



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ



ÇANAKKALE BOĞAZI VE GÖKÇEADA KIYILARINDA YAŞAYAN
***PARACENTROTUS LIVIDUS* VE *ARBACIA LIXULA* TÜRLERİNDE**
AĞIR METAL (ZN, PB, CD, FE, CU) KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ
ARAŞTIRMALAR

Melis YILMAZ

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇANAKKALE BOĞAZI VE GÖKÇEADA KIYILARINDA YAŞAYAN
PARACENTROTUS LIVIDUS VE *ARBACIA LIXULA* TÜRLERİNDE
AĞIR METAL (ZN, PB, CD, FE, CU) KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ
ARAŞTIRMALAR**

Melis YILMAZ

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 15/01/2019

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

ÇANAKKALE

Melis YILMAZ tarafından Prof. Dr. Sezginer TUNÇER yönetiminde hazırlanan ve 15/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “Çanakkale Boğazı ve Gökçeada Kıyılarında Yaşayan *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* Türlerinde Ağır Metal (Zn, Pb, Cd, Fe, Cu) Kirliliği İle İlgili Araştırmalar” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

.....

Başkan

Doç. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK

.....

Üye

Doç. Dr. Deniz İNNAL

.....

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:.....

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Kordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: 397

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI



Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Melis YILMAZ

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleŐtirilmesinde, çalıŐmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Sezginer TUNÇER'e, değerli hocalarım; Doç. Dr. Ekrem Şanver ÇELİK ve Doç. Dr. Deniz İNNAL'a, çalışma sũresince tũm zorlukları benimle gũęũsleyen dostum Özge KARA'ya, başta Talip İBİN olmak üzere emeği geçen arkadaşlarım, Osman ODABAŐI, Makis DAMDAS, Kamil KUMRU, Can KILIÇ ve Onur HARTAVI'ye, Gũngör BERZEğ'e, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme özellikle babam Yakup YILMAZ'a sonsuz teŐekkũrlerimi sunarım.

Melis YILMAZ
anakkale, Ocak 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kg	Kilogram
g	Gram
%	Yüzde oranı
Fe	Demir
Cu	Bakır
Cd	Kadmiyum
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
Hg	Civa
m ³	Metreküp
cm ³	Santimetreküp
l,	Litre
ml	Mililitre
µg	Mikrogram
HClO ₄	Perklorik Asit
HNO ₃	Nitrik Asit
ICP	İndüklenmiş Birleştirici Plazma
Ppm	Binde
EPA	Çevre Koruma Ajansı
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı
CO ₂	Karbondioksit

ÖZET

ÇANAKKALE BOĞAZI VE GÖKÇEADA KIYILARINDA YAŞAYAN *PARACENTROTUS LIVIDUS* VE *ARBACIA LIXULA* TÜRLERİNDE AĞIR METAL Zn, Pb, Cd, Fe, Cu KİRLİLİĞİ İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Melis YILMAZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Sezginer TUNÇER

15/01/2019, 85

Bu tez çalışmasında Çanakkale ve Gökçeada kıyılarındaki *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* türlerinde bazı ağır metallerin mevsimsel olarak düzeyleri araştırılmıştır. Seçilen on adet örnekleme istasyonunda 2014-2015 yıllarında ve dört mevsimde; Pb, Cu, Zn, Cd ve Fe ağır metallerinin; *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula*'dayaptığı birikimler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Kontrol bölgesi olarak seçilen Gökçeada kıyıları ile denizel aktivitelerin bol olduğu Gelibolu, Eceabat, Çamburnu, Kilitbahir, Çanakkale ve Dardanos istasyonlarında toplanan bireylerinin gonad ve iç organlarında ağır metal birikimleri mevsimsel olarak incelenmiş aralarında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Ağırlık ve çap ölçümleri değerlendirildiğinde Çanakkale koylarına göre temiz Gökçeada kıyılarında *Paracentrotus lividus*'un daha iyi gelişim gösterdiği ağırlık ve çap bakımından daha büyük bireyler oldukları görülmüştür. Türler çalışma boyunca Gökçeada'da tüm mevsimlerde birlikte gözlenmiş, fakat Çanakkale'de *Arbacia lixula*'nın varlığına rastlanılmamıştır. Bu durum türün daha spesifik tercihleri olduğunu ve yoğun turizm hareketliliği ve sanayi atıklarından etkilenmiş Çanakkale kıyılarının hiçbirine uyum sağlayamadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*, Ağır Metal, Kirlilik, Çanakkale, Gökçeada

ABSTRACT

SOME HEAVY METAL POLLUTION (Zn, Pb, Cd, Fe, Cu) OF *PARACENTROTUS LIVIDUS* and *ARBACIA LIXULA* SPECIES LIVING IN CANAKKALE STRAIT AND GOKCEADA COAST LINE

Melis YILMAZ

Canakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master of Science Thesis in Marine Sciences and Limnology

Advisor: Prof. Dr. Sezginer TUNCER

15/01/2019, 85

In this thesis study seasonal levels of some heavy metals were investigated in the *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* species in Çanakkale and Gökçeada coasts. Ten selected sampling stations in 2014-2015 and four seasons; The accumulations of Pb, Cu, Cd, Zn and Fe heavy metals on *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* were tried to be revealed. The Gökçeada coast, which was selected as the control region, and Gelibolu, Eceabat, Camburnu, Kilitbahir, Canakkale and Dardanos stations where marine activities were abundant were examined and it was determined that there was not a significant difference. When the measurements of the weight and diameter are evaluated, it is seen that according to the Canakkale Coasts, the *Paracentrotus lividus* on the clean Gökçeada coast are the ones that are bigger in weight and diameter than the ones that are better developed. Species were observed together in Gökçeada during all seasons throughout the study, but *Arbacia lixula* was not found in Canakkale. This has been the result of more specific preferences and a lack of adaptation to any of Çanakkale coasts, which were affected by intense tourism mobility and industrial waste.

Keywords: *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*, Heavy Metals, Pollution, Canakkale, Gökçeada

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ SINAVI SONUÇ FORMU	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
BÖLÜM 1	
GİRİŞ	1
1.1. Deniz Kestaneleri ile İlgili Genel Bilgiler	2
1.1.1. Biyolojik Örnekler	7
1.1.1.1. <i>Paracentrotus lividus</i>	7
1.1.1.2. <i>Arbacia lixula</i>	9
1.1.2. Ağır Metaller ve Etkileri	11
1.1.2.1. Kurşun (Pb).....	13
1.1.2.2. Bakır (Cu)	13
1.1.2.3. Kadmiyum (Cd)	13
1.1.2.4. Demir (Fe).....	14
1.1.2.5. Çinko (Zn).....	14
BÖLÜM 2	
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	15
BÖLÜM 3	
MATERYAL VE YÖNTEM.....	24
3.1. Örnekleme Metodu.....	24
3.1.1. Biyolojik Örneklerin Hazırlanması ve Analizi	24
3.2. Örnekleme İstasyonları	25
3.2.1. Gelibolu İskelesi Örnekleme İstasyonu (İstasyon 1).....	26
3.2.2. Eceabat İskelesi Örnekleme İstasyonu (İstasyon 2)	27
3.2.3. Çamburnu Örnekleme İstasyonu (İstasyon 3)	27

3.2.4. Kilitbahir Örnekleme İstasyonu (İstasyon 4)	28
3.2.5. Çanakkale İskelesi Örnekleme İstasyonu (İstasyon 5).....	28
3.2.6. Dardanos Örnekleme İstasyonu (İstasyon 6).....	29
3.2.7. Yıldız Koy Örnekleme İstasyonu (İstasyon 7)	29
3.2.8. Mavi Koy Örnekleme İstasyonu (İstasyon 8).....	30
3.2.9. Laz Koyu Örnekleme İstasyonu (İstasyon 9)	30
3.2.10. Gizli Liman Örnekleme İstasyonu (İstasyon 10).....	31
3.3. İstatistiksel Analizler.....	31
BÖLÜM 4	
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	32
4.1. <i>Paracentrotus lividus</i> Mevsimsel Verileri	32
4.2. <i>Arbacia lixula</i> Mevsimsel Verileri.....	52
BÖLÜM 5	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	73
KAYNAKLAR	77
ÖZGEÇMİŞ	I

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Deniz kestanesi aboral kutup bölgesi	3
Şekil 1.2. <i>Aristo Feneri</i> 'nin önden (a) ve üstten (b) görünüşü.....	4
Şekil 1.3 Deniz kestanesinde iç organların yerleşimi	5
Şekil 1.4. <i>P. lividus</i> iç görünüm (Orijinal).....	5
Şekil 1.5. <i>P. lividus</i> genel görünüm (Orijinal).....	8
Şekil 1.6. Kesilmiş bir <i>P. lividus</i> gonad ve iç organ içerikleri genel görünüm (Orijinal)	8
Şekil 1.7. <i>P. lividus</i> erkek birey gonadları (Orijinal).....	9
Şekil 1.8. <i>Arbacia lixula</i> genel görünüm (Orijinal).....	10
Şekil 1.9. <i>Arbacia lixula</i> türü dişi ve erkek birey gonad görünümü (Orijinal).....	10
Şekil 1.10. Metallerin su ortamında izlediği yol (Rainbow, 1995).....	11
Şekil 3.1. Hot plate üzerinde mineralizasyon işlemi (Orijinal)	25
Şekil 3.2. Çalışma alanı ve civarının morfolojisini gösteren harita (Orijinal).....	25
Şekil 3.3. İstasyon 1	26
Şekil 3.4. İstasyon 2	27
Şekil 3.5: İstasyon 3.....	27
Şekil 3.6. İstasyon 4.....	28
Şekil 3.7: İstasyon 5.....	28
Şekil 3.8.: İstasyon 6.....	29
Şekil 3.9. İstasyon 7.....	29
Şekil 3.10. İstasyon 8.....	30
Şekil 3.11. İstasyon 9.....	30
Şekil 3.12. İstasyon 10.....	31
Şekil 4.1. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	37
Şekil 4.2. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	38
Şekil 4.3. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Cd konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	39
Şekil 4.4. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	40
Şekil 4.5. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	41
Şekil 4.6. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	42
Şekil 4.7. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	43
Şekil 4.8. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Cd konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	44
Şekil 4.9. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	45
Şekil 4.10. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	46
Şekil 4.11. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	56
Şekil 4.12. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	57
Şekil 4.13. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Cd konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	58
Şekil 4.14. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	59
Şekil 4.15. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	60
Şekil 4.16. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	61
Şekil 4.17. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	62
Şekil 4.18. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Cd konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	63
Şekil 4.19. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Fe konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.).....	64
Şekil 4.20. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Zn konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri (mg kg ⁻¹).....	12
Çizelge 1.2. Sucul ortamlarda kabul edilebilir ağır metal değerleri	12
Çizelge 3.1. Çalışma alanındaki istasyonların yer, konum ve habitat bilgileri	26
Çizelge 4.1. Örnekleme yapılan <i>Paracentrotus lividus</i> 'a (İç organ) ait istasyonlar.....	32
Çizelge 4.2. Sonbahar'14 <i>Paracentrotus lividus</i> çap ve ağırlıkları	33
Çizelge 4.3. Kış'14- <i>Paracentrotus lividus</i> çap ve ağırlıkları	34
Çizelge 4.4. İlkbahar'15- <i>Paracentrotus lividus</i> çap ve ağırlıkları.....	35
Çizelge 4.5. Yaz'15- <i>Paracentrotus lividus</i> çap ve ağırlıkları	36
Çizelge 4.6. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	37
Çizelge 4.7. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	38
Çizelge 4.8. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	39
Çizelge 4.9. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	40
Çizelge 4.10. <i>Paracentrotus lividus</i> (Gonad) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	41
Çizelge 4.11. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	42
Çizelge 4.12. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	43
Çizelge 4.13. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	44
Çizelge 4.14. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	45
Çizelge 4.15. <i>Paracentrotus lividus</i> (İç organ) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	46
Çizelge 4.16. Örnekleme yapılan <i>Paracentrotus lividus</i> 'a (İç organ) ait istasyon değerleri ...	48
Çizelge 4.17. <i>Paracentrotus lividus</i> İç organ – Ki-Kare Testi değerleri	49
Çizelge 4.18. Örnekleme yapılan <i>Paracentrotus lividus</i> 'a (Gonad) ait istasyon değerleri .	50
Çizelge 4.19. <i>Paracentrotus lividus</i> Gonad – Ki-Kare Testi değerleri.....	51
Çizelge 4.20. Örnekleme Yapılan <i>Arbacia lixula</i> 'ya (İç organ) Ait İstasyonlar	52
Çizelge 4.21. Sonbahar'14- <i>Arbacia lixula</i> çap ve ağırlıkları	52
Çizelge 4.22. Kış'14-Mavi Koy İstasyonu <i>Arbacia lixula</i> çap ve ağırlıkları	53
Çizelge 4.23. İlkbahar'15 <i>Arbacia lixula</i> çap ve ağırlıkları	53
Çizelge 4.24. Yaz'15 <i>Arbacia lixula</i> çap ve ağırlıkları	54
Çizelge 4.25. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	54
Çizelge 4.26. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	55
Çizelge 4.27. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	56
Çizelge 4.28. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	57
Çizelge 4.29. <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	58
Çizelge 4.30. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	59
Çizelge 4.31. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	60
Çizelge 4.32. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	61
Çizelge 4.33. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.).....	62
Çizelge 4.34. <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)	63
Çizelge 4.35. Örnekleme yapılan <i>Arbacia lixula</i> (İç organ) ait istasyon değerleri	65
Çizelge 4.36. <i>Arbacia lixula</i> Mide – Ki-Kare Testi.....	66
Çizelge 4.37. Örnekleme yapılan <i>Arbacia lixula</i> 'ya (Gonad) ait istasyonlar	67
Çizelge 4.38. Örnekleme yapılan <i>Arbacia lixula</i> (Gonad) ait istasyon değerleri.....	68
Çizelge 4.39. <i>Arbacia lixula</i> Gonad – Ki-Kare Testi	69

BÖLÜM I

GİRİŞ

Çanakkale Boğazı kıyı şeritlerinde pek çok demir- çelik tesisi, gübre fabrikaları, sıvı gaz ve kömür taşımacılığı iskeleleri, meşrubat ve meyve suyu fabrikaları gibi pek çok sanayi tesisi yer almaktadır, ayrıca tarımın yoğun olarak yapıldığı bu bölgede kullanılan zirai mücadele ilaçları ve sanayi sitelerinin atıkları, çeşitli yollardan boğaz sularına karışmaktadır. Bununla birlikte deniz taşımacılığında önemli bir geçit olan boğaza gelen büyük yük gemileri, sintine ve balast sularını liman açıklarında boğaz sularına bırakmaktadır. Bütün bu atıklar yoğunluklarına göre dipte birikerek bentik ya da suda asılı halde kalıp, dalga ve akıntılar gibi su hareketleriyle boğazın çeşitli bölgelerine dağılarak organizmalar üzerinde olumsuz etki yapabilmektedir (Üstünada, Erduğan ve ark., 2011).

Dünyada deniz suyu ve sedimentteki en önemli kirliliklerden biri ağır metal kirliliğidir. Ağır metaller yüksek konsantrasyonlarda toksisiteleri, çevrede kalıcı olmaları, canlı dokularda birikmeleri ve besin zincirinde üst basamakları taşınmalarıyla insanlar için tehdit unsuru olmuşlardır (Egemen, 2000). Metaller sucul ortamlara doğal ve insan kaynaklı yollarla girmektedir. Bunlar; topraktan süzülme, kayaların aşınımı, madencilik çalışmaları, volkanik aktiviteler, fosil yakıtların kullanımı, tekne ve gemi aktiviteleri ve kentsel, endüstriyel atıkların deşarjı ile olmaktadır (Lobban ve Harrison, 1997; Kennish, 1998).

Sucul canlılar ağır metalleri su ve besinlerden direkt ya da indirekt olarak veya askıdaki katı maddelerden almaktadırlar. Midye, deniz kestanesi, istridye, karides, balık, vb. gibi çeşitli organizmalar vücutlarında ağır metal biriktirmektedirler (Rainbow, 1985). Ağır metaller sucul organizmalarda farklı doku ve organlarda birikirler ve bu birikimler türlere, metallere, çevre faktörlerine (sıcaklık, tuzluluk, pH, vb.) göre değişmektedirler (Bat ve ark., 1996).

Çift kabuklu yumuşakçalar sesil canlılardır ve filtrasyonla beslenirler. Kirleticileri dokularında biriktirebilmeleri ve kirleticilere karşı duyarlı olmaları nedeniyle denizel ortamların biyolojik olarak izlenmesinde biyoindikatör olarak kullanılmaktadırlar (Blognesi ve ark., 2004; Da Silva Souza ve Fontanetti, 2006).

Echinoidea (derisi dikenliler) grubuna dahil olan deniz kestanelerinin dünyada 800'den farklı türü bulunmaktadır. Türkiye'de ise yalnızca 17 türü bulunmaktadır. Dünyadaki türlerinin yalnızca 20 tanesi besin olarak tüketilmektedir (Byrne,1990).

Denizkestanelerinin birçok ülkede “Uni” olarak adlandırılan gonadları çiğ olarak tüketilir ve ekonomik olarak ciddi bir öneme sahiptir. Ayrıca deniz diplerinde biriken iskeletlerinin kireç yatakları oluşmasında etkili olduğu ve denizkestanesinden elde edilen bazı maddelerin kalp hastalıkları tedavisine yardımcı olduğu bildirilmektedir (Özaydın, 1991). Bu nedenlerle son yıllarda Japonya, Fransa, Amerika ve Atlantik başta olmak üzere çoğu ülkede doğadan yapılan avcılığın yanında üretimine de başlanmıştır (LeGall, 1990).

Ülkemiz sınırlarında Akdeniz ve Ege sahilleri boyunca *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* türlerine çok sık rastlanılmaktadır. *Paracentrotus lividus* gıda olarak en çok tercih edilen, Türkiye kıyılarında da bolca bulunan bir türdür.

Türkiye’de deniz kestaneleri üzerine yapılmış çalışmalar daha çok *P. lividus* üzerine olmakla birlikte, yetiştirme teknikleri, embriyotoksik, biyokimyasal kompozisyon, biyo-ekolojik, ve gonadosomatik indeks üzerinedir (Lök ve Köse, 2006).

1.1. Deniz Kestaneleri ile İlgili Genel Bilgiler

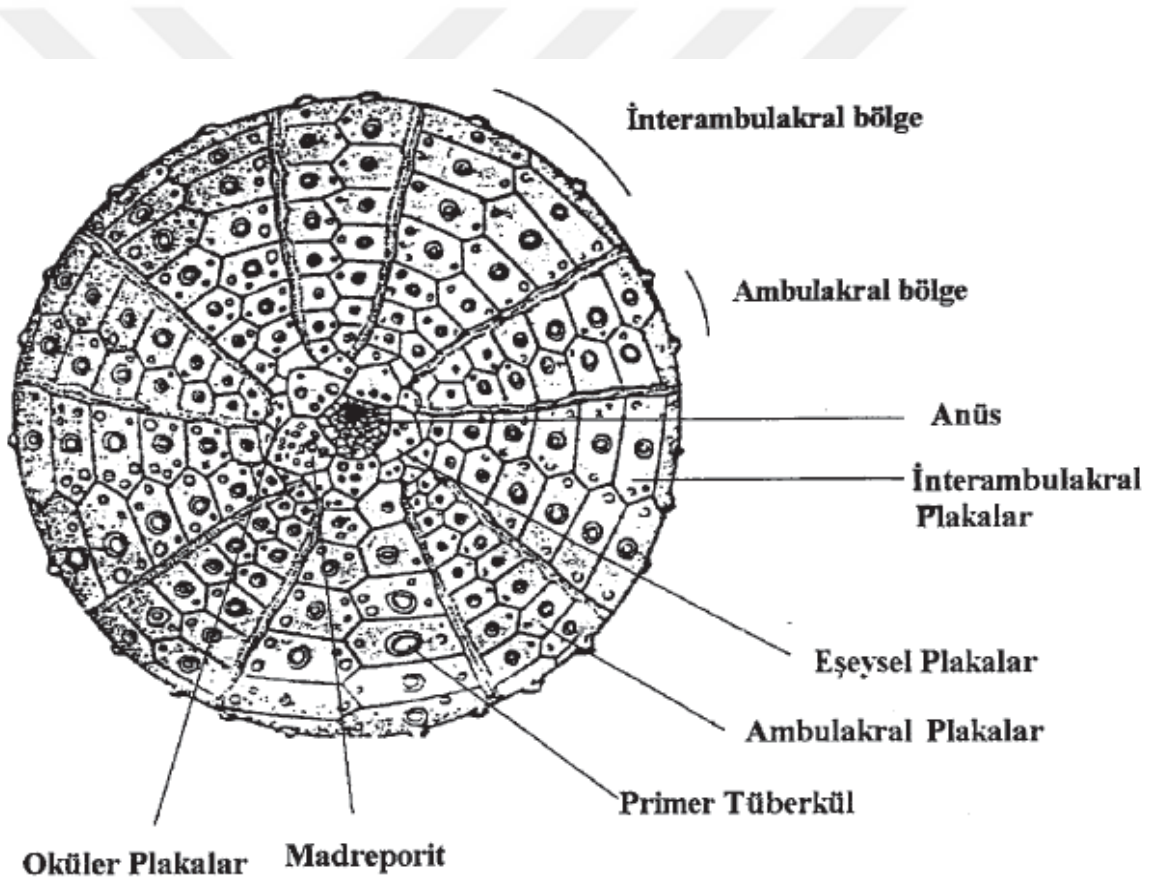
Deniz kestaneleri ekosistemde herbivor ağırlıklı bir beslenme gösterirler. Gerek üzerinde taşıdığı dikenlerin batması, gerekse ekonomik amaçlı kullanılan makrobentik algleri tüketmesi nedeniyle başlangıçta insanlar tarafından istenmeyen bir canlı olarak görünen deniz kestanelerinin, son yıllarda ekonomik açıdan önemli oldukları anlaşılmıştır. Üzerinde taşıdığı dikenleri nedeniyle bulunduğu ortamda düşmanları az gibi düşünülen bu canlıların düşmanları; başta insanlar olmak üzere büyük predatör balıklar, yengeçler, denizyıldızları ve fok gibi canlılardır (Sala, 1997).

Karadeniz gibi az tuzlu denizlerde çok az temsilcisi bulunur. Deniz kestaneleri stenohalin canlılar olduklarından tatlısu akıntılarının olduğu kıyılarda ve Karadeniz’de yaşamazlar (Öztürk, 1999). Deniz kestanesi türlerinden *P.lividus* ve *A. lixula* Karadeniz dışındaki tüm sahillerimizde bol olarak bulunmakla birlikte ülkemizde ekonomik ölçekte henüz değerlendirilmedikleri görülmektedir. Denizlerimizde son yıllarda görülen kirlilik ve aşırı avcılık gibi nedenlerle deniz kestanesi popülasyonlarının giderek azaldığı ve bazı bölgelerde tamamen ortadan kalktıkları da bildirilmektedir (Merki, 1988).

Denizkestanelerisuda serbest olarak hareket eden derisidikenlilerdendir. Tüm vücutları dikenlerle örtülüdür. En belirgin özellikleri kalker plakaların birbiri üzerine kenetlenerek sağlam bir kabuk oluşturmasıdır. Bu kabuk vücudun iki kutbu hariç diğer kısımları örter. Bu kutuplardan ağzın bulunduğu bölgeye oral kutup; anüsün bulunduğu bölgeye aboral kutup denir (Demirsoy, 1998). Deniz kestanelerinde vücudu saran ve CaCO₃ ‘tan oluşan plakalar birbiriyle sıkı şekilde kaynaşarak ya da kiremit gibi dizilerek

sağlam bir iskelet oluştururlar. Deniz kestanelerinin tümünde bu plakalar oral kutuptan aboral kutba doğru sıralanmışlardır (Demir, 1952).

Vücutları küre şeklinde olan düzenli deniz kestanelerinde iskelet 5 çifti radyal ve 5 çifti interradyal olmak üzere toplam 10 çift meridyonal plaka sırasından oluşmuştur. Radyal sıraların plakalarına ambulakral plaka, interambulakral sıraların plakalarına interambulakral plaka denir. Ambulakral plakalar porlu, diğerleri porsuzdur. Düzenli deniz kestanelerinin aboral kutbunda eşeyssel kanalların bağlı olduğu 5 büyük eşeyssel plaka bulunur. Bu eşeyssel plakalarda eşeyssel kanalların bağlı olduğu porlar bulunur. Bu 5 plakadan biri diğerlerine göre biraz daha büyük olup buna madreporit adı verilir. İnterambulaklar bölgede ise eşeyssel plakaların arasında kalan ve oküler plaka adı verilen 5 adet plaka vardır (Demir, 1952).



Şekil 1.1. Deniz keşanesi aboral kutup bölgesi (Özvarol, 2003)

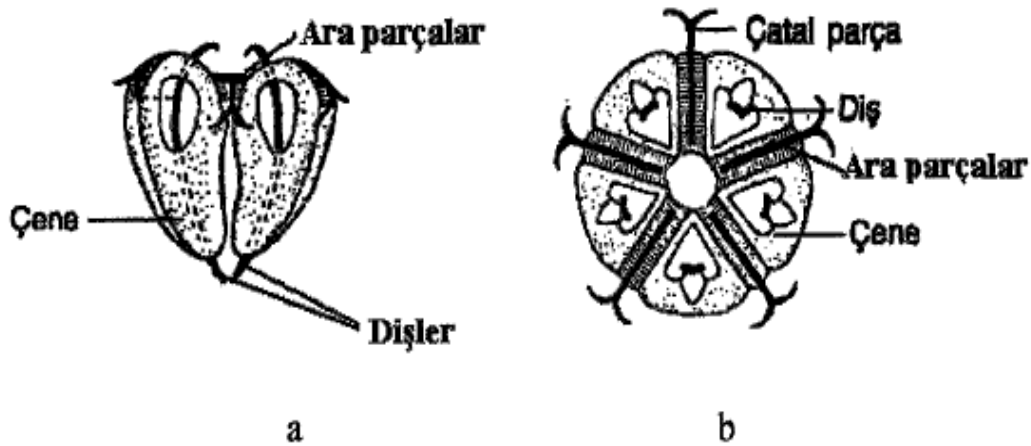
Deniz kestanelerinin vücut yüzeyinde diken, tiberkül, pedisel, solungaç, ambulakral ayak gibi yapılar bulunmaktadır. Bu canlılar için karakteristik olan hareketli dikenler ambulakral ve interambulakral bölgelerde simetrik olarak dizilmişlerdir. Vücut yüzeyine

hemen hemen eşit bir şekilde dağılan dikenler kutuplara doğru kısalırlar (Tortonese ve Vadon, 1987).

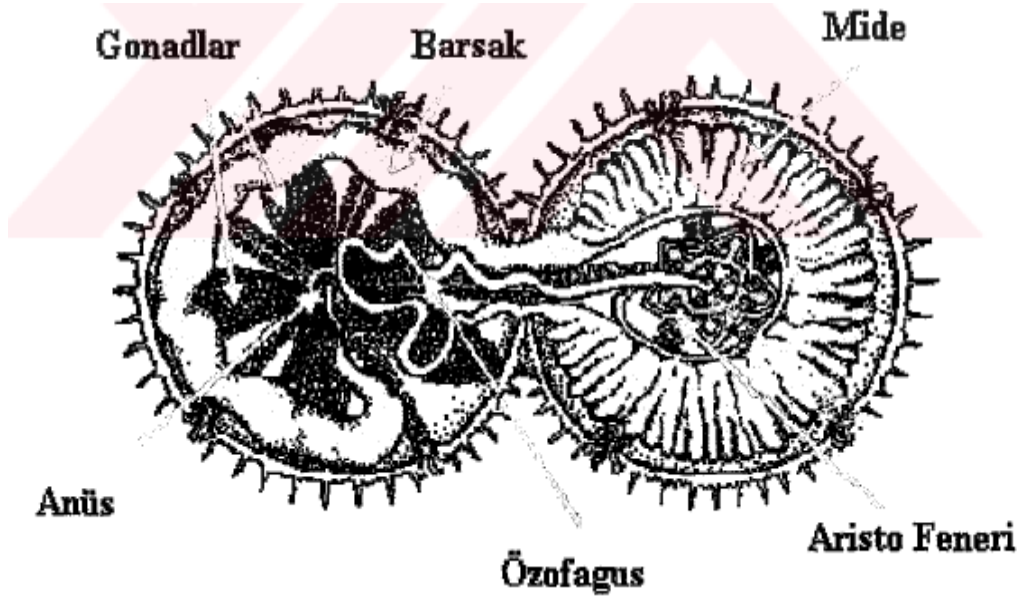
Her diken, dışbükey bir tüberkülün üzerine oturmuş olup 2 kas tarafından kontrol edilir. Dış kasların kasılmasıyla dikenlerde eğilme, iç kasların kasılmasıyla ise dikleşme meydana gelir. 35 cm'ye kadar uzayabilen dikenlerin ucu sivri ya da küt olabilir. Bazı dikenler zehirli olmakla birlikte öldürücü değildir. Bazı türlerin dikenler yardımıyla yumuşak yapıllı kayaları deldikleri ve buralarda yaşadıkları gözlemlenmiştir. Deniz kestanelerinde bulunan dikenlerin korunmada ve saklanmadaki görevlerinin yanı sıra; vücudun bazı yerlerinde su akıntısı oluşturarak substratuma yerleşmesinde görev aldıkları ifade edilmektedir (Mortensen, 1943).

Deniz kestaneleri, derisi dikenliler arasında iskelet plakalarındaki porların arasından, tüp ayakları çıkan tek gruptur. Tüp ayaklar vücudun ekvatorial bölgesinde bulunan dikenlerle beraber canlının hareketini sağlamaktadırlar. Deniz kestaneleri tüp ayaklar sayesinde herhangi bir yüzeye yapışma özelliği gösterirler. Her tüp ayak küçük bir vantuzla sonlanır (LeGall, 1990).

Oral kutupta sindirim sisteminin başında piramit şekilli 5 adet çene ve ara parçaların yanı sıra dişleri de bulunan "Aristo feneri" adı verilen yapı yer alır (Şekil 1. 2).



Şekil 1.2. Aristo Feneri önden (a) ve üstten (b) görünüşü (Özvarol, 2003)



Şekil 1.3. Deniz kestanesinde iç organların yerleşimi (Özvarol, 2003)



Şekil 1.4. *P. lividus* iç görünüm (Orijinal)

Aristo fenerini ağız boşluğu ve yemek borusu takip eder. Özofagus'un bağırsakla birleştiği yerde ise kör bağırsaklar bulunur (Şekil 1.3 ve 1.4). Bağırsaklar herbivor beslenmenin bir sonucu olarak oldukça uzun olup mezenterle vücut duvarına bağlanmıştır. Sindirim bezleri ise özofagus ve bağırsaklarda bulunur. Besinler bağırsak duvarından söloma geçerek vücuda dağılır (LeGall, 1990).

Deniz kestaneleri, beslenmede, ağzın etrafında bulunan tüp ayaklar ve pediselleri kullanırlar. Substrat üzerinde bulunan sesil hayvan ve bitkileri besin olarak alırlar. Bitkisel ağırlıklı beslenmekle birlikte ölü veya canlı hayvanlarla beslendikleri, kalkerli algleri tükettikleri, derinlerde yaşayan türlerin detritus ve planktonik organizmalarla beslendikleri bildirilmektedir (Morrison, 1988).

Deniz kestaneleri, genellikle suyun hareketli olduğu, bol oksijenli, kirletilmemiş alanlarda yaşamlarına devam ederler. Solunumları ağzın çevresinde yer alan ince zarlı 10 adet solungaç ve kabuklarından dışarıya uzanan tüp ayaklar ile yapılır. CO₂ ağzın çevresindeki solungaçlardan kasların kasılmasıyla; tüp ayaklarda ise difüzyon yardımıyla dışarı atılır (LeGall, 1990).

Epidermal sinir sistemi bulunan deniz kestanelerinde, duyu hücreleri epidermiste, yaygın olarak bulunmakla birlikte, pedisellerde ve tüp ayaklarda da buldukları; ağzın çevresinde yoğunluk gösterdikleri kaydedilmiştir (Demirsoy, 1998).

Deniz kestaneleri buldukları alanda çok yavaş hareket ettikleri için sessil canlılar gibi görünmekle birlikte, hareket yeteneğine de sahiptirler. Hareketleri tüp ayak ve dikenler yardımıyla sağlanır. Çoğunlukla dalgalı bölgelerde yaşadıkları için buldukları zemine tüp ayaklarıyla yapışarak ya da oyuklarda dikenlerini açarak çok sıkı bir şekilde tutunurlar (Demir, 1952).

Yaklaşık 180 mm kabuk çapına ulaşabilen deniz kestanelerinin büyümesi kabuktaki plakalara ilaveler ve bu plakaların hacimce genişlemesi ile sağlanır. Bunu dişlerin büyümesi, kaybolan veya zarar görenlerin yenilenmesi takip eder. Bu işlemlerde canlının kalsiyum metabolizması önemli rol oynar. Deniz kestanelerinin, kalsiyum gereksinimlerini gidermek için sudaki ve besinlerde bulunan kalsiyum kaynağını kullandıkları bildirilmektedir (LeGall, 1990).

Demirsoy (1998) tarafından deniz kestanelerinin iki eşeyli oldukları ve eşeyssel dimorfizm göstermedikleri; eşeyssel bezlerin interambulakral bölgenin altında, kabuğun anal kısmında asılı olarak buldukları ve gonadlarının küçük ve yuvarlak foliküllerden oluşmuş 5 kitle halinde oldukları ifade edilmektedir (Şekil 1.6 ve 1.7)

1.1.1. Biyolojik Örnekler

1.1.1.1. *Paracentrotus lividus*

Bu tür Karadeniz sahillerimiz dışında tüm sahillerimizde bol olarak bulunmaktadır (Şekil 1.5. ve 1.6) ve yerel olarak ‘Taş deniz kestanesi’ olarak adlandırılmaktadır (Artüz, 1968; Ünsal 1973; Özyayın ve ark., 1995).

P. lividus’un sistematikteki yeri Nosonov (1969)’a göre şu şekildedir;

Filum: Echinodermata

Klasis: Echinoidea

Ordo: Regularia

Subordo: Echinina

Familya: Echinidae

Genus: *Paracentrotus*

Species: *Paracentrotus lividus*

P. lividus, 0-80 m. arasındaki derinliklerde yaşayan bentik bir formdur. Tipik bir infralittoral tür olmasına rağmen bazen mediyolittoral bölgede de bulunduğu belirtilmiştir (Vatova, 1950).

Bazen sünger gibi hayvansal besinleri almalarına rağmen genellikle *Posidonia* türleri ile beslenirler ve beslenmeleri gece olmaktadır (Fisher ve ark., 1987). Vücut çapı en fazla 7 cm, dikenlerinin uzunluğu ise 3 cm büyüklüğündedir. Dikenlerin renkleri menekşe, yeşil, zeytuni ve kırmızımsı kahverengi olup rengi alkolde sabittir. Dermal iskeletin rengi soyulduktan sonra yeşil, periprokt ise mordur (Ünsal, 1973).

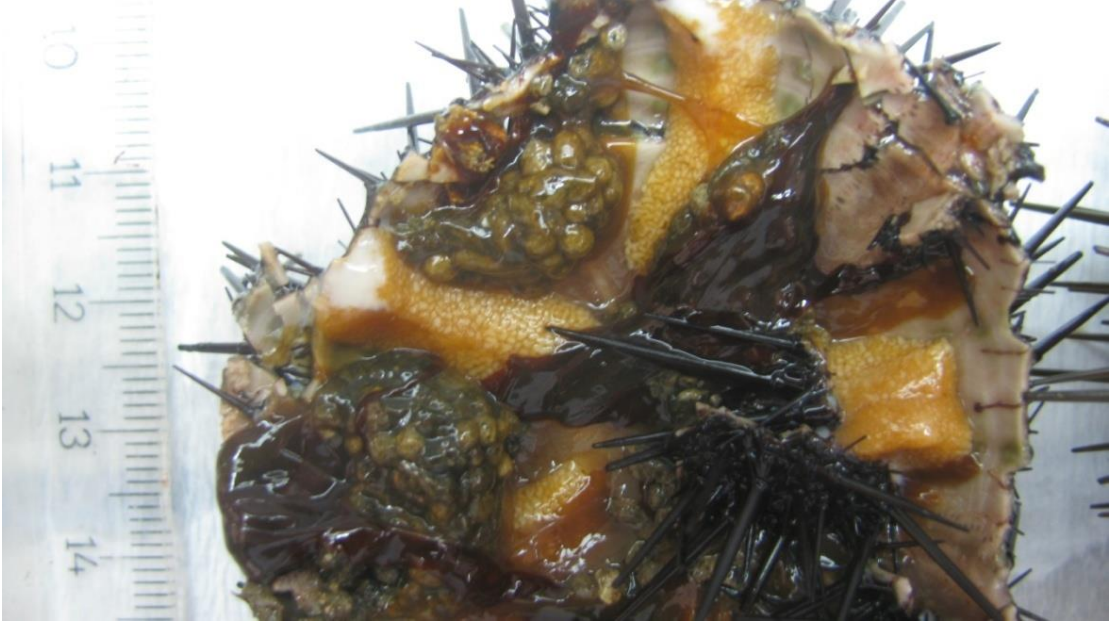


Şekil 1.5. *P. lividus* genel görünüm (Orijinal)



Şekil 1.6. Kesilmiş bir *P. lividus* gonad ve iç organ içerikleri genel görünüm (Orijinal)

P. lividus'un üreme periyodu dağılım gösterdiği alanlarda farklılıklar arz etmektedir. Roskoff (Fransa) 'da hayvanlar olgun üreme hücrelerine yaz aylarında (Nisan – Ağustos) sahip olmaktadır (Şekil 1.7). Bununla birlikte Akdeniz'de örneğin Napoli (İtalya) 'da bu ürünler yıl boyunca elde edilebildiği halde kış (Şubat – Haziran) ve sonbahar (Eylül – Kasım) mevsimleri en iyi periyotlardır. Akdeniz'in Fransa kıyılarında ise en iyi periyot mart ayından temmuz ayına kadardır (Hörstadius, 1973).



Şekil 1.7. *P. lividus* erkek birey gonadları (Orijinal)

1.1.1.2. *Arbacia lixula*

A. lixula'nın sistematikteki yeri aşağıda verilmiştir. (Demir, 1952);

Phylum	: Echinodermata (Derisidikenliler)
Classis	: Echinoidea (Deniz kestanesi)
Ordo	: Regularia (Düzenli deniz kestaneleri)
Subordo	: Echinicea
Familia	: Arbaciidea
Genus	: <i>Arbacia</i>
Species	: <i>Arbacia lixula</i> (Şekil 1.8 ve 1.9)



Şekil 1.8. *Arbacia lixula* genel görünüm (Orijinal)



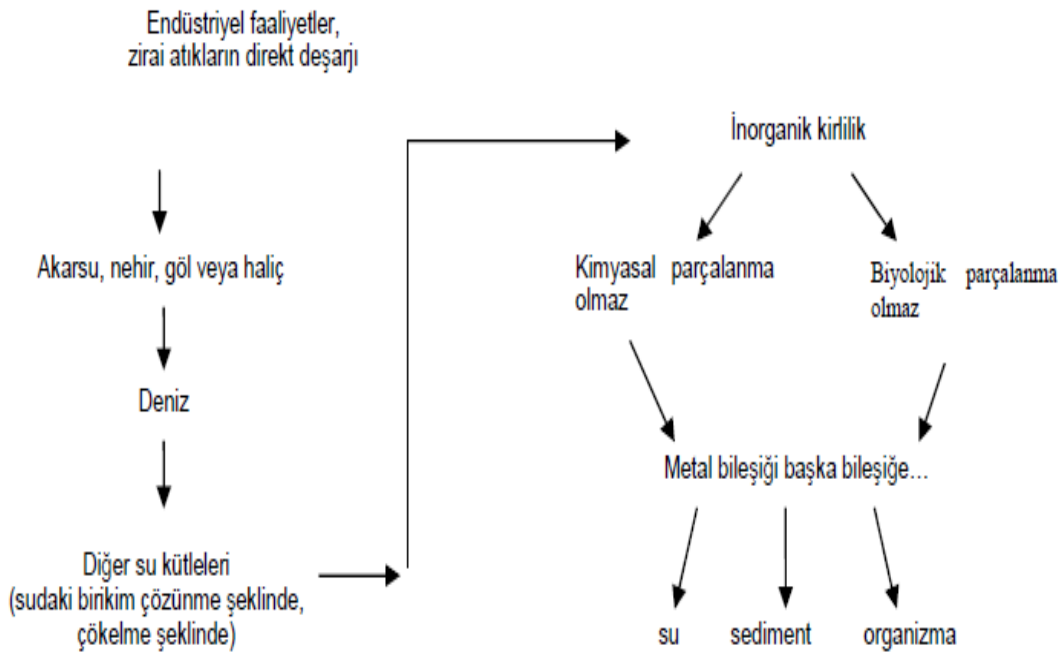
Şekil 1.9. *Arbacia lixula* türü dişi ve erkek birey gonad görünümü (Orijinal)

1.1.2. Ağır Metaller ve Etkileri

Standart olarak yoğunluğu 5 g/cm^3 ten fazla olan metaller “ağır metal” olarak adlandırılır. Bu grubun içinde demir, krom, kurşun, kadmiyum, civa, bakır gibi bilinen 60’den fazla metal bulunmaktadır (Egemen, 2000). Ağır metaller iz elementler olarak da adlandırılmaktadır. İz elementler organizmadaki düşük konsantrasyonlardır, canlıların ihtiyacı olan gerekli metalleri kapsamaktadır (Fraga, 2005).

Metaller ve metal bileşikleri doğada farklı konsantrasyonlarda bulunurlar. Çevre kirliliği bakımından yüksek konsantrasyonlu metallere oranla iz metaller daha büyük tehlike yaratmaktadırlar. Doğal mineraldeki metaller çözünmeyen bileşikler halinde olduğundan canlı organizmalar için tehlike oluşturmazlar fakat bunların çözünen türevleri organizmalar için toksiktirler (Fraga, 2005).

Kirleticiler sucul ortamlara noktasal deşarjlar ve noktasal olmayan deşarjlar olmak üzere iki yolla ulaşırlar. Noktasal deşarjlar atık suların ve endüstriyel atıkların deşarjından, noktasal olmayan deşarjlar ise tehlikeli atık bertaraf bölgeleri ve kaza sonucu oluşan sızıntılardan meydana gelir. Metaller bu deşarj noktalarından akarsu, göl, nehir ve haliçlerden deniz ve okyanuslara taşınırlar (Şekil 1.10). Denizel kirlenmelerin büyük kısmı karasal kaynaklıdır (Landis ve Ho Yu, 1999).



Şekil 1.10. Metallerin su ortamında izlediği yol (Rainbow, 1995)

Ağır metaller ortamda uzun süre kalabilirler ve organizmalar tarafından ortamdan alınıp bünyelerinde biriktirilebilirler. Düşük konsantrasyonlarda canlı metabolizması için gerekli olmasına rağmen yüksek konsantrasyonlarda canlılar için öldürücü etkiye sahip olabilirler. Ağır metaller ortamda az miktarlarda bulunsalar bile sucul organizmaların bünyelerinde artan oranlarda birikim yaparak toksik etki yaratırlar (Rainbow, 1995). Çizelge 1.1 ve Çizelge 1.2 de su ürünlerinde ve sucul ortamlarda kabul edilebilir bazı metal değerleri verilmiştir.

Ağır metaller sağlık açısından 4 grupta sınıflandırılırdar. Bunlar; gerekli metaller (Co, Mn, Cr, Zn, Cu, Fe), gerekli olmayan metaller (Li, Al, Ba), az toksik metaller (Sn) ve yüksek derece toksik metallerdir (Hg, Cd) (Raikwar ve ark., 2008).

Ağır metaller sucul canlılara; solungaç, deri ve sindirim yoluyla geçer. Bunlardan en önemli olanı solungaçla absorpsiyondur. Solungaçların geniş ve ince yüzeye sahip olması ve ortamla direk temas halinde olması önemli bir etkidir (Monteiro ve ark., 2005).

Çizelge 1.1. Su ürünlerinde kabul edilebilir ağır metal değerleri (mg kg⁻¹) (Anonim, 2008a)

Su ürünleri	Pb	Cu	Cd	Zn
Yumuşakça	1,50	20,00	1,00	50,00
Kabuklu	0,50	20,00	0,50	50,00
Balık	0,30	20,00	0,05	50,00

Çizelge 1.2. Sucul ortamlarda kabul edilebilir ağır metal değerleri (Anonim, 2008b)

Ağır Metal	Kabul Edilebilir Değer (mg/L)
Cu	0,01
Cd	0,01
Zn	0.003
Fe	0,7
Pb	0,1
Mn	1,0
Hg	0,004

1.1.2.1. Kurşun (Pb)

Kurşun atmosfere metal ve bileşik olarak yayılabilen her durumda toksik bir metaldir. Denizel ortamlarda kurşun alımı sıcaklık, tuzluluk, pH, sertlik gibi çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Sucul organizmalardan özellikle balık ve kabukluların solungaç, böbrek ve karaciğerlerinde birikirler ve uzun süreli bir yarılanmalar gösterirler. Kurşun miktarı ortalamaları balık ve deniz ürünlerinde 0.2-2,5 mg kg⁻¹; et ve yumurtada 0-3,7 mg kg⁻¹ arasında değişim göstermektedir (Uysal ve ark., 1989; Egemen, 2000).

Yüksek miktarlarda sürekli biçimde vücuda alınan kurşun, sinir sistemi hasarları, hemoglobin sentezinde azalma, kemik hastalıkları, anemi ve böbrek hastalıklarına neden olur (Goyer, 1993).

1.1.2.2. Bakır (Cu)

Bakır organizmaların büyüme ve gelişmeleri için temel bir elementtir. İnsan vücudunun tüm dokularında iz miktarda bulunur. Yüksek konsantrasyonlarda ise toksik etki yapar. İnsanlar için bu değer 100 ppm olarak saptanmıştır. Deniz alglerinin küllerinde, deniz mercanlarında, eklem bacaklılar ve yumuşakçaların çoğunda bakıra rastlanır (Uysal ve ark., 1989; Egemen, 2000).

Bakır elektrik ve elektronik sanayi, kimya ve boya sanayi, madeni kaplama işlemleri, inşaat sanayi ve tarımsal alanlarda sıkça kullanılmaktadır (Hem, 1985; Güler ve Çobanoğlu, 1997).

1.1.2.3. Kadmiyum (Cd)

Çok zararlı bir ağır metal olan kadmiyum genellikle çinko ile kompleks oluşturur. Çalışmalara göre kadmiyum en çok böbrekte birikmektedir (De Conto ve ark., 1999). En düşük konsantrasyonları bile sucul organizmalar için son derece zararlıdır. Kadmiyumun doğaya yayılım miktarları yıllık 25,000- 30,000 tondur ve bunun 4,000- 13,000 tonuna insan faaliyetleri neden olmaktadır.

Kadmiyum insan yaşamı için gerekli elementlerden biri değildir. Sudaki yüksek çözünürlüğü nedeniyle sucul canlılar tarafından biyolojik sistemlere alındığında insanlara kadar ulaşır. Su boruları, sigara dumanı, endüstriyel metal üretimi sonucu oluşan fabrika atıkları kadmiyum kaynaklarıdır. Kadmiyum içeriği 0,01mg/m³ olan havanın 14 günden fazla solunması kronik akciğer rahatsızlıklarına ve böbrek yetmezliğine neden olur. Aynı zamanda kadmiyumun akciğer ve prostat kanseri, kemik erimesi, kansızlık dişlerin dökülmesi gibi önemli negatif etkileri de vardır (Kahvecioğlu ve ark., 2003).

1.1.2.4. Demir (Fe)

Demir (Fe), çevremizde oldukça yaygın bir metaldir. Toprak ve kayalarda bol miktarda bulunur. Tüm canlıların yaşamak için demire ihtiyaçları vardır. Hemoglobinin temel bölümlerinden birini oluşturmakla birlikte insanlarda en büyük demir yüzdesi kırmızı kan hücrelerinde bulunurken kas ve dokularda az miktarlarda bulunur (Uysal, 1999). Demir normal olarak çözülme formdadır fakat doğal gerçekleşen birçok reaksiyonla çözülebilen bir form oluştururlar ve su kaynaklarını kirletirler. Bu sebepten aşırı demir sucul ortamlarda tehlike yaratmaktadırlar. Mıdye ve aglerin yapısında en fazla bulunan ağır metal demirdir (Uysal,1999).

1.1.2.5. Çinko (Zn)

Çinko doğada bileşik halinde bulunur ve çevresel riski diğer metallere oranla daha azdır. Çinko pH >7,7 olduğunda hidrolize olur ve organik ve inorganik maddelerle bileşik oluşturur (Jain, 2004). Çinkonun normal deniz suyu konsantrasyonu, 1-20 mg L⁻¹ dir. Deniz canlıları için toksik düzeyi ise 10 ppm sınırlarındadır (Uysal ve ark., 1989).

Çinko, sucul organizmalar tarafından karaciğer böcek ve kemik gibi dokularda birikim göstermektedir. Çinkonun yetersiz alımı 100'den fazla enzimi etkilemekte ve çeşitli hasarlara neden olmaktadır. Çinko eksikliğinde, koku tat duyusunda azalma, deri lezyonları ve büyüme eksiklikleri gözlenmektedir (Milhaud ve Mehennaoui,1988; Koizumi ve ark., 1989).

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Uysal ve ark. (1989), Ege denizi kıyılarındaki bazı midye ve balıklardaki Cu, Zn, Pb, Fe, Cd ve Hg düzeylerinin 1984-1988 yılları arasında yapılan analizlerinde; ağır metal değişimleri, pelajik balık türlerine nazaran midye türlerinde yüksek düzeylerde bulunmuştur. Ayrıca, ağır metal birikimleri, bölgelere göre değiştiği gibi türlere göre de değişim göstermektedir. Bu çalışmada, ağır metaller, balıklarda; Fe>Zn>Pb>Cu>Hg>Cd sıralamasını izlerken; midyelerde, Fe>Zn>Cu>Cd>Pb>Hg sıralaması belirlenmiştir. Kıyılarımızdaki hızlı ve kontrolsüz gelişime rağmen, araştırmada halk sağlığı bakımından tehlikeli düzeyde ağır metal birikimi gözlenmemiştir.

Leong ve Taner (1999), çalışmasında sedimentte meydana gelen ağır metal birikiminin deniz ortamındaki kirliliğin anlaşılması için önemli olduğu sonucuna varmıştır.

Balkıs ve Algan (2000), sedimentte eser metal çalışmalarında metallerin hangi jeokimyasal fazlarda birikmesinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu fazlardan Fe ve Mn oksit ve hidroksitler, organik madde ve kil mineralleri sedimentte metal birikiminde en önemli konsantrasyon edici bileşenlerdir.

Egemen (2000), yaptığı deneysel çalışmalar sonucunda, organizmalardaki ağır metal konsantrasyonlarının bölgeden bölgeye değişim gösterdiğini ortaya çıkarmıştır. Çalışmada; ağır metal konsantrasyonlarının kıyı bölgelerde ve kapalı denizlerde, açık denizlerden daha fazla olduğunu ortaya koymuş ve ağır metal birikim düzeyinin; yaş habitat ve beslenme davranışına bağlı olduğunu belirtmişlerdir. Bazı metallerin, canlı yaşamı için gerekli olsada; Hg, Pb, Cd, Cu, Cr, Zn ve Ni gibi metallerin, sucül ortamlarda yüksek konsantrasyonlarda toksik etki yaratabileceği vurgulanmıştır.

Dauvalter ve Rognerud (2001), Kuzey İskandinavya'daki Pasvik nehri (Finlandiya, Rusya ve Norveç ülkelerini kapsayan büyük nehir sistemi) sedimentlerindeki ağır metal kirliliğini araştıran bu çalışmada; 27 istasyondan sediment örneği almışlardır. Ni, Cu, Co, Zn, Cd, Pb ve Hg'nin miktarlarındaki yüksekliğin, bölgedeki maden atık sahalarından sızan ve biriken atık sulardan kaynaklandığı bildirilmiştir. Kirlilik açısından risk değerlendirmesi ve Hakanson risk indeksine göre; bu metallerin değerleri alt nehir yatağında yüksek, üst ve orta nehir yatağında düşük ve orta düzeyde tespit edilmiştir.

Topçuoğlu ve ark. (2002), Karadeniz kıyılarında yaptıkları çalışmalarında, denizlere taşınan ağır metallerin daha fazla dip sedimentlerinde, suda asılı partiküllerde ve canlılarda yoğunlaşmakta olduğu sonucuna varmışlardır. Ag, Hg, Cu, Cd ve Pb gibi ağır metallerin

doğal konsantrasyon düzeyleri arttığı durumlarda toksik etki yaptığı ve enzimleri inhibe ettiği görülmüştür. Topçuoğlu ve ark, birçok ağır metalin, gerekli olsun veya olmasın canlı organizmalar için potansiyel toksik ajan olduğunu ifade etmektedirler.

Canlı ve Atlı (2003), Doğu Akdeniz’de (Karataş) gerçekleştirdikleri çalışmalarında altı farklı Akdeniz balık türünün boyutları ölçülmüş, aynı zamanda; kas, solungaç ve karaciğerlerindeki Fe, Zn, Cu, Pb, Cd ve Pb gibi ağır metallerin miktarları belirlenerek bunlar arasındaki olası ilişkinin ortaya çıkarılmıştır. Ağır metaller en çok karaciğerde yer almakta olup, en yüksek Cd 4.50 µg/g, Cr 17.1 µg/g, Pb 41.2 µg/g ve Cu 202.8 µg/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Solungaçlarda en yüksek değer Fe 885.5 µg/g kuru ağırlık olarak belirlenmiştir. Araştırma balıkların boy ve ağırlıkları ile dokularındaki metal içerikleri doğrusal regresyon analiziyle ele alınmıştır. Bu analiz birkaç özel durum dışında metal konsantrasyonu ile balık boyutu arasında uyumsuz bir ilişki sunmuştur.

Sunlu ve ark. (2005), Kuzey Ege Denizi sedimentlerinde organik karbon (%) ve yanabilen madde (%) miktarlarının bulunmasının, sediment kalitesinin belirlenmesinde önemli parametrelerden birisi olduğu sonucuna varmışlardır.

Topçuoğlu (2005), Karadeniz kıyıları ve İstanbul Boğazında, 1984-2001 yılları arasında yaptığı çalışmada, midye ve yeşil alg gibi farklı deniz organizmalarındaki ortalama ağır metal konsantrasyonlarını tespit etmiştir. Midyede, Fe konsantrasyonu 400 µg/g iken, yeşil algde 300 µg/g, midyede Zn konsantrasyonu 90 µg/g iken, yeşil algde 100 µg/g, midyede Cu konsantrasyonu 10 µg/g iken, yeşil algde 15 µg/g ve midyede Pb konsantrasyonu 5 µg/g iken, yeşil algde 4 µg/g olarak belirlenmiştir.

Wang ve ark. (2005), Çin’in Tianjin bölgesinde halk sağlığı açısından bitki ve balıklarda yer alan Pb, Cu, Zn, Cd, Hg ve Cr metallerini araştırmıştır. Özgün metal değerleri (THQ<1) açısından bitki ve balıkların tüketilmesi özellikle çocuklar için risk oluşturduğu tespit edilmiştir. THQ>1 durumunda risk, çocuklar açısından daha da artmıştır.

Bergin ve ark. (2006), tarafından İzmir Körfezindeki ağır metal kirliliğine bentik foraminiferlerin ve ostrakodların tepkisini araştıran bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada 67 foraminifer, 22 ostrakod ve 16 adet sediment örneği kullanılmıştır. Araştırmacılar çalışmalarında, ağır metallerin özellikle körfezin iç kesimlerinde yer aldığını belirlemiştir. Körfezin orta ve dış kesimi, Gediz nehrinin boşaldığı yer hariç, düşük seviyelerde ağır metal içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Yaşamsal artış, fertlerin sayısındaki artış ve tür çeşitliliği; ağır metal içeriği nedeniyle, iç körfezden dışa doğru arttığı görülmüştür. En kirli olan iç körfez kesiminde bulunan *Ammonia tepida* türü, kirlilik indikatörü olarak

kullanılmıştır. Kirlilik ve onun yoğunluğu arttıkça, yaşamsal ortamın hızla değiştiği ve türlerin sayılarının azaldığı; faunanın bozulduğu tespit edilmiştir. Araştırmada ağır metallerin yoğun olduğu İzmir körfezi iç kesimi, foraminifer ve ostrakodların sayısının az ve kalitesinin düşük olduğu gözlenmiştir.

Kayhan ve ark. (2006), İstanbul balık halinden alınan midyeler (*M. galloprovincialis*) üzerinde yapılan çalışmada, midyelerde tespit edilen arsenik seviyelerinin, ülkemiz için kabul edilen değerler içerisinde olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada istatistiksel açıdan örnekler arasında anlamlı bir fark ($p < 0.005$) bulunamamıştır.

Özden ve Tunçer (2006), Çanakkale Boğazı güney sahillerinden dokuz istasyondan farklı yöntemler kullanılarak toplanan midyelerden *Mytilus galloprovincialis*, *Patella vulgata*, *Monodonta turbinata* ve alglerden *Ulva lactuca*, *Cystoseria barbata*, *Enteromorpha sp.* türlerinin Pb, Cd, Cu, Zn, Fe düzeyleri ve mevsimsel değişimleri araştırılmıştır. Tüm analizlerde ICP (İndüklenmiş Birleştirici Plazma) tekniği kullanılmış olup bulgular $\mu\text{g/g}$ yaş ağırlık cinsinden verilmiştir. Araştırma bulgularına göre, ağır metal konsantrasyonları; $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Cd}$ sırasını takip etmektedir.

Akyüz ve ark. (2007), Saroz Körfezi yüzey sedimentlerindeki toksik ve iz element analizlerini denetleyen çalışmalarında; Rb ve Sr ($r = 0.64$), Fe_2O_3 ve MnO ($r = 0.59$), Th ve La ($r = 0.71$), Th ve Ce ($r = 0.64$), Th ve Sm ($r = 0.60$) toksik ve iz elementlerini ve oranlarını belirlemişlerdir.

Altaş ve Büyükgüngör (2007), Karadeniz kıyı şeridi (500 m. kadar) ve açık sularında (5555 m. kadar), Mayıs 2000 ile Ekim 2001 tarihleri arasında, özellikle Ordu, Samsun ve Sinop civarında ve 32 istasyonda deniz suyunda ağır metal kirliliğini araştırmışlardır. Bu çalışma sonucunda, kıyı şeridi boyunca özellikle madencilik sahalarının olduğu yerlerde ağır metal kirlilik değerleri en yüksek değerlere yaklaşırken, açık denizde en yüksek değerlerin altında kaldığı belirlenmiştir.

Süren ve ark. (2007), Çanakkale Boğazı deniz suyunda Cd ve Pb ağır metallerini araştırdıkları çalışmalarında; kıyı, kıyıda uzakta ve derin kesimler olmak üzere üç farklı noktada, Cd ve Pb değerlerini belirlemişlerdir. Buna göre, Cd ve Pb değerlerine en çok kıyılarda ve derin kesimlerde rastlanmıştır. Bunun sebebinin, kıyıya yakın kesimlerdeki madencilik faaliyetleri olabileceği düşünülmüştür. Kıyı ve derin kesimlerdeki değerlerin yüksek olmasını boğazlardaki trafik ve nehrin atıklarına bağlamışlardır. Elde ettikleri sonuçları WHO, TSE ve EPA'ya göre yorumlamışlardır. Buna göre, tüm ağır metal değerleri, ortalama değerlerin üzerinde çıkmıştır.

Wong ve ark. (2007), Çin'in ilksel elektronik atıkların prosesinin yapıldığı Guiyu köyü sedimentlerinde iz metal içeriklerini araştırmışlardır. Guiyu civarındaki nehir sedimentlerinde; Cd, Ni, Cu, Pb ve Zn tespit edilmiştir. Sonuç olarak, evsel ve ilkel elektronik atıkların, Guiyu'daki atık proses sahasından çevredeki akarsulara iz elementlerin karıştığı ve bölgede ciddi bir tehlike içerdiği belirlenmiştir.

Yarsan ve ark. (2007), Marmara Denizi'nin kuzeyinde Yenikapı ve İstanbul Boğazı'nın Karadeniz'e açıldığı Anadolu Kavağı civarındaki midyelerde (*Elliptio buckleyi*) ağır metal kirliliğini araştıran çalışmalarında; Cu, Pb, Cd ve Hg konsantrasyonları (mg/kg) Yenikapıda; 0.64–2.11, 0.20–0.96, 0.56–1.40 ve 0.56–0.90 aralıklarda olup, Anadolu Kavağı'nda ise; 0.51–2.99, 0.08–0.32, 0.04–0.32 ve 0.07–0.42 dir. Yenikapıdaki değerler, Anadolu Kavağı'ndan yüksek çıkmıştır. Yenikapı'daki değerler, Avrupa Birliği kirlilik norm değerlerine göre yüksek bulunmuştur. Yenikapı 'daki değerlerin yüksek olmasının sebebi olarak; karadaki tarımsal faaliyetler, evsel atıklar ve endüstriyel faaliyetlerin, Yenikapı'dan akarsular aracılığı ile Marmara Kıyıları'na ulaşmasının bir nedeni olduğu düşünülmüştür.

Çevik ve ark. (2008), Doğu Karadeniz kıyılarında *M. galloprovincialis*'deki Cu, Zn ve Pb ağır metal düzeylerinin araştırıldığı bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada Akdeniz midyesinin dokularındaki Cu ve Pb konsantrasyonlarının Türkiye Denizleri için belirlenen ortalamaların çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Sarı (2008), Marmara Denizi'nin güneyine ulaşan Nilüfer, Simav, Gönen-Biga ve Kocasu nehirlerinin oluşturduğu kirliliği araştırmıştır. Bu çalışmada belirlenen ağır metaller; Cu, Pb, Zn, Ni ve Cr dir. Nilüfer nehri; Cu, Pb, Zn, Ni ve Cr ağır metallerini kapsamaktadır. Simav nehri; Pb'ce zengindir. Gönen-Biga nehri; Cr ve Pb'ce zengindir. Kocasu nehrinde; Zn, Cr ve Pb ağır metalleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, Güney Marmara'nın yüzey sedimentlerinde yüksek Zn, Cr ve Pb konsantrasyonları nehirler boyunca taşındığı tespit edilmiştir.

Wallenstein ve ark. (2008), farklı ekolojik koşullar altında Sao Miguel Adası kıyılarının denizel alglerindeki ağır metal düzeylerini araştıran çalışmayı yapmışlardır. Endüstriyel aktiviteden uzak olmasına rağmen, son 20 yıldır turist akımına uğramış bölgedeki kirlilik, mevsimsel yağışlar ve tarımsal kullanım başta olmak üzere zararlı bitki ve hayvanları öldürmek için kullanılan kimyasallar ve bunun yanısıra meralardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca kirlilik bölgede sığ sulardaki volkanik aktiviteye bağlı hidrotermal çıkışlarla da ilgili olduğu görülmüştür. Kirlilik parametresi olan Pb, Hg, Cu,

Zn ve Fe'nin yüksek değerlerinin kentsel alanlara yakın bölgelerde fazla olduğu görülmüştür.

Gilbert ve ark. (2009), Barcelona Limanının yeniden açılan bölümündeki yüzey sedimentlerinde; Hg, Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, Cr ve As ağır metal konsantrasyonlarını araştırdıkları çalışmalarında; limanın yeni bölümünün açılmasından önce Pb, Cu, Cr ve Zn ağır metal konsantrasyonlarının 30 mg kg^{-1} ; Hg, Cd, As ve Ni konsantrasyonlarının ise 50 mg kg^{-1} olduğu (<1) ve kirlilik açısından önemli değerlere sahip olduğu görülmüştür. Limanın yeni bölümü inşaa edildikten sonra yapılan ölçümlerde, liman içerisindeki suyun yer değiştirme oranının artmasıyla yukarıdaki değerlerin düştüğünü, kirlilik açısından düşük değerlere ulaşıldığını ve bentik yaşam için uygun hale geldiğini belirlemişlerdir.

Yılmaz (2009), Muğla'nın Köyceğiz Gölünde ticari üç balık türünün dokularında yaptığı ağır metal konsantrasyonlarına ait analitik çalışma sonucunda bulunan değerlerin; Türk Gıda Kodeksi, Avrupa Birliği ve Dünya Sağlık Örgütünün belirlemiş oldukları değerler açısından yüksek olması nedeniyle riskli olduğunu tespit etmiştir. Metal konsantrasyonları arasındaki istatistiki farkın önemli olup ($p<0.05$), metaller arasında değişen oranlarda korelasyon katsayılarını bulmuştur.

Balkıs ve ark. (2010), Gökova Körfezinde, 2005-2006 yılları arasında, sedimentte, askıda katı maddede ve sularda ağır metalleri (Fe, Mn, Pb, Cu, Cd, Hg, Ni) belirlemeye çalışmışlardır. Gökova Körfezindeki askıda katı maddede, sularda ve sedimentlerde yüksek oranda ağır metal içeriğine rastlanmıştır. Bu ağır metallerin kaynağının körfezin güney doğusunda yer alan madencilik faaliyetleri ile evsel ve endüstriyel kaynaklı karasal bir girdi olduğunu belirtmişlerdir. Sular ve askıda katı maddede ağır metal dağılımlarında önemli farklılıklar belirlenememiştir. Bunun sebebini araştırmacılar, körfezdeki çökelme hızının yavaş olmasına dayandırmaktadırlar.

Chen ve ark. (2010), Güney Çin denizinin kuzeyinde yer alan Daya Körfezindeki Porites mercanları üzerinde ağır metal kirliliğini araştırmışlardır. Bu çalışmada, metallerin Ca'ya oranlarına uzun periyotta bakılmıştır. Fe ve Mn, 32 yılda (1976-2007) bir artış göstermezken, bunların Ca'ya oranlarının 1980'de küçük bir artış sunması, bölgede kurulan nükleer santralle ilişkilidir. Zn'nin son 14 yılda büyük artış sunmasının nedeni, evsel ve endüstriyel lağım sularından kaynaklanmaktadır. Körfezdeki mercanlarda akut (Fe ve Mn) ve kronik (Zn) ağır metal kirliliği son 32 yılda yüksek seviyelere ulaştığı görülmüştür.

Karafistan ve Ormancı (2010), Çanakkale boğazı güney sahillerindeki *Mytilus galloprovincialis*'deki metal içeriğinin (Pb, Cu, Cd, Ni, Al ve Zn) araştırıldığı

çalışmasında; Cu, Cd ve Zn'nin yiyecek indeks değerleri açısından zaman zaman ortalama değerleri aştığını belirtmektedirler. Akdeniz midyelerindeki metal içeriğinin ($p < 0.05$) sırasıyla $Pb > Cd > Cu$ oranına sahip olduğunu, tüketilme sıklığı da dikkate alındığında bu midye türünün zaman zaman güvensiz olabileceği vurgulanmıştır. Bölgedeki madencilik faaliyetleri ve diğer endüstriyel atıkların kirlilik kaynağı olduğu belirtilmektedir.

Onsait ve ark. (2010), Çin'in Fujian bölgesindeki balık kafesinde yaşayan iki denizel kültür balığında; balıkların kas, karaciğer ve midelerindeki Ag, As, Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Se ve Zn konsantrasyonlarını halk sağlığı açısından araştırmışlardır. Buna göre; As, Cd, Se ve Zn konsantrasyonlarının çok yüksek düzeyde olduğu hatta As seviyesinin ulusal standartların ($> 1,0$ mg/g) üzerinde olduğu görülmüştür. Ancak EPA'nın günlük alınması gereken referans doz rehberine göre ise en yüksek değeri aşmadığı tespit edilmiştir. Diğer elementler, uluslararası izin verilen değerleri geçmediği tespit edilmiştir.

Öztürk ve ark. (2010), Foça sahillerinde baskın makroalg türleri, *Mytilus galloprovincialis* ve sediment örneklerindeki ağır metal içeriğini araştırdıkları çalışmada; *Mytilus galloprovincialis* için Pb 0,107- 0,768 mg/kg kuru ağı.; Cu 0,009- 0,112 mg/kg kuru ağı.; Zn 0,025- 0,037 mg/kg kuru ağı. değerleri arasında bulunmuştur. *Ulva rigida* için Pb 0,003- 0,0045 mg/kg kuru ağı. Cu 0,021- 0,029 mg/kg kuru ağı. Zn 0,012- 0,021 mg/kg kuru ağı. ölçülmüştür. Sediment için Pb 0,0189- 0,984 mg/kg kuru ağı. Cu 0,008- 0,394 mg/kg kuru ağı. Zn 0,027- 0,066 mg/kg kuru ağı. değerleri arasında tespit edilmiştir.

Papastergios ve ark. (2010), Kuzey Ege Denizinin kıyısına yakın endüstriyel bölgedeki (Kavala ve Filippos Limanı) potansiyel toksik bileşenlerin dağılımını sediment örnekleri üzerinde araştırmışlardır. Bu çalışmada ortaya çıkan major ve iz element dağılımına göre, fosforik gübre sanayi (Al, Cl, Fe, K, Mg, Na, P, S, Ag, As, Cd, Ce, Hg, La, Mo, Pb, Sb, Se, U ve Y) ve diğer endüstriyel aktiviteler (B, Ba, Co, Cr, Cu, Cs, Ga, Ge, Li, Mn, Ni, Rb, Sn, Th, Ti, V, W, Zn ve Zr) etkin rol oynamadığı tespit edilmiştir.

Uluturhan (2010), çalışmasında Ege Denizi'nin doğusundaki iki bölgenin, 2001 yılı mayıs ayında, Saroz ve Gökova Körfezlerinin yüzey sedimentlerindeki ağır metal içeriklerini araştırmıştır. Sırasıyla Saroz ve Gökovada; Pb, Cr, Zn, Mn ve Ni ile Pb, Cr, Ni ve Mn tespit edilmiştir. Her iki bölgenin sedimentlerinde de Cu, Hg, Cd kirlilik açısından tespit edilememiştir. Saroz Körfezinde Pb ve Zn için orta derecede kirlilik tespit edilmiştir. Ni açısından her iki körfezde, oldukça yüksek bir kirlilik faktörü mevcuttur.

Yılmaz ve Sadıkoğlu (2011), Çanakkale'nin Kepez Limanı civarındaki deniz suyundaki ağır metal kirliliğini araştıran çalışmalarında; çevresel kirliliğin düzeylerini belirlemeye çalışmışlardır. Deniz suyu örnekleri, Çanakkale Boğazı ve Kepez Limanının

yakın kesimlerinden Haziran 2007'de örneklenmiştir. ICP-AES yöntemiyle ağır metaller belirlenmiş, Cd ve Pb değerleri sırasıyla; 73,80 mg L⁻¹ ve 9,39 mg L⁻¹olarak ölçülmüştür. TSE, WHO ve EPA kriterlerine göre, Cd ve Pb'nin maksimum değerleri geçtiği belirlenmiştir. Bu değerlerin deniz suyunun üst yüzeylerinde olduğu sonucuna da varılmıştır. Bu kirliliğe neden olan unsurun, boğaza bağlanan ana nehir yatağından kaynaklandığı belirtilmektedir. Bunun yanısıra, limandaki faaliyetlerin de etkin rol aldığı düşünülmüştür. 2005 yılındaki değerlerle karşılaştırıldığında, 2007 yılı değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Araştırmada bu değerlerin Kepez limanındaki tesisleşmeye paralel olarak artacağı düşünülmektedir.

Bingöl ve ark. 2012 yılında Kocaeli Dilovası civarındaki sularda ağır metallerin düzeylerini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında; 10 farklı istasyondan alınan su örneklerinde, kemometrik ölçüm yöntemiyle; Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Pb ve Hg değerlerine bakılmıştır. Uygulanan farklı istatistiksel analizler sonucunda; Mn, Ni, Cu, Zn ve As değerleri ortalama değerlere yakın çıkarken; Co, Cd, Pb ve Hg değerleri ortalama değerlerden oldukça yüksek çıkmıştır.

Yalçınve ark. (2013), Doğu Akdeniz'de yer alan Mersin Körfezi'nde kıyı sedimentlerindeki ağır metalleri araştıran çalışmasında; Cr, Mn, Sr, Ni, V, Zn, Co, Zr, Rb, Ce, Cu, Sc, Li, Y, Pb, As, Nb, Mg, Fe, Al, Th ve U tespit etmişlerdir. Bunlardan; Ni, Fe ve Al yüksek konsantrasyonlarda; Cr, Ti ve Mn ise orta düzeyde görülmüştür. Bu metallere Cr, Mn, Ni, Zn, Co, Cu, Pb, Mg, Al, Cd, Sb ve Ti toksik etkiye sahip olabilecek düzeyde iken; As, Ag, Fe, Mo ve Sn miktarlarının dikkatle izlenmesi gerektiği belirtilmektedir. Al, Fe, Ti, Mn, Cr, Ni, Co, Pb, Zn ve V özellikle Susanoğlu ve Kızkalesi civarındaki kıyı kumlarında alarm vermediği ve Cr, Ni, Co, Mg, Ti, Fe ve Mn'nin Mersin ofiyolitik kayalarından gelmekte olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, bu bölgedeki endüstriyel faaliyetler, turizm ve hızlı nüfus artışına da dikkat çekilmiştir.

Denizkestanesi türü olan *Paracentrotus lividus*'un kimyasal bileşimlerini ve biometrikal ölçümlerini inceleyen Dinçer ve Caklı (2007), *P. lividus*'un gonadlarında aminoasit içeriği, pH ve nükleik asit değerleriyle birlikte, kestanede ham protein, aminoasit içeriği, kül, toplam yağ ve nem analizleri yapmışlardır.

İspanya, Portman Körfezi'nde ağır metal kirliliğinin indikatörü olan deniz kestaneleri'nin (*Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*) kalkerleri iskeletleri Auernheimer ve Chinchon (1997) tarafından incelenmiştir. Mn, Fe, Zn, Pb analizleri yapılarak 2 türün sonuçları karşılaştırılmış ve *P. lividus*' un plaka ve omurgasında bu değerlerin *A. lixula*'ya göre daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Warnau ve ark. (1997) Akdeniz *Poseidonia ocanica* ekosistemlerinde *Paracentrotus lividus* 'un ağır metal dağılımlarının mevsimsel ve coğrafik değişimlerini incelemişlerdir. Çalışmada Zn, Pb, Cd, Fe, Cr ve Cu analizleri yapılmış, vücut kısımlarının, örneklerle dönemlerinin ve örnekleme alanlarının metal konsantrasyonlarını etkilediği gözlenmiştir.

Arslan ve Parlak (2007), denizkestanesi *A. lixula* ' da nonylphenol (NP) ve octylphenol (OP) ' un embriyo toksik etkilerini incelemişlerdir. *A. lixula* ' nın *P. lividus* 'a göre OP ve NP ye karşı embriyonik gelişmede daha dirençli olduğu gözlenmiştir.

Kitching ve Ebling (1961) *P. lividus* ile deniz algleri arasındaki ilişkiyi incelemiş, *P. lividus* 'un sublittoral zonun kıyı bölgelerinde yaşadığını; deniz çayırının bol olduğu alanlarda türün popülasyonunun azaldığını ortaya koymuşlardır.

Tortonese ve Vadon (1987), tarafından yapılan çalışmada *P. lividus* 'un Akdeniz 'de 0-80m, *A. lixula* 'nın ise 0-50 m 'ler arasında dağılım gösterdikleri açıklanmaktadır.

Dalgalara açık ve kapalı konumdaki alanlarda *P. lividus* ile ilgili yapılan bir çalışmada dalgalara kapalı alandaki bireylerin gonadlarının diğerlerine göre önemli derecede büyük olduğu ve daha kısa süre içerisinde yumurtlama olgunluğuna ulaştıkları belirlenmiştir (Bryne, 1990).

Bulleri vd., (1999), Kuzeydoğu Akdeniz 'de yaşayan iki deniz kestanesi türünün (*P. lividus*, *A. lixula*) denize dik inen substrat üzerindeki dağılımını ve bolluğunu incelemişler, deniz kestanelerinin makrobentik alglerin dağılımını etkiledikleri; kayalık alanlarda simbiyotik yaşam süren diğer omurgasız türlerin popülasyon yapısı üzerinde de önemli bir etki gösterdikleri belirlenmiştir.

Guettaf ve ark., (2000), tarafından, Güneybatı Akdeniz 'deki *P. lividus* bireyelerinin nisan-mayıs ayları ile ağustos-eylül arasında yumurtladıkları tespit edilmiştir.

Crook ve ark., (2000) Akdeniz 'deki *P. lividus* 'un günlük göçleri üzerine yaptığı çalışmada, genç deniz kestanelerinin daima kayaların altında bulunduğunu, daha büyük boy gruplarının ise kayaların alt ve üst yüzeyleri arasında hareket ettiklerinin tespit etmişlerdir.

Barnes ve Crook (2001), tarafından *P. lividus* 'un kayaların alt ve üst yüzeyleri arasındaki göçte, *P. lividus* 'un büyüklüğü, göç davranışı, substratumun tipi, gün uzunluğu ve predator yoğunluğunun etkili olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Örneklemeye Metodu

Çanakkale Boğazı ve Gökçeada'da 11 istasyondan iki Echinodermata türü olan *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula*'da ağır metallere Zn, Pb, Cd, Fe, Cu kirliliği tespiti için mevsimsel olarak toplanmıştır. Araştırmada biyomonitör olarak bilinen deniz kestanesi türlerinden *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula*; denizel aktivitelerin çok olduğu Çanakkale Kıyılarından ve kontrol bölgesi olarak insan ve denizcilik aktivitelerinden uzak Gökçeada Kıyılarından mevsimsel olarak toplanmıştır. Çanakkale Boğazı'nda; Gelibolu İskelesi, Eceabat İskelesi, Çamburnu İskelesi, Kilitbahir İskelesi, Çanakkale İskelesi, Dardanos İskelesi ve Gökçeada'da ise; Gizli Liman, Yıldız Koy, Laz Koyu ve Mavi Koy istasyonları örneklemeye istasyonlarıdır. Serbest dalış tekniğiyle 0-4m derinlikten toplanan ergin bireyler eldiven ve file yardımıyla toplanmıştır. Her istasyondan 20 adet ergin birey toplanmıştır. Deniz suyu içerisinde plastik kaplarla canlı olarak laboratuvara getirilen örneklerin çapları kumpas ile ölçülmüş ve ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır.

3.1.1. Biyolojik Örneklerin Hazırlanması ve Analizi

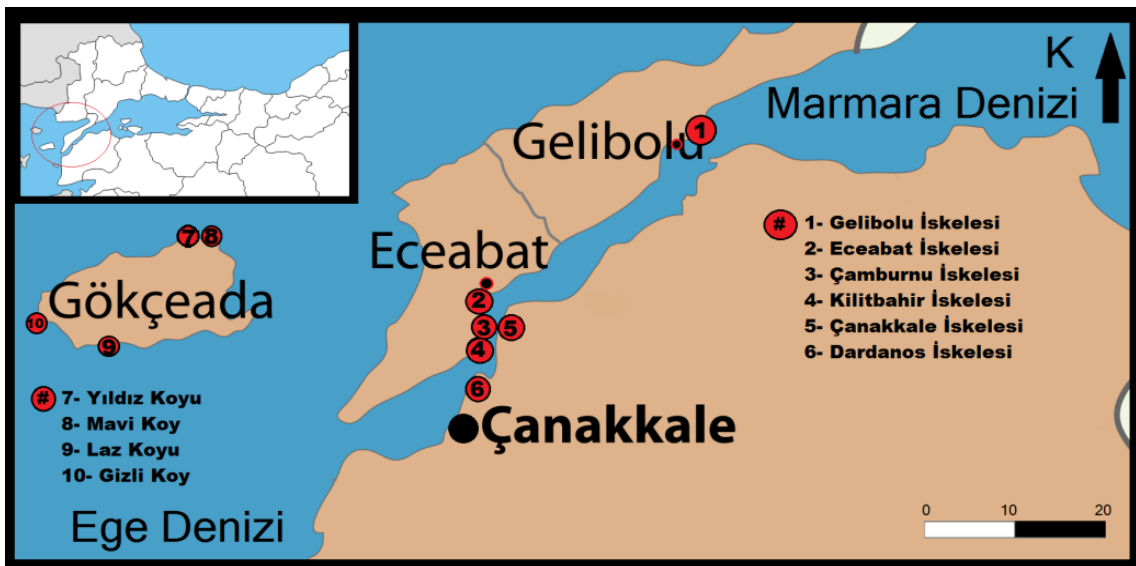
Çapları ölçülen ve ağırlıkları tartılan örneklerin disseksiyon işlemleri, inox paslanmaz pens, bisturi, ve disseksiyon makası yardımıyla gerçekleştirilmiş üreme organları (gonad) ve iç organları ayrılmıştır. Analizlerde dişi ve erkek bireylerden temin edilen gonad ve iç organlar kullanılmıştır. Daha sonra 105° dereceye ayarlanmış etüvde 12 saat, darası alınmış petripler içinde kurutulmuşlardır. Kurutulmuş örnekler, porselen havanda iyice dövülmüş ve ısıya dayanıklı prex erlenlerle tartılarak konulmuştur. Tüm örnekler HNO₃:HClO₄ (5:1) (Merck) oranında asit ilave edildikten sonra ilk mineralizasyon işlemi başlatılmıştır (Atabeyoğlu ve Atamanalp, 2010). Mineralizasyon işleminin ardından örnekler ÇOBİLTUM laboratuvarına analiz için teslim edilmiş. ICP cihazı ile analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Hot plate üzerinde mineralizasyon işlemi (Orijinal)

3.2. Örnekleme İstasyonları

Tez çalışması için Çanakkale'den altı, Gökçeada'dan dört olmak üzere toplam on istasyon belirlenmiştir (Çizelge 3.1). Bu istasyonlar Çanakkale'den; Gelibolu, Eceabat, Çamburnu, Kilitbahir, Çanakkale ve Dardanos iskeleleri, Gökçeada'dan; Yıldız Koyu, Mavi Koy, Laz Koyu ve Gizli Liman'dır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Çalışma alanı ve civarının morfolojisini gösteren harita (Orijinal)

Çizelge 3.1. Çalışma alanındaki istasyonların yer, konum ve habitat bilgileri

İstasyon no	İstasyon İsmi	Enlem (kuzey)	Boylam (güney)	Habitat Yapısı
1	Gelibolu İskelesi	40° 24' 19"	26° 40' 12"	Kumluk
2	Eceabat İskelesi	40° 11' 03"	26° 21' 36"	Kumluk
3	Çamburnu İskelesi	40° 10' 12"	26° 21' 57"	Kumluk
4	Kilitbahir İskelesi	40° 09' 06"	26° 22' 42"	Kumluk
5	Çanakkale İskelesi	40° 09' 02,6"	40° 09' 02,6"	Kumluk
6	Dardanos İskelesi	40° 4' 26"	26° 21' 33"	Kumluk
7	Yıldız Koyu	40°14' 05,2"	25° 54' 14,3"	Taşlık, Kayalık
8	Mavi Koy	40° 13' 04,2"	40° 13' 04,2"	Kumluk, Taşlık
9	Laz Koyu	40° 06' 00,0"	25° 47' 02,4"	Kumluk kayalık
10	Gizli Liman	40° 07' 28,8"	25° 40' 22,5"	Taşlık, Kayalık

3.2.1. İstasyon 1



Şekil 3.3. Gelibolu İstasyonu örnekleme yeri (Orijinal)

3.2.2. İstasyon 2



Şekil 3.4. Eceabat İstasyonu örnekleme yeri

3.2.3. İstasyon 3



Şekil 3.5. Çamburnu İstasyonu örnekleme yeri (Orijinal)

3.2.4. İstasyon 4



Şekil 3.6. Kilitbahir İstasyonu örnekleme yeri(Orijinal)

3.2.5. İstasyon 5



Şekil 3.7. Çanakkale İskelesi İstasyonu örnekleme yeri(Orijinal)

3.2.6. İstasyon 6



Şekil 3.8. Dardanos İstasyonu örnekleme yeri(Orijinal)

3.2.7. İstasyon 7



Şekil 3.9. Yıldız Koy İstasyonu örnekleme yeri (Orijinal)

3.2.8. İstasyon 8



Şekil 3.10. Mavi Koy İstasyonu örnekleme yeri(Orijinal)

3.2.9. İstasyon 9



Şekil 3.11. Laz Koyu İstasyonu örnekleme yeri(Orijinal)

3.2.10. İstasyon 10



Şekil 3.12. Gizli Liman İstasyonu örnekleme yeri (Orijinal)

3.2. İstatistiksel Analizler

Bu tez çalışması sonucunda elde edilen *Paracentrurus lividus* ve *Arbacia lixula* verilerinin istatistiksel analizlerinde mevsimsel karşılaştırmalar için Ki-Kare Testi kullanılmıştır. Ki-kare (X^2) testi özellikle sosyal bilimler alanındaki araştırmacılarca çok çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Uyumluluk seviyesi testi, ilişkilerin var olup olmadığının testi ve iki değişkenin birbirinden bağımsız olup olmadıklarının testi kullanım alanlarından bazılarıdır. Esasen X^2 testi sadece ilişkilerin tespitinde değil, değişkenler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde de kullanılmaktadır. X^2 analizi frekans dağılımları üzerinden hesaplanmaktadır ve şekil itibariyle X^2 dağılımı sola çarpık (pozitif) bir dağılım gösterir (Altunışık vd., 2007).

Paracentrotus lividus ve *Arbacia lixula*'da mevsimlerin karşılaştırılmasında ilk dört örnekleme mevsiminin (Sonbahar 2014, Kış 2014 ve İlkbahar 2015 ve Yaz 2015) dikkate alınan özellikler bakımından karşılaştırılması yapılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde biyolojik materyaller için elde edilen araştırma bulguları sunulmaktadır. Burada, *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula*'nın alındığı istasyonların analizi sonucunda ortaya çıkan Pb, Cu, Zn ve Fe değerlerinin ki-kare analizine göre ilişki düzeyleri verilmektedir.

4.1. *Paracentrotus lividus* Mevsimsel Verileri

Çizelge 4.1'e bakıldığında anlaşılacağı gibi *P. lividus* türüne kış mevsiminde 2 numaralı Eceabat istasyonu, 3 numaralı Çamburnu istasyonu, 4 numaralı Kilitbahir istasyonu ve 5 numaralı Çanakkale istasyonunda rastlanmamıştır. Yeterli sayıda ergin birey gözlenemediği için örnekleme yapılamamıştır. *Paracentrotus lividus* türüne ait ağırlık ve çap verileri ölçülmüştür. Bu türe ait ortalama ağırlık ve çap verileri mevsimsel olarak Çizelge 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5' de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Örnekleme yapılan *Paracentrotus lividus*'a ait istasyonlar

İstasyon/ Mevsim	Sonbahar'14	Kış'14	İlkbahar'15	Yaz'15
Gelibolu	+	+	+	+
Eceabat	+	-*	+	+
Çamburnu	+	-*	+	+
Kilitbahir	+	-*	+	+
Çanakkale	+	-*	+	+
Dardanos	+	+	+	+
Yıldız Koy	+	+	+	+
Mavi Koy	+	+	+	+
Laz Koy	+	+	+	+
Gizli Liman	+	+	+	+

-*: Örnek bulunamamıştır.

Çizelge 4.2. Sonbahar'14 dönemine ait *P. lividus* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
GELİBOLU	17	6,95±0,46	45,41±9,22
ÇAMBURNU	20	6,44±0,31	29,34±4,34
ECEABAT	20	6,37±0,32	32,76±5,61
KİLİTBAHİR	20	6,63±0,41	34,71±5,36
ÇANAKKALE	20	6,44±0,49	28,07±7,97
DARDANOS	20	7,76±0,32	61,94±7,24
YILDIZ KOY	22	9,19±0,48	80,65±13,99
MAVİ KOY	22	9,32±0,40	85,67±11,71
LAZ KOYU	20	7,10±0,65	46,02±12,41
GİZLİ LİMAN	20	7,85±0,61	51,15±11,65

Çizelge 4.3. Kış'14 dönemine ait *P. lividus* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
GELİBOLU	20	6,84±0,31	53,18±5,27
ÇAMBURNU	20	.*	.*
ECEABAT	20	.*	.*
KİLİTBAHİR	20	.*	.*
ÇANAKKALE	20	.*	.*
DARDANOS	20	7,22±0,44	59,70±9,17
YILDIZ KOY	22	8,25±0,46	67,47±13,07
MAVİ KOY	20	8,91±0,67	80,14±20,08
LAZ KOYU	20	7,90±0,58	53,45±9,78
GİZLİ LİMAN	20	7,82±0,64	27,65±4,48

.*: Örnek bulunamamıştır.

Çizelge 4.4. İlkbahar'15 dönemine ait *P.lividus* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
GELİBOLU	20	6,45±0,61	43,84±8,70
ÇAMBURNU	20	6,60±0,39	34,42±3,50
ECEABAT	20	6,95±0,55	41,78±8,77
KİLİTBAHİR	20	6,57±0,46	40,60±5,70
ÇANAKKALE	20	6,18±0,33	36,15±7,37
DARDANOS	20	7,13±0,47	57,81±8,30
YILDIZ KOY	20	8,31±0,49	78,28±15,89
MAVİ KOY	20	8,84±0,60	87,46±13,46
LAZ KOYU	20	7,65±0,44	51,04±10,01
GİZLİ LİMAN	20	7,63±0,47	55,42±13,10

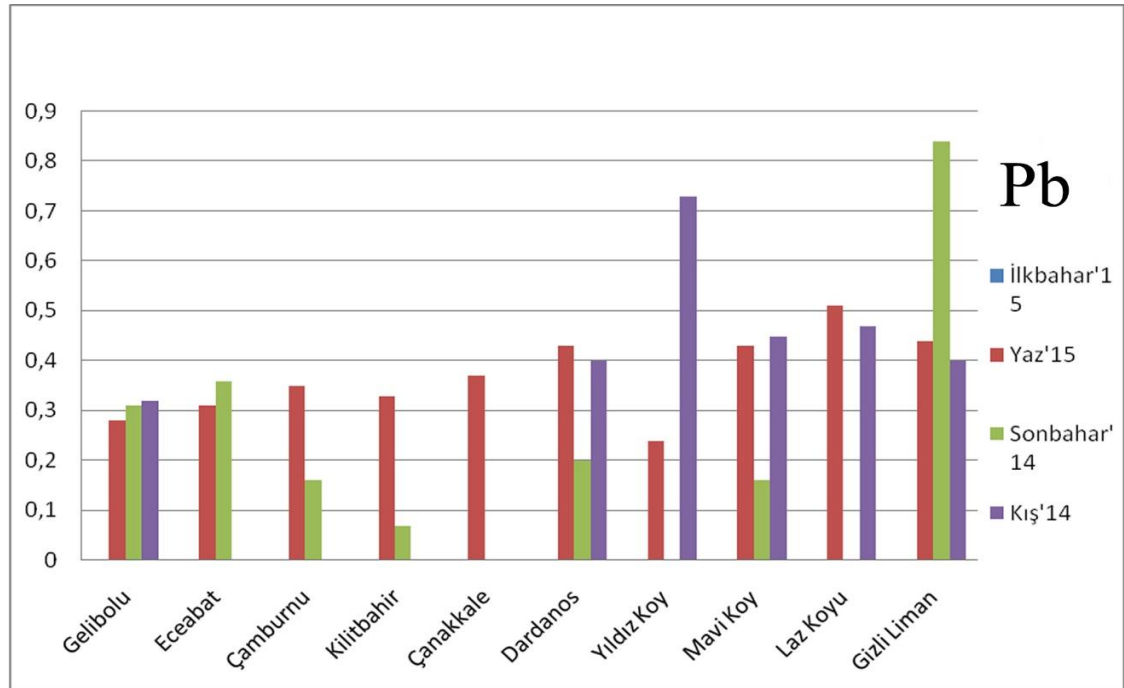
Çizelge 4.5. Yaz'15 dönemine ait *P. lividus* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
GELİBOLU	20	6,73±0,36	46,07±8,64
ÇAMBURNU	20	6,34±0,37	38,50±6,94
ECEABAT	20	6,70±0,35	38,37±5,51
KİLİTBAHİR	20	6,68±0,32	39,57±6,13
ÇANAKKALE	20	6,86±0,44	45,20±8,09
DARDANOS	20	6,90±0,36	52,45±6,01
YILDIZ KOY	15	8,31±0,50	70,30±13,30
MAVİ KOY	19	7,13±0,48	45,32±8,32
LAZ KOYU	20	7,52±0,60	46,25±7,32
GİZLİ LİMAN	12	7,46±0,75	44,75±12,64

Çizelge 4.6. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Pb	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,23	0,28	0,31	0,32	0,30±0,20
Eceabat	0,28	0,31	0,36	-*	0,34±0,35
Çamburnu	0,3	0,35	0,16	-*	0,26±0,13
Kilitbahir	0,31	0,33	0,07	-*	0,20±0,18
Çanakkale	-*	0,37	-*	-*	0,37
Dardanos	0,37	0,43	0,2	0,4	0,34±0,12
Yıldız Koy	0,33	0,24	-*	0,73	0,49±0,34
Mavi Koy	0,21	0,43	0,16	0,45	0,35±0,16
Laz Koyu	0,46	0,51	0,26	0,47	0,49±0,02

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.1. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Pb konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.6), *Paracentrotus lividus* (gonad)'daki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Yıldız Koy ve Gizli Liman istasyonlarıdır. Gizli Liman'da Sonbahar 2014'de Pb konsantrasyonu 0,84 $\mu\text{g/g}$ olarak en yüksek değerine ulaşırken, Kilitbahir'de sonbahar 2014'de 0,07 $\mu\text{g/g}$ ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.1). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

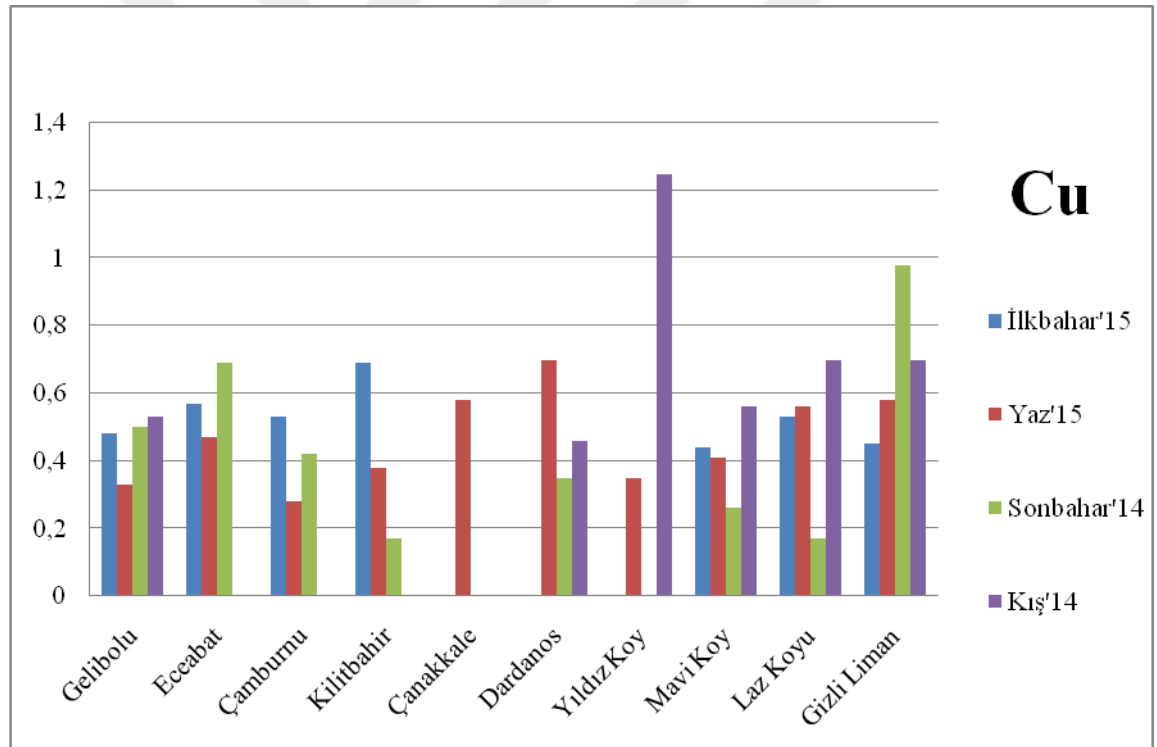
İst. 10 > İst. 5 > İst. 9 = İst. 7 > İst. 8 > İst. 6 = İst. 2 > İst. 1 > İst. 3 > İst. 4

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.7. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

Cu	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,48	0,33	0,5	0,53	0,46±0,08
Eceabat	0,57	0,47	0,69	-*	0,57±0,11
Çamburnu	0,53	0,28	0,42	-*	0,41±0,12
Kilitbahir	0,69	0,38	0,17	-*	0,41±0,26
Çanakkale	-*	0,58	-*	-*	0,58
Dardanos	0,49	0,7	0,35	0,46	0,50±0,14
Yıldız Koy	0,52	0,35	-*	1,25	0,70±0,47
Mavi Koy	0,44	0,41	0,26	0,56	0,41±0,12
Laz Koyu	0,53	0,56	0,17	0,7	0,49±0,22
Gizli Liman	0,45	0,58	0,98	0,7	0,67±0,22

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.2. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Cu konsantrasyonları ($\mu\text{g/g}$ kuru ağı.)

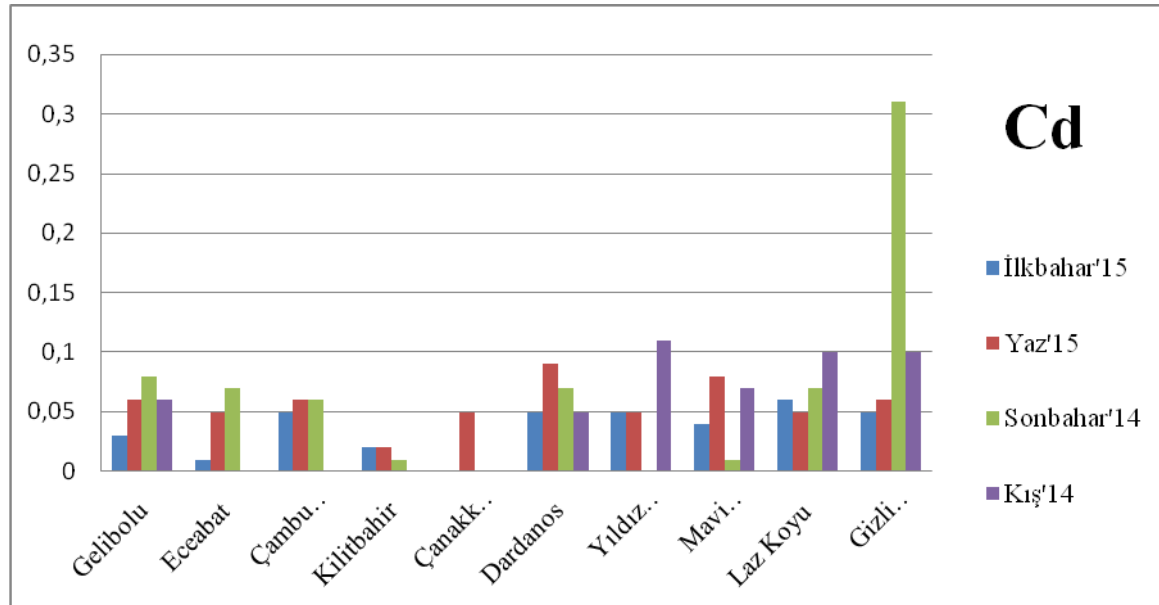
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.7), *Paracentrotus lividus* (gonad)'daki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Yıldız Koy ve Gizli Liman istasyonlarıdır. Yıldız Koy'da Kış 2014'de Cu konsantrasyonu 1,25 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Kilitbahir ve Laz Koyu'nda Sonbahar 2014'de 0,17 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.2). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

İst. 7 > İst. 10 > İst. 5 > İst. 2 > İst. 6 > İst. 9 > İst. 1 > İst. 3 = İst. 4 = İst. 8 şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.8. *Paracentrotus lividus*(Gonad) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cd	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,03	0,06	0,08	0,06	0,05±0,02
Eceabat	0,01	0,05	0,07	-*	0,04±0,03
Çamburnu	0,05	0,06	0,06	-*	0,05±0,005
Kilitbahir	0,02	0,02	0,01	-*	0,20±0,18
Çanakkale	-*	0,05	-*	-*	0,05
Dardanos	0,05	0,09	0,07	0,05	0,06±0,01
Yıldız Koy	0,05	0,05	-*	0,11	0,07±0,03
Mavi Koy	0,04	0,08	0,01	0,07	0,05±0,03
Laz Koyu	0,06	0,05	0,07	0,1	0,07±0,02
Gizli Liman	0,05	0,06	0,31	0,1	0,13±0,12

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.3. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

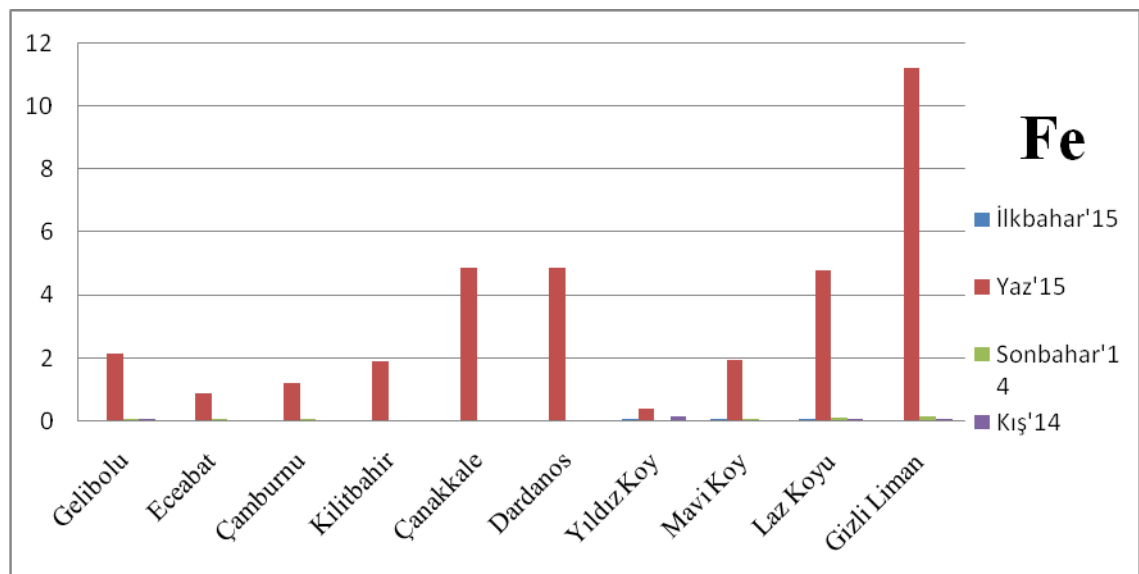
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.8), *Paracentrotus lividus* (gonad)'daki Cd verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman istasyonudur. Gizli Liman'da Sonbahar 2014'de Cd konsantrasyonu 0,31 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Kilitbahir ve Mavi Koy'da Sonbahar 2014'de 0,01 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.3). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

İst. 4 > İst. 10 > İst. 7 = İst. 9 > İst. 6 > İst. 8 = İst. 1 = İst. 3 = İst. 5 > İst. 2
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.9. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Fe	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,03	2,15	0,06	0,04	0,57±1,05
Eceabat	0,01	0,9	0,08	-*	0,33±0,49
Çamburnu	0,02	1,2	0,06	-*	0,42±0,67
Kilitbahir	0,01	1,92	0,02	-*	0,65±1,09
Çanakkale	-*	4,87	-*	-*	4,87
Dardanos	0,02	4,86	0,02	0,01	1,22±2,42
Yıldız Koy	0,05	0,42	-*	0,15	0,20±0,19
Mavi Koy	0,06	1,95	0,07	0,03	0,52±0,94
Laz Koyu	0,04	4,79	0,11	0,06	1,25±2,36
Gizli Liman	0,01	11,17	0,16	0,05	2,84±5,54

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.4. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

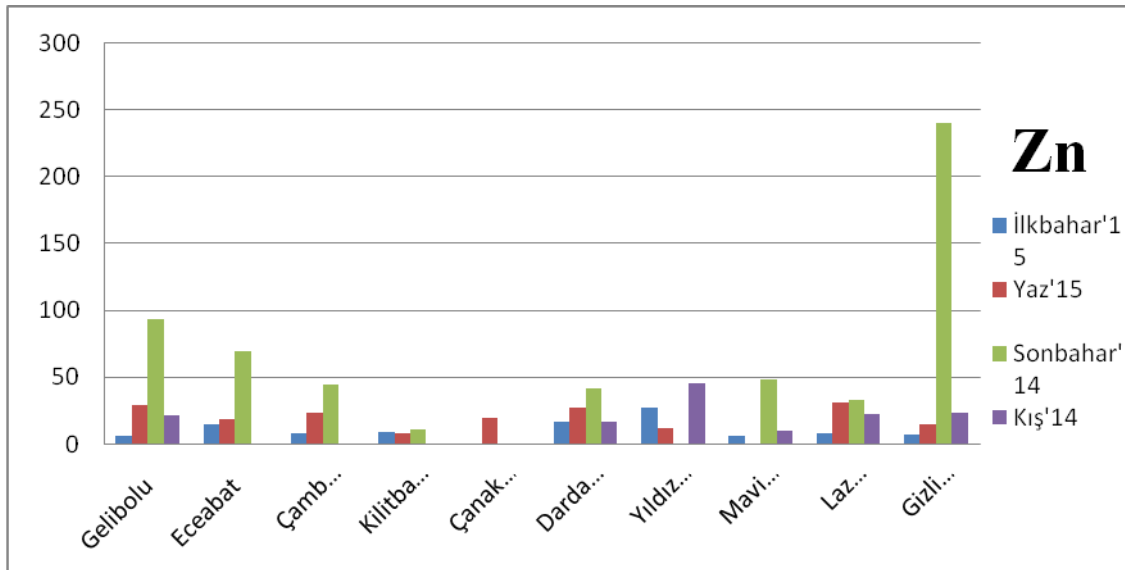
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.9), *Paracentrotus lividus* (gonad)'daki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman istasyonudur. Gizli Liman'da Yaz 2015'de Fe konsantrasyonu 11,17 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Eceabat, Kilitbahir ve Gizli Liman'da Yaz 2015'de 0,01 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.4). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

İst. 5 > İst. 10 > İst. 9 > İst. 6 > İst. 4 > İst. 1 > İst. 3 > İst. 2 > İst. 8 > İst. 7
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.10. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Zn	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	5,62	29,51	93,64	21,06	37,45±38,73
Eceabat	14,72	18,69	69,69	-*	34,36±36,65
Çamburnu	7,68	23,55	44,3	-*	25,17±18,36
Kilitbahir	8,6	8,29	11,02	-*	9,30±1,49
Çanakkale	-*	19,45	-*	-*	19,45
Dardanos	16,66	27,06	41,33	16,09	25,28±11,82
Yıldız Koy	26,87	11,65	0	45,11	27,87±16,75
Mavi Koy	6,23	0,29	48,29	9,24	16,01±21,83
Laz Koyu	7,89	30,83	32,61	22,25	23,39±11,28
Gizli Liman	6,73	15,17	240,61	22,98	71,37±113,01

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.5. *Paracentrotus lividus* (Gonad) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

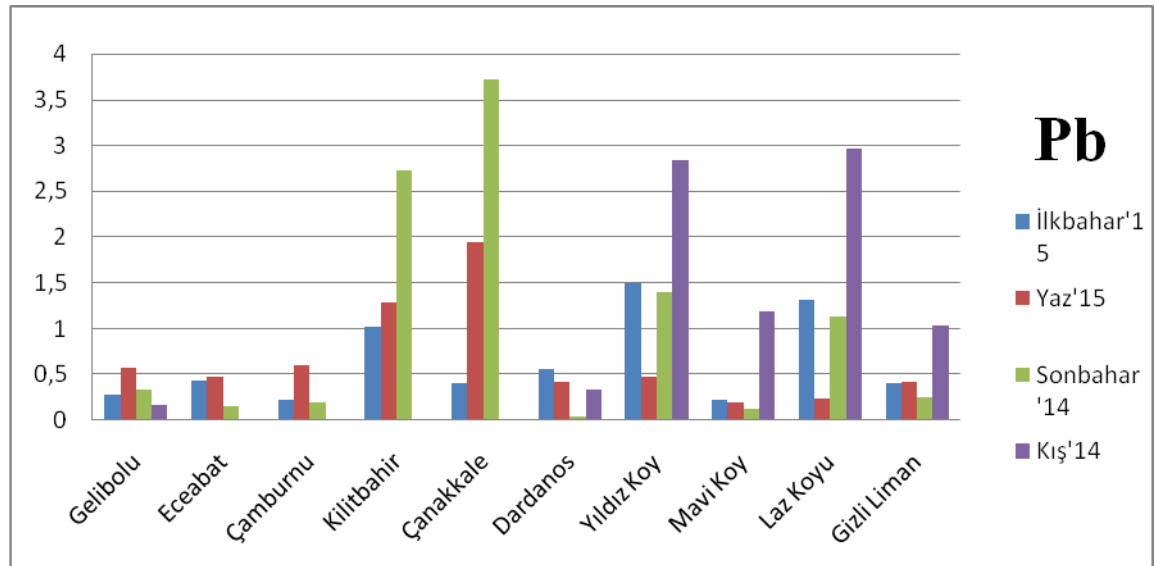
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.10), *Paracentrotus lividus* (gonad)'daki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman istasyonudur. Gizli Liman'da Sonbahar 2014'de Zn konsantrasyonu 240,61 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Eceabat, Kilitbahir ve Gizli Liman'da Yaz 2015'de 0,01 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.5). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Zn konsantrasyonları;

İst. 5 > İst. 10 > İst. 9 > İst. 6 > İst. 4 > İst. 1 > İst. 3 > İst. 2 > İst. 8 > İst. 7
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.11. *Paracentrotus lividus* (iç organ) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Pb	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,28	0,58	0,34	0,17	0,34±0,17
Eceabat	0,44	0,48	0,16	-*	0,36±0,17
Çamburnu	0,23	0,6	0,19	-*	0,34±0,22
Kilitbahir	1,02	1,28	2,73	-*	1,67±0,92
Çanakkale	0,4	1,94	3,72	-*	2,02±1,66
Dardanos	0,56	0,42	0,04	0,34	0,34±0,21
Yıldız Koy	1,5	0,47	1,4	2,84	1,55±0,97
Mavi Koy	0,23	0,19	0,12	1,19	0,43±0,50
Laz Koyu	1,31	0,24	1,13	2,96	1,41±1,13
Gizli Liman	0,41	0,42	0,25	1,03	0,52±0,34

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.6. *Paracentrotus lividus* (iç organ) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

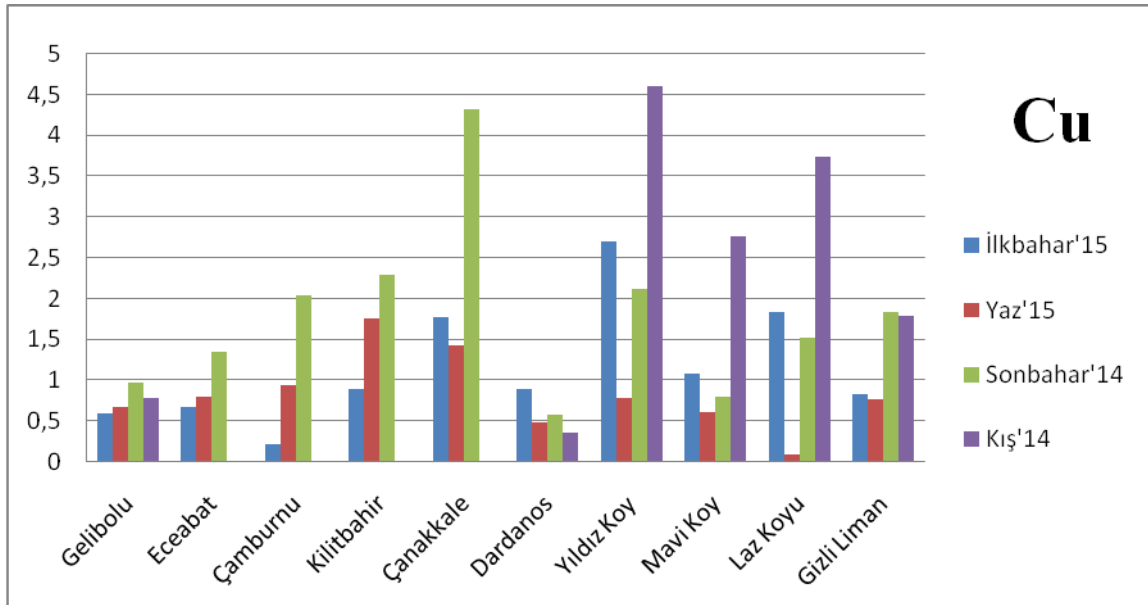
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.11), *Paracentrotus lividus* (iç organ)'daki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Kilitbahir, Çanakkale, Yıldız Koyu ve Laz Koyu istasyonlardır. Çanakkale Sonbahar 2014'de Pb konsantrasyonu 1,67 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Dardanos Sonbahar 2014'de 0,04 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.6.). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

İst. 5 > İst. 4 > İst. 7 > İst. 9 > İst. 10 > İst. 8 > İst. 2 > İst. 1= İst. 3= İst. 6
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.12. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cu	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,6	0,67	0,98	0,79	0,76±0,16
Eceabat	0,68	0,8	1,35	-*	0,94±0,35
Çamburnu	0,22	0,95	2,04	-*	1,07±0,91
Kilitbahir	0,9	1,76	2,3	-*	1,65±0,70
Çanakkale	1,78	1,43	4,32	-*	2,51±1,57
Dardanos	0,9	0,49	0,58	0,36	0,58±0,23
Yıldız Koy	2,71	0,78	2,12	4,61	2,55±1,59
Mavi Koy	1,09	0,61	0,8	2,77	1,31±0,98
Laz Koyu	1,84	0,1	1,52	3,74	1,80±1,49
Gizli Liman	0,83	0,77	1,84	1,79	1,30±0,58

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.7. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

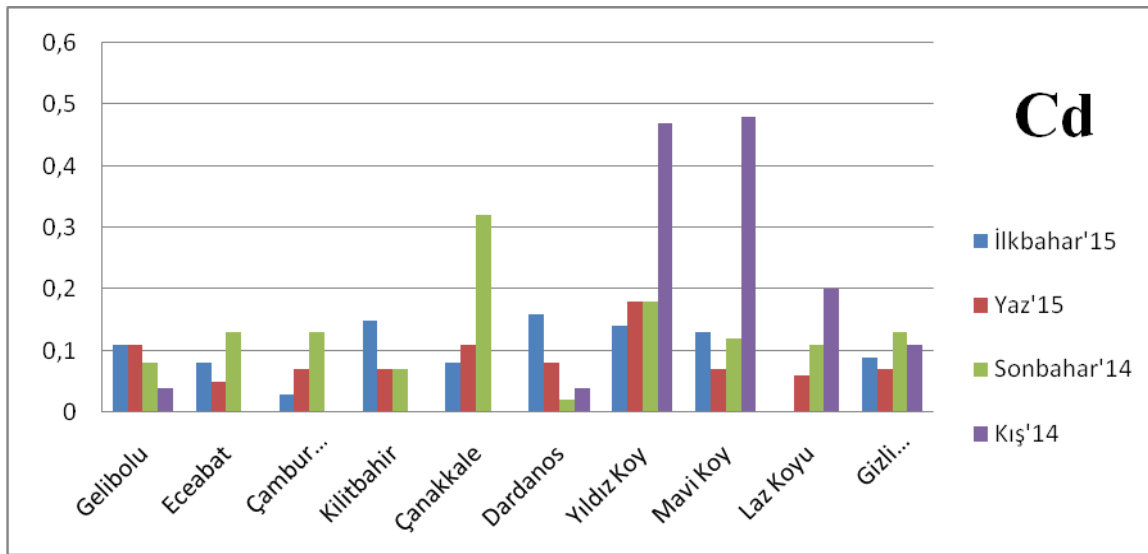
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.12), *Paracentrotus lividus* (iç organ)'daki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Çanakkale, Yıldız Koyu ve Laz Koyu istasyonlardır. Yıldız Koy Kış 2014'de Cu konsantrasyonu 4,61 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Laz Koyu Yaz 2015'de 0,1 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.7). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cu konsantrasyonları;

İst. 7 > İst. 5 > İst. 9 > İst.4 > İst. 8 > İst. 10 > İst. 3 > İst. 2 > İst. 1 > İst. 6
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.13. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cd	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,11	0,11	0,08	0,04	0,08±0,03
Eceabat	0,08	0,05	0,13	-*	0,08±0,04
Çamburnu	0,03	0,07	0,13	-*	0,07±0,05
Kilitbahir	0,15	0,07	0,07	-*	0,09±0,04
Çanakkale	0,08	0,11	0,32	-*	0,17±0,13
Dardanos	0,16	0,08	0,02	0,04	0,07±0,06
Yıldız Koy	0,14	0,18	0,18	0,47	0,24±0,15
Mavi Koy	0,13	0,07	0,12	0,48	0,2±0,18
Laz Koyu	0,13	0,06	0,11	0,2	0,12±0,05
Gizli Liman	0,09	0,07	0,13	0,11	0,1±0,02

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.8. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

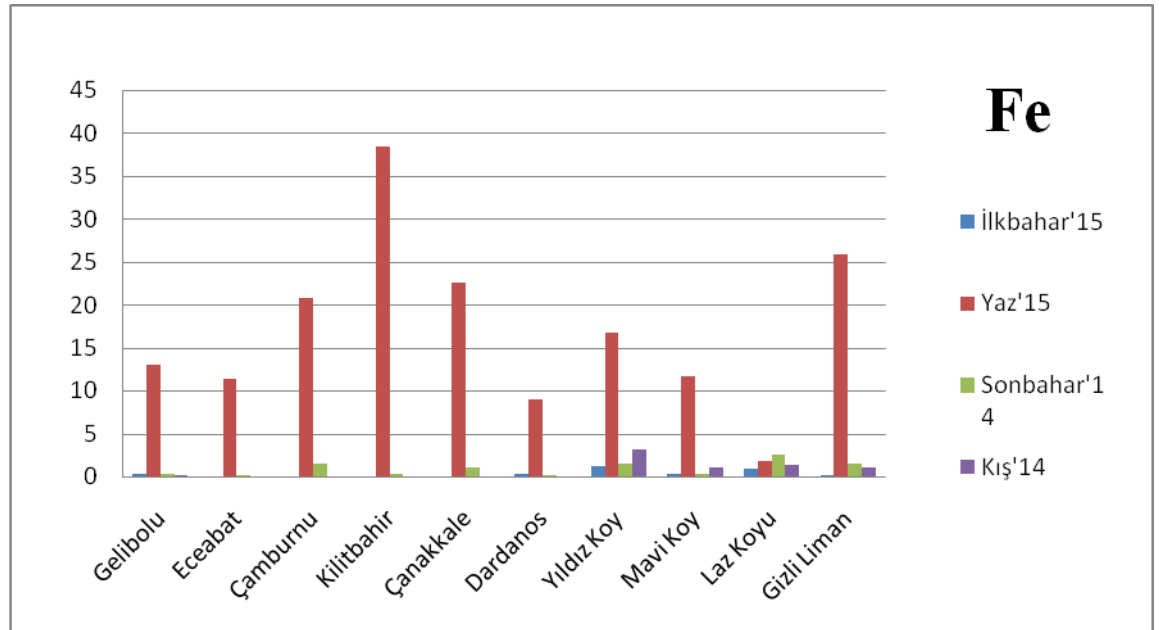
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.13), *Paracentrotus lividus* (iç organ)'daki Cd verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Yıldız Koy ve Mavi Koy istasyonlardır. Mavi Koy Kış 2014'de Cd konsantrasyonu 0,48 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Dardanos Sonbahar 2014'de 0,02 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.8). Mevsim ortalamalarına göre Cd konsantrasyonları;

İst. 7 > İst. 5 > İst. 9 > İst.8 > İst. 10 > İst. 4> İst. 1= İst. 2 > İst. 3> İst. 6
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.14. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Fe	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	0,31	13,07	0,19	0,15	3,43±6,42
Eceabat	-*	11,41	0,11	-*	5,76±7,99
Çamburnu	0,02	20,71	1,5	-*	7,41±11,54
Kilitbahir	0,09	38,45	0,21	-*	12,91±22,11
Çanakkale	0,02	22,63	1,08	-*	7,91±12,75
Dardanos	0,31	8,9	0,17	0,01	2,34±4,37
Yıldız Koy	1,16	16,73	1,44	3,07	5,6±7,46
Mavi Koy	0,29	11,6	0,27	1,05	3,30±5,54
Laz Koyu	0,95	1,8	2,5	1,36	1,65±0,66
Gizli Liman	0,23	25,83	1,51	1,04	7,15±12,46

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.9. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

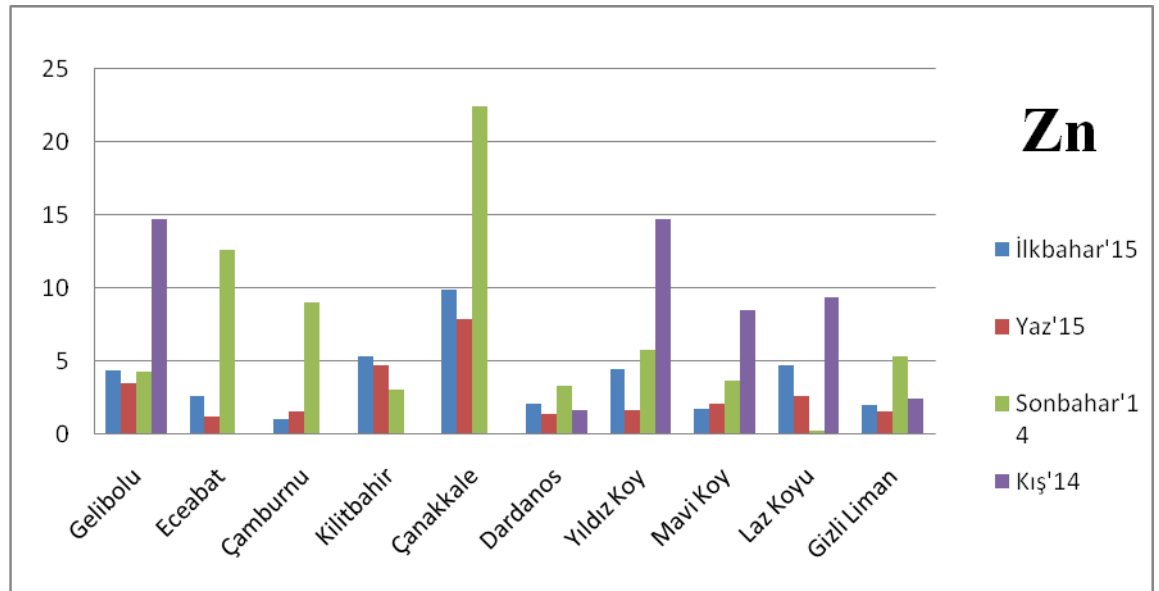
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.14), *Paracentrotus lividus* (İç organ)'daki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yerler Yıldız Koy istasyonudur. Kilitbahir Yaz 2015'de Fe konsantrasyonu 38,45 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Dardanos Kış 2014'de 0,01 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.9). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

İst. 4 > İst. 5 > İst. 3 > İst.10 > İst. 2 > İst. 7 > İst. 1 > İst. 8 > İst. 6 > İst. 9
şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.15. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Zn	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonb.'14	Kış'14	Ortalama
Gelibolu	4,42	3,47	4,28	14,76	6,73±5,36
Eceabat	2,65	1,26	12,63	-*	5,51±6,20
Çamburnu	1,05	1,61	9,07	-*	3,91±4,47
Kilitbahir	5,39	4,72	3,09	-*	4,40±1,18
Çanakkale	9,87	7,87	22,45	-*	13,39±7,90
Dardanos	2,07	1,44	3,36	1,69	2,14±0,85
Yıldız Koy	4,46	1,68	5,82	14,72	6,67±5,63
Mavi Koy	1,75	2,07	3,65	8,54	4±3,13
Laz Koyu	4,76	2,65	0,24	9,36	4,25±3,87
Gizli Liman	2,03	1,57	5,38	2,44	2,85±1,72

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.10. *Paracentrotus lividus* (İç organ) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.15), *Paracentrotus lividus* (iç organ)'daki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu istasyon, Yıldız Koy istasyonudur. Çanakkale Sonbahar 2014'de Zn konsantrasyonu 22,45 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Laz Koyu Sonbahar 2014'de 0,24 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.10). Mevsim ortalamalarına göre Zn konsantrasyonları;

İst. 5 > İst. 1 > İst. 7 > İst. 2 > İst. 4 > İst. 9 > İst. 8 > İst. 3 > İst. 10 > İst. 6
şeklinde sıralanmıştır.

Örnekleme yapılan *Paracentrotus lividus*'a ait gonad ve iç organ dokuları istasyonlarına ait tüm veriler ve istatistik değerleri mevsimsel olarak Çizelge 4.16-4.19'da belirtilmiştir.

Çizelge 4.16. Örnekleme yapılan *Paracentrotus lividus*'a (İç organ) ait istasyon değerleri (µg/g kuru ağı)

	İstasyon/ Periyot	Gelibolu	Eceabat	Çamburnu	Kilitbahir	Çanakkale	Dardanos	Yıldız Koy	Mavi Koy	Laz Koyu	Gizli Liman
Pb	İlkbahar	0,28	0,44	0,23	1,02	0,40	0,56	1,50	0,23	1,31	0,41
	Yaz	0,58	0,48	0,60	1,28	1,94	0,42	0,47	0,19	0,24	0,42
	Sonbahar	0,34	0,16	0,19	2,73	3,72	0,04	1,40	0,12	1,13	0,25
	Kış	0,17	-*	-*	-*	-*	0,34	2,84	1,19	2,96	1,03
	Ortalama	0,36	0,32	0,40	1,68	2,83	0,27	0,27	0,43	1,41	0,53
Cu	İlkbahar	0,60	0,68	0,22	0,90	1,78	0,90	2,71	1,09	1,84	0,83
	Yaz	0,67	0,80	0,95	1,76	1,43	0,49	0,78	0,61	0,10	0,77
	Sonbahar	0,98	1,35	2,04	2,30	4,32	0,58	2,12	0,80	1,52	1,84
	Kış	0,79	-*	-*	-*	-*	0,36	4,61	2,77	3,74	1,79
	Ortalama	0,81	1,08	1,50	2,03	2,51	0,48	2,56	1,32	1,80	1,31
Cd	İlkbahar	0,11	0,08	0,03	0,15	0,08	0,16	0,14	0,13	0,13	0,09
	Yaz	0,11	0,05	0,07	0,07	0,11	0,08	0,18	0,07	0,06	0,07
	Sonbahar	0,08	0,13	0,13	0,07	0,32	0,02	0,18	0,12	0,11	0,13
	Kış	0,04	-*	-*	-*	-*	0,04	0,47	0,48	0,20	0,11
	Ortalama	0,08	0,09	0,10	0,07	0,22	0,05	0,28	0,22	0,12	0,10
Fe	İlkbahar	0,31	0,00	0,02	0,09	0,02	0,31	1,16	0,29	0,95	0,23
	Yaz	13,07	11,41	20,71	38,45	22,63	8,90	16,73	11,60	1,80	25,83
	Sonbahar	0,19	0,11	1,50	0,21	1,08	0,17	1,44	0,27	2,50	1,51
	Kış	0,15	-*	-*	-*	-*	0,00	3,07	1,05	1,36	1,04
	Ortalama	3,43	3,84	7,41	12,92	7,91	2,35	5,60	3,30	1,65	7,15
Zn	İlkbahar	4,42	2,65	1,05	5,39	9,87	2,07	4,46	1,75	4,76	2,03
	Yaz	3,47	1,26	1,61	4,72	7,87	1,44	1,68	2,07	2,65	1,57
	Sonbahar	4,28	12,63	9,07	3,09	22,45	3,36	5,82	3,65	0,24	5,38
	Kış	14,76	-*	-*	-*	-*	1,69	14,72	8,54	9,36	2,44
	Ortalama	6,73	5,51	3,91	4,40	13,40	2,14	6,67	4,00	4,25	2,86

*: Örnek bulunamamıştır.

Çizelge 4.17. *Paracentrotus lividus* İç organ – Ki-Kare Testi değerleri

Metal		Değer	df	Anlamlılık
Pb	Pearson Chi-Square	285,000 ^b	279	,390
	Likelihood Ratio	154,014	279	1,000
	Linear-by-Linear Association	,700	1	,403
	N of Valid Cases	36		
Cu	Pearson Chi-Square	294,000 ^c	288	,391
	Likelihood Ratio	156,787	288	1,000
	Linear-by-Linear Association	1,589	1	,208
	N of Valid Cases	36		
Cd	Pearson Chi-Square	169,500 ^d	162	,327
	Likelihood Ratio	108,504	162	1,000
	Linear-by-Linear Association	1,832	1	,176
	N of Valid Cases	36		
Fe	Pearson Chi-Square	292,500 ^c	288	,415
	Likelihood Ratio	156,787	288	1,000
	Linear-by-Linear Association	,085	1	,770
	N of Valid Cases	36		
Zn	Pearson Chi-Square	304,500 ^e	297	,370
	Likelihood Ratio	159,559	297	1,000
	Linear-by-Linear Association	1,270	1	,260
	N of Valid Cases	36		
Toplam	Pearson Chi-Square	1190,300 ^a	1179	,403
	Likelihood Ratio	687,242	1179	1,000
	Linear-by-Linear Association	,257	1	,612
	N of Valid Cases	180		

Paracentrotus lividus iç organ içeriği için yapılan Ki-Kare analizinde İstasyon – Ölçüm değerleri arasındaki ilişkiye bakılmış ve her bir metal için değerlendirme yapılmıştır. Yapılan Ki-Kare analizinde her bir metal için ayrı ayrı anlamlı farklılık ($p>0.05$) görülmemiştir. Modelin geneline bakıldığında da anlamlı farklılık ($p>0.05$) olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.18. Örnekleme yapılan *Paracentrotus lividus*'a (Gonad) ait istasyon değerleri (µg/g kuru ağı)

	İstasyon/ Periyot	Gelibolu	Eceabat	Çamburnu	Kilitbahir	Çanakkale	Dardanos	Yıldız Koy	Mavi Koy	Laz Koyu	Gizli Liman
Pb	İlkbahar	0,23	0,28	0,23	0,31	-*	0,37	0,33	0,21	0,46	0,32
	Yaz	0,28	0,31	0,35	0,33	0,37	0,43	0,24	0,43	0,51	0,44
	Sonbahar	0,31	0,36	0,16	0,07	-*	0,2		0,16	0,26	0,84
	Kış	0,32	-*	-*	-*	-*	0,4	0,73	0,45	0,47	0,4
	Ortalama	0,29	0,32	0,25	0,24	0,37	0,35	0,43	0,31	0,48	0,5
Cu	İlkbahar	0,48	0,57	0,53	0,69	-*	0,49	0,52	0,44	0,53	0,45
	Yaz	0,33	0,47	0,28	0,38	0,58	0,7	0,35	0,41	0,56	0,58
	Sonbahar	0,5	0,69	0,42	0,17	-*	0,35	-*	0,26	0,17	0,98
	Kış	0,53	-*	-*	-*	-*	0,46	1,25	0,56	0,7	0,7
	Ortalama	0,46	0,58	0,41	0,41	0,58	0,5	0,8	0,42	0,49	0,68
Cd	İlkbahar	0,03	0,01	0,05	0,02		0,05	0,05	0,04	0,06	0,05
	Yaz	0,06	0,05	0,06	0,02	0,05	0,09	0,05	0,08	0,05	0,06
	Sonbahar	0,08	0,07	0,06	0,01	-*	0,07	-*	0,01	0,07	0,31
	Kış	0,06	-*	-*	-*	-*	0,05	0,11	0,07	0,1	0,1
	Ortalama	0,06	0,06	0,06	0,02	0,05	0,07	0,08	0,05	0,07	0,16
Fe	İlkbahar	0,03	0,01	0,02	0,01		0,02	0,05	0,06	0,04	0,01
	Yaz	2,15	0,9	1,2	1,92	4,87	4,86	0,42	1,95	4,79	11,17
	Sonbahar	0,06	0,08	0,06	0,02	-*	0,02	-*	0,07	0,11	0,16
	Kış	0,04	-*	-*	-*	-*	0,01	0,15	0,03	0,06	0,05
	Ortalama	0,75	0,49	0,63	0,97	4,87	1,63	0,21	0,53	1,25	2,85
Zn	İlkbahar	5,62	14,72	7,68	8,6	-*	16,66	26,87	6,23	7,89	6,73
	Yaz	29,51	18,69	23,55	8,29	19,45	27,06	11,65	0,29	30,83	15,17
	Sonbahar	93,64	69,69	44,3	11,02	-*	41,33	-*	48,29	32,61	240,61
	Kış	21,06	-*	-*	-*	-*	16,09	45,11	9,24	22,25	22,98
	Ortalama	37,46	34,37	25,18	9,3	19,45	25,29	27,88	16,01	23,4	71,37

*: Örnek bulunamamıştır.

Çizelge 4.19. *Paracentrotus lividus* Gonad – Ki-Kare Testi değerleri

Metal		Değer	df	Anlamlılık (Sig.)
Pb	Pearson Chi-Square	191,583 ^b	198	,615
	Likelihood Ratio	120,179	198	1,000
	Linear-by-Linear Association	6,142	1	,013
	N of Valid Cases	33		
Cu	Pearson Chi-Square	203,042 ^c	207	,565
	Likelihood Ratio	121,905	207	1,000
	Linear-by-Linear Association	1,150	1	,284
	N of Valid Cases	33		
Cd	Pearson Chi-Square	100,604 ^d	99	,436
	Likelihood Ratio	75,763	99	,960
	Linear-by-Linear Association	3,990	1	,046
	N of Valid Cases	33		
Fe	Pearson Chi-Square	190,438 ^e	180	,283
	Likelihood Ratio	110,135	180	1,000
	Linear-by-Linear Association	1,357	1	,244
	N of Valid Cases	33		
Zn	Pearson Chi-Square	297,000 ^f	288	,345
	Likelihood Ratio	148,951	288	1,000
	Linear-by-Linear Association	,359	1	,549
	N of Valid Cases	33		
Toplam	Pearson Chi-Square	811,257 ^a	819	,570
	Likelihood Ratio	506,703	819	1,000
	Linear-by-Linear Association	,335	1	,563
	N of Valid Cases	165		

Paracentrotus lividus gonad için yapılan Ki-Kare analizinde İstasyon – Ölçüm değerleri arasındaki ilişkiye bakılmış ve her bir metal için değerlendirme yapılmıştır. Yapılan Ki-Kare analizinde her bir metal için ayrı ayrı anlamlı farklılık ($p>0.05$) görülmemiştir. Modelin geneline bakıldığında da anlamlı farklılık ($p>0.05$) olmadığı görülmektedir.

4.2. *Arbacia lixula* Mevsimsel Verileri

Çizelge 4.20. Örnekleme Yapılan *Arbacia lixula*'ya (İç organ) Ait İstasyonlar

İstasyon Mevsim	Yıldız Koy	Mavi Koy	Laz Koyu	Gizli Liman
Sonbahar'14	+	+	+	+
Kış'14	+	+	+	+
İlkbahar'15	+	+	+	+
Yaz'15	+	+	+	+

Çizelge 4.20.' de anlaşılacağı gibi *A. lixula* iç organ örnekleri tüm mevsimlerde toplanmıştır. Çizelge 4.21-4.24'de *A. lixula* türüne ait mevsimsel olarak çap ve ağırlık verileri mevcuttur.

Çizelge 4.21. Sonbahar'14 dönemine ait *A. lixula* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
YILDIZ KOY	20	8,53±0,51	43,86±6,94
MAVİ KOY	20	7,39±0,56	38,49±9,34
LAZ KOYU	20	6,46±0,50	26,74±6,79
GİZLİ LİMAN	20	6,46±0,50	29,73±6,06

Çizelge 4.22. Kış '14 dönemine ait *A. lixula* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
YILDIZ KOY	20	7,63±0,47	36,96±7,06
MAVİ KOY	20	7,96±0,53	45,77±9,26
LAZ KOYU	20	6,80±0,29	32,87±7,33
GİZLİ LİMAN	20	6,45±0,63	25,14±4,48

Çizelge 4.23. İlkbahar'15 dönemine ait *A. lixula* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
YILDIZ KOY	20	7,83±0,41	46,51±8,26
MAVİ KOY	20	8,38±0,43	44,85±8,23
LAZ KOYU	20	8,23±0,39	43,51±7,95
GİZLİ LİMAN	20	7,22±0,65	35,06±5,68

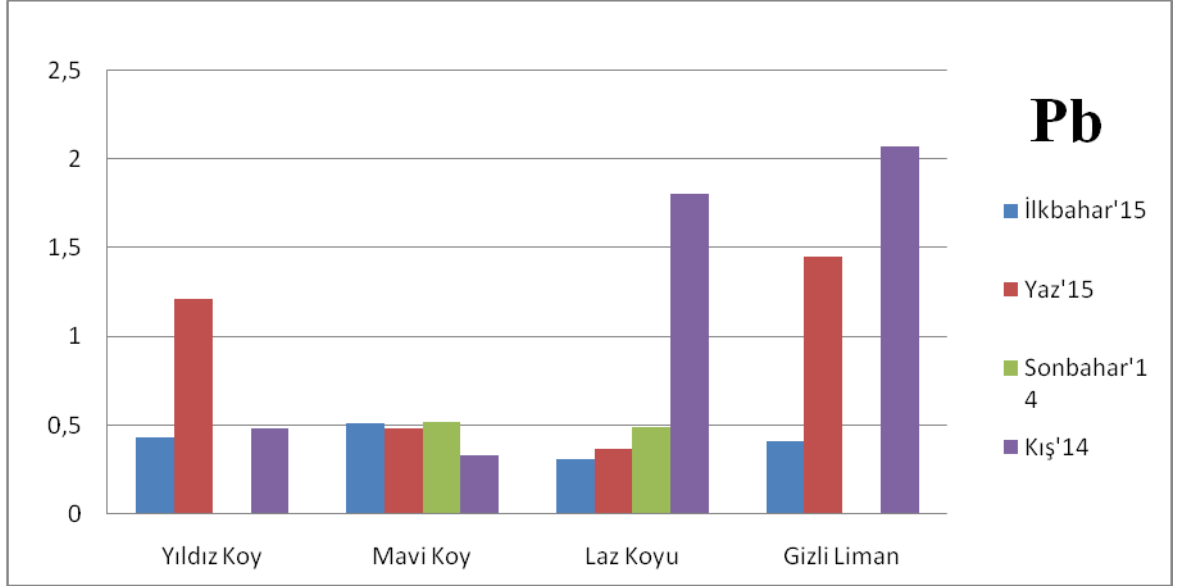
Çizelge 4.24. Yaz'15 dönemine ait *A. lixula* ortalama çap ve ağırlık değerleri

İSTASYON	BİREY SAYISI	ÇAP (cm) ± STD	AĞIRLIK (g) ± STD
YILDIZ KOY	20	7,83±0,40	37,10±5,73
MAVİ KOY	20	7,24±0,56	36,58±7,66
LAZ KOYU	20	7,14±0,38	30,64±3,90
GİZLİ LİMAN	21	7,19±0,48	30,66±6,08

Çizelge 4.25. *Arbacia lixula* (Gonad) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Pb	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	0,43	1,21	-*	0,48	0,70±0,43
Mavi Koy	0,51	0,48	0,52	0,33	0,46±0,08
Laz Koyu	0,31	0,37	0,49	1,8	0,74±0,70
Gizli Liman	0,41	1,45	-*	2,07	1,31±0,83

*: Örnek bulunamamıştır



Şekil 4.11. *Arbacia lixula* (Gonad) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

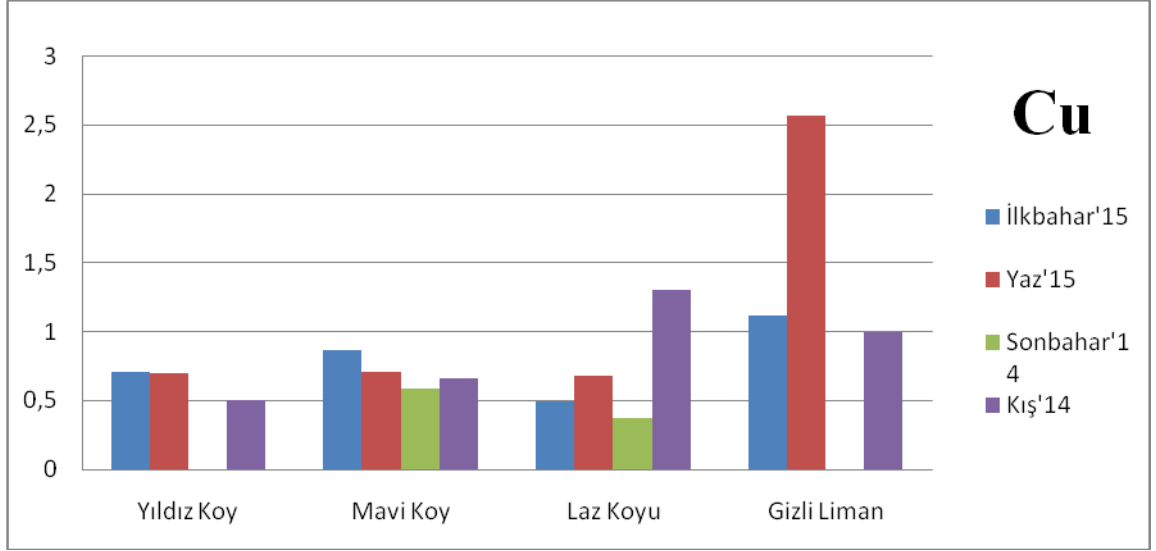
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.25), *Arbacia lixula* (gonad)'daki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman ve Laz Koyu istasyonlarıdır. Gizli Liman'da Kış 2014'de Pb konsantrasyonu 2,07 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Laz Koyu İlkbahar 2015'de 0,31 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.11). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

$$\text{İst. 10} > \text{İst. 9} > \text{İst. 7} > \text{İst. 8}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.26. *Arbacia lixula* (Gonad) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cu	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	0,71	0,7	0,01	0,5	0,47±0,33
Mavi Koy	0,87	0,71	0,59	0,66	0,70±0,11
Laz Koyu	0,49	0,68	0,37	1,3	0,71±0,41
Gizli Liman	1,12	2,57	0,01	1	1,17±1,05



Şekil 4.12. *Arbacia lixula* (Gonad) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

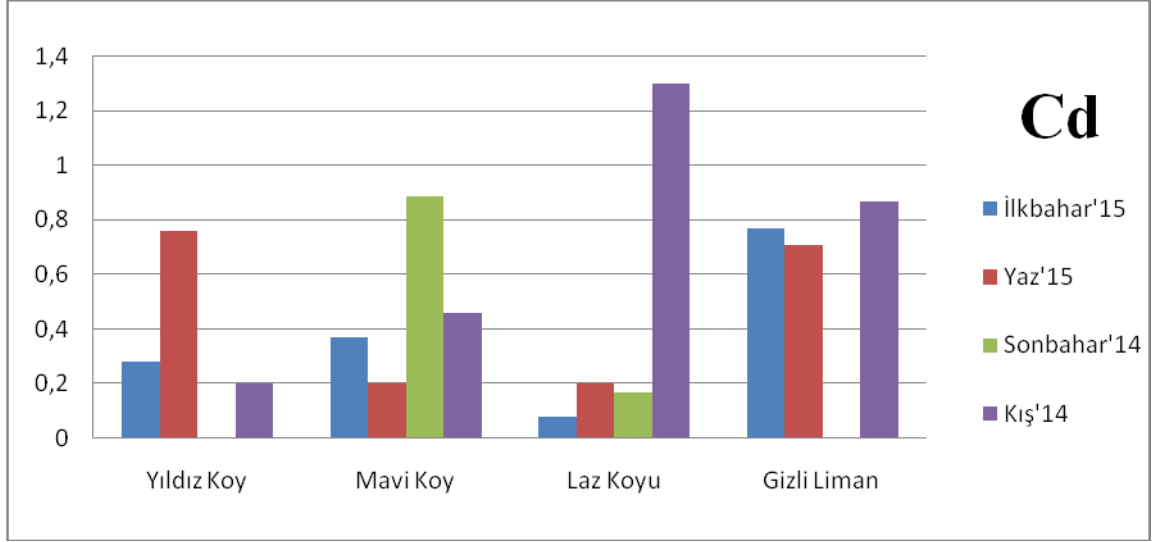
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.26), *Arbacia lixula* (gonad)'daki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman ve Laz Koyu istasyonlarıdır. Gizli Liman'da Yaz 2015'de Cu konsantrasyonu 2,57 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Gizli Liman ve Yıldız Koy Sonbahar 2014'de 0,01 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.12). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cu konsantrasyonları;

$$\text{İst. 10} > \text{İst. 9} > \text{İst. 8} > \text{İst. 7}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.27. *Arbacia lixula* (Gonad) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cd	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	0,28	0,76	0,01	0,2	0,31±0,32
Mavi Koy	0,37	0,2	0,89	0,46	0,48±0,29
Laz Koyu	0,08	0,2	0,17	1,3	0,43±0,57
Gizli Liman	0,77	0,71	0,01	0,87	0,58±0,39



Şekil 4.13. *Arbacia lixula* (Gonad) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.27), *Arbacia lixula* (gonad)'daki Cd verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Mavi Koy ve Laz Koyu istasyonlarıdır. Laz Koyu'nda Kış 2014'de Cd konsantrasyonu 1,3 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Yıldız Koy Sonbahar 2014'de 0 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.13). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cd konsantrasyonları;

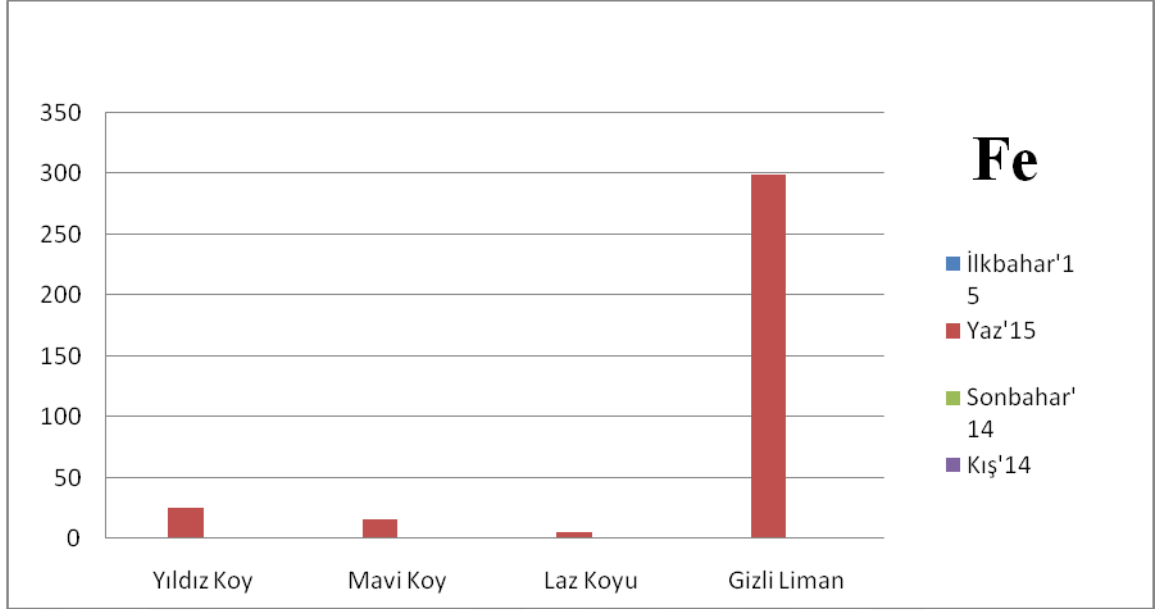
$$\text{İst. 10} > \text{İst. 8} > \text{İst. 9} > \text{İst. 7}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.28. *Arbacia lixula* (Gonad) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Fe	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	0,07	25,47	-*	0,09	8,54±14,65
Mavi Koy	0,06	15,8	0,04	0,04	3,98±7,87
Laz Koyu	0,22	5,67	0,12	0,18	1,54±2,74
Gizli Liman	0,25	299,45	0,01	0,13	74,95±14,66

*: Örnek bulunamamıştır



Şekil 4.14. *Arbacia lixula* (Gonad) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.28), *Arbacia lixula* (gonad)'daki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman istasyonudur. Gizli Liman Yaz 2015'de Fe konsantrasyonu 299,45 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Gizli Liman Sonbahar 2014'de 0,01 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.14). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

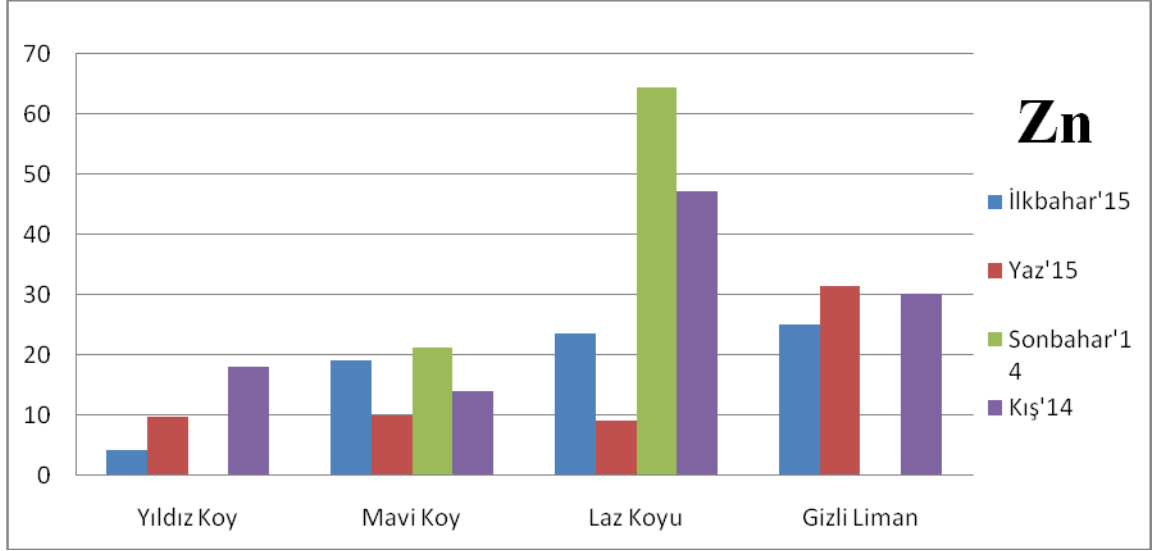
İst. 10 > İst. 7 > İst. 8 > İst. 9

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.29. *Arbacia lixula* (Gonad) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Zn	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	4,26	9,79	-*	18,08	10,71±6,95
Mavi Koy	19,18	10,05	21,3	14,02	16,13±5,08
Laz Koyu	23,55	9,11	64,22	47,17	36,01±24,48
Gizli Liman	24,96	31,38	-*	30,04	28,79±3,38

*: Örnek bulunamamıştır.



Şekil 4.15. *Arbacia lixula* (Gonad) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağırlık)

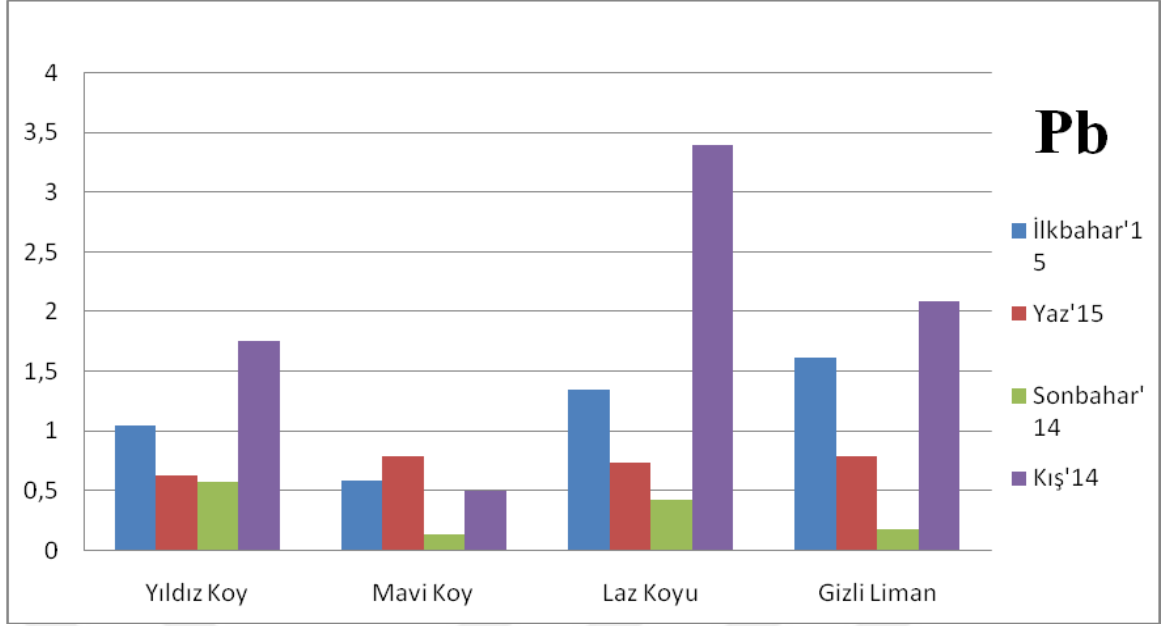
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.29), *Arbacia lixula* (gonad)'daki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Laz Koyu istasyonudur. Laz Koyu Sonbahar 2014'de Zn konsantrasyonu 64,22 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Yıldız Koy İlkbahar 2015'de 4,26 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.15). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

İst. 9 > İst. 10 > İst. 8 > İst. 7

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.30. *Arbacia lixula* (İç organ) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağırlık)

Pb	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	1,05	0,63	0,58	1,76	1,51±0,54
Mavi Koy	0,59	0,79	0,14	0,5	0,50±0,27
Laz Koyu	1,35	0,74	0,43	3,4	1,48±1,33
Gizli Liman	1,62	0,79	0,18	2,09	1,17±0,85



Şekil 4.16. *Arbacia lixula* (İç organ) Pb konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

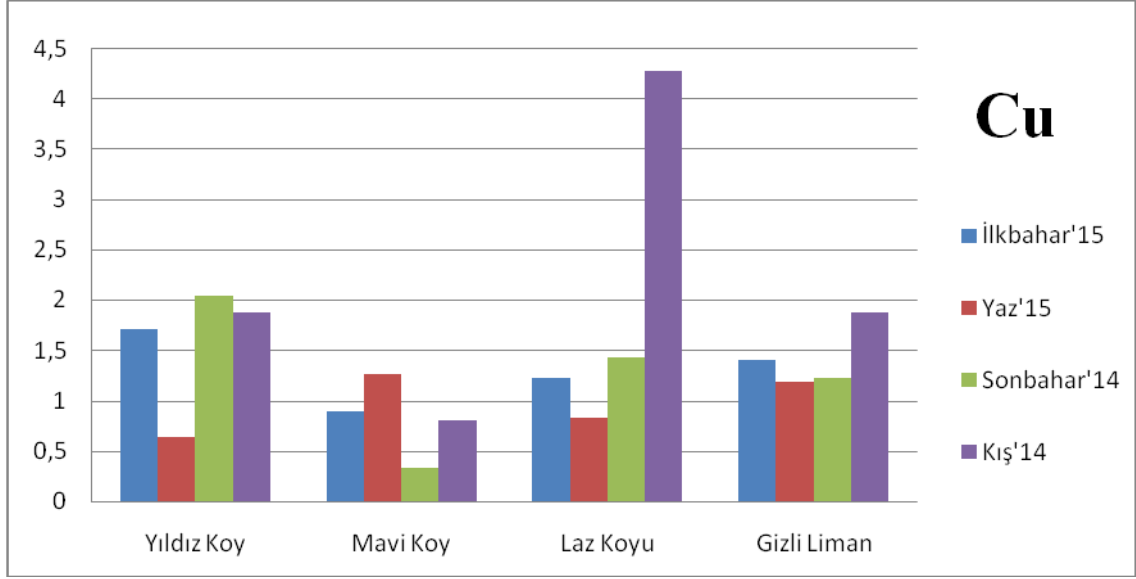
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.30), *Arbacia lixula* (iç organlar)'daki Pb verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Laz Koyu istasyonudur. Laz Koyu Kış 2014'de Pb konsantrasyonu 3,4 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Mavi Koy Sonbahar 2014'de 0,14 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.16). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Pb konsantrasyonları;

İst. 9 > İst. 10 > İst. 7 > İst. 8

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.31. *Arbacia lixula* (İç organ) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cu	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	1,71	0,64	2,04	1,87	1,56±0,63
Mavi Koy	0,89	1,26	0,33	0,8	0,82±0,38
Laz Koyu	1,22	0,83	1,43	4,27	1,93±1,57
Gizli Liman	1,4	1,19	1,23	1,88	1,42±0,31



Şekil 4.17. *Arbacia lixula* (İç organ) Cu konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

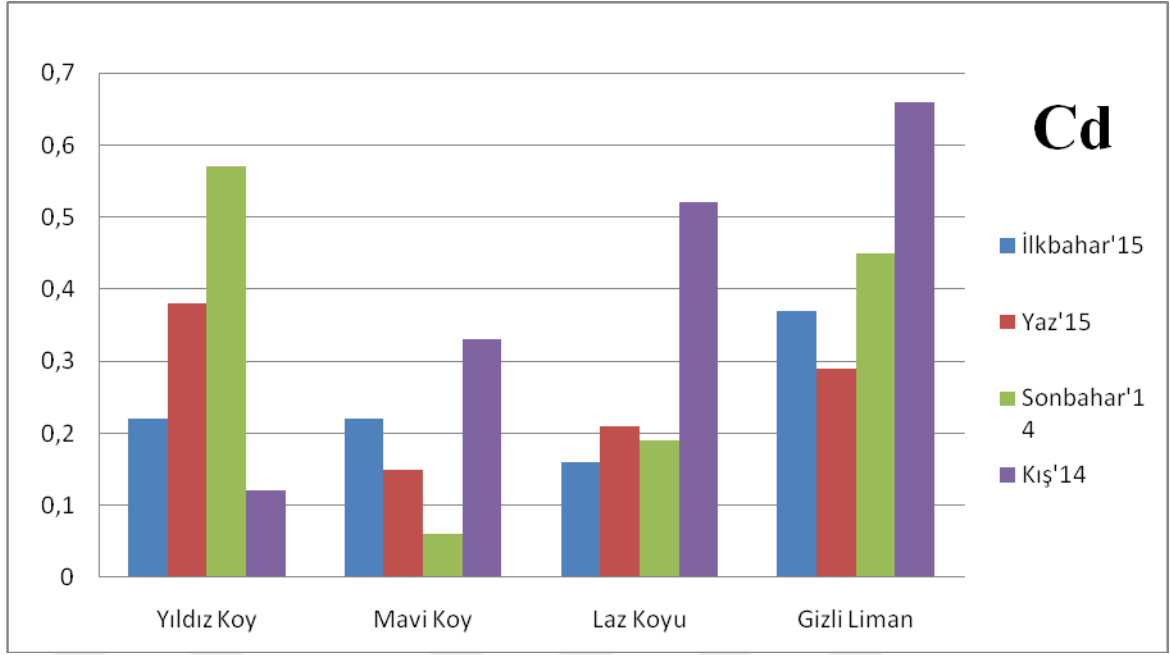
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.31), *Arbacia lixula* (iç organ)'daki Cu verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Laz Koyu istasyonudur. Laz Koyu Kış 2014'de Cu konsantrasyonu 4,27 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Mavi Koy Sonbahar 2014'de 0,33 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.17). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cu konsantrasyonları;

İst. 9 > İst. 7 > İst. 10 > İst. 8

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.32. *Arbacia lixula* (İç organ) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Cd	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	0,22	0,38	0,57	0,12	0,32 ±0,19
Mavi Koy	0,22	0,15	0,06	0,33	0,19±0,11
Laz Koyu	0,16	0,21	0,19	0,52	0,27±0,16
Gizli Liman	0,37	0,29	0,45	0,66	0,44±0,15



Şekil 4.18. *Arbacia lixula* (İç organ) Cd konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

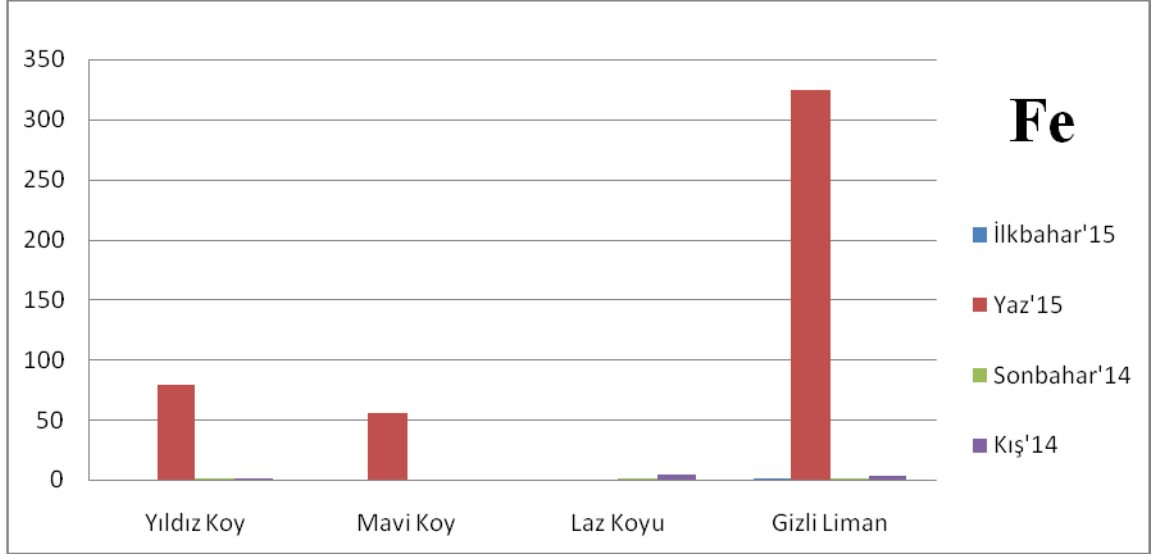
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.32), *Arbacia lixula* (iç organ)'daki Cd verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman ve Yıldız Koyu istasyonlarıdır. Gizli Liman Kış 2014'de Cd konsantrasyonu 0,66 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Mavi Koy Sonbahar 2014'de 0,33 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.18). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Cd konsantrasyonları;

İst. 10 > İst. 7 > İst. 9 > İst. 8

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.33. *Arbacia lixula* (İç organ) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Fe	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	0,55	79,56	1,59	1,45	20,78±39,18
Mavi Koy	0,42	56,2	0,03	0,24	14,22±27,98
Laz Koyu	0,67	0,3	0,69	4,03	1,42±1,74
Gizli Liman	1,12	324,6	1,23	3,9	82,71±161,26



Şekil 4.19. *Arbacia lixula* (İç organ) Fe konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

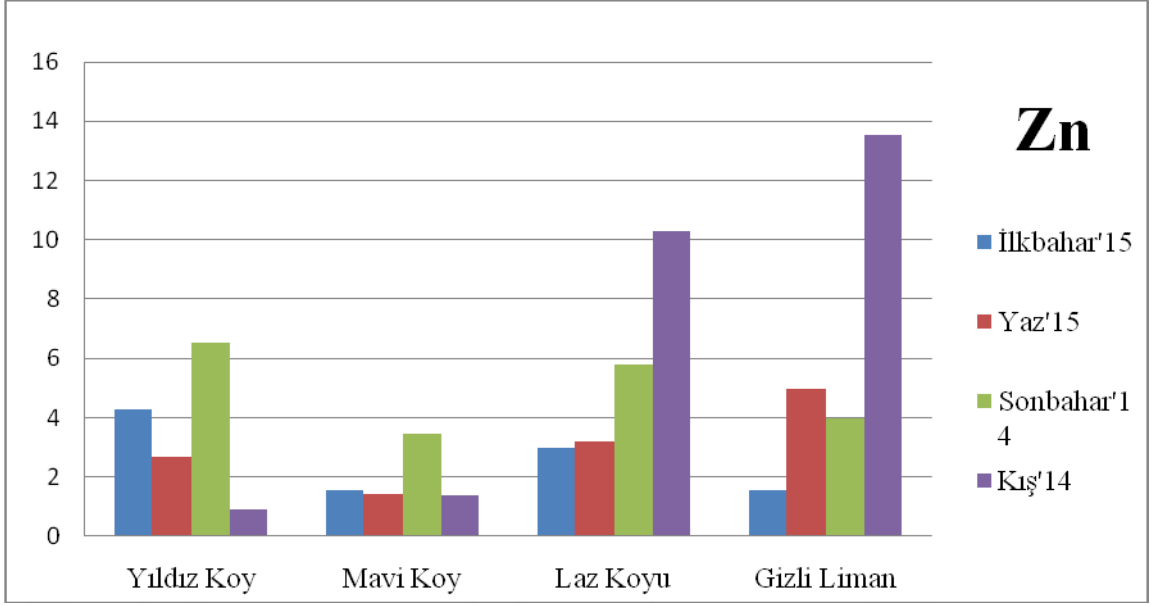
Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.33), *Arbacia lixula* (iç organ)'daki Fe verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman istasyonudur. Gizli Liman Yaz 2015'de Fe konsantrasyonu 324,6 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Mavi Koy Sonbahar 2014'de 0,03 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.19). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Fe konsantrasyonları;

İst. 10 > İst. 7 > İst. 8 > İst. 9

şeklinde sıralanmıştır.

Çizelge 4.34. *Arbacia lixula* (İç organ) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Zn	İlkbahar'15	Yaz'15	Sonbahar'14	Kış'14	Ortalama
Yıldız Koy	4,3	2,68	6,52	0,9	3,60±2,39
Mavi Koy	1,55	1,44	3,44	1,4	1,95±0,99
Laz Koyu	2,98	3,21	5,78	10,29	5,56±3,39
Gizli Liman	1,54	4,99	3,99	13,55	6,01±5,22



Şekil 4.20. *Arbacia lixula* (İç organ) Zn konsantrasyonları (µg/g kuru ağı.)

Araştırma bulgularına göre (Çizelge 4.34), *Arbacia lixula* (iç organ)'daki Zn verileri dikkate alındığında ağır metal konsantrasyonunun en yoğun olduğu yer Gizli Liman istasyonudur. Gizli Liman Kış 2014'de Zn konsantrasyonu 13,55 µg/g olarak en yüksek değerine ulaşırken, Yıldız Koy Kış 2014'de 0,9 µg/g ile en düşük seviyeye inmiştir (Şekil 4.20). Mevsim ortalamaları dikkate alındığında Zn konsantrasyonları;

$$\text{İst. 10} > \text{İst. 9} > \text{İst. 7} > \text{İst. 8}$$

şeklinde sıralanmıştır.

Örnekleme yapılan *Arbacia lixula*' ya ait gonad ve iç organ dokuları istasyonlarına ait tüm veriler ve istatistik değerleri Çizelge 4.35-4.38 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.35. Örnekleme yapılan *Arbacia lixula* (İç organ) ait istasyon değerleri

	İstasyon Periyot	Yıldız Koy	Mavi Koy	Laz Koyu	Gizli Liman
Pb	İlkbahar	1,05	0,59	1,35	1,62
	Yaz	0,63	0,79	0,74	0,79
	Sonbahar	0,58	0,14	0,43	0,18
	Kış	1,76	0,5	3,4	2,09
	Ortalama	1,01	0,51	1,48	1,17
Cu	İlkbahar	1,71	0,89	1,22	1,4
	Yaz	0,64	1,26	0,83	1,19
	Sonbahar	2,04	0,33	1,43	1,23
	Kış	1,87	0,8	4,27	1,88
	Ortalama	1,57	0,82	1,94	1,43
Cd	İlkbahar	0,22	0,22	0,16	0,37
	Yaz	0,38	0,15	0,21	0,29
	Sonbahar	0,57	0,06	0,19	0,45
	Kış	0,12	0,33	0,52	0,66
	Ortalama	0,32	0,19	0,27	0,44
Fe	İlkbahar	0,55	0,42	0,67	1,12
	Yaz	79,56	56,2	0,3	324,6
	Sonbahar	1,59	0,03	0,69	1,23
	Kış	1,45	0,24	4,03	3,9
	Ortalama	20,79	14,22	1,42	82,71
Zn	İlkbahar	4,3	1,55	2,98	1,54
	Yaz	2,68	1,44	3,21	4,99
	Sonbahar	6,52	3,44	5,78	3,99
	Kış	0,9	1,4	10,29	13,55
	Ortalama	3,6	1,96	5,57	6,02

Çizelge 4.36. *Arbacia lixula* İç organ – Ki-Kare Testi

Metal		Değer	df	Anlamlılık (Sig.)
Pb	Pearson Chi-Square	48,000 ^b	42	,243
	Likelihood Ratio	44,361	42	,372
	Linear-by-Linear Association	1,073	1	,300
	N of Valid Cases	16		
Cu	Pearson Chi-Square	48,000 ^c	45	,352
	Likelihood Ratio	44,361	45	,499
	Linear-by-Linear Association	2,223	1	,136
	N of Valid Cases	16		
Cd	Pearson Chi-Square	48,000 ^d	9	,000
	Likelihood Ratio	44,361	9	,000
	Linear-by-Linear Association	,078	1	,780
	N of Valid Cases	16		
Fe	Pearson Chi-Square	48,000 ^c	45	,352
	Likelihood Ratio	44,361	45	,499
	Linear-by-Linear Association	,355	1	,551
	N of Valid Cases	16		
Zn	Pearson Chi-Square	48,000 ^c	45	,352
	Likelihood Ratio	44,361	45	,499
	Linear-by-Linear Association	3,141	1	,076
	N of Valid Cases	16		
Toplam	Pearson Chi-Square	236,000 ^a	192	,017
	Likelihood Ratio	219,035	192	,088
	Linear-by-Linear Association	,234	1	,629
	N of Valid Cases	80		

Arbacia lixula iç organ içeriği için yapılan Ki-Kare analizinde İstasyon – Ölçüm değerleri arasındaki ilişkiye bakılmış ve her bir metal için değerlendirme yapılmıştır. Yapılan Ki-Kare analizinde Cd metali hariç her bir metal için ayrı ayrı anlamlı farklılık ($p>0.05$) görülmemiştir. Modelin geneline bakıldığında da anlamlı farklılık ($p<0.05$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.37. Örnekleme yapılan *Arbacia lixula*'ya (Gonad) ait istasyonlar

İstasyon Periyot	Yıldız Koy	Mavi Koy	Laz Koyu	Gizli Liman
Sonbahar'14	+	+	+	+
Kış'14	+	+	+	+
İlkbahar'15	-*	+	+	-*
Yaz'15	+	+	+	+

*: Örnek bulunamamıştır

Çizelge 4.37'ye bakıldığında anlaşılacağı gibi *A. lixula* gonad dokusunda analiz için yeterli içeriğe Sonbahar mevsiminde 7 numaralı Yıldız Koy istasyonunda ve 10 numaralı Gizli Liman istasyonunda rastlanmamıştır.

Çizelge 4.38. Örnekleme yapılan *Arbacia lixula* (Gonad) ait istasyon değerleri

	İstasyon	Yıldız Koy	Mavi Koy	Laz Koyu	Gizli Liman
	Periyot				
Pb	İlkbahar	0,43	0,51	0,31	0,41
	Yaz	1,21	0,48	0,37	1,45
	Sonbahar	.*	0,52	0,49	.*
	Kış	0,48	0,33	1,8	2,07
	Ortalama	0,71	0,46	0,74	1,31
Cu	İlkbahar	0,71	0,87	0,49	1,12
	Yaz	0,7	0,71	0,68	2,57
	Sonbahar	.*	0,59	0,37	.*
	Kış	0,5	0,66	1,3	1
	Ortalama	0,48	0,71	0,71	1,17
Cd	İlkbahar	0,28	0,37	0,08	0,77
	Yaz	0,76	0,2	0,2	0,71
	Sonbahar	.*	0,89	0,17	.*
	Kış	0,2	0,46	1,3	0,87
	Ortalama	0,31	0,48	0,44	0,59
Fe	İlkbahar	0,07	0,06	0,22	0,25
	Yaz	25,47	15,8	5,67	299,45
	Sonbahar	.*	0,04	0,12	.*
	Kış	0,09	0,04	0,18	0,13
	Ortalama	8,54	3,99	1,55	74,96
Zn	İlkbahar	4,26	19,18	23,55	24,96
	Yaz	9,79	10,05	9,11	31,38
	Sonbahar	.*	21,3	64,22	.*
	Kış	18,08	14,02	47,17	30,04
	Ortalama	10,71	16,14	36,01	28,79

*: Örnek bulunamamıştır

Çizelge 4.39. *Arbacia lixula* Gonad – Ki-Kare Testi

Metal		Değer	df	Anlamlılık (Sig.)
Pb	Pearson Chi-Square	38,500 ^b	36	,357
	Likelihood Ratio	35,077	36	,512
	Linear-by-Linear Association	2,396	1	,122
	N of Valid Cases	14		
Cu	Pearson Chi-Square	38,500 ^b	36	,357
	Likelihood Ratio	35,077	36	,512
	Linear-by-Linear Association	,055	1	,814
	N of Valid Cases	14		
Cd	Pearson Chi-Square	37,333 ^c	33	,277
	Likelihood Ratio	34,031	33	,418
	Linear-by-Linear Association	1,719	1	,190
	N of Valid Cases	14		
Fe	Pearson Chi-Square	36,750 ^b	36	,434
	Likelihood Ratio	35,077	36	,512
	Linear-by-Linear Association	,180	1	,671
	N of Valid Cases	14		
Zn	Pearson Chi-Square	42,000 ^d	39	,342
	Likelihood Ratio	37,850	39	,522
	Linear-by-Linear Association	1,659	1	,198
	N of Valid Cases	14		
Toplam	Pearson Chi-Square	173,833 ^a	174	,489
	Likelihood Ratio	163,930	174	,697
	Linear-by-Linear Association	,019	1	,889
	N of Valid Cases	70		

Arbacia lixula gonad için yapılan Ki-Kare analizinde İstasyon – Ölçüm değerleri arasındaki ilişkiye bakılmış ve her bir metal için değerlendirme yapılmıştır. Yapılan Ki-Kare analizinde her bir metal için ayrı ayrı anlamlı farklılık ($p>0.05$) görülmemiştir. Modelin geneline bakıldığında da anlamlı farklılık ($p>0.05$) olmadığı görülmektedir (Çizelge 4.39).

Paracentrotus lividus (gonad) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014’de Gizli Liman’da 0,84 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Yıldız Koy’da 1,25 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014’de Gizli Liman’da 0,31 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015’de Gizli Liman’da 11,17 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014’de Gizli Liman’da 240,61 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Paracentrotus lividus* (gonad) için; Zn> Fe> Cu> Pb> Cd sırasını takip etmektedir.

Paracentrotus lividus (iç organ) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014’de Çanakkale’de 1,67 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Yıldız Koy’da 4,61 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Mavi Koy’da 0,48 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015’de Kilitbahir’de 38,45 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014’de Gizli Liman’da 22,45 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Paracentrotus lividus* (gonad) için; Fe> Zn> Cu> Pb> Cd sırasını takip etmektedir.

Arbacia lixula (gonad) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Gizli Liman’da 2,07 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015’de Gizli Liman’da 2,57 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Laz Koyu’nda 1,3 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015’de Gizli Liman’da 299,45 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014’de Laz Koyu’nda 64,22 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Arbacia lixula* (gonad) için; Fe> Zn>Cu>Pb> Cd sırasını takip etmektedir.

Arbacia lixula (iç organ) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Laz Koyu’nda 3,4 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Laz Koyu’nda 4,27 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Kış 2014’de Gizli Liman’da 0,66 $\mu\text{g/g}$ olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015’de Gizli Liman’da 324,6 $\mu\text{g/g}$ olarak

saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Gizli Liman'da 13,55 µg/g olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Arbacia lixula* (iç organ) için; Fe> Zn> Cu> Pb> Cd sırasını takip etmektedir.

Warnau ve ark. (1998) tarafından Marsilya- Fransa, Ischia Adası- İtalya ve Korsika Adası'nda Akdeniz *Posidonia oenica* ekosistemlerinde gözlenen *P. lividus* bireylerinde Zn, Pb, Cd, Fe, Cr, Cu, Ti gibi ağır metalleri mevsimsel olarak gözlemişlerdir. Tüm istasyon ve mevsim verileri ortalamalarına göre,

Sindirim organlarında, Zn, 13±4 µg/g, Pb 2±1 µg/g, Cd, 22±2 µg/g, Fe, 23± 4 µg/g, Cu, 42±7 µg/g değerleri

Gonadlarda, Zn, 41±16 µg/g, Pb 2±2 µg/g, Cd, 3±1 µg/g, Fe, 16± 2 µg/g, Cu, 11±4 µg/g değerleri,

Aristo fenerinde, Zn, 4±1 µg/g, Pb 5±4µg/g, Cd, 3±2 µg/g, Fe, 3± 1µg/g, Cu, 2±1 µg/g kaydedilmiştir.

Çalışmamızın *P. lividus* sindirim içeriği sonuçlarımıza göre kıyasladığımızda, Pb 3,72 µg/g, Cu 4,61 µg/g Cd 0,48 µg/g, Fe 38,45 µg/g ve Zn 22,45 µg/g olarak Zn, Pb, Fe değerleri daha yüksek tespit edilmiştir.

Yaptığımız çalışmada *P. lividus* gonad değerleri, 64,22 µg/g Zn, 0,31 µg/g Cd, 11,17 µg/g Fe, 1,25 µg/g Cu ve 0,84 µg/g Pb olarak bulunmuştur. Warnau ve ark. (1998)'nin yaptığı araştırmayla kıyaslandığında Zn değerli hariç diğer sonuçlar çalışma değerlerimizden fazla kaydedilmiştir.

Warnau ve ark. (1998)'nin araştırmasına göre, türde ağır metal birikimlerini etkileyen 3 faktör mevcuttur, bunlar; vücut dokusu, örneklendiği periyot ve örnekleme istasyonudur. Bunlardan en önemli faktör olarak vücut dokusu bulunmuştur. Pb dışındaki diğer metaller, metal konsantrasyonları kalsifik olmayan dokularda (sindirim duvarı ve gonad) her zaman daha yüksek gözlenmiştir. *P. lividus'* un sindirim duvarının ve gonadlarının metalleri en verimli şekilde konsantre eden bölmeler olduğu belirtilmiştir. Pb dağılımı, bu metalin en yüksek konsantrasyonları kalsifiye bölümlerde (gövde duvarı, iskelet ve aristoteles feneri) ölçüldüğünden diğerlerinden farklı bir eğilim göstermiştir.

Aynı çalışmada Warnau ve arkadaşları *P. lividus'* un tüm vücut bölümlerinde metal konsantrasyonlarında mevsimsel farklılıklar kaydetmişlerdir. Fakat, bu farklılıkların vücut dokuları arasında uyumlu olmadığı gözlenmiştir. Çalışmada, deniz kestaneleri içerisindeki transferlerin, mevsimsel zaman ölçeğinden çok daha küçük olan nispeten kısa bir zaman ölçeğinde (tipik olarak bir hafta sırasıyla) gerçekleştiğini göstermektedir. Kaydedilmiş farklılıkların, çevresel bir kirlenme yani dışsal-çevresel faktörlerden ziyade endojen-

fizyolojik faktörlerle ilgili olduğunu kaydetmişlerdir. Örneğin, tüm metallerin en düşük konsantrasyonlarının, haziran ayında örneklenen deniz kestaneleri gonadlarında ölçüldüğü ve bu dönemin Akdeniz'de *P. lividus*' un ana yumurtlama dönemine karşılık geldiği kaydedilmiştir. Bu durum gonadlardaki metal birikiminin, gametlerin atılımı sırasında kısmen bazı metallerin de vücuttan atıldığına karşılık gelmektedir. Mevsimsel olarak araştırma değerlerimizi incelediğimizde en yüksek metal konsantrasyonlarının kış ve sonbahar mevsimlerine, en düşük konsantrasyonun ilkbahar mevsimine denk geldiğini ve yapılmış çalışmaya uyumluluk gösterdiğini gözlemlemekteyiz.

Özden ve Tunçer, 2006 yılında Çanakkale Boğazı güney sahillerinden dokuz istasyondan toplanan midyelerden *Mytilus galloprovincialis*, *Patella vulgata*, *Monodonta turbinata* ve alglerden *Ulva lactuca*, *Cystoseria barbata*, *Enteromorpha sp.* türlerinin Pb, Cd, Cu, Zn, Fe düzeyleri ve mevsimsel değişimleri araştırmışlardır. *M. Galloprovinialis* için ağır metal birikimleri (kuru ağı.) 17,06 µg/g Fe, 19,15 µg/g Zn, 1,52µg/g Cu, 0,56 µg/g Pb kaydedilmiş ve değerler Fe>Zn>Cu>Pb sırasını takip etmektedir. Verilerimizle kıyasladığımızda, Fe değeri hariç *P. lividus* gonad ve iç organlardaki birikimlerin çalışmaya göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Soualili ve ark (2007) Cezayir'de yaptıkları araştırmada gonad dokularındaki ağır metal birikimlerini cinsiyetlere göre gözlemlemiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşmışlardır. Cezayir Sahili'nde dişi bireylerde yapılan çalışmaya göre; Zn 385,5±344,1 µg/g, Pb 6,14±3,46 µg/g, Cu 2,84±0,97 µg/g, Fe 73,8±35,5 µg/g, Cd 0,14±0,08 µg/g değerleri kaydedilirken, erkek bireylerde yapılan çalışmaya göre, Zn 32,9±13,5 µg/g, Pb, 7,78±8,77 µg/g, Cu 3,19±0,83 µg/g, Fe 19,3±19,7 µg/g, Cd 0,08±0,04 µg/g kaydedilmiştir. Değerler çalışmamızın en yüksek gözlenen verileriyle kıyaslandığında *P. lividus* gonad değerleri, 64,22 µg/g Zn, 0,31 µg/g Cd, 11,17 µg/g Fe, 1,25 µg/g Cu ve 0,84 µg/g Pb değerlerinin Cd değeri hariç üzerinde çıkmıştır. Erkek bireyler için kıyasladığımızda Zn ve Cd değerleri hariç diğer değerler bulgularımızın üzerinde sonuçlar tespit edilmiştir. Elde edilen bu farklılıkların çevresel bir kirlenme yani dışsal-çevresel faktörlerden ziyade endojen- fizyolojik faktörlerle ilgili olduğunu düşünülmektedir (Warnau ve ark., 1998).

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, ülkemiz sınırlarında Akdeniz ve Ege sahilleri boyunca birlikte rastlanan *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* türlerinin Çanakkale ve Gökçeada Kıyılarında mevsimsel olarak Pb, Cu, Zn, Cd ve Fe ağır metal düzeyleri araştırılmıştır. Gökçeada Kıyıları kontrol bölgesi olmak üzere on adet örnekleme istasyonu belirlenmiştir.

Paracentrotus lividus (gonad) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014'de Gizli Liman'da 0,84 µg/g olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Yıldız Koy'da 1,25 µg/g olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014'de Gizli Liman'da 0,31 µg/g olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015'de Gizli Liman'da 11,17 µg/g olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014'de Gizli Liman'da 240,61 µg/g olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Paracentrotus lividus* (gonad) için;

Zn> Fe> Cu> Pb> Cd

sırasını takip etmektedir.

Paracentrotus lividus (iç organ) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014'de Çanakkale'de 1,67 µg/g olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Yıldız Koy'da 4,61 µg/g olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Mavi Koy'da 0,48 µg/g olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015'de Kilitbahir'de 38,45 µg/g olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014'de Gizli Liman'da 22,45 µg/g olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Paracentrotus lividus* (gonad) için;

Fe> Zn> Cu> Pb> Cd

sırasını takip etmektedir.

Arbacia lixula (gonad) örneklerindeki ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Gizli Liman'da 2,07 µg/g olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015'de Gizli Liman'da 2,57 µg/g olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Laz Koyu'nda 1,3 µg/g olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015'de Gizli Liman'da 299,45 µg/g olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Sonbahar 2014'de Laz Koyu'nda 64,22 µg/g olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Arbacia lixula* (gonad) için;

Fe> Zn>Cu>Pb> Cd

sırasını takip etmektedir.

Arbacia lixula (iç organ) örneklerinde kaydedilen ağır metal analiz sonuçları dikkate alındığında; Pb konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Laz Koyu'nda 3,4 µg/g olarak saptanmıştır. Cu konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Laz Koyu'nda 4,27 µg/g olarak saptanmıştır. Cd konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Gizli Liman'da 0,66 µg/g olarak saptanmıştır. Fe konsantrasyonu en yüksek Yaz 2015'de Gizli Liman'da 324,6 µg/g olarak saptanmıştır. Zn konsantrasyonu en yüksek Kış 2014'de Gizli Liman'da 13,55 µg/g olarak saptanmıştır. Mevsim ortalamaları dikkate alındığında metaller *Arbacia lixula* (iç organ) için;

Fe> Zn> Cu> Pb> Cd

sırasını takip etmektedir.

Gonad değerleri göz önünde tutulacak olursa ağırmetal birikimlerinin *A. lixula* türünde daha önemli olduğu ve düzeylerin Gizli Liman da 2.07 µg/g Pb ve aynı istasyonda yaşayan *P. lividus*'ta da 0.84 µg /g saptanmıştır.

Cu birikimleri en yüksek *A. lixula* 'da 2.57 µg/g (Gizli Liman) karşılık, Yıldız Koyu'n da 1.25 µg/g (*P. lividus*) da görülmektedir. Benzer olarak Cd değerleri Laz koyunda 1.30 µg/g (Gizli Liman), ve 0.31 µg/g (*P. lividus*) bulunmuştur. Fe ise 299.45 µg/g değerine karşılı *P. lividus* örneklerinde 11.27 µg/g çıkmıştır. Zn değerleri Fe derişimlerinin tersine, *P. lividus* 'ta 240.61 µg/g (Gizli Liman) iken, en yüksek Zn değeri 64.22 µg/g ile (*P. lividus*) Laz Koyu'nda saptanmıştır.

İç organ içeriklerine yönelik yapılan metal analizlerinde ağır metal birikimlerinin Gonad dokusundakine benzer olarak birikimlerin türlere, istasyonlara ve örnekleme dönemine bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmektedir.

İç organ içeriklerine ait verilerde Laz Koyu'nda yaşayan *A. lixula* 'da Pb 3.40 µg/g iken *P. lividus* 'ta 1.67 µg /g düzeyinde olup, aynı istasyondan toplanan örneklerde 4.27 µg /g Cu 'a karşılık *P. lividus* 'ta 4.61 µg/g (Yıldız Koyu) bulunmuştur. Cd değerleri birbirlerine yakın olup, 0.48- 0.66 µg/g arasında değişmektedir. Gizli Limandaki *A. lixula* 'da 324.6 µg/g Fe ve 13.55 µg /g Zn karşılık *P. lividus*' ta 38.45 µg/g Fe (Kilitbahir) ve 22.45 µg /g Zn (Gizli Liman) saptanmıştır.

Metal konsantrasyonlarındaki farklılıklar, farklı vücut dokuları arasında, konumlar arasında olduğundan daha yüksek olabilir. Aynı durum mevsimler arasındaki metal konsantrasyonlarındaki farklılıklar için de geçerlidir. Bu nedenle, yılın aynı döneminde toplanan deniz kestanelerinden sadece aynı bölümler arasındaki metal konsantrasyonlarını

karşılaştırmaya özen gösterilmelidir. Vücut dokuları arasında, sindirim duvarı ve gonadlar ile vücut duvarı, biyomonitor dokular olarak değerlendirilmek üzere önerilmektedir (bu dokularda en yüksek metal birikimleri kaydedilmiştir). Bununla birlikte, yumurtlama döneminde gonad analizinden kaçınılması gerektiği, gamet salımıyla metal kaybının meydana gelmesinden dolayı farklı deniz kestanesi popülasyonları arasında sınırlı karşılaştırmalara yol açabileceği vurgulanmıştır (Warnau ve ark, 1998).

Kontrol bölgesi olarak seçilen Gökçeada Kıyıları ile denizel aktivitelerin bol olduğu Gelibolu, Eceabat, Çamburnu, Kilitbahir, Çanakkale ve Dardanos istasyonları incelenmiş aralarında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Gökçeada istasyonlarındaki birikimler, Çanakkale istasyonlarına göre daha fazladır. Çanakkale Boğazı'nın kendine has jeomorfolojik yapısı ve akıntı sisteminin ve Gökçeada'dan akıntı almayan iç koyulardan toplanan bireylerin bu durumu oluşturduğu düşünülmektedir.

Ağırlık ve çap ölçümlere göre Gökçeada'daki *Paracentrotus lividus* bireylerinin ağırlıkları ortalamaları (43,37 g- 86,33 g) ve çap ortalamaları (7,9 cm- 8,89 cm) olarak ölçülürken, Çanakkale'de bu değerler ağırlık için (32,41 g- 54,31 g) ve çapları için (6,06 cm- 7,90 cm) olarak kaydedilmiştir. Ölçümler değerlendirildiğinde temiz Gökçeada kıyılarında türün daha iyi gelişim gösterdiği ağırlık ve çap bakımından daha büyük bireyler oldukları görülmüştür. *Arbacia lixula* türü için Gökçeada'daki değerler (25,18 g- 51,73 g) ağırlık ve (6,90 cm- 8,51 cm) çap ölçülmüştür. Akdeniz kıyıları boyunca sığ sublittoral ve mikro algların gözleendiği alanlarda birlikte bulunan *P. lividus* ve *A. lixula* türleri birçok kez kaydedilmiştir (Vatova, 1950, Witman ve Dayton, 2001). Türler çalışma boyunca Gökçeada'da tüm mevsimlerde birlikte gözlenmiş, ancak Çanakkale'de *A. lixula*'nın varlığına rastlanılmamıştır. Bu durum türün daha spesifik tercihleri olduğunu ve yoğun turizm hareketliliği ve sanayi atıklarından etkilenen Çanakkale kıyılarının hiçbirine uyum sağlayamadığını göstermiştir. *P. lividus* geniş sıcaklık aralıklarında ve ışık rejimlerinde yaşayabilen bir türdür (Lök ve Köse, 2006). Bu durum *A. lixula*'nın daha spesifik tercihleri olduğunu ve yoğun turizm hareketliliği ve sanayi atıklarından etkilenmiş Çanakkale Kıyıları'nın hiçbirine uyum sağlayamadığını göstermiştir. Denizlerimizde son yıllarda görülen kirlilik ve aşırı avcılık gibi nedenlerle deniz kestanesi popülasyonlarının giderek azaldığı ve bazı bölgelerde tamamen ortadan kalktıkları da bildirilmektedir (Merki, 1988). Her iki kıyıda da gözlenen *P. lividus*'un Çanakkale'deki bireyleri çapça ve ağırlıkça Gökçeada'daki bireylere göre küçüktür. Morfolojik gözlemlere göre de Gökçeada'dan elde edilen türlerin gonadları daha büyük ve parlak olmasına karşın Çanakkale'de özellikle denizel aktivitelerin yoğun olduğu türlerin gonadları soluk ve yenebilecek kalitede

değildir. Gonad tüketiminde daha çok açık sarıdan koyu turuncuya ya da tamamen kırmızı renkler tercih edilip raflarda daha pahalı satışa sunulurken, daha açık ve soluk tonlar ile koyu kahverengi gonadlar tercih edilmemektedir (Kramer ve Nordin, 1979).



KAYNAKLAR

- Akyüz T., Mukhamedshina N., Akyüz S., Sarı E., Mirsagatova A.A., 2007. Toxic and Trace Element Analysis of Surface Sediments from the Gulf of Saros by INAA and XRF Methods. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 273 (3): 747-751.
- Altas L. ve Büyükgüngör H., 2007. Heavy Metal Pollution in the Black Sea Shore and Offshore of Turkey. *Environmental Geology*, 52: 469-476.
- Altunışık R., ve ark., 2007. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri. Sakarya Yayıncılık, Sakarya.
- Anonim 2008a. Su ürünleri Kanunu ve Su Ürünleri Yönetmeliği. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim 2008b. Yumuşakça ve Eklem Bacaklılar. Milli Eğitim Bakanlığı. MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Ankara.
- Arslan O.C., Parlak H., 2007. Embryotoxic Effects of Nonylphenol and Octylphenol in Sea Urchin *Arbacia lixula*. *Ecotoxicology*, 16: 439-444.
- Artüz M.I., 1968. Türkiye Denizlerinde Rastlanan Deniz Kestaneleri (Echinoidea). *Balık ve Balıkçılık*, XVI, 1-8.
- Atabeyoğlu K. ve Atamanalp M., 2010. Yumuşakçalarda (Mollusk) Yapılan Ağır Metal Çalışmaları. *Atatürk Üniv. Vet. Bil. Derg*, 5 (1): 35-42.
- Auernheimer C., Chinchon S., 1997. Calcareous Skeletons of Sea Urchins as Indicators of Heavy Metals Pollution. Portman Bay, Spain. *Environmental Geology*, 29 (1/2): 78-83.
- Balkıs N., Aksu A., Okuş E. ve Apak R., 2010. Heavy Metal Concentration in Water, Suspended Matter and Sediment from Gökova Bay, Turkey. *Environ. Monit. Assess.* 167: 359-370.
- Balkıs N., Algan O., 2005. Marmara Denizi Yüzey Sedimentlerinde (Şelf Alanı) Metallerin Birikimi ve Denetleyen Mekanizmalar. *Türk Deniz Araştırmaları Vakfı Yayınları*, 21: 177-192.

- Barnes D.K., Crook A., O'Mahoney M., Steele S., Maguire D., 2001. Sea Temperature Variability and *Paracentrotus lividus* (Echinoidea) Population Fluctuations. Journal of the Marine Biological Association of the UK, 81(02): 359-360.
- Bat L., Öztürk M., Öztürk M., 1996. Heavy Metal Amounts in Some Commercial Teleost Fish From the Black Sea. O.M.Ü. Faculty of Science-Arts. Journal of Science, 7(1): 117-35.
- Bergin F., Küçüksezgin F., Uluturhan E., Barut I.F., Meriç E., Avşar N., Nazik A., 2006. The Response of Benthic Foraminifera and Ostracoda to Heavy Metal Pollution in Gulf of İzmir (Eastern Aegean Sea). Estuarine Coastal and Shelf Science 66: 368-386.
- Bingöl D., Ay Ü., Karayünlü-Bozbaş S., Uzgören N. 2012. Chemometric Evaluation of the Heavy Metals Distribution in Waters from the Dilovası Region in Kocaeli, Turkey. Marine Pollution Bulletin 67: 1-6.
- Bolognesi C., Perrone E., Roggieri P., Pampanin D.M., Sciutto A., 2006. Assessment of Micro Nuclei Induction in Peripheral Erythrocytes of Fish Exposed to Xenobiotics Under Controlled Conditions. Aquat. Toxicol. 78: 93-98.
- Bulleri F., Benedetti-Cecchi L., Cinelli F. 1999. Grazing by the sea urchins *A. lixula* and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 241(1): 81-95.
- Byrne M., 1990. Annual reproductive Cycles of the Commercial Sea Urchin *Paracentrotus lividus* from an Exposed Intertidal and a Sheltered Subtidal Habitat on the West Coast of Ireland. Marine Biology, 104(2): 275-289.
- Canlı M., Atlı G., 2003. The Relations between Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) Levels and the Size of Six Mediterranean Fish Species. Environmental Pollution, 121: 129-136.
- Chen T., Yu K., Li S., Price G., Shi Q., Wei G., 2010. Heavy Metal Pollution Recorded in Porites Corals from Daya Bay, Northern China Sea. Marine Environmental Research, 70: 318-326.

- Crook A.C., Long M., Barnes D.K., 2000. Quantifying daily Migration in the Sea Urchin *Paracentrotus lividus*. Journal of the Marine Biological Association of The UK, 80(01): 177-178.
- Çevik U., Damla N., Kobya A.I., Bulut V.N., Duran C., Dalgıç G., Bozacı R., 2008. Assesment of Metal Element Concentrations in Mussel (*M. Galloprovincialis*) in Eastern Black Sea, Turkey. Journal of Hazardous Materials 160: 396-401.
- Da Silva Souza T., Fontanetti C.S., 2006. Micronucleus Test and Observation of Nuclear Alterations in Erythrocytes of Nile Tilapia Exposed to Waters Affected by Refinery Effluent. Mutation Research. Vol. 605: 87–93.
- Dauvalter V., Rognerud S., 2001. Heavy Metal Pollution in Sediments of the Pasvik River Drainage. Chemosphere 42: 9-18.
- De Conto Cinier, C., Ramel., M.P. Faure., R. Garin D., Bouvet, Y., 1999. Kinetics of Cd Accumulation and Elimination in Carp (*Cyprinus carpio*) Tissues. Comparative Biochemistry and Physiology, 122: 345-352.
- Demir M., 1952. Boğaz ve Adalar Sahillerinin Omurgasız Dip Hayvanları. Pub. Hyd. Res. Inst. Univ. of. Istanbul
- Demirsoy A., 1998. Omurgasızlar, İvertebrata Böcekler Dışında (Yaşamın Temel Kuralları). Meteksan Basımevi, Ankara.
- Diñer T., Çaklı S., 2007. Chemical Composition and Biometrical Measurements of the Turkish Sea Urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck, 1816). Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 27: 21–26.
- Egemen Ö., 2000. Çevre ve Su Kirliliği. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayını No: 42, İzmir.
- Fernandez C., Pergent. G., 1998. Effect of Different Formulated Diets and Rearing Conditions on Growth Parameters in the Sea Urchin *Paracentrotus lividus*. Journal of Shellfish Research, 17: 1571-1582.
- Fisher W.L., Bauchot M.S., 1987. Fishes FAO D'identifications Des Espèces Pour Les Besoins de Lapeché. (Revision 1). Méditerranée Et Met Noire. Zone de Peche 37.

- Fraga C.G., 2005. Relevance, Essentiality and Toxicity of Trace Elements in Human Health. *Molecular Aspects of Medicine*, 26: 235-244.
- Gilbert O., Martinez-Lladio X., Marti V., Diez S., Romo J., Bayona J. ve Pablo J., 2009. Changes of Heavy Metal and PCB Contents in Surficial Sediments of the Barcelona Harbour after the Opening of a New Entrance. *Water Air Soil Pollution* 204: 271-284.
- Goyer A.R., 1993. Lead Toxicity: Current Concerns. *Environmental Health Perspectives*, 100: 177-187
- Güler Ç. ve Çobanoğlu Z., 1997. Kimyasallar ve Çevre. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı, Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TC. Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara. 50, 27-49.
- Guettaf M., Gustavo A.S.M., Patrice F., 2000. Interpopulation Variability of the Reproductive Cycle of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in the South-Western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 80.05, 899-907.
- Hem D.j., 1985. Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water. 140-144
- Kahvecioğlu Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2004. Metallerin Çevresel Etkileri-I. *Metaller Dergisi*, 136: 47-53
- Karafistan A., Ormancı H.B., 2010. Metal Concentrations in *Mytilus Galloprovincialis* from Southern Dardanelles, Turkey. *ESAIJ* 5(3): 201-204.
- Kayhan E.F., Balkıs N., Aksu A., 2006. İstanbul Balık Halinden Alınan Akdeniz Midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) Arsenik Düzeyleri. *Ekoloji*, 15(61): 1-5.
- Kennish M.J., 1998. *Pollution Impacts on Marine Biotic Communities*. CRC Press, Boca Raton, Florida, 310.
- Kitching J.A., Ebling F.J., 1961. The Ecology of Lough Ine. *The Journal of Animal Ecology*, 373-383.

- Landis W.G., HoYu, M., 1999. Environmental Toxicology, Impacts of Chemicals Upon Ecological Systems, Second Edition, Chapter-3 “An Introduction to Toxicity Testing”, Lewis Publishers, CRC Pres LLC.
- Le Gall P., 1990. Culture of Echinoderms. Aquaculture, 1: 443-462.
- Leong L.S., Taner P.A., 1999. Comparison of Methods for Determination of Organic Carbon in Marine Sediment. Marine Pollution Bulletin,38 (10): 875-879.
- Lobban C.S. ve Harrison P.J., (1997). Saeweed Ecology and Physiology. Cambridge University press, USA, 366.
- Lök A., Köse A., 2006. Urla-İskele'den Toplanan Deniz Kestanelerinin (*Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*) Gonadosomatik İndeks Değişimi. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 23 (1-2): 7-11.
- Merki Z.Ö., 1988. Deniz kestanesi (*Paracentrotus lividus*)'nin Urla Yöresindeki Biyoekolojisi Üzerine Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniv. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir.
- Monteiro J.M., Albuquerque UP., Lins-Neto E. MF., Araújo EL., Amorim ELC., 2005. Use Patterns and Knowledge of Medicinal Species Among Two Rural Communities From North Eastern Brazil's Semi-Aridregion. J Ethnopharmacol Inpress.
- Morrison D., 1988. Comparing Fish and Urchin Grazing in Shallow and Deeper Coral Reef Algal Communities. Ecology, 69(5): 1367-1382.
- Mortensen T.H., 1943. A Monograph of the Echinoidea III. 3: Camarodonta. II. *Echinidae*, *Strongylocentrotidae*, *Parasaleniidae*, *Echinometridae* text. CA Reitzel.
- Nosonov N.V., 1969. Echinodermata. Echinoidea, 1: 221-229.
- Onsait S., Ke C., Wang X., Wang K. ve Wang W., 2010. Trace Elements in two Marine Fish Cultured in Fish Cages in Fujian Province, China. Environmental Pollution 158: 1334-1342.
- Özaydın O., Katağan T., Ünsal S., 1995. The Echinoderms of the Turkish Seas, Israel Journal of Zoology, 41: 57-68.

- Özaydın O., 1991. Ege Denizi Derin Deniz Echinodermelerinin Ekolojisi ve Sistematigi. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye.
- Özden S., 2005. Çanakkale Boğazı'nda Yaşayan Bazı Molluska ve Alg Türlerinde Ağır Metal Kirliliği İle İlgili Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Özden S., 2013. Gelibolu Yarımadası ve Saroz Körfezi Kıyılarında Askıda Katı Madde, Sediment, *Mytilus galloprovincialis* ve *Ulva rigida*'da Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Türkiye.
- Özden S., Tunçer S., 2006. Çanakkale Boğazı'nda Yaşayan Bazı Alg Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Birikimlerinin Araştırılması. 59. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, 332- 333.
- Öztürk B., 1999. Black Sea Biological Diversity, Turkey Black Sea Environmental Series, 9: 144.
- Öztürk M., Güner H., Koçbaş F., 2010. Foça Sahillerinde Baskın Makroalg Türleri, *Mytilus Galloprovincialis* ve Sediment Örneklerinde Ağır Metal Dağılımının Araştırılması. Celal Bayar Üniversitesi BAP Raporu, 1-69.
- Özvarol Y., 2003. Antalya Körfezi Kıyılarındaki Denizkestanelerinden *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* Bazı Biyolojik Özellikleri Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 53.
- Papastergios G., Filippidis A., Fernandes J., Gimeno D., Sikalidis C., 2010. Distribution of Potentially Toxic Elements in Sediments of an Industrialized Coastal Zone of the Northern Aegean Sea. Environmental Forensics, 11: 282-292.
- Raikwar M.K., Kumar P., Singh M., and Singh A., 2008. Toxic Effect of Heavy Metals in Livestock Health. Veterinary World, 1(1): 28-30
- Rainbow P.S., 1985a. The Biology of Heavy Metals in the Sea. Int. J. Envir. Studies 25: 195-211.
- Rainbow P.S., 1995. Biomonitoring of Heavy Metal Availability in the Marine Environment, Marine Pollution Bulletin, 31: 183-192

- Sala E., 1997. Fish Predators and Scavengers of the Sea Urchin *Paracentrotus lividus* in Protected Areas of the North-West Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 129(3): 531-539.
- Sarı E., 2008. Sources and Distribution of Heavy Metals in River Sediments from Southern Drainage Basin of the Marmara, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17 (12A): 2007-2019.
- Soualili D., Dubois P., Gosselin P., Guillou M., 2007. Assesment of Seawater Pollution by Heavy Metals in the Neighbourhood of Algiers: Use of the Sea Urchin, *Paracentrotus lividus*, as a Bioindicator. *ICES Journal of Marine Science*, 65(2): 132-139
- Sunlu U.A., Aydın N.E., Egrihancı Ö., 2005. The Investigation of Carbon and Burnable Substances Level which are Found in the Northern Aegean Sea Sediments. *Ege Üniv. Su Ürünleri Dergisi*, 13: 263-268.
- Süren E., Yılmaz S., Türkoğlu M. ve Kaya S., 2007. Concentration of Cadmium and Lead Heavy Metals in Dardanelles Seawater. *Environmental Monitoring and Assesment* 125: 91-98.
- Topçuoğlu S., Kırbasoğlu Ç., Güngör N., 2002. Heavy Metal in Organisms and Sediments from Cost of Black Sea. *Environmental International*, 27: 521-526.
- Topçuoğlu S., 2005. Monitoring of Radionuclide Concentrations in Marine Algae from the Turkish Black Sea Coast and Bosphorus during the Period of 1984-2001. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 11: 195-204.
- Tortonese E., Vadon C., 1987. Fiches FAO D'identification Des Espèces Pour Les Besoins De La Pêche. Méditerranée et Mer d'Europe. Echinodermes. *Zone de Pêche*, 37: 715-739.
- Uluturhan E., 2010. Heavy Metal Concentrations in Surface Sediments from two Regions (Saros and Gökova Gulfs) of the Eastern Aegean Sea. *Environ. Monit. Assess.* 165: 675-684.
- Uysal H., Tunçer S., 1984. A Comparative Study on Heavy Metals Concentrations in Some Fish Species and in the Sediments from İzmir Bay. *VII Es Journees Etud. Pollutions. CIESM. Lucerne.*

- Uysal H., Yaramaz Ö., Tunçer S., Parlak H., 1989. Ege Denizi Kıyılarında Pollusyon Durumu, Organizma ve Ekosistem Üzerindeki Etkileriyle İlgili Araştırmalar, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 6: 21-24.
- Uysal Z., 1999. Demir Metabolizmasında, Demir Eksikliğinde ve Demir Fazlalığında Yenilikler. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 52: 157-164
- Ünsal S., 1973. Ege Denizi Türkiye Karasularında Yaşamakta Olan Derisi Dikenliler (Echinodermata) Üzerine Bio-Ekolojik Araştırmalar, Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Türkiye.
- Üstünada M., Erduğan H., Aysel V., Akgül R., 2011. *Codium fragile* sub. sp. Fragile (Suringar) Hariot ve *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (Çanakkale Boğazı, Türkiye) Taksonlarında Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 7(1): 5-17 ISSN: 1300-4891
- Wallenstein F., Coutobo R., Amaral A., Wilkison M., Neto A. ve Rodrigues A., 2008. Baseline Metal Concentrations in Marine Algae from Sao Miguel (Azores) Under Different Ecological Conditions– Urban Proximity and Shallow Water Hydrothermal Activity. Marine Pollution Bulletin, 29: 35-49.
- Warnau M., Biondo R., Temara A., Bouquegneau J., Jangoux M., Dubois P., 1998. Distribution of Heavy Metals in the Echinoid *Paracentrotus lividus* from the Mediterranean *Posidonia oceanica* Ecosystem: Seasonal and Geographical Variations. Journal of Sea Research, 39: 267–280.
- Wang X., Sato T., Baoshan X., Tao S., 2005. Health Risks of Heavy Metals to the General Public in Tianjin, China Via Consumption of Vegetables and Fish. Science of the Total Environment 350: 28-37.
- Wong S.C., Wu S.C., Düzgören A.N., Aydın A., Wong M.H., 2007. Trace Metal Contamination of Sediments in an E-Waste Processing Village in China. Environmental Pollution, 145: 434-442.
- Vatova A., 1950. Gli Echinodermi Della Laguna. Venetta, Nova Thalassia, Italia, 1(7): 1-13.
- Hörstadius S., 1973. Experimental Embryology of Echinoderms. Oxford University Press, Ely House, London.

- Yalçın M.G., Çevik O., Karaman M.E., 2013. Use of Multivariate Statistics Methods to Determine Grain Size, Heavy Metal Distribution and Origins of Heavy Metals in Mersin Bay (Eastern Mediterranean) Coastal Sediments. *Asian Journal of Chemistry*, 25(5): 2696-2702.
- Yarsan E., Başkaya R., Yıldız A., Altıntaş L., Yeşilot S., 2007. Copper, Lead, Cadmium and Mercury Concentrations in the Mussel *Elliptio*. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 79: 218-220.
- Yılmaz F., 2009. The Comparison of Heavy Metal Concentrations (Cd, Cu, Mn, Pb And Zn) in Tissues of the Three Economically Important Fish (*Anguilla anguilla*, *Mugilcephalus* and *Oreochromis niloticus*) Inhabiting Köyceğiz Lake-Muğla. *Turkish Journal of Science & Technology*, 4(1): 7-15.
- Yılmaz S., Sadıkoğlu M., 2011. Study of Heavy Metal Pollution in Seawater of Kepez Harbor of Çanakkale (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 173: 899-904.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Melis YILMAZ

Doğum Yeri: Üsküdar, İstanbul

Doğum Tarihi : 21.05.1990

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Temel Bilimler AnaBilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

Çanakkale ve Gökçeada Kıyılarında Yaşayan Deniz Kestanesi Türlerinin İzlenmesi ve Korunması Üzerine Araştırmalar- 3. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu Girişimcilik ve Yeni Fikirler. İzmir-2016 (Melis Yılmaz- Prof. Dr. Sezginer Tunçer)

Manila Kum Midyesi *Ruditapes Philippinarum*'da Kahverengi Benek Hastalığı- Tabiat ve İnsan Dergisi 49(190) ,30- 37.2015 (Prof. Dr. Sezginer Tunçer- Melis Yılmaz)

Türk Basınında Çıkan Su Samuru (*Lutra lutra*)'nın Karşılaştığı Tehlikeler ve Korunmasına İlişkin Haberler-Su Samurunun Türkiye'deki Durumu 4. Sempozyumu, 9 Ekim 2015 (Prof. Dr. Sezginer Tunçer, Melis Yılmaz)

Çanakkale (Çınarlı)'de *Martes foina* (Erxleben, 1777) (Mammalia: Carnivora)'nın bazı Biyoekolojik Özellikleri- Porsuk ve Sansarların Türkiye'deki Durumu Sempozyum 1. Muğla-2013 (Prof. Dr. Sezginer Tunçer, Melis Yılmaz)

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

Marine Mercury and Other Heavy Metals In Some Sea Urchin Species And Lichens in Antarctica – Students in Polar Research Conference, Brno-2015 (Melis Yılmaz- Prof. Dr. Sezginer Tunçer, Özge KARA)

c) Katıldığı Projeler

Quarry Life Award- Biyoçeşitlilik Proje Yarışması- Akçansa Çanakkale Kil Madeni Rehabilitesi- 2014

İLETİŞİM

E-posta Adresi: lpmelis1990@gmail.com

Tel: 0507 587 69 67