



GİRESUN
ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAMSUN SAHİLLERİNDE BULUNAN AKDENİZ MİDYESİ
(*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*) VE SEDİMENTTE AĞIR
METAL BİRİKİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**BİYOLOJİ
ANABİLİM DALI**

Yüksek Lisans Tezi

**Mustafa KEMAL
162102014**

2021

GİRESUN

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

**SAMSUN SAHİLLERİNDE BULUNAN AKDENİZ MİDYESİ
(*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*) VE SEDİMENTTE AĞIR
METAL BİRİKİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : Mustafa KEMAL

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :

Enstitü Anabilim Dalı : Biyoloji

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN

Ortak Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin CÜCE

Mayıs 2021

GİRESUN

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

**SAMSUN SAHİLLERİNDE BULUNAN AKDENİZ MİDYESİ
(*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*) VE SEDİMENTTE AĞIR
METAL BİRİKİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa KEMAL

Enstitü Anabilim Dalı

:

Biyoloji

Bu tez 24/05/2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr.
Mustafa TÜRKMEN
Jüri Başkanı**

**Doç. Dr.
Erkan KALIPCI
Üye**

**Doç. Dr.
Tamer AKKAN
Üye**

**Dr. Öğr. Üyesi
Hüseyin CÜCE
Üye**

**Dr. Öğr. Üyesi
Yalçın TÖRE
Üye**

**Doç. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Mustafa KEMAL

24/05/2021

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın başlangıcından sonlandırıldığı ana kadar hoşgörü ve desteğiyle bana yol gösteren, yoğun iş temposu arasında değerli zamanını bana ayıran, olumlu yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren tecrübe ve bilgi birikimleriyle bana ışık tutan tez danışmanım Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım boyunca beni manevi olarak destekleyen eşim Ebru KEMAL'e sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLolar LİSTESİ.....	VI
ÖZET.....	VII
SUMMARY	VIII
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1. Ağır Metallerin Tanımı ve Özellikleri	4
2.2. Ağır Metal Kirliliğine Yol Açan Nedenler	5
2.3. Ağır Metallerin Sucul Canlılara Etkileri.....	6
2.4. Çalışmada Kullanılan Ağır Metaller	6
2.5. Sediment	8
2.6. Midyeler ve Genel Özellikleri.....	9
2.7. İlgili Çalışmalar	9
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Çalışma Alanı.....	14
3.2. Materyal	16
3.3. Yöntem.....	16
BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	18
4.1. Midye Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi	18
4.2. Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi	19
BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ	20
5.1. Midye Örneklerinde Ölçülen Ağır Metal Miktarlarının Değerlendirilmesi.....	21

5.2. Sediment Örneklerinde Ölçülen Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi.....	22
KAYNAKLAR	26
ÖZGEÇMİŞ	34



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Ag	: Gümüş
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
B	: Bor
Be	: Berilyum
BE	: Belediye Evleri
Br	: Brom
BY	: Batıpark Yelken
Cd	: Kadmiyum
Co	: Kobalt
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Hg	: Cıva
Mn	:Mangan (Manganez)
Ni	: Nikel
OM	: Ondokuz Mayıs
Pb	: Kurşun
Se	: Selenyum
Sn	: Kalay
TL	: Terme Liman
YL	: Yakakent Liman
Zn	: Çinko

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3. 1. Örnekleme İstasyonları	15
--	----



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2. 1. Ağır Metallerin Midyedeki Kabul Edilebilir En Üst Değerleri (TGK, 2002).	8
Tablo 2. 2. Ağır Metallerin Sedimentte Kabul Edilebilir Değer Aralıkları (Kanada Sediment Kalite Yönergesi, 1992)	9
Tablo 3. 1. Örneklem İstasyonlarına Ait Bilgiler	15
Tablo 4. 1. İstasyonlara Göre Midye Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları	188
Tablo 4. 2. İstasyonlara Göre Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları	199
Tablo 5. 1. Ağır Metallerin Midyedeki Kabul Edilebilir En Üst Değerleri (TGK, 2002)	20
Tablo 5. 2. Midye Örnekleri Ortalama Metal Seviyelerinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması (mg/kg).....	20
Tablo 5. 3. Sediment Örnekleri Ortalama Metal Seviyelerinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması (mg/kg).....	222
Tablo 5. 4. Bu Çalışmadan Elde Edilen Ortalama Metal Seviyelerinin Diğer Çalışmaların Ortalamalarıyla Karşılaştırılması (mg/kg).....	233

SAMSUN SAHİLLERİNDE BULUNAN AKDENİZ MİDYESİ (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*) VE SEDİMENTTE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Samsun ili sahillerinde belirli istasyonlardan toplanan *Mytilus galloprovincialis* (Akdeniz midyesi) ve sediment örneklerindeki ağır metal düzeyleri (As, Cu, Mn ve Pb) incelenmiştir.

Analiz edilen sedimentte ağır metal birikimleri mg/kg olarak şu şekilde bulunmuştur; As: 1,24 - 5,96, Cu: 11,1 - 22,9, Mn: 437 - 585, Pb: 1,04 - 5,29 ve midye örneklerinde ise As: 0,44 - 1,32, Cu: 0,57 - 2,81, Mn: 0,91 - 2,75, Pb: 0,08 - 0,56.

Sonuç olarak, Samsun'da belirlenen 5 istasyondan toplanan midye ve sediment örneklerinde analizi yapılan ağır metal konsantrasyonlarının Türk Gıda Kodeksi'nde (2002) yer alan gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ ve Kanada Sediment Kalite Yönergesi'nde (1992) belirtilen limit değerlere yakın olduğu bulunmuştur. Ancak iki farklı istasyondan (OM ve BE) toplanan midye örneklerinde As konsantrasyonları yüksek tespit edildiğinden insan sağlığı açısından risk oluşturabileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Midye, sediment, ağır metal, kirlilik, Samsun

ASSESSMENT OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN MEDITERRANEAN MUSSEL (*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*) AND SEDIMENT ON THE COASTS OF SAMSUN

SUMMARY

In this study, the levels of heavy metals (As, Cu, Mn, and Pb) in the *Mytilus galloprovincialis* (Mediterranean Mussel) and the sediment samples collected from certain stations located at the coasts of the city Samsun in the Black Sea Region were studied.

Heavy metal accumulations in the analyzed sediment were found in unit of mg/kg as follows; As: 1.24 - 5.96, Cu: 11.1 - 22.9, Mn: 437 - 585, Pb: 1.04 - 5.29, and the accumulation found in the mussel samples are As: 0.44 - 1.32, Cu: 0.57 - 2.81, Mn: 0.91 - 2.75, Pb: 0.08 - 0.56.

As a result, heavy metal concentrations analyzed in mussel and sediment samples collected from 5 stations in Samsun were found to be close to the limit values determined by the communiqué on determining the maximum levels of certain contaminants in foodstuffs included in the Turkish Food Codex (2002) and the limits specified in the Canadian Sediment Quality Directive (1992). However, since As concentrations in mussel samples collected from two stations (OM and BE) were found to be higher than the limit values, it can be said that it may pose a risk in terms of human health.

Keywords: Mussel, sediment, heavy metal, pollution, Samsun

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Sağlıklı bir insanın vücut ağırlığının yaklaşık %70'i sudan oluşurken Dünya'nın da dörtte üçü sularla kaplıdır. Bu açıdan bakıldığında, yeraltı ve atmosfer kaynakları ile birlikte düşünüldüğünde su tüm canlı yaşamı için oldukça önemli bir konumdadır (Sağlam ve Bellitürk, 2003). Endüstriyel, zirai ve evsel kaynaklı atık suların sahil sularına geniş ölçüde karışması Dünya'nın birçok kesiminde giderek yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte günümüzde gelişen teknoloji ve hızla artan nüfus yoğunluğu, suya olan gereksinimi ve su tüketimini arttırmış ve artan bu ihtiyaçla birlikte su kaynakları bilinçsizce kullanılmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak, su ekosistemleri hem evsel hem de endüstriyel atıklar ile kirlenmiştir (Kaymak Abay, 2017; Kontaş, 2018).

Ekosistemde canlılar arasındaki dengeyi bozan kirleticileri organik ve inorganik kirleticiler olarak sınıflandırmak mümkündür. Bu kirleticiler metaller, pestisitler, poli klorlu bifeniller (PCB) ve poli aromatik hidrokarbonlar (PAHlar)'dır. İnorganik kirleticiler içinde yer alan ve canlılar üzerinde önemli etkileri olan ağır metaller, çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları, kolaylıkla besin zincirine girerek canlı bünyesinde birikebilmeleri ve ayrıca zehirli etki gösterebilmeleri nedeniyle hem canlı sistemini hem de çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Uzunoğlu, 1999; Tok, 2009; Çevik, 2012).

Metaller içerisinde yoğunluğu 5 g/cm^3 'den daha yüksek olan grup ağır metaller olarak adlandırılır. Ağır metallere örnek olarak Cu (bakır), Fe (demir), Zn (çinko), Pb (kurşun), Hg (civa), Co (kobalt), Mn (mangan), Cr (krom), Se (selenyum), Ni (nikel), ve Cd (kadmiyum) sayılabilir (Çevik, 2012). Ağır metallerin normal şartlar altında doğada bulunma oranı çok düşüktür. Ancak son yıllarda insan nüfusunun artışına bağlı olarak kurulan fabrika ve sanayi işletmeleri, kentsel atıklar, bilinçsiz tarım faaliyetleri

gibi unsurlar yeryüzündeki ağır metal oranının giderek yükselmesine neden olmuştur. (Kaymak Abay, 2017). Ağır metaller normalde kayaların ve maden cevherlerinin bünyesinde bulunduğu için, organizmalarda, sularda, sedimentlerde ve toprakta bulunması doğaldır (Ciminli, 2005). Sudaki ağır metal birikiminin artışının nedenleri arasında endüstriyel ve evsel atıkların filtre kullanılmadan ve gelişigüzel bir şekilde su ekosistemine boşaltılması, balıkçılık ve deniz turizmi, tarımsal faaliyetlerde kullanılan ilaç ve gübreler sayılabilir (Keskin, 2012).

Ağır metallerin sedimentteki birikiminin kaynakları ise kayaçların çözünmesi, erozyon, inorganik partiküllerin ve ölü organizmaların dibe çökmesidir. Suda asılı partiküllere tutunan ağır metaller zamanla çökerek sedimentte birikirler ve doygunluk seviyesine ulaştığında sediment tabakası bünyesinde biriken metalleri suya bırakırlar (Ercişli, 2016). Suda yaşayan canlılarda ağır metal birikiminin nedenlerini ise besin maddeleri, su ortamı ve sedimentin ağır metal içeriği oluşturmaktadır (Özden, 2008).

Bivalvia sınıfında yer alan ve sucul çevrenin doğal bir parçası olan midyeler, zengin organik madde içeriği ile ekonomik değeri olan önemli ve besleyici deniz canlılarından biridir. Bununla birlikte sularda kirliliğin ölçülmesinde ve değerlendirilmesinde kullanılan biyolojik indikatörlerin başında gelmektedir. Bu durumun temel sebebi midyelerin organik ve inorganik partikülleri süzerek beslenmesidir. Ortalama 7-8 cm uzunluğundaki bir midye saatte 10-15 lt suyu süzebilmektedir. Midyeler sediment ile doğrudan temas halinde olmayıp kayaların üzerinde yaşadıkları için dalga hareketleri sonucunda sedimentte biriken kirlleticilere maruz kalmaktadırlar (Erica Giarratano ve ark., 2010; Tomruk, 2004; Naimo, 1995). Dolayısıyla midyeler suyla birlikte aldıkları ağır metalleri uzun süre biriktirebilmektedir (Bilgin ve Uluturhan Süzer, 2015; Kayhan ve ark., 2016; Şahin ve ark., 2016). Hem sedimentin hem de sucul bir organizma olan ve ağır metali bünyesinde biriktirebilen midyelerin çalışmada kullanılması ayrıca önem arz etmektedir.

Nitekim bu tez çalışması ile Samsun sahillerinde bulunan farklı istasyonlardan elde edilen midye ve sediment örneklerinde ağır metal birikimi araştırılmıştır. Karadeniz sahil şeridinde bu tezde atıfta bulunduğumuz Trabzon, Giresun ve Sinop sahillerini

kapsayan, yaptığımız çalışmaya benzer çalışmalar yürütölmüş olup bizim yaptığımız çalışma bu çalışmaların bir emsali ve devamı gibi görölebilir. Daha sonra yapılacak çalışmalar için referans ve mukayese verileri olarak bu çalışmadan fayda sağlanabilecektir.



BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Ağır Metallerin Tanımı ve Özellikleri

Metaller yer kabuğunda doğal olarak bulunan elementlerdir. Periyodik cetvelde hidrojen'den uranyuma kadar 118 element vardır (Kayrak, 2014). Periyodik cetvelde geçiş elementleri grubunda bulunan ağır metaller organizmanın sağlıklı büyümesi ve gelişmesi için gereklidir. Bu tür metallerin genel özellikleri şu şekilde sıralanabilir. Miktarı organizmanın ağırlığının %0,01'inden az, genelde atom numarası 20'den ve yoğunlukları ise 5 gr/cm³'ten daha yüksek olan, Hg hariç normal şartlarda oda sıcaklığında katı halde bulunabilen, tel ve levha şekline getirilebilen ve elektron vererek pozitif iyon (katyon) haline geçebilen elementlerdir (TÇV, 1987; Gülcü Gür, 2014). Çok sayıda kullanım alanı olan metaller biyolojik anlamda üç gruba ayrılır (Förstner ve Wittmann, 1981).

Biyojenik (esansiyel) elementler: Sıvı ortamlarda normalde hareketli katyonlar olarak taşınan ve canlının yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için mutlaka ihtiyaç duyulan elementlerdir. Esansiyel elementlere örnek olarak kalsiyum, potasyum, sodyum, magnezyum gibi elementler verilebilir (Förstner ve Wittmann, 1981).

Oligoelementler (iz elementler): Düşük konsantrasyonlarda esansiyel olan fakat yüksek konsantrasyonlarda zehirli etki yapan elementlerdir. Vitamin ve enzimlerin yapısına girerek biyokimyasal olaylarda katalizör rolü oynarlar. Oligoelementlere örnek olarak demir, bakır, kobalt, mangan, çinko, molibden ve krom gibi elementler verilebilir (Förstner ve Wittmann, 1981).

Metaloitler (eser elementler): Metabolik aktivite için genellikle gerekli olmayan ve oldukça düşük konsantrasyonlarda hücrede zehirli etki oluşturan elementlerdir.

Metaloitlere örnek olarak kadmiyum, arsenik, cıva, kurşun, kalay, selenyum ve berilyum gibi elementler verilebilir (Förstner ve Wittmann, 1981).

Bu üç gruptan iz elementler ve eser elementler genelde ağır metaller olarak da adlandırılır (Genç ve ark., 2015).

Antropojenik (doğada insanoğlunun neden olduğu etkiler) faaliyetler sonucunda denizlerde ağır metal seviyesinin önemli ölçüde arttığı bilinmektedir. Bu durum düşük tolerans seviyesine sahip bazı türlerin bu ortamlardan tamamen yok olmasına ya da fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmalara müdahale ederek organizmalarda yapısal ve işlevsel hasara neden olabilmektedir (Türkmen ve ark., 2009).

2.2. Ağır Metal Kirliliğine Yol Açan Nedenler

Endüstriyel faaliyetler ağır metallerin çevreye yayılmasında etkili olan en büyük faktörlerden birisidir. Özellikle endüstri ve sanayi toplumlarında çevreye yayılan ağır metaller toplum sağlığı üzerinde oldukça etkili olabilmektedir. Otomotiv, demir çelik, petrol, kâğıt, tekstil, plastik, kristal cam endüstrisi ile metal kaplama, elektronik malzemeler, mutfak ve ev eşyalarının işlenmesi ağır metallerin yayılmasına neden olan başlıca unsurlardandır (Özözen, 2005). Ayrıca metaller erozyon sonucu oluşan kaya parçalarının etkisiyle, rüzgarın taşıdığı toz parçalarıyla, volkanik faaliyetler, bitki örtüsü ve orman yangınları nedeniyle bir yerden başka bir yere taşınabilir. Denizlerdeki ağır metal kaynağı ise endüstriyel ve kentsel bölgelerden geçen çok sayıda nehrin denizlere ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Denize ulaşan ve suda çözünen ağır metaller sedimentte birikmektedir (Kaptan, 2014; Karadede ve ark., 2000).

2.3. Ağır Metallerin Sucul Canlılara Etkileri

Ağır metaller su ekosistemlerinde kirliliğe neden olan ve canlı vücudunda birikerek toksisiteye neden olabilen elementlerdir. Bu durum önemli bir çevre sorunu olmakla birlikte bazı ağır metaller (örn. kadmiyum, kurşun, arsenik, civa) çok düşük konsantrasyonda bile olsa toksine neden olabilirken, bazı metaller ise (örn. bakır, çinko, demir) biyolojik öneme sahiptir ve su ekosisteminde doğal olarak bulunur. Bu metaller ancak çok yüksek seviyelerde bir organizma için tehdit oluşturabilir (Amundsen ve ark., 1997).

Ağır metallerin normal koşullarda doğada bulunma oranı çok düşüktür. Ancak bu orandaki artışla beraber canlılardaki bazı enzim yapıları bozulabilmekte ve bu da canlılık için hayati önem taşıyabilmektedir (Kayhan ve ark., 2009).

Sucul ortamlarda ağır metal konsantrasyonu çoğunlukla sedimentte birikir ve öncelikle bentik canlılara sonra ise dolaylı olarak besin zincirinde yer alan diğer canlılara zarar verir (Tokatlı ve ark. 2016). Ağır metallerden Cd, Hg, Pb ve Cr gibi elementler besin zinciri yoluyla girdikleri canlılarda doğal fizyolojik mekanizmalar vasıtasıyla artış gösterir. Bunun sonucu olarak canlıda toksine neden olurlar. Tüm bu etkiler nedeniyle sucul ortamda yaşayan canlılar ölebilirken böyle bir etkiye maruz kalmış su ürünleriyle beslenen insanların yaşamı da tehlikeye girebilir (Katalay ve ark., 2005).

2.4. Çalışmada Kullanılan Ağır Metaller

Bu çalışmada, zehirli etkileri nedeniyle, arsenik, bakır, mangan ve kurşun ağır metalleri inceleme için seçilmiştir. Bu metallerin bazı özellikleri aşağıda anlatılmıştır.

Arsenik (As): Yer kabuğunda en çok bulunan elementlerden biridir ve başlıca birikim yerleri kayalardır. Arsenik doğal yollarla bağlı olduğu kayaçlardan, minerallerden ve maden filizlerinden veya yer altı sularının toprak veya kaya içerisinden geçerken arseniği çözmesi ile su ortamına taşınabilmektedir. Tarımda, eczacılıkta ve çeşitli endüstrilerde hammadde olarak kullanılsa da insan da dahil pek çok canlı üzerinde

zehirli bir etkisi vardır (Alpaslan ve ark., 2010; Bilici Başkan ve Pala, 2009). Arseniğe maruz kalmanın en önemli nedeni yüksek derecede arsenik içeren içme suyudur ve arsenik zehirlenmelerinde akut ve kronik zehirlenmeler görülmektedir (Topal, 2009).

Bakır (Cu): Bakır doğal olarak yer kabuğunda, kayalarda bulunan bir elementtir. Endüstriyel atıklar, bazı tarımsal ilaçlar ve madeni kaplama işlemleri yoluyla sucul ortama geçen bakır su, sediment ve canlılarda yüksek miktarda biriken bir elementtir (Kaptan, 2014). Bakır biyolojik sistemlerde rol oynadığı için canlıların vücudunda bulunması gerekli esansiyel metallere aittir (Türkmen ve Çalışkan, 2011). Ayrıca tarım faaliyetlerinde bilinçsiz ve aşırı kullanımı bitkilerin büyümesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Türkmen ve Akaydin, 2017). Yüksek düzeyde bakır içeren su kusma, ishal, mide bulantısı ve kramplara neden olmaktadır. En çok karaciğer böbrek, mide, akciğer, bağırsak, kalp, beyin gibi organlarda birikim yapar (Türkmen, 2003).

Mangan (Mn): Toprak veya tortul kütlelerde bulunan mangan atmosferik olayların etkisiyle çözünerek suya geçer (Başyigit, 2012). Mangan alımının fazlalığında toksik etki ilk önce merkezi sinir sisteminde görülür. Bununla birlikte karaciğer, akciğer, kalp, damar da etkilenir. Aşırı toksisite ölümcüldür. Mn toksisitesi beyin dokusu sinir hücrelerinde birikim neticesinde ortaya çıkar. Parkinson hastalığına benzeyen etkiler görülür. Sağlıklı bir kan serum konsantrasyonu 0,5-1,2 ppm'dir. Mn zehirlenmesi deve ve sığırcılarda safra akışını engelleyen (kholostatik) bir metaldir. Şelasyon tedavisi; manganın vücut yükünü azaltmak için uygulanan ve halka yapı oluşturarak ağır metalleri bağlamak üzerine kurulmuştur (Crossgrove ve Zheng 2004).

Kurşun (Pb): İlk çağlardan itibaren insanlar tarafından yoğun bir şekilde kullanılmış bir elementtir. Doğada mavi veya gri renkte yumuşak bir levha biçiminde bulunur. Doğal erozyonlarla ve havadaki kurşunun yağmurlarla taşınması sonucunda su ekosistemine geçer. Kurşunun kullanım alanı çok geniş olmakla birlikte canlılara biyolojik açıdan herhangi bir katkısının olmadığı yapılan pek çok araştırmada ortaya konulmuştur (Kır ve ark., 2007).

Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğe göre midyedeki ağır metallerin kabul edilebilir değerleri Tablo 2.1. de verilmiştir.

Tablo 2. 1. Ağır Metallerin Midyedeki Kabul Edilebilir En Üst Değerleri (TGK, 2002).

Ağır metalin adı	Kabul edilebilir en üst değer (mg/kg)
As	1
Cu	20
Pb	1,5

2.5. Sediment

Su ekosistemlerinin tabanında yer alan ve değişik karakterli maddelerin birikmesi sonucunda oluşan tabaka sediment olarak adlandırılır (Yıldız ve Yener, 2010). Sediment çoğu sucul organizma için yaşama, üreme ve beslenme ortamı olmakla beraber sucul ekosistemlerin temel bileşeni olarak rol oynamaktadır. Atık ürünler, inorganik ve organik bileşikler, çeşitli kimyasallar sedimentte birikmektedir. Dolayısıyla sediment kirleticiler için bir depo görevi üstlenmiştir (Güldiren ve Tekin Özcan, 2017).

Okyanus ve denizlerin dibini örten sediment tabakası karasal aşınım, biyolojik, kozmik, volkanik ve kimyasal madde olmak üzere beş farklı kaynaktan beslenmektedir. Bu kaynaklar içerisinde %20'lik bölümü kapsayan karasal materyal ile %50'lik bölümü kapsayan biyolojik materyal önemli sediment kaynaklarıdır (Geldiay ve Kocataş, 2012).

Sedimentte antropojenik veya doğal yollarla depolanan ağır metaller bazı fiziksel ve kimyasal olaylar nedeniyle tekrar iyonik forma dönüşüp toksin etkisi gösterebilmektedir. Dolayısıyla suda tekrardan çözünerek sudaki ağır metal konsantrasyonunun daha da artmasına neden olabilmektedir (Kaçar, 2015; Binici ve Pulatsü, 2018). Sedimentte kabul edilebilir ağır metal düzeyleri Tablo 2.2. de verilmiştir.

Tablo 2. 2. Ağır Metallerin Sedimentte Kabul Edilebilir Değer Aralıkları (Kanada Sediment Kalite Yönergesi, 1992)

Ağır metalin adı	Kabul edilebilir değer (mg/kg)
Cu	16-110
Pb	31-250
Mn	460-1100

2.6. Midyeler ve Genel Özellikleri

Bivalvia sınıfından ve Mytilidae familyasına ait olan midyeler ekonomik değeri olan canlılardır ve denizlerimizden elde edilebilmektedir. Midyeler genelde sert zeminlere yapışarak yaşayan, deniz suyunu süzerek içinde bulunan plankton ve asılı haldeki organizmalar ile beslenen omurgasızlar şubesine ait canlılardır (Aközcan, 2009).

En önemli türleri *Mytilus galloprovincialis* (Kara Midye veya Akdeniz Midyesi), *Mytilus edulis* (Mavi Midye veya Avrupa Midyesi), *Mytilus perna* (Afrika Midyesi) ve *Modiolus barbatus* (At Midyesi) olan Mytilidae familyası geniş bir yayılım alanına sahiptir. Ülkemiz sularında *Mytilus galloprovincialis* ve *Modiolus barbatus* olmak üzere iki türü bulunmaktadır.

2.7. İlgili Çalışmalar

Kaymak Abay (2017), çalışmasında Dicle Nehri'nin üç bölgesinden alınan su, sediment ve bazı bivalvia türlerindeki ağır metal birikimini araştırmıştır. Çalışma sonunda sudaki ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde Cu elementinin ölçülen değeri $95,66 \pm 6,76$ mg/kg, Ni elementinin ölçülen değeri $36,79 \pm 2,64$ mg/kg, Zn elementinin ölçülen değeri $480,7 \pm 6,12$ mg/kg, Pb elementinin ise $83,91 \pm 0,36$ mg/kg'dır. Sedimentteki ağır metal birikimi incelendiğinde ise incelenen tüm bölgelerde sedimentte en fazla rastlanılan metalin Zn, en az rastlanılan metalin ise Pb olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan Bivalvia türlerinden *Unio mancus* türündeki ağır metal birikimi incelendiğinde Cu, Co ve Pb konsantrasyonu en fazla Diyarbakır'da en az ise Hasankeyf'te, Ni konsantrasyonu en fazla Diyarbakır'da

en az Bismil’de ve son olarak Zn konsantrasyonu en fazla Bismil’de en az ise Diyarbakır’da ölçülmüştür. *Anodonta anatina* türünde yapılan çalışmada bölgeler arasındaki ağır metal birikimi değerlendirildiğinde Cu, Ni ve Co konsantrasyonlarında en fazla Diyarbakır’da en az ise Hasankeyf’te, Zn konsantrasyonu en fazla Hasankeyf’te en az Diyarbakır’da ve Pb konsantrasyonu en fazla Bismil’de en az ise Diyarbakır’da ölçülmüştür. *Unio tigridis* türünde ise yapılan çalışmada bölgeler arasındaki ağır metal birikimi değerlendirildiğinde Cu, Ni ve Pb konsantrasyonlarında en fazla Diyarbakır’da, Co ve Zn konsantrasyonu en fazla Hasankeyf’te ölçüldüğü görülmüştür.

Şahin ve ark. (2016), Karakaya Baraj Gölü’ndeki ve bu gölde bulunan tatlı su midyesindeki ağır metal düzeyini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonunda midye örneklerinde bulunan ağır metal düzeyinin Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği ve Su Ürünleri Yönetmeliği rehberlerindeki sınır değerleri geçmediğini belirtmişlerdir.

Kanar (2012), çalışmasında İstanbul Tuzla’daki farklı istasyonlardan avlanan kara midyelerdeki bazı ağır metal seviyesini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonucunda Tuzla sahilinden elde edilen kara midye örneklerindeki kurşun seviyelerinin yasal seviyeden oldukça yüksek olduğu, ayrıca ağır metal içeriklerinin mevsimlere ve istasyonlara bağlı olarak değiştiği görülmüştür.

Güner (2012), çalışmasında İstanbul Pendik sahilinde belirlenen 5 istasyondan toplanan kara midyelerindeki ağır metal seviyesini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonunda toplanan örneklerde kadmiyum seviyesinin mevzuatta belirtilen sınır değerin altında olduğu, bununla birlikte örneklerin büyük çoğunluğunda kurşun düzeyinin sınır değerin üzerinde olduğu tespit edilmiş ve kurşun seviyesinin yüksek olmasından dolayı besin olarak tüketilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Baltacı (2011), çalışmasında tatlı su midyelerinin kas dokularını, dip sedimentini ve suda Fe, Cu, Zn, Mn, Cd ve Pb metallerinin birikim düzeylerini araştırmayı amaçlamıştır. Araştırma sonunda midyelerin kas dokusunda, suda ve sedimentte ağır

metallerin derişim düzeyine göre sıralamasını şu şekilde bulmuştur. Kas dokusunda Mn> Fe> Zn> Pb> Cu> Cd, suda Mn> Fe> Zn> Pb> Cu> Cd ve sedimentte ise Fe> Mn> Zn> Pb> Cu> Cd şeklinde bulunmuştur. Metal derişimine göre incelenen örneklerin ağır metal sıralamasının ise sediment> kas> su şeklinde olduğu belirtilmiştir.

Akózcan (2009), alışmasında Didim ve İzmir Körfezi sediment, deniz suyu ve farklı deniz organizmalarında bazı radyonüklid ve ağır metal düzeylerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonunda midye, sediment ve balık örneklerindeki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn değerleri (balıkta Cd hariç) kabul edilebilir sınırların altında olduğunu belirtmiştir.

Maanan (2008), alışmasında Midye (*Mytilus galloprovincialis*), deniztarağı (*Venerupis decussatus*) ve istiridye (*Crassostrea gigas*)  rneklerindeki ağır metal seviyesini mevsimsel olarak belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonunda çalışılan türler ve mevsimler arasındaki metal konsantrasyonları arasındaki ilişkinin benzer olduğu, farklı türlerin çalışma alanına ve mevsime bağlı olarak metallerde farklı biyoakümülasyon gösterdiği belirtilmiştir.

Kayhan ve ark. (2007), çalışmalarında İstanbul Boğazı'ndan toplanan kara midyedeki çeşitli ağır metal konsantrasyonunu belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda midyelerde bulunan ağır metal seviyesinin insan tüketimi için kabul edilebilir sınırı aştığı belirtilmiştir.

Esen (2006), alışmasında İzmir Körfezi'nden toplanan kara midyelerde bulunan toksin madde miktarını araştırmayı amaçlamıştır. Çalışma sonunda kara midyelerin içerdiği ağır metal düzeyinin insan sağlığı üzerinde risk taşımadığı görülmüştür.

Sunlu (2006), alışmasında Ege Denizi kıyılarından toplanan *Mytilus galloprovincialis* türünde mevsimsel değişikliklere bağlı olarak Cd, Pb, Zn ve Cu ağır metallerinin birikimini araştırmıştır. Altı farklı istasyonda yaptığı çalışmalar sonucunda ağır metallerin en yüksek değerlerini İzmir istasyonunda, en düşük değerlerini ise Sığacık

ve Güllük istasyonlarında bulmuştur. Midyelerin dokularındaki ağır metal birikimlerini ise Akdeniz bölgelerinde bildirilen yumuşak midye dokularındaki sonuçlardan daha düşük değerlerde tespit etmiştir.

Argeles ve ark. (2005), çalışmalarında İtalya Venedik Lagünü'nden topladıkları kara midyelerdeki arsenik bileşiklerinin dağılımını incelemişlerdir. Araştırma sonunda arseniğin midyenin sindirim bezinde diğer yumuşak dokulara oranla daha fazla biriktiği belirtilmiştir.

Licata ve ark. (2004), çalışmalarında 5 farklı istasyondan topladıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinin yumuşak dokusunda organiklerin, bileşiklerinin ve ağır metallerin konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Araştırma sonunda midyelerde bulunan ağır metal seviyesinin sağlık açısından tehdit oluşturmadığını belirtmişlerdir.

Romeo ve ark. (2003), Kuzeybatı Akdeniz'in Nice ve Connes Körfezleri'ndeki çeşitli istasyonlardan topladıkları *Mytilus galloprovincialis* örneklerinin yumuşak dokusunda Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Çalışma sonunda ağır metallerin midye örneklerinin enzim faaliyetleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Olabarrieta ve ark. (2001), çalışmalarında *Mytilus galloprovincialis* türünde invitro olarak karaciğer ve kan hücreleri üzerine Cd etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda karaciğer ve kan hücrelerinde Cd dozuna bağlı olarak morfolojik değişimler olduğunu ortaya koymuşlardır.

Storelli ve ark. (2000), çalışmalarında İtalya'da farklı 10 istasyondan elde ettikleri Kara midyelerinde Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, ve Sn ağır metal konsantrasyonlarını belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma sonunda analiz edilen midyelerdeki ağır metal seviyelerini insan tüketimi için kabul edilen değerin altında olduğu görülmüştür.

Bat ve ark. (1999), Sinop kıyılarından kara midyenin canlı dokusundaki bakır, çinko, kurşun ve kadmiyum konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla yürüttükleri

alışmalarında 4 istasyondan elde ettikleri örnekleri incelemiřlerdir. Çalıřma sonunda midye örneklerindeki ağır metal seviyesinin dūřuk olduėu grlmūřtır.

Giordano ve ark. (1989), çalışmalarında kara midyelerinde cıva, kadmiyum ve kurşun miktarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla İtalya kıyılarında 41 bölgeden toplanan örnekler incelenmiştir. İnceleme sonunda konsantrasyon değerlerinin ortalama değerlerden daha büyük olduğu birkaç istisna dışında, genel olarak kontaminasyon derecesinin dūřuk olduğunu belirtmişlerdir.



BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Karadeniz, 40° 55' ve 46° 32' kuzey enlemleriyle 27° 27' ve 41° 42' doğu boylamları arasında yer alan; güneydoğu Avrupa ile Anadolu yarımadası arasında 8 bin 350 kilometre kıyı şeridine sahip; 461 bin kilometre kare alan kaplayan (Azak Denizi dahil, Marmara Denizi hariç); kuzeyinde Ukrayna, kuzeydoğusunda Rusya, doğuda Gürcistan, güneyde Türkiye ve batıda Romanya ve Bulgaristan'a kıyısı olan; Akdeniz, Ege Denizi ve Marmara Denizi ile Atlas Okyanusu'na, İstanbul Boğazı ile Marmara'ya; Kerç Boğazı vasıtasıyla Azak Denizi'ne ve Marmara Denizi ile Ege Denizi'ne bağlanan en geniş yeri doğudan batıya 1.175 km, en derin noktası 2.210 m, tuzluluk oranı ise %1,8 olan bir denizdir (WEB_1).

Karadeniz'e dökülen en önemli ırmaklar Dinyeper, Dinyester, Don Nehri, Kuban Nehri ve Tuna Nehri'dir. Tuna Nehri her yıl 203 kilometre küp tatlı suyu Karadeniz'e taşımaktadır. Türkiye'den ise belli başlı dört ırmak Karadeniz'de sonlanır. Bunlar Sakarya, Kızılırmak, Yeşilırmak ve Çoruh Nehir'leridir. Çoruh Nehri'nin büyük bir bölümü ülkemizde olmasına karşın Gürcistan Batum'dan denize dökülmektedir (WEB_2).

Karadeniz'in flora ve faunası evsel ve endüstriyel kirlenme nedeniyle her geçen gün fakirleşmektedir. Irmaklardan gelen organik madde miktarı deniz suyundaki bakterilerin normalde ayrıştırabileceğinden daha fazla olduğu için, bakteriler deniz suyunda normalde bulunan çözünmüş oksijen yerine deniz suyunun bir bileşeni olan sülfür iyonlarından oksijeni temin ederler ve bu işlem sonucunda ortaya son derece

zehirli hidrojen sülfür (H_2S) gazı çıkar. Bu gaz 200 metrenin altında yaşamı engeller. Karadeniz dünyanın en büyük hidrojen sülfür rezervidir (WEB_3).

Samsun, Türkiye'nin büyükşehir statüsündeki otuz ilinden biridir. Karadeniz Bölgesi'ndeki Orta Karadeniz Bölümü'nde, Türkiye coğrafyasının en kuzeyinde merkezî bir noktada yer alır. On yedi ilçesi ve 1.247 mahallesi bulunan Samsun, 1.356.079 kişilik nüfusuyla bölgenin en yüksek, Türkiye'nin ise on altıncı en yüksek nüfuslu ilidir. Doğusunda Ordu, güneyinde Tokat ve Amasya, batısında ise Çorum ve Sinop illeri ile çevrili olup kuzeyinde Karadeniz bulunur. Karadeniz Bölgesi'nin eğitim, sağlık, sanayi, ticaret, ulaşım ve ekonomi açılarından en gelişmiş şehri olan Samsun kalkınmada birinci derecede öncelikli yörelerden biridir (WEB_4).



Şekil 3. 1. Örnekleme İstasyonları

Çalışma yapılan istasyonlara ait bilgiler Tablo 3.1. de verilmiştir.

Tablo 3. 1. Örnekleme İstasyonlarına Ait Bilgiler

Örnek alınan istasyonlar	Enlem	Boylam
YL: Yakakent Limanı	41°38'22.18"K	35°31'10.77"D
OM: Ondokuzmayıs	41°28'17.63"K	36° 8'0.36"D
BY: Batıkent Yelken	41°19'22.25"K	36°20'18.06"D
BE: Belediye Evleri	41°16'15.17"K	36°22'31.20"D
TL: Terme Limanı	41°11'56.92"K	37° 2'33.24"D

Bu çalışmada kullanılan istasyonlar Karadeniz'in Orta Karadeniz bölümü sahil şeridindeki en önemli yerleşim yerlerinden biri olan Samsun (41°17'25"N 36°20'01"E) şehrinde seçilmiştir. Belirlenen istasyonların seçilmesindeki temel amaç ise midye ve sediment örneklerindeki ağır metal kirlilik düzeyini ve bu metal kirliliğinin halk sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini araştırmaktır.

3.2. Materyal

Araştırmada incelenen midye türü Kara Midye ya da Akdeniz midyesi olarak bilinen *Mytilus galloprovincialis*'dir. Ayrıca dip sedimenti örnekleri de materyal olarak kullanılmıştır. Midye ve sediment örnekleri Şubat-Mart 2020 tarihleri arasında Orta Karadeniz Bölümü sahil şeridinde bulunan Samsun ilinde belirlenen beş istasyonda el marifetiyle toplanmıştır.

3.3. Yöntem

Araştırma kapsamında Samsun'da belirlenen istasyonlardan midye örnekleri kıyıya ortalama 3-5 m uzaklıktan toplanarak deniz suyu ile dolu plastik kaplarda saklanmış ve laboratuvara getirilmiştir. Ayrıca belirlenen istasyonlardan elde edilen sediment örnekleri grap örnekleyici yardımıyla toplanmıştır. El marifetiyle kıyıya 3-5 m uzaklıktan ortalama 4 m derinlikten toplanan midyeler deniz suyu ile doldurulmuş plastik kaplar ile laboratuvara taşınmış ve analizi yapılana kadar -5 derecede muhafaza edilmiştir. Sediment ve midye örneklerinden 1 g olacak şekilde tartılan örneklerin üzerine 5 ml nitrik asit + 2 ml hidrojen peroksit ilave edilmiştir. Mikrodalga yakma setinde (Milenstone Start D SK-10) 200°C sıcaklıkta 50 dakika yakılmıştır. Yakma programının ilk adımı 15 dakika sıcaklığın 200°C dereceye ulaşması, ikinci adımı 30 dakika sabit sıcaklıkta kalması (200°C) ve son adımı ise 5 dakika soğuma şeklinde programlanmıştır. Bu solüsyonun üzerine 1ml hidrojen peroksit (H₂O₂) ilave edilerek solüsyonun berrak hale gelmesi beklenmiştir. Soğuduktan sonra renksiz ve berrak olan bu solüsyon kapalı falcon tüplerine konularak deiyonize su ilavesiyle 50ml'ye

tamamlanmıştır ve analiz öncesinde 0,45µm membran filtrelerden geçirilmiştir. Hazırlanan çözeltilerin nicel analizi ICP-OES cihazı (Thermo İcap 7200) ile yapıldı. Metal konsantrasyonlarının hesaplanmasında hazırlanan çözeltilerden elde edilen değerler kullanılmış ve sonuçlar mg/kg olarak verilmiştir. İstatistiksel hesaplamalar SPSS 21.0 programı ile yapılmıştır (UNEP,1984; Türkmen, A. 2003; Süer, N. 2013).



BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde Samsun ilindeki beş farklı istasyondan (Ondokuz Mayıs (OM), Belediye Evleri (BE), Batıpark Yelken (BY), Terme Liman (TL) ve Yakakent Liman (YL)) toplanan Kara Midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve sediment örneklerinde- ICP de analiz edilen ağır metal konsantrasyonları verilmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

4.1. Midye Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

Mytilus galloprovincialis örneklerindeki ağır metal düzeylerinin istasyonlara göre değişimine ilişkin veriler Tablo 4.1.'de listelenmiştir. İstasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Tablo 4. 1. İstasyonlara Göre Midye Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları

İstasyonlar	As	Cu	Mn	Pb
OM	1,32±0,13 ^a	2,35±0,25 ^a	2,19±0,19 ^b	0,17±0,03 ^a
BE	1,14±0,03 ^a	1,14±0,11 ^a	1,47±0,20 ^b	0,56±0,20 ^a
YL	0,88±0,21 ^a	1,32±0,22 ^a	0,91±0,14 ^b	0,08±0,00 ^a
TL	0,44±0,15 ^a	0,57±0,16 ^a	2,39±0,32 ^b	0,10±0,01 ^a
BY	0,73±0,16 ^a	2,81±0,58 ^a	2,75±0,46 ^b	0,13±0,02 ^a

*Farklı harflerle gösterilen istasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$).

Tablo 4.1'e göre Arsenik elementi en yüksek OM istasyonunda (1,32 mg/kg), en düşük ise TL istasyonunda (0,44 mg/kg) tespit edilmiştir. Bakır elementi en yüksek BY istasyonunda (2,81 mg/kg), en düşük ise TL istasyonunda (0,57 mg/kg) tespit edilmiştir. Mangan elementi en yüksek BY istasyonunda (2,75 mg/kg), en düşük ise YL istasyonunda (0,91 mg/kg) olarak tespit edilmiştir. Kurşun elementi en yüksek BE

istasyonunda (0,56 mg/kg), en düşük ise YL istasyonunda (0,08 mg/kg) tespit edilmiştir.

4.2. Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

Belirlenen istasyonlardan elde edilen sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları Tablo 4.2. 'de verilmiştir. İstasyonlar arasındaki farklılıklar Mangan hariç istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$).

Tablo 4. 2. İstasyonlara Göre Sediment Örneklerindeki Ağır Metal Konsantrasyonları

İstasyonlar	As	Cu	Mn	Pb
OM	4,44±0,19 ^b	11,1±1,17 ^b	437±87,5 ^a	2,87±0,55 ^b
BE	3,31±0,77 ^b	15,9±2,48 ^{bc}	585±160 ^a	4,37±0,31 ^{cd}
BY	1,24±0,06 ^a	22,9±1,04 ^d	545±12,7 ^a	3,93±0,16 ^{bc}
TL	4,68±0,29 ^{bc}	17,4±1,03 ^{cd}	534±27,8 ^a	5,29±0,35 ^d
YL	5,96±0,16 ^c	13,1±1,35 ^{bc}	527±69,5 ^a	1,04±0,12 ^a

*Farklı harflerle gösterilen istasyonlar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

Belirlenen istasyonlardan elde edilen sediment örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları incelendiğinde Arsenik elementi en fazla YL istasyonunda (5,96 mg/kg), en az ise BY istasyonunda (1,24 mg/kg) tespit edilmiştir. Bakır elementinin sedimentteki ağır metal konsantrasyonuna bakıldığında ise en fazla BY istasyonunda (22,9 mg/kg), en az ise OM istasyonunda (11,1 mg/kg) tespit edilmiştir. Mangan elementi en fazla BE istasyonunda (585 mg/kg), en az ise OM istasyonunda (437 mg/kg) tespit edilmiştir. Kurşun elementinin sedimentteki ağır metal konsantrasyonu incelendiğinde en fazla TL istasyonunda (5,29 mg/kg), en az ise YL istasyonunda (1,04 mg/kg) tespit edilmiştir.

BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Samsun’da belirlenen 5 istasyondan alınan midye numunelerinde As, Cu, Mn ve Pb elementlerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Belirlenen istasyonlardan alınan midye örneklerinin değerlendirilmesinde Türk Gıda Kodeksi (2002), Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği göz önüne alınmıştır. Bu kriterlere göre ağır metaller için belirlenen değerler Tablo 5.1.’de gösterilmektedir.

Tablo 5. 1. Ağır Metallerin Midyedeki Kabul Edilebilir En Üst Değerleri (TGK, 2002)

Ağır metalin adı	Kabul edilebilir en üst değer (mg/kg)
As	1
Cu	20
Pb	1,5

Tablo 5. 2. Midye Örnekleri Ortalama Metal Seviyelerinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması (mg/kg)

As	Cu	Mn	Pb	Referans
0,019-0,098	-	-	-	Kayhan ve ark. 2007
0,06	5,83	-	1,43	Yarsan ve ark. 2000
-	0,128-0,834	-	0,135-0,525	Demir ve ark., 2018
-	5,54	-	4,08	Çulha ve ark., 2008-2009
-	2,65	6,23	3,16	Süer, 2013
-	-	-	0,251	Zhelyazkov ve ark., 2018
0,44-1,32	0,57-2,81	0,91-2,75	0,08-0,56	Bu çalışma

5.1. Midye Örneklerinde Ölçülen Ağır Metal Miktarlarının Değerlendirilmesi

Mytilus galloprovincialis örneklerinde arsenik elementine ilişkin en yüksek değer 1,32 mg /kg ile OM istasyonunda ölçülmüştür. Bu sonuç ülkemizde deniz kabukluları için izin verilen değer üzerinde bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim ülkemizde arsenik için kabul edilebilir değer 1.0 mg/kg olarak ifade edilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2002). Dolayısıyla bu istasyondan toplanacak midye örnekleri uzun süre tüketilirse insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yaratabilir. Benzer şekilde BE istasyonundan elde edilen örneklerde de arsenik düzeyi kabul edilebilir sınırın üzerinde çıkmıştır. Ancak bu çalışmadan elde edilen ve ülkemizde kabuklu su ürünlerinde izin verilen arsenik miktarına uygun örneklerin toplandığı istasyonlarda olup bu istasyonlar YL, TL ve BY şeklindedir. Daha önce Yarsan ve ark. (2000) tarafından midye örneklerinde yapılan çalışmada arsenik düzeyi 0,06 mg/kg olarak bulunmuştur. Benzer şekilde Kayhan ve ark. (2006) yaptıkları çalışmada midye örneklerindeki arsenik düzeyini 0,098 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu sonuçlar bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan daha düşüktür.

Bakır elementi araştırma yapılan istasyonlar içerisinde en fazla BY istasyonunda ölçülmüştür (2,81 mg/kg). Bu değer ve diğer istasyonlardan elde edilen değerler bakır elementi için ülkemizde izin verilen sınır değerinin (20 mg/kg) oldukça altındadır. Demir ve ark. (2015) yılında Çanakkale Boğazı (Kepez) 'ında yapılan çalışmada *Mytilus galloprovincialis* 'teki minimum bakır değeri; 0,128 mg/kg, maksimum bakır değeri; 0,834 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde Çulha ve ark. (2008-2009) da Marmara Denizi Yalova kıyısında yaptığı çalışmada *Mytilus galloprovincialis* ' in yumuşak dokusundaki bakır konsantrasyonunu 5,54 mg olarak bulmuştur. Bu değerler bu çalışmadan elde edilen değerlerin altındadır.

Mangan elementinin istasyonlardaki dağılımına bakıldığında en yüksek 2,75 mg/kg olarak BY istasyonunda belirlenmiştir. Nitekim Nilgün Süer (2013)'in Giresun kıyılarında yapmış olduğu çalışmada *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde mangan oranını en yüksek 15,828 mg/kg olarak hesaplamıştır. Bu değer bu çalışmada elde edilen değer üzerinde olduğu görülmüştür.

Kurşun elementinin istasyonlara göre konsantrasyonları incelendiğinde en yüksek BE istasyonunda rastlanmıştır (0,56 mg/kg). Ülkemizde çift kabuklu yumuşakçalarda izin verilen kurşun miktarı 1,5 mg/kg olarak belirtilmiştir (Türk Gıda Kodeksi, 2002). Zhelyazkov, G. ve ark. (2018) yaptığı çalışmada *Mytilus galloprovincialis* örneklerinde Pb oranını en yüksek 0,251 mg/kg olarak belirlemiştir. Bu değer ve bu çalışmada elde edilen değer ülkemizde izin verilen değer altındadır.

5.2. Sediment Örneklerinde Ölçülen Ağır Metal Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

Samsun’da belirlenen 5 istasyondan alınan sediment numunelerinde As, Cu, Mn ve Pb elementlerinin analizleri gerçekleştirilmiştir. Ulusal mevzuatta sediment kalitesini belirlemeye yönelik çok fazla kriter bulunmamaktadır. Bu bağlamda belirlenen istasyonlardan alınan sediment örneklerinin değerlendirilmesinde Kanada Sediment Kalite Yönergesi (1992) göz önüne alınmıştır. Bu kriterlere göre ağır metaller için belirlenen değerler “Kanada Tatlısı Sedimanı En Düşük Etki Seviyesi ve Kuvvetli Etki Seviyeleri” Tablo 5.3.’te gösterilmektedir.

Tablo 5. 3. Sediment Örnekleri Ortalama Metal Seviyelerinin Diğer Çalışmalarla Karşılaştırılması (mg/kg)

Metaller	En Düşük Etki Seviyesi (mg/kg)	Kuvvetli Etki Seviyesi (mg/kg)	Bu Çalışmadaki En Düşük Etki Seviyesi (mg/kg)	Bu Çalışmadaki Kuvvetli Etki Seviyesi (mg/kg)
Cu	16	110	11,1	22,9
Mn	460	1100	437	585
Pb	31	250	1,04	5,29

Tablo 5. 4. Bu Çalışmadan Elde Edilen Ortalama Metal Seviyelerinin Diğer Çalışmaların Ortalamalarıyla Karşılaştırılması (mg/kg)

	As	Cu	Mn	Pb	Referans
Kuvvetli Etki Seviyeleri		37,053	1305,5	141,63	Türkmen ve Aras, 2011
Kuvvetli Etki Seviyeleri		19	451	22	Sarı ve Çağatay, 2001
Kuvvetli Etki Seviyeleri	10,20	36,3	937	22,50	Alkan ve ark., 2018
Kuvvetli Etki Seviyeleri				5,649	Sökmen ve ark., 2018
Kuvvetli Etki Seviyeleri		35,57	1323	35,68	Zhank ve ark., 2018
Kuvvetli Etki Seviyeleri		21	404	24	Çağatay ve ark., 1996
Kuvvetli Etki Seviyeleri	15,83	128	1137	72,13	Usluoğlu ve İslam, 2020
En Düşük Etki Seviyesi ve Kuvvetli Etki Seviyesi	5,9-17	35,7-197		35-91,3	McDonald ve ark., 2000
En Düşük Etki Seviyesi ve Kuvvetli Etki Seviyesi	1,24-5,96	11,1-22,9	437-585	1,04-5,29	Bu çalışma

İstasyonlardan alınan sediment örneklerinde ölçülen As seviyesine bakıldığında en düşük etki seviyesi BY istasyonunda 1,24 mg/kg, en kuvvetli etki seviyesi YL istasyonunda 5,96 mg/kg olduğu görülmüştür. Usluoğlu ve İslam (2020) tarafından belirlenen kriterlere göre sedimentte bulunması gereken en kuvvetli etki seviyesi 15,83 mg/kg'dır. Benzer şekilde McDonald ve ark. (2000) tarafından belirlenen sediment kalite kriterlerinde arsenik için verilen en düşük etki seviyesi 5,9 mg/kg en kuvvetli etki seviyesi 17 mg/kg şeklindedir. Bu değerlerin bu çalışmada elde edilen değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür.

İstasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonuna bakıldığında en yüksek bakır derişimi BY istasyonundan ölçülmüştür (22,9 mg/kg). Sediment kalite kriterlerinde bakır için verilen en kuvvetli etki seviyesi 110 mg/kg şeklindedir (Kanada Sediment Kalite Yönergesi, 1992). Nitekim Türkmen ve Aras (2011)'de yapmış oldukları çalışmada İskenderun Körfezi'nden alınan sediment örneklerindeki bakır

derişimini 37,053 mg/kg olarak bulmuşlardır. Bu sonuç ve bu çalışmada elde edilen sonuca bakıldığında toplanan sediment örneklerindeki bakır seviyesinin en kuvvetli etki seviyesinin altında olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Sarı ve Çağatay (2001)'de Kuzey Ege Denizi Saros Körfezi'nde yapmış oldukları çalışmada bakır derişimini 19 mg/kg olarak bulmuşlardır.

İstasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Mn konsantrasyonuna bakıldığında en yüksek mangan derişimi BE istasyonundan ölçülmüştür (585 mg/kg). Çalışma sonucuna benzer bir bulguda Alkan ve ark. (2018) tarafından yapılan çalışmada karşımıza çıkmaktadır. Araştırmasında Karadeniz'in doğu kesiminde yer alan Sürmene Nehri'nde yapmış olduğu çalışmada mangan derişimini en yüksek 937 mg/kg olarak bulmuştur.

İstasyonlardan alınan sediment örneklerindeki Cu konsantrasyonuna bakıldığında en yüksek kurşun derişimi TL istasyonundan ölçülmüştür (5,29 mg/kg). Zhank ve ark. (2018) tarafından belirlenen sediment kalite kriterlerinde kurşun için verilen en kuvvetli etki seviyesi 35,68 mg/kg şeklindedir. Buna göre, belirlenen istasyonlardan alınan sediment örnekleri bu değerlerin altında olduğu görülmüştür. Nitekim Sökmen ve ark. (2018) yapmış olduğu çalışmada toplanan sediment örneklerindeki kurşunun en yüksek derişimini 5,647 mg/kg olarak bulmuşlardır. Benzer şekilde Çağatay ve ark. (1996)'ın Kuzey Marmara'da yapmış olduğu çalışmada kurşun derişimini en yüksek 24 mg/kg olarak bulmuştur.

Yine sonuç olarak, Samsun'da belirlenen 5 istasyondan toplanan midye ve sediment örneklerindeki ağır metal birikiminin ulusal ve uluslararası standartlarda belirtilen değerlere yakın olduğu, Arsenik ağır metal değerinin bu standartların üzerinde olması sebebiyle özellikle midye tüketilirken çok dikkat edilmesi tavsiye edilmektedir. İnsanlar midyeleri besin olarak tüketmeye devam edecektir. İnsanların midyeleri besin olarak tüketmeye devam edecekleri göz önünde bulundurulduğunda kirliliğin önlenmesi adına insanlara temiz çevre bilincinin kazandırılması sanayi atıkları ve evsel atıkların denize karışmasının önlenmesi, tarımda denetimli, kontrollü ilaçlama

ve gübreleme yapılması su ekosistemlerdeki yaşam ve insan sağlığı için önem arz etmektedir.



KAYNAKLAR

- Aközcan, S. 2012. Distribution of natural radionuclide concentrations in sediment samples in Didim and Izmir Bay (Aegean Sea-Turkey), Journal of Environmental Radioactivity, 112, 60- 63.
- Alkan, N., Alkan, A., Eruz, C., 2018. Determination of metals in water and sediment samples of the Sürmene River, Turkey. Green Energy Technol 2, 175-181.
- Alpaslan, M. N., Dölgen, D., Boyacıoğlu, H., ve Sarptaş, H., 2010. İçme Suyundan Kimyasal Yöntemlerle Arsenik Giderimi. İTÜ Dergisi, 20 (1), 15-25.
- Amundsen, P. A., Staldvik, F. J., Lukin, A. A., Kashulin, N. A., Popova, O. A., and Reshetnikov, Y. S., 1997. Heavy metal contamination in fresh water fish from the border region between Norway and Russia. Science of the Total Environment, 201 (3), 211-224.
- Argeles, E., Bettiol, C., Rigo, C., Bertini, S., Colomban, S., and Ghetti, P. F., 2005. Distribution of arsenic compounds in *Mytilus galloprovincialis* of the Venivelagoon (Italy). Science of The Total Environment, 348 (1-3), 267-277.
- Baltacı, B. B., 2011. Çıldır Gölü'nün suyunda, dip sedimentinde ve buradan çıkarılan midyelerde (*Anodonta cynea* Linnaeus, 1758) bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin araştırılması. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Başığit, B., Tekin-Özan S., 2013. Concentrations of Some Heavy Metals in Water, Sediment, and Tissues of Pikeperch (*Sander lucioperca*) from Karataş Lake Related to Physico- Chemical Parameters, Fish Size, and Seasons. Polish Journal of Environmental Studies, 22:633–644.
- Bat, L., Gündoğdu, A., Öztürk, M., 1999. Copper, lead, zinc and cadmium concentrations in the mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 From the Sinop Coast of the Black Sea. Turkish Journal of Zoology, 23 (4), 321-326.
- Bilgin, M., Uluturhan Süzer, E., 2015. Homa Dalyanı'nda (İzmir Körfezi) Dağılım Gösteren *Mytilus galloprovincialis* ve *Tapes decussatus* (Bivalvia) Türlerinde Ağır Metal Birikimlerinin İncelenmesi. Su Ürünleri Dergisi, 32 (1), 1-8.

- Bilici Başkan, M., Pala, A., 2009. İçme Sularında Arsenik Kirliliği: Ülkemiz Açısından Bir Değerlendirme. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15 (1), 69-79.
- Binici, A., Pulatsü, S., 2018. Türkiye'deki Baraj Gölleri: Su ve Sedimentte Ağır Metal Çalışmaları. Ziraat Mühendisliği (365), 5-12.
- Ciminli, C. S., 2005. Gölbaşı Gölü'nde su ve bazı organizmalarda ağır metal birikimi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Crossgrove, J., Zheng, W., 2004. "Manganese toxicity upon overexposure. NMR in Biomedicine", An International Journal Devoted to the Development and Application of Magnetic Resonance In Vivo, 17(8), 544-553.
- Çağatay, M. N., Algan, O., Kıratlı, N., Balkıs, N., Sarı, E., 1996. Geochemistry of Sediments on the Northern Shelf of the Sea of Marmara from the View Point of Pollution for Benthic Marine Organisms. Tübitak Project Report, 251/G, Ankara
- Çevik, M. G., 2012. Çıldır Gölü'nün suyunda, sedimentinde, havuz balığında (*Carassius gibelio bloch*, 1782), kamış (*Phragmites australis* l.) ve tilki kuyruğu (*Ceratophyllum demersum* l.) Bitkilerinde bazı ağır metallerin derişim düzeylerinin incelenmesi. Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çulha, Türk, S., Koçbaş, F., Gündoğdu, A., Baki, B., Çulha, M., Topçuoğlu, S., 2011. The Seasonal Distribution of Heavy Metals in Mussel Sample from Yalova in the Marmara Sea, 2008-2009, Environ Monit Assess, 183, 525-529
- Demir, N., ve Akkuş, G., 2018. Çanakkale Boğazı (Kepez) Midye (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) Örneklerinde Ağır Metal (Cd, Cu, Pb, Fe, Zn) ve Temel Antioksidan Enzim Düzeylerinin Mevsimsel Değişimi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi. 5(4):659-666. DOI: 10.30910/turkjans.471502
- Ercişli, B., 2016. Kars Çayı'nın suyunda, sedimentinde ve bazı sucul organizmalarda iz elementlerin derişim düzeylerinin incelenmesi. Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Esen, Ö., 2006. İzmir Körfezindeki kara midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819)'de bulunan toksik maddelerin araştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Erica Giarratano, Claudia, A., Duarte Oscar, A. Amin, 2010. Biomarkers and heavy metal bioaccumulation in mussels transplanted to coastal waters of the Beagle Channel Ecotoxicology and Environmental Safety. Volume 73, Issue 3, 270-279

- Förstner, U., and Wittmann, G. T., 1981. Metal pollution in the aquatic environment (2nd edition b., Cilt 3). Berlin: Springer Science and Business Media.
- Geldiay, R., ve Kocataş, A., 2012. Deniz Biyolojisi (8. Baskı b.). Bursa: Dora Yayıncılık.
- Genç, T. O., ve Yılmaz, F., 2015. Bioaccumulation indexes of metals in blue crab inhabiting specially protected area Koycegiz Lagoon (Turkey). *Indian Journal of Animal Sciences* 85(1),94-95.
- Giordano, R., Arata, P., Rinaldi, S., Ciraralli, L., Giani, M., Rubbiani, M., et al., 1989. Mercury, cadmium and lead levels in marine organisms (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) collected along the Italian coasts. *Annali Dell'istituto Superiore*, 25 (3), 511-516
- Gülcü-Gür, B., 2014. Işıklı Gölü'nün suyunda, sedimentinde ve gölde yaşayan turna balığı (*Esox lucius* L., 1758)'nın bazı doku ve organlarındaki ağır metal birikiminin araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Güldiren, O., ve Tekin Özcan, S., 2017. Seyhan Baraj Gölü (Adana)'nın Suyunda ve Sedimentindeki Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yalvaç Akademi Dergisi, 2 (1), 99-111.
- Güner, Y., 2012. Pendik sahilinden (İstanbul) avlanan kara midye (*Mytilus galloprovincialis*)'lerde bazı ağır metallerin belirlenmesi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Kaçar, E., 2015. Dicle Nehri'nin Ilısu Baraj Göl Bölgesi'ndeki su, sediment ve bazı balıklardaki ağır metal birikiminin incelenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi.
- Kanada Sediment Kalite Yönergesi. (1992). Kasım 06, 2020 tarihinde Kanada Çevre Bakanlığı: <https://www.ontario.ca/document/guidelines-identifying-assessing-and-managing-contaminated-sediments-ontario/%20identification-and-assessment#section-1> adresinden alındı.
- Kanar, D., 2012. Tuzla (İstanbul) sahilindeki ağır metal kirliliğinin midyelerle takibi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kaptan, H., Tekin Özcan, S., 2014. Eğirdir Gölü'nün (Isparta) Suyunda, Sedimentinde ve Gölde Yaşayan Sazan'ın (*Cyprinus carpio* L. 1758) Bazı Doku ve Organlarındaki Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi ,9 (2), 44-60.

- Karadede, H., Ünlü, E., 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. *Chemosphere*, 41 (9): 1371-1376.
- Katalay, S., Parlak, H., ve Arslan, Ö. Ç., 2005. Ege Denizinde yaşayan Kaya Balıklarının (*Gobiusniger L.*, 1758) Karaciğer Dokusunda Bazı Ağır Metallerin Birikimi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22 (3-4), 385-388.
- Kayhan, F. E., Balkıs, N., ve Aksu, A., 2006. İstanbul Balık Halinden Alınan Akdeniz Midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) Arsenik Düzeyleri. *Ekoloji Dergisi*, 15 (61), 1-5.
- Kayhan, F. E., Gülsoy, N., Balkıs, N., ve Yüce, R., 2007. Cadmium and lead levels of Mediterranean an mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) from Bosphorus, İstanbul, Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (6), 915-919.
- Kayhan, F. E., Muşlu, M. N., ve Koç, N. D. 2009. Bazı ağır metallerin sucul organizmalar üzerinde yarattığı stres ve biyolojik yanıtlar. *Journal of Fisheries Sciences*, 3 (2), 153-162.
- Kayhan, F. E., Sesal, N. C., ve Güldür, S., 2016. Kara Midye'lerin (*Mytilus galloprovincialis*) Gram-Negatif Bakteri Florasının Tespiti. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 66-69.
- Kaymak Abay, Ç., 2017. Dicle Nehri'nin Belirli Lokalitelerinde Sedimentte Ölçülen Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19 (2), 77-86
- Kayrak, Ş., 2014. Kovada Gölü (Isparta)'nın suyunda, sedimentinde ve gölde yaşayan Kadife Balığı (*Tincatinca L.*, 1758)'nda ağır metal birikiminin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Keskin, F., 2012. Köyceğiz Gölü sedimentinde ağır metal fraksiyonlarının incelenmesi. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*.
- Kır, İ., Tuncay, Y., 2010. Kovada Gölü'nde Yaşayan İstakozlarda (*Astacus leptodactylus*) Bazı Ağır Metallerin Birikiminin İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 5 (2), 179-186.
- Kontaş, S., 2018. Melet Irmağı su, sediment ve bazı balık türlerinde ağır metal birikimi ve genotoksik etkilerinin araştırılması. *Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Licata, P., Trombetta, D., Cristani, M., Martino, D., and Naccari, F., 2004. Organochlorine compounds and heavy metals in the soft tissue of themussel

- Mytilus galloprovincialis* collected from Lake Faro (Sicily, Italy). Environment international, 30 (6), 805-810.
- Maanan, M., 2008. Heavy metal concentrations in marinemolluscs from the Moroccan coastal region. Environmental Pollution, 153 (1), 176-183.
- MacDonald, D. D., Ingersoll, C. G., and Berger, T. A., 2000. Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Fresh water Ecosystems. Archives of environmental contamination and toxicology, 39 (1), 20-31.
- Naimo, T. J., 1995. Areview of theeffects of heavymetals on fresh water mussels. Ecotoxicology, 4 (6), 341-362.
- Olabarrieta, I., L'Azou, B., Yuric, S., Cambar, J., and Cajaraville, M. P., 2001. Invitroeffects of cadmium on two different animal cell models. Toxicology in Vitro, 15 (4-5), 511-517.
- Özden, Y., 2008. Enne Ve Porsuk Barajı sedimentine bağlı ağır metallerin cyprinus carpio'nun değişik dokularına biyoakümülyasyonunun araştırılması. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özözen, G., 2005. Demirköprü ve Avşar Barajlarından alınan balık, su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Romeo, M., Hoarau, P., Garello, G., Gnassia-Barelli, M., and Girard, J. P., 2003. Mussel transplantation and biomarkers as useful tools for assessing water quality in the NW Mediterranean. Environmental Pollution, 122 (3), 369-378.
- Sağlam, M. T., ve Bellitürk, K., 2003. Su kirliliği ve Toprak Üzerindeki Etkisi. Alatarım, 2 (1), 46-49.
- Sarı, E., Çağatay M. N., 2001. Distributions of Heavy Metals in the Surface Sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. Environment International, 26: 169-173.
- Sökmen, T. Ö., Güneş, M., ve Kırıcı, M., 2018. Karasu Nehri'nden (Erzincan) Alınan Su, Sediment ve Capoetaumbla Dokularındaki Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 5 (4), 578-588.
- Storelli, M. M., Storelli, A., and Marcotrigiano, G. O., 2000. Heavy Metals in Mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from the Ionian Sea, Italy. Journal of Food Protection, 63 (2), 273-276.
- Sunlu, U., 2006. Trace metal levels in mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1758) from Turkish Aegean Sea Coast. Environmental Monitoring and Assessment, 114 (1-3), 273-286.

- Süer, N., 2013. Akdeniz midyesi'nde (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) ağır metal seviyeleri; Giresun sahil şeridi örneği. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Şahin, A. G., Sünbül, M. R. ve Küçükyılmaz, M., 2016. Karakaya Baraj Gölü'ndeki Tatlı Su Midyesi (*Unio elongatulus* Bourguignat 1860)'nin Ağır Metal Düzeylerinin Belirlenmesi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 28 (1), 13-19.
- TÇV; Türkiye Çevre Vakfı. 1987. Türkiye'nin Çevre Sorunları (Cilt 49). Ankara: Türkiye Çevre Vakıf Yayını.
- TGK (Türk Gıda Kodeksi), 2002. Gıda maddelerinde belirli bulaşanların maksimum seviyelerinin belirlenmesi hakkında tebliğ, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Resmi Gazete (23 Eylül 2002), Sayı: 24885.
- Tok, S., 2009. Doğal Zeolit (klinoptilolit) ile bakır adsorpsiyonu. Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., Köse, E., Çiçek, A., Dayıoğlu, H., et al., 2016. Maden Havzası Balıklarında Vücut Ağırlığı ile Ağır Metal Biyoakümülyasyon İlişkileri: Emet Çayı Havzası. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi C- Yaşam Bilimleri ve Biyoteknoloji, 4 (2), 57-72.
- Tomruk A., 2004. Bazı petrol bileşenlerinin midyedeki biyodönüşümü ve ağır metal birikiminin incelenmesi, İstanbul Üniv, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Ens., Yüksek Lisans Tezi.
- Topal, F., 2009. İçme sularından arsenik giderimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Türkmen, A., 2003. İskenderun Körfezi'nde deniz suyu, askıdaki katı madde, sediment ve dikenli taş istiridyesinde (*Spondylus Spinosus Schreibers*, 1793) oluşan ağır metal birikimi üzerine araştırma. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Türkmen, A., Tepe, Y., Türkmen, M., ve Mutlu, E., 2009. Heavy metal contaminants in tissues of the Garfish, *Belone belone* L., 1761, and the Blue fish, *Pomatomus saltatrix* L., 1766, from Turkey waters. Bull Environ Contam Toxicol, 82, 70-74.
- Türkmen, A., ve Aras, S., 2011. İskenderun Körfezi'nde Deniz Suyu ve Sedimentte Oluşan Ağır Metal Birikiminin İncelenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1 (3), 1-23.
- Türkmen, M., ve Akaydin, A., 2017. Metal levels in tissues of commercially important fish species from Southeastern Black Sea Coasts. Indian Journal of Geo- Marine Sciences, 46, 2357-2360.

- Türkmen, M., ve Çalışkan, E., 2011. Seasonal and spatial distributions of the metals in the Water from the Asi in southern east mediterranean area of Turkey. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 1 (3), 35-42.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 1984. Determination of Total Cadmium, Zinc, Lead and Copper in Selected Marine Organisms by Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry. Reference Methods for Marine Pollution Studies, No:11, Rev.1.
- Usluoğlu, F., İslam M. S., 2020. Potential Toxic Elements in Sediment of Some Rivers at Giresun, Northeast Turkey: A Preliminary Assessment for Ecotoxicological Status and Health Risk. Ecological Indicators 113: 106237. doi.org/10.1016/ecolind.2020.106237
- Uzunoglu, O., 1999. Gediz Nehri'nden alınan su ve sediment örneklerinde bazı ağır metal konsantrasyonlarının belirlenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- WEB_1. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz> Özhan Öztürk. Pontus. Nika Yayınları (3. Baskı), 2016 ISBN 6058389175 s.19-21. Web adresinden 12.04.2021 tarihinde edinilmiştir.
- WEB_2. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz Tuna Nehri](https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz_Tuna_Nehri) her yıl 900 ton bakır Avrupa içlerinden alarak Karadeniz'e taşımakta ve ciddi miktarda metal kirliliğine sebep olmaktadır Karadeniz ve Çevre 1 Kasım 2006 tarihinde Wayback Machine sitesinde arşivlendi. Web adresinden 12.04.2021 tarihinde edinilmiştir.
- WEB_3. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz Tuna Nehri](https://tr.wikipedia.org/wiki/Karadeniz_Tuna_Nehri) her yıl 900 ton bakır kirliliği Avrupa içlerinden alarak Karadeniz'e taşımakta ve ciddi miktarda metal kirliliğine sebep olmaktadır Karadeniz ve Çevre 1 Kasım 2006 tarihinde Wayback Machine sitesinde arşivlendi. Web adresinden 12.04.2021 tarihinde edinilmiştir.
- WEB_4. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Samsun> Web adresinden 26.05.2021 tarihinde edinilmiştir.
- Yarsan, E., Bilgili, A., ve Türel, İ., 2000. Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus Krynicki*) örneklerindeki ağır metal düzeyleri. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 24 (1), 93-96.
- Yıldız, N., ve Yener, G., 2010. Van Gölü'nde Sediment Birikim Hızı, Radyoaktif ve Ağır Metal Kirliliğinin Tarihlemesi. Ekoloji Dergisi, 19 (77), 80-87
- Zhank, N., Lu, Y., Li, H., Tu, Y., Liu, B., Yang, Z., 2018. Assessment of heavy metal contamination, distribution and source identification in the sediments from the Zijiang River, China. Sci. Total Environ. 645,235-243.
- Zhelyazkov, G., Yankovska-Stefanova, T., Mineva, E., Stratev, D., Vashin, I., Dospatliev, L., Valkova, E., and Popova, T., 2018. Risk assessment of some heavy

metals in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) and veined rapa whelks (*Rapana venosa*) for human health. Marine Pollution Bulletin. 128, 197-201.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.024>



ÖZGEÇMİŞ

Mustafa KEMAL ilk ve ortaokul öğrenimimi Eynesil Mustafa Yüksel İlköğretim okulunda tamamladıktan sonra lise öğrenimimi Giresun Keşap Fen Lisesi'nden mezun olarak tamamladı. 2003-2008 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü'nde lisans öğrenimimi tamamladı. 2008-2012 yılları arasında özel eğitim kurumları ve devlet okullarında çeşitli branşlarda öğretmenlik yaptı. 2012 yılında Giresun Sosyal Güvenlik İl Müdürlüğü'nde memuriyete başladı. 2017 yılından bu yana Samsun SGK kurumunda şef olarak görev yapmaktadır.