



TC

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİRESUN SAHİLİNDE BULUNAN KAHVERENGİ ALG *Cystoseira barbata*
TÜRÜNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN MEVSİMSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

TUĞBA AYDIN

AĞUSTOS 2016



TC

GİRESUN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GİRESUN SAHİLİNDE BULUNAN KAHVERENGİ ALG *Cystoseira barbata*
TÜRÜNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN MEVSİMSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

TUĞBA AYDIN

AĞUSTOS 2016

ÖZET

GİRESUN SAHİLİNDE BULUNAN KAHVERENGİ ALG *Cystoseira barbata* TÜRÜNDE AĞIR METAL BİRİKİMİNİN MEVSİMSEL DEĞERLENDİRİLMESİ

AYDIN, Tuğba

Giresun Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN

Ağustos 2016, 24 sayfa

Bu çalışmada Karadeniz Bölgesinden toplanan *Cystoseira barbata*’daki ağır metal birikimi incelenmiştir. Üç farklı istasyon ve ayrıca mevsimsel olarak *Cystoseira barbata*’daki Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb metallerinin birikimi incelenmiş ve benzeri önceki çalışmalar ile karşılaştırılmıştır.

İstasyonlardaki sonuçlarda genellikle en yüksek değer Merkez istasyonda gözlenmiştir. Bu sonuca etken olarak Merkez istasyonda nüfus yoğunluğunun fazla olması ve sanayi bölgesinin istasyona yakın olması sebep gösterilebilir. Mevsimsel olarak sonuca bakıldığında Cr ve Ni en fazla kış mevsiminde; Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Cd, Pb en fazla ilkbahar mevsiminde birikimi gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cystoseira barbata*, Ağır metal birikimi, Giresun

ABSTRACT

SEASONAL RESEARCH OF HEAVY METAL ACCUMULATION ON THE SPECIES OF BROWN ALGAE *Cystoseira barbata* FOUND ON THE SHORE OF GİRESUN

AYDIN Tuğba

Giresun University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department of Biology, Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa TÜRKMEN

August 2016, 24 pages

In this study, heavy metal accumulation in the Black Sea *Cystoseira barbata* in collected from the region. Three different stations and seasonal collected *Cystoseira barbata* in Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb examining the accumulation of metals were and compared with similar previous studies.

Stations usually results in the highest values were observed in the Merkez stations. As a result of these factors is more than the population density of the Merkez station and the reason could be close to the station of the industry. Looking at the results as most winter seasonal Cr and Ni; Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Cd, Pb maximum accumulation was observed in spring season.

Key words: *Cystoseira barbata*, Heavy metal accumulation, Giresun

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa TRKMEN' e sonsuz teŖekkr ve saygılarımı sunarım.

Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. İhsan AKYURT' a, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan başta Doç. Dr. Cengiz MUTLU olmak üzere Biyoloji Bölümü'ndeki tüm hocalarıma sonsuz teŖekkr ve saygılarımı sunarım.

Ordu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakltesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Doç. Dr. Beyhan Taş' a sonsuz teŖekkr ve saygılarımı sunarım.

Hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen değerli aileme teŖekkrlerimi sunarım.

Çalışmaya (FEN-BAP-C-250414-29) destek sağlayan Giresun Üniversitesi BAP koordinasyonu birimine teŖekkrü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
TABLolar DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	IX
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Makroalgler	1
1.2. Ağır Metaller	2
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3.MATERYAL VE YÖNTEM	6
3.1.Çalışma Alanı	6
3.2.Materyal	6
3.2.1. <i>Cystoseira barbata</i> 'nın Sınıflandırılması ve Genel Özellikleri	6
3.3. Yöntem	7
4. BULGULAR	8
5.TARTIŞMA ve SONUÇ	14
5.1.Sonuç	19

KAYNAKÇA	20
ÖZGEÇMİŞ	24



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 4.1. <i>Cystoseira barbata</i> 'dan alınan örneklerdeki mevsimsel ağır metal birikim düzeyleri.....	9
Tablo 4.2. <i>Cystoseira barbata</i> 'dan alınan örneklerin istasyonlardaki ağır metal birikim düzeyleri	12
Tablo 5.1. Farklı bölgelerde daha önceden yapılmış olan çalışmalardaki <i>Cystoseira barbata</i> 'da ağır metal birikimi verileri.....	17



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Örnekleme istasyonları.....6

Şekil 4.1. Mevsimsel alınan *Cystoseira barbata* örneklerindeki ağır metal
birikiminin grafikleri.....10

Şekil 4.2. İstasyonlardan alınan *Cystoseira barbata* örneklerindeki ağır metal
birikiminin grafikleri13



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
l	Litre
µg	Mikrogram
mg	Miligram
ml	Mililitre
ng	Nanogram
ppb	Milyarda bir oran
ppm	Milyonda bir oran
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mn	Mangan
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
Cd	Kadmiyum
g	Gram
cm	Santimetre
m	Metre
PR	Piraziz
MR	Merkez
EP	Espiye
İlkb.	İlkbahar
Sonb.	Sonbahar

1. GİRİŞ

Hızla gelişen sanayi ve teknoloji beraberinde çevre kirliliğini de getirmiştir. Başta insan olmak üzere doğa ve hayvanlar bu kirlilikten fazla miktarda etkilenmektedir. Çevre kirliliğini denetim altına almak için birçok çalışmalar yapılmaktadır. Ağır metal birikimi deniz suyundaki en önemli kirliliklerden birisidir. Deniz, nehir ve göllere endüstriyel atıkların, kirli toprak ve suların boşaltılması o bölgelerde ağır metal birikimini oluşturmaktadır. (Türkoğlu, 1992; Balcı ve Türkoğlu, 1993).

Biyolojik izlemede kullanılan biyoizleyicilerden biri de makroalglerdir. Makroalg türlerinin biyoizleyici olarak kullanılma nedenleri, sadece çözünmüş metal kaynaklarına tepki vermeleri, metal bağlama kapasitelerinin yüksek oluşu, bulundukları bölgedeki metal konsantrasyonunu oldukça iyi tanımlamaları ve dünyada yaygın türlerinin bulunmasıdır (Rainbow 1995, Rainbow ve Phillips 1993, Conti ve Cecchetti 2003).

1.1. Makroalgler

Algler, fotosentetik pigmentlere sahip, prokaryotik ya da ökaryotik ilkel bitkisel organizmalar olarak tanımlanmaktadır ve mikroskobik tek hücreli canlılardan, karmaşık çok hücreli, metrelerce uzunluğa erişen deniz yosunlarını içermektedir (Sze, 1998).

Makroalgler, metal konsantrasyonlarının belirlenmesi ve kontaminasyonunun seviyeleri ile ilgili verilerin elde edilmesinde önemli yer tutmaktadır. Çoğu makroalg türü uzun yaşam evresine sahip olduklarından, bulundukları ortamın metal düzeylerindeki kısa süreli dalgalanmaları yansıtabilmektedir (Fytianos ve ark. 1999).

Alglerin üretimi, tüketimi ve pazarı Çin, Japonya, Kore, Fransa ve Kanada gibi ülkelerde artış göstermektedir (McHugh, 2003). Algler besin maddesi, hayvan yemi, gübre, ilaç ve kozmetik sanayinde, tekstilde hammadde olarak değerlendirilmektedir. Tıp alanında değerlendirilmekte olan algler antifungal, antiviral ve antibakteriyal özellikteki bileşenleri içermektedir (Torono, 1999). Makroalglerin katkı maddesi olarak ve tıp alanında kullanımı giderek artmaktadır (Wong ve Cheung, 2000).

1.2. Ağır Metaller

Endüstriyel atıklar, jeokimyasal yapı ve maden çalışmaları sucul ortamlarda ağır metal kirliliğinin oluşturmaktadır. Bazı çevresel şartlar altında ağır metaller, toksik konsantrasyonlarda birikerek ekolojik zararlara neden olabilmektedir (Türkmen ve ark., 2005). Fe, Cu, Zn, Mn metaller esansiyel elementlerdendir ve biyolojik sistemlerde önemli rol oynarlar. Hg, Pb ve Cd esansiyel elementlerden değildir ve eser miktarda bile toksiktir. Esansiyel elementler aşırı olarak alındığında da toksik etki oluşturabilmektedir (Türkmen ve Ciminli, 2007).

Metaller sucul ortamlara doğal ya da insan kaynaklı girebilir. Bu girişler, kayaların aşınması, volkanik aktiviteler, madencilik çalışmaları, topraktan süzölmeler, maden cevherinin ayrıştırılması, tekne ve gemi aktiviteleri, kentsel ve endüstriyel atıkların deşarjı, fosil yakıtların kullanımı ile olmaktadır (Lobban ve Harrison, 1997; Kennish, 1998). Bunlara orman yangınları ve rüzgar ile gelen tozlarda eklenebilir (Clark ve ark., 1997). Sucul ortamlara en önemli metal girişı endüstriyel deşarjlarla olmaktadır. Bunun dışında yağmurlar, atmosferden okyanuslara Cd, Cu, Zn, Pb önemli miktarlarını taşımaktadır. Atmosferdeki bu metaller fosil yakıtların yanmasıyla ve uçucu organometal bileşiklerinden kaynaklanır (Haritonidis ve Malea, 1999). Cd, saflaştırılması aşamasında ve yakıtların yanması sonucu çevreye salınır, atmosfere en fazla Cd/Ni üretimiyle geçer. (Fowler ve Knauer 1986). Endüstriyel ve evsel atıklarla sucul ortama giren Cu, doğal kaynaklardan da sucul ortamlara girmektedir (Güven ve ark. 1998–2002). Zn, çevreye doğal oluşum ve fosil yakıtların tüketimi sonucunda girmektedir (Fowler, 1986). Pb, fosil yakıtların tüketimi ve endüstriyel emisyonlarla doğaya yüksek düzeyde salınmaktadır. Pb' un, denizel organizmalardaki etkisi; sudaki konsantrasyonuna, maruz kalma sürecine, tür farkına ve çözünürlüğe etki eden sertlik, pH gibi birçok faktöre bağlıdır (Topcuoğlu ve ark., 2002). Organizmadaki ağır metal birikimi ve besin zinciriyle onların tüketilmesi sonucu metal birikimi ciddi sağlık problemlerine sebebiyet vermektedir (Türkoğlu ve Parlak, 1999; Gündüz, 1999). Pb, sinir sisteminde ve kanın oluşumu için ihtiyaç duyulan kemiklerde, büyük deformasyonlar yaratmaktadır. Deniz suyundaki Cd ve Pb metallerinin besin zincirini etkilediği bilinmektedir. Bu sebeple sucul sistemlerde iz metallerinin belirlenmesi önem kazanmaktadır (Doğan ve Soylak, 2000).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çetingül ve ark. (2000), Ege Denizi sahillerinde yayılış gösteren *Cladophoradalmatica* ve *Ceramium ciliatum* var. *robustum*'da yaptıkları çalışmada, her iki türde ağır metal birikiminin sıralamasını $Fe > Zn > Mn > Cu$ şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

Kut ve ark. (2000), İstanbul Boğazı'nda yaptıkları çalışmada *Ulva lactuca*'da Zn derişiminin $8.3 \mu g g^{-1}$, Fe derişiminin kuru ağırlıkta ortalama $154 \mu g g^{-1}$, Pb derişiminin $2.1 \mu g g^{-1}$, Cu derişiminin $4.0 \mu g g^{-1}$ ve Cd derişiminin $0.38 \mu g g^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir.

Topçuoğlu ve ark. (2001), Karadeniz'de Şile kıyılarında yaptıkları çalışmada, makro alglerde Cd için $0.35-2.00 \mu g g^{-1}$; Fe için $122.30-1066.09 \mu g g^{-1}$; Pb için $0.50-23.5 \mu g g^{-1}$; Zn için $24.10-107.9009 \mu g g^{-1}$ ve Cu için $1.95-24.10 \mu g g^{-1}$ birikim saptamışlardır.

Campanella ve ark. (2001), İtalya kıyılarında beş istasyondan topladıkları kahverengi alg örneğinde Cd, Cr, Cu, Pb ve Zn derişimlerini araştırmışlardır. *P. pavonia*'da Cd derişimini $0.66-2.06 \mu g g^{-1}$, Pb derişimini $5.2-11.4 \mu g g^{-1}$, Cu derişimini $10.4-13.3 \mu g g^{-1}$ ve Zn derişimini $44-84 \mu g g^{-1}$ olarak belirlemişlerdir.

Sanchez-Rodriguez ve ark. (2001), Meksika kıyılarından topladıkları *Laurencia johnstonii*'de $200 \mu g g^{-1}$ Fe, $29 \mu g g^{-1}$ Zn; *L.papillosa* örneğinde, $1900 \mu g g^{-1}$ Fe ve $36 \mu g g^{-1}$ Zn bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Storelli ve ark. (2001), İtalya'nın Güney Adriyatik kıyısında makroalg, çökel ve diğer bentik türler üzerinde ağır metal birikimi çalışmasında, makroalglerde (*U. lactuca*, *Codium vermilaria*, *Enteromorpha prolifera*) belirlenen metal birikim düzeyleri sıralamasını $Fe > Zn > Cu$ olarak belirlemişlerdir. Fe derişiminin $337.10-553.01 \mu g g^{-1}$, Zn derişiminin $58.79-127.27 \mu g g^{-1}$ ve Cu derişiminin $10.33-12.07 \mu g g^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir. Çökel örneklerinde ortalama $16.98 \mu g g^{-1}$ Cu, $95.8 \mu g g^{-1}$ Zn, $0.20 \mu g g^{-1}$ Cd, $4.43 \mu g g^{-1}$ Pb ve $8838 \mu g g^{-1}$ Fe (kuru ağırlık) değerlerini belirlemişlerdir.

Villares ve ark. (2001), İspanya kıyılarından topladıkları *Enteromorpha* sp.'de çalışma sonucu $696 \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $10.58 \mu\text{gg}^{-1}$ Cu ve $41.3 \mu\text{gg}^{-1}$ Zn bulurken, *Ulva* sp.'de, $7.84 \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $365 \mu\text{gg}^{-1}$ Fe ve $23.6 \mu\text{gg}^{-1}$ Zn rapor etmişlerdir.

Caliceti ve ark. (2002), Venedik Lagününden (İtalya) topladıkları bazı makroalg türlerinde Fe, Zn, Cu, Cd ve Pb derişimlerini belirlemişlerdir. *U. rigida*'da kuru ağırlıkta ortalama olarak $1033 \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $0.2 \mu\text{gg}^{-1}$ Cd, $64 \mu\text{gg}^{-1}$ Zn, $13 \mu\text{gg}^{-1}$ Cu, $7.3 \mu\text{gg}^{-1}$ Pb, *Cystoseira barbata*'da $444 \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $0.1 \mu\text{gg}^{-1}$ Cd, $3.2 \mu\text{gg}^{-1}$ Pb, $38 \mu\text{gg}^{-1}$ Zn, $7 \mu\text{gg}^{-1}$ Cu değerlerini rapor etmişlerdir.

Topçuoğlu ve ark. (2002), 1997–1998 yılları arasında Türkiye Karadeniz kıyılarında kahverengi makroalg türünde metal derişimlerini araştırmışlardır. *C. barbata*'da metal birikimini $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Zn} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{Pb} > \text{Co}$ olarak bulmuşlardır. Çökeldeki değerleri Cd için $< 0.02\text{--}0.93 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb için $< 0.05\text{--}31.10 \mu\text{gg}^{-1}$, Cu için $4.0\text{--}95.5 \mu\text{gg}^{-1}$, Zn için $33.9\text{--}267.4 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir.

Al-Masri ve ark. (2003), Suriye kıyılarında yaptıkları çalışmada *J. rubens*'de, Pb derişimini $3.64 \mu\text{gg}^{-1}$, Zn derişimini $24.42 \mu\text{gg}^{-1}$, Cu derişimini $7.12 \mu\text{gg}^{-1}$, Cd derişimini $< 0.1 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak; *P. pavonia*'da ise, Cu derişimini $5.15 \mu\text{gg}^{-1}$, Zn derişimini $32.66 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb derişimini $0.77 \mu\text{gg}^{-1}$, Cd derişimini ise $0.50 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak rapor etmişlerdir.

Topçuoğlu ve ark. (2004), Marmara Denizi'nin batı kıyılarında yaptıkları çalışmada *C. barbata*'da Cd için $< 0.02 \mu\text{gg}^{-1}$, Fe için $114\text{--}1511 \mu\text{gg}^{-1}$, Zn için $41.8\text{--}13.5 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb için $< 0.1\text{--}3.7 \mu\text{gg}^{-1}$ ve Cu için $5.2\text{--}164.3 \mu\text{gg}^{-1}$ değerlerini rapor etmişlerdir. Çökel örneklerinde ise Zn için $34.1\text{--}50.9 \mu\text{gg}^{-1}$, Cd için $< 0.02\text{--}0.502 \mu\text{gg}^{-1}$, Fe için $5956\text{--}14896 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb için $21.6\text{--}31.9 \mu\text{gg}^{-1}$, Cu için $12.7 \mu\text{gg}^{-1}$ olarak belirlemişlerdir.

Buccolieri ve ark. (2006), İyon Denizi (İtalya) kıyılarında 19 istasyondan aldıkları çökel örneklerinde kuru ağırlık olarak ortalama Cu için $47.4 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb için $57.8 \mu\text{gg}^{-1}$, Fe için $31566 \mu\text{gg}^{-1}$ ve Zn için $102.2 \mu\text{gg}^{-1}$ değerlerini rapor etmişlerdir. Pempkowiak ve ark. (1999), Baltık ve Norveç denizlerinden aldıkları çökel örneklerinde $0.57\text{--}16.40 \mu\text{gg}^{-1}$ Cd, $124\text{--}3465 \mu\text{gg}^{-1}$ Zn, $0.14\text{--}3.36 \mu\text{gg}^{-1}$ Fe, $2.4\text{--}114.40 \mu\text{gg}^{-1}$ Pb, $20.20\text{--}213.70 \mu\text{gg}^{-1}$ Cu belirlemişlerdir.

Swadis ve ark. (2001), Ege Denizi'nin farklı bölgelerinde dağılım gösteren kırmızı, kahverengi ve yeğil alglerin yaygın türlerinde iz element deriğimlerini arağtırmığlardır. En yüksek düzeylerin Zn için *Gracilaria verrucosa*'da $155.3 \mu\text{gg}^{-1}$, Cd için *Corralina officinalis*'de $2.9 \mu\text{gg}^{-1}$, Pb için *Cladophora* sp.'de $24.7 \mu\text{gg}^{-1}$ ve Cu için *Cladophora* sp.'de $29.3 \mu\text{gg}^{-1}$ olduğunu bildirmiğlerdir.

Olgunoğlu ve Polat (2007), İskenderun Körfezinde *C.corniculata* ' da yapmığ olduğu mevsimsel ağır metal birikimi alığmasında Fe, Cu, Pb, Cd ağır metallerin endüstriyel atıklardan dolayı birikim yaptığını ayrıca alığma yapılan bölgede yoğun gemi trafiği olduğundan gemi yakıtlarında bulunan Pb' un su ortamına katılmasıyla birikim oluğturduğunu belirtmiğlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Giresun ili sahil şeridindeki Şekil 1’ de görülen üç istasyondan (Piraziz: 40 ° 57’ K, 38 ° 7’ D; Merkez: 40 ° 53’ K, 38 ° 20’ D ve Espiye: 40 ° 57’ K, 38 ° 42’ D) örnekler alınarak istasyonlar karşılaştırıldı. Giresun sahilinden toplanan *Cystoseira barbata* ’nın dört mevsim (Kış, İlkbahar, Yaz, Sonbahar) sonuçları mevsimsel olarak karşılaştırıldı.



Şekil 3.1: Örnekleme istasyonları

3.2. Materyal

3.2.1. *Cystoseira barbata* ’nın Genel Özellikleri

Bu çalışmada Karadeniz sahillerinde bol miktarda bulunan *Cystoseira barbata* esmer deniz yosunu kullanılmıştır. *Cystoseira* sp. daha sıcak temiz ve oksijeni bol olan denizlerde yaygındır. Karadeniz, Ege ve Akdeniz’de yaygın olarak

bulunur. Tallusları yaklaşık 80-100 cm uzunluğa kadar erişebilir. Kuvvetli bir tutunma noktasından yükselen eksen, oldukça sağlamdır ve çevresine doğru çok miktarda dallanma gösterir. Bu dalsı yapı yine çok sayıda dalcıklara ayrılır ve son segmentler dikotomik olarak çatallanırlar. Gerek yan dallar, gerekse küçük segmentler oval ve şişkin hava keseleri taşırlar. Ayrıca dalcıklarının uç kısımları konseptakulumları taşıyan şişkin yapılarla sonlanır. Yaklaşık 2-3 m'den 40-50 m'ye kadar derinlere inerler. Sert zeminlere tutunarak yaşarlar (Aydın, 1991). *Cystoseira barbata* deniz yosununun tallusu çalimsı yapıda, dalları aynı uzunlukta, dik, dikensiz silindirik ve hava keseli olan, 0,5-5 m derinliklerde kayalık sahillerde bulunan bir türdür (Atay, 1984)

3.3. Yöntem

Giresun ili sahili şeridinde Piraziz, Merkez ve Espiye sahilllerinde belirlenen istasyonlardan *Cystoseira barbata* türü örnekleri alındı. Alg örnekleri sublittoral zonda (0,5-3 m) elle toplandı. Toplanan örnekler istasyondaki deniz suyuyla yıkandıktan sonra deniz suyu ile doldurulmuş plastik torbalarda laboratuvara taşındı. Laboratuvarında musluk suyu ve distile su ile atık ve epifitlerden temizlenen alg örnekleri etüvde kurutulduktan sonra havanda öğütüldü. Homojenize edilen örneklerden 0,5 g alt örnek alınarak Teflon kaplara yerleştirildikten sonra üzerine 3 ml deiyonize su ve 7 ml % 63'lük saflıkta nitrik asit (HNO_3) ilave edilmiştir. Bu karışım mikro dalga fırında (CEM MARS-5 Closed Vessel Microwave Digestion System) işleme tabi tutularak, soğumaya bırakılmıştır. Bu solüsyonun üzerine 1ml hidrojenperoksit (H_2O_2) ilave edilerek solüsyonun berrak hale gelmesi beklenmiştir. Soğuduktan sonra renksiz ve berrak olan bu solüsyon kapaklı falcon tüplerine koyularak deiyonize su ilavesiyle 50 ml'ye tamamlanmış ve analiz öncesinde 0,45 μm membran filtrelerden geçirilmiştir. Metal konsantrasyonları μgg^{-1} kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir. Multi IV (Merck) element stok çözeltisinden standartlar hazırlanarak cihaz kalibre edilmiştir. Analize hazır hale getirilen örneklerin ağır metal konsantrasyonları (Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Cd ve Zn) Bruker ICP MS cihazı kullanılarak her bir örnek için 3 adet olmak üzere okutulmuştur. Ağır metal birikimlerinin istasyonlara ve mevsimlere göre farklılıkları belirlemek için tek yönlü varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Bütün istatistiksel analizler SPSS13.0 paket programla yapılmıştır.

4. BULGULAR

Bu çalışmada Giresun ilindeki üç farklı istasyondan (Piraziz, Merkez, Espiye) alınan *Cystoseira barbata* örneklerinden tespit edilen ağır metallerin birikimleri belirlendi ve ayrıca Giresun sahilinden toplanan *Cystoseira barbata*'nın dört mevsiminin (Kış, İlkbahar, Yaz, Sonbahar) sonuçları mevsimsel olarak değerlendirildi.

Cystoseira barbata örneklerindeki mevsimsel ağır metal birikim düzeyleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

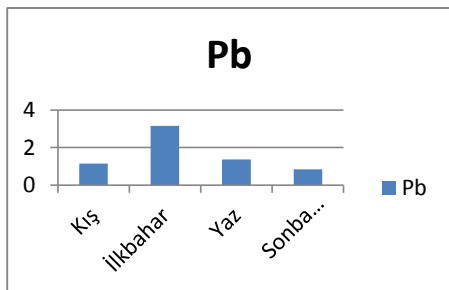
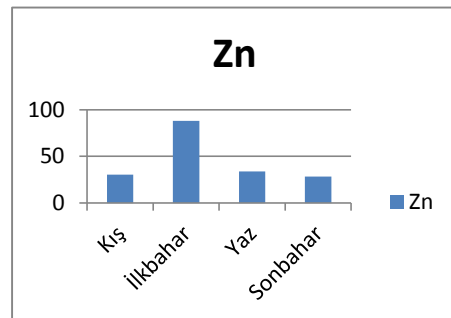
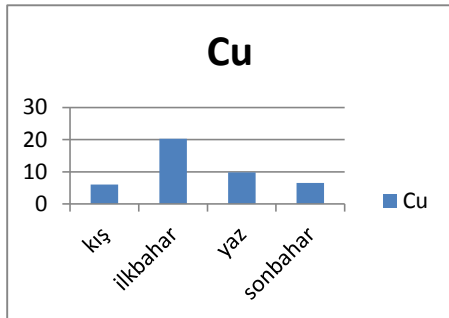
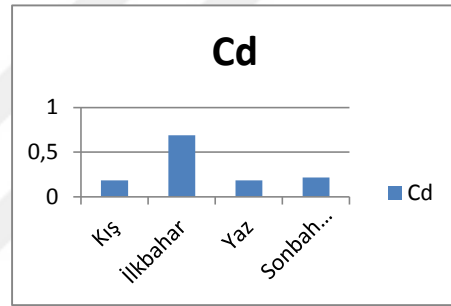
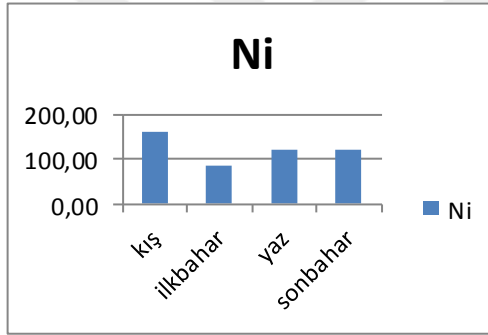
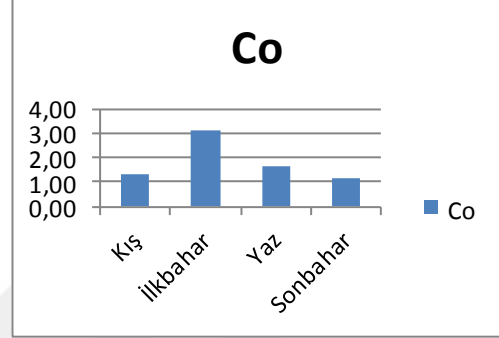
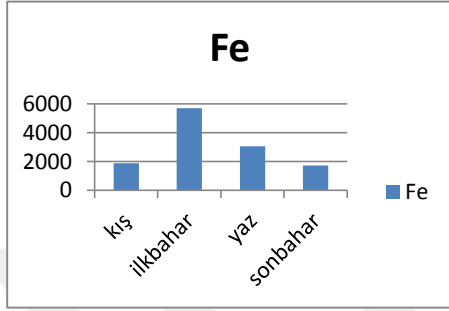
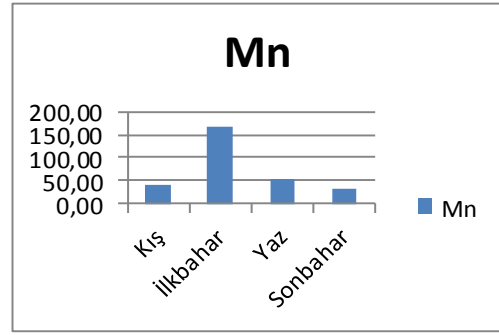
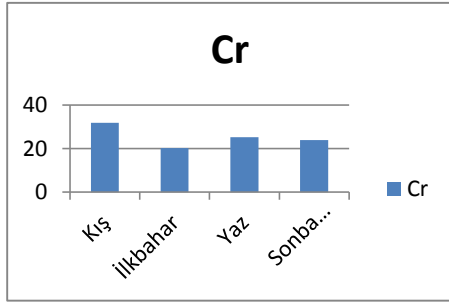
Tabloya göre Cr; en yüksek kış mevsiminde ($31.7 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük ise ilkbahar mevsiminde ($20.2 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Mn; en yüksek ilkbahar mevsiminde ($165.9 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük ise sonbaharda ($32.8 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Fe; en yüksek ilkbahar mevsiminde ($5685.0 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük sonbaharda ($1721.9 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Co; en yüksek ilkbaharda ($3.12 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük ise sonbaharda ($1.15 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Ni; en yüksek kış mevsiminde ($165.9 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük ise ilkbaharda ($87.0 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Cu; en yüksek ilkbahar mevsiminde ($20.25 \mu\text{gg}^{-1}$) en düşük ise kış mevsiminde ($6.0 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Zn; en yüksek ilkbaharda ($88.2 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük sonbaharda ($28.3 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Cd; en yüksek ilkbaharda ($0.69 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük ise yaz mevsiminde ($0.18 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir. Pb; en yüksek ilkbaharda ($3.15 \mu\text{gg}^{-1}$), en düşük ise sonbaharda ($0.84 \mu\text{gg}^{-1}$) tespit edilmiştir.

Cystoseira barbata'dan alınan örneklerdeki mevsimsel ağır metal birikim düzeyleri grafikleri Şekil 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: *Cystoseira barbata* 'dan alınan örneklerdeki mevsimsel ağır metal birikim düzeyleri

Mevsimlere göre (μgg^{-1})									
Mev	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Kış	31.7 $\pm$ 3.76 ^a	42.95 $\pm$ 4.84 ^a	1879.5 $\pm$ 162.6 ^a	1.35 $\pm$ 0.1 ^a	162.95 $\pm$ 19.9 ^a	6.0 $\pm$ 0.3 ^a	30.56 $\pm$ 1.5 ^a	0.18 $\pm$ 0.02 ^a	1.14 $\pm$ 0.15 ^a
İlkb.	20.2 $\pm$ 5.14 ^a	165.9 $\pm$ 63.4 ^b	5685.0 $\pm$ 2442.5 ^a	3.12 $\pm$ 1.2 ^a	87.0 $\pm$ 27.5 ^a	20.25 $\pm$ 8.0 ^b	88.2 $\pm$ 42.0 ^a	0.69 $\pm$ 0.3 ^a	3.15 $\pm$ 1.27 ^b
Yaz	25.2 $\pm$ 6.01 ^a	54.7 $\pm$ 9.2 ^a	3048.5 $\pm$ 913.1 ^a	1.68 $\pm$ 0.3 ^a	120.9 $\pm$ 30.3 ^a	9.79 $\pm$ 0.7 ^{ab}	33.8 $\pm$ 1.8 ^a	0.18 $\pm$ 0.01 ^a	1.36 $\pm$ 0.24 ^{ab}
Sonb.	23.8 $\pm$ 5.48 ^a	32.8 $\pm$ 1.4 ^a	1721.9 $\pm$ 128.9 ^a	1.15 $\pm$ 0.1 ^a	121.6 $\pm$ 29.3 ^a	6.52 $\pm$ 0.3 ^a	28.3 $\pm$ 2.4 ^a	0.22 $\pm$ 0.02 ^a	0.84 $\pm$ 0.09 ^a

* Dikey olarak farklı harflerle gösterilen düzeyler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$).



Şekil 4.1: *Cystoseira barbata* örneklerindeki mevsimsel ağır metal birikimleri

Cystoseira barbata'dan alınan örneklerin istasyonlardaki ağır metal birikim düzeyleri Tablo 4.2'de verilmiştir. Dört mevsim toplanan örneklerin üç farklı istasyondaki birikimi verilmektedir.

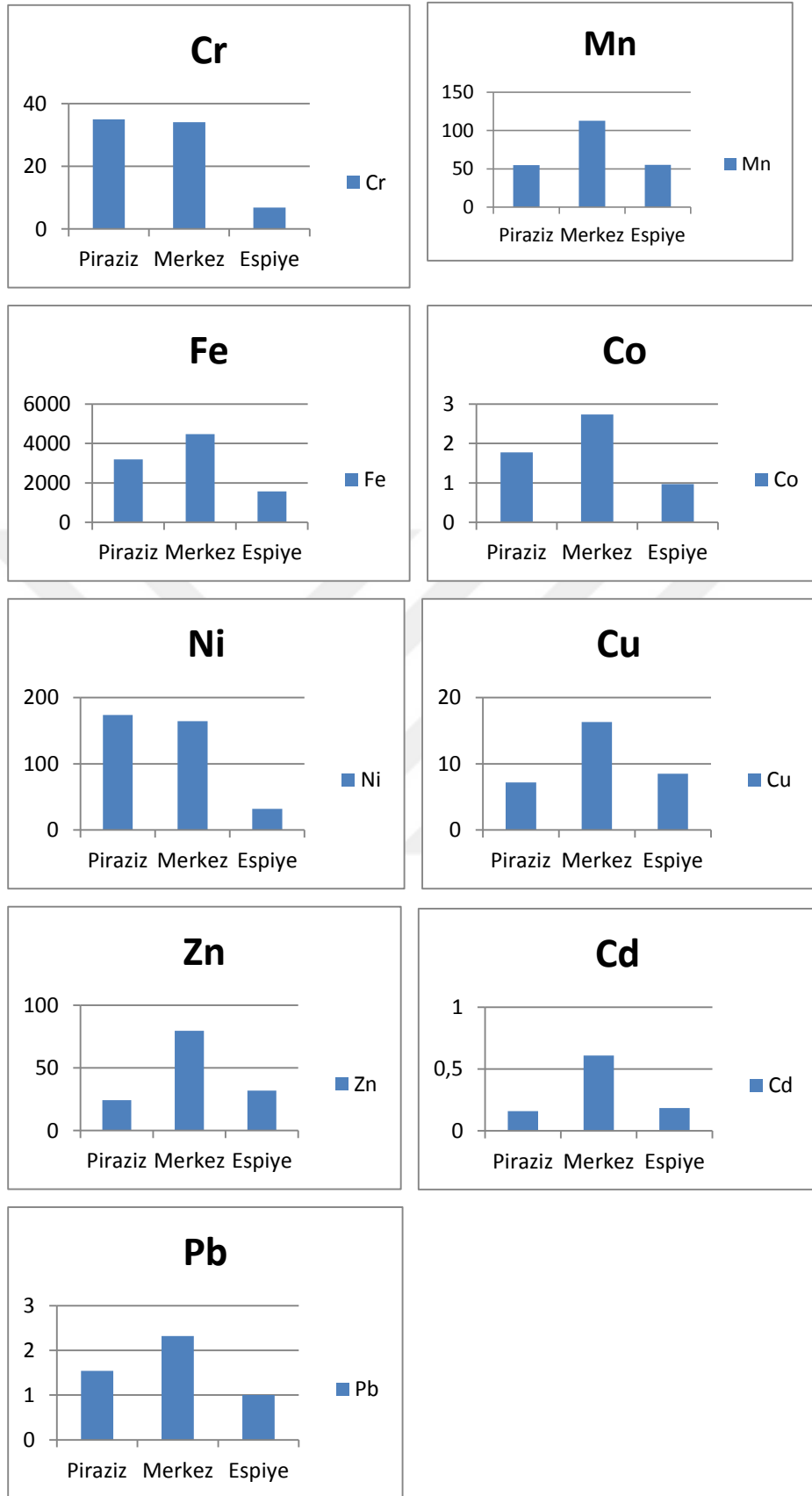
Tabloya göre Cr; en fazla Piraziz istasyonunda ($34.9 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Espiye istasyonunda ($6.8 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Mn; en fazla Merkez istasyonunda ($12.5 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Piraziz istasyonunda ($54.8 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Fe; en fazla Merkez istasyonunda ($4479.4 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Espiye istasyonunda ($1578.5 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Co; en fazla Merkez istasyonunda ($2.7 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Espiye istasyonunda ($0.9 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Ni; en fazla Piraziz istasyonunda ($173.3 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Espiye istasyonunda ($31.8 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Cu; en fazla Merkez istasyonunda ($16.2 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Piraziz istasyonunda ($7.1 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Zn; en fazla Merkez istasyonunda ($79.5 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Piraziz istasyonunda ($24.3 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Cd; en fazla Merkez istasyonunda ($0.6 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Piraziz istasyonunda ($0.16 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Pb; en fazla Merkez istasyonunda ($2.3 \mu\text{gg}^{-1}$), en az ise Espiye istasyonunda ($1.0 \mu\text{gg}^{-1}$) birikim gösterdiği tespit edilmiştir.

Cystoseira barbata'dan alınan örneklerin istasyonlardaki ağır metal birikim düzeyleri grafikleri Şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: *Cystoseira barbata*'dan alınan örneklerin istasyonlardaki ağır metal birikim düzeyleri

İstasyonlara göre (μgg^{-1})									
İST.	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
PR	34.9±0.5 ^y	54.8±6.4 ^x	3193.3±626.9 ^x	1.7±0.2 ^{xy}	173.3±3.0 ^y	7.1±0.3 ^y	24.3±1.2 ^x	0.16±0.005 ^x	1.5±0.1 ^x
MR	34.0±1.7 ^y	112.5±51.7 ^x	4479.4±1904.3 ^x	2.7±0.9 ^y	164.2±16.5 ^y	16.2±6.3 ^y	79.5±31.2 ^y	0.6±0.2 ^y	2.3±1.0 ^x
EP	6.8±3.6 ^x	55.0±10.8 ^x	1578.5±124.7 ^x	0.9±0.07 ^x	31.8±19.3 ^x	8.4±0.9 ^x	31.8±0.8 ^{xy}	0.18±0.009 ^x	1.0±0.1 ^x

* Dikey olarak farklı harflerle gösterilen düzeyler arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemlidir ($p < 0.05$)



Şekil 4.2: *Cystoseira barbata* 'da istasyonlara göre ağır metal birikimi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Cystoseira barbata'da ağır metal birikimi incelemesi üç farklı istasyonda (Piraziz, Merkez, Espiye), dört mevsim olarak yapılmıştır. Farklı bölgelerde önceden yapılmış olan *Cystoseira barbata*'da ağır metal birikimi çalışmalarının verileri tablo 5.1.'de gösterilmiştir. Buna göre:

Cr düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye' deki değerler, Sinop 1998, 1999, 2000' deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999, 2000' deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden yüksektir.

Mn düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye' deki değerler, Sinop 1998, 1999, 2000' deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden, Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, İzmir-Urla'daki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden yüksektir. Marmaris-Turunç ve Marmaris-İçmeler'deki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden düşüktür.

Fe düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye' deki değerler, Sinop 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden, Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, İzmir-Urla, Marmaris-Turunç ve Marmaris-İçmeler' deki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden, Venedik lagünün' deki (Caliceti ve ark. 2002) değerlerden, Marmara Denizindeki (Topcuoğlu ve ark. 2004) değerlerden yüksektir.

Co düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye' deki değerler, Sinop 1998,1999'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden yüksektir. Merkez de ki değerler Sinop 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerden yüksektir. Piraziz ve Espiye'deki değerler Sinop 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerden düşüktür.

Ni düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye' deki değerler, Sinop 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden yüksektir.

Cu düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye'deki değerler, Sinop 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden, Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, İzmir-Urla, Marmaris-Turunç' daki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden, Venedik Lagünündeki (Caliceti ve ark. 2002) değerden yüksektir. Merkez'deki değerler Marmaris-İçmeler' daki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerden yüksektir. Piraziz ve Espiye'deki değerler Marmaris-İçmeler'deki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerden düşüktür. Piraziz, Merkez ve Espiye'deki değerler Marmara denizindeki (Topcuoğlu ve ark. 2004) değer aralığındadır.

Zn düzeyleri; Piraziz' daki değer, Şile 1999, 2000 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Sinop 2000 (Topcuoğlu ve ark. 2003), İzmir- Foça (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden yüksektir. Şile 1998 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Sinop 1998,1999 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Urla, Marmaris-Turunç ve Marmaris-İçmeler (Akçalı, Küçüksezgin, 2009), Venedik Lagünündeki (Caliceti ve ark. 2002) değerlerden düşüktür. Marmara Denizi (Topcuoğlu ve ark. 2004) değer aralığına uyumludur. Merkez'deki değer, Şile 1998, 1999, 2000 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Sinop 1998, 2000 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, İzmir-Urla, Marmaris-Turunç ve Marmaris-İçmeler (Akçalı, Küçüksezgin, 2009), Venedik Lagünü (Caliceti ve ark. 2002), Marmara Denizindeki (Topcuoğlu ve ark. 2004) değerlerden yüksektir. Sinop 1999'daki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerden düşüktür. Espiye'deki değer, Şile 1999, 2000 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Sinop 2000 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, İzmir-Urla'daki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden yüksektir. Şile 1998 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Sinop 1998, 1999 (Topcuoğlu ve ark. 2003), Çanakkale-Şehir, Marmaris-Turunç ve Marmaris-İçmeler (Akçalı, Küçüksezgin, 2009), Venedik Lagünündeki (Caliceti ve ark. 2002) değerlerden düşüktür. Marmara Denizi (Topcuoğlu ve ark. 2004) değer aralığına uyumludur.

Cd düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye'deki değerler, Sinop 1998, 2000'deki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999'daki (Topcuoğlu ve ark. 2003) değerlerden, Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, Marmaris-Turunç'daki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden, Venedik Lagünündeki

(Caliceti ve ark. 2002) değerlerden, Marmara Denizi'ndeki (Topçuoğlu ve ark. 2004) değerden yüksektir. Piraziz ve Espiye'deki değerler, Sinop 1999'daki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden, Şile 2000'deki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden, İzmir-Urla, Marmaris-İçmeler'deki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden küçük veya uyumludur. Merkez'deki değer, Sinop 1999'daki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden, İzmir-Urla, Marmaris-İçmeler'deki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden yüksek, Şile 2000'deki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değer ile uyumludur.

Pb düzeyleri; Piraziz, Merkez ve Espiye'deki değerler, Sinop 1998, 1999'daki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerlerden ve Şile 1998, 1999'daki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerlerden, Çanakkale-Şehir, Çanakkale-Dardanos, İzmir-Foça, İzmir-Urla, Marmaris-Turunç ve Marmaris-İçmeler'deki (Akçalı, Küçüksezgin, 2009) değerlerden yüksektir. Piraziz ve Espiye'deki değerler Sinop 2000'deki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden ve Şile 2000'deki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden, Venedik Lagünündeki (Caliceti ve ark. 2002) değerlerden ve Marmara Denizindeki (Topçuoğlu ve ark. 2004) değerden küçük veya uyumludur. Merkez'deki değer ise Şile 2000'deki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden büyük, Sinop 2000'deki (Topçuoğlu ve ark. 2003) değerden, Venedik Lagünündeki (Caliceti ve ark. 2002) değerlerden ve Marmara Denizi'ndeki (Topçuoğlu ve ark. 2004) değerden küçük veya uyumludur.

Tablo 5.1 Farklı bölgelerde daha önceden yapılmış olan çalışmalarda *Cystoseira barbata*'da ağır metal birikimi verileri ($\mu\text{g g}^{-1}$)

Örnekleme Bölgesi	R	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Şile 1998	1	<0.06	32.1±0.2	427±3	<0.05	9.1±0.1	5.7±0.12	35.1±0.3	<0.02	<0.1
Şile 1999	1	<0.06	6.7 ±0.1	130±1	<0.05	<0.1	2.2±0.08	13.9±0.3	<0.02	<0.1
Şile 2000	1	<0.06	12.0±0.2	133±11	<0.05	5.7±0.1	3.43±0.12	21.7±0.1	0.78±0.1	1.4±0.2
Sinop 1998	1	<0.06	27.3±0.1	593±4	<0.05	7.2±0.1	5.7±0.05	43.9±0.1	<0.02	<0.1
Sinop 1999	1	<0.06	22.7±0.1	590±3	<0.05	5.7±0.7	6.0±0.01	191.5±0.4	<0.2	<0.1
Sinop 2000	1	1.2±0.1	33.5±3.0	463±2	1.78±0.05	4.7±0.5	1.7±0.02	6.5±0.9	0.09±0.1	3.5±0.4
Çanakkale/Şehir	2	-	50,34±0,62	314,01±2,97	-	-	3,78±0,26	56,19±1,46	0,057±0,001	0,0052±0,00
Çanakkale/Dardanos	2	-	21,08±1,88	164,35±2,17	-	-	2,67±0,14	25,84±0,11	0,037±0,001	0,0045±0,00
İzmir/Foça	2	-	17,93±0,35	97,62±3,01	-	-	3,78±0,26	10,81±0,29	0,0052±0,00	0,0032±0,00
İzmir/Urla	2	-	8,43±0,15	212,14±1,85	-	-	2,25±0,17	27,17±0,83	0,19±0,001	0,0083±0,00
Marmaris/Turunç	2	-	59,27±1,27	398,16±1,41	-	-	4,95±0,28	35,64±0,58	0,10±0,001	0,0028±0,00
Marmaris/İçmeler	2	-	131,37±1,40	526,38±2,15	-	-	11,28±0,48	62,48±1,03	0,17±0,002	0,0022±0,00
Venedik lagünü	3	-	-	444	-	-	7	38	0,1	3,2
Marmara denizi	4	-	-	114- 1511	-	-	5.2-164.3	41.8-13.5	<0.02	<0.1-3.7

Referanslar 1.) Topcuoğlu ve ark. 2003, 2.) Akçalı ve Küçüksezgin, 2009, 3.) Caliceti ve ark. 2002, 4.) Topçuoğlu ve ark. 2004

Mevsimsel olarak ağır metallerdeki değişimlere bakıldığında bununla ilgili bir çalışma Çanakkale Bölgesi için yapılmıştır. Bu çalışmada *C. barbata* taksonunda en yüksek değer Zn’da Yazın Yenikordon’da belirlenirken bunu sırasıyla Pb’da Sonbaharda Yenikordon, Cu’da Sonbaharda Eceabat ve Cd’da İlkbaharda Eceabat takip etmiştir (Üstünada ve ark. 2011).

İskenderun Körfezinde *C.corniculata*’ da yapılmış olan mevsimsel ağır metal birikimi çalışmasında elde edilen sonuçlar; Fe için en yüksek değer 468.75 μgg^{-1} sonbahar mevsiminde, Cu için en yüksek değer 3.83 μgg^{-1} sonbahar mevsiminde, Pb için yüksek değer 12.50 μgg^{-1} sonbahar mevsiminde, Cd için en yüksek değer 0.68 μgg^{-1} yaz mevsiminde tespit edilmiştir. (Olgunoğlu ve Polat 2007).

Yapılmış olan çalışma ile önceki çalışmalardaki farklılıklar en yoğun yağış alan mevsimin farklılık göstermesi, iklim tipinin farklı olmasından ötürü olabilir. Ayrıca Çanakkale Bölgesinde yapılan önceki çalışmanın altı farklı istasyon arasında değerlendirilmesinden de kaynaklanabilmektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmanın sonuçları Şekil 4.1.de verilmiştir. Bu sonuçlara göre Cu, Zn, Cd, Pb için en yüksek değerler ilkbahar mevsiminde gözlenmiştir. Ağır metal birikimlerinin en fazla olduğu mevsim genel olarak ilkbahar mevsimidir.

5.1. Sonuç

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan Giresun ilinde toplanan *Cystoseira barbata*'daki ağır metal incelemesi üç farklı istasyonda (Piraziz, Merkez, Espiye) dört mevsim olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçların bazıları daha önce farklı bölgelerde yapılan sonuçlarla uyumlu bazıları ise uyumsuzdur. Bu uyumsuzluğa sebep olan birçok etken söz konusu olmaktadır. Bunların başında bölgelerin farklı olması ve çalışmaların farklı zaman dilimlerinde yapılmış olması gelebilir.

Günümüzde hızla gelişen sanayi, küçük bir şehir olmasına rağmen Giresun'u da etkisi altına almış olabilir. Elde edilen verilerde ağır metal birikimlerinin üç istasyon arasında genellikle en fazla Merkez istasyonda birikim gösterdiği gözlenmektedir. Bu da Merkezde bulunan organize sanayi bölgesinin atıklarının akarsu yoluyla denize karışarak *Cystoseira barbata*'da birikim yapmış olma ihtimalini oluşturmaktadır. Son yıllarda artan hava kirliliği Giresun bölgesinde kışın ısınma amacıyla ucuz kömür kullanımı sonucu oluşan hava kirliliği yağışlarla toprağa ve suya karışarak mevcut olan kirliliğin birikimine ve besin zinciri ile insan organizmasına geçmesine sebep olmaktadır.

Mevsimsel olarak bakıldığında genellikle birikimin ilkbaharda olması Karadeniz'de ilkbahar yağışlarının diğer mevsimlere oranla daha fazla olması, yağışlarla beraber kayaç yapısının çözünerek içeriğindeki ağır metalin sahile inmesi ayrıca ilkbahar ile fitoplankton oluşumunun *C.barbata*'nın gelişim evresine etkisinden dolayı olabilir.

Sonuç olarak yapılmış olan bu çalışmada gelişmekte olan Karadeniz Bölgesinin tam olarak ne durumda olduğunu göstermemekle beraber daha sonra yapılacak olan çalışmalar için bir kaynak ve karşılaştırma niteliği taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Akçalı, İ., Küçüksezgin F., E.Ü. 2009 *Su Ürünleri Dergisi* E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2009 Cilt/Volume 26, Sayı/Issue 3: 159-163.
- Al-Masrı, M. S., Mamış, S., Budier, Y. 2003. Radionuclides and Trace Metals in Eastern Mediterranean Sea Algae. *Journal of Environmental Radioactiv*, Vol. 63, 157-168.
- Aydın, A. 1991. *Sporlu Bitkiler Sistematigi I* (Algler), İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 1991 İstanbul Üniversitesi Yayınlarından Sayı: 3593, İstanbul.
- Atay, D. 1984. *Bitkisel Su Ürünleri Üretim Teknigi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü. Ziraat fakültesi yayınları: 905 ders kitabı:253. Ankara.
- Balcı, A., Turkoglu, M. 1993. Heavy metals in sediment from Izmir Bay. *Marine Pollution Bulletin*. 26: 106–109.
- Buccolieri, A., Buccolieri, G., Cardellicchio, N., Dell'atti, A., Dileo, A, Macı, A. 2006. Heavy Metals in Marine Sediments of Taranto Gulf (Ionian Sea, Italy). *Marine Chemistry*, Vol:99, 227-235.
- Caliceti, M., Argese E., Sfriso A., Pavoni B. 2002. Heavy metal Contamination in the Seaweeds of the Venice Lagoon. *Chemosphere*, Vol: 47, 443-454.
- Campanella, L., Conti, M. E., Cubbada, F., Sucapane, C. 2001. Trace Metals in Seagrass, Algae and Molluscs from An Uncontaminated Area in the Mediterranean. *Environmental Pollution*. Vol. 111,117-126.
- Clark, R. B., Frid C., Attrill, M. 1997. *Marine pollution*. Fourth Edition Oxford University Press, Oxford. 61-79.
- Conti, M. E., Cecchetti, G. 2003. A Biomonitoring Study: Trace Metals in Algae and Molluscs from Tyrrhenian Coastal Areas. *Environmental Research*. Vol. 93, 99-112.

Çetingöl, V., Aysel V., Kurumlu-Kuran, Y. 2000. Biochemical Investigation and Heavy Metal Contents of *Cladophora dalmatica* Kütz. And *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducl. var. *robustum* (J.Ag) from Aegean Sea (Turkish Coast). *Turkish J. Marine Sciences* 6 (1):9-22.

Doğan, M., Soylak, M. 2000. *Su kimyası*. Erciyes Üniversitesi Yayınları. Kayseri.

Fowler, S.W., Knauer, G.A. 1986. Concentrations of Hg, Cd, Cu, Zn, Fe and Mn in deep sea benthic fauna: A case study on Southeastern area. *Environmental Monitoring and Assessment*. 7: 59–78.

Fytianos, K., Evgenidou, G., Zachariadis, G. 1999. Use of macroalgae as biological indicators of heavy metal pollution in Thermaikos Gulf. Greece. *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology* 62: 630–637.

Gündüz, T. 1999. *Çevre kimyası*. Gazi Büro, Ankara. 156.

Güven, K.C., Saygı, N., Öztürk, B., Topçuoğlu, S. 1998–2002. Heavy metal monitoring of marine algae from the Turkish Coast of the Black Sea. *Botanica Marina*. 36: 175–178.

Haritonidis, S., Malea, P. 1999. Bioaccumulation of metals by the green alga *Ulva rigida* from Thermaikos Gulf. Greece. *Environmental Pollution*. 104: 365–372.

Kennish, M. J. 1998. Pollution impacts on marine biotic communities. CRC Press, Boca Raton, Florida, 310 p.

Kut, D., Topçuoğlu, S., Esen, N., Küçükcezzar, R., Güven, K. C. 2000. Trace Metals in Marine Algae and Sediment Samples from the Bosphorus. *Water, Air, and Soil Pollution*. Vol:118, 27-33.

Lobban, C.S., Harrison, P.J. 1997. *Seaweed ecology and physiology*. Cambridge University Press, USA. 366p.

Mchugh, D. J. 2003. A Guide to Seaweed Industry, *FAO Fisheries Technical paper*, No: 441. Rome, FAO, 105p

Olgunoğlu, M. P., Polat, S. 2007. İskenderun Körfezi'nde dağılım gösteren iki makroalg türünde [*Cystoseira corniculata* (Phaeophyta), *Laurencia papillosa*

(Rhodophyta)] ağır metallerin mevsimsel değişimi. Ege Üniversitesi *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 24: 25–30.

Pempkowiak, J., Sikora, A., Biernacka, E. 1999. Speciation of heavy metals in marine sediments vs their bioaccumulation by mussels. *Chemosphere*. 39: 313–321.

Rainbow, P. S., D. J. H. Phillips. 1993. Cosmopolitan biomonitors of trace metals. *Marine Pollution Bull.*, 26(11): 593-601.

Rainbow, P. S. 1995. Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Marine Pollution Bull.*, 8(1): 16-19.

Sanchez-Rodriguez, I., Huerta-Diaz, Choumilne, E., Holguin- Quinones, O., Zertuche-Gonzales, J. A. 2001. Elemental Concentrations in Different Species of Seaweeds from Loreto Bay, Baja California Sur, Mexico; Implications for the Geochemical Control of Metals in Algal Tissue. *Environmental Pollution*, Vol:114, 145-160.

Storelli M. M., Storelli, A., Marcotrigiano G. O. 2001. Heavy Metals in the Aquatic Environment of the Southern Adriatic Sea, Italy Macroalgae, Sediments and Benthic Species. *Environment International* 26/ 505-509p.

Swadis, T., Brown, M.T., Zachariadis, G., Sratis, I. 2001. Trace metal concentrations in marine macroalgae from different biotopes in the Aegean Sea. *Environment International*. 27:43-47.

Sze, P., 1998. A Biology of the Algae. *Third Edition*, Georgetown University, 278p

Topçuoğlu, S., Güven, K.C., Kırbaşoğlu, Ç., Güngör, N., Ünlü, S., Yılmaz, Y. Z. 2001. Heavy Metals in Marine Algae from Şile in the Black Sea, 1994-1997. *Bulletion Environmental Contamination and Toxicology*. 67:288-294.

Topçuoğlu, S., Kırbaşoğlu, Ç., Güngör N. 2002. Heavy Metals in Organisms and Sediments from Turkish Coast of the Black Sea 1997-1998. *Environment International*, 27/ 521-526p.

Topçuoğlu, S., Kırbaşoğlu, Ç., Yılmaz, Y. Z. 2004. Heavy Metal Levels in Biota and Sediments in the Northern Coast of the Marmara Sea. *Environmental Monitoring and Assessment*, Vol: 96, 183-189.

Topçuoğlu, S., K.C. Güven, N. Balkıs, Ç. Kırbaşoğlu. 2003. Heavy metal monitoring of marine algae from the Turkish Coast of the Black Sea. *Chemosphere*, 52: 1683-1688.

Torono, J. G. 1999. Diversity of Seaweed Flora of a Philippines and its Utilization. *Hydrobiologia* 398/399: 1-6. doi: 10.1023/A:1017097226330

Türkmen, A., M. Türkmen, Y. Tepe And İ. Akyurt. 2005a. Heavy metals in three commercially valuable fish species from İskenderun Bay, northern east Mediterranean Sea, Turkey. *Food Chemistry*., 91: 167-172.

Türkmen, M., Ciminli C. 2007. Determination of metals in fish and mussel species by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *Food Chemistry*, 103: 670-675.

Türkoğlu, M., Parlak, H. 1999. Accumulation and distribution of total chromium in seawater, sediment and some organisms and its behavior processes in Izmir Bay (Aegean Sea). *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*. 16:47-58.

Türkoğlu, O., Külcü, N. 1992. Bizmut trioksit-Antimon trioksit ikili sisteminde katı hal reaksiyonları. VIII Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu, İstanbul. 1: 59–63.

Üstünada, M., Erduğan, H., Aysel, V., Akgül, R. 2011. *Codium fragile* subsp. *fragile* (Suringar) Hariot ve *Cystoseira barbata* (Stackhouse) C. Agardh (Çanakkale Boğazı, Türkiye) Taksonlarında Bazı Ağır Metallerin Mevsimsel Değişimi

Villares, R., Puente, X., Carballera, A. 2001. *Ulva* and *Enteromorpha* as Indicators of Heavy Metal Pollution. *Hydrobiologia*. Vol:462, 221-232.

Wong, K.H., Cheung, P.C.K. 2000. Nutritional evaluation of some subtropical red and green seaweeds Part I-proximate composition, amino acid profiles and some physico-chemical properties, *Food Chemistry*, 71: 475- 482.

ÖZGEÇMİŞ

1990 yılında Giresun’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Giresun’da tamamladı. 2009 yılında girdiği Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden 2013 yılında mezun olduktan sonra aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı yüksek lisans programında öğrenim gördü.

