

**T.C.**  
**RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BEYAZ KUM MİDYESİ (*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758)'NDE**  
**BAKIR (Cu) TUTMA KAPASİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

**MELTEM BUĞDAYCI**

**TEZ DANIŞMANI**  
**DOÇ. DR. GÖKTUĞ DALGIÇ**  
**TEZ JÜRİLERİ**  
**PROF. DR. HASAN BALTAŞ**  
**YRD. DOÇ. DR. ŞEBNEM ATASARAL ŞAHİN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**SU ÜRÜNLERİ ANABİLİM DALI**




**RİZE-2016**

**Her Hakkı Saklıdır**

T.C.  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BEYAZ KUM MİDYESİ (*Chamelea gallina* L. 1758)'NDE BAKIR (Cu)  
TUTMA KAPASİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Doç. Dr. Göktuğ DALGIÇ danışmanlığında Meltem BUĞDAYCI tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 02/05/2016 tarihinde Su Ürünleri Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmzası
Başkan :	Prof. Dr. Hasan BALTAŞ	
Üye :	Doç. Dr. Göktuğ DALGIÇ	
Üye :	Yrd. Doç. Dr. Şebnem ATASARAL ŞAHİN	



Prof. Dr. Selami ŞASMAZ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada beyaz kum midye (*Chamelea gallina*)'sinin bakır (Cu) tutma kapasitesini araştırmak için yapılmıştır.

Proje yürütücü olan ve benden bu tez çalışması boyunca hiçbir yardımını esirgemeyen Prof.Dr. Hasan BALTAŞ'a ve sadece tez aşamamda değil yüksek lisansa başladığım günden beri her konuda benden yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve bu tezin hazırlanmasıyla yakından ilgilenen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Gökтуğ DALGIÇ'a teşekkürlerimi sunarım.

Örneklerin alınması ve laboratuvara getirilip çalışmaların yürütülmesi boyunca bana destek olan ve yalnız bırakmayan doktora öğrencisi Esra YILMAZ BAYRAK , yüksek lisans öğrencisi Fatih DEVRAN ve Ömer ÇORUH'a çok teşekkür ederim. Tezimin yazılması ve düzenlenmesi kısmında bana yardım eden Arş.Göv. Hatice BAL'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince ve tüm hayatım boyunca her zaman maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyip yanımda olan aileme sonsuz teşekkürler ederim.

Bu yüksek lisans tezi, **113Y148** proje koduyla **TÜBİTAK**, Çevre Atmosfer Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Grubu (**ÇAYDAG**) tarafından desteklenmiştir. Verdikleri destekten dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Meltem BUĞDAYCI

## TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan“ Beyaz Kum Midyesi (*Chamelea gallina* L. 1758)’nde bakır(Cu) Tutma Kapasitesinin Araştırılması” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.  
02/05/2016

Meltem BUĞDAYCI

*Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.*

## ÖZET

### BEYAZ KUM MİDYESİ (*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758)'NDE BAKIR (Cu) TUTMA KAPASİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Meltem BUĞDAYCI

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Su Ürünleri Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi  
Danışmanı: Doç. Dr. Gökтуğ DALGIÇ

Bu çalışmada deneysel olarak beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*) 'nde bakır tutma kapasitesi EDXRF spektrometresi ile belirlenmiştir. Bu amaç ile, farklı ve sabit Cu konsantrasyonlarına maruz bırakılan midyeler için iki deney grubu oluşturulmuştur. Birincisinde, kontrol ve altı farklı Cu konsantrasyon (0,12; 0,36; 0,60; 1,21; 3,60; 6mg L<sup>-1</sup>) deneme grubu belirlenerek günlük olarak (kronik) verilen Cu konsantrasyonlarının beş gün sonunda midye yumuşak dokuda değişimleri ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre, midye yumuşak dokusunda 0,12 mg L<sup>-1</sup> Cu konsantrasyonunda en düşük 188,21 µg g<sup>-1</sup> ve 6 mg L<sup>-1</sup>'lik Cu konsantrasyonunda ise en yüksek 671,87 µg g<sup>-1</sup> değeri tespit edilmiştir. Deneme gruplarında Cu konsantrasyon değerleri arttıkça midye yumuşak dokularında Cu miktarının arttığı gözlenmiştir. İkinci deneme grubunda ise deney başlangıcında sabit 0,36 mg L<sup>-1</sup> (akut) olarak Cu çözeltisine maruz kalan midyelerin yumuşak dokularında Cu konsantrasyon seviyeleri günlük (5 gün) olarak izlenmiştir. Midye yumuşak dokularındaki Cu konsantrasyon miktarlarının güne göre arttığı gözlenmiştir. Buna ilaveten, her iki deneme gruplarında deney başlangıcında ve sonunda midye kabuk, sediment ve deniz suyu örneklerinde Cu konsantrasyon değerleri ölçülmüştür. Sonuç olarak bu çalışma, Cu konsantrasyonuna maruz kalan beyaz kum midyesinin davranışı belirlenmiştir. Ayrıca, beyaz kum midyesinin denizel ortamda kronik ve akut metal kirliliğinin izlenmesi için biyoindikatör olduğu tespit edilmiştir.

2016, 56 sayfa

**Anahtar Kelimeler :** Beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*), Cu, EDXRF, Kronik, Akut

## ABSTRACT

### DETERMINATION OF THE COPPER UPTAKE CAPACITY OF BABY CLAM

(*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758)

Meltem BUĞDAYCI

Recep Tayyip Erdoğan University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Aquatic Products  
Master Thesis  
Supervisor: Assoc. Prof. Gökтуğ DALGIÇ

In this study, copper uptake capacity of baby clam (*Chamelea gallina*) is determined experimentally by EDXRF spectrometer. For this purpose, two different experimental groups were formed for mussels exposed to fixed and changed concentrations of Cu. In the first, control and six different concentrations of Cu (0.12; 0.36; 0.60; 1.21; 3.60; 6 mg L<sup>-1</sup>) were added to the tanks and called as daily treatment groups (chronic). Changes at the Cu concentration in the soft tissue of clams was measured at the end of five days. According to the results, Cu concentration in the 0.12 mg L<sup>-1</sup> group was the lowest with 188.21 µg g<sup>-1</sup> and in 6 mg L<sup>-1</sup> group was the highest with 671.87 µg g<sup>-1</sup> was determined. It was observed that the amount of Cu in soft tissues was increased with the increased Cu concentration in the experimental groups. In the second experiment the sea water was fixed to 0.36 mg L<sup>-1</sup> (acute) Cu level and Cu concentration was observed in the soft tissue of the mussels daily (5 days). In addition the amount of Cu concentrations in the shells of clams, seawater and sediment samples was measured. As a result of this study the behavior of the clam exposed Cu concentration was determined. It was also been found that the baby clam would be a bioindicators for monitoring chronic and acute metal pollution of the marine environment.

2016, 56 page

**Keywords:** Baby clam (*Chamelea gallina*), copper, EDXRF, acut, chronic

## İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ .....	VIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	5
1.2. <i>Chamelaegallina</i> türünün Biyo-ekolojisi.....	7
1.2.1. Sistematığı .....	7
1.2.2. Morfolojisi .....	8
1.2.3. CoğrafiK Yayılım ve Habitat.....	9
1.2.4. Avcılık ve Üretim .....	10
1.3. Literatür Özeti.....	13
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	15
2.1. Beyaz Kum Midyesi ( <i>Chamelaegallina</i> Linnaeus, 1758) Örnekleri .....	15
2.2. Sediment Örneği .....	15
2.3. Deniz Suyu Örneği.....	15
2.4. Deneyin Yapılışı .....	16
2.5. EDXRF TANITIM .....	19
2.6. Elde edilen Örneklerin EDXRF Ölçümü İçin Hazır Hale Getirilmesi .....	21
2.6.1. Deniz Suyu Örnekleri .....	21
2.6.2. Beyaz Kum Midyesi Örnekleri .....	23
2.6.3. Sediment Örnekleri .....	26
2.7. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi .....	28
3. BULGULAR.....	29
3.1. Beyaz Kum Midyesi Örneklerin Yaş ve Kuru Kütleleri.....	29
3.2. Örneklerin Bakır (Cu) Konsantrasyon Sonuçları.....	30
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	38
5. ÖNERİLER.....	41

KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ.....	46



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil 1.</b>	Su ürünleri üretim miktarları.....	7
<b>Şekil 2.</b>	Beyaz Kum midyesi kabuğunun iç ve dış görünümü (Orijinal).....	9
<b>Şekil 3.</b>	Beyaz kum midyesi'nin Coğrafik Dağılımı (URL-4) .....	9
<b>Şekil 4.</b>	İtalyan Tipi Tekne ve Hidrolik Direç Konumu (Frogia, 1989).....	12
<b>Şekil 5.</b>	Su ürünleri araştırma merkezine getirilen beyaz kum midyeleri .....	15
<b>Şekil6.</b>	Beyaz kum midyesi için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan deneme akvaryumları .....	17
<b>Şekil 7.</b>	Bakır (Cu) stok çözeltileri .....	18
<b>Şekil8.</b>	Beyaz kum midyesi için sabit grubu konsantrasyonda hazırlanan deneme akvaryumu .....	19
<b>Şekil 9.</b>	Epsilon 5, PANalytical EDXRF cihazı .....	20
<b>Şekil 10.</b>	Deniz suyu örneklerinin elektrikli ısıtıcılar üzerinde buharlaştırılması .....	21
<b>Şekil 11.</b>	Toz haline getirilen deniz suları .....	22
<b>Şekil 12.</b>	Örneklerin pelet haline getirilmesinde kullanılan pres makinası .....	22
<b>Şekil 13.</b>	EDXRF ölçme hazır hala getirilmiş deniz suları.....	23
<b>Şekil 14.</b>	Beyaz kum midyesi yumuşak dokuları .....	23
<b>Şekil 15.</b>	Beyaz kum midyesi kabukları .....	24
<b>Şekil 16.</b>	Örneklerin kurutulmasında kullanılan etüv .....	24
<b>Şekil 17.</b>	Agatta öğütülen midye yumuşak doku.....	25
<b>Şekil 18.</b>	EDXRF ölçüme hazır beyaz kum midyesi yumuşak doku örnekleri .....	25
<b>Şekil 19.</b>	EDXRF Ölçüme hazır beyaz kum midyesi kabuk örnekleri. ....	26
<b>Şekil 20.</b>	Kurutulmaya bırakılmış sediment örnekleri.....	26
<b>Şekil 21.</b>	Elekten geçirilen sedimet örnekleri .....	27
<b>Şekil 22.</b>	EDXRF Ölçüme hazır hale getirilen sediment örnekleri .....	27
<b>Şekil 23.</b>	Deney süresince sediment örneklerinde ölçülen bakır miktarı .....	32
<b>Şekil 24.</b>	Deney süresince deniz suyu örneklerinde ölçülen bakır miktarı.....	33
<b>Şekil 25.</b>	Beyaz kum midyesi yumuşak doku örneklerinde Cu tutma kapasitesi değişim grafiği.....	34
<b>Şekil 26.</b>	Beyaz kum midyesi kabuk örneklerinde Cu tutma kapasitesi değişim grafiği.....	35
<b>Şekil 27.</b>	Beyaz kum midyesinde sabit grubun Cu tutma kapasitesi değişim grafiği...36	

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Ülkemizde su ürünleri üretim miktarı (ton) (TUIK ,2013).....	6
<b>Tablo 2.</b> Beyaz kum midyesi örneklemesindeki deniz suyu ölçüm değerleri .....	16
<b>Tablo 3.</b> Sertifikalı referans malzeme midye (NIST-2976) örneğinin kimyasal analiz sonuçları .....	21
<b>Tablo 4.</b> Beyaz kum midyesinin kabuk ve yumuşak dokularının yaş ve kuru kütleleri(g) .....	29
<b>Tablo 5.</b> Sabit bakır konsantrasyonuna (0,36 mg L <sup>-1</sup> ) maruz bırakılan beyaz kum midyelerinin yumuşak doku yaş ve kuru kütleleri (g).....	30
<b>Tablo 6.</b> Beyaz kum midyesi yumuşak doku, kabuk, sediment ve deniz suyunda kibakır (Cu) tutma konsantrasyonu .....	31
<b>Tablo 7.</b> 0,36 mg L <sup>-1</sup> Cu sabit grubu Beyaz Kum midyesi örneklerinin Bakır (Cu) Tutma kapasitesi deney sonuçları .....	36

## 1. GENEL BİLGİLER

İnsanoğlunun tarihi süresince su ürünleri önemli bir besin kaynağı olmuştur. Nüfus artışına paralel olarak artan gıda ihtiyacı su ürünlerine olan talebi kaçınılmaz olarak arttırmıştır. Son yıllarda dengeli beslenmeye olan talep dünya üzerindeki devletleri denizlerden ve iç sulardan daha fazla yararlanma olanaklarının arayışına itmiştir. Özellikle balıkçılık, mevcut kaynakların daha verimli ve sürdürülebilir kullanımı açısından kritik bir öneme sahiptir.

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili bir ülkedir. Denizlerimiz; biyolojik, fiziksel, kimyasal ve ekolojik açıdan farklı özellikler taşımaktadır. Ülkemiz, su kaynakları ve su ürünleri potansiyeli bakımından şanslı ülkeler arasındadır. Fakat son yıllarda su ürünleri stokları birçok faktörlerden (kirlilik, aşırı avcılık, sintine sularıyla gelen egzotik canlılar) etkilenmeye başlamıştır. Denizlerimizde su kirliliği, endüstri düzeyi gelişmiş diğer ülkelerde olduğu kadar büyük boyutlara ulaşmamıştır. Gerekli önlemler alınmadığı takdirde ilerde önemli bir problem olarak karşımıza çıkacaktır. Diğer taraftan ülkemizde doğal su ürünleri kaynaklarının araştırılmasına yönelik faaliyetler de yeterli düzeyde değildir. Zira mevcut su ürünleri stoklarımızdan yararlanabilmek ve bu kaynakların ekonomik olarak işletilebilmesini sağlamak, öncelikle bu stokların bilinmesine bağlıdır. Aksi takdirde stokların sürdürülebilir işletimine yönelik balıkçılık yöntemi gerçekleştirilemeyecektir. Üretimde uygulanacak politikaları belirlemek, plan hedeflerini tayin etmek, öncelikle stokların büyüklüğü konusunda yapılacak araştırmalara ve bunların sonuçlarına bağlıdır (Bilgin, 2005).

Karadeniz'in Türkiye balıkçılığında tartışılmaz bir önemi vardır. Bu alandaki balıkçılık sektörü hem bölge hem de ülke ekonomisine katkısı oldukça büyüktür. Endüstrinin daha az geliştiği bölgelerle karşılaştırıldığında sağlanan girdiler ve iş olanakları, bu sektörün önemini daha da arttırmaktadır. Özellikle sahil kesiminde yaşayan halkın önemli bir bölümü doğrudan veya dolaylı olarak bu sektörde yer almaktadır. Bireysel olarak balıkçılıkla uğraşanların yanı sıra teknelerde tayfa olarak çalışanların da sayısı da yüksektir. Balığın denizde avlanmasından, tüketimine kadar olan bu süreç (avlama, karaya çıkarma, dağıtım, pazarlama, işleme ve değerlendirme gibi) birçok kişiye iş olanağı sağlamaktadır. Bu nedenle Karadeniz balıkçılığında

karşılaşılan sorunlar bölge insanını doğrudan etkilemektedir. 1990'lı yılların başında hamsi avcılığında yaşanan sorunlar, birçok işleme tesisinin yetersiz düzeyde veya tamamen çalışamaz hale gelmesine sebep olmuştur. Aynı zamanda geçiminin tamamını veya bir kısmını balıkçılıkla sağlayan bölge insanının çoğunluğunun işsiz kalarak ekonomik sıkıntıya düşmesine sebep olmuştur (Düzgünes vd., 1992; Zengin, 1998).

Kabuklu su ürünlerinden olan molluska türleri ülkemizde yeterince değerlendirilemeyen su ürünlerinin başında yer almaktadır. Sınırlı kıta sahanlığı veya sublitoral zonlara sahip olan Ülkemiz kıyılarında ekonomik değeri olan kabuklu türlerinin sayısı da son derece sınırlıdır. Halen ticari değeri devam eden ve işletilebilecek stoklara sahip başlıca çift kabuklu türleri arasında kum midyesi veya cikcik (*Chamelea gallina* L, 1758), Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819), Akivades (*Tapes decussatus* L, 1758) ve yassı istiridye (*Ostrea edulis* L, 1758) yer almaktadır. Bunların dışında ak midye (*Scapharca inaequivalvis*) ve *Donax trunculus* gibi ekonomik olabilecek türler de denizlerimizde, özellikle Karadeniz'de yayılım göstermektedir (Öztürk ve Çevik, 2000).

Ülkemiz zengin deniz ve iç su kaynaklarında önemli potansiyellere sahiptir. Omurgasız deniz ürünlerinden midyeler, özellikle beyaz kum midyesi (*Chamalea gallina* L., 1758) ülkemiz sularında Marmara Denizi'nin kuzeyinde, Karadeniz, Çanakkale ve Kuzey Ege kıyılarında doğal halde bulunmaktadır (Kurt , 2006) .

Bildiğimiz üzere metaller yüksek ısı ve elektrik iletkenliğine sahip olan, işlenip şekillendirilebilen, oksijenli bileşikleri bazik oksit veren elementler olup günlük yaşamımızda ve endüstrinin her dalında kullanılmaktadır. Periyodik tablonun 105 elementinden 80'ini metaller oluşturmaktadır. Evlerde, teknolojiye, elektronik alışimlarda, gemilerde, arabalarda aklımıza gelebilecek birçok yerde yani kısacası metalleri günlük yaşamda her yerde kullanmaktayız. Metaller; doğal veya antropolojik etkilerce hava, su ve toprak yoluyla besinlerimize ve içme sularımıza karışmaktadır (URL-3).

Endüstriyel işlem ve ürünlerde ağır metal kullanımı son yıllarda hızla artmış ve buna bağlı olarak insanlar üzerindeki etkisi de tehlikeli boyutlara ulaşmıştır. Civa-

amalgam diş dolgusu, kurşunlu boya, musluk suyu, yiyecek prosesleri, kimyasal tortu ve kişisel bakım őrunleri (kozmetik őrunleri, şampuan, sa őrunleri, gargara sıvısı, diş macunu, sabun vb) gőnlük hayatımızda sıklıkla kullandığımız metal kaynaklı őrunlerdir. Bunun yanında insanlar evde, dışarıda, birçok iş sahasında her gőn ağır metallerin etkisine maruz kalmaktadır (URL-1).

Yapılan alışmalar sonucunda ağır metallere maruz kalan insanlarda, ruhsal ve nőrolojik etkilere bağlı davranış bozuklukları, nőrötransmitter őretimi ve bunların fonksiyonunda dőzensizlikler ortaya çıkması ve daha birçok metabolizma sorunu gözlemlenmiştir. Daha sonraları, maruz kalınan ağır metal oranına göre sakatlıklar ve bazı organların gőrevini yapamaması gibi ciddi rahatsızlıklar ortaya çıkmıştır (URL-1).

Ağır metal olan bakır (Cu) ok yaygın bir maddedir ve çevremizde doğal olarak bulunur. İnsanlar bakırı yaygın bir şekilde őrellikle endőstride ve tarımda kullanırlar. Bakır őretimi őrellikle son on yılda çok gelişmiştir ve buna bağlı olarak doğal rezervler bir çok gıdada, içme suyunda ve havada bulunabilir hale gelmiştir. Bundan dolayı her gőn yiyerek, içerek ve soluyarak őrnemli bir miktar bakırı vőcudumuza alırız. Bakırın absorbsiyonu gereklidir, őnkő insan sağlığı için gerekli olan bir iz elementtir. İnsanların yőksek konsantrasyonlarda bakırı orantılı olarak idare edebilmelerine rağmen, çok fazla vőcuda alınması sağlık problemlerine yol açabilir (URL-1).

Suda yaşayan çeşitli organizmalara bakırın yaptığı toksik tesir, suyun sıcaklığı, bulanıklığı, ihtiva ettiği CO<sub>2</sub> gibi faktőrlerin yanında organizmaların cinsine de bağlıdır. Bakır ve klorőr ortamda beraberce bulduklarında, yalnız hareket ettiklerinden daha fazla zehirleyici etkiye sahiptirler. Bakır sőlfat, çinko sőlfat balıkların i organlarının çalışma dőzenine zehir tesiri yapar. Cu +2 iyonik halde toksik maddedir. Ergin bir insanda 100- 150 mg kadar bakır bulunur. Bakırın kimi enzimatik reaksiyonlara girdiği bilinmektedir (Özbek, 1986).

Metaller denizlerde daha çok dibe (sedimente) ökerler bu nedenle dipte yaşayan canlılarda őrellikle midye ve deniz çayırlarında birikiminin yőksek olduğu yapılan biyo- akőmölasyon çalışmalarında gőrőlmőřtőr. Besin zincirinde bu canlılarla beslenen diğer balıkların bőnyesinde ağır metal birikiminin devam etmesi ve soframıza kadar

gelmesi kısa zamanda olmasa da uzun zamanda insan sağlığını olumsuz etkilediği bilinmektedir. Gerekli ölçüde alındığında insan sağlığına yararı olan birkaç metalin dışında ağır metaller vücuda alındığında zehirleyici etkiler göstermektedir ve insan vücudundan atılamazlar. Bu nedenle sağlığımız için çok fazla yararı olan balıktan vazgeçmek yerine denizlerimizi bu ağır metal ve kirlilik etkenlerinden korumaya özen göstermeliyiz (URL-3).

Su ürünlerinde çok önemli yeri olan bir konuda ağır metal birikimidir. Sanayinin gelişmesiyle ve endüstri atıklarının denizlere boşaltılması sonrası denizlerde bir takım metal iyonlarının (Pb, Cr, Zn, Cu, Ni, Co, Cd, Fe, Hg, Ag) artışı ve canlıların bu iyonları bünyesine katmasıyla oluşan bir takım zararlı etkiler meydana gelir. Sanayi ve insan etkilerinin yanı sıra toprak erozyonuyla, atmosferdeki gazlar yoluyla, akarsularla, tarım yoluyla, denizaltı volkanik aktiviteler gibi yollarla denizlere metal iyonları taşınır. Deniz suyunda metaller fiziksel olarak dört esas formda bulunur. Bunlar; Suda çözülmüş olarak, kolloid parçacıkları olarak, canlı organizmaların bünyesinde, diğer kolloid parçacıkları üzerindedir. İnsanların vücutlarında biriken metal iyonlarının vücuttan atılması çok uzun yıllar gerektirmektedir. Bu metal iyonlarının vücutta birikimi toksik etkiye neden olmaktadır (URL-3).

Diğer denizlerde olduğu gibi Karadeniz’de de evsel, endüstriyel ve tarımsal atıklar kirliliğin başlıca kaynağını oluşturmaktadırlar. Bu atıkların içerdiği ağır metaller de çeşitli yollardan, özellikle nehirler ve dereler yoluyla Karadeniz’e ulaşmakta ve burada yaşayan canlılar tarafından değişik miktarlarda alınmaktadır (Anonim, 1998).

İstanbul Boğazı’ndan giren alt akıntı, gerek Akdeniz’den, gerekse Marmara Denizi’nden bazı kirleticileri Karadeniz’e taşımaktadır. Diğer yandan ülkemizden Sakarya Nehri ve bazı çaylar (Filyos Çayı) ile özellikle batı ve kuzey batıdan Tuna, Dinyeper ve Dinyester nehirleri vasıtasıyla önemli miktarda kirletici de Batı Karadeniz’e ulaşmaktadır.

Orta ve Doğu Karadeniz’e başlıca 3 büyük nehir, (Kızılırmak, Yeşilirmak ve Çoruh) ile pek çok ırmak ve dere dökülmektedir. Bu bölge ayrıca maden yatakları yönünden de oldukça zengindir. Bu madenler arasında özellikle bakır ve kurşun önemli

bir yer tutmakta ve Türkiye ekonomisine önemli bir katkı sağlamaktadır. Ancak sağladığı bu katkıların yanında atıkları, ya doğrudan denize verilmekte ya da gerek yağmur ve sel sularıyla gerekse nehirler yoluyla dolaylı olarak Karadeniz'e karışmaktadır (Anonim, 1998).

Denizlerde bol miktarda bulunmaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip, bunların uzun bir süre bünyelerinde tutmalarından dolayı midyeler, sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelir (Yarsan, 2000).

Ağır metaller bioakümülatiftir ve insan vücudunda herhangi bir olumlu fonksiyonu olmamakla birlikte fazlası toksik etkiye neden olurlar. Solunum, beslenme ve deri emilimi yoluyla insan vücuduna girerek dokularda birikmeye başlarlar. Bu metaller vücuttan uzaklaştırılmaz ve zaman içinde toksik etkilere ulaşırlar (URL-1).

Çift kabuklular suyu süzerek beslenen canlılar olduğundan suda bulunan ağır metalleri biriktirme eğilimindedirler.

Bu çalışma Beyaz kum midyesi (*Chamaelea gallina* L.,1758)'nde bakır tutma kapasitesinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## **1.1. Giriş**

Yeryüzünün yaklaşık olarak %71'ini su alanları kaplar. Bu alanın büyük bir bölümü çok sayıda tek hücrelilerden memelilere kadar çok değişik türdeki su canlılarının yaşaması için uygun koşullara sahiptir. İnsanlar suda yaşayan canlılardan başta balıklar olmak üzere ve diğer canlı gruplarından besin kaynağı olarak yararlanmaktadır. Bu nedenle, tüm ülkeler olanaklarının elverdiği ölçüde, sahip oldukları su kaynaklarına sahip çıkmakta , hatta mevcut potansiyellerini olabildiğince arttırmanın çarelerini araştırma uğraşısına girmişlerdir (Tekelioğlu vd, 2007).

Dünya'da 100 milyon ton'a ulaşan üretim ile birlikte balıkçılık otoriteleri avcılığın maksimum düzeye ulaştığını ifade etmektedirler. Sucul ortamda bulunan canlılar doğal denge içinde varlıklarını sürdürmektedir. Doğal kaynakların üretim miktarını giderek attırmak yerine, mevcut kaynaklardan sınırlı ve ölçülü bir şekilde

yararlanmak, günümüzde zorunlu ve ilk koşul olarak karsımıza çıkmaktadır. Deniz ve iç sulardaki stokları korumak, daha fazla verim elde etmekten önemli bir duruma gelmiştir (Hossucu, 1998). Dünyada avcılık yoluyla üretilen su ürünleri miktarı 2012 yılında toplam 91 milyon tondur . Bu üretimin 16 milyon tonunu Çin tek başına gerçekleştirmektedir. Sırasıyla Endonezya, ABD, Hindistan ve Peru yaklaşık yıllık 5'er milyon ton su ürünleri üretimiyle dünyadaki toplam istihsale katkı sağlamaktadır. 2013 TÜİK verilerine göre Türkiye'de avcılık yoluyla toplam 432,442 ton su ürünleri istihsal edilmiştir (TÜİK, 2013).

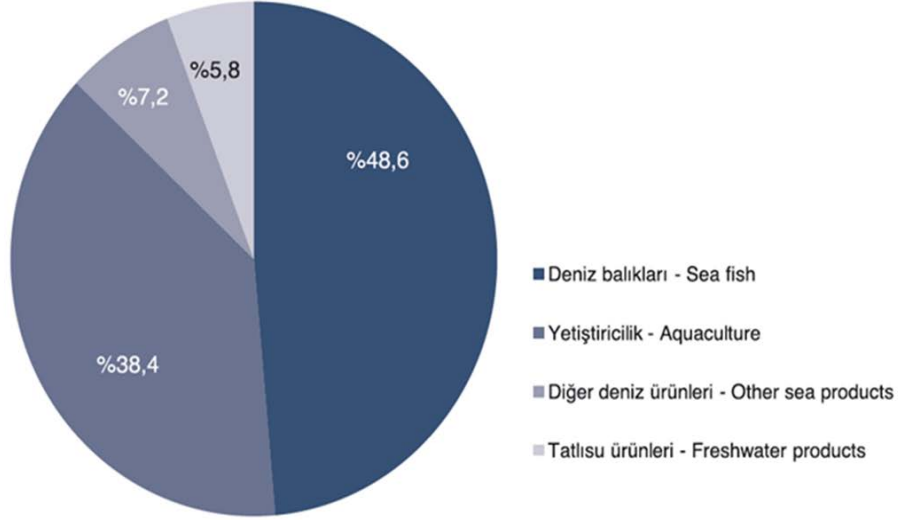
TÜİK 2014 verilerine göre su ürünleri üretimi 2014 yılında bir önceki yıla göre % 11,6 azalarak 537 bin 345 ton olarak gerçekleşmiştir. Üretimin % 43'ünü deniz balıkları, % 6,5'ini diğer deniz ürünleri, % 6,7'sini iç su ürünleri ve % 43,8'ini yetiştiricilik ürünleri oluşturmuştur (TÜİK, 2014). Avcılıkla yapılan üretim 302 bin 212 ton olurken, yetiştiricilik üretimi ise 235 bin 133 ton olarak gerçekleşmiştir. Deniz ürünleri avcılığı bir önceki yıla göre % 21,5 azalırken, iç su ürünleri avcılığı % 3 artmış ve yetiştiricilik üretiminin % 46'sı iç sularda, % 54'ü denizlerde gerçekleşmiştir. Deniz ürünleri avcılığı ile yapılan üretimde ilk sırayı % 48,6'lık oran ile Doğu Karadeniz Bölgesi almış. Bu bölgeyi % 22 ile Batı Karadeniz, % 12,6 oranları ile Ege ve Marmara, % 4,2 ile Akdeniz Bölgeleri izlemiştir.

**Tablo 1.** Ülkemizde su ürünleri üretim miktarı (ton) (TÜİK ,2013)

Yıllar	Avcılık		Yetiştiricilik		Tatlı su ürünleri	Toplam
	Deniz Balıkları	Diğer D. ür.	İç Sular	Denizler		
<b>2005</b>	334248	46133	48604	69673	<b>46115</b>	544773
<b>2006</b>	409945	79021	56694	72249	44082	661991
<b>2007</b>	<b>518201</b>	70928	59033	80840	43321	<b>772323</b>
<b>2008</b>	395660	57453	66557	85629	41011	646310
<b>2009</b>	380865	44410	76248	82481	39187	623191
<b>2010</b>	399656	46024	78568	88573	40259	653080
<b>2011</b>	432246	45412	100446	88344	37096	703545
<b>2012</b>	315636	<b>80685</b>	111557	100853	36120	644852
<b>2013</b>	295167	43879	<b>122873</b>	<b>105707</b>	35074	602700



Türkiye’de 2013 verilerine göre 2005-2013 yılları arasında Türkiye’de avcılık ve yetiştiricilik yoluyla elde edilen toplam su ürünleri üretim miktarları Tablo 1’de verilmiştir. Buna göre toplam su ürünleri üretimini % 48,6 sı deniz balıkları avcılığı ,% 38,4 yetiştiricilik yoluyla , % 7,2 diğer deniz ürünleri ve % 5,8 tatlı su ürünleri oluşturmaktadır (Şekil 1).



**Şekil 1.** Su ürünleri üretim miktarları

TUİK 2013 verilerine göre diğer deniz ürünleri (kabuklu ve yumuşakçalar) toplam üretimi 43,879 tondur. Diğer deniz ürünleri içerisinde en fazla avcılığı yapılan tür beyaz kum midyesidir ve türün Batı Karedeniz bölgesinde yapılan avcılığı sonucu toplam üretimi 28,029 tondur.

## **1.2. *Chamaele gallina* türünün Biyo-ekolojisi**

### **1.2.1. Sistematığı**

Ülkemiz denizlerinden tüketilebilir özellikteki sayılı çift kabuklulardan biri olan beyaz kum midyesinin sistematığı aşağıda verilmiştir.

KINGDOM	:Animalia
PHYLUM	:Mollusca
CLASS	:Bivalvia
ORDER	:Veneroide
FAMILY	:Veneridae
GENUS	:Chamelea
SPECIES	: <i>Chamelea gallina</i> (Linnaeus, 1758) (URL-2).

Türk Standartları Enstitüsü'nün 'Kum Midyeleri' adı altında yayınladığı bültende ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü'nün düzenli olarak yayınladığı denizlerde ve içsularda Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Sirkülerde tür 'Beyaz Kum Midyesi' olarak isimlendirilmiştir. Avcılığının yapıldığı bölgede yerel halk türe 'Cikcik' adını vermiştir. Tür İtalyancaya 'vongola', İngilizceye 'striped venus veya baby clam', İspanyolcaya 'chirla', Fransızcaya ise 'petite praire' olarak yerleşmiştir (Dalgıç, 2006).

### **1.2.2. Morfolojisi**

Çift kabuklu yumuşakçalar vücutları menteşe ile birleşen iki kabuk içinde bulunan canlılardır ve suyu filtre ederek beslenirler. (Çolakoğlu, 2011). Diğer çift kabuklularda olduğu gb. beyaz kum midyesi kabuklarında da manto kenarlarının bir dış salgısından oluşmuştur. Kabuklarının iç kısmında beyaz veya sarımtırak ve ayrıca arkaya doğru mor renkler görülür. Dış kabuk üzerinde ise beyazdan grimsi beyaza ve menekşe rengine kadar renk değişimi gözükür. Tepe kısımdan alt kenarlara genişleyerek inen koyu gri ya da koyu renklerde bant veya zigzaglı ışınsal desenler bulunur. Kabuklar üçgenimsi ve ovaldir . Kabuk menteşesinde ilk ikisi kısa ve kuvvetli, üçüncüsü uzamış ve dorsal kenara paralel üç kardinal diş bulunur (Bilecik, 1986., Demir, 1952) (Şekil 2).



**Şekil 2 .** Beyaz Kum midyesi kabuğunun iç ve dış görünümü (Orijinal)

### **1.2.3. Coğrafik Yayılım ve Habitat**

Beyaz kum midyesi 20 m derinliğe kadar olan kıyusal bölgelerde ve dip yapısı kumsal olan alanlarda yayılım gösterirler (Oray, 1989).

Beyaz kum midyesi çok geniş bir yayılım alanına sahiptir. Akdeniz havzasında özellikle Adriyatik Denizi'nde, Fransa, İspanya ve Tunus kıyılarında, Norveç'ten başlayarak Kuzey Afrika'ya kadar uzanan Atlas Okyanusunun kumluk kıyı bölgelerinde yayılım göstermektedir (Fischer vd., 1987).

Ülkemizde Marmara Denizi'nde özellikle Selimpaşa, Silivri, Tekirdağ, Kumbağ, Gelibolu, Çanakkale Boğazı, Musakça Köyü ve Gemlik Körfezi'nde büyük populasyonlar halinde bulunmaktadır (Oray, 1989; Deval, 2009). (Şekil 3).



**Şekil 3.** Beyaz kum midyesi'nin Coğrafik Dağılımı (URL-4)

Beyaz kum midyesi ilk seksüel olgunluğa , 10 – 11 mm boyunda ulaşırlar ve bu bireylerin yumurta sayısı azdır. Ancak 20 mm den sonra yüksek yumurta verimine ulaşırlar. Larval yaşam kabuk boylarının 0.7 – 0.8 mm uzunluğa erişmesine kadar pelajik bölgede devam ederler. Larvaların biraz daha büyümesi ile kabuk oluşur ve ağırlıkları artarak dibe çökerler. Sedimente yerleştikten 3-4 ay sonra kabuk boyları 10 – 12 mm ye ulaşır. Bentik yaşamın ilk yılı sonunda boyları 20- 22 mm dir (Casalli, 1983).

Beyaz kum midyelerinde bir birey 500.000 kadar yumurta bırakabilir. Yumurtlama her yıl aynı yoğunlukta olmamakla birlikte ortam şartlarına göre bazen iyi bazen kötü üreme yılları olabilmektedir (Artüz, 1990).

Beyaz kum midyesinin yumurtalama dönemi Kuzey Marmara’ da Nisan-Temmuz, Batı Marmara’ da Haziran - Ağustos ve Batı Karadeniz’ de ise Haziran-Temmuz ayları arasında gerçekleştirmektedir (Deval ve Oray, 1992; Köseoglu, 2005).

Doğu Karadeniz’ de su sıcaklığı daha hızlı yükselmesi nedeniyle üreme Nisan ayı başından - Haziran ayı sonuna kadar devam eder (Artüz, 1990).

#### **1.2.4. Avcılık ve Üretim**

Akdeniz’e kıyısı olan ülkelerden İtalya, Fas, İspanya, Portekiz, Arnavutluk ve Türkiye’de avcılığı sürdürülen beyaz kum midyesi ekonomik bir türdür. Ülkemiz kabuklu su ürünleri arasında önemli bir yeri olan bu tür, AB ülkeleri olmak üzere çeşitli ülkelere ihraç edilen birkaç kabuklu deniz canlısından biridir (Dalgıç, 2006).

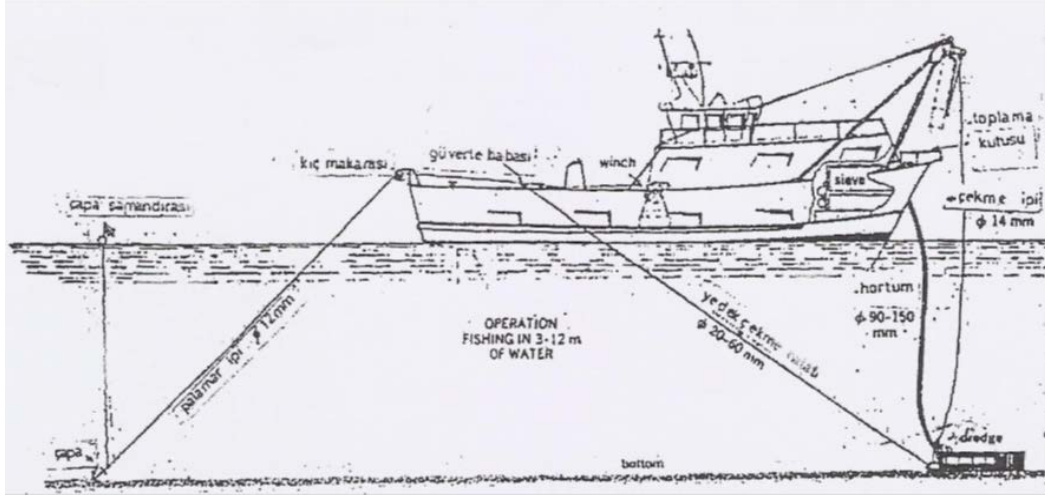
Marmara denizi ile İstanbul ve Çanakkale boğazlarında, Bulgaristan sınırı ile Kocaeli ili, Kefken Adası Feneri (41°13,017' N - 30° 15,076' E) arasında kalan karasularımızda, Bartın ili, Tosun burnu (41° 52,000' N-32° 52,271' E) ile Samsun ili, Yakakent ilçesi Çayağzı burnu (41° 41,040' N - 35° 25,193' E) arasında kalan karasularımızda, Samsun-Ordu il sınırındaki Akçay’ın denize döküldüğü (41° 08,874' N - 37° 10,112' E) yer ile Gürcistan sınırı arasında kalan karasularımızda ve yasak yerler

dışında ise 1 Mayıs-31 Ağustos tarihleri arasında, her türlü istihsal vasıtası ile istihsalı yasaktır.

Beyaz kum midyesi istihsalinde kullanılan algarna ve dreçlerin; ağız açıklığı 80 cm'den, ağız derinliği 20 cm'den büyük, torba boy uzunluğu ise 200 cm'den fazla olmaktadır. Hidrolik dreçlerin ağız açıklıkları 350 cm'den, boyları 300 cm'den fazla olmakla birlikte dreçlerde ve eleklerdeki metal yuvarlak çubuklar arasındaki mesafe 9.5 mm'den küçük olamaz. 5 m'den daha sığ sularda her türlü istihsal vasıtası ile beyaz kum midyesi istihsalı yasaktır. Algarna ve dreç ile beyaz kum midyesi istihsalinde, gemide birden fazla algarna ve dreç bulundurulamaz (Anonim, 2008).

Ülkemizde avcılık şekline göre iki tip Beyaz kum midyesi av teknesi bulunmaktadır. Hidrolikdrecin tekne üzerindeki pozisyonu ve operasyon tekniğindeki farklılıktan dolayı bu tekneler Türk tipi ve İtalyan tipi olarak adlandırılmıştır (Dalgıç vd., 2005a).

İtalyan tipi teknelerde av bölgesine gelindiğinde, tekne yol keser çapa kış tarafından denize atılır ve tekneye yol verilir 250–300 m uzunluğundaki palamar ipi ve yedek çekme halatı salınır. Dreç suya indirildikten sonra ana makineye bağlı bir santrifüjden sağlanan basınçlı su verilir ve palamar halatı ile yedek çekme halatının bağlı olduğu vinç geri döndürülür, motor tornistana alınarak çapanın bulunduğu noktaya kadar dreç altında bulunan kızaklar üzerinde kaydırılır. Elde edilen ürün ticari yönden uygunsa çapa kaldırılmadan tekne rotasında yapılan küçük bir açı değişikliğiyle ardışık çekimler yapılır. Çapa merkezli 360 daire tamamlanıncaya kadar avcılık devam eder (Froglia, 1989) (Şekil 4).



Şekil 4. İtalyan Tipi Tekne ve Hidrolik Direç Konumu (Frogia, 1989).

Günümüzde ülkemiz sularında kullanılan avcılık metodunda ise hidrolik direç teşkilatı ve otomatik elekler teknelerin kıç tarafında bulunmaktadır. Ayrıca İtalyan tipi teknelerde kullanılan ve basınçlı suyun direce aktarılmasını sağlayan santrifüj yerine teknelerde ana makineden hariç ikinci bir dizel motor bulunmaktadır. Tekne av sahasına geldiğinde direç suya indirilir ve 2. makine basınçlı suyu direce pompalar. Tekne ileri doğru saatte 1,0–1,5 knotla hareket eder ve tekneye bağlı olan direç kızaklarının üzerinde kayarak hareket eder. Yaklaşık 5–10 dakikalık çekimin ardından tekne boşta alınır ve direç yukarı çekilerek ürün eleme tablasına dökülür. Eğer av sahasında ticari olarak uygun miktar ve kalitede ürün bulunursa tekne ilk operasyonun tersi istikametinde, taranan bölgenin hemen paralelinde ardışık çekimler yapar (Dalgıç vd., 2005a).

### 1.3. Literatür Özeti

Çelikli ve ark.(2010) *Spirulina platensis* üzerinde bakır iyonlarının tutulumunu (adsorbsiyonu), temas süresi, başlangıç metal iyon konsantrasyonu ve başlangıç pH rejiminin bir fonksiyonu olarak çalışmışlardır. Bu adsorbsiyonun karakterizasyonu FITIR spektrumu ile tayin etmişlerdir. Bakır iyonlarının tek katlı maksimum adsorbsiyon kapasitesi 67,93 mg/g olarak belirlenmiştir. Sonuçlar bu adsorbsiyonun çevre dostu bir süreç olarak bakırın çıkarılması için büyük bir potansiyel olduğunu göstermiştir.

Size ve Lee (1995), Hong Kong' daki iki yaygın midyeyi (*Perna viridis* (L.) , *Septifer virgatus* (Weiamann)) Cu ( $50 \mu\text{g l}^{-1}$ )'ya maruz bırakmışlar ve mukus salgılama hızını ölçmüşlerdir. 3 aylık maruz bırakılma sonrasında *S.virigatus* 1,85 kat farklılık gösterirken,  $25^{\circ}\text{C}$ 'de *Perna viridis*'ın mukus salgılama hızı kontrole göre 2,65 kat değişim göstermiştir. Akut Cu maruziyeti altında *Perna viridis* tarafından mukus salgılama kontrole göre önemli derecede yüksek çıkmıştır. Mukusun midyelerde bakırın temizlenmesi için etkin bir faktör olduğu görülmüştür

Ünsal ve ark. (1998), yaptıkları çalışmada, Karadeniz'deki iz element kirliliğinin kaynaklarını araştırmışlardır. Sediment ve midye örneklerinden elde edilen sonuçlara göre; Doğu Karadeniz'e Hg, Cu, Cd, Pb ve Zn' nun en çok bakır işletmelerinin atıklarının denize verildiği Hopa'da ve Giresun-Tirebolu Harşit Çayı'nın denize ulaştığı noktadan girdiğini ve bunu Sinop Merkez Sanayi Bölgesinin izlediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Kızılırmak, Yeşilirmak ve Giresun-Bulancak Pazar suyu yoluyla da önemli miktarda Cu ve Pb'un Doğu Karadeniz'e ulaştığını bildirmişlerdir. Batı Karadeniz'deki metal kirliliğinin en yüksek Şile'de gözlemlendiğini ve bunu Sakarya Nehri'nin denize döküldüğü alanın takip ettiğini belirtmişlerdir. Şile'deki bu kirlilik kaynağının Tuna Nehri ile Batı Karadeniz'e ulaşan ve akıntılar yoluyla doğuya doğru hareket eden kirleticilerin büyük rol oynadığını bildirmişlerdir.

Özden ve ark.(2009), ekonomik olarak önemli iki çift kabuklu türünde bulunan iz minerallerinin konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Örnekleri 2006-2007 yılları arasında 12 ay boyunca Marmara denizinden toplanmış ve Pb, Cu, Zn, Fe, Al, Mn ve Ni

konsantrasyonlarının *Donax trunculus* türünde *Chamelea gallina* türüne göre önemli ölçüde daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Bunun tersine Hg ve Cd seviyelerinin ise *Chamelea gallina* türünde *Donax trunculus*'dan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçları Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından belirlenen limit değerle karşılaştırdıklarında, yumuşak dokunun uygun bir biçimde tüketildiğinde, insan tüketimi için herhangi bir risk oluşturmadığını belirtmişlerdir. *C. gallina* da *D. trunculus* da en yüksek As konsantrasyon değerlerini ilkbahar dönemi örneklerinde tespit edilmiştir

Usero ve ark. (2005), İspanya'nın Atlantik kıyısı boyunca bol bulunan çift kabuklu türünde (*Donax trunculus* ve *Chamelea gallina*) ve bu türlerin yaşadığı ortamdaki sedimentlerde iz metal seviyelerini belirlemişlerdir. Huelva'nın nehir ağzına yakın bölgesinde sediment ve çift kabuklu türlerinde en yüksek metal seviyelerini tespit etmişlerdir. Bu iki çift kabuklu türlerinin dokularında farklı metal miktarlarına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Cr, Cu, Pb, Zn, As ve Hg konsantrasyonlarını *D. trunculus* da *C. gallina*'dan daha yüksek olduğunu, *C. gallina*'nın ise daha fazla Ni ve Cd içerdiğini belirlemişlerdir. Her iki türde de bol bulunan elementler Cu ve Zn iken Hg miktarını en düşük değer de gözlemlemişlerdir. *D. trunculus* ve *C. gallina* da bulunan Cu, Pb, Zn ve Hg konsantrasyonlarının, yüzey sedimentlerinde bulunan Cu, Pb, Zn ve Hg değerleri ile anlamlı bir korelasyona ( $p < 0.05$ ) sahip olduğunu belirlemişlerdir. Çolakoğlu ve ark. (2010), yaptıkları çalışmada, güney Marmara Denizi'nden toplanan beyaz kum midyesi (*Chamelea gallina*)'nin ağır metal, biyotoksin ve mikrobiyolojik içeriklerini tespit etmişlerdir. Örneklerin ağır metal içeriklerinin, mevsimler ve istasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini ( $P < 0.05$ ), iki istasyonda, Pb ve Zn içeriklerinin Türkiye Su Ürünleri Yönetmeliği ve AB Kabuklu Hijyen Direktifi (91/492/EEC)'ne göre, limit değerlerin üzerinde olduğu belirlemişlerdir. Hiçbir örnekte biyotoksin tespit edememişlerdir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre, örneklerin *Escherichia coli* ve fekal koliform bakteri içeriklerinin yasal sınırların altında olduğunu saptamışlardır. *Salmonella spp.* örnekleme istasyonlarında saptanamamış, *Vibrio parahaemolyticus*'u ise iki istasyondan izole etmişlerdir. Sonuç olarak, Marmara Denizi'nin güneyinden toplanan beyaz kum midyelerinin, Gelibolu ve Karabiga istasyonları hariç, tüm istasyonlarda insan tüketimine uygun olduğunu belirlemişlerdir.



## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Beyaz Kum Midyesi (*Chamaelea gallina* Linnaeus, 1758) Örnekleri

Bu çalışmada kullanılan beyaz kum midyeleri 2015 yılının Mayıs ayında Sakarya kıyılarından mekanik direç vasıtasıyla toplanarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma Merkezine getirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Su ürünleri araştırma merkezine getirilen beyaz kum midyeleri

### 2.2. Sediment Örneği

Yapılacak deneyler için doğal ortamı taklit amacıyla Rize-İydere mevkinin kıyı kısımlarından sediment örneği alınarak akvaryumlara 5 cm olacak şekilde konulmuştur.

### 2.3. Deniz Suyu Örneği

Rize – İydere İstasyonundan alınan ve deney ortamına aktarılan deniz suyunun sıcaklık, tuzluluk, iletkenlik, pH, TDS (g/l), % oksijen doygunluğu ve çözülmüş oksijen (mg/l) miktarları YSI marka prob (sonda) ile ölçülmüştür (Tablo 2). Daha sonra bu

istasyondan 20 lt lik bidonlarla deniz suyu örneği alınarak deney düzeneği için hazır hale getirilmiştir.

**Tablo 2.** Beyaz kum midyesi örneklemesindeki deniz suyu ölçüm değerleri

İstasyon	Sıcaklık(°C)	Tuzluluk (ppt)	İletkenlik (µS/cm)	Ph	TDS (g/l)	Oksijen Doygunluğu (%)	Çözün. O <sub>2</sub> (mg/l)
Rize	19,7	13,56	22,2	8,15	12,68	100,4	9,40

#### 2.4. Deneyin Yapılışı

Belirlenen istasyondan alınan beyaz kum midyesi örnekleri soğutuculara yerleştirilip özenle Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Araştırma merkezine taşındı. Uygulama merkezine taşınan örnekler, üzerine yapışan diğer organizma (epifauna) ve sedimentlerin oluşturduğu kirliliklerden, deniz suyu kullanılarak fırça ve bistüri yardımıyla temizlenmiştir. Deneylerde kullanacağımız organizmaların laboratuvar şartlarına adaptasyonları, doğadaki şartlara uygun sıcaklık, pH, tuzluluk gibi parametreler oluşturulup içlerinde 5 cm sediment ve 39 lt su olacak şekilde ayrı ayrı 8 akvaryum hazırlanmıştır (Şekil 6). Su sirkülasyonunu sağlamak amacıyla her bir akvaryuma devir daim motoru bağlanmış ve hava taşları vasıtasıyla akvaryumlar havalandırılmıştır. Hazırlanan bu akvaryumların her birine 200'er adet beyaz kum midyesi yerleştirildi. Beyaz kum midyesinin laboratuvar ortamı adaptasyonun sağlanması için bakır konsantrasyonu verilmeden önce iki gün boyunca sularının % 60'ı alınarak tekrar deniz suyu ilave edilmiştir.



**Şekil 6.** Beyaz kum midyesi için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan deneme akvaryumları

Farklı Cu konsantrasyonlarına maruz kalan midyelerin metal tutma (alım) kapasitelerini araştırmak amacıyla 1'er litrelik deniz suyunda 4,8; 14,4; 24; 48,4; 145,2 ve 242 mg L<sup>-1</sup> olarak 6 farklı konsantrasyonlarda Cu stok çözeltileri hazırlanmıştır. Bunun için bakır asetat tuzu (Cu(CH<sub>3</sub>OO)2.2H<sub>2</sub>O) kullanılmıştır (Şekil 7). 40 litre kapasiteli ve 39'ar litre deniz suyu doldurulmuş olan 7 akvaryumun (7 grup) her birine konulmuştur. Birinci gruba Cu çözeltisi verilmezken, ikinci, üçüncü, dördüncü, beşinci ve altıncı gruplara 1 litrelik stok Cu çözeltilerden 5 gün boyunca her 24 saatte bir 200 ml (kronik olarak) eklenmiştir.



**Şekil 7.** Bakır (Cu) stok çözeltileri

Deneyle esnasında beyaz kum midyeleri herhangi bir beslenmeye tabi tutulmamıştır. 5. gün sonunda deneme akvaryumlarından alınan beyaz kum midyeleri temiz deniz suyu ile yıkanıp temiz poşetlere konulup etiketlenmiştir.

Sabit grup için 39 litre doldurulan akvaryuma ,hazırlanan  $14,4 \text{ mg L}^{-1}$  konsantrasyonunda 1 lt bakır çözeltisi (akut olarak) eklenerek son konsantrasyon  $0,36 \text{ mg L}^{-1}$  olarak ayarlanmıştır. 70 adet beyaz kum midyesi örneği 5 gün boyunca alınmıştır. Etiketlenerek hazırlanan poşetler analizlerin yapılacağı Fen Edebiyat Fakültesi Atom Fiziği Laboratuvarına taşınmıştır (Şekil 8).



**Şekil 8.** Beyaz kum midyesi için sabit grubu konsantrasyonda hazırlanan deneme akvaryumu

Laboratuvara getirilen örneklerin iç etleri kabuklarından ayrılıp ayrı ayrı kaplara yerleştirilip etiketleri yazılarak kurutma amaçlı etüve konulacak biçimde hazırlanmıştır.

Deney sonunda akvaryumlardaki deniz suları bidonlara alınarak ağır metal analizleri yapılmak üzere laboratuvara taşınmıştır.

Akvaryumlarda bulunan sedimentler ayrı ayrı poşetlere alınarak etiketleri yapıştırılıp ağır metal analizi yapılması için laboratuvara taşınmıştır.

## **2.5. EDXRF Tanıtımı**

Enerji Dağılımlı X-ışını floresans spektrometresi (EDXRF), genel olarak foton-madde etkileşmesi sonucu meydana gelen karakteristik X-ışınları ve saçılma fotonlarının nicel ve nitel değerlendirilmesinde kullanılır. EDXRF sistemi; analiz edilen örnekten elde edilen X ışınlarının enerjisini hesaplayarak elementleri tayin ederken gelen ışınları da sayarak element miktarlarının belirlenmesini sağlar. Hızlı ve duyarlı olması, kullanım kolaylığı ve malzemeye zarar vermeme özellikleri göz önüne alındığında teknolojik ve bilimsel araştırmalarda önemlidir. Bu sistem, katı (mineral, metal, polimer), sıvı (su, yağ, petrol ürünleri), ince film ve preslenmiş toz gibi her

formdaki numunede standart numune setine ihtiyaç duymadan ağır metal konsantrasyonlarını (Na-U element aralığında) % ve ppm cinsinden yarı kantitatif olarak analiz etmemizi sağlar. Bu yöntem kesin niceliksel sonuç vermemekle birlikte örneğin yapısını anlamak ve ileri aşama analizler için yol göstericiliği açısından çok faydalıdır. Uygun standart malzemeler kullanılarak tam niceliksel analiz ppm mertebesinde % seviyesine kadar gerçekleştirilebilir (Şekil 9).



**Şekil 9.** Epsilon 5, PANalytical EDXRF cihazı

EDXRF ölçümlerinde sertifikalı referans Cu ölçüm değerleri Tablo 3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Sertifikalı referans malzeme midye (NIST-2976) örneğinin kimyasal analiz sonuçları

Element	Sertifika Edilmiş Konsantrasyon ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Ölçülen Konsantrasyon ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Geri Kazanım (%)
Cu	4,02 (3,69 - 4,35)	4,32	107,5

## 2.6. Elde edilen Örneklerin EDXRF Ölçümü İçin Hazır Hale Getirilmesi

### 2.6.1. Deniz Suyu Örnekleri

Deney sonucu akvaryumlardan alınan deniz suyu örnekleri 5'er litrelik temiz beherlere aktarılarak, 50-60°C'lik elektrikli ısıtıcıların üzerinde buharlaşmaya bırakılmıştır (Şekil 10).



**Şekil 10.** Deniz suyu örneklerinin elektrikli ısıtıcılar üzerinde buharlaştırılması

Deniz suyu kaynaklı oluşan tortuların beherin iç cidarına yapışmaması için her bir behere 3-4 damla HCl damlatılmıştır. Sular ısınıp diplerinde tortu kalana kadar belirli aralıklarla sıcaklıkları kontrol edilmiş ve buharlaşıp azalan sulara da belirli aralıklarla eklemeler yapılmıştır. Yaklaşık 15 gün boyunca ısıtıcıda buharlaştıktan sonra beherlerin diplerinde kalan tortular spatula ile kazınarak plastik kaplara alınmıştır .Kaplardaki bu tortular etüvde  $55\pm 5$  °C'de 10 gün boyunca kurutulmuştur. Kuruyan örnekler etüvden

Çıkarılmış ve parçacık boyutunu homojen hale getirmek için agat içinde karıştırılarak toz haline getirilmiştir (şekil 11).



**şekil 11.** Toz haline getirilen deniz suları

Beyaz kum midyesi yumuşak doku, kabuk, sediment ve deniz suyu örneklerinde hidrolik pres makinası kullanılmıştır (şekil 12). Toz haline getirilen deniz suyu örnekleri pellet haline getirilmiştir (şekil 13).



**şekil 12.** rneklerin pellet haline getirilmesinde kullanılan pres makinası





**Şekil 13.** EDXRF ölçme hazır hale getirilmiş deniz suları

### 2.6.2. Beyaz Kum Midyesi Örnekleri

Akvaryumlardan alınan beyaz kum midyesi örnekleri laboratuvarında yumuşak dokularından plastik bıçak yardımıyla ayrılarak ayrı ayrı iç et ve kabuk olmak üzere hassas terazide yaş kütleleri alınarak kaydedilmiştir. Midye iç et ve kabuklarını gösterir fotoğraflar sırasıyla Şekil 14 ve Şekil 15 'te verilmiştir.



**Şekil 14.** Beyaz kum midyesi yumuşak dokuları



**Şekil 15.** Beyaz kum midyesi kabukları

Ayrı ayrı etiketleri yapılan midye yumuşak doku ve kabuk örnekleri etüvde 70 °C de 2 gün boyunca kurutulmuştur (Şekil 16).



**Şekil 16.** Örneklerin kurutulmasında kullanılan etüv

Ayrıca 0,36 mg. L<sup>-1</sup>sabit bakır konsantrasyonuna tabi tutulan beyaz kum midyesi örnekleri 5 gün boyunca her gün 70 tane olacak şekilde alınmış ve işleme tabi tutulduktan sonra etüvde kurutulmuştur. Etüvde kurutması tamamlanan örnekler agat içinde öğütülerek toz haline getirilmiş (Şekil 17).

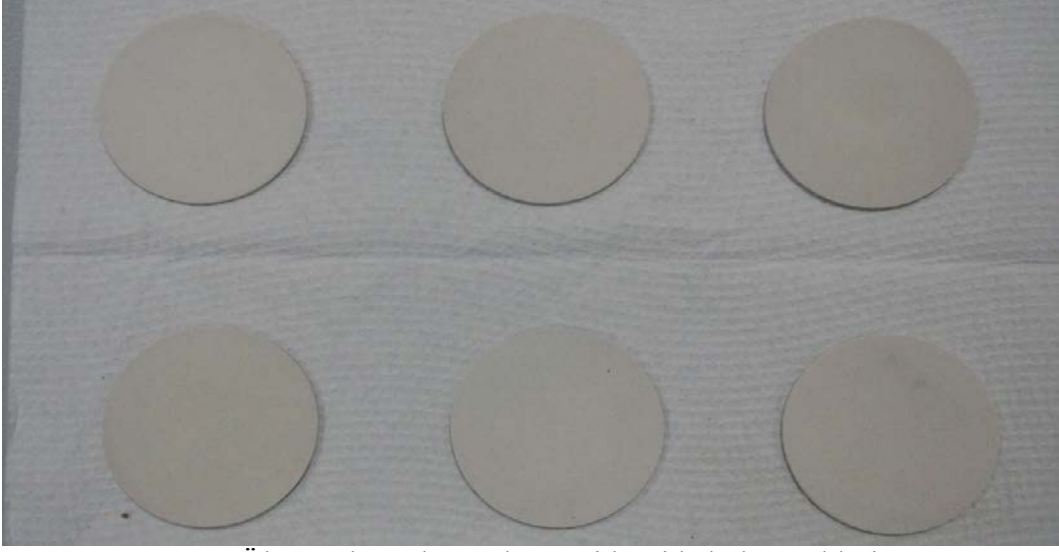


**Şekil 17.** Agatta öğütülen midye yumuşak doku

Beyaz kum midyesi örnekleri pellet haline getirilip ölçüme hazır hale getirilmiştir (Şekil 18 ve Şekil 19).



**Şekil 18.** EDXRF ölçüme hazır beyaz kum midyesi yumuşak doku örnekleri



**Şekil 19.** EDXRF Ölçüme hazır beyaz kum midyesi kabuk örnekleri.

### **2.6.3. Sediment Örnekleri**

Laboratuvar ortamına getirilen sedimentler etiketleri hazırlanıp kaplara konularak 85°C lik etüvde 4 gün boyunca kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 20).



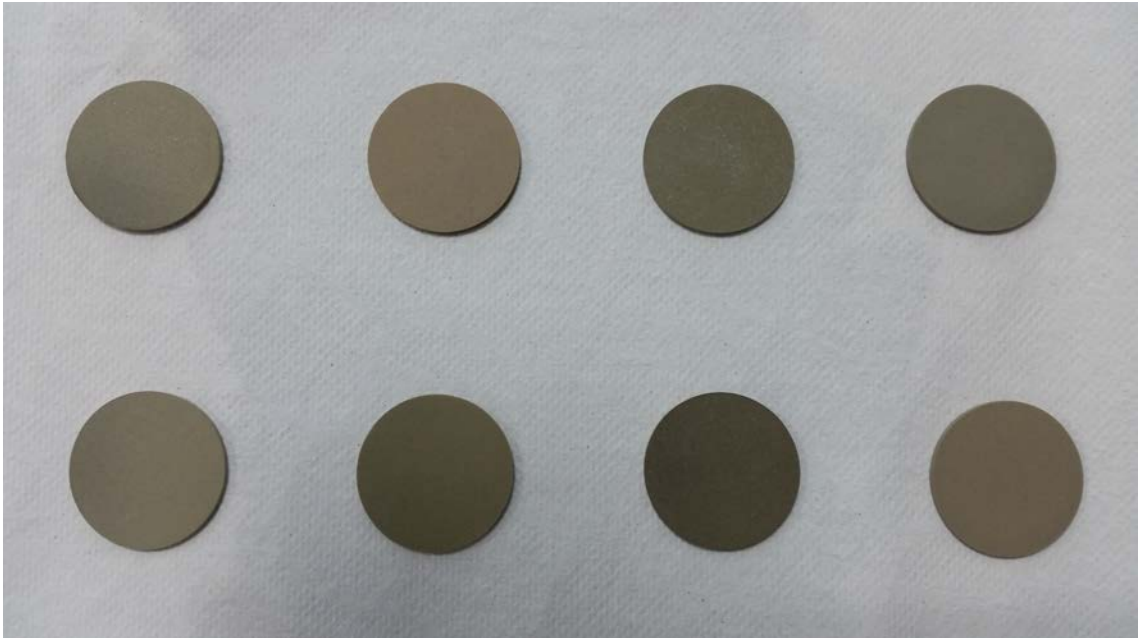
**Şekil 20.** Kurutulmaya bırakılmış sediment örnekleri.

Kuruyan sedimentler agatta ezilerek 63 µm elekten geçirilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Elekten geçirilen sediment örnekleri

Daha sonra sedimentlerden pellet haline getirilip ölçüme hazır hale getirilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22. EDXRF Ölçüme hazır hale getirilen sediment örnekleri

Bütün numunelerden 3'er gr alınarak hidrolik pres makinasında 7 tonluk basınçla 20 sn boyunca 40 mm çapında pelletler elde edilmiştir.

## 2.7. Verilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

Beyaz kum midyesinde belirlenen bakır konsantrasyon değerleri gruplandırılmış ve bu veriler SPSS (IBM SPSS Statistics 21) ortamına aktarılmıştır. Bu değerlerin normal dağılışa uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile test edilmiştir. Bu konsantrasyon değerleri normal dağılışa uymadığı için grupların önemlilik testi Kruskal-Wallis testi ile değerlendirilmiştir. Bütün istatistiksel analizler bilgisayar ortamında SPSS paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Beyaz Kum Midyesi Örneklerin Yaş ve Kuru Kütleleri

Denemeye alınan beyaz kum midyelerinin laboratuvara getirilmiş kabuk ve yumuşak dokuları birbirlerinden ayrılmış ve etüvde kurutulmuştur. Tartımlar sonucu elde edilen veriler Tablo 4 ve Tablo 5'te görüldüğü gibidir.

**Tablo 4.** Beyaz kum midyesinin kabuk ve yumuşak dokularının yaş ve kuru kütleleri(g)

Bakır (Cu) (mg L <sup>-1</sup> )	Yaş Kütle		Kuru Kütle	
	Kabuk	Yumuşak Doku	Kabuk	Yumuşak Doku
Kontrol	126,24	27,91	112,21	4,27
0,12	195,99	40,49	170,38	5,92
0,36	209,74	48,62	186,76	6,99
0,60	181,01	34,80	159,10	5,75
1,21	176,47	35,34	156,53	5,43
3,60	153,46	28,39	132,50	4,18
6	128,35	27,91	111,34	4,40

**Tablo 5.** Sabit bakır konsantrasyonuna ( $0,36 \text{ mg L}^{-1}$ ) maruz bırakılan beyaz kum midyelerinin yumuşak doku yaş ve kuru kütleleri (g)

Günler	Yaş Kütle	Kuru Kütle
1	28,22	4,28
2	25,67	3,90
3	24,00	4,00
4	26,63	4,16
5	19,58	3,11

Tablo 4 ve Tablo 5 incelendiğinde beyaz kum midyesi kabukları kurutma sonrası ortalama %12,33 oranında su kaybederken bu oran yaş kütlelerde ortalama %84,64 olmuştur.

### **3.2. Örneklerin Bakır (Cu) Konsantrasyon Sonuçları**

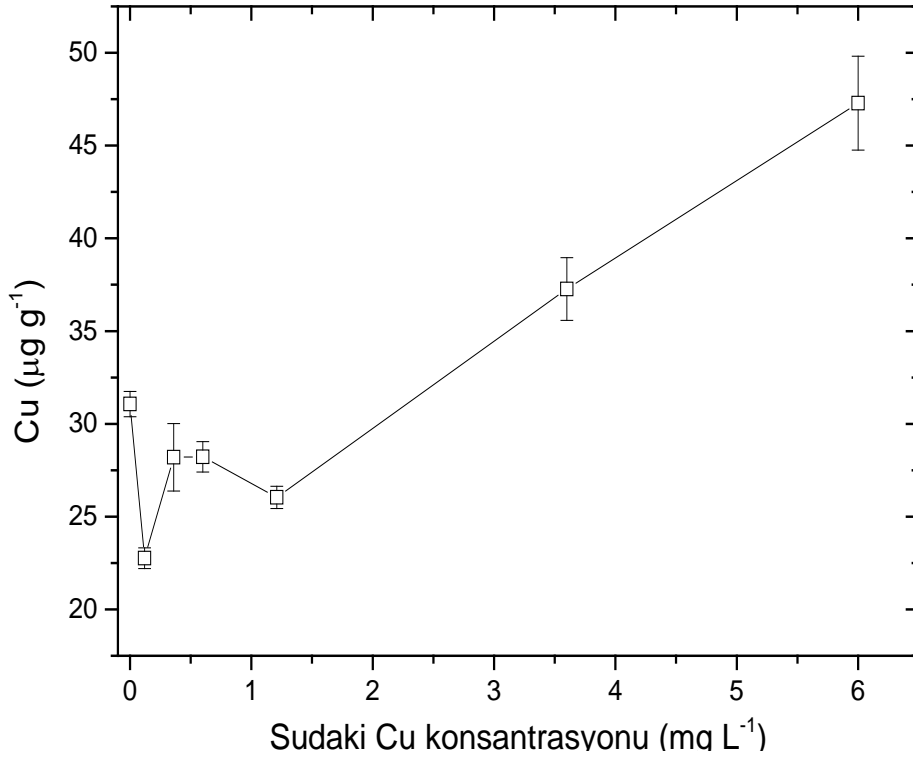
Deniz suyu, sediment ve midye (yumuşak doku ve kabuk) örneklerinin metal analizleri ED-XRF spektrometresiyle yapılmış ve sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.



**Tablo 6.** Beyaz kum midyesi yumuşak doku, kabuk, sediment ve deniz suyunda ki bakır (Cu) tutma konsantrasyonu

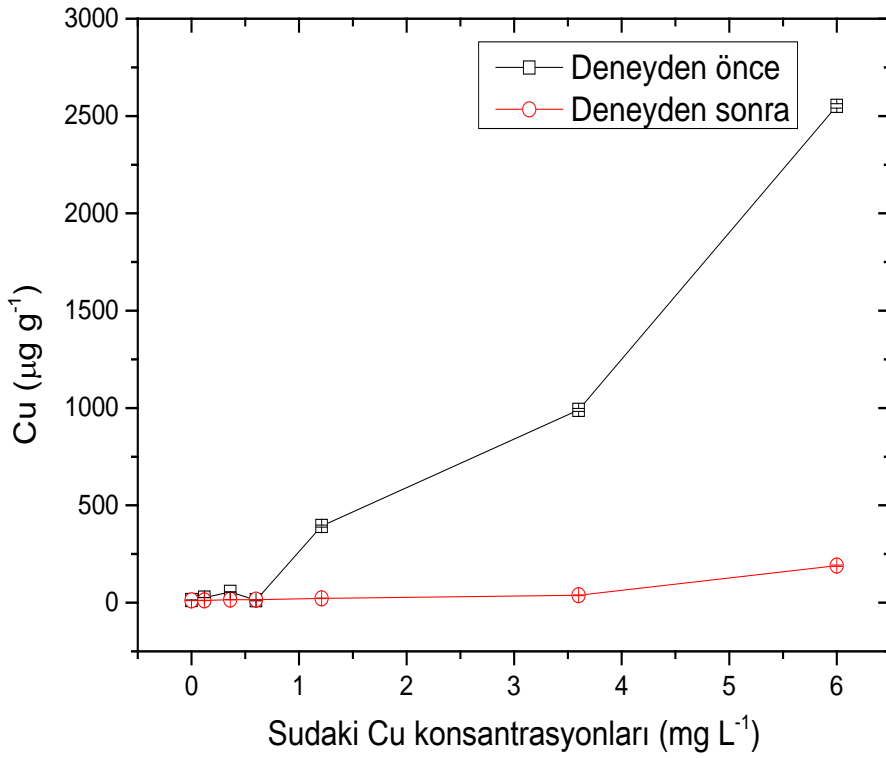
Akvaryumlara eklenen Bakır (Cu) konsantr. mg L <sup>-1</sup>	Midyelerdeki Ölüm Oranı (%)	Midye yumuşak doku örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonu (µg g <sup>-1</sup> )	Midye kabuk örneklerinde Bakır (Cu) konsantrasyonu (µg g <sup>-1</sup> )	Akvaryumlarda ki Sedimentlerde Bakır (Cu) Konsantrasyonu (µg g <sup>-1</sup> )	Deney başlangıcında deniz suyu (µg g <sup>-1</sup> )	Deney sonunda deniz suyu (µg g <sup>-1</sup> )
0	0	135,47 ± 3,41	13,63 ± 2,37	31,07 ± 0,68	13,00±0,77	11,43±0,53
0,36	5	432,88 ± 4,71	19,68 ± 5,54	28,20 ± 1,82	54,85±0,38	15,46±0,95
0,60	5	454,72 ± 3,54	23,01 ± 0,93	28,22 ± 0,82	128,78±3,02	15,26±0,52
1,21	12,5	524,86 ± 6,69	33,38 ± 1,55	26,04 ± 0,60	393,55±5,49	22,15±1,52
3,60	9,5	588,48 ± 2,93	72,49 ± 3,73	37,27 ± 1,69	990,38±7,92	37,90±2,04
6	11	671,87 ± 8,28	99,54 ± 2,18	47,29 ± 2,53	2552,00±11,54	190,22±3,2

Tablo 6’da görüldüğü üzere beyaz kum midyelerine verilen Cu konsantrasyonları ile birlikte ölüm oranlarında artışlar gözlemlenmiştir. 0,12mg L<sup>-1</sup> Cu konsantrasyonunda ölüm oranı tüm deney süresince %2 iken 6 mg L<sup>-1</sup> Cu konsantrasyonunda ölüm oranının % 11 olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 23.** Deney süresince sediment örneklerinde ölçülen bakır miktarı

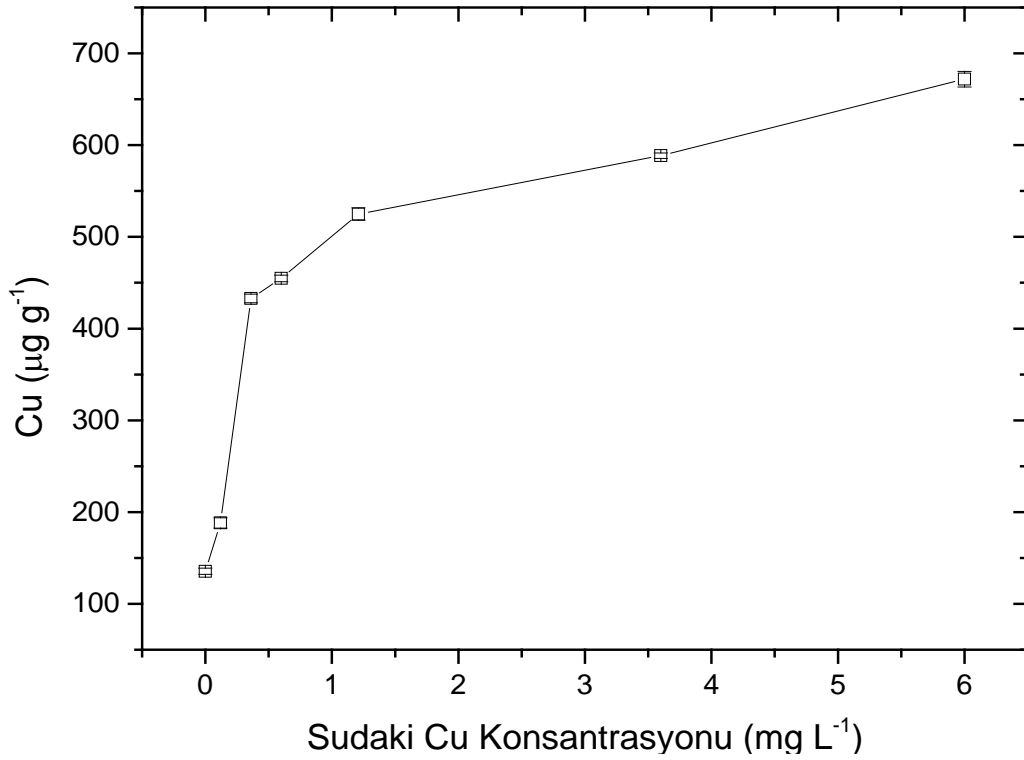
Sediment örneklerinde bakır konsantrasyonu ölçüm sonuçları incelendiğinde sudaki bakır konsantrasyonuyla doğru orantılı olarak artış eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 23). 0,12 mg L<sup>-1</sup>'lik grupta ortalama Cu konsantrasyonu 22,76 µg g<sup>-1</sup> iken 6 mg L<sup>-1</sup>'lik grupta konsantrasyonun 47,29 µg g<sup>-1</sup> çıktığı görülmektedir (Tablo 6).



**Şekil 24.** Denedy süresince deniz suyu örneklerinde ölçülen bakır miktarı

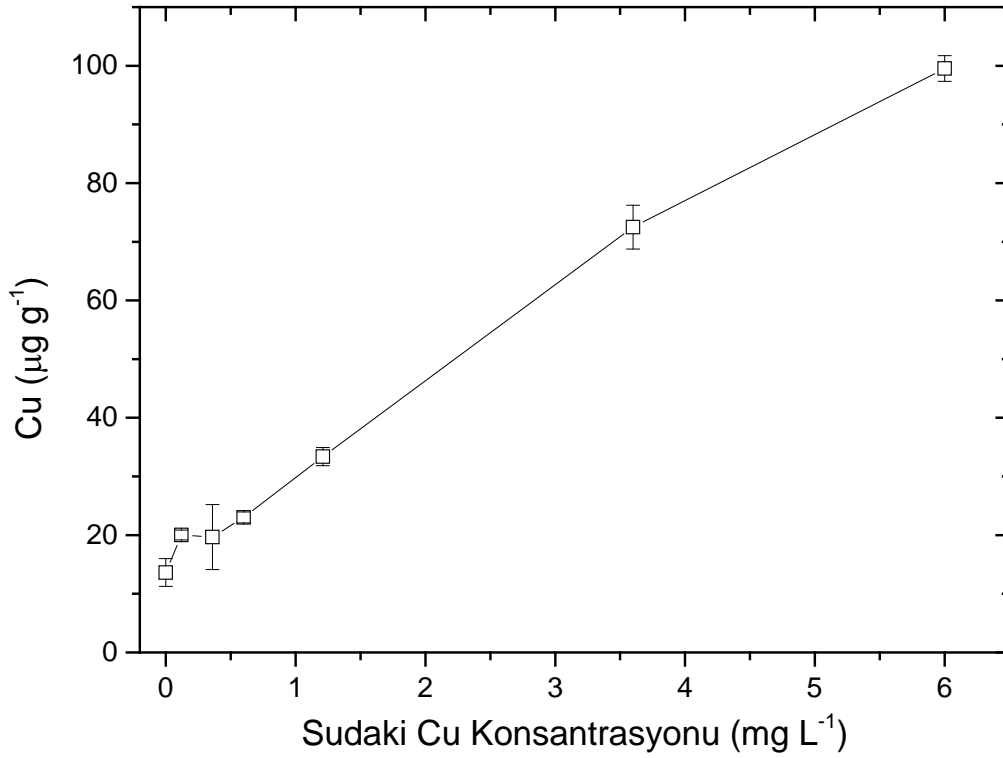
Şekil 24’de deney süresince deniz suyu örneklerinde ölçülen ortalama bakır miktarı gösterilmiştir.

Denedy başlangıcındaki deniz sularında Cu konsantrasyonu 0,12 mg L<sup>-1</sup>’lik grupta ortalama 26,25 µg g<sup>-1</sup>’iken 6 mg L<sup>-1</sup>’te ortalama 2552,00 µg g<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür. Denedy sonunda sudaki Cu konsantrasyonlarının azaldığı görülmüştür. Cu miktarının en düşük konsantrasyonda (0,12 mg L<sup>-1</sup>) ortalama 11,74 µg g<sup>-1</sup>, en yüksek konsantrasyonda (6 mg L<sup>-1</sup>) ise ortalama 190,22 µg g<sup>-1</sup> olduğu görülmüştür (Tablo 6).



**Şekil 25.** Beyaz kum midyesi yumuşak doku örneklerinde Cu tutma kapasitesi değişim grafiği

Şekil 25'te de görüldüğü gibi beyaz kum midyesi yumuşak doku örneklerinde verilen Cu konsantrasyonlarının vücutta tutma kapasitesinin sudaki Cu konsantrasyonlarının artışına paralel olarak yükseldiği gözlenmiştir. Beyaz kum midyesi yumuşak doku örneklerinde ölçüm sonuçları incelendiğinde 0,12 mg L<sup>-1</sup>'lik Cu konsantrasyonunda vücutta ortalama 188,21 µg g<sup>-1</sup> bakır tutulurken 6 mg L<sup>-1</sup>'lik Cu konsantrasyonunda bu miktar ortalama 671,87 µg g<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Tablo 6). Kontrol grubuna göre yaklaşık 5 kat artış gösteren midye yumuşak dokusundaki Cu konsantrasyonu için yapılan Kruskal Wallis testinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (p>0,05).



**Şekil 26.** Beyaz kum midyesi kabuk örneklerinde Cu tutma kapasitesi değişim grafiği.

Şekil 26'da de görüldüğü gibi beyaz kum midyesi kabuk örneklerinde verilen Cu konsantrasyonlarının kabukta tutma kapasitesinin sudaki Cu konsantrasyonlarının artışına paralel olarak yükseldiği gözlenmiştir. Beyaz kum midyesi yumuşak doku örneklerinde ölçüm sonuçları incelendiğinde 0,12 mg L<sup>-1</sup>'lik Cu konsantrasyonunda vücutta ortalama 20,02 µg g<sup>-1</sup> bakır tutulurken 6 mg L<sup>-1</sup>'lik Cu konsantrasyonunda bu miktar ortalama 99,54 µg g<sup>-1</sup> olarak ölçülmüştür (Tablo 6).

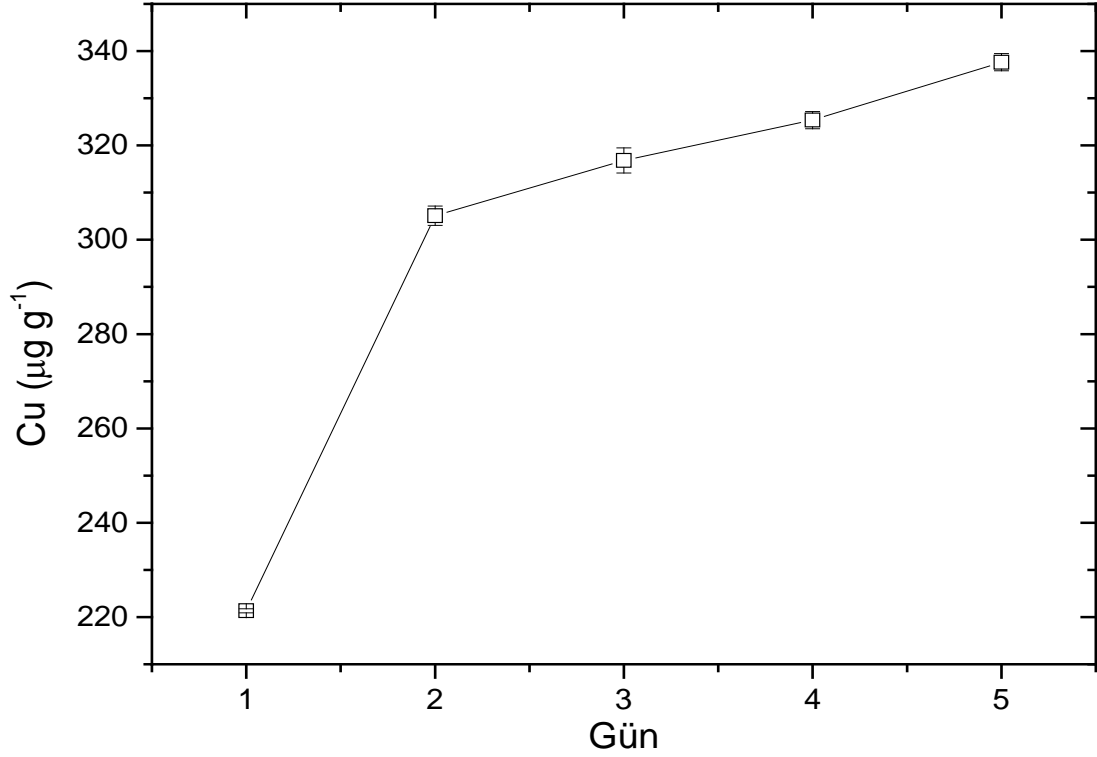
0,36 mg L<sup>-1</sup> lık bakır eklenen sabit grubu akvaryumda günlük olarak beyaz kum midyesi alınmış ve yumuşak dokuda bakır tutma konsantrasyonları ölçülmüştür.

Sabit (0,36 mg L<sup>-1</sup>) Cu konsantrasyonuna maruz bırakılmış deneme grubundan beş gün süresince alınan ölçüm sonuçları Tablo 7 'de verilmiştir.

**Tablo 7.** 0,36 mg L<sup>-1</sup> Cu sabit grubu Beyaz Kum midyesi örneklerinin Bakır (Cu) tutma kapasitesi deney sonuçları

	Gün1	Gün2	Gün3	Gün4	Gün5
<b>Bakır (Cu)</b>					
<b>konsantrasyonu</b> ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	221,34 $\pm$ 0,43	305,11 $\pm$ 2,05	316,80 $\pm$ 2,67	325,36 $\pm$ 1,83	337,69 $\pm$ 1,82
<b>Ölüm Oranı</b> (%)	4,2	2,8	2,8	0	0

Tablo 7’den anlaşıldığı üzere ilk gün diğerlerine nazaran yüksek olan (% 4,2) ölüm oranı ikinci ve üçüncü gün düşüş göstermiş dördüncü ve beşinci gün ise grupta ölüm gözlenmemiştir.



**Şekil 27.** Beyaz kum midyesinde sabit grubun Cu tutma kapasitesi değişim grafiği.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde beyaz kum midyesi yumuşak dokularında Cu miktarının artış gösterdiği gözlenmiştir (Şekil 27). Deney süresi boyunca birinci gün bakır miktarı 221,34  $\mu\text{g g}^{-1}$  iken ikinci gün yaklaşık % 50’lik bir artışla 305,11  $\mu\text{g g}^{-1}$  ulaşmış ve devam eden günlerde bakır miktarının beyaz kum midyesinin yumuşak

dokusunda Cu konsantrasyonu artışı devam ederek beşinci günde  $337,69 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak ölçülmüştür.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Hazırlanan sabit  $0,36 \text{ mg L}^{-1}$ 'lık Cu konsantrasyonu beyaz kum midyelerine akut olarak verilmiş ve 5 gün boyunca akvaryumlardan beyaz kum midyesi alınarak günlere göre yumuşak dokuda bakır birikiminin değişimi ölçülmüştür. 1. gün bakır miktarı  $221,34 \mu\text{g g}^{-1}$  ölçülmüş, 5.gün bu miktarın  $337,69 \mu\text{g g}^{-1}$  olduğu bulunmuştur. Ölüm oranının 1.gün % 4,2, 2. ve 3.gün % 2,8 olduğu, 4. ve 5. gün ise midyelerde ölüm olmadığı görülmüştür.

Beyaz kum midyesinde Cu tutma kapasitesinin araştırıldığı bu çalışma süresince denemeye alınan kontrol grubundaki beyaz kum midyelerinde ölüm gözlenmemiştir. Akvaryumlara eklenen Cu konsantrasyonları arttıkça ölümler artmış ve 5. gün sonunda ölüm oranı % 11 olarak hesaplanmıştır.

Yapılan literatür taramasında beyaz kum midyesinde Cu tutma kapasitesi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmaya paralel olarak Akdeniz midyesi (*Mytilus galloprovincialis*) nde Cu tutma kapasitesi bir başka çalışmaya konu olmuştur. Akdeniz midyesinin bulunduğu akvaryum ile bizim çalışmamızdaki akvaryum ortamı arasındaki fark sedimenttir. Beyaz kum midyesi akvaryumları canlının doğal ortamı taklit edilerek sedimentli olarak oluşturulmuştur. Her iki deneysel ortamda ölüm miktarları hesaplanmış olup sedimentsiz ortamda bulunan Akdeniz midyesinin ölüm oranı beyaz kum midyesine göre aynı Cu dozlarında daha yüksek bulunmuştur (Baltas vd, 2016). Bu durum Bat vd., (2013)'te ağır metallerin sedimente çökerek midye ölümlerini azalttığı şekliyle yorumlanmıştır. Beyaz kum midyesi bütün Cu dozlarında Akdeniz midyesinden daha az birikim yapmıştır. Bu durumun genel sebebinin sedimente çöken bakır olduğu düşünülmektedir.

Baltas vd. (2016) yaptıkları çalışmada Akdeniz midyesi deney grubunda  $3,60 \text{ mg L}^{-1}$  ve  $6 \text{ mg L}^{-1}$  Bakır konsantrasyonunun bulunduğu gruplarda %100 ölümlerin gerçekleştiğini ayrıca küçük boydaki midyelerin (<5 cm) orta boy (5-7 cm) ve büyük boy (>7 cm) midyelere göre bakıra toleransının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.



Deneyin ikinci aşamasında hazırlanan yedi akvaryumdaki beyaz kum midyelerine farklı bakır konsantrasyonları verilerek, beyaz kum midyelerinde, deniz suyunda ve sedimentte bu konsantrasyonların değişimi incelenmiştir. Tüm akvaryumlarda sudaki bakır miktarı arttıkça yumuşak dokudaki bakır birikiminde artış gözlenmiştir. Denemeye alınan beyaz kum midyelerinin yumuşak dokularında Cu konsantrasyonu kontrol grubunda ortalama  $135,47 \mu\text{g g}^{-1}$  (kuru kütle) olarak tespit edilmiş ve altıncı deneme akvaryumunda ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ) ise  $671,87 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir. Kontrol grubuna göre 5 kat artış gösteren midye yumuşak dokusundaki Cu konsantrasyonu için yapılan Kruskal Wallis testinde istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Beyaz kum midyesinin kabuğundaki Cu birikimi ise aynı oranda artış göstermiştir. Kontrol grubunda ortalama  $13,63 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiş ve 6. deneme akvaryumunda ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ) ise  $99,54 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.

Deneme süresince akvaryumlara eklenen Cu miktarı arttıkça sudaki ve sedimentteki bakır miktarlarında da artış tespit edilmiştir. Deniz suyunda en yüksek bakır konsantrasyonunun bulunduğu ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ) 6. akvaryumda deneme öncesi sudaki bakır miktarı ortalama  $2552,00 (\mu\text{g g}^{-1})$  olarak bulunmuştur. Bu miktar deneme sonunda  $190,22 (\mu\text{g g}^{-1})$  değerine düşmüştür. Buna paralel olarak sedimentte ise. ( $0,12 \text{ mg L}^{-1}$ ) 1. akvaryumdan ( $6 \text{ mg L}^{-1}$ ) 6. akvaryuma oranla artış olduğu bulunmuştur.

Türkiye denizlerinden çeşitli zamanlarda örneklenen beyaz kum midyeleri için Kurt (2006), kabuk boyu 17 mm'den büyük beyaz kum midyelerinde Karadeniz için ortalama değer  $10,00 \mu\text{g g}^{-1}$  (yaş kütle), Marmara denizi için  $9,68 \mu\text{g g}^{-1}$  (yaş kütle) olduğunu bildirmiştir. Canlı çift kabukluların arındırılması tebliğine göre A sınıfı sulardan elde edilen üründe kabul edilebilir değer  $20 \text{ mg kg}^{-1}$ 'dir (Anonim, 2001). Direk doğadan örneklenerek getirilen beyaz kum midyesi kontrol grubunda kuru maddede  $135,47 \mu\text{g g}^{-1}$  Cu ölçülmüştür. Ölçülen bu bakır konsantrasyonunun A sınıfı sular için limit değerde olduğu söylenebilir.

Midyeler, yaşam ortamında fazla Cu metali ile karşılaştıklarında dokularına aldıkları metalin bir kısmını kullanır ve salgı yoluyla atabilir. Böylece, midyelerin

yumuşak dokularına bu metal geçişi, ortamdaki bakırın miktarına göre değişebilir. (Vosloo vd., 2012).

Akdeniz midyesi ile ilgili yapılan bir araştırmada deneme akvaryumuna ilk gün sabit oranda (0,36 mg L<sup>-1</sup>) Cu zltisi eklenmiştir. 6 gün boyunca her gün bu akvaryumdan midye rneği alınarak yumuşak dokularındaki Cu konsantrasyon değerleri belirlenmiştir. Belirlenen günlerde 3. günde en yüksek olduğu tespit edilmişti ve 3 gün sonra midyelerin yumuşak dokularında Cu konsantrasyonlarının önceki günlere göre azaldığı gözlemlenmişlerdir (Baltas vd., 2016).

Çalışmamızda elde edilen sonuçlar Akdeniz midyesi ile karşılaştırıldığında beyaz kum midyesinin bakır tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu dolayısı ile herhangi bir bölgede aynı ortamda bulunan her iki türden bakır için Akdeniz midyesinin indikatör tür olabileceği düşünülmektedir.

## 5. ÖNERİLER

Beyaz kum midyesinde bakır tutma kapasitesinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler sıralanabilir

Çalışma sıcaklık ve fotoperiyot faktörlerinden bağımsız olarak planlanmış ve bahar (Mayıs) mevsiminde yapılmıştır. Midyelerin fizyolojisi dikkate alınarak çalışmanın mevsimsel olarak yapılmasının farklı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir.

Akdeniz midyesinde cinsiyete ve boylara göre metal tutma kapasitesinin değiştiği bildirilmekte olup bu durum beyaz kum midyesi için yeni bir araştırma konusudur.

## KAYNAKLAR

- Anonim., 2001.** Canlı çift kabuklu yumuşakçaların arındırılması ilişkin genelge. Genelge No: 2001/02.
- Artüz, M.L., 1990.** “Denizlerimizde Cık-Cık (*Chamelea gallina* Linnaeus, 1758) Problemi”. Kerevitaş Gıda San. Ve Tic. A.Ş. T.O.K.B. İstanbul.
- Baltas, H., Dalgic, G., Bayrak, E.Y., Sirin, M., Cevik, U. ve Apaydin, G., 2016.** Experimental study on copper uptake capacity in the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*). Environmental Science Pollution Research, DOI:10.1007/s11356-016-6306-0.
- Bat, L., Üstün F., Gökkurt Baki O. ve Şahin F. 2013.** "Effects of some heavy metals on the sizes of the Mediterranean mussel", Fresenius Environmental Bulletin, 22, 1933-1938.
- Bilecik, N., 1986.** Kum Midyesinin (*Venus gallina*) Özel Av Aracı ile, Marmara Denizi’ nde Yapılan Deneme Çalışmalarına Ait Rapor. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, İstanbul, 13 s.
- Bilgin, S., 2005.** Bazı Karadeniz Karideslerinin (*Crangon crangon* Linnaeus, 1758, *Palaemon adspersus* Rathke, 1837 ve *Palaemon elegans* Rathke, 1837) Balıkçılık Biyolojisi ve Populasyon Dinamigi Yönünden ncelenmesi, Doktora tezi, OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 86 s.
- Cassali, P., 1983.** ‘‘ Resumes des parametres biologiques sur *V.gallina* L . en Adriatique’’ ,FAO Fisheries Report , No : 290 , Italy , pp :171.
- Çelikli, A., Yavuzatmaca, M. and Bozkurt, H., 2010.** An eco friendly process: Predictive modelling of capper adsorption from aqueous siltution on *Spirulina plantensis* Journd of Hazardous Meterials. 173,123-129.
- Çolakoğlu, F.A., 2010.** Ormancı H.B., Künili İ.E., Çolakoğlu S., Chemical and Microbiological Quality of the *Chamelea gallina* from the southern coast of the Marmara Sea in Turkey, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi. Derg., 16, 153-158.
- Çolakoğlu, S., 2011.** Çanakkale boğazı ile batı marmara’da kum midyesi (*Chamelea gallina*, l., 1758) ve kum şırlanının (*Donax trunculus*, l., 1758) stok tahmini Bornova-izmir 2011. Ege üniversitesi fen bilimleri enstitüsü.
- Dalgıç, G., 2006.,** Karadeniz Beyaz Kum Midyesi *Chamelea gallina* (L.,1758)Populasyonunun Üreme Periyodu Ve Büyüme Performansının Belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı

- Dalgıç, G., Okumus, İ., Ceylan, Y. ve Engin, S., 2005a.** Türk ismi İtalyan ismi: Türkiye’de kum midyesi (*Chamelea gallina* L., 1758) avcılığı yapan teknelerin teknik ve operasyonel özellikleri, Türk Sucul Yasam Dergisi, 4, 414-417.
- Demir, M., 1952.** Boğaz ve Adalar Sahillerinin Omurgasız Dip Hayvanları. İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü. Yayınları No.3.
- Deval, M. C., 2009.** Population structure and dynamic of the striped venus (*Chamelea gallina* L., 1758) after the 10 year fishing ban in the northern Sea of Marmara. 15. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, Rize, 137p
- Deval, M.C.; Oray, I.K.; ve Karaabulut, B., 1992.** ‘‘Marmara Denizi ve Karadeniz’ de Turbo Üfleyici Hidrolik Direç İle Beyaz Kum Midyesi (*Chamelea gallina* L., 1758) Avcılığı’’. İstanbul, Beyoğlu Rotary Klubü Yayınları, 14: 26-29.
- Düzgüneş, E., Ünsal, S., ve Feyzioğlu, A.M., 1992.** Doğu Karadeniz’deki deniz salyangozu (*Rapana thomasiana* Gross, 1861) stoklarının tahmini. Proje No: DEBAG 143/6, K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, 83 s.
- Fischer, W., M.-L. Bauchot ve M. Schneider, 1987.** Fiches FAO d’identification desespèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noire.Zone de pêche 37. Volume I. Végétaux et Invertébrés. Publication préparée par laFAO, résultat d’un accord entre la FAO et la Commission des CommunautésEuropéennes, 1, Rome.
- Frogia, C., 1989.** ‘‘Clam Fisheries With Hydraulic Dredges İn The Adriatic Sea. In Caddy, J.F. (Ed.), Marine Invertebrates Fisheries’’, Their Assessment And Management. Wiley, New York, 507-524 s.
- Hoşsucu, H., 1998.** Balıkçılık I, Ege Üniversitesi yayımları, Bornova, İzmir, 13 s.
- Köseoğlu, M., 2005.** Batı Marmara’da Kum Midyesi’nin (*Chamelea gallina* Linnaeus 1758) Büyümesi, Üremesi ve Stok Tahmini Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, 46 s.
- Kurt, C., 2006 .** Karadeniz ereğlisi - marmara denizi kumbağ bölgelerinde avlanan beyaz kum midyesi ( *Chamelea gallina* l., 1758 )’ nin biyometrisi ve ağır metal birikimlerinin karşılaştırılması , İstanbul, 13 s.
- Oray, I.K., 1989.** Catch of *Chamelea gallina* L. In Turkey, Aquaculture Europe 89, Bordeaux, France.
- Özbek , N .,1986.** ‘‘Haliç Suyunda Ağır Metal Analizleri ‘’, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Doktora tez. İstanbul, 90 s.

**Özden, Ö., Erkan N. ve Deval M.C., 2009.** Trace Mineral profiles of the Bivalve Species *Chamelea gallina* and *Donax trunculus*, Food Chemistry, 113, 222-226.

**Öztürk, B. ve Çevik, C., 2000.** Molluscs fauna of Turkish seas, Club Conchylia Informationen, 32 (1/3):27-53.

**Sze, P. W. C. and Lee, S., Y., 1995.** The potential role of mucus in the depuration of copper from the mussels *Perna Viridis* (L.) and *Septifer virgatus* (Wiegmann). Marine Pollution Bulletin, 31, 390-393.

**Tarım ve Köyişleri Bakanlığı , 2008.** denizlerde ve içsularda ticari amaçlı su ürünleri avcılığını düzenleyen 2006-2008 av dönemine ait 37/1 numaralı sirküler.

**Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Deniz Bilimleri Enstitüsü, 1998 .** Erdemli, İçel Ve Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü - Yomra, Trabzon Karadeniz' De Ağır Metal Kirliliği Proje No: Ydebçag-456/G-457/G . Mart Erdemli-Mersin.

**Tekelioğlu, N., Kumlu, M., Yanar, M. ve Erçen, Z., 2007.** Türkiye Su Ürünleri Üretimi Sektörünün Durumu ve Sorunları. Çukurova Üniversitesi Su ürünleri Fakültesi, 01330, Balcalı/Adana.

**Tuik , 2013.** Su ürünleri istatistikleri , Türkiye İstatistik Kurumu, 74 s.

**Tuik 2014.** Su ürünleri istatistikleri , Türkiye İstatistik Kurumu, 74 s..

**URL-1** [Hastaneci.yiz.blogspot.com.tr/2010/11/agir-metaller-ve-sagliga-etkileri.html](http://Hastaneci.yiz.blogspot.com.tr/2010/11/agir-metaller-ve-sagliga-etkileri.html) (19.06.2015).

**URL -2** <http://en.wikipedia.org/wiki/Chamelea> (25.05.2015) .

**URL – 3** [Denizbilimi.com/agir-metaller-ve-sagligimiza-etkileri.html](http://Denizbilimi.com/agir-metaller-ve-sagligimiza-etkileri.html) (16.06.2015)

**URL-4** [http://www.fao.org/figis/servlet/FiRefServlet?ds=species&fid=2697,](http://www.fao.org/figis/servlet/FiRefServlet?ds=species&fid=2697) 15 (16.06.2015).

**Usero J., Morillo J. and Gracia I., 2005.** Heavy Metal Concentrations in Molluscs from the Atlantic Coast of Southern Spain, Chemosphere, 59, 1175-1181.

**Ünsal, M., Çağatay, N., Bekiroğlu, Y., Kırath, N., Alemdağ, N., Aktaş, M. ve Sarı, E., 1998.** Karadeniz'de İz Element Kirliliği (Proje No: YDEBÇAG-456/G-

457/G) , Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Trabzon Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli-Mersin.

**Vosloo, D., Sara, J., Vosloo, A., 2012.** Acute responses of brown mussel (*Perna perna*) exposed to sub-lethal copper levels: Integration of physiological and cellular responses. *Aquatic Toxicology.*, 106-107, 1-8.

**Yarsan, E., Bilgili, A. ve Türel, İ., 2000.** Van Gölün'de Toplanan Midye (*Unio stevenianus* Krynichki ) Örneklerinde Ağır Metal Düzeyleri, *Turkish Journal OF Veterinary and Animal Sciences*,24,93-96.

**Zengin, M., 1998.** Karadeniz'de kıyı balıkçılığı, mevcut durum, sorunlar ve çözüm önerileri. *Su Ürünleri Dergisi*, 15 (1-2): 33-47.

## ÖZGEÇMİŞ

Meltem BUĞDAYCI, 12.06.1989 tarihinde Afyonkarahisar’da doğdu. İlköğretim ve lise eğitimini Eskişehir’de tamamladı. 2010 yılında başladığı lisans eğitimini Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü’nde 2013 yılında mezun oldu. 2013 yılında Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı’nda başladığı Yüksek Lisans öğrenimini halen devam ettirmektedir.