

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**DENİZ KAPLUMBAĞALARININ FARKLI DOKULARINDA AĞIR
METAL KONSANTRASYONUN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SUDE ÇELİK

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2022

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**



**DENİZ KAPLUMBAĞALARININ FARKLI DOKULARINDA AĞIR
METAL KONSANTRASYONUN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SUDE ÇELİK

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2022

**Bu tez alışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 2021FEBE053 nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Sude ÇELİK

ÖZET

DENİZ KAPLUMBAĞALARININ FARKLI DOKULARINDA AĞIR METAL KONSANTRASYONUN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SUDE ÇELİK

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. EYUP BAŞKALE)

DENİZLİ, AĞUSTOS - 2022

Deniz kaplumbağaları, dokularında yüksek metal seviyeleri biriktirme eğilimleri nedeniyle kirlilik biyoin dikatörleri olarak kabul edilir. Bu kapsamda, Kuzey Kıbrıs'ta ölü olarak karaya vuran yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*; n=41) ve iribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*; n=14) bireylerinden alınan karaciğer, böbrek, kalp ve kas örneklerinde biriken 12 ağır metal elementinin (Pb, Cd, Hg, Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, Ca) birikiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma ile kalp dokusunda ağır metal birikimi ile ilgili sınırlı sayıdaki çalışmaya yeni veriler eklenmiş olup, her iki tür için de kalp, karaciğer, kas ve böbrek dokularında Mg birikimine ilişkin ilk veriler sunulmuştur. Her iki tür için de dokuların farklı ağır metal seviyeleri biriktirme eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Bazı dokular arasında ise biriken ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. Ayrıca, iribaşlı kaplumbağaların ve yeşil kaplumbağaların aynı dokularındaki bazı elementler (Al_{böbrek}, As_{kalp}, As_{karaciğer}, Fe_{kas}, Fe_{böbrek}, Fe_{kalp}, Mn_{kalp}, Pb_{kalp}, Zn_{kas} ve Zn_{böbrek}) istatistiksel bakımdan önemli ölçüde farklılıklar göstermiştir. Kaplumbağa dokularında bulunan ağır metal varyasyonları, farklı seviyelerde ağır metallerle maruz kalmalarına sebep olan diyet ve beslenme alışkanlıklarına bağlı olabilir. Ayrıca bu çalışmada, her iki türde de hem farklı dokularındaki aynı elementler hem de aynı dokulardaki farklı elementler arasında da istatistiksel olarak anlamlı ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Böylece bir elementin metabolize edilmesini, biyobirikimi veya atılımını kapsayan fizyolojik süreçler ile organlar arasında taşınabildiği desteklenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Ağır metal kirliliği, Deniz kaplumbağası, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, Kıbrıs

ABSTRACT

INVESTIGATION OF HEAVY METAL ACCUMULATION IN DIFFERENT TISSUE OF SEA TURTLES

MSC THESIS

SUDE ÇELİK

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

BIOLOGY

(SUPERVISOR: PROF. DR. EYUP BAŞKALE)

DENİZLİ, AUGUST 2022

Sea turtles are considered pollution bioindicators due to their tendency to accumulate high metal levels in their tissues. In this context, we aimed to analyze the concentrations of 12 heavy metal elements (Pb, Cd, Hg, Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Mg, Ni, Zn) in liver, kidney, heart and muscle samples from green turtles (*Chelonia mydas*; n = 41) and loggerhead turtle (*Caretta caretta*; n = 14) found stranded in Northern Cyprus. With this study, we added new data to the limited number of studies about heavy metal accumulation in heart and presented the first data for Mg accumulation in heart, liver, muscle and kidney tissues of both species. We found that the tissues tend to be accumulate different heavy metal levels in both species, and some of them were statistically significant. Moreover, some elements in a same tissue (Al_{kidney} , As_{heart} , As_{liver} , Fe_{muscle} , Fe_{kidney} , Fe_{heart} , Mn_{heart} , Pb_{heart} , Zn_{muscle} and Zn_{kidney}) were significantly different between the green turtles and loggerhead turtle. The variations of heavy metals in turtle tissues may depend mainly on their diets and feeding habits where they exposure different level of heavy metals. We also found that statistically significant associations inter elements between in a tissue as well as between the same element in different tissues in both species, it may indicate that an element can transports between organs due to physiological processes in their metabolism, bioaccumulation or excretion processes.

KEYWORDS: Heavy metal, sea turtles, *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, Cyprus

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Deniz Kaplumbağaları Hakkında Genel Bilgi.....	2
1.2 Kuzey Kıbrıs'ta Yuvalayan Deniz Kaplumbağaları.....	5
1.3 Deniz Kaplumbağalarının Nesillerini Tehdit Eden Faktörler	5
1.4 Deniz Kaplumbağaları ve Ağır Metal Birikimi	6
1.5 Amaç	8
2. METERYAL VE YÖNTEM	10
2.1 Çalışma Alanı	10
2.2 Morfometrik Ölçümler	12
2.3 Bireylerden Örnek Alınması ve Analizleri.....	12
2.4 İstatiksel Analiz.....	13
3. BULGULAR	14
4. TARTIŞMA	35
4.1 Elementlerin dokularda birikim eğilimleri	47
4.2 Elementlerin dokular arasındaki karşılaştırılması	51
4.3 Elementlerin deniz kaplumbağa türleri arasındaki karşılaştırılması ..	52
4.4 Genel Değerlendirme	53
5. KAYNAKLAR.....	55

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1-1: Deniz kaplumbağalarının yaşam döngüsü.....	3
Şekil 2- 1: Çalışma alanı ve ölü deniz kaplumbağa örneklerin tespit edildiği lokaliteler	11
Şekil 3- 1 : EKB ölçülerinin histogram grafiği	14
Şekil 3- 2 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken Al konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	23
Şekil 3- 3 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken As konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	24
Şekil 3- 4 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken Cd konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	25
Şekil 3- 5 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken Cr konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	26
Şekil 3- 6 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Cu konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	27
Şekil 3- 7 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Fe konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	28
Şekil 3- 8 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Hg konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	29
Şekil 3- 9 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Mg konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	30
Şekil 3- 10 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Mn konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	31
Şekil 3- 11 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Ni konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	32
Şekil 3- 12 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Pb konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	33
Şekil 3- 13 : Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve İribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokuları arasındaki Zn konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.).....	34

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3-1: Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve iribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) doku örneklerinde incelenen her bir element için tespit limitleri (LOD) ve miktar tayin limitleri (LOQ).	15
Tablo 3-2: <i>Chelonia mydas</i> dokularında biriken elementler arasındaki Spearman korelasyonu analiz sonuçları	16
Tablo 3-3: <i>Caretta caretta</i> dokularında biriken elementler arasındaki Spearman korelasyonu analiz sonuçları	19
Tablo 3-4: <i>C. caretta</i> ve <i>C. mydas</i> dokularındaki metal ve metaloidlerin tanımlayıcı istatistikleri ve Kruskal-Wallis ve Wilcoxon testlerinin (ortalama $\pm$ SD, μ g g ⁻¹ w.w.) sonuçları	20
Tablo 4-1: Yeşil kaplumbağa (<i>Chelonia mydas</i>) ve iribaşlı kaplumbağa (<i>Caretta caretta</i>) dokularında biriken ağır metal konsantrasyonlarının (μ g.kg ⁻¹ w.w.) farklı coğrafik bölgelere göre karşılaştırılması	37

SEMBOL LİSTESİ

IUCN	: The International Union for Conservation of Nature (Uluslararası Doğa Koruma Birliği)
CITES	: Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme)
VU	: Vulnerable (Hassas)
EN	: Nesli tehdit altında
cm	: Santimetre
µg	: Mikrogram
ppb	: Parts per billion (Milyar başına parça)
°C	: Santigrat Derece
Min	: Minimum
Maks	: Maksimum
Std	: Standart
EKB	: Eğri Karapas Boyu
Pb	: Kurşun
Cd	: Kadmiyum
Hg	: Civa
Al	: Alüminyum
As	: Arsenik
Cr	: Krom
Cu	: Bakır
Fe	: Demir
Mn	: Manganez
Ni	: Nikel
Zn	: Çinko
Mg	: Magnezyum

ÖNSÖZ

"Deniz Kaplumbağalarının Farklı Dokularında Ağır Metal Konsantrasyonun Araştırılması" adlı bu çalışma Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans öğrenimi boyunca engin bilgi ve tecrübeleri ile yoluma ışık tutan tez danışmanım Prof. Dr. Eyup BAŞKALE'ye sonsuz teşekkürlerimi borç bilirim.

Arazi ve örnek toplama çalışmaları sırasında bana destek sağlayan Exeter Üniversitesi Öğretim Üyesi Robin Snape ve Kuzey Kıbrıs Kaplumbağaları Koruma Cemiyeti (SPOT) ekibine, tez çalışmaları süresince tüm yardımları için; çalışmakta olduğum Meritta Deniz Kaplumbağaları Rehabilitasyon Merkezi'ne, Merit Otelleri Sosyal Sorumluluk Projeleri Müdürü Silem Sargın Kara'ya gönülden teşekkür ederim.

Öğrencilik sürecimde ve tez aşamalarımda benden desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz sevgi ve şükranlarımı sunarım.

1. GİRİŞ

Ekosistem, canlı ve cansız varlıkların bir arada olduğu ve süreklilik arz eden bir sistemdir. Ekosistemi oluşturan tüm kaynaklar kusursuz bir düzen içerisinde tüketilmekte ve yenilenmektedir. Doğada kendi başına yaşamını sürdürebilen her canlının gereksinim duyduğu bileşenler, türlerin yaşamları boyunca ulaşılabilceği düzeyde bulunmalıdır. Canlıların yaşamsal faaliyetlerine devam ettikleri ortamlarında herhangi bir bileşenin azalması, çeşitli sorunlara yol açabileceği gibi gereğinden fazla olması da ekosistemin işleyişini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Canlı organizmaların ekolojik toleranslarının üzerinde gerçekleşen değişiklikler, yaşam ortamlarını terk etmeye zorlayabilmekte ve göç etme gibi tepkileri geç gösteren bireylerin ölümüne neden olabilmektedir. Doğal yaşam alanlarının korunabilmesi ve tür devamlılığının kontrol altına alınabilmesi, araştırmalar doğrultusunda gerekli eylemlerde bulunulması ve bu eylemlerin süreklilik teşkil etmesi ile mümkün olabilmektedir.

Ekosistem hakkında bilgi alabilmek için yapılacak çalışmalarda meydana gelen değişimleri izlemenin en kolay yolu biyoindikatör canlıları izlemektir. Özellikle değişimlerini takip etmenin oldukça zor olduğu, çok fazla insan gücü, maddiyat ve çok fazla zaman ihtiyacı yaratabilen denizel ekosistem çalışmalarda indikatör türleri kullanmak oldukça kolaylık sağlamaktadır. Bu türler, çevresel toksinleri vücudunda biriktirerek kirlilik durumuna göre yaşam fonksiyonlarını değiştirebilmektedirler. Biyoindikatör türler çevresel kirliliğe karşı gösterdikleri tepkilerin derecelerine göre ekosistem durumunun göstergesi durumundadırlar. Daha önce yapılan çalışmalarda deniz kaplumbağalarının denizel ekosistem sağlığını inceleme bakımından iyi bir indikatör canlı olduğu belirtilmiştir (Godley ve diğ. 1999; Sakai ve diğ. 2000). Bu kapsamda, biyoindikatör bir canlı olan deniz kaplumbağalarının popülasyon yapılarını, üreme durumlarını, göç etme davranışlarını ve dokularında biriken kirleticilerin zamansal ve mekânsal değişimlerini izlemek aynı zamanda bizlere habitatlarının genel durumu hakkında da bilgiler verebilmektedir.

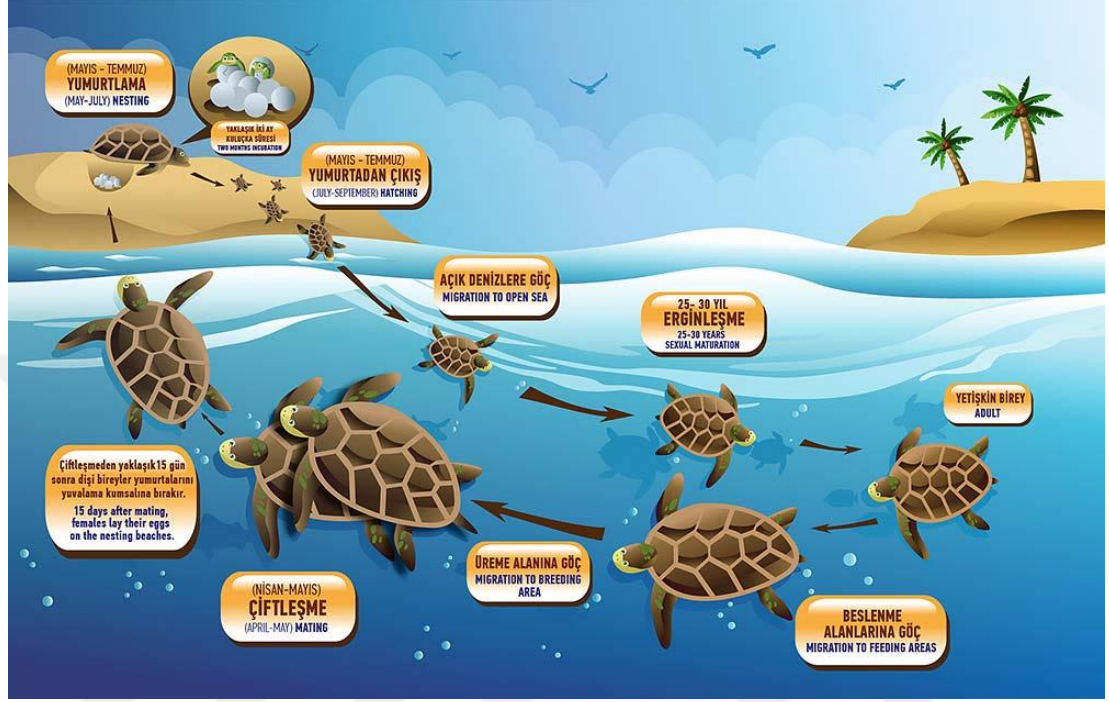
1.1 Deniz Kaplumbağaları Hakkında Genel Bilgi

Chelonia mydas, başları ortalama 15 cm çapında olan bir deniz kaplumbağasıdır. Kostal plakların ilk çifti nukhal plak ile temas halinde değildir. Erginlerde eğri karapas boyunun (EKB) 120 cm'dir. Vücut ağırlıkları ortalama 230 kg kadar olabilirken maksimum 425 kilograma kadar ulaşabilmektedir (Budak ve Göçmen 2005). *Caretta caretta* ise kabuk boyu 1 m kadar olabilen bir deniz kaplumbağası türüdür. Yetişkinlerin ağırlıkları genellikle 50-150 kg arasında olabilmektedir. Örneğin, Batı Atlantik'te 180 kg, Akdeniz'de 100 kg, Avustralya'da 150 kg olarak incelenmiştir (Pritchard ve Mortimer 1999). Ergin bireylerin kafalarının ortalama 28 cm çapında ve eğri karapas boyunun 90-105 cm arasında olduğu bilinmektedir (Başoğlu ve Baran 1977).

Deniz kaplumbağalarını yaşamlarını genel anlamda denizlerde geçirmektedir. Yalnızca anaç kaplumbağalar yumurtlama dönemlerinde yuvalarını hazırlamak ve yumurtalarını bırakmak için karaya çıkarlar. Anaç bireyler yumurtalarını kumun altına bıraktıktan sonra denize geri dönerler. Yumurtaların kuluçka süreleri türe bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Anaç bireyler sezon içinde yeni yuvalar yapacaksa da önceki yuvalarını yaptıkları sahilin etrafından pek fazla uzaklaşmamaktadır (Başkale 2003). Deniz kaplumbağalarını genel yaşam döngüleri Şekil 1.1'de şematize edilmiştir. Deniz kaplumbağalarının üreme dönemleri geldiğinde dişi ve erkek bireyler sığ sularda bir araya gelerek çiftleşmektedir. İribaşlı kaplumbağa çiftleşme olgunluğuna 25-30'lu yaşlarda erişmektedir (Snover 2002). Akdeniz'de yaşayan iribaşlı kaplumbağa bireylerinin, belirli koşullara karşı adaptasyon olarak da nitelendirilen eşeyssel olgunluğa daha erken ulaştıkları bilinmektedir (Casale ve diğ. 2011). Buna bağlı olarak da Akdeniz'de gözlemlenen yetişkin iribaşlı kaplumbağalar dünya genelindeki diğer popülasyonlara kıyasla daha küçük boyutlardadır (Dodd 1988; Margaritoulis ve diğ. 2003).

Deniz kaplumbağalarının yumurtlama dönemleri kuzey yarım küre için Mayıs - Ağustos, güney yarım küre için de Ekim - Mart aylarını kapsamaktadır (Canbolat 2006). Üreme sezonu boyunca dişi ve erkek bireylerin çiftleşme, dişi bireylerinde yapacağı yuva sayıları türe ve bireyin biyolojik geçmişine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dişi deniz kaplumbağaları 2-5 yılda bir üreyebilme potansiyeline sahipken, erkek bireyler genellikle her üreme sezonunda üreme yeteneğine sahip olmaktadır. Erkek bireyler, dişi

bireylerden genellikle birkaç hafta önce üreme alanlarına gelmekte, fakat bazı erkek bireyler göç etmeden tüm yıl boyunca bu alanlarda yaşayabilmektedir (Henwood 1987). Çiftleşmenin ardından dişi birey yaklaşık 10-15 gün sonra çoğunlukla gece olmak üzere yumurtlamak için yuvalama kumsalına gelmektedir (Başkale 2003).



Şekil 1-1: Deniz kaplumbağalarının yaşam döngüsü

Dişi bireyler yumurtlama dönemlerinde yuvalama kumsallarını gözetlemek için zaman zaman başlarını sudan çıkarmakta ve rahatsız edici bir durumla karşılaştıklarında geri dönmektedirler. Olumsuz bir durum ile karşılaştıklarında, kumsal üzerinde yumurtalarını bırakabilecekleri uygun bir başka alan aramaktadırlar. Daha sonra, karapaslarını gizleyebilecekleri bir gövde çukurunu ön ve arka üyelerini kullanarak kazmakta ve sonra arka üyelerini kullanarak yumurta çukurunu yapmaktadır. Yuva çukuru açılırken, arka üyelerden biri çukurdan kumu çıkarırken, öteki üye ile çıkarılan bu kumu uzaklaştırmaktadırlar. Yuvayı hazırlama, yumurtalama ve kapatma işlemlerinin ardından dişi birey denize geri dönmektedir (Canbolat 2006).

Kumsala çıkan her dişi yumurta bırakmayabilir. Dişi kaplumbağa kumsala çıktığı zamanlarda, kumsalda avcılar, insanların, bazı olumsuz çevresel faktörlerin bulunması veya kaplumbağanın yumurtlayacak uygun bir yer bulamaması, yumurtlamadan denize geri dönmesine neden olabilmektedir (Canbolat 2006).

Kumsalın kum veya çakıl yapısına, türe bağlı olarak değişkenlik gösteren kulukça süresinin tamamlanmasının ardından yavru deniz kaplumbağaları yumurtalarını yırtmakta ve kabuktan ayrılmaktadır. Yavrular, yumurtadan çıktıktan 1-7 gün (ortalama 2,5 gün) sonra birbirlerine yardım ederek yüzeye doğru tırmanmalarıyla gerçekleşmektedir (Canbolat 2006). Yavrular genellikle kumun üst yüzey sıcaklığının düşük olduğu vakitlerde yuvadan çıkmaktadırlar. Yumurtadan çıkma genellikle geceleri veya bazen de sabaha karşı saatlerde gerçekleşmektedir. Yavruların hepsi yuvadan aynı anda değil, gruplar halinde yuvadan çıkmakta, dalga seslerini, ay ışığının yansımaları takip ederek denize ulaşmaktadır.

Yavru deniz kaplumbağaları denize ulaştıktan sonra “yüzme çılgınlığı” olarak da adlandırılan şekilde yaklaşık 20 saat durmaksızın yüzmektedirler (Salmon ve Wyneken 1987). Fakat abdomenlerindeki vitellüs kesesinin henüz kuramamasına bağlı olarak derinlere dalamamaktadırlar (Lee 1999; Van Meter 2002).

Deniz kaplumbağaları yavrularının denize ulaştıktan sonraki ilk dönemleri “kayıp yıllar” olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem içerisinde devamlı bir göç halindedirler. Denize ulaştıktan sonraki ilk günleri genellikle su yüzeyinde geçmektedir. Daha sonraları besin ihtiyaçlarını karşılamak ve güvenli alan aramak amacı ile okyanuslara göçleri başlamaktadır (Başkale 2003). Ergin hale gelmeleri Mendonca (1981)’ya göre 10-15 yıl, Zug ve diğ. (1983)’ne göre 14-19 yıl, Frazer (1983)’e göre 22 yıl olarak tahmin edilmektedir. Hem dişi hem de erkek bireyler yuvalama döneminden birkaç hafta veya birkaç ay önce beslenme ve üreme alanlarına göç etmektedir (Limpus 1985).

1.2 Kuzey Kıbrıs'ta Yuvalayan Deniz Kaplumbağaları

Dünya genelinde yaşayan 7 farklı tür deniz kaplumbağası bulunmaktadır (Mrosovsky 1983). Bunlar; *Dermochelys coriacea* (Deri Sırtlı Deniz Kaplumbağası) (Vandelli 1761), *Chelonia mydas* (Yeşil Deniz Kaplumbağası) (Linnaeus 1758), *Caretta caretta* (İribaşlı Deniz Kaplumbağası) (Linnaeus 1758), *Eretmochelys imbricata* (Atmaca Gagalı Deniz Kaplumbağası) (Linnaeus 1766), *Lepidochelys olivacea* (Zeytin Yeşili Deniz Kaplumbağası) (Eschscholtz 1829), *Lepidochelys kempii* (Gündüz Yuvalayan Deniz Kaplumbağası) (Garman 1880) ve *Natator depressus* (Düz Kabuklu Deniz Kaplumbağası) (Garman 1880)'dur.

Akdeniz'de *D. coriacea*, *L. kempii*, *E.imbricata*, *C. mydas* ve *C. caretta* türleri gözlenebilmektedir. Kuzey Kıbrıs kumsallarında ise yalnızca *C. caretta* ve *C. mydas* türü deniz kaplumbağaları yuvalama yapmaktadır (Broderick ve Godley 1996).

Akdeniz'in, her iki deniz kaplumbağası popülasyonlarının yoğun olarak gözlemlendiği bir alan olarak bilinmektedir. Akdeniz'de yuva yapan türlerden biri olan *C. mydas*'ın, dağılımının daha çok Akdeniz havzasında bir lokalizasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Önemli yuvalama alanları Türkiye ve Kıbrıs olmak üzere, İsrail'de de yuvalama kaydedilmiştir. Libya, Mısır ve Suriye'deki son araştırmalar, bu ülkeleri *C. caretta* için de küçük yuvalama alanları listesine eklemiştir. (Groombridge 1990; Casale ve Margaritoulis 2010). Kuzey Kıbrıs'ta her iki deniz kaplumbağası türü de yumurtalarını, 80'den fazla yuvalama kumsalına bırakmaktadır (Broderick ve Godley 1996). Diğer taraftan, özellikle yetişkin öncesi deniz kaplumbağalarının Kıbrıs'ın deniz alanlarını kış mevsiminde kullandıkları bilinmektedir (Godley ve diğ. 1999). Ayrıca, Kuzey Kıbrıs'ın her iki tür için de hem yuvalama hem de beslenme alanı olduğu incelenmiştir (Bradshaw ve diğ. 2017; Haywood ve diğ. 2020).

1.3 Deniz Kaplumbağalarının Nesillerini Tehdit Eden Faktörler

Son yıllarda, neredeyse on binlerce taksonun ve benzersiz popülasyonun, vahşi doğada neslinin tükenmesi beklenmektedir (MEA 2005). Doğal yaşamda hayatlarını sürdüren birçok türün nesillerinin devamlılığı, dünyanın varoluşundan bu yana, ilk kez bu kadar kısa sürede yok olmaya yüz tutmuştur. Bu kayıpların devamı halinde,

önümüzdeki dönemlerde evrendeki türlerin yaklaşık %75'inin yok olması söz konusu olacağı ve büyük bir yok oluş ile karşılaşılacağı tahmin edilmektedir (Monastersky 2014). Öyle ki, IUCN kırmızı listesi (2022) verilerine göre dünyada yaşayan tüm türlerin % 28'inin değerlendirilmesine rağmen 40.000'den fazla tür yok olma tehlikesi altındadır. Yüksek omurgalı hayvan sınıflarına daha detaylı olarak bakıldığında memeli türlerinin %26'sı, kuş türlerinin %13'ü, sürüngen türlerinin %21'i ve amfibi türlerinin %41'i yok olma tehdidi altındadır (IUCN 2022). Şüphesiz ki nesilleri tehdit altına giren canlılardan biri de deniz kaplumbağa türleridir. İribaşlı kaplumbağa ve yeşil kaplumbağa, Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN)'nin kırmızı listesinde sırasıyla düşük riskli (LC) ve nesli tehlike altında (EN) olarak sınıflandırılmıştır (Casale ve Tucker 2017). Bu türler Bern Sözleşmesi ve CITES (Conservation on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) tarafından da koruma altına alınmıştır.

Nesillerinin devamlılığını sürdürmeye çalışan deniz kaplumbağaları, yaşamlarının hemen her döneminde birçok tehlike ile karşı karşıya gelmektedir. Bu tehlikeler ağlara yakalanma, kıyıdaki kritik habitatların yok edilmesi, beslenme alanlarının tehlike altında oluşu, deniz kirliliği, fibropapilloma virüs gibi patojenler ve iklim değişikliği olarak tanımlanmıştır (Wallace ve diğ. 2011). Kirlilik ise belirtilen tehditler arasında en hayati riskler oluşturanlardan biridir. (Hutchinson ve Simmonds 1992; Lutcavage ve diğ. 1997).

1.4 Deniz Kaplumbağaları ve Ağır Metal Birikimi

Çalışma alanımızda dâhil olduğu ve 23 ülke ile çevrili olan Akdeniz, petrokimya ve çelik endüstrileri, büyük ticari ve turistik limanlar, evsel ve endüstriyel kanalizasyon, tarımsal faaliyetler ve yüksek nakliye oranı ile dünyanın en büyük yarı kapalı havzasıdır (Casini ve diğ. 2018). Bu havza polihalojenli aromatik hidrokarbonlar (PHAH), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) ve ağır metal elementleri gibi kirleticilerle kirlenmektedir (Aguilar ve diğ. 2002; Hamann ve diğ. 2010; Keller 2013).

Geniş ölçekte sanayileşmiş ülkelerle çevrili, çoğunlukla büyük insan nüfusuna sahip ve kapalı bir deniz olan Akdeniz, toksik bileşiklerin bulaşması nedeniyle yüksek

riskli bir deniz ortamı oluşmaktadır (Bacci 1989; Borrell ve diğ. 1997; Kuetting 1994; Meadows 1992). Toksik bileşiklerin oluşumuna sebep olan katı atıkların (Gramentz 1988; Hobson ve diğ. 2000), katran (Gramentz 1988) ve organoklorin kalıntılarının (McKenzie ve diğ. 1999) deniz kaplumbağalarının üreme, bağışıklık ve sinir sistemleri üzerinde ağır tahribatlar yarattığı, davranış bozuklukları ve kanser risklerini arttırdığı gözlemlenmiştir. İnorganik kirleticilerin de, deniz kaplumbağaları için önemli sorunlar olarak kabul edilmektedir (Aguirre ve diğ. 2006; Ley-Quinonez ve diğ. 2011).

Esansiyel olmayan ağır metallerin (kadmiyum, civa, kurşun) biyobirikimi, besin zincirine geçme olasılığı ve deniz kaplumbağaları üzerindeki olası sağlık etkileri nedeniyle giderek endişe haline gelmektedir. Esansiyel ve eser inorganik elementler ise (alüminyum, arsenik, kobalt, krom, bakır, selenyum ve çinko) önemli fizyolojik rollere sahip olabilmektedir. Ancak, kabul edilebilir seviyelerden daha fazlasına ulaştıklarında toksik hale gelebilmektedirler (Keller ve diğ. 2006). Deniz kaplumbağaları uzun bir ömre ve göç aralıklarına sahiptir. Yüksek trofik düzeyde beslenmeleri sebebi ile de kalıcı toksik bileşiklerin biyobirikimine ve biyomagnifikasyonuna maruz kalabilmektedirler (Hamann ve diğ. 2010; Rees ve diğ. 2016). Böylece deniz kaplumbağalarının yıllar içinde vücutlarındaki çeşitli kirletici maddelerin birikimi biyolojik gösterge olarak kullanılabilir (Godley ve diğ. 1999; Sakai ve diğ. 2000). Örneğin, Ross ve diğ. (2017) deniz kaplumbağası dokularındaki toksik metal kontaminasyonu üzerine daha önce yayınlanan 95 adet bilimsel çalışmayı gözden geçirmiş ve bu bilgilerin ışığında insan sağlığı üzerindeki etkilerine değinmiştir.

Deniz kaplumbağalarının hayatta kalma oranlarını düşüren temel faktörlerden birisi kirliliktir. Kirlilik etkisinin normal düzeyde olduğu varsayılan bazı deniz kaplumbağalarında yüksek seviyelerde metaller ortaya çıkmıştır (Anan ve diğ. 2002). Metallerin atmosferik olarak taşınması ve deniz canlıları tarafından seçici alım veya depolama sonucunda pelajik ekosistemlerde bu seviyelerin artışlara neden olabileceği düşünülmektedir (Bryan 1984; Barbieri ve diğ. 2007). Örneğin Cd en çok karaciğer dokularında birikmektedir (Franzellitti ve diğ. 2004). Bakır, normal şartlar altında eşik seviyenin üstündeki değerlerde memeliler için toksiktir (Romero ve diğ. 1996). Mn bazı enzimler için temel bir kofaktördür, ancak yüksek dozlarda memeliler için de toksiktir (Inoue ve Makita 1996; Romero ve diğ. 1996); Manganezin *C. caretta* dokularındaki konsantrasyonu, önemli ölçüde yüksek bulunmuştur (Franzellitti ve diğ. 2004). Ancak

Manganez, deniz organizmalarının üzerindeki zararlı etkilerine dair bilgi mevcut değildir. Bu tür çalışmalar bireylerin kirliliğe maruz kalma derecesi ve kirliliğinin tipi hakkında bilgi vermektedir. Bu bilgiler doğal olarak sağ kalım hakkında bilgiler içermekte ve bunun sonucunda önlem olarak potansiyel riskleri tahmin etme olanağını sağlayabilmektedir (Das ve diğ. 2003).

Deniz kaplumbağası yavruları pelajik akıntılarla ilişkili bir pelajik evre sergilerken (Musick ve Limpus 1997) genellikle yetişkin beslenme alanlarına taşınmadan önce büyüme-gelişme habitatlarında zaman geçirmektedir (Arthur ve diğ. 2008). Tüm deniz kaplumbağası türleri, beslenme alanlarında üremeye hazırlanmaktadır (Miller ve diğ. 2003). Bu dönemde vitellogenesis ve yumurta üretimi için gerekli olan besinleri ve enerjiyi depolamaktadır. Birkaç yıl boyunca göç için enerji depoladıktan sonra üreme alanlarına göç etmektedir (Schroeder ve diğ. 2003). Öte yandan, deniz kaplumbağaları büyük olasılıkla üreme döneminde uzun süreli açlığa girmektedir (Hays ve diğ. 2002; Perrault ve diğ. 2014). Yakın zamanda Cortes-Gomez ve arkadaşları (2017) ise daha önce yapılan araştırmaları derleyerek deniz kaplumbağalarının dokularında biriken ağır metal konsantrasyonlarını özetledikleri çalışmalarına göre kirletici birikiminin, deniz kaplumbağası türleri, coğrafi konumları ve yaşam evreleri arasında farklılık gösterdiğini bildirmiştir. Ayrıca, kirleticilerin düzeyi, mevsimsel değişiklikler, beslenme düzeyi, dokular, vücut durumu, cinsiyet ve yaş sınıfı arasında da farklılıklar gösterdiği bilinmektedir (Keller 2013).

1.5 Amaç

Deniz kaplumbağalarının farklı dokularında ağır metal birikiminin incelenmesi bakımında ülkemizde henüz sınırlı sayıda çalışma varken (Kaska ve diğ. 2004; Yipel ve diğ. 2017; Aymak ve diğ. 2021) Kuzey Kıbrıs'ta ise henüz 1 adet araştırma gerçekleştirilmiştir (Godley ve diğ. 1999). Bu kapsamda Kuzey Kıbrıs kıyılarında ölü olarak karaya vuran ergin öncesi dönemdeki iribaşlı kaplumbağa ve yeşil deniz kaplumbağasına ait bireylerin böbrek, kas, karaciğer ve kalp dokularında biriken kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), civa (Hg), alüminyum (Al), arsenik (As), krom (Cr), bakır (Cu), demir (Fe), manganez (Mn), magnezyum (Mg), nikel (Ni) ve çinko (Zn) konsantrasyonlarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle, hem örneklem sayısının artırılarak daha güvenilir referans aralıklarına ulaşılması hemde daha güncel

olan ICP-MS kullanılarak güncel ağır metal analiz yönteminin uygulanması amaçlanmıştır. Ayrıca, literatür araştırması sonucu, dünyanın farklı coğrafik bölgelerinden elde edilen kalp, kas, karaciğer ve böbrek dokularında biriken ağır metal konsantrasyon değerleri ile Kuzey Kıbrıs'ta l olarak kıyıya vuran iribaşlı kaplumbağa ve yeşil deniz kaplumbağasına ait bireylerin dokularındaki ağır metal konsantrasyon değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, canlılarda protein sentezi, kan basıncı regülasyonu, kan şekeri kontrolü, kas ve sinir fonksiyonunda görev alan Mg elementininin, her iki deniz kaplumbağası türünün kalp, kas, karaciğer ve böbrek dokularındaki biyo-akumulasyonuna ait ilk veriler sunulmuştur.

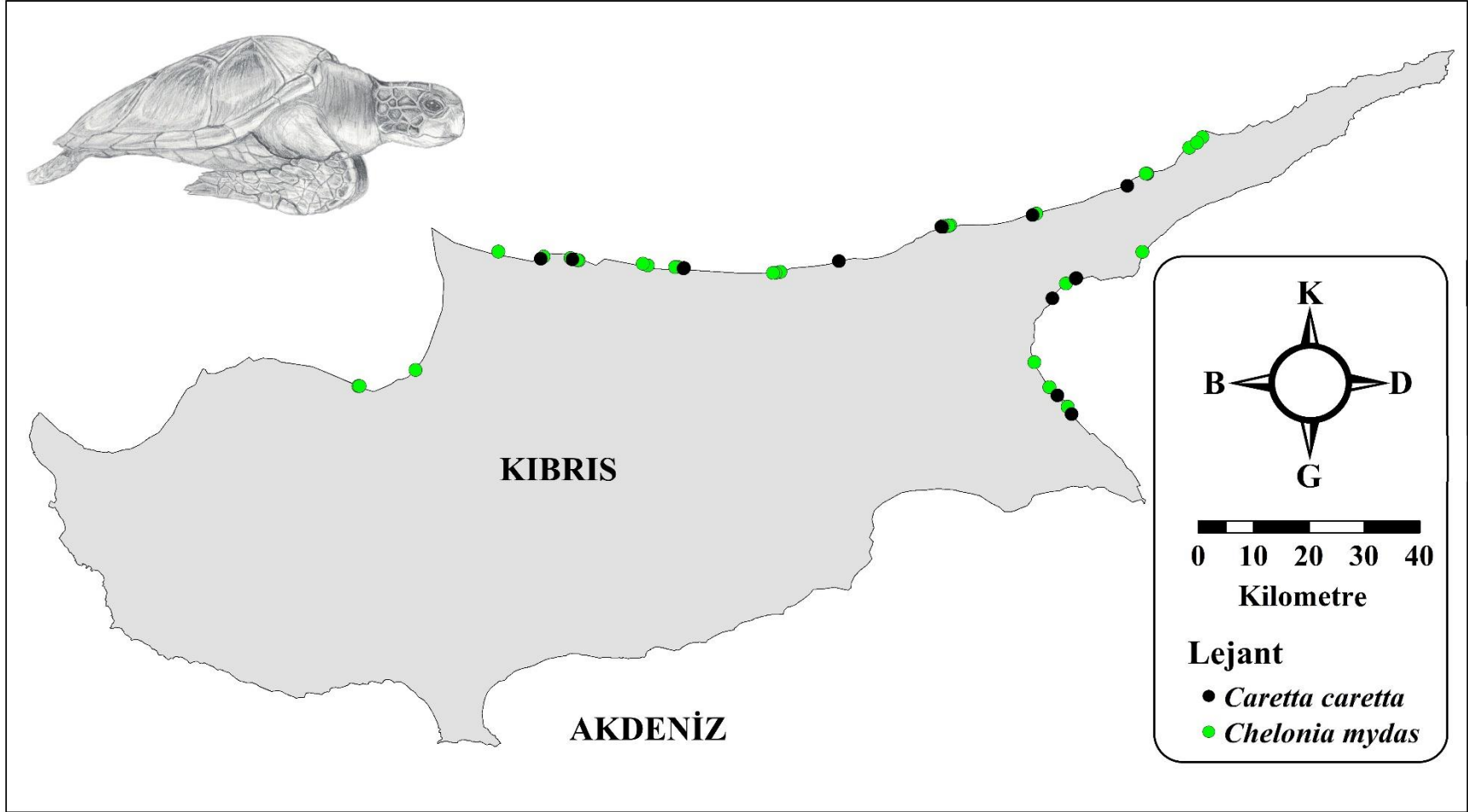


2. METERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanı

2019 ve 2021 yılları arasında yapılan arazi çalışmaları esnasında Kuzey Kıbrıs kıyılarında ölü olarak bulunan deniz kaplumbağası bireyleri çalışmamızın örneklemini oluşturmaktadır. Bu kapsamda elde edilen ölü kaplumbağaların tespit edildikleri lokaliteler Şekil 2.1’de verilmiştir.





Şekil 2- 1: Çalışma alanı ve ölü deniz kaplumbağa örneklerin tespit edildiği lokaliteler

2.2 Morfometrik Ölçümler

Arazi çalışmaları esnasında bulunan ölü deniz kaplumbağalarının karapas ölçümleri alınmıştır. Tüm bireylerden milimetrik mezura yardımıyla yapılan nukal plak başlangıcından karapasın ucuna kadar Eğri Karapas Boyu (EKB) ölçümü alınmıştır (Bolten 1999). *C. mydas* için EKB>85 cm ve *C. caretta* için EKB>70 cm'den büyük olan bireyler yetişkin olarak kabul edilmiştir (Casale ve diğ. 2005; Casale ve diğ. 2010; Türkozan ve diğ. 2013).

2.3 Bireylerden Örnek Alınması ve Analizleri

Karaya vuran ölü deniz kaplumbağalarının morfolojik gözlemlerinin ardından nekropsileri yapılmıştır. Nekropsi sırasında tüm bireylerden alınan kalp, kas, böbrek ve karaciğer doku örnekleri, ağır metal analizine kadar -20 °C'de steril bir eppendorf tüpü içerisinde saklanmıştır.

Elementlerin tayini için İndüktif Eşleşmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS), NexION 2000 B Perkin Elmer kullanılmıştır. İlk olarak, tüm doku örnekleri homojenize edilmiştir. Her organdan ortalama $50 \pm 20 \mu\text{g}$ doku örneği, 3:1 oranında (v:v) nitrik asit (%68-Sigma Aldrich) ve hidrojen peroksit (%30-Sigma Aldrich) karışımından toplam 10ml olacak şekilde eklenmiş ve bir gece çözünmeye bırakılmıştır. Ertesi gün çözünen numunede eğer sıvı kaybı varsa deiyonize su kullanılarak 10 ml'ye tamamlanmıştır.

Doku örneklerinde hedef ağır metallerin belirlenmesi için ICP-MS parametreleri; Rf gücü 1300 W, gaz akış hızı 1,5 ml/dk, soğutucu gaz 15 ml/dk, yardımcı gaz ml/dk, nebulizer gazı 0,65 ml/dk, örnek akış hızı 1,5 ml/dak, yıkama süresi 20 saniye ve okuma süresi 3 saniye şeklindedir. Sertifikalı standart çözümler Mg, Al, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg ve Pb'dir. ICP-MS standart çözeltileri Perkin Elmer'den elde edilmiştir. Standart çözeltiler (konsantrasyonlar: 500, 250, 100, 50, 10 ppb) her deneyden önce hazırlanmıştır. Sertifikalı standart çözelti seviyeleri Pb: $999 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, As: $1003 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Mg: $1000 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Al: $1000 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Hg: $998 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Cu: $999 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$,

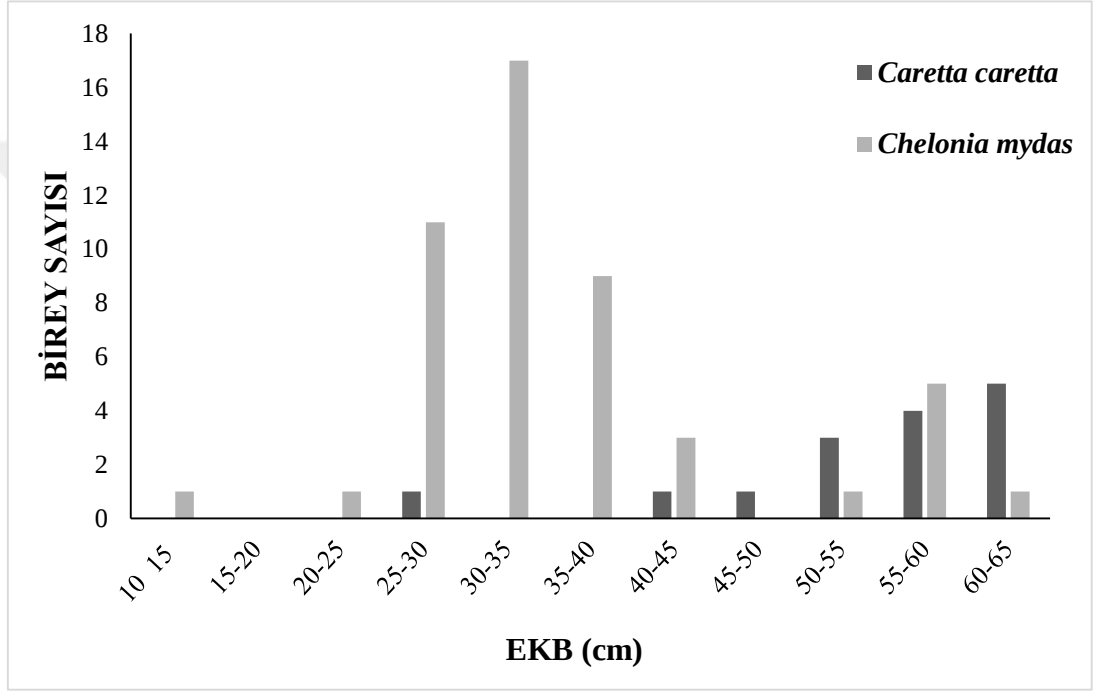
Zn: $998 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Cd: $999 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Mn: $1002 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Cr: $1000 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, Fe: $1000 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$ ve Ni: $999 \mu\text{g mL}^{-1} \pm 5 \mu\text{g/mL}$, ICP-MS analizi için standart olarak kullanılmıştır.

2.4 İstatiksel Analiz

Elde edilen ağır metal analiz sonuçları, normal dağılım göstermediğinden *C. caretta* ve *C. mydas* dokularındaki ağır metal konsantrasyonlarının ilişkisini araştırmak için parametrik olmayan testler kullanılmıştır (Kolmogorov Smirnov testi, $p < 0,05$). Ağır metal element konsantrasyonları ile bireylerin EKB arasındaki korelasyonları incelemek için Spearman's rank korelasyon testi kullanılmıştır. Aynı test, her bir tür için hem aynı elementin farklı dokulardaki korelasyonlarını hem de farklı metallerin aynı dokular arasındaki korelasyonları araştırmak için de yapılmıştır. Ayrıca, her bir metalin farklı dokulardaki birikiminin istatistiksel olarak farklı olup olmadığını değerlendirmek için Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Ek olarak, dokularda biriken ağır metal konsantrasyonlarına türler arasında istatistiksel bakımdan fark olup olmadığını belirlemek için Mann-Whitney U testi ve eşleşen çiftler için Wilcoxon testi yapılmıştır. Test yönteminin kantifikasyon limitinin (LOQ) altındaki değerler LOQ/2 değerine eşit kabul edilmiştir. İstatistiksel analizlerde anlamlı farklılıkları tespit edebilmek için SPSS, 20.0 veri analiz paket programı kullanılmıştır. Değişkenler arasında p değeri, ≤ 0.05 olan analiz sonuçları istatistiksel bakımdan anlamlı farklar olduğu kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Ölü olarak karaya vuran 14 *C. caretta* ve 41 *C. mydas* bireylerinden alınan toplam 220 doku örneği analiz edilmiştir. *C. caretta* ve *C. mydas* EKB uzunlukları sırasıyla $47,01 \pm 14,311$ cm (Min= 11,5; Maks=62,0) ve $33,74 \pm 6,697$ cm (Min=21,8; Maks=56,8)'dir (Şekil 3.1). Elde edilen verilere göre *C. mydas*'a ait bireylerin büyük bir çoğunluğunun eğri karapas boyları 25-45 cm arasında iken *C. caretta* türüne ait bireyler ise 50-60 cm aralığında yoğunlaşmıştır.



Şekil 3- 1 : EKB ölçülerinin histogram grafiği

Bu çalışmada incelenen her bir element için tespit etme limitleri (LOD) ve miktar tayin limitleri (LOQ) Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Çalışılan 12 ağır metal elementi ile EKB arasındaki ilişki derecesi tek tek Spearman korelasyon analizi kullanarak test edilmiş ve her iki türde de EKB ile dokularda biriken ağır metal konsantrasyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunamamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 3-1: Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve iribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) doku örneklerinde incelenen her bir element için tespit limitleri (LOD) ve miktar tayin limitleri (LOQ).

	LOD (ppb)	LOQ (ppb)
Mg	0,1262	0,3786
Al	0,8344	2,5032
Cr	0,0114	0,0342
Mn	0,0036	0,0108
Fe	0,3776	1,1328
Ni	0,0327	0,0981
Cu	0,0276	0,0828
Zn	0,1669	0,5007
As	0,0197	0,0591
Cd	0,0088	0,0264
Hg	0,0066	0,0198
Pb	0,0185	0,0555
Ca	0,0016	0,0048

Dokularda biriken elementler arasındaki korelasyon analiz sonuçları Tablo 3.2 ve Tablo 3.3'te verilmiştir. Korelasyon analizi sonucuna göre her iki türde de dokularda biriken ağır metal konsantrasyonları karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan önemli korelasyonlar saptanmıştır. Bu kapsamda, istatistiksel açıdan önemli korelasyonlar, hem farklı dokular ve farklı elementler (örn: $Cd_{Kas} \times As_{Karaciğer}$) arasında hem de aynı dokular farklı elementler (örn: $As_{Böbrek} \times Al_{Böbrek}$) arasında da gözlemlenmiştir.

C. caretta ve *C. mydas* karaciğer, böbrek ve kas dokularındaki element konsantrasyonları, her dokudaki konsantrasyon için numune sayısı, aritmetik ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 3-4'te gösterilmiştir. *C. caretta* türüne ait kas dokusu örneklerinde Al ve As konsantrasyonu daha fazla iken, Cd, Cr, Mg, Mn, Ni, Pb ve Zn böbrekte ve Cu ve Fe karaciğerde daha yüksek olarak bulunmuştur. *C. mydas*'ta As ve Hg kasta, Al, Cd, Cr, Mg, Pb ve Zn böbrekte, Ni ve Mn kalpte, Cu ve Fe karaciğerde daha fazla olarak tespit edilmiştir. İncelenen metaller arasında Fe konsantrasyonları en yüksek, Hg ve Cu ise en düşük oranda bulunmuştur.

İncelenen konsantrasyon *C. caretta* için Al, As, Cd, Fe, Mn, Pb ve Zn ve *C. mydas* için Al, As, Cd, Fe, Mn, Mg, Pb ve Zn dokular arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Ayrıca, Tablo 3-4'te bulunan Kruskal-Wallis testlerinin ikili karşılaştırmalarının sonuçları verilmiştir ve üst simge olarak gösterilen aynı harfler, iki doku arasındaki elementler açısından istatistiksel farkı açıklamaktadır.

Tablo 3-2: *Chelonia mydas* dokularında biriken elementler arasındaki Spearman korelasyonu analiz sonuçları

Bağıntı	N	Kor. Kat.	Değ.	Bağıntı	N	Kor. Kat.	Değ.
Al _{Karaciğer} X Al _{Kalp}	24	0,497	0,014*	Mn _{Kalp} X Mn _{Böbrek}	41	0,892	0,000**
As _{Böbrek} X Al _{Kas}	41	-0,525	0,000**	Mn _{Karaciğer} X Al _{Kas}	41	0,45	0,003**
As _{Böbrek} X Al _{Böbrek}	41	-0,398	0,010**	Mn _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	41	0,535	0,000**
As _{Böbrek} X As _{Kas}	41	0,499	0,001**	Mn _{Karaciğer} X As _{Böbrek}	41	-0,31	0,048*
As _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	41	-0,412	0,007**	Mn _{Karaciğer} X Mn _{Kalp}	24	0,428	0,037*
As _{Karaciğer} X As _{Kas}	41	0,394	0,011*	Mn _{Kas} X Al _{Kas}	41	0,418	0,007**
As _{Karaciğer} X As _{Böbrek}	41	0,386	0,013*	Mn _{Kas} X Fe _{Kas}	21	0,6	0,000*
Cd _{Kas} X Al _{Karaciğer}	38	-0,341	0,036*	Mn _{Kas} X Mg _{Kas}	41	0,386	0,013*
Cr _{Böbrek} X Al _{Karaciğer}	40	-0,324	0,042*	Ni _{Kalp} X Al _{Karaciğer}	28	-447	0,017*
Cd _{Kas} X As _{Karaciğer}	38	0,333	0,041*	Ni _{Kalp} X Cu _{Karaciğer}	23	-0,517	0,012*
Cd _{Kas} X As _{Böbrek}	38	0,459	0,004**	Ni _{Kalp} X Fe _{Karaciğer}	28	-0,542	0,003**
Cd _{Kas} X As _{Karaciğer}	38	0,59	0,000**	Pb _{Böbrek} X Al _{Karaciğer}	41	0,311	0,048*
Cr _{Kalp} X Al _{Kas}	24	0,434	0,034*	Pb _{Böbrek} X Cd _{Böbrek}	41	0,401	0,009**
Cr _{Kalp} X Al _{Böbrek}	24	0,433	0,035*	Pb _{Kalp} X Al _{Böbrek}	24	0,543	0,006**
Cr _{Kalp} X Al _{Karaciğer}	24	0,537	0,007**	Pb _{Kalp} X Mg _{Kalp}	24	0,549	0,005**
Cr _{Kalp} X As _{Böbrek}	24	-0,464	0,022*	Pb _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	41	0,556	0,000**
Cr _{Kalp} X As _{Kalp}	24	-0,426	0,038*	Pb _{Karaciğer} X As _{Kas}	41	-0,494	0,001**
Cr _{Karaciğer} X Cr _{Böbrek}	39	-0,342	0,033*	Pb _{Karaciğer} X As _{Karaciğer}	41	-0,378	0,014*
Cu _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	36	0,401	0,015*	Pb _{Karaciğer} X Cd _{Karaciğer}	41	0,333	0,031*
Cu _{Karaciğer} X Cd _{Karaciğer}	36	0,564	0,000*	Pb _{Karaciğer} X Cr _{Kalp}	24	0,543	0,006**
Fe _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	41	0,578	0,000**	Pb _{Karaciğer} X Cr _{Karaciğer}	41	0,474	0,002**
Fe _{Karaciğer} X As _{Kas}	41	-0,354	0,023*	Pb _{Karaciğer} X Cu _{Karaciğer}	36	0,331	0,048*

Bağıntı	N	Kor. Kat.	Değ.	Bağıntı	N	Kor. Kat.	Değ.
Fe _{Karaciğer} X Cd _{Karaciğer}	41	0,401	0,008**	Pb _{Karaciğer} X Fe _{Karaciğer}	41	0,729	0,000**
Fe _{Karaciğer} X Cr _{Karaciğer}	41	0,544	0,000**	Pb _{Karaciğer} X Mg _{Kalp}	41	-0,404	0,009**
Fe _{Karaciğer} X Cu _{Karaciğer}	36	0,418	0,011*	Pb _{Karaciğer} X Ni _{Böbrek}	28	-0,548	0,003**
Fe _{Kas} X Al _{Karaciğer}	41	-0,348	0,026*	Pb _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	21	0,471	0,031*
Fe _{Kas} X As _{Karaciğer}	41	0,637	0,000**	Pb _{Karaciğer} X Mn _{Karaciğer}	21	0,445	0,043*
Fe _{Kas} X Cd _{Kas}	38	0,744	0,000**	Pb _{Kas} X Cr _{Kas}	26	0,456	0,019*
Mg _{Böbrek} X Al _{Kas}	41	-0,423	0,006**	Pb _{Kas} X Mn _{Kas}	29	0,551	0,002**
Mg _{Böbrek} X As _{Böbrek}	41	0,345	0,027*	Zn _{Böbrek} X Al _{Kas}	41	-0,463	0,002**
Mg _{Karaciğer} X As _{Karaciğer}	41	0,352	0,024*	Zn _{Böbrek} X As _{Böbrek}	41	0,399	0,010**
Mg _{Böbrek} X As _{Karaciğer}	21	-0,497	0,022*	Zn _{Böbrek} X Cd _{Böbrek}	21	0,487	0,001**
Mg _{Böbrek} X Cr _{Böbrek}	40	0,329	0,038*	Zn _{Böbrek} X Mg _{Böbrek}	41	0,413	0,007**
Mg _{Böbrek} X Fe _{Karaciğer}	41	-0,379	0,014*	Zn _{Böbrek} X Mg _{Karaciğer}	41	-0,482	0,001**
Mg _{Böbrek} X Fe _{Kas}	41	0,31	0,049*	Zn _{Böbrek} X Mn _{Karaciğer}	41	-0,482	0,001**
Mg _{Kalp} X Al _{Kalp}	24	0,497	0,014*	Zn _{Böbrek} X Mn _{Kas}	41	-0,318	0,043*
Mg _{Kas} X As _{Karaciğer}	41	0,347	0,026*	Zn _{Böbrek} X Pb _{Böbrek}	41	0,331	0,034*
Mg _{Kas} X Cd _{Kas}	38	0,644	0,000**	Zn _{Kalp} X Cd _{Kalp}	24	0,437	0,033*
Mg _{Kas} X Fe _{Kas}	41	0,609	0,000**	Zn _{Kalp} X Fe _{Kalp}	24	-0,634	0,001**
Mg _{Kas} X Mg _{Böbrek}	41	0,414	0,007**	Zn _{Kalp} X Pb _{Kas}	18	-0,6	0,009**
Mn _{Böbrek} X Al _{Böbrek}	41	0,381	0,014*	Zn _{Karaciğer} X Al _{Karaciğer}	41	0,371	0,016*
Mn _{Böbrek} X Al _{Karaciğer}	41	-0,324	0,039*	Zn _{Karaciğer} X Cd _{Karaciğer}	41	0,665	0,000**
Mn _{Böbrek} X Cd _{Karaciğer}	41	-0,311	0,048*	Zn _{Karaciğer} X Cr _{Kalp}	24	0,484	0,016*
Mn _{Böbrek} X Cr _{Böbrek}	40	0,402*	0,010*	Zn _{Karaciğer} X Cr _{Karaciğer}	41	0,482	0,001**
Mn _{Böbrek} X Cr _{Karaciğer}	40	-0,335	0,034*	Zn _{Karaciğer} X Cu _{Karaciğer}	36	0,753	0,000**

Bağıntı	N	Kor. Kat.	Değ.	Bağıntı	N	Kor. Kat.	Değ.
Mn _{Böbrek} X Fe _{Karaciğer}	41	-0,452	0,003**	Zn _{Karaciğer} X Fe _{Karaciğer}	41	0,59	0.000**
Mn _{Böbrek} X Mg _{Böbrek}	41	0,415	0,007**	Zn _{Karaciğer} X Mg _{Karaciğer}	41	0,449	0.003**
Mn _{Kalp} X Al _{Kalp}	24	0,593	0,002**	Zn _{Karaciğer} X Mn _{Karaciğer}	41	0,348	0.024*
Mn _{Kalp} X Al _{Karaciğer}	24	0,593	0,002**	Zn _{Karaciğer} X Pb _{Kalp}	41	0,564	0.000**
Mn _{Kalp} X As _{Karaciğer}	24	-0,565	0,004**	Zn _{Kas} X As _{Karaciğer}	41	0,501	0.001**
Mn _{Kalp} X Cd _{Kas}	22	-0,593	0,004**	Zn _{Kas} X Cd _{Kas}	38	0,805	0.000**
Mn _{Kalp} X Fe _{Kas}	24	-0,437	0,033*	Zn _{Kas} X Fe _{Kas}	41	0,712	0.000**
Mn _{Kalp} X Mg _{Kalp}	24	0,416	0,043*	Zn _{Kas} X Mg _{Kas}	41	0,645	0.000**

*p<0.05; **p<0,01

Tablo 3-3: *Caretta caretta* dokularında biriken elementler arasındaki Spearman korelasyonu analiz sonuçları

Bağıntı	N	Kor.Kat.	Değ.	Bağıntı	N	Kor.Kat.	Değ.
As _{Böbrek} X Cd _{Kalp}	13	0,615	0,025*	Mn _{Kas} X Al _{Kas}	13	0,742	0,004**
Al _{Kalp} X Cd _{Kas}	13	0,599	0,031*	Ni _{Böbrek} X Cr _{Böbrek}	11	0,727	0,011*
Cr _{Kalp} X Al _{Kalp}	13	0,61	0,027*	Pb _{Böbrek} X Al _{Kalp}	13	0,637	0,019*
Cr _{Karaciğer} X Al _{Böbrek}	12	0,615	0,033*	Pb _{Böbrek} X As _{Karaciğer}	14	0,547	0,043*
Cr _{Karaciğer} X Cd _{Böbrek}	12	0,692	0,013*	Pb _{Böbrek} X Cd _{Kas}	13	0,632	0,021
Cr _{Kas} X Al _{Kas}	13	0,725	0,005**	Pb _{Kalp} X As _{Böbrek}	13	-0,648	0,017*
Fe _{Karaciğer} X Cd _{Böbrek}	12	0,657	0,020*	Pb _{Kalp} X As _{Kalp}	12	-0,734	0,007**
Fe _{Kas} X Cd _{Kalp}	13	0,797	0,001**	Zn _{Böbrek} X As _{Karaciğer}	14	0,899	0,000**
Mg _{Kas} X Cd _{Kalp}	13	0,566	0,044*	Zn _{Böbrek} X Cd _{Karaciğer}	14	0,582	0,029*
Mg _{Kas} X Cu _{Karaciğer}	13	0,643	0,018*	Zn _{Böbrek} X Mn _{Kalp}	14	0,714	0,004**
Mg _{Kas} X Fe _{Kalp}	12	-0,762	0,004**	Zn _{Böbrek} X Cd _{Karaciğer}	14	0,582	0,029*
Mn _{Böbrek} X As _{Karaciğer}	14	0,719	0,004**	Zn _{Kalp} X Cd _{Kalp}	13	0,555	0,049*
Mn _{Böbrek} X Cu _{Karaciğer}	14	0,644	0,013*	Zn _{Karaciğer} X Fe _{Böbrek}	12	-0,601	0,039*
Mn _{Böbrek} X Fe _{Karaciğer}	13	0,61	0,027*	Zn _{Karaciğer} X Mn _{Kas}	12	0,65	0,022*
Mn _{Kalp} X Mn _{Böbrek}	13	0,676	0,011*	Zn _{Kas} X Cu _{Karaciğer}	9	-0,667	0,049*
Mn _{Karaciğer} X Cd _{Böbrek}	12	0,608	0,036*	Zn _{Kas} X Fe _{Karaciğer}	12	0,734	0,007**

*p<0.05; **p<0,01

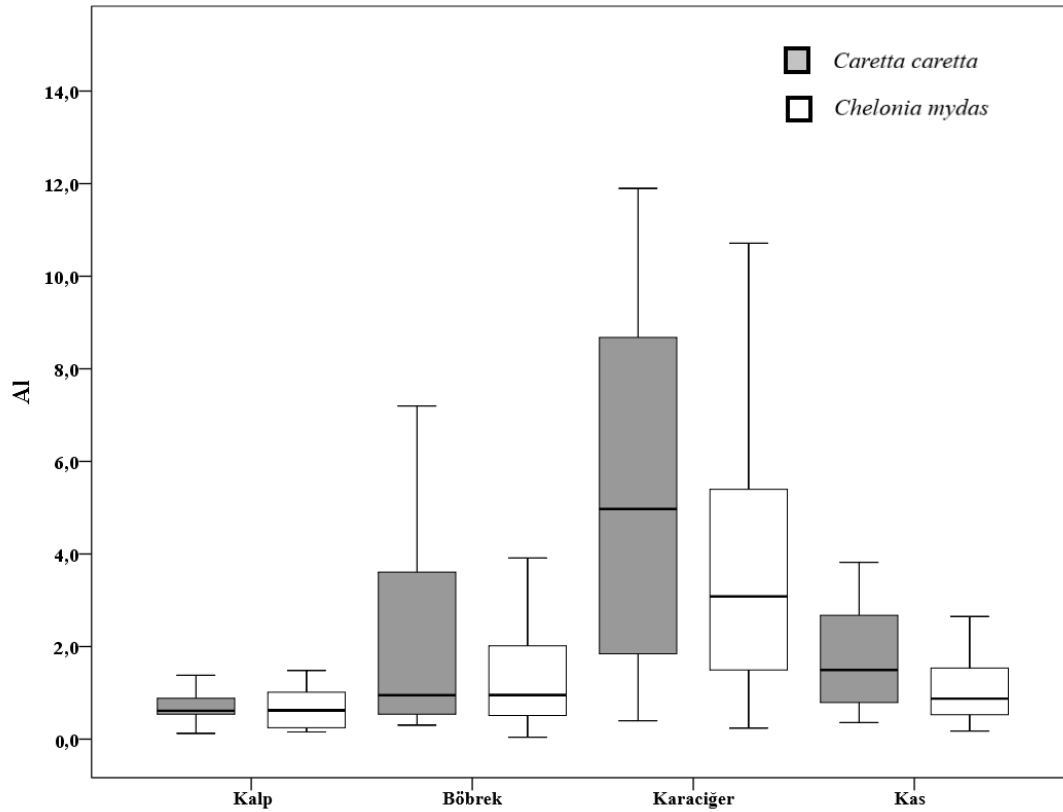
Tablo 3-4: *C. caretta* ve *C. mydas* dokularındaki metal ve metaloidlerin tanımlayıcı istatistikleri ve Kruskal-Wallis ve Wilcoxon testlerinin (ortalama±SD, µg g⁻¹ w.w.) sonuçları

<i>Caretta caretta</i>								<i>Chelonia mydas</i>							
Metal	Doku	N	Min	Maks	Ortalama	Std.Sap.		N	Min	Maks	Ortalama	Std. Sap	Willcoxon W	U Değ.	Önem
Al	Kas	13	0,36	16,35	3,159	44.626	Kas ^{abc}	41	0,17	12,42	1,364	1,9381	1040	179	0,077
	Böbrek	14	0,3	7,2	1,997	20.689	Böbrek ^a	41	0,04	45,75	2,594	7,0855	494	389	0,049*
	Kalp ^a	13	0,12	4,08	0,938	10.035	Kalp ^b	24	0,16	2,94	0,764	0,6969	267	176	0,54
	Karaciğer ^a	12	0,4	29,81	7,556	87.765	Karaciğer ^c	41	0,24	180,47	9,746	29,5946	382	304	0,218
(Kruskal-Wallis test: 13,092; p<0,05)								(Kruskal-Wallis test: 36,290; p<0,01)							
As	Kas ^{ab}	13	2,78	43,63	24,343	13,2625	Kas ^a	41	1	61,47	21,572	12,8554	1089	228	0,436
	Böbrek ^a	14	0,32	91,88	12,555	23,1211	Böbrek ^b	41	0,61	31,56	8,9	6,8864	396	305	0,436
	Kalp	13	3,44	18,46	8,768	4,8509	Kalp ^c	24	0,54	13,88	5,64	3,5008	312	221	0,039*
	Karaciğer ^b	12	1,15	6,19	3,838	1,6343	Karaciğer ^{abc}	41	1,07	27,2	7,052	4,8721	203	125	0,008**
(Kruskal-Wallis test: 22,666; p<0,01)								(Kruskal-Wallis test: 46,970; p<0,01)							
Cd	Kas ^{ab}	13	0	0,36	0,043	0.0974	Kas ^{abc}	38	0	0,14	0,016	0,025	942	201	0,32
	Böbrek ^{bc}	14	0,09	30,45	8,497	74.274	Böbrek ^{aeh}	41	0,05	10,3	3,074	1,9119	423	332	0,185
	Kalp ^c	13	0,05	0,59	0,213	0.1498	Kalp ^{befh}	24	0,03	0,38	0,167	0,0998	274	183	0,404
	Karaciğer ^a	12	0,18	1,81	1,023	0.4824	Karaciğer ^{cf}	41	0,16	2,28	0,853	0,583	384	306	0,261
(Kruskal-Wallis test: 41,056; p<0,01)								(Kruskal-Wallis test: 121,436; p<0,01)							
Cr	Kas	13	0,03	0,49	147	0,1491	Kas	33	0.00	1,06	0,169	0,2127	779	218	0,932
	Böbrek	14	0,02	3,76	0,376	0,9757	Böbrek	40	0.02	8,45	0,527	1,3886	406	315	0,326
	Kalp	13	0	0,3	0,095	0,0917	Kalp	24	0.02	1,16	0,25	0,305	187	96	0,058
	Karaciğer	12	0,02	1,54	0,25	0,4652	Karaciğer	41	0.00	1,1	0,206	0,2237	262	184	0,188
(Kruskal-Wallis test: 2.751; p>0.05)								(Kruskal-Wallis test: 7.511; p>0.05)							

		<i>Caretta caretta</i>						<i>Chelonia mydas</i>							
Metal	Doku	N	Min	Maks	Ortalama	Std.Sap.		N	Min	Maks	Ortalama	Std. Sap	Willcoxon W	U Değ.	Önem
Cu	Kas		LOD				Kas		LOD						
	Böbrek		LOD				Böbrek	3	0,11	0,22	0,175	0,0555			
	Kalp		LOD				Kalp		LOD						
	Karaciğer	9	0,94	13,88	6,74	4,391	Karaciğer	36	0,48	32,58	12,16	9,437	157	112	0,163
Fe	Kas ^{abc}	13	1,73	32,28	10,774	7,8749	Kas ^{abcd}	41	0,88	45,38	6,231	8,801	978	117	0,002*
	Böbrek ^{ad}	14	2,91	107,93	46,918	31,594	Böbrek ^{ae}	41	13,63	99,73	53,595	21,8611	507	416	0,002*
	Kalp ^b	13	13,25	107,51	50,466	29,1886	Kalp ^b	24	23,24	157,91	73,165	33,1903	180	89	0,033*
	Karaciğer ^{cd}	12	32,75	2043,77	376,476	554,8849	Karaciğer ^{ce}	41	24,38	1384,99	229,156	288,4285	377	299	0,328
	(Kruskal-Wallis test: 31,393; p<0,01)							(Kruskal-Wallis test: 103,204; p<0,01)							
Hg	Kas		LOD				Kas	2	0,07	61,15	30,611	43,186			
	Böbrek		LOD				Böbrek	2	0,89	7,37	4,13	4,5833			
	Kalp		LOD				Kalp		LOD						
	Karaciğer		LOD				Karaciğer	1	0,5	0,5	0,5				
								(Kruskal-Wallis test: 0,601; p>0,05)							
Mg	Kas	13	7,41	35,67	12,349	7,7393	Kas	41	4,09	74,52	13,75	11,0369	1184	323	0,253
	Böbrek	14	3,06	164	17,946	42,1217	Böbrek	41	439	109,47	15,026	16,1627	301	210	0,253
	Kalp	13	4,59	45,24	10,269	10,6617	Kalp	24	425	37,86	11,146	7,5869	205	114	0,189
	Karaciğer	12	3,28	57,08	13,17	15,3874	Karaciğer ^a	41	3,53	41,28	11,36	7,949	296	218	0,479
(Kruskal-Wallis test: 6,141; p>0,05)								(Kruskal-Wallis test: 9,076; p<0,05)							
Mn	Kas ^{ab}	13	0,54	2,59	1,402	0,6813	Kas ^{abc}	41	0,31	12,15	1,488	2,0938	1056	195	0,148
	Böbrek ^{ac}	14	0,69	56,81	9,721	13,8844	Böbrek ^{ade}	41	1,03	20,95	5,38	3,9793	429	338	0,148

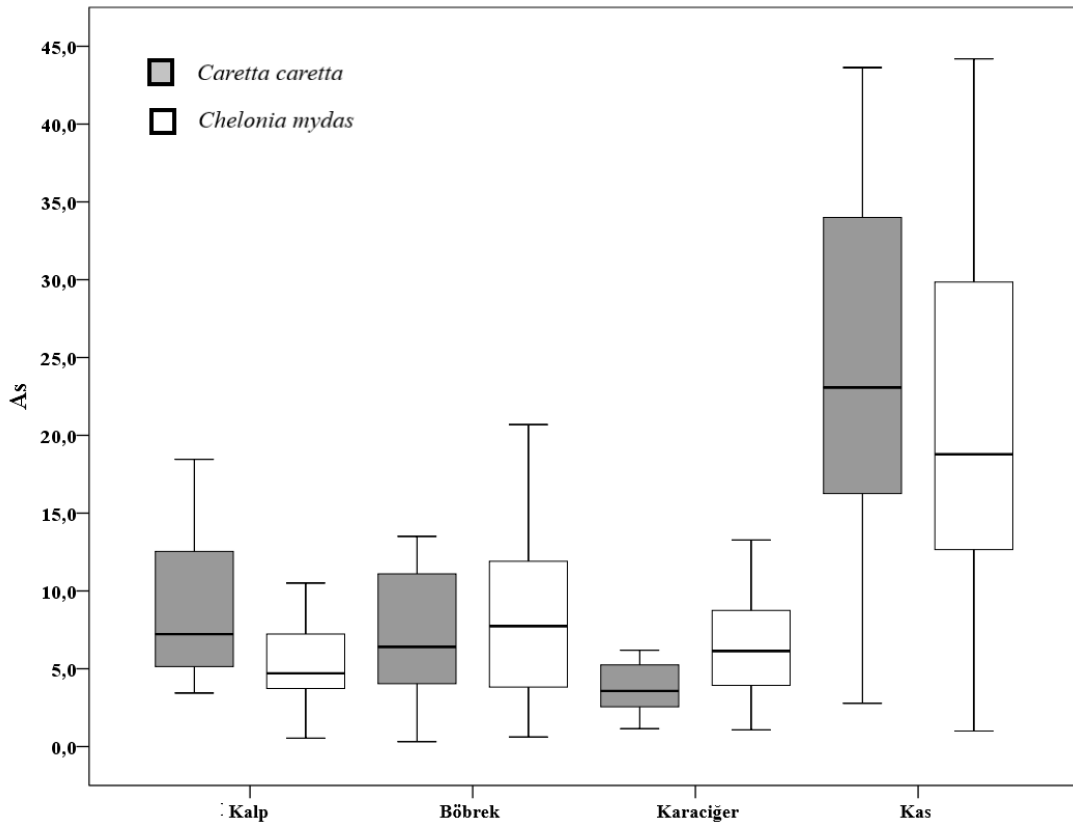
<i>Caretta caretta</i>							<i>Chelonia mydas</i>								
Metal	Doku	N	Min	Maks	Ortalama	Std.Sap.		N	Min	Maks	Ortalama	Std. Sap	Willcoxon W	U Değ.	Önem
	Kalp ^{cd}	13	1,33	4,41	2,301	0,9419	Kalp ^{ef}	24	0,63	3,68	1,597	0,8415	323	232	0,015*
	Karaciğer ^{bd}	12	3,58	17,97	7,999	4,746	Karaciğer ^{be}	41	2,15	65,87	11,04	11,7631	263	185	0,163
	(Kruskal-Wallis test: 30,009; p<0,01)						(Kruskal-Wallis test: 100,740; p<0,01)								
	Kas	LOD					Kas	3	0,03	0,4	0,164	0,2012			
	Böbrek	11	0,1	7,69	1,832	2,1229	Böbrek	28	0,03	7,35	0,698	1,3918			
Ni	Kalp	1	0,46	0,46	0,456	.	Kalp	4	0,18	2,9	1,05	1,2519	2	1	0,8
	Karaciğer	3	0,13	0,53	0,288	0,215	Karaciğer	10	0,01	2,56	0,779	0,8422	19	13	0,811
	(Kruskal-Wallis test: 4,430; p>0,05)						(Kruskal-Wallis test: 3,179; p>0,05)								
	Kas ^{ab}	7	0	0,22	0,1	0,0793	Kas ^{abcd}	29	0,01	0,66	0,116	0,1482	529	94	0,784
	Böbrek ^{ac}	14	0,48	18,99	2,568	4,7417	Böbrek ^{afg}	41	0,29	5,03	1,197	0,8678	301	223	0,619
Pb	Kalp ^c	13	0,1	0,95	0,35	0,2401	Kalp ^{bg}	24	0,19	2,29	0,716	0,5499	173	82	0,018*
	Karaciğer ^b	12	0,08	14,39	1,921	4,0309	Karaciğer ^{cef}	41	0,03	1,91	0,543	0,4183	341	263	0,229
	(Kruskal-Wallis test: 26.409; p<0.01)						(Kruskal-Wallis test: 69,306; p<0,01)								
	Kas ^a	13	4,26	41,86	16,838	9,3081	Kas ^{abcd}	41	1,39	1281,93	37,911	199,1862	939	78	0,000*
	Böbrek ^b	14	2,95	179,75	25,677	44,5861	Böbrek ^a	41	7,59	97,48	26,864	20,0861	546	455	0,000*
Zn	Kalp ^{abc}	13	19,58	44,94	29,248	8,3481	Kalp ^b	24	10,56	57,68	25,343	9,521	287	196	0,212
	Karaciğer ^c	12	6,86	23,3	14,14	5,2684	Karaciğer ^{ce}	41	7,09	32,89	17,636	5,5857	239	161	0,058
	(Kruskal-Wallis test: 20,917; p<0,01)						(Kruskal-Wallis test: 74,134; p<0,01)								

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Al elementi konsantrasyonları Şekil 3.2’de verilmiştir. Al elementinin hem *C. caretta* hem de *C. mydas* için dokular arasında istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır (Tablo 3.4). Bu farklılık, *C. caretta*’da kalp ile karaciğer arasında olduğu gözlenmiştir. *C. mydas*’da ise Al konsantrasyonunun “kas ile böbrek”, “kas ile kalp” ve “kas ile karaciğer” arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, Al konsantrasyonu, biyolojik birikimi açısından kas dokusu diğer üç dokudan ayrılmıştır. Ayrıca türler arasında sadece böbrek dokusunda Al birikiminde istatistiksel açıdan fark mevcuttur. Buna göre *C. mydas*’ın böbreğinde Al birikiminin *C. caretta*’nın böbreğinden daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.



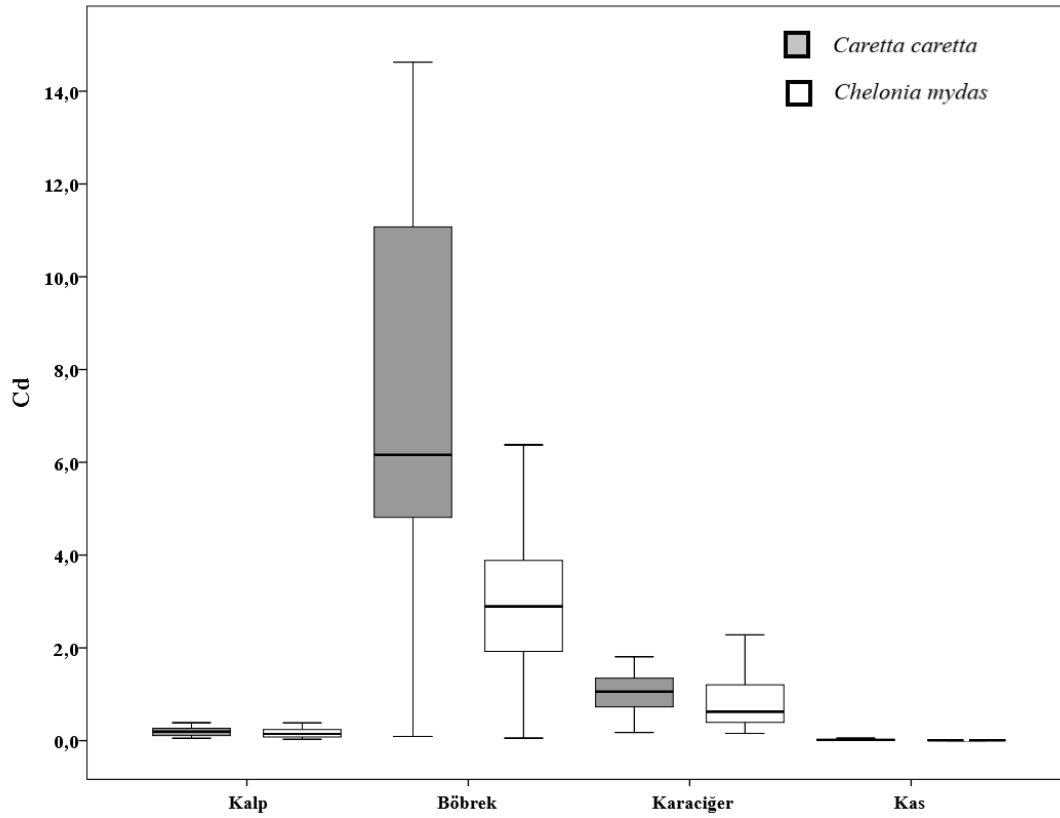
Şekil 3- 2 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken Al konsantrasyonu değişimleri (µg.kg⁻¹ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken As elementi konsantrasyonları Şekil 3.3'te verilmiştir. As birikimi incelendiğinde hem *C. caretta* hem de *C. mydas* dokularında farklı oranlarda biriktiği gözlemlenmiştir. Bu istatistiksel açıdan önemli farklılıkların, *C. caretta*'nın kas ile böbrek ve kas ile karaciğer dokuları arasında olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). *C. mydas*'da ise As elementi karaciğer ile böbrek, karaciğer ile kalp ve karaciğer ile kas arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.4). Dolayısıyla, As biyolojik birikimi açısından karaciğer dokusu diğer üç dokudan ayrılmıştır. Ayrıca türler arasında karaciğer ve kalp dokularında As birikimi istatistiksel açıdan farklı olarak bulunmuştur. Buna göre *C. mydas*'ın kalbindeki As birikiminin *C. caretta*'nın kalbinden daha düşük olduğu gözlemlenirken karaciğer dokusu için *C. mydas* değerlerinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



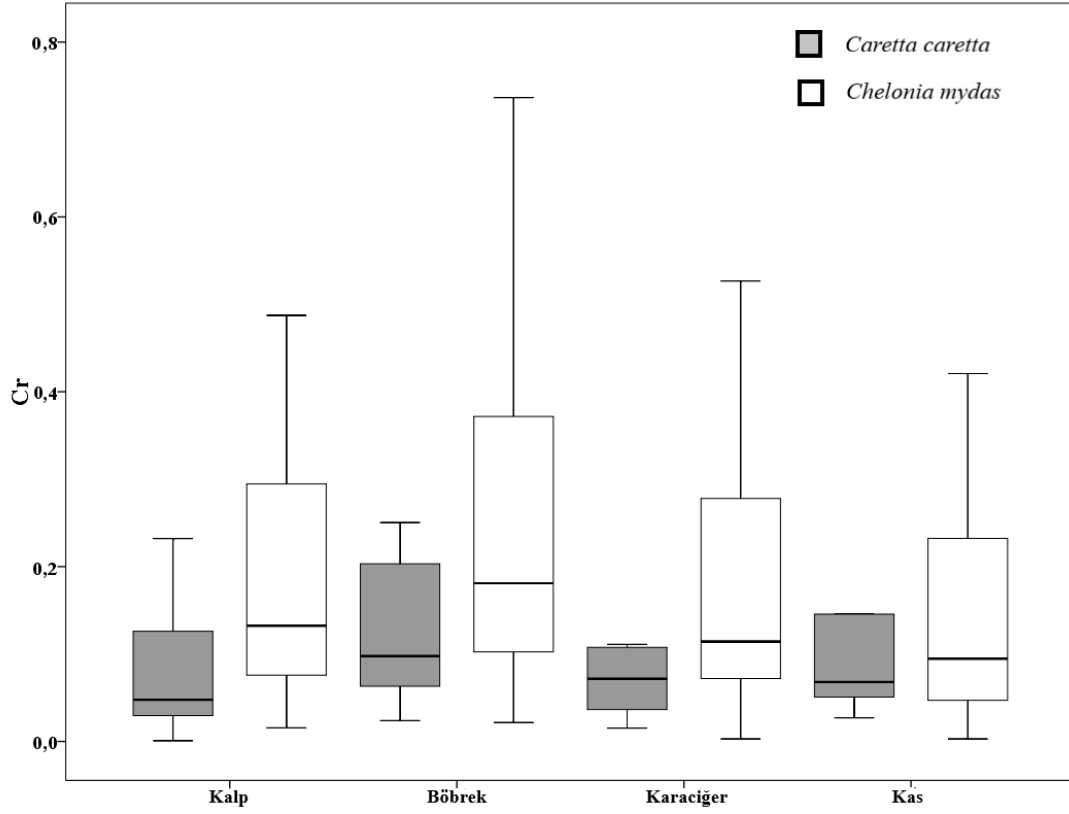
Şekil 3- 3 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken As konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Cd elementi konsantrasyonları Şekil 3.4’de verilmiştir. Cd elementinin hem *C. caretta* hem de *C. mydas* dokularında farklı oranlarda biriktiği tespit edilmiştir. Bu anlamlı farklılıkların, *C. caretta*’nın kas ile karaciğer, kas ile böbrek ve böbrek ile kalp dokuları arasında olduğu incelenmiştir (Tablo 3.4). *C. mydas*’da kas ile kalp, kas ile kalp, kas ile karaciğer, böbrek ile kalp, kalp ve karaciğer arasında istatistiksel açıdan farklılıklar bulunmuştur. Böylece Cd birikimi açısından kas dokusu diğer üç dokudan ayrılmıştır. Türler arasında Cd birikimi açısından önemli farklılıklar bulunamamıştır.



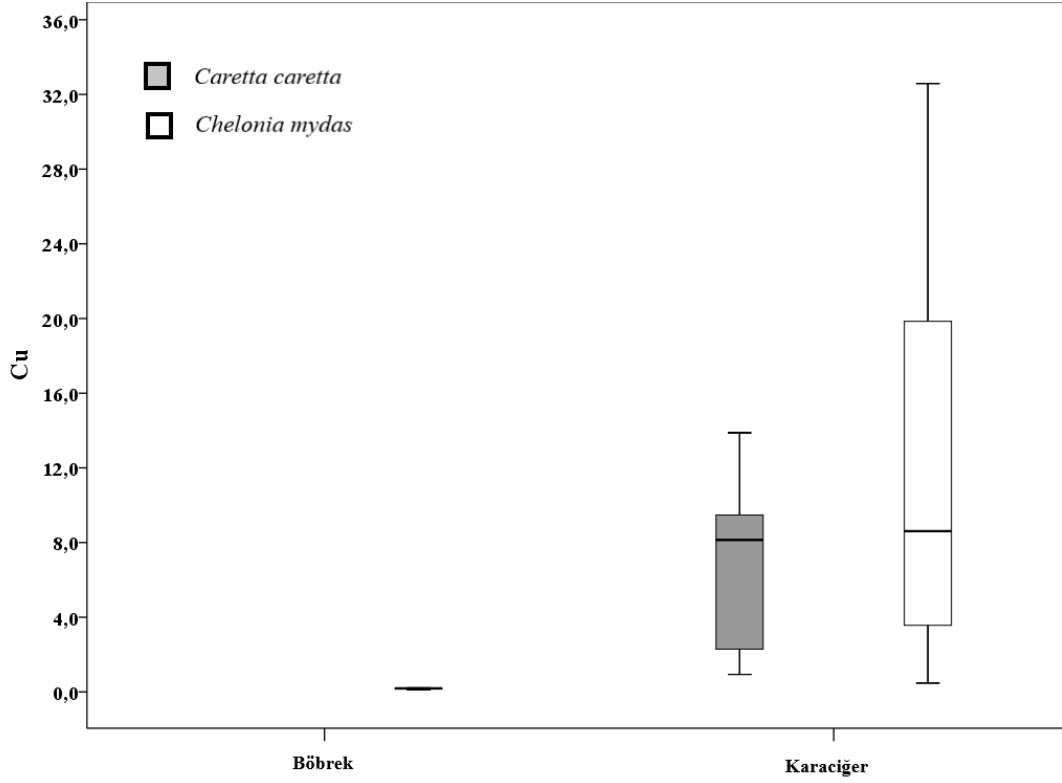
Şekil 3- 4 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken Cd konsantrasyonu değişimleri (µg.kg⁻¹ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Cr elementi konsantrasyonları Şekil 3.5’de verilmiştir. Cr elementinin birikimi açısından hem tür içi dokular hem de türler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar saptanamamıştır (Tablo 3.4).



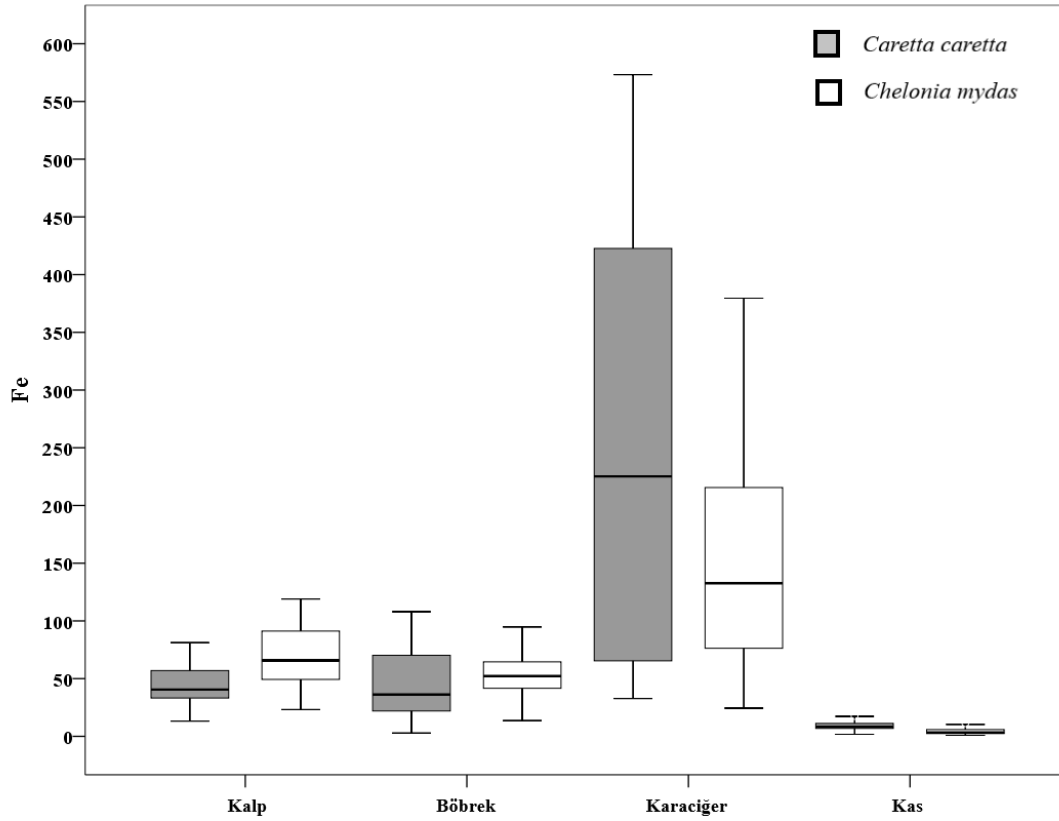
Şekil 3- 5 : Deniz kaplumbağa dokularında biriken Cr konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Cu elementi konsantrasyonları Şekil 3.6’da verilmiştir. Cu elementi birikiminin iki tür için de kas, böbrek ve kalp dokularında limit değerlerinin altında kaldığı saptanmıştır. Ayrıca türler ve tür içi dokular arasında da istatistiksel açıdan farklılıklar olmadığı gözlemlenmiştir (Tablo 3.4).



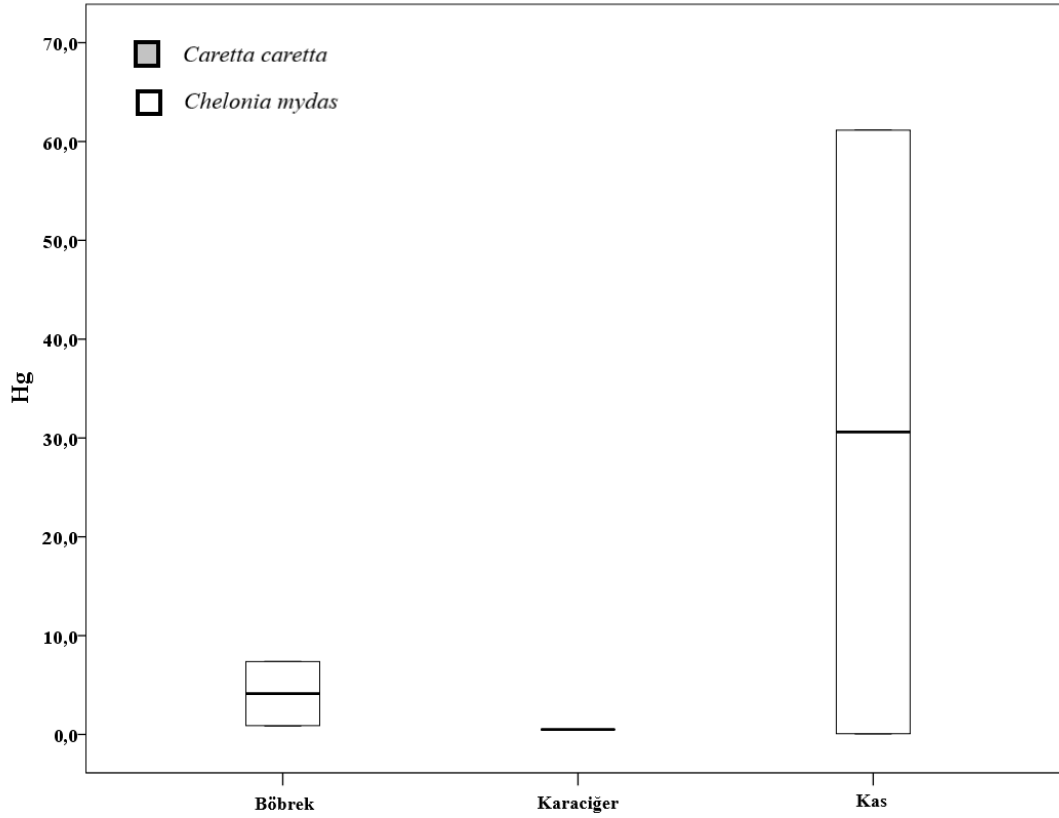
Şekil 3- 6 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Cu konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Fe elementi konsantrasyonları Şekil 3.7’de verilmiştir. Fe birikimi incelendiğinde hem *C. caretta* hem *C. mydas*’da kas ile böbrek, kalp ve karaciğer dokuları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (Tablo 3.4). Buna göre, Fe elementinin birikimi açısından kas dokusunun diğer üç dokudan ayrıldığı incelenmiştir. Ayrıca, iki türün de böbrek ile karaciğer dokuları arasında istatistiksel anlamda farklılıklar olduğu gözlemlenmiştir. Öte yandan türler arasında kas, böbrek, karaciğer ve kalp dokuları arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur. Fe birikiminin *C. caretta*’nın kas ve böbrek dokularında *C. mydas*’a göre daha fazla olduğu bulunurken kalp ve karaciğer dokularında daha düşük seviyelerde seyrettiği incelenmiştir.



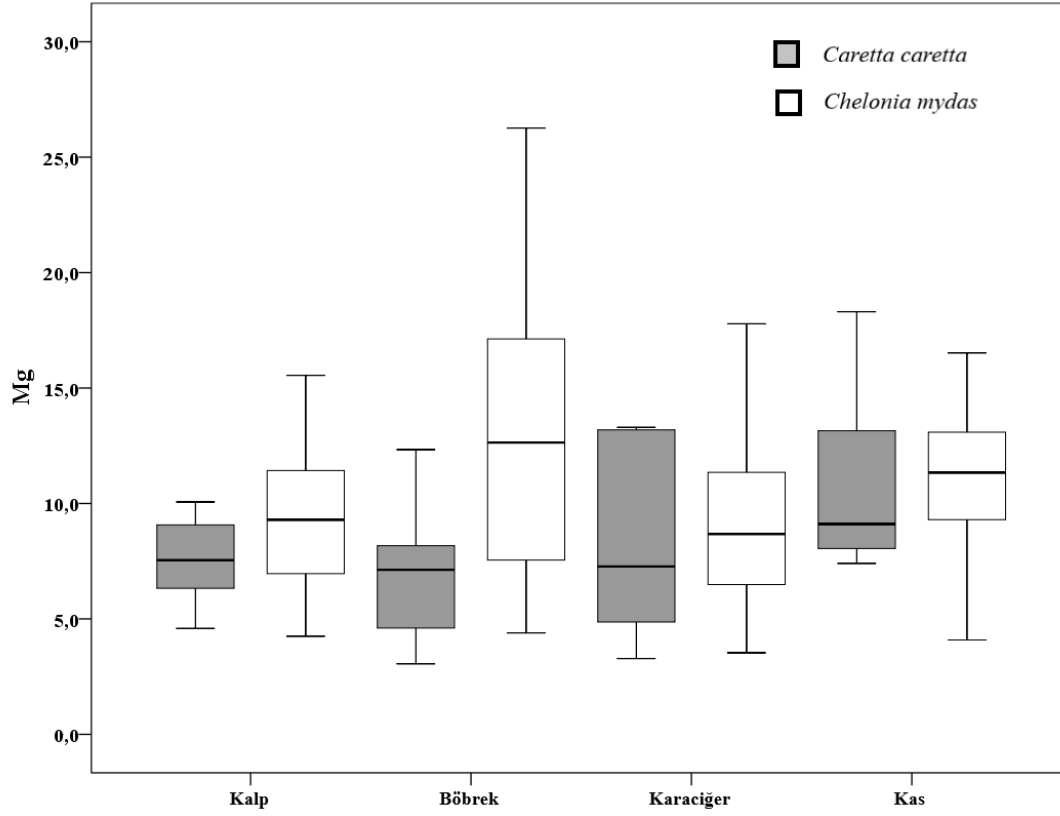
Şekil 3- 7 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Fe konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Hg elementi konsantrasyonları Şekil 3.8’de verilmiştir. Hg elementi birikiminin *C. caretta*’nın kas, böbrek, karaciğer ve kalp dokularında limit değerlerinin altında kaldığı belirlenmiştir (Tablo 3.4). *C. mydas*’ta ise böbrek ve kas dokusundan 2’şer örnek ve karaciğer dokusundan 1 örneğe ait veri elde edilmiştir. Diğer örneklere ait değerler limit değerlerinin altında kalmıştır. Bu nedenle Hg elementi için herhangi bir istatistiksel analiz yapılamamıştır.



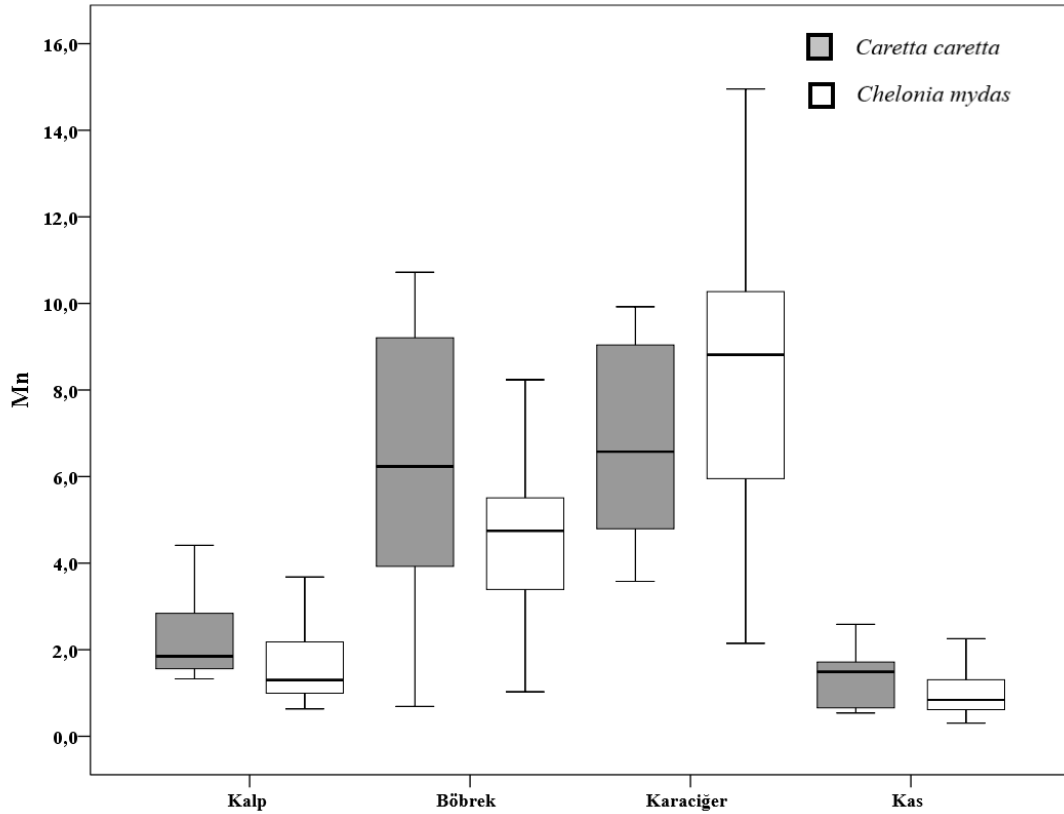
Şekil 3- 8 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Hg konsantrasyonu değişimleri (µg.kg⁻¹ w.w.)

Mg elementi için elde edilen veriler deniz kaplumbağaları için ilk kez bu çalışma ile sunulmaktadır. *C. caretta* ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Mg elementi konsantrasyonları Şekil 3.9’da verilmiştir. Mg elementi birikiminin hem tür içi dokular arasında hem de türler arasında aynı dokular karşılaştırıldığında istatistiksel açıdan farklılık saptanamamıştır (Tablo 3.4).



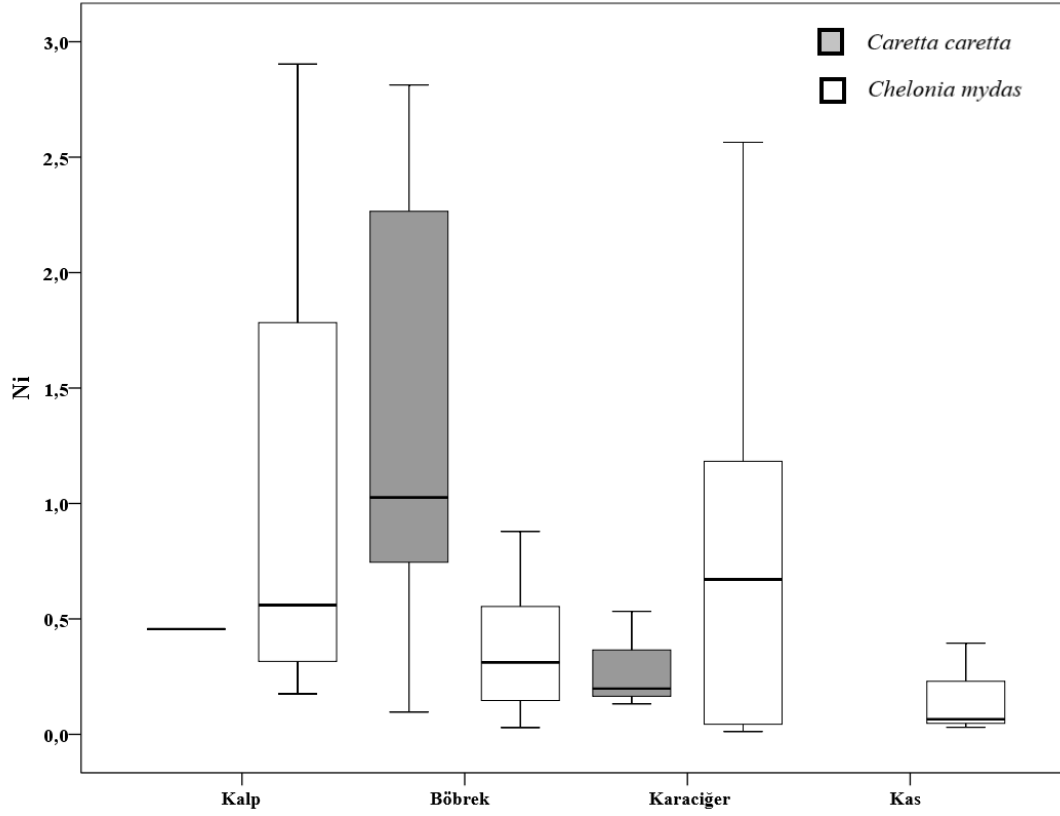
Şekil 3- 9 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Mg konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Mn elementi konsantrasyonları Şekil 3.10’da verilmiştir. Mn birikimi açısından incelendiğinde *C. caretta*’nın kasında diğer üç doku ile istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar içerdiği gözlemlenmiştir (Tablo 3.4). Ayrıca, “böbrek ile kalp” ve “kalp ile karaciğer” arasında da istatistiksel olarak farklılıklar saptanmıştır. *C. mydas*’da “kas ile böbrek”, “böbrek ile kalp” ve “kalp ile karaciğer” dokuları arasında istatistiksel farklılıklar tespit edilmiştir. Ek olarak, *C. caretta* ve *C. mydas* kalbinde biriken Mn konsantrasyonları analiz edildiğinde, istatistiksel bakımdan önemli farklılıklar bulunmuştur (Tablo 3.4). *C. caretta* kalp dokusundaki Mn birikiminin *C. mydas*’a göre daha fazla olduğu belirlenmiştir.



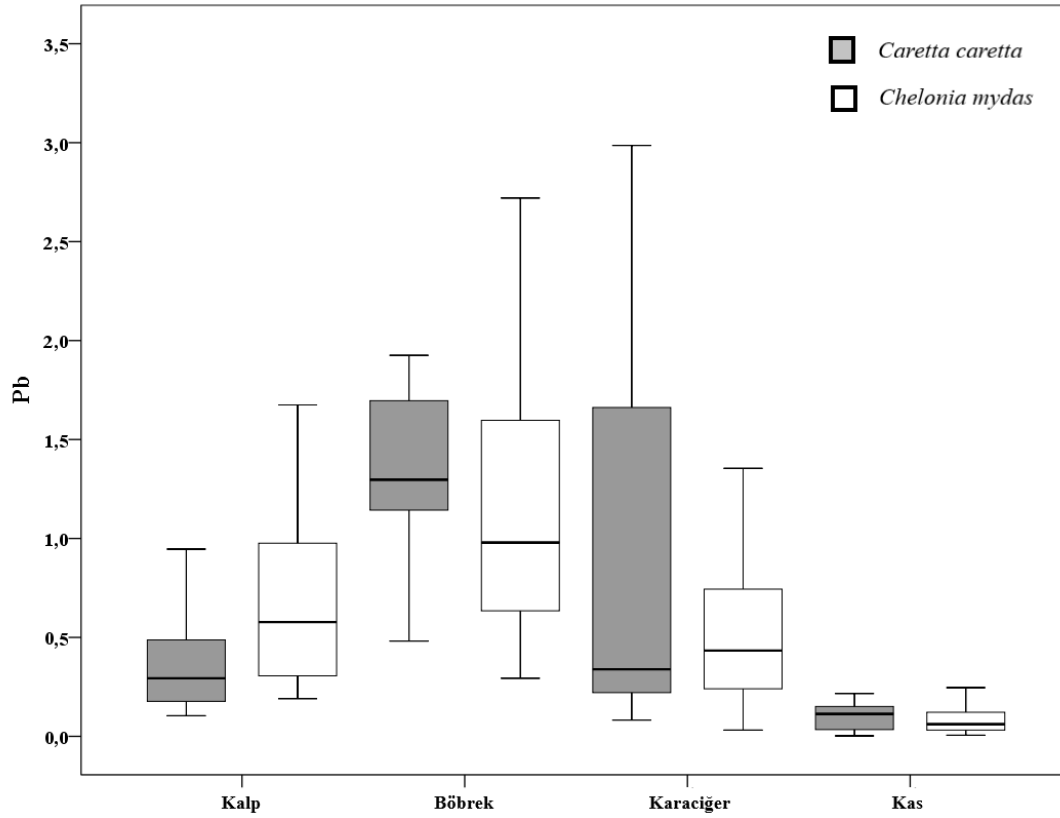
Şekil 3- 10 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Mn konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Ni elementi konsantrasyonları Şekil 3.11’de verilmiştir. Ni birikimi *C. caretta* kas dokusunda limit değerin altında tespit edilmiştir. Bu nedenle, Ni elementi açısından hem tür içi dokular hem de türler arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar gözlemlenmemiştir (Tablo 3.4).



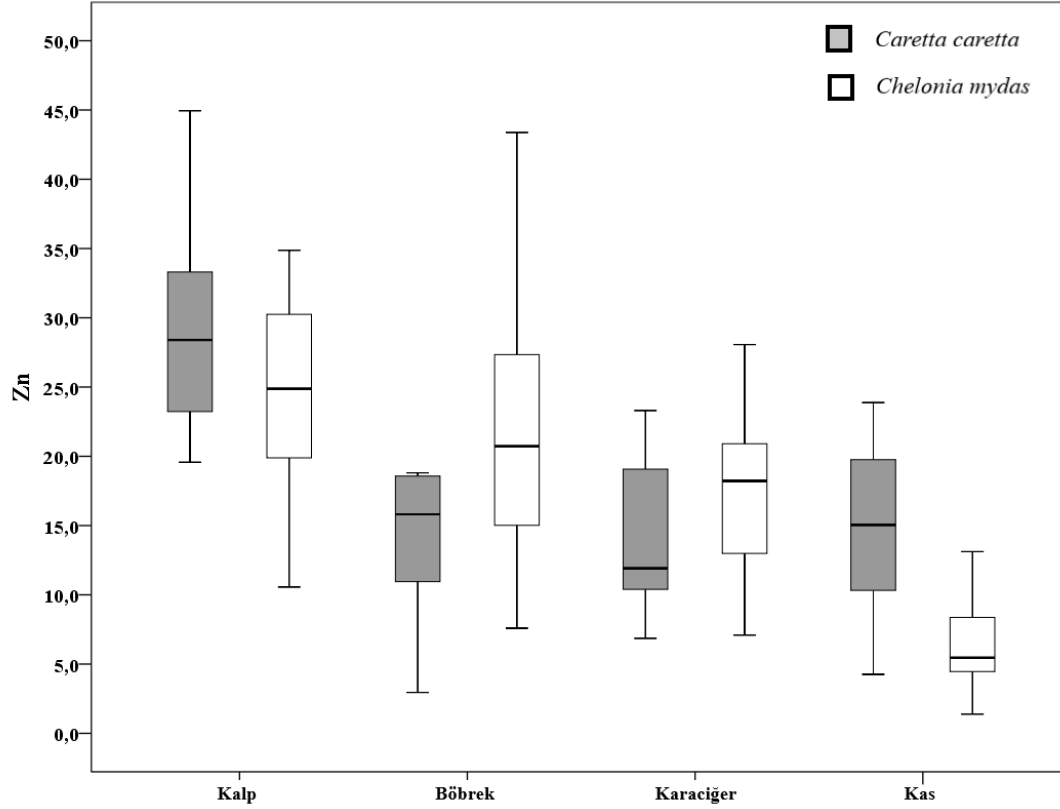
Şekil 3- 11 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Ni konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Pb elementi konsantrasyonları Şekil 3.12’de verilmiştir. Pb elementinin birikiminde *C. caretta*’nın “kas ile böbrek” , “böbrek ile kalp” dokuları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar incelenmiştir. *C. mydas*’da ise Pb biyolojik birikim açısından kas ile diğer üç dokudan ayrılmıştır (Tablo 3.4). Ayrıca “böbrek ile karaciğer” ve kalp istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir. Bunun haricinde türler arasında kalpte Pb birikimi için önemli farklılıklar belirlenmiştir. *C. mydas*’ın kalbinde biriken Pb oranı *C. caretta*’ya göre daha fazla bulunmuştur.



Şekil 3- 12 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Pb konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

C. caretta ve *C. mydas* türlerinin dokularında biriken Zn elementi konsantrasyonları Şekil 3.13'te verilmiştir. Zn birikimi açısından incelendiğinde *C. caretta*'nın kalbi, *C. mydas*'ın ise kası diğer üç dokudan istatistiksel olarak ayrılmıştır. As birikimini türler arasında böbrek ve kas dokularında istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir (Tablo 3.4). Buna göre *C. mydas*'da kas ve böbrek dokularındaki birikim *C. caretta*'ya göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3- 13 : Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve İribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokuları arasındaki Zn konsantrasyonu değişimleri ($\mu\text{g.kg}^{-1}$ w.w.)

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada Kuzey Kıbrıs kıyılarında ölü olarak karaya vuran ergin öncesi dönemdeki iribaşlı ve yeşil deniz kaplumbağalarının böbrek, kas, karaciğer ve kalp dokularında biriken ve en sık araştırılan elementler olan Pb, Cd, Hg, Al, As, Ca, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn (Cortes-Gomez ve diğ. 2017; Yipel ve diğ. 2017) konsantrasyonları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, incelenen tüm elementlerin birikimlerinin dokular arasında farklı seviyelerde olduğunu göstermiştir. Bu kapsamda, elde ettiğimiz sonuçlar ile farklı coğrafi bölgelerde yapılan çalışmalarda deniz kaplumbağaları dokularındaki (kas, kalp, karaciğer ve böbrek) ağır metal konsantrasyonlarının literatür karşılaştırmaları Tablo 4-1’de özetlenmiştir. Bunlar arasında öne çıkan bazı sonuçlardan kısaca bahsedecek olursak, Akdeniz’in Kuzey Kıbrıs sahillerinde, *C. caretta* ve *C. mydas*’ın ergin bireylerinden ve yumurta örneklerinden yapılan incelemelerde Hg, Cd ve Pb varlığı tespit edilmiştir (Godley ve diğ. 1999). Bu çalışma, Kuzey Kıbrıs sahillerinden ağır metal analizi bakımından ilk ve tek araştırma özelliği taşımaktadır. Bu çalışmada verilen sonuçlara göre; yüksek Hg konsantrasyonunun karaciğerde biriktiği görülürken, en yüksek kadmiyum konsantrasyonunun ise böbreklerde biriktiği saptanmıştır. Hg konsantrasyonunun genelde düşük seyrettiği (*C. caretta*’da en fazla 0,75 $\mu\text{g.g}^{-1}$, *C. mydas*’ta en fazla 0,24 $\mu\text{g.g}^{-1}$) gözlemlenmiştir. Yumurta sarısında yapılan incelemelerde Cd konsantrasyonu iribaşlı deniz kaplumbağalarında, yeşil kaplumbağalara göre daha fazla değerde bulunmuştur (*C. caretta*’da 1,22 $\mu\text{g.g}^{-1}$, *C. mydas* 1,45 $\mu\text{g.g}^{-1}$) (Godley ve diğ. 1999). Yapılan çalışmada genel olarak, her iki türün yuva içeriğindeki ağır metal konsantrasyonlarının genellikle düşük, ölçülebilir sınırların altında olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada Godley ve diğ. (1999), yeşil deniz kaplumbağalarında, iribaş deniz kaplumbağalarına göre daha düşük metal konsantrasyonları olduğunu ileri sürmüştür.

Storelli ve diğ. (2003) tarafından İtalya’nın Valenzano kıyılarında da benzer bir araştırma yapılmış ve deniz kaplumbağalarındaki ağır metal kalıntılarından yola çıkarak, en yüksek Hg oranı karaciğerde, en yüksek Cd oranı böbrekte ve en yüksek Pb oranı ise kemikte olduğu tespit edilmiştir. As, en çok kas dokusunda bulunmuştur. Valenzano kıyılarındaki incelemelerde de yumurtalar örnekleme dâhil edilmiş ve ağır

metallerin en çok yumurta sarısında mevcut olduğu gözlemlenmiştir. Yumurta sarısında tespit edilen ağır metaller arasında Hg, Cu ve Zn bulunmakla beraber yüksek konsantrasyonda Fe elementi bulunmuştur (Storelli ve diğ. 2003).

Franzellitti ve diğ. (2004) ise Kuzeybatı Adriyatik kıyılarında çalışmalarını gerçekleştirmiş ve kirliliğin deniz kaplumbağaları için potansiyel bir tehdit olması konusunda kanıt olmadığını, ancak çevresel kirliliğin bir şekilde etkiliyor olabileceği ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmada Kuzeybatı Adriyatik kıyısındaki bulunan Po Deltasından Reno ağzına (İtalya) kadar ki bölgeden bulunan iribaşlı kaplumbağaların (*C. caretta*) karaciğer, akciğer, kas ve yağ dokusundaki Cd, Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn düzeyleri değerlendirilmiştir (Franzellitti ve diğ. 2004).

García-Fernández ve diğ. (2009) ise İspanya kıyılarında bulunan iribaşlı deniz kaplumbağalarının üzerine bir çalışma yapmış ve temel elementlerden Zn ve Cu ortalama konsantrasyonları; karaciğerde 107 ve 21,6 µg/g (kuru ağırlık), böbreklerde 27,9 ve 3,8 µg/g (kuru ağırlık), pektoral kasta 65,4 ve 5,0 µg/g (kuru ağırlık), beyinde 11,1 ve 3,45 µg/g (kuru ağırlık), kemikte 19,2 µg/g(kuru ağırlık) olarak tespit etmişlerdir. Aynı çalışmada, Cd ve Pb konsantrasyonları ise; karaciğerde 23,4 ve 2,8 µg/g (kuru ağırlık), böbrekte 31,5 ve 0,5 µg/g (kuru ağırlık), pektoral kasta 0,2 ve 0,3 µg/g (kuru ağırlık), beyinde 0,2 ve 0,7 µg/g (kuru ağırlık), kemikte 1,2 µg/g (kuru ağırlık) olarak tespit edilmiştir.

Türkiye’de ise Kaska ve diğ. (2004) Akdeniz sahillerindeki ölü olarak kıyıya vuran *C. caretta* ve *C. mydas* türü deniz kaplumbağalarının dokularında biriken ağır metaller, kıyı şeridi boyunca mevcut yuvalama ve beslenme alanlarından alınan örnekler ile incelenmiştir. Bunu takip eden diğer bir çalışma olarak da Yipel ve arkadaşları tarafından 2017 yılında Kuzeydoğu Akdeniz’den (Samandağ ve Dört Yol kıyıları, Hatay, Türkiye) gelen deniz kaplumbağalarının (*C. caretta* ve *C. mydas*) kan, karaciğer ve böbreklerindeki hem esansiyel hem de esansiyel olmayan metal düzeyleri bildirilmiştir (Yipel ve diğ. 2017). Belirtilen saha içerisinde ilk teşkil eden bu çalışmanın sonuç verilerinde, Akdeniz’in diğer bölgelerine kıyasla daha düşük Cd seviyeleri gösterdiği bulunmuştur. Son olarak ise Aymak ve diğ. (2021) Cd, Cu, Pb, Mn ve Cr ortalama konsantrasyonlarının karaciğer dokusunda kastakine göre daha yüksek düzeylerde olduğu gösterilmiştir. Ayrıca daha önceki çalışmalar ile de tutarlılık göstererek Zn ve As düzeyleri kas dokusunda yüksek düzeylerde tespit edilmiştir.

Tablo 4-1: Yeşil kaplumbağa (*Chelonia mydas*) ve iribaşlı kaplumbağa (*Caretta caretta*) dokularında biriken ağır metal konsantrasyonlarının (µg.kg-1 w.w.) farklı coğrafik bölgelere göre karşılaştırılması

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
Al	3,6±1,238	1,36±0,303	2,00±0,553	2,59±1,107	0,94±0,278	0,76±0,142	7,56±2,534	9,75±4,567	Kuzey Kıbrıs	Bu çalışma
	-	-	1,06±0,25	0,80±0,50	-	-	1,13±0,61	0,96±0,63	Türkiye'nin güney sahilleri	Yipel ve diğ. 2017
As	24,34±3,678	21,57±2,008	12,55±6,179	8,90±1,075	8,77±1,345	5,64±0,715	3,84±0,472	7,05±7,52	Kuzey Kıbrıs	Bu çalışma
	14,57±7,864	-	-	-	-	-	7,52±7,52	-	Kazanlı kumsalı (Türkiye)	Aymak ve diğ. 2021*
	-	-	1,99±1,66	<LOD	-	-	1,87±1,45	<LOD	Türkiye'nin güney sahilleri	Yipel ve diğ. 2017
	-	-	11,80±10,81	-	-	-	3,18±3,25	-	İspanya	Jerez ve diğ. 2010*
	4,12±2,62	4,82±2,62	3,40±1,93	2,05±1,07	-	-	1,58±0,39	0,44±0,23	Kuzey Pasifik	Saeki ve diğ. 2000*
	7,35±1,37	-	13,80±2,40	-	-	-	17,07±2,9	-	Kanarya adaları	Torrent ve diğ. 2004
	0,2-154,5	-	0,165-30,29	-	-	-	0,2-18,54	-	Campania Bölgesi (İtalya)	Esposito ve diğ. 2020#
	33,5±34,4	-	22,1±20,0	-	-	-	15,5±11,5	-	Güney İtalya	Canzaella ve diğ. 2021
	14,7±1,47	-	5,71±0,49	-	-	-	4,49±0,35	-	Portugal	Nicolau et al., 2017
	-	2,89±0,97	-	2,50±0,02	-	-	-	1,16±0,99	China	Lam et al., 2004*
	-	6,86±1,07	-	0,20±0,08	-	-	-	2,71±0,25	Amerika (Atlantik)	Faust et al. 2014
	4,16±1,99	3,09±1,38	6,83±3,68	4,95±1,95	-	-	3,55±1,90	2,42±1,26	Türkiye	Kaska et al., 2004*
	4,12±2,62	-	3,40±1,93	2,05±1,07	-	-	1,58±0,39	0,44±0,23	Japonya	Saeki ve diğ. 2000*
	0,05±0,01	-	0,09±0,01	-	-	-	0,23±0,001	-	Mısır (Mediter)	Abdallah ve diğ. 2011*

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
Cd	0,04±0,027	0,02±0,004	8,50±1,985	3,07±0,299	0,21±0,042	0,17±0,020	1,02±0,139	0,85±0,090	Kuzey Kıbrıs	Bu çalışma
	0,096±0,182	-	-	-	-	-	0,918±0,596	-	Kazanlı kumsalı Türkiye	Aymak ve diğ. 2021*
	-	-	4,71±1,66	4,24±1,01	-	-	2,01±0,42	0,54±0,31	Türkiye Güney Kıyıları	Yipel ve diğ. 2017
	0,11 ± 0,16		8,78 ± 7,28				1,49 ± 1,37		Güney İtalya	Canzaella ve diğ. 2021
	0,06-0,286	0,024-0,156	3,76-8,44	0,692			1,028-2,594	0,506-2,146	Kuzey Kıbrıs	Godley ve diğ. 1999*#
	0,06±0,02	0,02	38,3±17,5	41,2	0,454±0,339	-	9,74±3,37	8,0	Ashizuri. Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	-	33,0±0,02	-	36,0±0,02	-	-	-	66,0±0,05	Umman Denizi Kuzey Sahilleri	Sinaei ve diğ. 2021
	0,002-0,20	-	0,02-30,15	-	-	-	0,02-13,50	-	İtalya Campania Bölgesi	Esposito ve diğ. 2020#
	1,14±0,28	-	5,01±1,02	-	-	-	2,53±0,45	-	Canarya Adalaro	Torrent ve diğ. 2004
	0,36±0,11	-		-	-	-	2,84±0,72	-	İtalya	Franzellitti ve diğ. 2004
	0,07±0,03	-	8,35±4,83	-	-	-	3,36±1,94	-	İtalya	Storelli ve diğ. 2005
	0,04±0,04		20,59±12,45	-	-	-	4,82±8,55	-	Güney İtalya	Maffucci ve diğ. 2005*
	0,02	0,002	26,31	43,56	-	-	0,43	0,82	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	0,04±0,03	-	10,5±23,6	-	-	-	5,85±13,42	-	İspanya	Garcia-Fdz ve diğ. 2009
	0,16±0,01	-	1,97±0,47	13,32±1,05	-	-	0,6±0,1	2,65±0,27	İtalya (Cc), Costa Rica (Cm)	Andreani ve diğ. 2008*
	0,09±0,01		15,29±4,14	-	-	-	1,61±0,98	-	Mısır (Mediter)	Abdallah ve diğ. 2011*

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
	0,16±0,01	-	1,86±0,37	-	-	-	5,03±0,54	-	Portekiz	Nicolau 2017
	0,05±0,03	-	-	-	-	-	-	-	İspanya	Novillo ve diğ. 2017
	-	BLD-0,02f		0,89±0,62	-	-	-	0,27±0,24	Çin	Lam ve diğ. 2004*
	-	0,14±0,02		10,18±0,82	-	-	-	1,47±0,22	Brezilya	Da Silva ve diğ. 2014*
	-	BLD		3,97±0,61	-	-	-	0,90±0,12	Amerika (Atlantik)	Faust ve diğ. 2014
	0,71±0,68	0,29±0,09	6,10±3,53	5,69±2,32	-	-	2,71±0,97	1,84±0,68	Türkiye	Kaska ve diğ. 2004*
	0,02±0,01	-	2,33±2,12	-	-	-	0,20±0,12	-	İspanya	Jerez ve diğ. 2010*
	-	0,04±0,03		51,12±23	-	-	-	4,55±2,42	Japonya	Anan ve diğ. 2001*
	-	-	-	37,4	-	-	-	4,23	Meksika	Talavera ve diğ. 2007
	-	-	-	0,78±0,09	-	-	-	0,23±0,07	Brezilya	Barbieri 2009*
Cr	0,15±0,041	0,17±0,037	0,38±0,261	0,53±0,220	0,10±0,025	0,25±0,062	0,25±0,134	0,21±0,035	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
	0,078±0,098	-	-	-	-	-	0,094±0,072	-	Türkiye Kazanlı Kumsalı	Aymak ve diğ. 2021*
	-	-	0,15±0,06	0,05±0,05	-	-	0,16±0,09	0,04±0,05	Türkiye Güney Kıyıları	Yipel ve diğ.2017
	-	0,54±0,57	-	0,38±0,14	-	-	-	0,27	Çin	Lam ve diğ. 2004*
	-	4,80±0,12	-	4,28±0,18	-	-	-	4,25±0,11	Amerika (Atlantik)	Faust ve diğ. 2014
	0,30±0,15	0,44±0,34	-	-	-	-	0,67±0,23	0,61±0,30	Türkiye	Kaska ve diğ. 2004*
	-	0,28±0,04	-	0,79±0,25	-	-	-	0,55±0,15	Japonya	Anan ve diğ. 2001*
Cu	LOD	LOD	LOD	0,18±0,032	LOD	LOD	6,74±1,464	12,16±9,44	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
	1,3±1,644	-	-	-	-	-	5,54±3,166	-	Türkiye Kazanlı Kumsalı	Aymak ve diğ. 2021*
	-	-	1,89±1,26	2,03±1,64	-	-	3,14±2,58	2,13±1,95	Türkiye	Yipel ve diğ. 2017

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
									Güney Kıyıları	
	0,81±0,27	0,25	1,30±0,25	1,51	1,23±0,377	-	17,7±8,93	11,11	Japonya Ashizuri.Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	-	1,65±0,21	-	42,3±0,67	-	-	-	98,7±0,87	Umman Denizi Kuzey Kıyıları	Sinaci ve diğ. 2021
	2,85±0,52	-	4,60±0,97	-			15,02±2,07	-	Kanarya Adaları	Torrent ve diğ. 2004
	1,5±0,4			-	-	-	7,4±3,9	-	İtalya	Franzellitti ve diğ. 2004
	0,59±0,41	-	1,21±0,54	-	-	-	7,69±4,63	-	İtalya	Storelli ve diğ. 2005
	-	0,74±0,33	-	5,47±2,59	-	-		33,25±37,15	Çin	Lam ve diğ. 2004*
	0,54±0,28	-	0,93±0,25		-	-	9,32±2,17	-	İtalya	Maffucci ve diğ. 2005*
	0,08	0,006	1,56	2,04	-	-	8,48	15,01	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	1,01±0,39	-	1,26±1,17		-	-	5,40±2,01	-	İspanya	Garcia-Fdz ve diğ. 2009
	0,48±0,05	-	1,89±0,32	2,83±0,59	-	-	4,37±0,61	25±2,75	Italy (Cc), Costa Rica (Cm)	Andreani ve diğ. 2008*
	-	0,24±0,04		4,39±0,39	-	-	-	25,22±3,97	Brezilya	Da Silva ve diğ. 2014*
	-	0,65±0,09		3,24±1,11	-	-	-	37,1±7,3	Amerika (Atlantik)	Faust ve diğ. 2014
	0,31±0,16	0,42±0,17	0,75±0,21	0,63±0,24	-	-	0,75±0,22	0,42±0,20	Türkiye	Kaska ve diğ. 2004*
	-	0,17±0,08		2,97±1,46	-	-	-	34,75±21,5	Japonya	Anan ve diğ. 2001*
	0,55±0,04	-	4,72±0,24	-	-	-	5,99±0,48	-	Portekiz	Nicolau ve diğ. 2017
	-	-	-	1.98	-	-	-	19,13	Meksika	Talavera ve diğ. 2007
	-	-	-	4,93±0,41	-	-	-	9,97±0,48	Brezilya	Barbieri 2009*

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
Fe	10,77±2,184	6,23±1,374	46,92±8,444	53,60±3,414	50,47±8,095	73,17±6,775	376,48±160,181	229,16±44,505	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
	-	-	36,83±4,79	22,10±2,59	-	-	478,75±46,24	297,60±43,16	Türkiye Güney Kumsalları	Yipel ve diğ. 2017
	19,8±8,71	11,3	20,7	13,9	153±225	-	760	135,5	Japonya Ashizuri.Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	60,9±38,3	-	-	-	-	-	377,4±211,2	-	İtalya	Franzellittive diğ. 2004
	4,19	4,19	85,32	15,87	-	-	75,25	3,58	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	17,08±1,98	-	191±40	75±6,25	-	-	308±101	620,5±71,5	Italy (Cc), Costa Rica (Cm)	Andreanive diğ. 2008*
	4,12±0,51	3,49±0,94	5,51±1,39	4,53±1,19	-	-	3,93±1,19	3,32±0,83	Türkiye	Kaska ve diğ. 2004*
Hg	LOD	30,61±30,537	LOD	4,13±3,241	LOD	LOD	LOD	0,50	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
	-	-	0,06±0,05	0,03±0,02	-	-	0,07±0,05	0,04±0,02	Türkiye Güney Kıyıları	Yipel ve diğ. 2017
	0,03±0,04	-	0,16±0,18	-	-	-	0,09±0,10	-	İspanya	Jerez ve diğ. 2010*
	0,18 ± 0,33	-	0,31 ± 0,78	-	-	-	0,26 ± 0,35	-	Kuzey Kıbrıs	Canzaella ve diğ. 2021
	BDL-0,356	BDL-0,074	0,026-0,16	BDL			0,164-1,5	0,054-0,274	Kuzey Kıbrıs	Godley ve diğ. 1999*#
	0,09±0,03	0,0028	0,27	0,04	92,2±12,6	-	0,40±0,15	0,188	Japonya Ashizuri. Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	0,18±0,21	-	0,16±0,07	-	-	-	0,43±0,29	-	İtalya	Storelli ve diğ. 2005
	-	-	0,09-0,93	-	-	-	0,09-1,6	-	İtalya Campania Bölgesi	Esposito ve diğ. 2020#
	0,08±0,06	-	0,32±0,25	-	-	-	0,27±0,42	-	Kuzey İtalya	Maffucci ve diğ. 2005*

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
	0,026	0,072	-	0,089	-	-	0,091	0,501	Mexico	Kampalath ve diğ. 2006
	0,09±0,01	-	0,31±0,12	-	-	-	0,29±0,19	-	Mısır (Mediter)	Abdallah ve diğ. 2011*
	0,05±0,01	-	0,34±0,22	-	-	-	0,30±0,03	-	Portekiz	Nicolau ve diğ. 2017
	0,04±0,02	-	-	-	-	-	-	-	İspanya	Novillo ve diğ. 2017
	-	0,08-0,04	-	0,12±0,01	-	-	-	0,19±0,05	Çin	Lam ve diğ. 2004*
	-	0,012	-	0,023±0,003	-	-	-	0,08±0,01	Amerika (Atlantic)	Faust ve diğ. 2014
	-	0,008±0,01	-	0,10±0,05	-	-	-	0,10±0,04	Japonya	Anan ve diğ. 2001*
Mg	12,35±2,146	13,75±1,724	17,95±11,257	15,03±2,524	10,27±2,957	11,15±1,549	13,17±4,442	11,36±1,227	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
Mn	1,40±0,189	1,49±0,327	9,72±3,711	5,38±0,621	2,30±0,261	1,60±0,172	8,00±1,370	11,04±1,815	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
	0,31±0,162	-	-	-	-	-	1,02±0,812	-	Kazanlı kumsalı. Türkiye	Aymak ve diğ. 2021*
	-	-	0,72±0,15	0,31±0,06	-	-	3,38±0,86	1,42±0,40	Türkiye Güney Kıyıları	Yipel ve diğ. 2017
	0,28±0,11	0,26	1,50±0,51	17,17	0,32±0,20	-	2,18±0,40	1,88	Japonya Ashizuri. Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	2,7±1,2	-	-	-	-	-	6,23±2,8	-	İtalya	Franzellitti ve diğ. 2004
	0,16	0,0006	2,16	0,11	-	-		-	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	0,27±0,05	-	2,38±0,44	1,95±0,09	-	-	1,99±0,35	2,24±0,23	İtalya (Cc), Costa Rica (Cm)	Andreani ve diğ. 2008*
	0,14±0,01	-	2,09±0,13		-	-	1,78±0,09	-	Portekiz	Nicolau ve diğ. 2017
	-	0,25±0,10	-	4,12±1,72	-	-	-	4,06±3,45	Çin	Lam ve diğ. 2004*
	-	0,24±0,04	-	1,21±0,17	-	-	-	2,31±0,18	Amerika (Atlantik)	Faust ve diğ. 2014

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
	-	0,09±0,02	-	2,01±0,49	-	-	-	1,18±0,51	Japonya	Anan ve diğ. 2001*
	-	-	-	0,51	-	-	-	0,06	Mexico	Talavera ve diğ. 2007
	-	-	-	1,50±0,30	-	-	-	1,08±0,17	Brazil	Barbieri 2009*
	LOD	0,16±0,116	1,83±0,640	0,70±0,263	0,46	1,05±0,626	0,29±0,124	0,78±0,266	Kuzey Kıbrıs	Çalışma örnekleri
Ni	-	-	3,59±3,09	3,31±1,69	-	-	5,23±3,31	3,98±3,13	The southern coast of Turkey	Yipel ve diğ. 2017
	0,08±0,02	0,05	0,22±0,09	0,1	<0,03	-	<0,03	0,06	Ashizuri. Kochi Japan	Sakai ve diğ. 2000
	1,74±0,29	-	5,81±1,10	-	-	-	2,88±0,35	-	Kanarya Adaları	Torrent ve diğ. 2004
	2,6±0,60	-	-	-	-	-	4,38±1,43	-	İtalya	Franzelitti ve diğ. 2004
	0,002	0,006	0,01	0,41	-	-	0,09	0,002	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	0,08±0,03	-	0,06±0,01	-	-	-	0,14±0,02	-	Portekiz	Nicolau ve diğ. 2017
	-	0,40±0,40	-	0,05±0,04	-	-	-	0,06±0,06	Çin	Lam ve diğ.*
	-	BLD		0,06±0,007	-	-	-	0,15±0,03	Amerika (Atlantik)	Faust ve diğ. 2014
	2,04±0,74	1,94±0,75	3,46±0,87	3,74±1,02	-	-	2,89±0,77	2,31±0,48	Türkiye	Kaska ve diğ. 2004*
	-	-	-	1,08	-	-	-	0,00	Meksika	Talavera ve diğ. 2007
	-	-	-	0,06±0,01	-	-	-	0,07±0,02	Brezilya	Barbieri ve diğ. 2009*
Pb	0,10±0,030	0,12±0,028	2,57±1,267	1,20±0,136	0,35±0,067	0,72±0,112	1,92±1,164	0,54±0,065	Kuzey Kıbrıs	Bu çalışma
	0,4±0,258	-	-	-	-	-	0,55±0,186	-	Kazanlı Kumsalı Türkiye	Aymak ve diğ. 2021*
	-	-	0,07±0,05	0,03±0,01	-	-	0,11±0,06	0,03±0,02	Türkiye Güney Kıyıları	Yipel ve diğ. 2017

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
	0,04-0,05	-	0,41±0,29	-	-	-	0,05±0,02	-	İspanya	Jerez ve diğ. 2010*
	0,18 ± 0,24	-	0,44 ± 1,02	-	-	-	0,21 ± 0,27	-	Güney İtalya	Canzaella ve diğ. 2021
	BDL-1,106	BDL-0,49	BDL-0,98	0,362	-	-	BDL-0,98	BDL-0,368	Kuzey Kıbrıs	Godley ve diğ. 1999*#
	0,02±0,03	<0,03	0,16±0,05	0,07	<0,03	-	0,08±0,03	0,12	Japonya Ashizuri. Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	0,48±0,65	0,28±0,06	1,43±0,76	0,70±0,54			0,88±0,33	0,61±0,30	Türkiye	Kaska ve diğ. 2004*
	-	-	0,03-1,00	-	-	-	0,03-0,64	-	İtalya Campania Bölgesi	Esposito ve diğ. 2020#
	-	69,2±0,45	-	21,4±0,89	-	-	-	65,6±1,17	Uman Denizi Kuzey Kıyıları	Sinaei ve diğ. 2021
	2,26±0,51	-	2,44±0,48	-	-	-	2,94±0,59		Kanarya Adaları	Torrent ve diğ. 2004
	0,002	0,002	0,01	0,003	-	-	BLD	BLD	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	0,05±0,05	-	0,17±0,16	-	-	-	0,69±0,41	-	İspanya	Garcia-Fdz ve diğ. 2009
	BLD	-	0,003±0,02	0,02±0,003			0,025±0,02	0,02±0,003	Italy (Cc), Costa Rica (Cm)	Andreani ve diğ 2008*
	2,24±0,42	-	2,34±0,76	-	-	-	1,53±0,30	-	Mısır (Mediter)	Abdallah ve diğ.2011*
	0,001±0,00	-	0,08±0,03	-	-	-	0,10±0,01	-	Portekiz	Nicolau 2017
	0,08±0,03	-	-	-	-	-	-	-	İspanya	Novillo ve diğ.2017
	-	0,02±0,02	-	0,11±0,06	-	-	-	0,03±0,01	Çin	Lam ve diğ. 2004*
	-	0,84±0,06	-	1,94±0,14	-	-	-	1,12±0,12	Brezilya	Da Silva ve diğ. 2014*
	-	BLD	-	0,21±0,11	-	-	-	0,10±0,12	Amerika (Atlantic)	Faust ve diğ. 2014

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
	-	0,02±0,01	-	0,29±0,19	-	-	-	0,12±0,10	Japonya	Anan ve diğ. 2001*
	-	-	0,12±0,07	-	-	-	0,16±0,05	-	İtalya	Storelli ve diğ. 2005
				0.02	-	-	-	0,00	Meksika	Talavera ve diğ. 2007
Zn	16,84±2,582	37,91±31,108	25,68±11,916	26,86±3,137	29,25±2,315	25,34±1,943	14,14±1,521	17,64±0,862	Kuzey Kıbrıs	Bu Çalışma
	18,22±6,602	-	-	-	-	-	16,64±10,434	-	Kazanlı kumsalı. Türkiye	Aymak ve diğ.2021*
	-	-	9,47±2,23	3,82±2,44	-	-	14,46±6,56	4,04±1,85	Türkiye Güney Kıyıları	Yipel ve diğ. 2017
	22,65±53,4	-	12,46±4,14	-	-	-	7,55±3,05	-	İspanya Murcia	Jerez ve diğ. 2010*
	25±3,49	9,67	25,4±4,39	34	36,2±9,51	-	28,1±4,73	58,3	Japonya Ashizuri.Kochi	Sakai ve diğ. 2000
	-	747±1,12	-	15,12±1,01	-	-	-	4333±2,71	Umman Denizi Kuzey Kıyıları	Sinaei ve diğ. 2021
	6,70±0,96	-	9,09±0,96	-	-	-	13,48±1,70	-	Kanarya Adaları	Torrent ve diğ. 2004
	27,9±4,85	-	23.1±4.53	-	-	-	29,3±7,71	-	İtalya	Storelli ve diğ. 2005
	21,4±5,2	-	34,9±11,4	-	-	-	16,5±10,6	-	Güney İtalya	Maffucci ve diğ. 2005*
	6,22	7,65	11,68	46,08	-	-	17,28	15,72	Meksika	Gardner ve diğ. 2006*
	13,08±5,66	-	9,29±8,92	-	-	-	26,8±20,6	-	İspanya	Garcia-Fdz ve diğ. 2009
	21±2,8	-	40,46±2,72	26,31±0,64	-	-	25,75±3,5	20,62±1,22	Italy (Cc), Costa Rica (Cm)	Andreani ve diğ. 2008*
	19,79±0,82	-	30,5±1,49	-	-	-	24,01±0,94	-	Portekiz	Nicolau ve diğ. 2017
	-	29,54±2,52	-	51,51±4,47	-	-	-	32,22±15,98	Çin	Lam ve diğ. 2004

Metal	Kas		Böbrek		Kalp		Karaciğer		Bölge	Referans
	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>	<i>C. caretta</i>	<i>C. mydas</i>		
	-	3,32±0,26	--	19,54±1,47	-		-	10,12±0,72	Brezilya	Da Silva ve diğ. 2014*
	-	16±2,2		27,9±5,70	-	-	-	35,0±3,3	Amerika (Atlantik)	Faust ve diğ. 2014
	-	9,54±3,72	-	60,84±21,96	-	--	-	21,8±7,65	Japonya	Anan ve diğ.2001*
	-	-	-	64,26	-	-	-	22,73	Meksika	Talavera ve diğ. 2007
	30,9±8	-	-		-	-	27,9±6,5	-	İtalya	Franzellitti ve diğ. 2004

*Makalenin orjinalinde örneklerin kuru ağırlıkları ile analiz edilen ve yayınlanan makalelere ait sonuçlardır. Bu %20 nem yüzdesi kullanılarak ıslak ağırlığa dönüştürülmüştür (Maffucci ve diğ. 2005; García-Fernandez ve diğ. 2009).

#Ağır metal konsantrasyonlarının minimum ve maksimum değerleridir.

4.1 Elemenlerin dokularda birikim eğilimleri

Alüminyum konsantrasyonu hem *C. caretta*'da hem de *C. mydas*'ta en yüksek karaciğer dokularında bulunmuştur. Karaciğer dokusunu *C. caretta* için sırasıyla kas, böbrek ve kalp dokularının takip ettiği tespit edilmiştir. *C. mydas* için ise sırasıyla böbrek, kas ve kalp dokularının takip ettiği görülmüştür. Ayrıca bu çalışma önceki çalışmalarla karşılaştırıldığında, her iki tür için de ergin öncesi dönemdeki bireylerde tüm dokular için en yüksek Al konsantrasyonlarının ölçüldüğü sonucuna ulaşılmıştır (Yipel ve diğ. 2017; Torrent ve diğ. 2004; Abdallah ve diğ. 2011).

Arsenik, düşük seviyelerde bile çok toksik olabilir (Kunito ve diğ. 2008) Bu çalışmada, *C. caretta* dokuları için Arsenik konsantrasyonlarının en yüksekten en düşüğe doğru sıralandığında kas, kalp, böbrek ve karaciğer, *C. mydas* 'ta ise bunların sırasıyla kas, kalp, böbrek ve karaciğer olarak sıralandığını saptanmıştır. Konsantrasyonlar her iki türde de kas üzerinde birikme eğiliminde olmak ile beraber, literatürde açıklanandan daha düşük seviyelerde seyretmiştir (Aymak ve diğ. 2021; Canzaella ve diğ. 2021; Martínez-López ve diğ. 2021). Ancak bu sonuçlar *C. caretta* için (Storelli ve diğ. 1998; Saeki ve diğ. 2000; Kaska ve diğ. 2004; Esposito ve diğ. 2020) literatürde açıklanandan daha da yüksek çıkmıştır Her iki türde de böbrek konsantrasyonları daha önce yayınlanmış çalışmalardan daha yüksek olmasına rağmen (Tablo 4-1'e bakınız), sonuçlarımız daha önce yayınlanmış çalışmalarla neredeyse benzer olduğu tespit edilmiştir. Ancak, *C. mydas* için bulduğumuz As konsantrasyonları daha önceki araştırmalarda açıklanan verilerden daha yüksek seviyelerde izlenmiştir (Saeki ve diğ. 2000; Kaska ve diğ. 2004; Lam ve diğ. 2004; Faust ve diğ. 2014).

Kadmiyum, çevredeki en toksik eser elementlerden biri olarak kabul edilmekte olup, günümüze kadar en çok çalışılan element olmuştur (Cortes-Gomez ve diğ. 2017). Elde ettiğimiz sonuçlar, dokular arasında çeşitli seviyelerde Cd biriktiğini göstermiştir. Cd için en çok birikimin karaciğer dokularında olduğu bilinmektedir (Franzellitti ve diğ. 2004). Çalışmamızda en yüksek Cd seviyesi her iki türde de böbrekte kaydedilmiş ve bunu karaciğer, kalp ve kas izlemiştir. Dünya genelinde *C. caretta* ve *C. mydas* için böbrek dokularındaki Cd konsantrasyonları en yüksek Japonya'da saptanmıştır ve

sırasıyla 64,64 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 51,12 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir (Sakai ve diğ. 1995; Anan ve diğ. 2001). Böbrekteki en düşük Cd konsantrasyonu İtalya'nın Campania Bölgesi'nde *C. caretta* (Esposito ve diğ. 2020) için 0,165 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Brezilya'da *C. mydas* (Barbieri 2009) için ise 0,78 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Karaciğerde ise en yüksek Cd konsantrasyonları Japonya popülasyonu için *C. caretta*'da 9,74 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve *C. mydas* popülasyonunda 8,0 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Sakai ve diğ. 2000). Fakat birçok çalışmaya göre sonuçlarımız, her iki türde de diğer popülasyonlarına göre daha düşük seviyelerde Cd konsantrasyonlarını göstermiştir (bkz. Tablo 4-1). Ayrıca sonuçlarımıza göre her iki türün kas dokularında Cd birikimi daha önce yayınlanmış çalışmalarla benzerlik göstermiştir.

Bu çalışmada, en yüksek Cr böbrekte kaydedilmiştir. Ancak dokular arasındaki birikimin varyasyonu her iki türde de benzer bulunmuştur. İki türün dokuları arasında da bir fark gözlemlenmemiştir. Faust ve diğ. (2014) tarafından *C. mydas* için karaciğer, kas ve böbrekte en yüksek Cr konsantrasyonları ABD'nin Atlantik Bölgesi'nde sırasıyla 4,25 $\mu\text{g g}^{-1}$, 4,80 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 4,28 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak kaydedilmiştir. Sonuçlarımızdaki Cr sonuçlarının her iki tür için de literatüre çok benzer olduğu saptanmıştır (Anan ve diğ. 2001; Kaska ve diğ. 2004; Lam ve diğ. 2004; Yipel ve diğ. 2017; Aymak ve diğ. 2021).

Bakır önemli bir elementtir ve normal şartlar altında eşik seviyenin üstündeki değerlerde memeliler için toksik olduğu bilinmektedir (Romero ve diğ. 1996). Cu, deniz ortamında tekne ve gemileri boyamada kullanılmaktadır (Turner ve diğ. 2009). Bu çalışmada, *C. caretta* kas, böbrek ve kalbi ile *C. mydas* kas ve kalbinde tespit etme sınırının (LOD) altında Cu birikimi ölçülmüştür. Böylece, bu çalışmada, *C. caretta* için 9 karaciğer örneğinin, *C. mydas* için 3 böbrek örneğinin ve 36 karaciğer örneğinin verileri kaydedilebilmiştir. *C. mydas* türüne ait böbrek dokularında literatürde açıklanandan daha düşük Cu birikimi olduğu ölçülmüştür (Sakai ve diğ. 2000; Lam ve diğ. 2004; Yipel ve diğ. 2017; Sinaei ve diğ. 2021). Daha önce yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, farklı coğrafi bölgelerde her iki türün karaciğerinde Cu birikiminin kas ve böbrek gibi diğer dokularda da büyük farklılıklar gösterdiği (bkz. Tablo 4-1) tespit edilmiştir. Bu çalışma ayrıca her iki türde de esas olarak Cu birikiminin karaciğerde olma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Diğer yandan, Kuzeybatı Adriyatik Denizi'ndeki kaplumbağaların Cu konsantrasyonları ise akciğer,

kas ve yağ dokularında anlamlı derecede yüksek bulunmuştur (Franzellitti ve diğ. 2004).

En yüksek birikim oranlarının Fe’de olduğu belirlenmiştir. Demir birikiminin en yüksek seviyede olduğu organ karaciğer olduğu saptanırken, bunu her iki türde de kalp, böbrek ve kas takip etmiştir. Sonuçlarımız, kas ve kalpte Fe birikiminin diğer popülasyonların aralık değerlerinde olduğunu, karaciğer ve böbrek dokularında ise daha önce yayınlanmış çalışmalardan daha yüksek olduğunu göstermiştir (bkz. Tablo 4-1). Ancak sonuçlarımız, Kuzey Kıbrıs'ın karşı kıyısı olan Türkiye'nin doğu Akdeniz kıyılarında gerçekleştirilen Yipel ve diğ. (2017) ait çalışma ile benzerlik göstermiştir. Ayrıca, her iki türün karaciğer ve böbreklerinde bu şekilde yüksek seyreden Fe seviyeleri, oksijen taşınması, enerji üretimi ve aktivitesi veya diyet kompozisyonu için temel fizyolojik sınırları aşması ile açıklanabilir (Andreani ve diğ. 2008).

Cıva, ortamdaki diğer toksik eser elementlerden biridir ve çalışmamızda *C. caretta* türünün tüm dokularında tespit sınırının (LOD) altında bulunmuştur. *C. mydas* için toplam beş örnek (2 kas, 2 böbrek ve 1 karaciğer) üzerinden veri elde edilmiştir. Hg konsantrasyonları, genellikle, 0,004 ila 0,66 $\mu\text{g g}^{-1}$ ww arasında değişirken, çoğu makaledeki en düşük değerleri göstermiştir (Cortes-Gomez ve diğ. 2017). Hg için, tespit edilebilme aralığında olan örneklem sayısı az olmasına rağmen *C. mydas* türünden alınan karaciğer, kas ve böbrek örneklerinde Hg birikimi diğer çalışmalara göre daha yüksek konsantrasyonda tespit edilmiştir (Sakai ve diğ. 1995; Anan ve diğ. 2001; Lam ve diğ. 2004; Kampalath ve diğ. 2006; Faust ve diğ. 2014; Yipel ve diğ. 2017). Bu eser elementlerin Kuzey Kıbrıs yeşil kaplumbağa dokularında yüksek düzeyde birikmesi, artan deniz trafiği, yeni marinaların inşası ile ilgili olabilmektedir. Genel olarak, kirleticiler; deniz ortamındaki Hg kaynağı marinalar, fosil yakıt emisyonu ve madencilikle bağlantılı olabilmektedir.

Mn bazı enzimler için temel bir kofaktördür, ancak yüksek dozlarda memeliler için de toksik olduğu saptanmıştır (Inoue ve Makita 1996; Romero ve diğ. 1996). Ancak Mn, deniz organizmalarının üzerindeki zararlı etkilerini destekleyen bilgi mevcut değildir. Bu çalışmada Mn konsantrasyonunun dokulara göre dağılım durumu şu genel sırayı takip etmiştir: *C. caretta* için $\text{Mn}_{\text{Böbrek}} > \text{Mn}_{\text{Karaciğer}} > \text{Mn}_{\text{Kalp}} > \text{Mn}_{\text{Kas}}$ ve *C. mydas* için $\text{Mn}_{\text{Karaciğer}} > \text{Mn}_{\text{Böbrek}} > \text{Mn}_{\text{Kalp}} > \text{Mn}_{\text{Kas}}$. Elde edilen sonuçlara göre, karaciğerin Mn konsantrasyonları her iki türde de daha önce yayınlanmış

Çalışmalardan daha yüksek gözlemlenmiştir (bkz. Tablo 4-1). Benzer şekilde, böbreğin Mn birikimi, İtalya *C. caretta* populasyonu dışında en yüksek değerlerde çıkmıştır (Andreani ve diğ. 2008). Kalpte Mn birikimi sadece Japonya *C. caretta* populasyonu için 0.32 $\mu\text{g g}^{-1}$ olarak Sakai ve diğ. (2000) alışmasında rapor edilenden daha düşük değere sahiptir. Kas ile ilgili olarak, sonuçlarımız *C. mydas* için en yüksek Mn birikimi değerini, daha önce yayınlanmış literatüre göre sınırlar içinde ve ayrıca Türkiye'deki Dörtyol-Samandağ populasyonu için verilen değerlere de yakınlık göstermiştir (Yipel ve diğ. 2017).

Ayrıca bu çalışmada, doğada bulunan ve protein sentezi, kas ve sinir fonksiyonu, kan şekeri kontrolü ve kan basıncı regülasyonu dâhil olmak üzere insan vücudundaki çeşitli biyokimyasal reaksiyonları düzenleyen 300'den fazla enzim sisteminde bir kofaktör olan magnezyum (Mg) da incelenmiştir (Rude 2012). Böylece her iki türün kalp, karaciğer, kas ve böbrek dokularında Mg birikimine ilişkin ilk veriler sunulmuştur. Sonuçlarımıza göre, en yüksek Mg konsantrasyonları her iki türde de böbrek dokularında tespit edilmiş ve türler için sonuçlar şu genel sıralamayı izlemiştir: *C. caretta* için $\text{Mg}_{\text{Böbrek}} > \text{Mg}_{\text{Karaciğer}} > \text{Mg}_{\text{Kas}} > \text{Mg}_{\text{Kalp}}$ ve *C. mydas* için $\text{Mg}_{\text{Böbrek}} > \text{Mg}_{\text{Kas}} > \text{Mg}_{\text{Karaciğer}} > \text{Mg}_{\text{Kalp}}$.

Çalışmamıza göre, Ni birikimi her iki türün tüm dokularında benzer bir dağılım modeli izlemiştir. Böbrek dışındaki dokularda değerler tespit etme limitlerinin (LOD) altında bulunmuştur öte yandan sonuçlarımızın önceki yıllarda yapılan çalışmalarla karşılaştırıldığında (bkz. Tablo 4-1) her iki türün kas, böbrek ve karaciğer dokularında saptanan değer aralıklarının içinde olduğu tespit edilmiştir.

En yüksek Pb konsantrasyonları, her iki türün böbreklerinde kaydedilmiştir. Bbreği takip eden genel sıralama *C. caretta* için karaciğer, kalp ve kas ve *C. mydas* için kalp, karaciğer ve kas olarak belirlenmiştir. Her ne kadar en yüksek Pb birikimi, Umman Denizi'nin kuzey kıyısında karaya vuran *C. mydas* karaciğer ve kas dokularında tespit edilse de (Sinei ve diğ. 2021), elde ettiğimiz sonuçlar her iki türde de önceki yıllarda yayınlanan çalışmalarda verilen aralıklar içinde olduğu açıkça görülmektedir (bkz. Tablo 4.1). Yalnızca *C. caretta* böbreğinde Pb birikimi, bahsedilen diğer çalışmalardan biraz daha yüksek bulunmuştur.

Bazı araştırmacılar Zn'nin karaciğerde birikme eğiliminde olduğunu iddia etmiştir (Andreani ve diğ. 2008; D'Ilio ve diğ. 2011), ancak yaptığımız çalışmada Zn birikiminin en yüksek değerinin *C. caretta* kalbinde ve kaslarında olduğu bulunmuştur. Genel sıralamaları *C. caretta* için $Mn_{Kalp} > Mn_{Böbrek} > Mn_{Kas} > Mn_{Karaciğer}$, *C. mydas* için $Mn_{Kas} > Mn_{Böbrek} > Mn_{Kalp} > Mn_{Karaciğer}$. *C. mydas* için Zn birikimi ile ilgili en yüksek değerler ise Samandağ ve Dört Yol plajları (Türkiye) popülasyonu için kas dokusunda $91,09 \mu g g^{-1}$ ve karaciğerde $83,21 \mu g g^{-1}$ olarak kaydedilmiştir (Yipel ve diğ. 2017). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, Tablo 4-1'de verilen literatür sonuçları ile uyumludur.

4.2 Elementlerin dokular arasındaki karşılaştırılması

Bu çalışmada, her iki türde de elementler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Bu ilişkiler “ $As_{Karaciğer} \times Al_{Karaciğer}$ ” ve “ $Cr_{Kalp} \times As_{Kalp}$ ” gibi aynı dokudaki farklı elementler arasında ve ayrıca “ $As_{Böbrek} \times Al_{Böbrek}$ ” ve “ $Pb_{Karaciğer} \times Cu_{Karaciğer}$ ” gibi farklı dokulardaki aynı element arasında görülmüştür (Tablo 3.2 ve Tablo 3.3). Aynı elementin farklı dokulardaki birikimi analiz edildiğinde, her iki türdeki bazı dokular arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (bkz. Tablo 3.4). Örneğin, her iki türün dokularında biriken Al konsantrasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu istatistiksel fark, *C. caretta* için kalp ve karaciğer arasında iken, *C. mydas* için kas dokusunda bulunmuştur. Farklı organlar arasındaki bu temel ilişkiler ve farklılıklar, dokular arasındaki taşınmayı göstermektedir (Erasmus 2004; Hauser-Davis ve diğ. 2020) ve potansiyel olarak zararlı etkileri ve biyolojik birikim veya atılım süreçlerini değerlendirmek için önem arz etmektedir. Bu ilişkiler biyolojik çıkarımların gerçekleştirilmesinde de çok önemli olmakla beraber, yaygın maruz kalma kaynaklarının, depolama yollarının ve/veya detoksifikasyon yollarının bir göstergesi olabilmektedir (Ribeiro ve diğ. 2009; Jerez ve diğ. 2013).

4.3 Elementlerin deniz kaplumbağa türleri arasındaki karşılaştırılması

Sonuçlarımız aynı dokuda metal birikiminin türler arasında istatistiksel olarak farklı olduğunu da göstermiştir. Açıkça, *C. caretta* ve *C. mydas* arasında $Al_{Böbrek}$, As_{Kalp} , $As_{Karaciğer}$, Fe_{Kas} , $Fe_{Böbrek}$, Fe_{Kalp} , Mn_{Kalp} , Pb_{Kalp} , Zn_{Kas} ve $Zn_{Böbrek}$ değerleri bakımından istatistiksel bakımdan önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Deniz kaplumbağası dokularındaki eser elementlerin birikim modelleri, genellikle diyet, beslenme stratejileri ve bireysel faktörlerdeki spesifik farklılıklarla ilgili farklılıklar göstermiştir (Gardner ve diğ. 2006; Cortés-Gómez ve diğ. 2017). Beslenme alışkanlıkları, farklı beslenme alanlarının kullanımı ve bunun sonucunda çevresel kirleticilere maruz kalmaları, yaşam evresine ve kaynak mevcudiyetine bağlı olarak türler arasında farklılık gösterebilmektedir. Her iki deniz kaplumbağası türü de oldukça hareketli türler olup, Akdeniz'de farklı göç yolları bulunmaktadır (Casale ve diğ. 2018). *C. caretta*'nın, omurgasızlar (örneğin denizanasları, kabuklular, yengeçler) ve omurgalılar (balıklar) dâhil olmak üzere çeşitli avlarla beslenen etobur bir tür olduğu bilinmektedir (Bjorndal 1997). Yaşamlarının gençlik dönemini fırsatçı oldukları okyanus bölgelerinde geçirmektedirler. Yırtıcı hayvanlar ve planktonik organizmalarla beslenmektedir. Büyüyen kaplumbağalar, okyanus bölgelerinden neritik alanlara göç eder ve bentik organizmalarla beslenmektedir (Casale ve diğ. 2008, 2018; D'Ilio ve diğ. 2011; Snape ve diğ. 2020). *C. mydas*'ın beslenmesi ise yaşam evrelerine, coğrafi bölgelere ve yaş aralıklarına göre farklılık göstermektedir. Genel olarak, *C. mydas* erken pelajik aşamalarda omnivor türlerdir ve neritik bölgeye girdikten sonra öncelikle otçul hale gelmektedir (Reich ve diğ. 2007; Howell ve diğ. 2016; Vélez-Rubio ve diğ. 2016; Burgett ve diğ. 2018). Uzun ömürleri nedeniyle, kontamine organizmaları avlamak, dokularında ağır metallerin biyolojik olarak birikmesine neden olabilmektedir. Beslenme farklılıklarına ek olarak, deniz kaplumbağası dokularında belirlenen ağır metal seviyeleri, genellikle insan faaliyetleri tarafından değiştirilen çevre ortamının kalitesine de bağlı olabilmektedir.

4.4 Genel Değerlendirme

2019-2021 yılları arasında Kuzey Kıbrıs sahillerinden toplanan *C. caretta* ve *C. mydas* türü deniz kaplumbağalarının karaciğer, kas, kalp ve böbrek dokularında biriken Pb, Cd, Hg, Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Zn, Mg elementlerinin konsantrasyonları araştırılmıştır. Çalışmamızın sonuç verileri göz önünde bulundurulduğunda, genel olarak literatürde verilen limitler dahilinde olduğu gözlenmiştir. Ancak, elde ettiğimiz bu sonuçlar, Yipel ve diğ. (2017) Dörtyol ve Samandağ'daki deniz kaplumbağalarının dokularından elde edilen ağır metal sonuçları ile büyük benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu çalışmada ilk kez hem *C. caretta* hem de *C. mydas*'ın kalp, kas, karaciğer ve böbrek dokularında Mg birikimine dair veriler sunulmuştur. Araştırmamıza göre hem *C. caretta* hem de *C. mydas* için en yüksek Mg değerleri böbrek örneklerinde keşfedilmiş ve bunu *C. caretta*'da karaciğer, *C. mydas*'da ise kas takip etmiştir. Böylece deniz kaplumbağaları dokularındaki Mg konsantrasyonlarının ilk kez literatüre sunulmuştur.

Ağır metallerin dokulardaki birikim yönelimleri incelendiğinde literatüre göre farklılıklar olduğu saptanmıştır. Örneğin, Franzellitti ve diğ. (2004) Cd elementinin en çok biriktiği organın karaciğer olduğu ileri sürülürken, bu çalışmada da en yüksek Cd seviyesi her iki türde de böbrekte kaydedilmiş ve bunu karaciğer, kalp ve kas izlemiştir.

Bu çalışma ile hem aynı elementin farklı dokular arasında korelasyon gösterdiği (örneğin, $Al_{Karaciğer} \times Al_{Kalp}$) hemde farklı elementlerin aynı dokuda korelasyon gösterdiği (örneğin, $Cr_{Kalp} \times As_{Kalp}$) saptanmıştır. Bu temel ilişkiler ve farklılıklar, dokular arasındaki taşınmayı göstermektedir (Erasmus 2004; Hauser-Davis ve diğ. 2020) ve potansiyel olarak zararlı etkileri ve biyolojik birikim veya atılım süreçlerini değerlendirmek için önem arz etmektedir.

Ağır metal elementlerinin farklı dokularda birikimleri istatistiksel açıdan önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Al elementinin hem *C. caretta* hem de *C. mydas* için dokular arasında istatistiksel olarak farklı olduğu saptanmıştır. Bu farklılıklar *C. caretta*'nın Al birikimi kalp ile kas dokusunda farklı iken *C. mydas*'ta

kas dokusu diğer 3 dokudan (böbrek, karaciğer ve kalp) istatistiksel bakımdan farklı olduğu gözlenmiştir. Bu durum hem dokular arasındaki taşınmayı (Erasmus 2004; Hauser-Davis ve diğ. 2020) gösterdiği gibi, yaygın maruz kalma kaynaklarının, depolama yollarının ve/veya detoksifikasyon yollarının bir göstergesi olabilmektedir (Ribeiro ve diğ. 2009; Jerez ve diğ. 2013).

Sonuçlarımız türler arasında, aynı dokuda metal birikiminin istatistiksel olarak farklı olduğunu da göstermiştir. Örneğin *C. caretta* ile *C. mydas*'ın böbreğindeki Al elementinin birikimi istatistiksel bakımdan önemli derecede farklıdır ve *C. mydas*'ın böbreğindeki Al elementinin birikimi, *C. caretta*'ya göre oldukça yüksek olduğu hesaplanmıştır. Bu farklılıklar, türlerin diyeti, beslenme stratejileri ve bireysel faktörlerdeki spesifik farklılıklarla açıklanabilir (Gardner ve diğ. 2006; Cortés-Gómez ve diğ. 2017).

Tüm bu sonuçları ışığında, deniz kaplumbağalarının dokularında ağır metal birikim düzeyleri arasındaki farklılıklar göz önüne alındığında türlerin beslenme ve kışlama alanlarının birincil öneme sahip olduğunu söyleyebilir. Her ne kadar elde edilen sonuçlar referans aralıkları arasında olsa da farklı bölgelerde yaşayan popülasyonların dokularında biriken ağır metal konsantrasyonları farklılık gösterebilmektedir. Özellikle, Akdeniz'in 20'den fazla ülkeden kirletici maddeyi bünyesine katan büyük bir göl olduğu düşünüldüğünde, ağır metal birikiminin deniz kaplumbağalarının dokularında fizyolojik veya davranışsal değişiklikler üzerindeki toksik etkilerini ve ağır metal birikim düzeyinin zamansal ve mekânsal değişimini ortaya koyacak ileri çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, aynı bölgelerdeki farklı zamanlarda yapılacak olan çalışmalar, ağır metal kirliliğinin zamansal değişimi hakkında bizlere önemli bilgiler verecektir.

5. KAYNAKLAR

- Abdallah, M.A.M. and Abd-Allah., M.A.M., “Bioaccumulation of toxic metals in Loggerhead turtles from Mediterranean Sea coast, Egypt”, (ed: Özhan, E.), *10th International Conference on the Mediterranean Coastal*, Rhodes-Greece, Coastal Foundation-MEDCOAST, 570-579, (2011).
- Aguilar, A., Borrell, A., Reijnders, P.J.H., “Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals”, *Mar. Environ. Res.* 53, 425-452, (2002).
- Aguirre, A. A., Balazs, G. H., Zimmerman, B. and Galey, F. D., “Organic contaminants and trace metals in the tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) afflicted with fibropapillomas in the Hawaiian Islands”, *Mar. Pollut. Bull.*, 28, 109-114, (1994).
- Aguirre, A. A., Gardner, S. C., Marsh, J. C., Delgado, S. G., Limpus, C. J. and Nichols, W. J., “Hazards associated with the consumption of sea turtle meat and eggs: a review for health care workers and the general public”, *EcoHealth*, 3, 141-153, (2006).
- Anan, Y., Kunito, T., Ikemoto, T., Kubota, R., Watanabe, I., Tanabe, S. and Petrov, E. A., “Elevated concentrations of trace elements in Caspian seals (*Phoca caspica*) found stranded during the mass mortality events in 2000”, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 42 (3), 354-362, (2002).
- Anan, Y., Kunito, T., Watanabe, I., Sakai, H. and Tanabe, S., “Trace element accumulation in hawksbill turtles (*Eretmochelys imbricata*) and green turtles (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Japan”, *Environ. Toxicol. Chem.*, 20 (12), 2802-2814, (2001).
- Andreani, G., Santoro, M., Cottignoli, S., Fabbri, M., Carpena, E. and Isani, G., “Metal distribution and metallothionein in Loggerhead (*Caretta caretta*) and Green (*Chelonia mydas*) sea turtles”, *Sci. Total. Environ.*, 390, 287-294, (2008).
- Aymak, C., Uçar, A. H. ve Ergene, S., “Distribution of heavy metals in tissues of stranded Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) on Kazanlı Beach, Turkey”, *North-West. J. Zool.*, 17 (1), 82-91, (2021).
- Bacci, E., “Mercury in the Mediterranean”, *Mar. Pollut. Bull.*, 20, 317-38, (1989).
- Baran, İ., Durmuş, S. H. and Türkozan, O., “Erster Nachweis der Lederschildkröte, *Dermochelys coriacea* (Lin-naeus, 1766) (Testudines: Dermochelyidae) aus türkischen Gewässern”, *Herpetofauna*, 20, 34-37, (1998).
- Barbieri, E., “Effects of zinc and cadmium on oxygen consumption and ammonium excretion in pink shrimp (*Farfantepenaeus paulensis*, Pérez-Farfante, 1967, Crustacea)”, *Ecotoxicol.*, 18 (3), 312-318, (2009).

Barbieri, E., “Use of oxygen consumption and ammonium excretion to evaluate the sublethal toxicity of cadmium and zinc on *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936, Crustacea)”, *Wat. Environ. Res.*, 79 (5), 123-129, (2007).

Başkale, E. “Deniz Kaplumbağa (*Caretta caretta* L., 1758) Yuva Yerlerinin Değiştirme Yöntemiyle Korunması”, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, (2003).

Başkale, E., Sözbilen, D., Katılmış, Y., Azmaz, M. ve Kaska, Y., “An evaluation of sea turtle strandings in the Fethiye-Göcek Specially Protected Area: An important foraging ground with an increasing mortality rate”, *Ocean. Coast. Manag.*, 154, 26-33, (2018).

Başoğlu, M. ve Baran, İ., *Türkiye Sürüngenleri*, Bornova-İzmir-Türkiye: İlker Matbaası, 1-272, (1977).

Bjorndal, K.A., “Foraging ecology and nutrition of sea turtles”, (eds: Lutz, P. and Musick, J.), *The biology of sea turtles*, Boca Raton: CRC Press, 199-232, (1997).

Bocourt, M. F., “Description de quelques chéloniens nouveaux appartenant à la faune Mexicaine”, *Ann. Sci. Nat., Zool. paléontol. Paris*, 10 (5), 121-122. (1868).

Bolten, A. B., “Techniques for measuring turtles”, (eds: Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F.A. and Donnelly, M.), *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*, IUCN Marine Turtle Specialist Group Publication No: 4 110-114, (1999).

Borrell, A., Aguilar, A. and Pastor, T., “Organochlorine pollutant levels in Mediterranean monk seals from the western Mediterranean and the Sahara coast”, *Mar. Pollut. Bull.*, 34, 505-510, (1997).

Borrell, A., Garside, A. and Fukai, S., “Improving efficiency of water use for irrigated rice in a semi-arid tropical environment”, *Field Crop. Res.*, 52 (3), 231-248, (1997).

Bowen, B. W., Kamezaki, N., Limpus, C. J., Hughes, G. R., Meylan, A. B. and Avise, J. C., “Global phylogeography of the loggerhead turtle (*Caretta caretta*) as indicated by mitochondrial DNA haplotypes”, *Evolution*, 48, 1820-1828, (1994).

Bradshaw, P. J., Broderick, A. C., Carreras, C., Inger, R., Fuller, W., Snape, R. and Godley, B. J., “Satellite tracking and stable isotope analysis highlight differential recruitment among foraging areas in green turtles”, *Mar Ecol Prog Ser*, 582, 201-214, (2017).

Broderick, A. C., Glen, F., Godley, B. J. and Hays, G. C., “Estimating the number of green and loggerhead turtles nesting annually in the Mediterranean”, *Oryx*, 36 (3), 227-236, (2002).

- Brongersma, L. D., “European atlantic turtles”, *Zool. Verh*, 121(1), 1-318, (1972).
- Bryan, G. W., “Pollution due to heavy metals and their compounds”, (ed: Kinne, O.), *Marine ecology*. London: Wiley Interscience, 1289-1431, (1984).
- Budak, A. and Göçmen, B., *Herpetoloji*, Bornova-İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları, (2005).
- Budak, A., Göçmen, B., Mermer, A. ve Kaya, U., *Omurgalılar Sistematigi (Ders Kitabı)*, Bornova-İzmir: Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No.181, Ege Üniversitesi Basımevi, 268s., (2002).
- Bull, J. J., *Evolution of sex determining mechanisms*, The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., (1983).
- Bull, M. P., “Total and methylmercury in three species of sea turtles of Baja California Sur”, *NLM*, 52, 1816-1823, (2006).
- Burgett, C. M., Burkholder, D. A., Coates, K. A., Fourqurean, V. L., Kenworthy, W.J., Manuel, S. A., Outerbridge, M. E. and Fourqurean, J. W., “Ontogenetic diet shifts of green sea turtles (*Chelonia mydas*) in a mid-ocean developmental habitat”, *Mar Biol*, 165, 33, (2018).
- Bustard, H. R., *Sea turtles*, Collins: Natural History and Conservation, (1972).
- Canbolat A. F., *Alanya-Demirtaş Kumsalında (8 km) Deniz Kaplumbağası (Caretta caretta, Chelonia mydas) ve Nil Kaplumbağası (Trionyx triunguis) Populasyonlarının Araştırılması ve Korunması*, Ankara: Ekolojik Araştırmalar Derneği (EKAD), (2006).
- Canzanella, S., Danese, A., Mandato, M., Lucifora, G., Rivero, C., Federico, G., Gallo, P. and Esposito, M., “Concentrations of trace elements in tissues of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the Tyrrhenian and the Ionian coastlines (Calabria, Italy)”, *ESPR*, 28, 26545-26557, (2021).
- Casale, P. and Tucker, A. D., 2017. *Caretta caretta* (amended version of 2015 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T3897A119333622. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T3897A119333622.en>. Downloaded on 06 August 2018.
- Casale, P., Broderick, A. C., Camiñas, J. A., Cardona, L., Carreras, C., Demetropoulos, A., Fuller, W. J., Godley, B. J., Hochscheid, S., Kaska, Y., Lazar, B., Margaritoulis, D., Panagopoulou, A., Rees, A. F., Tomás, J. and Türkozan, O., “Mediterranean sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research”, *Endang Species Res*. 36, 229-267, (2018).

Casale, P., Freggi, D., Basso, R., and Argano, R., "Size at male maturity, sexing methods and adult sex ratio in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Italian waters investigated through tail measurements", *Herpetol. Rev.*, 15 (3), 145-148, (2005).

Casale, P., Margaritoulis, D., *Sea Turtles in the Mediterranean: Distribution, Threats and Conservation Priorities*, Gland-Switzerland: IUCN, (2010).

Casini, S., Caliani, I., Giannetti, M., Marsili, L., Maltese, S., Coppola, D., Bianchi, N., Campani, T., Ancora, S., Caruso, C., Furi, G., Parga, M., D'Agostino, A. and Fossi, M. C., "First ecotoxicological assessment of *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) in the Mediterranean Sea using an integrated nondestructive protocol", *Sci. Total. Environ.*, 631-632, 1221-1233, (2018).

Caurant, F., Bustamente, P., Bordes, M., Miramand, P., "Bioaccumulation of cadmium, copper and zinc in some tissues of three species of marine turtles stranded along the French Atlantic coasts", *Mar. Pollut. Bull.*, 38, 1085-1091, (1999).

Cortes-Gomez, A. A., Morcillo, P., Guardiola, F. A., Espinosa, C., Esteban, M. A., Cuesta, A., Girondot, M. and Romero, D., "Molecular oxidative stress markers in olive ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) and their relation to metal concentrations in wild populations", *Environ. Pollut.* 233, 156–167, (2018).

Cortes-Gomez, A. A., Romero, D. and Girondot, G., "The current situation of inorganic elements in marine turtles: A general review and meta-analysis", *Environ. Pollut.*, 229, 567-585, (2017).

D'Illo, S., Mattei, D., Blasi, M. F., Alimonti, A. and Bogialli, S., "The occurrence of chemical elements and POPs in loggerhead turtles (*Caretta caretta*): an overview", *Mar. Pollut. Bull.*, 62 (8), 1606-1615, (2011).

da Silva, C. C., Jr., A. S. V., Barcarolli, I. F., Bianchini, A., "Concentrations and distributions of metals in tissues of stranded green sea turtles (*Chelonia mydas*) from the southern Atlantic coast of Brazil.", *Sci. Total Environ.*, 466, 109-118, (2014).

Das, K., Debacker, V., Pillet, S., Bouqueneau, J. M., "Heavy metals in marine mammal", (eds: Vos, J. G., Bossart, G. D., Fournier, M. and O'Shea, T. J.), *Toxicology of Marine Mammals*, London: Taylor and Francis, 135–167, (2003).

Davenport, J., Wrench, J., McEvoy, J. and Camacho-Ibar, V., "Metal and PCB concentrations in the "Harlech" leatherback", *MTN*, 48, 1-6, (1990).

De Guise, S., Beckmen, K. B. and Holladay, S. D., "Contaminants and marine mammals immunotoxicology and pathology", (eds: Vos, J. G., Bossart, G. D.,

Fournier, M., O'Shea, T. J.), *Toxicology of Marine Mammals*, London: Taylor and Francis, 38-54, (2003).

de Sá Salomão, A. L., Hauser-Davis, R. A. and Marques, M., “Critical knowledge gaps and relevant variables requiring consideration when performing aquatic ecotoxicity assays”, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 203, 110941, (2020).

Disi, A. M., Modry, D., Necas, P. and Rifai, L., *Amphibians and reptiles of the Hashemite Kingdom of Jordan*, Frankfurt: An Atlas and Field Guide, (2001).

Doonan, C., Riccò, R., Liang, K., Bradshaw, D. and Falcaro, P., “Metal–organic frameworks at the biointerface: synthetic strategies and applications”, *Acc. Chem. Res.*, 50 (6), 1423-1432, (2017).

Eckert, K. L., “Anthropogenic threats to sea turtles”, (ed. K. A. Bjorndal), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Washington-DC: Smithsonian Institution Press, 611-612, (1995).

Esposito, M., De Roma, A., Sansone, D., Capozzo, D., Iaccarino, D., di Nocera, F. and Gallo, P., “Non-essential toxic element (Cd, As, Hg and Pb) levels in Kas, liver and kidney of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) stranded along the southwestern coasts of Tyrrhenian sea”, *Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol.*, May, 231, 108725, (2020).

Faust, D. R., Hooper, M. J., Cobb, G. P., Barnes, M., Shaver, D., Ertolacci, S., Smith, P. N., “Inorganic elements in green sea turtles (*Chelonia mydas*): relationships among external and internal tissues”, *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 33, 2020-2027, (2014).

Franson, J. C., “Interpretation of tissue lead residues in birds other than waterfowl”, (eds: Beyer, W. N., Heinz, G. H. and Redmon-Norwood, A.W.), *Environmental Contaminants in Wildlife: Interpreting Tissue Concentrations*, Boca Raton: CRC-Lewis Publishers, 265-279, (1996).

Franzellitti, S., Locatelli, C., Gerosa, G., Vallini, C. and Fabbri, E., “Heavy metals in tissues of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the northwestern Adriatic Sea”, *Comp. Biochem. Physiol. Part - C: Toxicol. Pharmacol.*, 138 (2), 187-194, (2004).

Frazer, N. B., *Survivorship of adult female loggerhead sea turtles, Caretta caretta, nesting on Little Cumberland Island, Georgia-USA: Herpetologica*, 436-447, (1983).

Furness, R. W., “Birds as monitors of pollutants”, (eds: Furness, R. W. and Greenwood, J. J. D.), *Birds as monitors of environmental change*, London: Chapman & Hall, 356, (1994).

García-Fernández, A. J., Gómez-Ramírez, P., Martínez-López, E., Hernández-García, A., María-Mojica, P., Romero, D. and Bellido, J. J., “Heavy metals in tissues from loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the southwestern Mediterranean (Spain)”, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 72 (2), 557-563, (2009).

Gardner, S. C., Fitzgerald, S. L., Vargas, B. A. and Rodriguez, L. M., "Heavy metal accumulation in four species of sea turtles from the Baja California Peninsula, Mexico", *Biometals*, 19, 91-99, (2006).

Godley, B. J., Thompson, D. R. and Furness, R. W., "Do heavy metal concentrations pose a threat to marine turtles from the Mediterranean Sea?", *Mar. Pollut. Bull.*, 38 (6), 497-502, (1999).

Gramentz, D., "Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the central Mediterranean", *Mar. Pollut. Bull.*, 19 (1), 11-13, (1988).

Groombridge, B., "Marine turtles in the Mediterranean; Distribution, population status, conservation", A report to the Council of Europe Environmental and Management Division, Cambridge-UK: Nature and Environmental Series 48, 80 pp, (1990).

Hamann, M., Godfrey, M. H., Seminoff, J. A., Arthur, K., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Broderick, A. C., Campbell, L. M., Carreras, C., Casale, P., Chaloupka, M., Chan, S. K. F., Coyne, M. S., Crowder, L. B., Diez, C. E., Dutton, P. H., Epperly, S. P., Fitz-Simmons, N. N., Formia, A., Girondot, M., Hays, G. C., Jiunn, C. I., Kaska, Y., Lewison, R., Mortimer, J. A., Nichols, W. J., Reina, R. D., Shanker, K., Spotila, J. R., Tomás, J., Wallace, B. P., Work, T. M., Zbinden, J., and Godley B. J., "Global research priorities for sea turtles: informing management and conservation in the 21st century", *Endanger. Species. Res.*, 11, 245-269, (2010).

Haywood, J. C., Fuller, W. J., Godley, B. J., Margaritoulis, D., Shutler, J. D., Snape, R. T. E., Widdicombe, S., Zbinden, J. A. and Broderick, A. C., "Spatial ecology of loggerhead turtles: Insights from stable isotope markers and satellite telemetry", *Divers Distrib.* 26, 368-381, (2020).

Hobson, K. A., McLellan, B. N. and Woods, J. G., "Using stable carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) isotopes to infer trophic relationships among black and grizzly bears in the upper Columbia River basin, British Columbia", *Can. J. Zool.*, 78 (8), 1332-1339, (2000).

Howell, L. N., Reich, K. J., Shaver, D. J., Landry, A. M. Jr. and Gorga, C. C., "Ontogenetic shifts in diet and habitat of juvenile green sea turtles in the northwestern Gulf of Mexico", *Mar Ecol Prog Ser*, 559, 217-229, (2016).

Hutchinson, J. and Simmonds, M., "Escalation of threats to marine turtles", *Oryx*, 26 (2), 95-102, (1992).

Inoue, N. and Makita, Y., "Neurological aspects in human exposure to manganese", (ed: Chang, L. W.), *Toxicology of Metals*, Boca Raton: CRC Press-FL, 415-422, (1996).

Jerez, S., Motas, M., Cánovas, R. Á., Talavera, J., Almela, R. M. and Del-Río, A. B., “Accumulation and tissue distribution of heavy metals and essential elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Spanish Mediterranean coastline of Murcia”, *Chemosphere*, 78 (3), 256-264, (2010).

Kampalath, R., Gardner, S. C., Méndez-Rodríguez, L. and Jay, J. A., “Total and methylmercury in three species of sea turtles of Baja California Sur”, *Mar. Pollut. Bull.*, 52 (12), 1816-1823, (2006).

Kaska, Y., Baran, İ., Ilgaz, Ç., Türkozan, O., Öz, M. and Erdoğan, A., “An estimation of the total nesting activity of sea turtles in Turkey”, *Proceedings of the 21th International Sea Turtle Symposium*, Philadelphia-USA, (2001).

Kaska, Y., Çelik, A., Bag, H., Aureggi, M., Özel, K., Elçi, A., and Elçi, L., “Heavy metal monitoring in stranded sea turtles along the Mediterranean coast of Turkey”, *Fresenius Environ. Bull.*, 13 (8), 769-776, (2004).

Kasperek, M., Godley, B. J. and Broderick, A. C., “Nesting of the green turtle, *Chelonia mydas*, in the Mediterranean: a review of status and conservation needs”, *Zool. Middle East*, 24 (1), 45-74, (2001).

Keller, J. M., “Forty-seven days of decay does not change persistent organic pollutant levels in loggerhead sea turtle eggs”, *Environ. Toxicol. Chem.* 32 (4), 747-756, 2013.

Keller, J. M., Peden-Adams, M. M., Aguirre, A. A. and Gardner, S., “Immunotoxicology and implications for reptilian health”, (eds: Gardner, S. C. and Oberdorster, E.), *Toxicology of Reptiles*, Boca Raton-USA: Taylor & Francis, pp. 199-240, (2006).

Khrstoforva, N. K. and Kozhenkova, S. I., *Ocean Polar Res.*, 24, 325, (2002).

Kuetting, G. A. F., “Mediterranean pollution”, *Mar. Policy*, 18, 233-247, (1994).

Kunito, T., Kubota, R., Fujihara, J., Agusa, T. and Tanabe, S., “Arsenic in marine mammals, seabirds, and sea turtles”, *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 195, 31-69, (2008).

Lam, J. C. W., Tanabe, S., Chan, S. K. F., Yuen, E. K.W., Lam, M. H. W. and Lam, P. K. S. “Trace element residues in tissues of green turtles (*Chelonia mydas*) from South China Waters”, *Mar. Pollut. Bull.*, 48, 164-192, (2004).

Law, R. J., “Metals in marine mammals”, (eds: Beyer, W. N., Heinz, G. H. and Redmon-Norwood, A. W.), *Environmental Contaminants in Wildlife. Interpreting Tissue Concentrations*, Boca Raton: CRC- Lewis Publishers, 357-376, (1996).

Ley-Quinonez, C., Zavala-Norzagaray, A. A., Espinosa-Carreón, T. L., Peckham, H., Marquez-Herrera, C., Campos-Villegas, L. and Aguirre, A. A., “Baseline heavy metals

and metalloid values in blood of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Baja California Sur”, *Mexico. Mar. Pollut. Bull.* 62, 1979-1983, (2011).

Limpus, C. J., “Global overview of the status of marine turtles: a 1995 viewpoint”, (ed: K. A. Bjorndal), *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Washington-DC: Smithsonian Institution Press, 605-609, (1995).

Lutcavage, M. E., Platkin, P., Witherington, P. B., and Lutz., P. L.,” Human impacts on Sea Turtle Survival” *The Biology of Sea Turtles*, 388-404, (1997).

Lutz, P. L. and Musick, J. A., *The Biology of Sea Turtles*, New York: CRC Press, 432 s., (1997).

Maffucci, F., Caurant, F., Bustamante, P. and Bentivegna, F., “Trace element (Cd, Cu, Hg, Se, Zn) accumulation and tissue distribution in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the Western Mediterranean Sea (Southern Italy)”, *Chemosphere*, 58, 535-542, (2005).

Margaritoulis, D., Argano, R., Baran, I., Bentivegna, F., Bradai, M., Camias, J., Casale, P., De Metrio, G., Demetropoulos, A., Gerosa, G., Godley, B., Haddoud, D., Houghton, J., Laurent, L. and Lazar, B., “Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: present knowledge and conservation perspectives”, (eds: Bolten, A. B., Witherington, B. E.) *Loggerhead sea turtles*, Washington-DC: Smithsonian Institution Press, 175-198, (2003).

Márquez, M. R., 1990. *Fao Species Catalogue*, Rome-Italy: FAO Fisheries Synopsis, 125, 11.

Martínez-López, E., Herrero, D., López-Berenguer, G. and Peñalver, J., “Total Arsenic Concentrations in Sea Turtle Tissues from the Mediterranean Coast of Spain”, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 107 (5), 820-826, (2021).

McKenzie, C., Godley, B. J., Furness, R. W. and Wells, D. E., “Concentrations and patterns of organochlorine contaminants in marine turtles from Mediterranean and Atlantic waters”, *Mar. Environ. Res.*, 47 (2), 117-135, (1999).

Mea, M. E. A., *Ecosystems and human well-being*, Island-Washington-DC: Synthesis, (2005).

Meadows, P. S., “Pollution, conservation and the Mediterranean ecosystem. A perspective view”, *Bull. Mar. Biol. Res. Cent. Tajura*, 9B, 269-298, (1992).

Mendonça, M. T., “Comparative growth rates of wild immature *Chelonia mydas* and *Caretta caretta* in Florida”, *J. Herpetol.*, 15 (4), 447-451, (1981).

Meylan, A. B., “Status of the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) in the Caribbean region”, *Chelonian Conserv. Biol.*, 3 (2), 177-184, (1999).

Miller, J. D., Limpus, C. J. and Godfrey, M. H., “Nest site selection, oviposition, eggs, development, hatching, and emergence of loggerhead turtles”, (eds: Bolten A. B. and Witherington B. E.), *Loggerhead sea turtles*, Washington: Smithsonian Books, pp. 125–143, (2003).

Monastersky, R., “Biodiversity: Life—a status report”, *Nature News*, 516 (7530), 15, (2014).

Musick, J. A., Limpus, C. J. and Lutz, P. L., “Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles”, *The Biology of Sea Turtle*, I., 137-163, (1997).

Nicholson, J. K., Kendall, M. D. and Osborn, D., “Cadmium and mercury nephrotoxicity”, *Nature*, 304 (5927), 633, (1983).

Nicolau, L., Monteiro, S. S., Pereira, A. T., Marcalo, A., Ferreira, M., Torres, J., Vingada, J. and Eira, C., “Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) stranded in mainland Portugal: bioaccumulation and tissue distribution”, *Chemosphere*, 179, 120-126, (2017).

Novillo, A., Pertusa, J. F., Tomás, J., “Exploring the presence of pollutants at sea: monitoring heavy metals and pesticides in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the western Mediterranean”, *Sci Total Environ*, 598, 1130-1139, (2017).

Peakall, D. B., “Disrupted patterns of behavior in natural populations as an index of ecotoxicity”, *Environ. Health Perspect.*, 104 (suppl 2), 331-335, (1996).

Pritchard, P. C. H. and J. A. Mortimer., “Taxonomy, External Morphology, and Species Identification”, p.21- 38. (eds: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A. and Donnelly, M.), *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*, Washington-D.C: IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publ. No.4, (1999).

Pritchard, P. C. H., *Encyclopedia of Turtles*, New Jersey: TFH, p. 876, (1979).

Pritchard, P. C., “Nesting of the leatherback turtle, *Dermochelys coriacea* in Pacific Mexico, with a new estimate of the world population status”, *Copeia*, 1982 (4), 741-747, (1982).

Pritchard, P. C., Bacon, P. R., Berry, F. H., Carr, A. F. and Fletemeyer, J., “Manual of sea turtle research and conservation techniques”, Costa Rica: Prepared Western Atlantic Turtle Symposium, (1983).

Rawson, A. J., Patton, G. W., Hofmann, S., Pietra, G. G. and Johns, L., “Liver abnormalities associated with chronic mercury accumulation in stranded bottlenose dolphins”, *Ecotoxicol. Environ. Saf. Ecotox.*, 25, 41-47, (1993).

Rees, A. F., Alfaro-Shigueto, J., Barata, P. C. R., Bjorndal, K.A., Bolten, A. B., Bourjea, J., Broderick, A. C., Campbell, L. M., Cardona, L., Carreras, C., Casale, Ceriani, S. A., Dutton, P. H., Eguchi, T., Formia, A., Fuentes, M. M. P. B., Fuller, W.J., Girondot, M., Godfrey, M.H., Hamann, M., Hart, K. M., Hays, G. C., Hochscheid, S., Kaska, K., Jensen, M. P., Mangel, J. C., Mortimer, J.A., Naro-Maciel, E., Ng, C. K. Y., Nichols, W. J., Phillott, A. D., Reina, R. D., Revuelta, O., Schofield, G., Seminoff, J. A., Shanker, K., Tomas, J., van de Merwe, J. P., Van Houtan, K. S., Vander Zanden, H. B., Wallace, B. P., Wedemeyer-Stombel, K. R., Work, T. M. and Godley, B. J., “Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles?”, *Endanger. Species. Res.*, 31, 337-382, (2016).

Rees, A. F., Alfaro-Shigueto, J., Barata, P. C. R., Bjorndal, K. A., Bolten, A. B., Bourjea, J. and Godley, B. J., “Are we working towards global research priorities for management and conservation of sea turtles?”, *Endanger. Species Res.*, 31, 337-382. (2016).

Reich, K.J., Bjorndal, K. A. and Bolten, A. B., “The ‘lost years’ of green turtles: using stable isotopes to study cryptic life stages”, *Biol. Lett.*, 3 (6):712-714, (2007).

Reijnders, P.J.H., “Reproductive and developmental effects of environmental organochlorines on marine mammals”, (eds: Vos, J. G., Bossart, G. D., Fournier, M. and O’Shea, T. J.), *Toxicology of Marine Mammals*, London: Taylor and Francis, 55–66, (2003).

Ripple, J., *Sea turtles*, Voyageur Press (MN), (1996).

Romero, I. A., Abbott, N. J. and Bradbury, M. W. B., “The blood–brain barrier in normal CNS and in metal-induced neurotoxicity” (ed: Chang, L. W.), *Toxicology of Metals*, Boca Raton: CRC Press-FL, 561-586, (1996).

Ross, D. A. N., Guzmán, H. M., Potvin, C. and van Hinsberg, V. J., “A review of toxic metal contamination in marine turtle tissues and its implications for human health”, *Reg. Stud. Mar.*, 15, 1-9, (2017).

Rude, R. K. Magnesium. (eds: Ross, A. C., Caballero, B., Cousins, R. J., Tucker, K.L. and Ziegler, T. R.,) *Modern Nutrition in Health and Disease*, 11th ed. Baltimore: Mass: Lippincott Williams & Wilkins, 159-75, (2012).

Saeki, K., Sakakibara, H., Sakai, H., Kunito, T. and Shinsuke, T., “Arsenic accumulation in three species of sea turtles”, *Biometals*, 13, 241-250, (2000).

Sakai, H., Saeki, K., Ichihashi, H., Kamezaki, N., Tanabe, S. and Tatsukawa, R., “Growth-related changes in heavy metal accumulation in green turtle (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Okinawa, Japan”, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39, 378-385, (2000).

Sakai, H., Saeki, K., Ichihashi, H., Suganuma, H., Tanabe, S. and Tatsukawa, R., "Species-specific distribution of heavy metals in tissues and organs of Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) and Green turtle (*Chelonia mydas*) from Japanese Coastal Waters", *Mar. Pollut. Bull.*, 40, 701-709, (2000).

Sakai, K., Watanabe, E., Onodera, Y., Uchida, I., Kato, H., Yamamoto, E. and Miyashita, Y., "Functional mapping of the human colour centre with echo-planar magnetic resonance imaging", *Proc. R. Soc. Lond., Series B: Biological Sciences*, 261 (1360), 89-98, (1995).

Salmon, M. and Wyneken, J., "Orientation and swimming behavior of hatchling loggerhead turtles *Caretta caretta* L. during their offshore migration" *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 109 (2), 137-153, (1987).

Salmon, M., Reiners, R., Lavin, C. and Wyneken, J., "Behavior of loggerhead sea turtles on an urban beach. I. Correlates of nest placement." *J. Herpetol.*, 29, 4, 560-567, (1995).

Scheuhammer, A. M., "The chronic toxicity of aluminium, cadmium, mercury, and lead in birds: a review", *Environ. Pollut.*, 46 (4), 263-295, (1987).

Schroeder, B. A., Foley, A. M. and Bagley, D. A., "Nesting patterns, reproductive migrations, and adult foraging areas of loggerhead turtles", (eds: Bolten, A. B. and Witherington, B. E.), *Loggerhead sea turtles*, Washington: Smithsonian Books, pp. 114-124, (2003).

Sinaei, M., Rouhollah, Z., Matin, M. T. and Ghasemzadeh, J., "Marine debris and trace metal (Cu, Cd, Pb, and Zn) pollution in the stranded Green Sea Turtles (*Chelonia mydas*).", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 80, 634-644, (2021).

Squires, D. and McDougall, A., *Choosing and using educational software: a teachers' guide*, Psychology Press. (1994).

Storelli, M. M. and Marcotrigiano, G. O., "Heavy metal residues in tissues of marine turtles" *Mar. Pollut. Bull.*, 46 (4), 397-400, (2003).

Storelli, M. M., Ceci, E. and Marcotrigiano, G. O., "Distribution of heavy metal residues in some tissues of *Caretta caretta* (Linnaeus) specimens beached along the Adriatic Sea (Italy)", *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 60, 546-552, (1998).

Storelli, M. M., Storelli, A., D'Addabbo, R., Marano, C., Bruno, R. and Marcotrigiano, G.O., "Trace elements in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the eastern Mediterranean Sea: overview and evaluation", *Environ. Pollut.*, 135, 163-170, (2005).

Talavera-Saenz, A., Gardner, S. C., Riosmena, R. R. and Acosta, V. B., "Metal profiles used as environmental markers of Green Turtle (*Chelonia mydas*) foraging resources", *Sci. Total. Environ.*, 373, 94-102, (2007).

- Torrent, A., Gonzalez-Diaz, O. M., Monagas, P. and Oros, J., “Tissue distribution of metals in loggerhead turtles (*Caretta caretta*) stranded in the Canary Islands, Spain”, *Mar. Pollut. Bull.*, 49, 854-860, (2004).
- Turner, A., Pollock, H. and Brown, M.T., “Accumulation of Cu and Zn from antifouling paint particles by the marine macroalga, *Ulva lactuca*”, *Environ. Pollut.*, 157, 2314-2319, (2009).
- Türkozan, O., Özdilek, Ş. Y., Ergene, S., Uçar, A. H., Sönmez, B., Yılmaz, C. and Aymak, C., “Strandings of loggerhead (*Caretta caretta*) and green (*Chelonia mydas*) sea turtles along the eastern Mediterranean coast of Turkey”, *Herpetol. J.*, 23 (1), 11-15, (2013).
- Valchos, V., Critchley, A. T., Bannatyne, T. E. and Von Holy, A., “Metal concentrations in Seaweeds from Kwazulu-Natal, South Africa - a first report”, *S. Afr. J. Bot.* 64:233., (1998).
- Varo-Cruz, N., Monzón-Argüello, C., Carrillo, M., Calabuig, P. and Liria-Loza, A., *Tortuga olivácea–Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829), (2015).
- Vélez-Rubio, G. M., Cardona, L., López-Mendilaharsu, M., Souza, G. M., Carranza, A., González-Paredes, D. and Tomás, J., “Ontogenetic dietary changes of green turtles (*Chelonia mydas*) in the temperate southwestern Atlantic”, *Mar Biol*, 163, 57, (2016).
- Wallace, B. P., DiMatteo, A. D., Bolten, A. B., Chaloupka, M. Y., Hutchinson, B. J., Abreu-Grobois, F. A., Mortimer, J. A., Seminoff, J.A., Amoroch, D., Bjørndal, K. A., Bourjea, J., Bowen, B. W., Briseno-Duenas, R., Casale, P., Choudhury, B. C., Costa, A., Dutton, P. H., Fallabrino, A., Finkbeiner, E. M., Girard, A., Girondot, M., Hamann, M., Hurley, B. J., Lopez-Mendilaharsu, M., Marcovaldi, M. A., Musick, J. A., Nel, R., Pilcher, N. J., Troeng, S., Witherington, B. and Mast, R. B., “Global conservation priorities for marine turtles”, *PLoS ONE*, 6 (9), e24510, (2011).
- Warwick, C., Arena, P. C., Steedman, C., “Health implications associated with exposure to farmed and wild sea turtles”, *JRSM*, 4(8), 1-7. 2013.
- WHO, *Exposure to arsenic: A major public health concern*, Switzerland-Geneva: World Health Organization, 867s., (2010a).
- WHO, *Exposure to cadmium: A major public health concern*, Switzerland-Geneva: World Health Organization, (2010b).
- WHO, *Exposure to lead: A major public health concern*, Switzerland-Geneva: World Health Organization, 873s., (2010c).
- Witham, R., “The “lost year” question in young sea turtles”, *Am. Zool.*, 20 (3), 525-530, (1980).
- Work, T. M. and Smith, M. R., “Lead exposure in Laysan albatross adults and chicks in Hawaii: prevalence, risk factors and biochemical effects”, *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 31, 115-119, (1996).

Wyneken, J., “The Anatomy of Sea Turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 1-172, (2001).

Yipel, M., Tekeli, İ. O., İşler, C. T. and Altuğ, M. E., “Heavy metal distribution in blood, liver and kidneys of Loggerhead (*Caretta caretta*) and Green (*Chelonia mydas*) sea turtles from the Northeast Mediterranean Sea”, *Mar. Pollut. Bull.*, 125 (1-2), 487-491, (2017).

Zug, G. R., Wynn, A. and Ruckdeschel, C., “Age estimates of Cumberland Island loggerhead sea turtles”, *MTN*, 25, 9-11, (1983).

