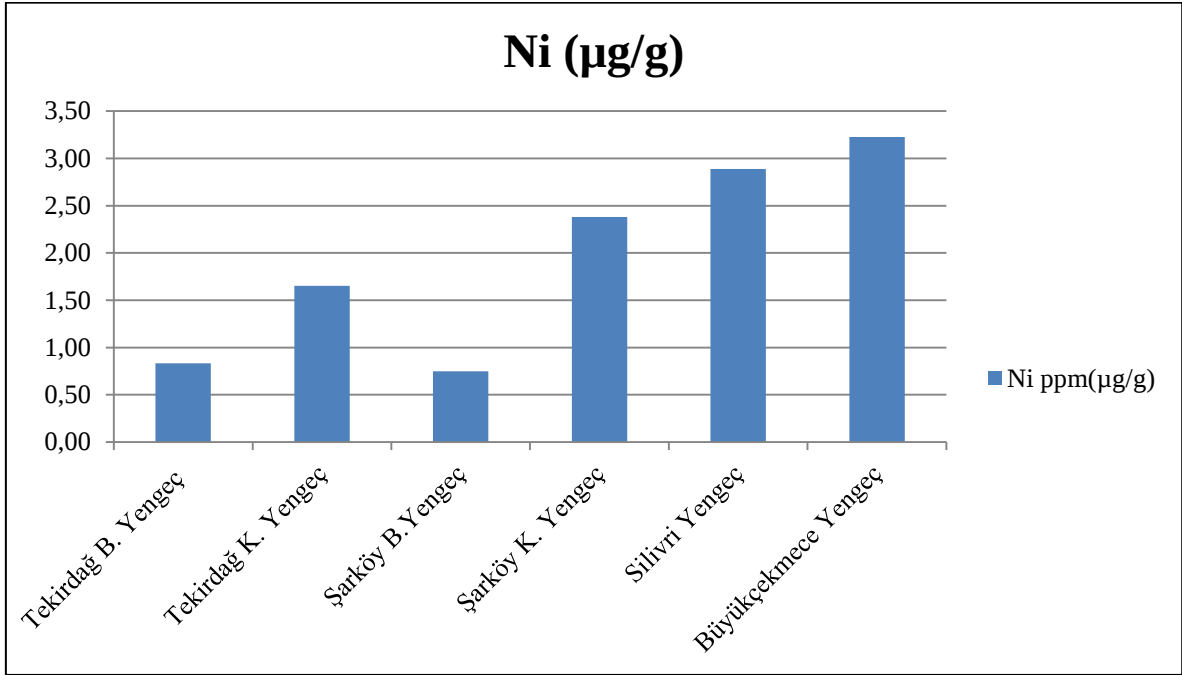
Şekil 4.12: Yengeç örneklerinde belirlenen Mn düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



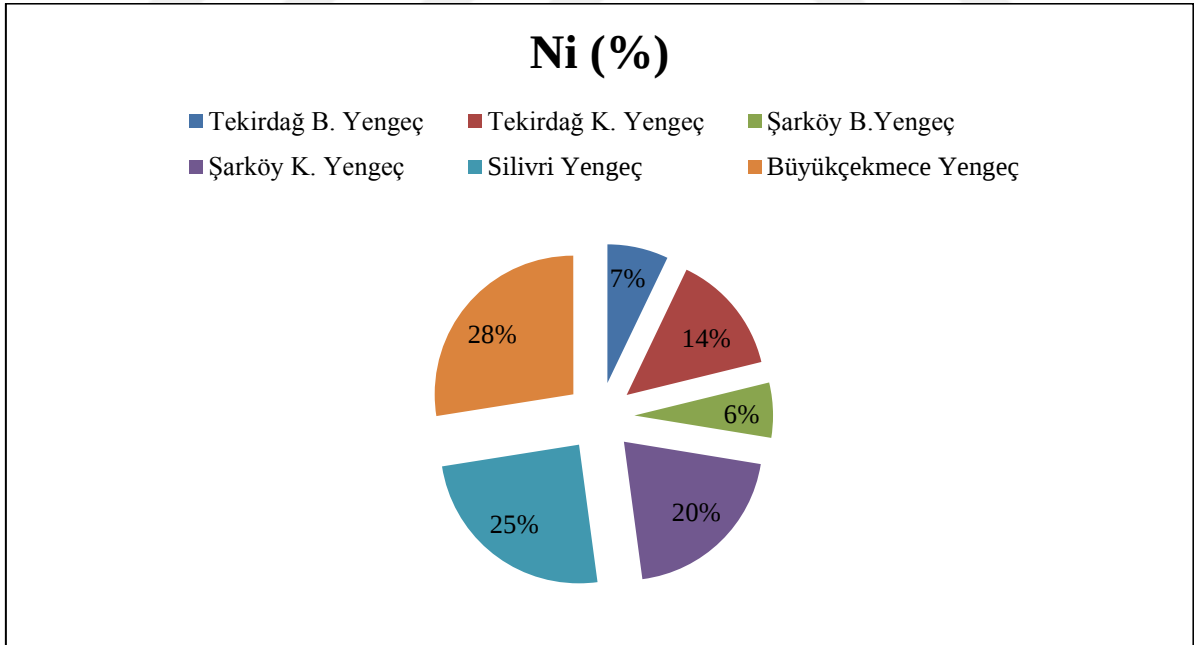
Şekil 4.13: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Al arasındaki ilişki.



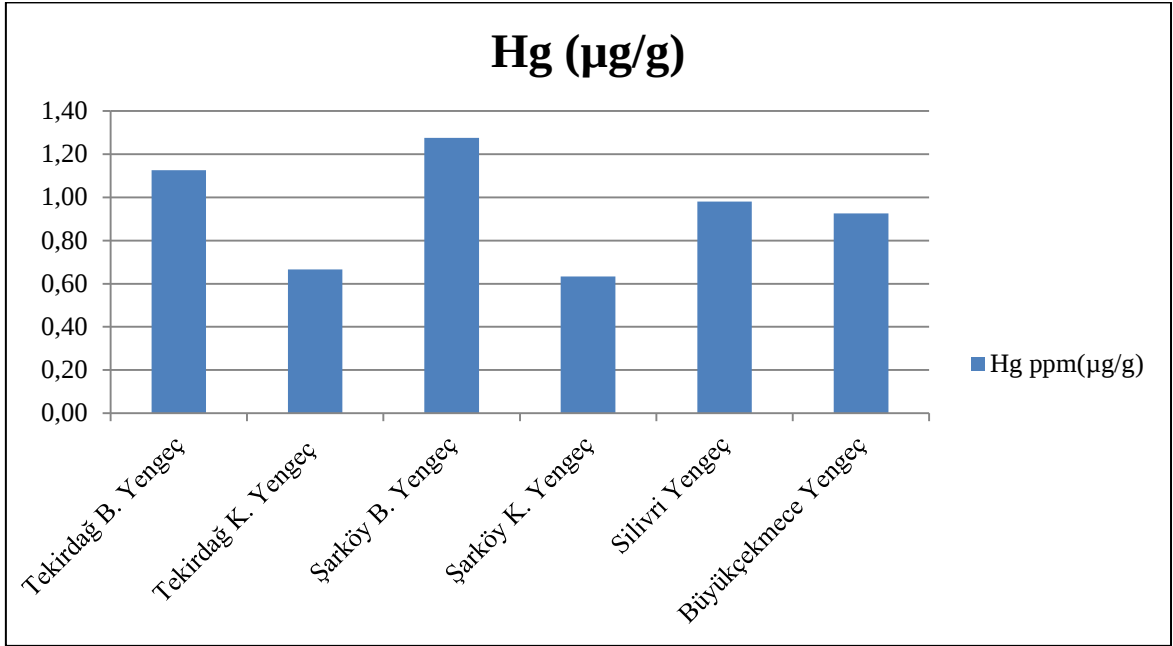
Şekil 4.14: Yengeç örneklerinde belirlenen Al düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



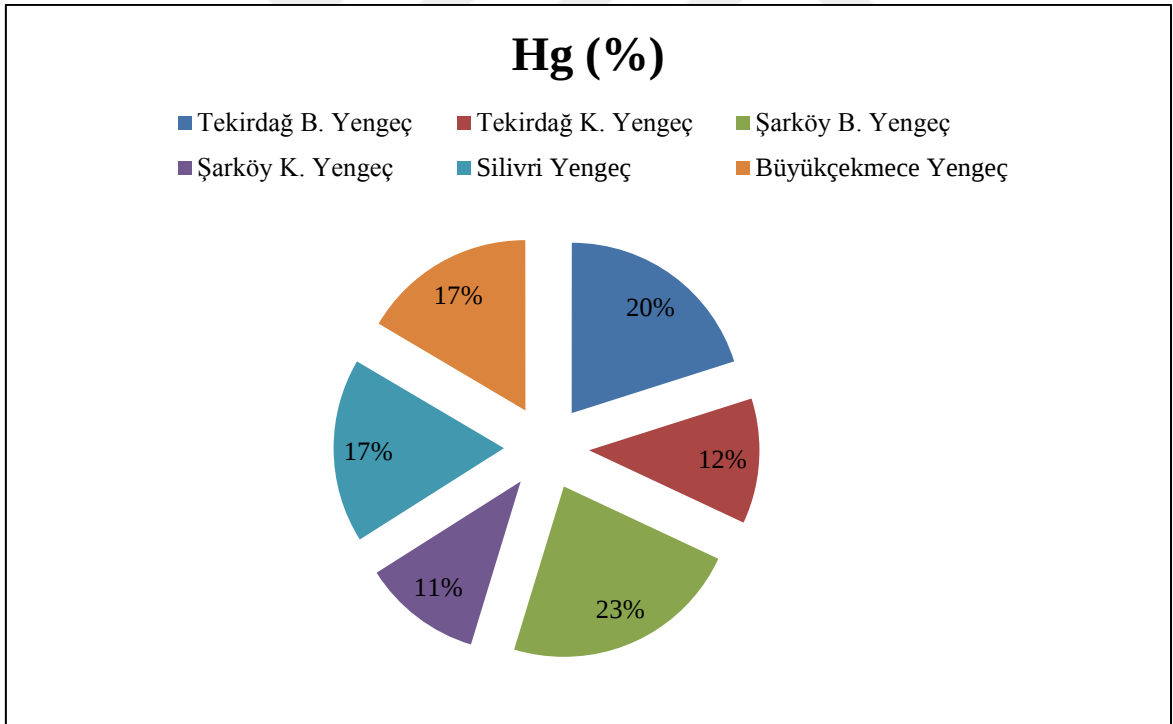
Şekil 4.15: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Ni arasındaki ilişki.



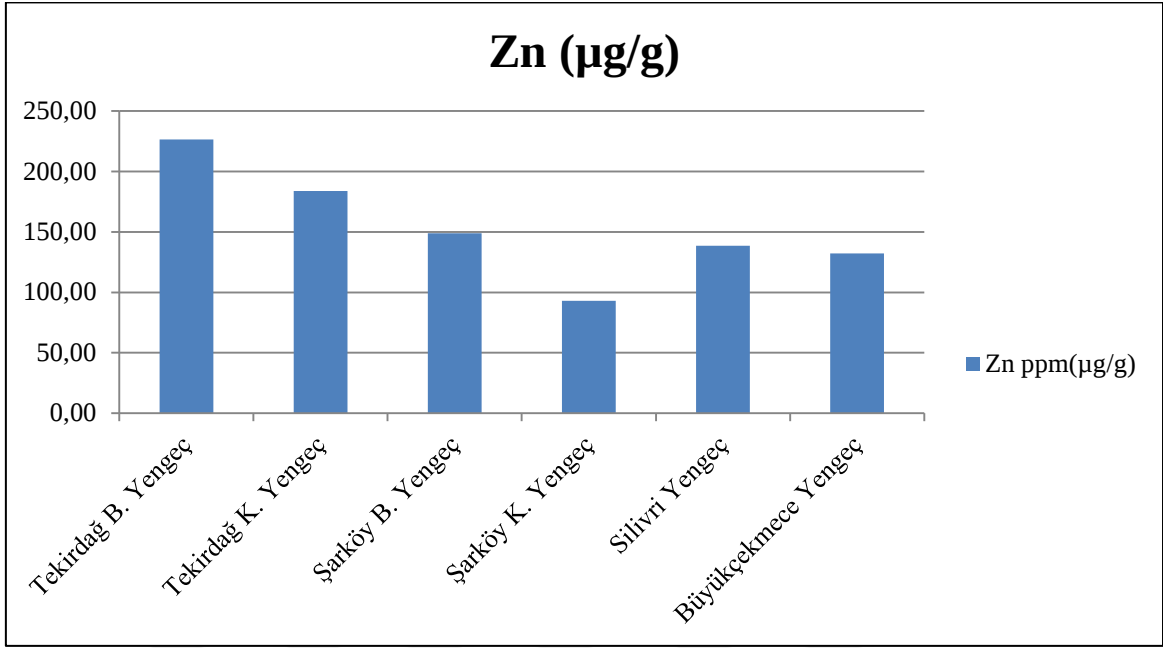
Şekil 4.16: Yengeç örneklerinde belirlenen Ni düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



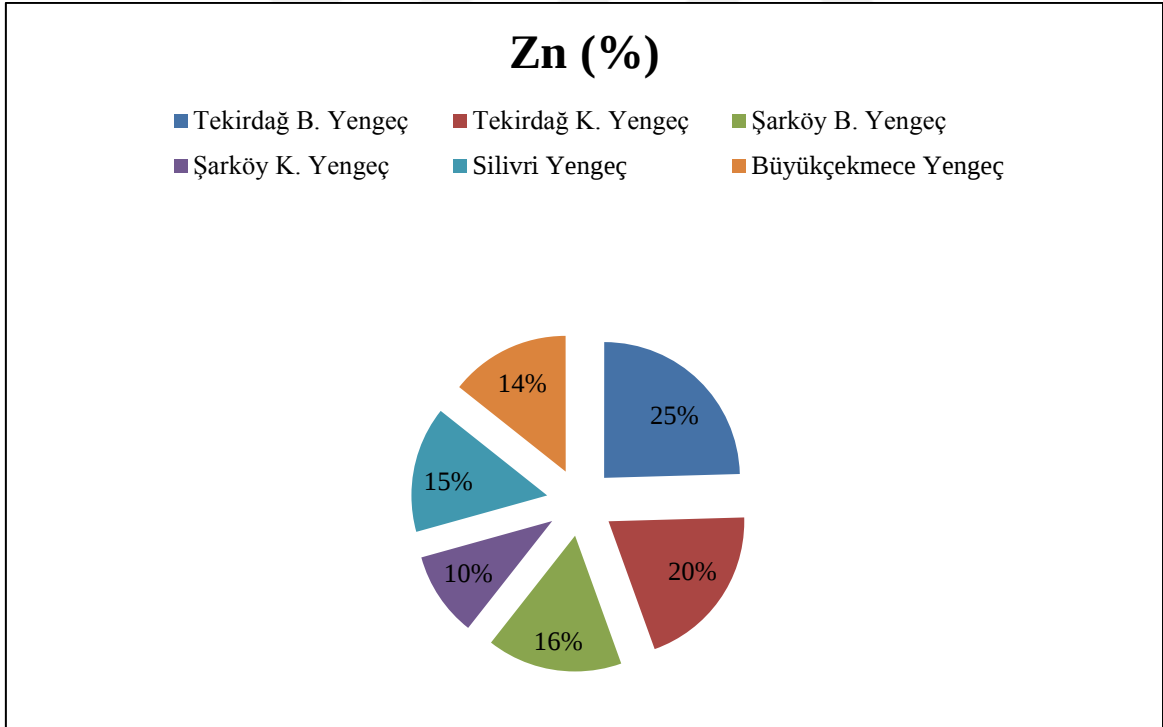
Şekil 4.17: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Hg arasındaki ilişki.



Şekil 4.18: Yengeç örneklerinde belirlenen Hg düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.



Şekil 4.19: Çalışılan istasyonlara ait yengeç örnekleri ile Zn arasındaki ilişki.



Şekil 4.20: Yengeç örneklerinde belirlenen Zn düzeylerinin istasyonlara göre yüzde dağılımları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile Marmara Denizi'nin kuzeyinde Büyükçekmece, Silivri, Tekirdağ ve Şarköy olarak belirlenen dört istasyondan elde edilen *Eriphia verrucosa* yengeç türüne ait yumuşak dokularda 10 ağır metal türünün birikim oranları belirlenmiştir.

Analizler ile elde edilen değerler kabul edilebilir sınırlar ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Türk Gıda Kodeksi 'ne (2002) göre insan sağlığını tehdit eden önemli metallerden bazılarının yengeç etinde bulunması gereken sınır değerler kurşun ve kadmiyum metali için maksimum 0,5 mg/kg, bakır için 20 mg/kg, çinko için 50 mg/kg, civa için 0,5 mg/kg olarak bildirilmiştir (TGK, 2002).

Bu çalışma kapsamında elde edilen metal değerleri istasyonlara göre farklılıklar göstermiştir. Tekirdağ istasyonuna ait büyük yengeç örneği için metallerin birikim sıralaması en yüksek değerden en düşük değere doğru; $Zn > Fe > Cu > Al > Mn > Cr > Hg > Ni > Pb > Cd$, Tekirdağ istasyonuna ait küçük yengeç için $Zn > Fe > Cu > Al > Mn > Ni > Cr > Hg > Pb > Cd$, Şarköy istasyonuna ait büyük yengeç için $Zn > Fe > Cu > Al > Cr > Hg > Ni > Pb > Cd$, Şarköy istasyonuna ait küçük yengeç için $Fe > Al > Zn > Cu > Mn > Ni > Cr > Hg > Pb > Cd$, Silivri istasyonuna ait yengeç için $Fe > Zn > Cu > Al > Mn > Ni > Cr > Hg > Pb > Cd$, Büyükçekmece istasyonuna ait yengeç için $Fe > Al > Zn > Mn > Cu > Ni > Cr > Hg > Pb > Cd$ olarak belirlenmiştir.

Demir değeri çalışılan tüm istasyonlar içinde büyük yengeç için 92,68 µg/g olarak en düşük Şarköy istasyonunda bulunurken, küçük yengeç için tüm istasyonlara ait en yüksek değer 379,19 µg/g olarak bulunmuştur. Ağır metallerin canlılarda birikimi kümülatif etkili olduğundan yengeçte 7 cm ve üzeri büyüklüğe ait örnekler ile 7 cm ve altı örnekler arası metal birikimi farkının, canlıların beslenme ömrünü yansıtan büyüklüklerine bağlı (boylarına göre) daha fazla toksine maruz kalmaları ve bu metali vücudundan atma şekliyle bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Çevresel koşullar ağır metale maruz kalış yoğunluğunu ve süresini belirlediğinden bu bölgede tarım arazilerinin, diğer çalışılan istasyonlara göre fazla olmasının topraktaki demirin deniz suyuna geçişinin diğer bölgelere nazaran daha fazla olduğunu düşündürmektedir.

Kurşun değeri çalışılan tüm istasyonlarda, incelenen diğer metallere göre yengeç etinde biriken en az metal olmuştur. Türk Gıda Koteksi'nin yengeç etinde kurşun için belirlemiş olduğu kabul edilebilir minimum değer (0,5 µg/g) üstünde olan bölgeler Silivri (0,80 µg/g), Büyükçekmece (0,85 µg/g) ve Tekirdağ (0,59 µg/g) bölgeleridir. Şarköy istasyonu (0,25 µg/g, 0,33 µg/g) kurşun metali için yengeç etinde kabul edilebilir değerin altında kalmıştır. Silivri, Büyükçekmece ve Tekirdağ istasyonlarının, nüfus yoğunluğunun fazla olması nedeniyle buna bağlı olarak kıyı kesiminde oluşan trafiğin meydana getirmiş olduğu atmosferik kirliliğin sonucunda, bu istasyonları sucul organizmalarda kurşun metali biriktirmeye elverişli duruma getirdiği düşünülmektedir.

Kadmiyum değeri, Şarköy, Silivri ve Tekirdağ istasyonları için birbirlerine yakın değerler iken, Büyükçekmece istasyonunda, Türk Gıda Koteksi'nin yengeç etinde belirlemiş olduğu kabul edilir değerin (0,5 µg/g) üstünde (0,78 µg/g) ve risk grubu içerisinde bulunmuştur. Bu durumun Büyükçekmece istasyonu çevresinde sanayilerin fazlaca bulunması ve bu istasyonun konumunun, kimyasal atığa maruz kalma durumunun diğer istasyonlara göre daha fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kadmiyumun istasyonlara göre arttığı bölgelerde bakırın azalma eğilimi göstermesi, kadmiyumun bakıra göre çözünürlüğü suda daha fazla olan bir metal oluşuyla canlı vücuduna girişinin daha kolay olması ile açıklanabilir.

Bakır değeri, Büyükçekmece istasyonu hariç tüm istasyonlarda kabul edilir değerin üzerinde tespit edilmiştir. Türk Gıda Koteksi'nin yengeç etinde bakır için belirlemiş olduğu minimum değere (20 µg/g) göre Büyükçekmece istasyonundaki değer (3,65 µg/g) olarak risk sınırının fazlasıyla altında kalmıştır. Silivri istasyonunda ise bu değer (39,50 µg/g) kabul edilir sınırın üstünde bulunmuştur. Birbirine mesafe olarak yakın olan bu iki istasyon arasındaki fark, bulundukları bölgedeki organik kirlleticilerden ya da jeolojik açıdan deniz kirliliğine uygunlukları yönünden değerlendirilebilir.

Çinko değeri, yapılan analizler sonucunda tüm istasyonlarda Türk Gıda Koteksi'nin çinko için yengeç etinde belirlediği kabul edilebilir değerin (50 µg/g) çok üstünde çıkmıştır. Bulunan en yüksek değer (226,55 µg/g) Tekirdağ istasyonunda büyük yengeç için tespit edilmiştir. Çalışılan iki istasyonda küçük yengeçteki birikim büyük yengeçtekine göre daha düşük çıkmıştır. Çinko birikiminin büyük yengeçte küçüğe göre fazla olmasının biyoakümülyasyona

bağlı olabileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca çinko dışında alüminyum ve mangan gibi toprakta doğal olarak da bulunabilirliği fazla olan metallerin istasyonlara göre farklılık göstermeleri, o bölgedeki toprağın bu metaller açısından verimliliğine göre değişiklik gösterebildiğini düşündürmektedir.

Alüminyum değerinin Şarköy istasyonunda en yüksek değerde küçük yengeç için çıkması (366,05 µg/g) Şarköy bölgesinin tarım arazilerinin diğer istasyonlara göre daha fazla toprak verimliliği taşımaya bağlı olarak gelişebildiği ile açıklanabilir.

Mangan ve nikel değerinin Büyükçekmece istasyonunda en yüksek miktarda olması (sırasıyla 9,83 µg/g ve 3,23 µg/g) istasyonun, bu bölgede bulunan fabrika atıklarının bu metallerce zenginliğine bağlı oluşuyla ve Büyükçekmece bölgesinin bu kirliliğe maruz kalma durumunun diğer istasyonlara göre daha fazla olması ile açıklanabilir.

Civa değeri yengeç etindeki analizlerde tüm istasyonlarda insan sağlığı için risk faktörü taşıyan değerlerle sonuçlanmıştır. Türk Gıda Kodeksi'nin civa için belirlemiş olduğu kabul edilebilir değerin (0,5 µg/g) en üstünde çıkan miktar Şarköy'de büyük yengeçte (1,28 µg/g) tespit edilmiştir. Toksikite etkisi en yüksek olan metallerin başında gelen civa için tüm istasyonlarda 0,50 µg/g değerinin üzerinde sonuçlar bulunması, bu çalışmanın kritikliğini ve önemini kanıtlar nitelikte olmuştur.

Sucul organizmalar için bazı metallerin belirli seviyenin üzerinde olması, canlı vücudu için risk unsuru taşıdığından yapılan çalışma sonucunda, yengeç etinde bulunan metallerin kabul edilir değerler bakımından en üst seviyede bulunduğu ve risk faktörü oluşturan istasyon Büyükçekmece olmuştur. Kurşun, kadmiyum ve mangan gibi toksisitesi insan vücudu için sinsi ve ağır etkileri olan metallerin, bu istasyonda aşırı yüksek farkla birikiminin gözlemlenmesi, bu bölgedeki riskin ciddiyetini açıkça ortaya koymuştur. Ayrıca küçük yengeç ile büyük yengeç arasındaki birikim farkının en belirgin olduğu metaller demir ve çinko olmuştur. Bu farkın oluşmasının yaşa, ortam kirliliğinin müsaitliğine ve toprakta bulunan metalin miktarına bağlı olduğu düşünülmektedir. Daha önceden yapılmış olan bazı çalışmalarda canlı türlerinden elde edilen analiz sonuçları ile bu çalışmadaki analiz sonuçları karşılaştırıldığında sonuçlar şu şekildedir:

Caldwell ve Buhler, (1983) mavi yengeç üzerine yapmış oldukları çalışmada Zn değeri 25-37,9 mg/kg, Kwon ve Lee (2001) yılında Zn değerini 16,38 mg/kg ve Küçükgülmez 2005

yılında Zn değerini 50,18 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Marmara Denizi'nde aynı çalışma bölgesinden elde edilen karides türlerinde belirlenen Zn değerleri ise *Palaemon adspersus*'da 25-70,1 µg/g, *Palaemon serratus*'da 21,1-47,1 µg/g, *Palaemon longirostris*'da 28,9-50,8 µg/g olarak bildirilmiştir (Kurun, 2004). Bu çalışmada ise *Eriphia verrucosa*'da bulunan Zn değeri 92,87-226,55 µg/g arasında belirlenmiştir.

Bat ve diğ., (1998) Karadeniz kıyısında yaptığı çalışmada çingene pavyuryasında (*Carcinus aestuarii*) ağır metalleri incelemişler ve Zn (3,66- 7,19 µg/g, Cu (0,17-4,40 µg/g), Cd (0,03-0,07 µg/g), Ni (0,15-1,55 µg/g), Pb (0,25-0,96 µg/g), Fe (1,32-4,72 µg/g) ve Mn (0,03-0,43 µg/g) olarak bulmuşlardır. Bu çalışmada ise *E. verrucosa*'da bulunan metal içeriğinin (Pb dışında) en yüksek değerinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Altuğ ve Güler (2002), Marmara Denizi'nde yaptıkları çalışmada *Rapana venosa* türünde ağır metalleri incelemişler ve Zn: 18-52 µg/g, Pb: 0,52-1,25 µg/g, Cu: 21,6- 49,3 µg/g ve Cd < 0,00015-0,08 µg/g olarak belirtmişlerdir. Bu çalışmada ise Zn (92,87-226,55 µg/g) ve Cd (0,01-0,78 µg/g) değerleri daha yüksek bulunurken, Pb: 0,25-0,85 µg/g ve Cu: 3,65-39,50 µg/g değerleri düşük bulunmuştur.

Yazkan ve diğ., (2002) Antalya Körfezi'nde 2000 yılında Cu içeriğinin yumuşakçalarda 1,82-6,22 mg/kg, karideste ise 4,24-7,40 mg/kg, Zn içeriğinin yumuşakçalarda 10,95-21,52 mg/kg ve karideste 11,73-14,27 mg/kg arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bulunan bu değerler bu çalışmada elde edilen değerlerde oldukça düşüktür. Bunun nedeni de Marmara Denizi'nin Akdeniz'e göre daha kirli olmasına bağlanabilir.

Topçuoğlu ve diğ., (2004) Marmara Denizi'nin kuzeyinde biota ve sediment örneklerindeki Cd, Co, Cr, Ni, Zn, Fe, Mn, Pb ve Cu konsantrasyonları birikimi üzerine yapmış oldukları çalışmada midye örneklerindeki metal birikimlerini $Fe > Zn > Ni > Mn > Cu > Pb > Cr > Cd > Co$ olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre Pb dışındaki metal değerleri Karadeniz'de bulunan midyelerdeki metal birikiminden daha düşük bulunmuştur. Çalışılan balık örneklerindeki Mn ve Cu değerleri ise Karadenedeniz'de bulunan balık örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonucuna göre, araştırmanın Marmara Denizi'nin kuzeyindeki istasyonlarda bulunan sediment örneklerinin biriktirdiği ağır metal konsantrasyonun, Marmara Denizi'ndeki diğer alanlara göre daha düşük olduğunu göstermektedir.

Türkmen ve diğ., (2006) İskenderun Körfezi'nde Mavi Yengeç kas dokusunda kadmiyum 1,06-2,51 µg/g aralığında, krom 2,82-6,56 µg/g aralığında, bakır 3,88-9,39 µg/g aralığında, demir 7,25-23,27 µg/g aralığında, mangan 1,83-8,48 µg/g aralığında, nikel 1,63-4,19 µg/g aralığında, kurşun 2,67- 4,30 µg/g aralığında, çinko 6,67-11,5 µg/g aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlara göre Marmara Denizi'nin kuzeyinde yapılan bu araştırmada tüm istasyonlarda *Eriphia verrucosa* türüne ait demir, bakır (Büyükçekmece istasyonu hariç), çinko değerleri, İskenderun'da yapılmış olan bu çalışmadaki değerlerden çok daha yüksek çıkmıştır.

Karadede ve Ünlü (2007), Dicle nehrinde su, sediment, balık ve bazı bentik organizmalar üzerine yapmış oldukları araştırmada karaciğer, solungaç ve kas dokularına ait örneklerde en çok demir konsantrasyonunun biriktiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da demir, kas dokuda en çok biriken toksik metallerin başında gelmektedir.

Mangan ve nikel metallerinin değerleri iki çalışmada da benzerken, krom, kadmiyum ve kurşun değerleri de bu çalışmada İskenderun Körfezi'ndeki çalışmadan daha düşük çıkmıştır.

Kayhan ve diğ., (2007) İstanbul Boğazı'nda *Mytilus galloprovincialis* ile yapmış oldukları çalışmada, kas dokusundaki Cd ve Pb miktarını araştırmışlar ve çalışma sonucunda Pb ve Cd değerlerinin her ikisinin de Türk Gıda Koteksi'nin kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerinde olduğunu ifade etmişlerdir. Bu çalışmada ise; çalışılan örnekteki kas dokuda biriken Cd miktarı yalnızca Büyükçekmece istasyonunda kabul edilebilir sınır değerinden (0,5 µg/g) yukarıda bulunurken, Pb miktarı ise Şarköy istasyonu haricindeki tüm istasyonlarda kabul edilebilir sınır değerinden (0,5 µg/g) yüksek bulunmuştur.

Hiçsönmez (2010), Güney Karadeniz'de yaptığı çalışmada, midye, mezgit, deniz salyangozunda ağır metalleri incelemiş ve Pb, Al, V, Mo, As, Fe, Zn, Cd değerlerini yüksek bulmuşlar Pb ve Cd değerlerinin kabul edilebilir değerlerin üzerinde olduğunu ve insan sağlığı açısından risk oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada ise Büyükçekmece, Silivri ve Tekirdağ istasyonlarında Pb değeri kabul edilebilir değerlerin üzerinde bulunurken, Cd ise sadece Büyükçekmece istasyonunda kabul edilebilir değerlerin üzerinde bulunmuştur.

Mülayim ve Balkıs (2015) Karadeniz'de yapmış oldukları çalışmada *Eriphia verrucosa* için kadmiyum seviyesini kabul edilir sınırın çok üstünde, kurşun değerini kabul edilebilir seviyede, civayı ise kabul edilebilir değerlerin altında bulmuşlardır. Bu çalışmada ise

kadmiyum değeri, çalışılan üç istasyonda kabul edilir değerin altında, sadece Büyükçekmece istasyonunda kabul edilir değerin üstünde, kurşun ise üç istasyonda kabul edilir değerin üzerinde, civa tüm istasyonlarda kabul edilebilir değerin üzerinde bulunmuştur. Bu farklılığın sebebi Marmara Denizi'nin deniz kirliliği açısından jeopolitik ve coğrafi konumu Karadeniz'e göre daha hassas bir noktada oluşu ve çalışılan istasyonların sanayi, fabrika ve çevresel atık durumlarına Karadeniz'deki çalışılan istasyonlara göre daha fazla maruz kalmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Kayhan ve diğ. (2016) Tuzla bölgesinin kıyı kesiminde yapmış oldukları çalışmada midyelerde biriken Cd değerini 0,153 µg/g, Pb değerini 76,9 µg/g olarak bulmuşlardır. Bu çalışmadaki kas dokusunda bulunan Cd değerleri çalışılan istasyonların üçünde daha düşük bulunurken, Büyükçekmece istasyonunda (0,78 µg/g) daha yüksek, Pb değerleri ise çok daha düşük 0,25 µg/g olarak gözlemlenmiştir.

Mol ve diğ. (2017) Marmara Denizi'nin kuzeyinde yapmış oldukları çalışmada *Raja clavata* ve *Squalus acanthias* türlerinde biriken Cu, Zn, As, Cd, Hg ve Pb miktarlarını incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre Cu değeri *Raja clavata*'da 7,09 mg/kg, *Squalus acanthias*'da 4,22 mg/kg olarak ölçülmüştür. Zn değeri her iki türde de kabul edilebilir değerin altında bulunmuştur. As değeri *Raja clavata*'da 10,08 mg/kg, *Squalus acanthias*'da 30,23 mg/kg olarak ölçülürken; Cd, Hg ve Pb değerlerinin her iki tür için de kabul edilebilir sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir.

Durmuş ve diğ., (2018) Karadeniz'de *E. verrucosa*'da kas dokusunda yapmış oldukları çalışmada ağır metal değerlerini Zn> Fe>Cu>Mn>Se>Ni>Mo>Co şeklinde bulmuşlardır ve Cd ile Pb birikiminin kabul edilebilir sınır değerlerinin altında olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise Cd değeri sadece Büyükçekmece istasyonunda ve Pb değerleri çalışılan istasyonların çoğunda kabul edilebilir sınır değerlerinin üzerinde bulunmuştur.

Sonuç olarak Marmara Denizi'nin kuzeyinde gerçekleştirilen bu çalışmada 4 farklı istasyondan alınan *Eriphia verrucosa* örneklerinde ağır metal değerleri ölçülmüştür. Bu veriler ileride konuyla ilgili gerçekleştirilecek olan çalışmalara veri sağlamaktadır. Ayrıca, besin zincirinin ikincil tüketiciler basamağında yer alan yengeçlerin ağır metallerden ne derece etkilenmiş olduğunu gösteren kapsamlı çalışmalar yapılması önerilmektedir. İnsan sağlığı için zararlı olduğu bilinen ağır metallerin insana ulaşmaya kadar besin zinciri

içerisindeki farklı trofik düzeylerdeki aktarımlarının belirlenebilmesi, bu çalışmaya benzer şekilde gerçekleştirilecek araştırmalara da zemin oluşturabilecektir.

Yengeç eti tüketilen besin gruplarından. Protein ve omega-3 bakımından zengin olması yengeç etini değerli besin grupları arasında kılmaktadır. Ancak bentik yaşam formunda olan bu canlıların sudaki kirlenmeden ilk etkilenecekler arasında olduğu unutulmamalıdır. En çok da ağır metaller gibi vücutta birikime sebep olan toksik maddelerin vücutta belli seviyelerin üstüne çıktığında ciddi hastalıklara neden olduğu bilinen bir gerçektir. Ağır metalleri bünyelerinde biriktirebilen yengeç, karides ve midye gibi besin gruplarını tüketirken daha dikkatli ve bilinçli olunması gerekmektedir.

Bu araştırma sonuçları TKG (2002)'ya göre değerlendirildiğinde, tüm istasyonlarda kabul edilebilir değerlerin üzerinde Hg ve Zn bulunması, Büyükçekmece istasyonu hariç tüm istasyonlarda Cu, Büyükçekmece'de Cd ve Büyükçekmece, Silivri, Tekirdağ istasyonlarından alınan örneklerde Pb konsantrasyonunun yüksek olması bölgede ekosistem ve halk sağlığı bakımından potansiyel bir tehdit olduğunu göstermiştir. Bu çalışma sonuçları diğer denizlerde yapılan benzer çalışmalardan elde edilen verilerle karşılaştırıldığında yüksek çıkan ağır metal değerleri Marmara Denizi kirlilik boyutunun bir göstergesidir. Alüminyum, kadmiyum, bakır, demir, civa gibi toksikliği yüksek olan metallerin çalışılan istasyonlarda yüksek çıkması bu bölgedeki sanayileşmenin fazlalığının, evsel, kimyasal ve çevresel atıkların varlığı Marmara Denizi'ndeki kirliliğin bir sonucu olarak görülmektedir. Yengeç etinde ölçülen kurşun değerlerinin kabul edilebilir sınırların üzerinde çıkmış olması, Marmara Bölgesi'nin güncel sorunlarından biri olan araç trafiğinden kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca gemi trafiğinin yoğunluğu da Marmara Denizi'ndeki kirliliği tetikleyerek bu durumun bölgedeki ağır metal birikiminin artması bakımından yıl geçtikçe ciddi boyutlara varabileceği yönünde tehdit unsuru oluşturduğu düşünülmektedir.

İnsan kaynaklı kirleticilerin, doğada yok olmayarak birikmesi sonucundan etkilenen canlıların başında sucul organizmalar gelmektedir. Sucul habitat yapısının giderek kötü yönde değişmesi, canlıların yaşam alanlarını yok ederek ekolojik dengeye ciddi zararlar verebilmektedir. Marmara Denizi'nin kuzeyinden elde edilen *Eriphia verrucosa* türünün, Marmara Denizi'nin kıyısındaki yaşam alanlarının zamanla daralabileceği düşünülmektedir. Yapılan birçok araştırma sonucunda da belirtildiği üzere kirli ortamlarda gelişim gösteremeyen sucul organizmaların türlerinin neslinin devamlılığını etkileyeceği

kaçınılmazdır. Tüm bu tehdit unsurları için önlem almak adına, bölgede uzun süreli izleme çalışmalarının yapılması, halkın çevre ve deniz kirliliği konusunda bilinçlendirilmesi ve Marmara Denizi kirlilik etmenleri için tedbir alınması, bölgesel kirlilik kaynaklarının kontrol altına alınması, daha temiz bir Marmara Denizi'ne sahip olmamızı sağlayacak ve bu bölgede yaşayan canlıları ve bu organizmalarla beslenen insanları da olumlu yönde etkileyecektir.



KAYNAKLAR

- Aberhart, A.R., Larson, G.L., Mathews, J.R., 1984, Heavy metals in surficial sediments of Fontana Lake, *Water Research*, 18 (13):351-354.
- Aksu, A., Çağlar, N., Taşkin, Ö.S., Ersan, M.S., 2011, Toxic metal (Pb, Cd, As and Hg) and organochlorine residue levels in hake (*Merluccius merluccius*) from the Marmara Sea, Turkey, *Envorimental monitoring and assesment*, 182:509-521.
- Altuğ, G., Güler, N., 2002, Determination of the Levels of Indicator Bacteria, Salmonella spp. and Heavy Metals in Sea Snails (*Rapana venosa*) from the Northern Marmara Sea, Turkey, *Türkiye Balıkçılık ve Su Bilimleri Dergisi*, 2: 141-144.
- Arcasoy, A., 2002, Çinko ve çinko eksikliği, *Ankara Talasemi Derneği Yayınları*, 2. Baskı, 1-23.
- Ariano, A., Voi, A.L., D'Ambola, M., Marrone, R., Cacace, D., Severino, L., 2015, Levels of Cadmium in White and Brown Meat of Warty Crab (*Erpiphia verrucosa*), *Journal of Food Protection*, 78(12): 2253-2256.
- Atay, D., 1993, Kabuklu su ürünleri ve üretim tekniği. *Ankara Üniversitesi Basımevi*, İzmir, 257s.
- Aydın, M., Karadurmuş, U., Mutlu, C., 2013, Orta ve Doğu Karadeniz'deki (Türkiye) yengeç türleri, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3(9): 1-16.
- Aydın, M., Karadurmuş, U., 2016, An investigation on some biological and reproduction characteristics of *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775) in the South Black Sea (Turkey). *Turkish Journal of Zoology*, 40: 461-470
- Baker, R.T.M, Martin, P., Davies, S.J, 1997, Ingestion of subletal levels of iron sulphate by African catfish affects growth and tissue lipid peroxidation, *Aquatic Toxicology*, 40:51-61.
- Balkıs, H., 1995, Marmara Denizi'nde yaşayan yengeçlerin ekolojileri, İstanbul Üni. Fen Fak. Biyoloji Dergisi, 58:1-23.
- Balkıs, H., Balkıs, N., Altınsaçlı, S., 2001, The crab species found on the coast of Gokceada (Imbroz) island in the Aegean Sea, *Advances in Decapod Crustacean Research*, 449:99-103.
- Balkıs, H., Kurun, A., 2008, Edremit körfezi'nde (KD Ege Denizi) bulunan yengeç türleri, *J. Black Sea/ Mediterranean Environment*, 14: 39-51.
- Balkıs, N., Aksu, A., Hicsonmez, H., 2013, Pollution Monitoring Using *Mytilus galloprovincialis* and Fishes: A Case Study on the Southern Black Sea Shelf, *Asian Journal of Chemistry*, 25: 450-454.

- Barbosa, Jr.F., Tanus-Santos, J.E., ve Gerlach, R.F., 2005, A Critical Review of Biomarkers Used for Monitoring Human Exposure to Lead: Advantages, Limitations, and Future Needs, *Environmental Health Pers.* 113(12):1669-74.
- Bat, L., Öztürk, M., Öztürk, M., 1998, Heavy Metal Concentrations in some Fish and Crab from the Black Sea of Turkey, 2. Spil Fen Bilimleri Dergisi (Biyoloji), 23-25 Ekim 1997 Manisa, Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. Dergisi, 1: 148-155.
- Bat, L., Arıcı, E., 2018, Heavy metal levels in fish, molluscs and crustacea from Turkish Seas and potential risk of human health, *Food Quality: Balancing Health and Disease (Handbook of Food Bioengineering)*, 159-196.
- Bat, L., Arıcı, E., Öztekin, A. ve Şahin, F., 2020, Toxic metals in the warty crab in the southern Black Sea: Assessment of human health risk, *Marine Biological Journal*, 5(1): 3-11.
- Bebianno, M.J., Machado, M., 1997, Concentrations of metals and metallothioneins in *Mytilus galloprovincialis* along the South Coast of Portugal, *Marine Pollution of Bulletin*, Vol:34(8): 666-670.
- Beşiktepe, Ş., Sur, H.İ., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü., 1994, The Circulation and Hydrography of the Marmara Sea, *Prog. Oceanogr.*,34: 285-334.
- Beşiktepe, Ş.T., Özsoy, E., Latif, M.A., Oğuz, T., 2000, Marmara Denizi'nin Hidrografisi ve Dolaşımı, *Marmara Denizi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 11-12 Kasım 2000 Ataköy Marina, İstanbul, Yayın No: 5 Türk Deniz Araştırmaları Vakfı, İstanbul: 314-326.
- Bettini, S., Ciani, F., Franceschini, V., 2006, Recovery of the Olfactory Receptor Neurons in the African Tilapia Mariae Following Exposure to Low Copper Level, *Aquatic Toxicology*, 76(3), 321-328.
- Bire, R., Trotereau, S., Lemee, R., Delpont, C., Chabot, B., Aumond, Y., Krys, S., 2013, Occurrence of palytoxins in marine organisms from different from different trophic levels of the French Mediterranean coast harvested in 2009, *Harmful Algae*, 28: 10-22.
- Brayn, G.W., 1976, Heavy Metal Contamination In the Sea In mariane Pollution, *Jhontson R.(ed) London Academic Pres.* 185-302.
- Caldwell, R.S., Buhler, D.R., 1983, Heavy metals in estuarine shellfish from Oregon, *Arch Environ Contam Toxicol.*, 12: 15-23.
- Castaing, P., Assor, R., Jouanneau, J.M., Weber, O., 1986, Heavy metal origin and concentration in the sediments of the pointe a pitre bay (Guadeloupe-Lesser Antilles), *Environ. Geol. Water Sci.* 8 (4): 175-184.
- Chu, N.S., Hochberg, F.H., Caine, D.B., Olanow, C.W., 1995, Neurotoxicology Of manganese, *In Handbook Of Neurotoxicology*. (Editör Chang. Dycr, R.Ş. s. 91-104, Hong Kong, Marcei Dekker.

- Cicik, B., 2003, Bakır-çinko etkileşiminin sazan (*Cyprinus carpio*)'nın karaciğer, solungaç ve kas dokularındaki metal birikimi üzerine etkileri, *Ekoloji Çevre Dergisi*, Cilt 12, Sayı (48), 32-36.
- Clarkson, T.W., Magos, L., Myers, G.J., 2003, The toxicology of mercury current exposures and clinical manifestations, *New Engl. J. Med.* 349:1731.
- Demirbaş, A., Eyüboğlu, B., Baki, B., Saripek, M., 2013, *Eriphia verrucosa* (Forsskal, 1775) Yengedinin Üreme Dönemi Biyokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yunus Araştırma Bülteni*, 4: 15-19.
- Dumitrache, C., Konsulova, T., 2009, "*Eriphia verrucosa* Forskal, 1755", *Black Sea Red Data Book*. United Nations Environment Programme.
- Doğan, M., 2002, Sağlıklı Yaşamın Kimyası. *Popüler Bilim Dergisi*, s: 32-34.
- Dumiu, G., 1975, Kirli Su El Kitabı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dunn, G.M., Bull, A.T., 1983, Bioaccumulation of copper by a defined community of activated sludge bacteria. *European J. Appl. Microbiology Biotechnology*, 17, 30-34.
- Durmuş, M., Ayaş, D., Aydın, M., Kosker, A.R., Uçar, Y., 2018, The Effects of Sex and Seasonality on the Metal Levels of Warty Crab (*Eriphia verrucosa*) in the Black Sea, *Journal of Aquatic Food Product Technology*, e1547-0636: 1-10.
- Dündar, Y., Aslan R., 2005, Yaşamı Kuşatan Ağır Metal Kurşunun Etkileri, *Kocatepe Tıp Dergisi (The Medical Journal of Kocatepe)*, 6: 1-5.
- Erdem, M.E., Turan, H., Kaya, Y., 2015, Mineral and trace element contents of Warty Crab (*Eriphia verrucosa*) and Brown Shrimp (*Crangon crangon*), *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 30(2): 26-31.
- Erkan, M., Tunalı, Y., Balkıs, H., Oliveria, E., 2009, Morphology of testis and vas deferens in the xanthoid crab, *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775) (Decapoda: Brachyura), *Journal of Crustacean Biology*, 29(4): 458-465.
- Erkan, M., Tunalı, Y., Ekinci, S., Kara, S., 2010, Histology of the androgenic gland in *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775) (Decapoda, Brachyura), *Turkish Journal Zoology*, 34: 79-84.
- Forskål, P., 1775, Descriptiones Animalium, Avium, Amphibiorum, Piscium, Insectorum, Vermium; quae in Itinere orientali observavit Petrus Forskål. Post Mortem Auctoris edidit Carsten Niebuhr, *Adjuncta est materia medica Kahirina*. Hafniae, 1 (20): 1-64.
- Fouda, M.M., El-Sayed, A.M.A., El-Damhougy, K.A., Salama, A.F., 2015, Partitioning of food resources at the intertidal zones between the marble rocky crab, *Pachygrapsus maromratus* (Grapsidae) and warty crab, *Eriphia verrucosa* (Eriphiidae) along the Mediterranean Sea coasts, *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 7(1):23-36.

- Gallez, B., C. Adline. J. Geurts. M. Delzenne, N., 1997, Accumulation Of manganese in the brain Of mice after intravenous injection Of manganese based contrast agents, *Chem. Res. Toxicol*, 10: 360-363.
- Gonzalez, R.J., Grippo, R.S., Dunson, W.A., 1990, "The disruption of sodium balance in brook charr. *Salvelinus jubinalis* (Mitchill), by manganese and iron", *Journal of Fish Biology*, 37, 765-774.
- Google Earth, <https://www.google.com.tr/intl/tr/earth/>, (Erişim Tarihi: 05.03.2020).
- Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., 1997, Su Kalitesi, 1. Baskı: 43.
- Gülmen, B., Cengizler, İ., 2016, Akyatan Lagünü (ADANA)'nden yakalanan mavi yengeç (*Callinectes sapidus*)'lerde toksik madde araştırılması, *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 34-4: 142-151.
- Güner Y., Kayhan, F.E., Balkıs, N., Aksu, A., Kaymak, G., 2016, Cd and Pb Levels in the Soft Tissue of Black Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) Collected from Marmara Sea, Pendik District Coastal Area, Istanbul, Turkey, *Pakistan J. Zool.*, 48(2) : 605-607.
- Güneş, M., 2001, *Alüminyum kaplardan yemeklere ve diğer yiyeceklere geçen alüminyum miktarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Güven, A., Kahvecioğlu, O., Kartal, G., Timur, S., 2004, Metallerin çevresel etkileri- 3, *Metallurji Dergisi*, 17 (138): 64-71.
- Habashi, F., 1997. "Handbook of Extractive Metallurgy", Vol. 2, WILEY-VCH, Germany.
- Hiçsönmez, H., 2010, *Güney Karadeniz Şelfin'de Biotada Ultra Trace Elementler*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.
- Holthuis, L.B., 1961, Report on a collection of Crustacea Decapoda and Stomatopoda from Turkey and the Balkans, *Zoologische Verhandelingen*, Leiden, 47: 1-67.
- ICAIR, 1987, Life Systems, Inc, Drinking water Criteris Document On Nitrate/Nitrite, *Final Draft*, EPA, Office Of Drinking Water, Washington DC.
- İlhan, M.N, 2002, Krom Bileşiklerinin Zararlı Sağlık Etkileri ve Korunma, *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, Cilt 3, Sayı 12, 35-37.
- Jarup, L., 2003, Hazards of heavy metal contamination, *Br. Med. Bull*, 68:167-82.
- Karadede, H.A., Ünlü, E., 2007, Heavy metal Concentrations in Water, Sedimen, Fish and Some Benthic Organisms from Tigris River, *Environ. Monit. Asses.*, 131: 323-337.
- Karadurmuş, U., 2013, *Ordu bölgesi'nde pavurya (Eriphia verrucosa Forskal, 1775)'nın biyo-ekolojik özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.

- Karadurmuş, U., Aydın, M., 2016, An investigation on some biological and reproduction characteristics of *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775) in the South Black Sea (Turkey), *Turkish Journal of Zoology*, 40: 461-470.
- Katalay, S., Parlak, H., 2004, The effects of cadmium on erythrocyte structure of Black goby (*Gobius niger* L.1758), *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 21(1-2):99-102.
- Kaya, Y., Turan, H., Erdem, M.E., 2009, Determination of nutritional quality of warty crab (*Eriphia verrucosa* Forskal, 1775), *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(1): 120-124.
- Kayhan, F.E., 2006, Su ürünlerinde kadmiyum biyobirikimi ve toksititesi, *E.Ü Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 23, Sayı 1-2: 215-220.
- Kayhan, F.E., Gulsoy, N., Balkis, N., Yüce, R., 2007, Cadmium (Cd) and lead (Pb) levels of Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) from Bosphorus, Istanbul, Turkey., *Pak. J. Biol. Sci.*, 10(6):915-9.
- Kayhan, F.E., Çağlar, N., Aksu, A., Ertug, N.D.Y., Sesal, C., 2016, Trace Metal Concentration and Sea Water Quality of Tuzla Shipyard Area, Istanbul, Turkey Using Mediterranean Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) for Monitoring Aquatic Pollution, *Pakistan Journal of Zoology*, 48:597-600.
- Krauskopf, K. B., 1979, İntoduction Geohemisty, *İnternational series in the Earth and Plahetary Science.Mc.*, Graw-Hill pp 761.
- Kurun, A., 2004, *Marmara Denizi'nin kuzeyinden elde edilen baskın karides türlerinde ve sediment örneklerinde ağır metal birikiminin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kwon, Y.T., Lee, C.W., 2001, Ecological risk assessment of sediment in wastewater discharging area by means of metal speciation, *Microchemical Journal*, 70:255–264.
- Küçükgülmez, A., 2005, *Akyatan Karataş/AdanaLagünü'nde avlanan pastörize edilmiş mavi yengeç (callinectes sapidus,Rathbun, 1896) etinin ağır metal ve mineral madde içerikleri*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Adana.
- Lall, S.P., 1995, Macro and Trace Elements in Fish and shellfish. In: Fish and Fishery Products, Composition, *Nutritive Properties and Stability* (Ed. Ruiter,A.), pp. 187-1213. CAB International, UK.
- Lena, G.D., Casini, I., Caproni R., Orban E., 2018, Total mercury levels in crustacean species from Italian fishery, *Food Additives & Contaminants: Part B*, 11:3, 175-182
- Mater, S., Kocataş, A., 1967, İzmir Körfezi Brachyura'sı hakkında bir ön çalışma, *E. Ü. Fen Fak. İlmî Rap. Ser.* 38 (23): 1-16.
- Mol, S., Kahraman, E.A., Ulusoy, Ş., 2017, Potential Health Risks of Heavy Metals to the Turkish and Greek Populations via Consumption of Spiny Dogfish and Thornback Ray from the Sea of Marmara, *Turk. J. Fish.& Aquat. Sci.*, Turk, 19(2): 109-117.

- Mülayim, A., Balkıs, H., 2015, Toxic metal (Pb, Cd, Cr and Hg) levels in *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846), *Eriphia verrucosa* (Forskal, 1775) and sediment samples from the Black Sea littoral (Thrace, Turkey), *Marine Pollution Bulletin*, 95:215-222.
- Nayak.P., 2002, Aluminium impacts and disease. *Environmental Research* 89A, 101-115.
- Ocak, M., 2017, *Marmara Denizi'nin kuzeyinden toplanan midyelerde (mytilus galloprovincialis lamarck, 1819) inorganik ve organik arsenik seviyesinin belirlenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Odzak N., Zvonaric T., Kljakovic Z., Horvat M., 2000, Biomonitoring of mercury in the Kastela Bay using transplanted mussels, *Science of the total env.*, 261:61-8.
- Özbolat, G., Tuli, A., 2016, Ağır metal toksisitesinin insan sağlığına etkileri, *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi*, 25(4):502-521.
- Özekinci, U., Acarlı, D., 2018, Çanakkale Boğazı'ndaki *Eriphia verrucosa* (Forskal,1775)'nin (pavurya yengeci) boy-ağırlık ilişkisi, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4):475-481.
- Öztürk, B., Oral, M., Topaloğlu, B., Bat, L., Okudan Arslan, E.Ş., Özgür Özbek, E., Sezgin, M., Tonay, A.M., Amaha Öztürk, A., İsfendiyoğlu, S., Uysal, İ. 2013, Red Data Book Black Sea, Turkey. Published by Turkish Research Foundation (TUDAV), İstanbul, TURKEY, 38:323s.
- Parada, R., 1987, Industrial Pollution with Copper and other Heavy Metals in Beef ,*Cattle Ranch Vet. And Hum. Toxicol*, 29:309-324.
- Park, J., Presley, B.J., 1997, Trace metal contamination of sediments and organisms from the Swan Lake area of Galveston Bay, *Environ. Pollut.*, 98(2): 209-221.
- Roos, P., Appelblad, P., Skipperud, L., Sjögren, A., 2006, The NKSNOORMASS guide to beginners in ICP-MS, *Nordic Nuclear Safety Research*, Roskilde, Denmark.
- Rossi C.A., Parisi V., 1972, Experimental Studies of Predation by the Crab *Eriphia Verrucosa* on Both Snail and Hermit Crab Occupants of Conspecific Gastropod Shells, *Italian Journal of Zoology*, 40(2): 117-135.
- Rostan, E.F., DeBuys, H.V., Madey, D.L., et al., 2002, Evidence supporting zinc as an important antioxidant for skin, *Int. J. of Dermatol*, 4: 606-11.
- Sarıhan, E., Tekelioğlu, N., 2005, Balık Üretimi, 5. Baskı: 38.
- Stevcic, C., Perez-Miguel, M., Drake, P., Tovar-Sanchez, A., 2017, Macroinvertebrate communities on rocky shores: Impact due to human visitors, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 211:127-136.
- Stuck, K.C., Perry, H.M., 1992, Life history characteristics of Menippe adina in Mississippi coastal waters, *Florida Marine Research Institute*, 50: 82-98.

- TGK, 2002, Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği, *Resmi Gazete*, 2002/58.
- Thomas, R., 2004, *Practical Guide to ICP-MS*, Marcel Dekker, Inc., USA.
- Timur, G., Timur, M., 2003, *Balık Hastalıkları*, İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:5,538s, Dilek Ofset İstanbul.
- Tiritoğlu, M., Köprülü, H., Soyal, A., Alpaslan, G., 1992, Preklinik öğrencilerinde amalgam dolgu çalışmaları öncesinde ve sonrasında kandaki (eritrosi ve plazmada) civa düzeylerinin atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile incelenmesi, *Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 9:81-90.
- Topçuoğlu, S., Kırbasoğlu, Ç., Yılmaz, Y.Z., 2004, Heavy Metal Levels in Biota And Sediments in the northern coast of Marmara Sea, *Environmental Monitoring and Assessment*, 96: 183–189.
- Türkmen, A., Türkmen, M., Tepe, Y., Mazlum Y., Oymael, S., 2006, Metal Concentrations in Blue Crab (*Callinectes sapidus*) and Mullet (*Mugil cephalus*) in İskenderun Bay, Northern East Mediterranean, Turkey, *Environmental Contamination and Toxicology*, 77:186-193.
- Türkmen, A., Aras, S., 2011, İskenderun Körfezi'nde deniz suyu ve sedimentte oluşan ağır metal birikiminin incelenmesi, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 3:1-23.
- Ulaş, A., Aydın, C., 2011, Length-Weight Relationships of *Eriphia verrucosa* Forskal (1775) from the Aegean Sea (Linnaeus, 1758), *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10:1061-1062.
- Ulyott, P., Pektaş, H., 1952, *Çanakkale Boğazı'ndaki yıllık temperatur ve tuzluluk değişimleri hakkında ilk araştırmalar*, Hidrobiyoloji Mecmuası, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü Yayınları, Seri A, cilt 1, sayı 1, 19-33.
- Warburg, M.R., Davidson, D., Yifrach, H., Sayag, L., Tichomirova Y., 2012, Changes in population structure and body dimensions of two xanthid crabs: A long-term study in a single boulder-shore, *International Academy of Ecology and Environmental Sciences: Arthropods*, 1(2): 40-54.
- World Health Organization (WHO) Regional Office for Europe, 2001, Lead Air Quality Guidelines. Second Ed. Chapter 6.7,1-17. Copenhagen, Denmark (http://www.euro.who.int/document/aic/6_7lead.pdf). (Erişim Tarihi:07.03.2019).
- Yazkan, M., Özdemir, F., Gölükcü, M., 2002, Antalya körfezinde avlanan bazı yumuşakçalar ve karideste Cu, Zn, Pb ve Cd içeriği, *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 28:95-100.
- Yüce, H. & Türker, A., 1991, Marmara Denizi'nin fiziksel oşinografik özellikleri ve Akdeniz suyunun Karadeniz'e girişi, *Uluslararası Çevre Sorunları Sempozyumu Tebliğleri*, İstanbul Marmara Rotary Kulübü, İstanbul, 284-303.

- Zotti, M., Pascali, S.A.D., Coco, L.D., Migoni, D., Carrozzo, L., Mancinelli, G., Fanizzi, F.P., 2015, HNMR metabolomic profiling of the blue crab (*Callinectes sapidus*) from the Adriatic Sea (SE Italy): A comparison with warty crab (*Eriphia verrucosa*), and edible crab (*Cancer pagurus*), *Food Chemistry*, 196:601-609.
- Zotti, M., Del Coco, L., De Pascali, S.A., Migoni, D., Vizzini, S., Mancinelli, G., Fanizzi, F.P., 2016, Comparative analysis of the proximate and elemental composition of the blue crab *Callinectes sapidus*, the warty crab *Eriphia verrucosa*, and the edible crab *Cancer pagurus*, *Heliyon Journal*, e00075: 1-15.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Mertcan Tartıcı
Doğum Yeri	Antakya
Doğum Tarihi	07.03.1991
Uyruğu	☒ T.C. ☐ Diğer:
Telefon	05321323880
E-Posta Adresi	mert_can_1991@hotmail.com
Web Adresi	-



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Fakülte	Fen Fakültesi
Bölümü	Biyoloji 26.05.2016
Mezuniyet Yılı	Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Biyoloji Anabilim Dalı
Programı	Hidrobiyoloji