

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Pachygrapsus marmoratus (FABRİCİUS, 1787) (ORDU-KARADENİZ)
DOKULARINDA AĞIR METAL BİRİKİMİ VE BİRİKİMİN PROFİLİ

Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2016

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

02.02.2016

Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

ÖZET

Doktora Tezi

Pachygrapsus marmoratus (FABRİCİUS, 1787) (ORDU-KARADENİZ)
DOKULARINDA AĞIR METAL BİRİKİMİ VE BİRİKİMİN PROFİLİ

Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ

Dolunay ve Medreseönü İstasyonları'nda (Ordu-Karadeniz) gerçekleştirilen bu çalışmada su, sediment ve yengeçteki (*Pachygrapsus marmoratus*) bazı ağır metal birikimleri (Fe, Ni, Cu, Zn, Cr, As, Al, Mn, Pb ve Cd) araştırılmış ve mevsimsel değişimleri incelenmiştir. Yengeçlerin dış iskelet, solungaç, hepatopankreas ve kas dokuları analiz edilmiş, ağır metallerin yengeç dokularındaki birikim düzeylerinin anlamlılığı araştırılmıştır. Bu ağır metaller içinde en fazla birikim yapanın Al olduğu, en fazla birikimin solungaç ve kas dokusunda olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak yengeçlerde cinsiyetin birikim üzerine etkisi incelenmiş, dişi ve erkek bireylerin dokularında birikim farklılığı anlamlı bulunmamıştır. Tüm dokulardaki metal değerleri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yayınladığı Türk Gıda Kodeksi'ndeki kabuklular sınıfı için düzenlenmiş Avrupa Birliği normlarının, üst limitinden çok daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca bu ağır metaller için; deniz suyu, Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın su kirliliği kontrolü yönetmeliği ile kıyaslanmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü istasyonlardaki su, sediment ve yengeçteki ağır metal birikiminin ekosistem ve insan sağlığı açısından tehlikeli bir boyutta olmadığı tespit edilmiştir. Sediment kalite araştırma yöntemleri neticesinde metal birikimi açısından sedimentte antropojenik etkinin olmadığı, metal birikiminin canlılar için tehdit oluşturmadığı tespit edilmiştir. Medreseönü'nde toplam toksik birime en fazla katkıda bulunan metal %32,29 oranı ile Cu iken; Dolunay'da %15,43 ile As'tir. Sonuç olarak metal ve metalloidlere bakılarak bu istasyonlar herhangi bir insan kaynaklı noktasal ve/veya noktasal olmayan kaynağın etkisi altında olmadığı söylenebilir.

Şubat 2016, 156 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Pachygrapsus marmoratus*, ağır metal, sediment kalite yönergesi, cinsiyet, kümeleme analizi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ACCUMULATION of HEAVY METAL in TISSUES of *Pachygrapsus marmoratus* (FABRICIUS, 1787) (ORDU-BLACK SEA) and PROFILE of the ACCUMULATION

Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ

This study was carried out at the stations of Medreseönü and Dolunay (Ordu-Black Sea) water, sediment and some heavy metals accumulation in the crab (*Pachygrapsus marmoratus*) researched and seasonal variations were examined. Exoskeleton, gills, hepatopancreas, muscle of crab were analysed and the significance of accumulations in the crab tissues was searched for these heavy metals. It was detected that Al had higher accumulation in these heavy metals. The accumulation in gills and muscles for these heavy metals is generally higher than the others. In addition examined the effect of gender on the accumulation of crab, tissue accumulation of differences in male and female individuals were not significant. The level of heavy metals in all tissue was less than level of Turkish food codex which was published by Ministry of Food, Agriculture and Livestock, European Union's regulations for crustaceans. The water of sea is compared with Ministry of Forestry and Water Affairs's water pollution regulations for these heavy metals. The result of this research show that accumulations of these heavy metals in water, sediment and crab in those stations are not harmful for ecosystem and people's health. As a result of sediment quality guidelines, there is no absence of active anthropogenic sediments and the metal deposition has not been found to pose a threat to living creatures. 32.29% Cu (Medreseönü), %15.43 As (Dolunay) ratio in the metal sediment has been found to comprise a major portion toxicity. As a result, according metals and metalloids, these stations are not under the influence anthropogenic point and/or non-point sources.

February 2016, 156 pages

Key Words: *Pachygrapsus marmoratus*, heavy metal, sediment quality guidelines, gender, cluster analysis

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın her aşamasında yardımları, mesleki bilgi ve tecrübeleri ile yoluma ışık tutan ve desteğini benden esirgemeyen çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet ALTINDAĞ (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı)'a, çalışmalarım sırasında her anlamda tecrübeleri ile bana ışık tutan canım hocam Prof. Dr. Emine Olcay OBALI (Ankara Üniversitesi Biyoloji Anabilim Dalı)'ya, tezimin her aşamasını titizlikle takip edip, her soruma sabırla cevap veren, tezimin başından sonuna her aşamasında özveri ile desteğini benden esirgemeyen, sadece tez çalışmam değil her türlü çalışmamda yanımda varlığını sonuna kadar hissettiğim canım arkadaşım ve çok değerli hocam Doç. Dr. Evren TUNCA (Ordu Üniversitesi Fatsa Deniz Bilimleri Fakültesi)'ya, çalışmalarımın maddi-manevi desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Turgay TEKİNAY (Gazi Üniversitesi Yaşam Bilimleri Uygulama Araştırma Merkezi)'a, çok yoğun tempodaki çalışma hayatıma duyduğu saygı, verdiği destekle her zaman dimdik yanımda duran, enerjime enerji katan fedakar canım eşim Onur ERGEN'e, yüzümün tebessümü destek dostlarım, ekip arkadaşlarım Çağrı TEKATLI, Pınar YILDIZ, Esra ÜÇÜNCÜ, Levent BİLER ve Zeynep ERGÜL ÜLGER'e, öğrenim hayatım boyunca pek çok fedakarlıklar göstererek beni her anlamda destekleyen canım ailem İmran-Selma FİKİRDEŞİCİ'ye, hayattaki yaşam kaynaklarım ve destekçilerim Nazire-Olgun-Sude KAYA, Şule-Murat-Gazi-Çınar ÖZTUNÇ, Seçkin-Ezgi-Özgür FİKİRDEŞİCİ, Müfit-Seval-Özgür ERGEN'e en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

Ankara, Şubat 2016

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Ağır Metal ve Kaynakları.....	2
1.2 Biyoindikatör-Biyomonitör-Biyoakümülyasyon	3
1.3 <i>Pachygrapsus marmoratus</i> 'un Sistematığı ve Hakkında Genel Bilgiler	5
1.4 Çalışma Alanı İstasyonları: Medreseönü ve Dolunay (Ordu)	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	10
2.1 <i>Pachygrapsus marmoratus</i> ile Yapılmış Birikim Çalışmaları.....	10
2.2 Bazı Sucul Omurgasızlar Üzerine Yapılmış Birikim Çalışmaları.....	11
2.3 Su ve Sedimentte Ağır Metal Birikimi Üzerine Yapılmış Bazı Çalışmalar	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1 Su ve Sediment Örneklerinin Alınması ve Saklanması	19
3.2 Canlı Örneklerin Alınması ve Saklanması	19
3.3 Laboratuvar Koşullarında Gerçekleştirilen Çalışmalar	19
3.4 Sediment Kalite Araştırma Yöntemleri (SQG)	20
3.5 İstatistiksel Analiz	24
3.5.1 Korelasyon analizi	24
3.5.2 Kümeleme (Cluster) analizi	24
4. BULGULAR	26
4.1 Medreseönü ve Dolunay İstasyonları Su ve Sedimentinin Ağır Metal Karakterizasyonu	26
4.2 Su ve Sedimentte Birikim Farklılığı Gösteren Metaller.....	29
4.2.1 Medreseönü ve Dolunay istasyonları suyunda birikim farklılığı gösteren metaller	29
4.2.2 Medreseönü ve Dolunay istasyonları sedimentinde birikim farklılığı gösteren metaller	33
4.3 Su ve Sedimentte Birikim Gösteren Metaller Arası Korelasyon Testi	63
4.4 Sediment Kalite Araştırma Yöntemleri (SQG) ile Sediment Kalitesinin Belirlenmesi.....	66
4.4.1 Kontaminasyon faktörü (Cfi)	66
4.4.2 Kontaminasyon derecesi (C_d)	67
4.4.3 Modifiye kontaminasyon derecesi (mC_d).....	67

4.4.4 Zenginleştirme faktörü (EF).....	68
4.4.5 Jeoakümülyasyon indeksi (I_{geo})	69
4.4.6 Kirlilik yükleme indeksi (PLI).....	69
4.4.7 Potansiyel ekolojik risk faktörü (PERI) (<i>Eri</i>)	70
4.4.8 Potansiyel ekolojik risk indeksi (RI).....	70
4.4.9 Toplam toksik birim	71
4.4.10 Oransal toksik birim	71
4.4.11 Ortalama etki aralığı medyanı oranı (m-ERM-Q).....	71
4.4.12 Ortalama muhtemel etki seviyesi oranı (m-PEL-Q).....	72
4.4.13 Kirlilik yükü indeksi (PIN).....	72
4.4.14 Sedimentte ağır metallerin muhtemel etki konsantrasyonu (PEC) ile yerkabuğu ağır metal içeriği (SAV) düzeylerinin değerdendirmeesi	75
4.5 <i>Pachygrapsus marmoratus</i> 'un Mevsimsel Büyüme Parametreleri	75
4.6 Medreseönü ve Dolunay İstasyonları'nda Yengeç Dokularındaki Ağır Metallerin Mevsimsel Karakterizasyonu	76
4.6.1 Kış.....	76
4.6.2 İlkbahar	84
4.6.3 Yaz.....	92
4.6.4 Sonbahar.....	101
4.7 Dokularda Metal Birikim Farkları	109
4.8 Dokulardaki Metal Değerlerinin Türk Gıda Koteksine Göre Karşılaştırılması	115
4.9 Yengeçlerde Cinsiyete Bağlı Birikim Farklılıkları	116
4.10 Doku ve Sedimentteki Metallerin Kümeleme Analizi (Cluster)ile Yakınlık İlişkileri.....	119
4.11 Dokulardaki Metal Birikimi ile Yengecin Büyüme Parametreleri Arasındaki İlişki	121
5. TARTIŞMA	124
5.1 Su ve Sediment Örneklerinde Ağır Metal Birikiminin Profili.....	124
5.2 Doku Örneklerinde Ağır Metal Birikiminin Profili	127
6. SONUÇ	131
KAYNAKLAR	134
ÖZGEÇMİŞ.....	152

SİMGELER DİZİNİ

µg	Mikrogram
kg	Kilogram
mg	Miligram
L	Litre
Al	Alüminyum
Ag	Gümüş
As	Arsenik
CA	Kümeleme analizi
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
D	Dolunay
DID	Dış iskelet Dolunay
DIM	Dış iskelet Medreseönü
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
Fe	Demir
Hg	Civa
HD	Hepatopankreas Dolunay
HM	Hepatopankreas Medreseönü

HNO ₃	Nitrik asit
ICP-MS	indüktif olarak eşleştirilmiş plazma kütle spektrometresi
ICP-OES	İndüktif eşleşmiş plazma atomik emisyon spektrometresi
K	Potasyum
KD	Kas Dolunay
KM	Kas Medreseönü
LUTS	İz metaller için referans materyali kerevit hepatopankreası
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
MÖ	Medreseönü
Na	Sodyum
Ni	Nikel
Pb	Kurşun
PEC	Muhtemel etki konsantrasyonu
PIN	Kirlilik yükü indeksi
SAV	Yerkabuğu ortalama değeri
SD	Solungaç Dolunay
SM	Solungaç Medreseönü
SQG	Sediment Kalite Araştırma Yöntemleri
TE	Tespit edilemedi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
XRF	X-ışını floresans
Zn	Çinko

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 <i>Pachygrapsus marmoratus</i> 'un yayılışı	6
Şekil 1.2 <i>P. marmoratus</i> 'un genel görünüşü.....	7
Şekil 1.3 Dolunay (Fatsa) ve Medreseönü (Perşembe) İstasyonlarının uydu görüntüsü.....	9
Şekil 4.1 Kış mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı	77
Şekil 4.2 İlkbahar mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı	84
Şekil 4.3 Yaz mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı	92
Şekil 4.4 Sonbahar mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı.....	101
Şekil 4.5 Doku ve sedimentteki metaller arası yakınlık matrisinin dendogramı.....	120
Şekil 4.6 Dokulardaki metaller ile yengecin büyüme parametreleri arası yakınlık matrisinin dendogramı.....	122

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Dr 1995'e göre kıyısal zona dağılmış materyalin sınıflandırılması.....	23
Çizelge 4.1 Medreseönü İstasyonunda su ve sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları.....	27
Çizelge 4.2 Dolunay İstasyonunda su ve sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları.....	28
Çizelge 4.3 Medreseönü suyundaki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	29
Çizelge 4.4 Medreseönü suyundaki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	30
Çizelge 4.5 Medreseönü suyundaki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	30
Çizelge 4.6 Medreseönü suyundaki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	31
Çizelge 4.7 Dolunay suyundaki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	31
Çizelge 4.8 Dolunay suyundaki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	32
Çizelge 4.9 Dolunay suyundaki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	32
Çizelge 4.10 Dolunay suyundaki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	33
Çizelge 4.11 Medreseönü sedimentindeki Cu birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	34
Çizelge 4.12 Medreseönü sedimentindeki Pb birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	35
Çizelge 4.13 Medreseönü sedimentindeki Zn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	37
Çizelge 4.14 Medreseönü sedimentindeki Ni birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	38
Çizelge 4.15 Medreseönü sedimentindeki Mn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	39
Çizelge 4.16 Medreseönü sedimentindeki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	41
Çizelge 4.17 Medreseönü sedimentindeki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	42

Çizelge 4.18 Medreseönü sedimentindeki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	44
Çizelge 4.19 Medreseönü sedimentindeki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	45
Çizelge 4.20 Medreseönü sedimentindeki Al birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	47
Çizelge 4.21 Dolunay sedimentindeki Cu birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	49
Çizelge 4.22 Dolunay sedimentindeki Pb birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	50
Çizelge 4.23 Dolunay sedimentindeki Zn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	52
Çizelge 4.24 Dolunay sedimentindeki Ni birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	53
Çizelge 4.25 Dolunay sedimentindeki Mn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	55
Çizelge 4.26 Dolunay sedimentindeki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	57
Çizelge 4.27 Dolunay sedimentindeki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	58
Çizelge 4.28 Dolunay sedimentindeki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	59
Çizelge 4.29 Dolunay sedimentindeki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	61
Çizelge 4.30 Dolunay sedimentindeki Al birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar	62
Çizelge 4.31 Medreseönü sediment ve su örneklerinde metaller arası korelasyon.....	64
Çizelge 4.32 Dolunay sediment ve su örneklerinde metaller arası korelasyon.....	65
Çizelge 4.33 Medreseönü sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karakterizasyonu.....	73
Çizelge 4.34 Dolunay sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karakterizasyonu.....	74
Çizelge 4.35 Sedimentte ağır metal PEC ve SAV değerleri ($\mu\text{g/g}$).	75
Çizelge 4.36 Yengeçlerin büyüme parametreleri (en (cm), boy(cm), ağırlık (g)).	76
Çizelge 4.37 Kış mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$)	78
Çizelge 4.38 Kış mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu	82
Çizelge 4.39 Kış mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu	83

Çizelge 4.40 İlkbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$)	85
Çizelge 4.41 İlkbahar mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu.....	90
Çizelge 4.42 İlkbahar mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu	91
Çizelge 4.43 Yaz mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$)	93
Çizelge 4.44 Yaz mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu	99
Çizelge 4.45 Yaz mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu	100
Çizelge 4.46 Sonbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi ($\mu\text{g/g}$)	102
Çizelge 4.47 Sonbahar mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu.....	107
Çizelge 4.48 Sonbahar mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu	108
Çizelge 4.49 Hepatopankreastaki metal birikim farkları	109
Çizelge 4.50 Dış iskeletteki metal birikim farkları	111
Çizelge 4.51 Kastaki metal birikim farkları	112
Çizelge 4.52 Solungaçtaki metal birikim farkları	114
Çizelge 4.53 Yengeç dokularındaki metal birikimi (yaş ağırlık $\mu\text{g/g}$)	116
Çizelge 4.54 Türk Gıda Kodeksi ve Su Ürünleri Yönetmeliği'ne göre yengeç etinde kabul edilebilir maksimum ağır metal değerleri.....	116
Çizelge 4.55 Metallerin dişi ve erkek bireylerdeki birikim farklılıkları	117
Çizelge 4.56 Dişi ve erkek bireylerde belirlenmiş metallerin birikim farkları	117
Çizelge 4.57 Doku ve sedimentteki metallerin yakınlık matrisi	120
Çizelge 4.58 Doku ve sedimentteki metallerin korelasyonu.....	121
Çizelge 4.59 Dokulardaki metal birikimi ile yengecin büyüme parametrelerinin yakınlık matrisi	122
Çizelge 4.60 Dokulardaki metal birikimi ile yengecin büyüme parametreleri arası ilişki.....	123

1. GİRİŞ

Günümüzde artan antropojenik etkiler; ağır metallerin, ekosistemlerdeki konsantrasyonlarının artmasına ve dünya çapında en yaygın kirletici olmalarına sebep olmuştur. Ağır metal kirlenmesi atmosferin ve su kütlelerinin kalitesini etkilemekte, insan ve hayvan sağlığını ve varlığını tehdit etmektedir. Tüm metaller esansiyel olsun veya olmasın canlılardaki birikimleri belli bir eşik değerin üstünde toksiktir.

Suyun kullanımı, korunumu ve kalitesini artırmak amacıyla su ortamına kirletici girdilerini azaltmaya yönelik teşvikin son yıllarda arttığı gözlenmektedir. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi sucul kirliliğinin önlenmesi ve atık su arıtma verimliliğinin artırılmasına ilişkin düzenlenmiş olan ve olmayan maddelerin önemli yönlerini sürekli düzenlemektedir (Laane vd. 2012, Ruel vd. 2012, Mesquita vd. 2015). Sucul kirleticilerin varlığı ve etkilerinin değerlendirilmesi, uzun dönemli kimyasal ve biyolojik izlenmesi gerekir. Bu durumda mevcut kirlilik sorunlarının erken tespitini sağlayan kimyasal analizler, kirliliğin maruziyet ve etkilerini değerlendirmede, uygun maliyetli parametrelerin sıklığını artırmada oldukça önemlidir (Hagger vd. 2008, Mesquita vd. 2015).

Yüksek konsantrasyondaki ağır metaller besin, solunum ve bazı durumlarda deri emilimi ile canlılar için risk teşkil ederler (Zhang vd. 2008). Ağır metal bakımından sucul sistemlerde çevresel kalitenin belirlenmesi; su, sediment ve yaşayan organizmaları içine alan bir dizi ölçüm ile gerçekleştirilebilir (Alcorlo vd. 2006, Samecka-Cymerman ve Kempers 2007, Tunca vd. 2013a).

Sucul canlılar su tarafından çevrelenmelerinden ve/veya besin kaynaklarından dolayı metal iyonlarını bünyelerinde biriktirebilmektedirler. Bu sebeple, sucul ekosistemlerde indikatör türlerin çevresel kaliteyi görmek amaçlı kullanımının anlamlı olduğu düşünülür (Alcorlo vd. 2006). Bentik ve soliter canlılar olmalarından, kendini çevreleyen objelerle sürekli temas halinde, balıklara göre daha az hareketli canlılar olmalarından ve dokularında metal biriktirme özelliklerinden dolayı yengeçler, sucul çevrelerde ağır metal kirlenmesi için monitör olarak kullanılabilir (Stewart vd. 2010).

1.1 Ağır Metal ve Kaynakları

Ağır metallerin genel tanımı, yoğunluğu sudan 5 kat daha yüksek ($> 4\text{g/cm}^3$) olan, vücuda hava, besin ve içme suyu yolu ile alınan yer kabuğunun doğal bileşenleridir. Metal ve metal bileşiklerinin yer kabuğundaki konsantrasyonları farklıdır. Esansiyel metallerin esansiyel olmayanlara göre, çevreyi kirletme potansiyelleri daha yüksektir. Doğal mineraller halindeki metaller çözünmeyen bileşikler şeklindedir ve organizmalara zararlı etkileri yoktur. Ancak metallerin çözünen türevleri organizmalar için genellikle toksiktir. Ağır metaller çevrede geniş yayılım göstermektedir ve bunlardan toksik olanlarının konsantrasyonları önemli boyutlara ulaşabilmektedir (Kamalı 1999, Taylan ve Özkoç 2007, Çetinkaya 2015).

Ağır metaller kirleticilerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu kirleticiler tüm sulak alanlar ve bu sulak alanların sedimentlerinde yayılım gösterirler. Kirleticilerin sulak alanlara ulaşımı genellikle iki ana kaynaktan olmaktadır. Bunlardan birincisi atık su kaynaklarının oluşturduğu noktasal kaynaklar, ikincisi ise atık bölgeleri ile kaza yollu sızmaların oluşturduğu noktasal olmayan kaynaklardır. Her iki kaynak kıyaslandığında noktasal kaynakların karakterizasyonu genellikle daha kolaydır. Buna karşılık kirletilmiş topraklar, pestisitler, yerleşim bölgesi ve atmosferik kaynaklı kirliliklerin temelini oluşturduğu noktasal olmayan kaynakların karakterizasyonu ve kaynağının tespiti oldukça zordur (Taylan ve Özkoç 2007, Zhang vd. 2007).

Okyanus yüzey suları incelendiğinde ağır metal konsantrasyonlarının genellikle düşük olduğu, ortama atmosferik taşınım ve su sirkülasyonu ile ulaştığı tespit edilmiştir. Kıyı suları incelendiğinde ise nehirlerle taşınım etkisiyle okyanus sularına kıyasla daha yüksek ağır metal konsantrasyonları gözlenmiştir (Jadeja ve Tewari 2007). Kıyı sularına taşınan metallerin büyük kısmı çözünmüş haldeyken, denizlere ulaşan metaller partiküler formdadır. Bunun sebebi azalan akarsu hızına bağlı olarak çökelmenin artmasından ve körfez sularının fiziko-kimyasal farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Metal kirleticiler bir ortamdan başka bir ortama rüzgar ve sularla ulaşabilir. Bu dağılım her ne kadar bir ortamın metal kirlilik konsantrasyonunu azaltsa da metalce kirlenmemiş bir ortamın kirlenmesine hatta sınır değerdeki bir

konsantrasyonun yükselmesine sebep olabilmektedir (Yazkan vd. 2004, Gillis vd. 2006, Taylan ve Özkoç 2007, Terra ve Gonçaves 2013). Kaplama, madencilik ve yarı iletken imalathaneleri antropojenik sebepli ağır metal kaynaklarından bazılarıdır (Hashim ve Chu 2004). Metal kirleticiler kimyasal ve biyolojik yollarla ortadan kaldırılamaz. Bir metal bileşiği başka bir metal bileşiğine dönüşebilir ancak hiçbir şekilde kaybolmaz (Rainbow 1995, Taylan ve Özkoç 2007). Sulara taşınan ağır metallerin büyük bir kısmı seyrelir, kısmen sülfat, karbonat ve sülfürlü katı bileşikler oluşturarak sedimente çöker ve buradabirikirler. Sedimentlerin belli bir taşıma kapasitesi olduğundan, belli bir seviyeden sonra suların metal konsantrasyonu artış gösterecektir.

Sucul çevrede metal kirliliği ölçüsü su, sediment ve canlı ile gerçekleştirilen testlerle belirlenebilir (Rainbow 1995). Su, sediment ve organizmalardaki kirlilik seviyelerinin belirlenmesi ve izlenmesiyle ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Bu üç bileşen ya tek başına ya ikili kombinasyon şeklinde ya da hepsi birlikte kirletici seviyelerini izlemek ya da kirleticilerin çevresel davranışlarını tanımlamak için kullanılmıştır (Hosseini vd. 2012, Tunca vd. 2013a, b, c, Stanek vd. 2014, Ergen-Fikirdesici vd. 2015).

Hızla artan nüfus, bu artışın ihtiyaçlarını karşılamak üzere gelişen endüstrileşme ve neticesinde toksik metal konsantrasyonunun çevredeki artış ve tahribatı dünya genelinin bir sorunudur. Ağır metallerin dayanıklı yapıları, canlı sistemleri tehdit edici etkileri, besin zincirindeki yeri, birikme potansiyelleri ve yok edilememe özellikleri nedeniyle diğer kirleticiler arasındaki yerleri farklıdır (Miller vd. 2002, Censi vd. 2006).

1.2 Biyoindikatör-Biyomonitör-Biyoakümülyasyon

Ekolojik etkilerin izlenebildiği türlere biyoindikatör, biyolojik, kimyasal ya da fiziksel değişiklikler ile ekolojik değişikliğin derecesini gösteren türlere ise biyomonitör denir (Rainbow 1995). Bir organizmaya biyomonitör denebilmesi için bazı özellikleri taşıması gerekmektedir. Bunlar; (1) bir sulak alandaki ağır metal seviyesinin zamana dayalı konsantrasyonunu söyleyebilmeli, (2) bir sulak alanın sadece ölçümünün yapıldığı zamandaki metal konsantrasyonunun durumu hakkında değil aynı zamanda geçmişteki mevcut durumu hakkında da bilgi verebilmeli, (3) akıntı, rüzgar, dalga vb.

gibi fiziksel etmenlerden etkilenmemeli, (4) metalleri sürekli depolama özelliği sayesinde biriktirdiği esansiyel olsun ya da olmasın ağır metal konsantrasyonlarına direnç göstermeli, (5) ortamında sabit konumda olmalı, adetce bol bulunmalı ve teşhisi kolay yapılmalı, (6) analiz için yeterli dokuyu sağlayacak büyüklükte, (7) ömürleri uzun, (8) laboratuvar koşullarına uyumlu ve (9) yıl boyunca örneklemeğe uygun olmalıdır (Rainbow 1995, Serfor-Armah vd. 2001, Villares vd. 2001, Taylan ve Özkoç 2007).

Zhou vd. (2008) tanımına göre biyomonitör organizma, çevre kirleticilerinin hasarını önceden ölçülebilir kılan, tahmin gerektirmeyen, deneyleri basit, hızlı ve minimum masrafla yürütülebilir kılan indikatör organizmalardır. Bir canlının biyomonitör olup olmadığı o canlının beslenme ve solunum şekilleri, solunum ürünleri, habitatları, üreme dönemleri, yaşam döngüleri, metal birikim kinetiği incelenerek ortaya konulabilmektedir (Rainbow 1995).

Biyoakümülyasyon ise bir kimyasalın beslenme ve/veya temas ile canlı tarafından alınımıdır. Bir kimyasalın sucul ortamdan alınımı değişik yollarla (pasif difüzyon, aktif taşıma ve/veya adsorbsiyon) mümkündür. Difüzyon yoluyla alınan bir metal yarı geçirgen membranlardan, mukoz membranlardan veya sindirim ile canlı bünyesine geçmektedir. Aktif taşınım ise bir metalin taşınması makromoleküler taşıyıcılar ile olmaktadır. Esansiyel metallerin taşınımı genellikle makromoleküler taşıyıcılar ile gerçekleşmektedir (Ratte 1999, Taylan ve Özkoç 2007).

Ağır metaller sudaki canlılarda, beslenme ve absorbsiyon sonucu birikmektedir. Birikimin miktarı; canlının yaşına, türüne, habitatına, cinsiyetine, beslenmesine göre değişkenlik göstermektedir. Sucul ortamda derişimi artan ağır metaller, besin yoluyla organizmalara buradan da besin zinciri yoluyla giderek artan konsantrasyonlarda üst trofik seviyelere iletilmektedir. Bazı ağır metaller canlı yapısında oldukça önemlidir. Bu metallerden bazıları proteinlerin bazıları da enzimlerin yapısında bulunmaktadır. Ağır metallerin toksik etkileri organizmanın türüne ve metalin çeşidine göre farklılık göstermektedir. Esansiyel metallerin düzeyleri oldukça önemlidir. Çünkü belli bir düzeyi aşan esansiyel metaller de canlı yapısı için toksiktir. Metal toksisitesi ile ilgili

temelde iki mekanizma kabul edilmektedir. İlki enzimin aktif bölgesinde yer alan yararlı metal ile toksik metalin yer değiştirmesi, ikincisi toksik metalin moleküle bağlanarak metalik katyonun değişmesi ile enzimin aktivitesinin değişmesidir (Rainbow 1995, 2002, Taylan ve Özkoç 2007).

Enzimlerin çoğu aktivitelerini yapabilmeleri için spesifik metallere ihtiyaç duymaktadır. Bu metaller uygun konsantrasyonlarda enzim aktiviteleri için gerekli olsalar da organizma için eşik konsantrasyon aşıldığında enzim aktivitelerini inhibe etme özelliğindedirler. Cd, Ag, Hg, Cu, ve Pb gibi metaller enzim aktivitelerini durduracak kadar toksik özellikteki metallerdir. Bir metalin izleyeceği yolun modellenebilmesi için organizmada birikmiş ağır metaller iki kategoride toplanabilir; ilki, metabolizma için gerekli metal; ikincisi, detoksikleşmiş metal (metabolizma için gerekli olmayan vücuttan atılacak form). Detoksif metal miktarı için teorik bir limit bulunmamaktadır. Eşik konsantrasyon aşıldığında önce birikim sonra da letal etki gözlemlenmektedir. Organizmaya metal giriş hızının, organizmadan atılma hızını geçmesi durumu toksik etkinin başladığı noktadır. Bu durumun devamlılığı canlının ölümü ile sonuçlanmaktadır (Rainbow 2002, Taylan ve Özkoç 2007).

1.3 *Pachygrapsus marmoratus*'un Sistematiği ve Hakkında Genel Bilgiler

Alem: Animalia

şube: Arthropoda

Altşube: Crustacea

Sınıf: Malacostraca

Takım: Decapoda

Familya: Grapsidae

Cins: *Pachygrapsus*

Tür: *P. marmoratus* (Fabricius, 1787)



Şekil 1.1 *Pachygrapsus marmoratus* 'un yayılışı

Genellikle kayalık bölgelerin su dışında kalan oyuk ve çatlaklarında ve sığ kayalık alanlarda yayılım gösteren (Edwards 2008) *P. marmoratus* 'un karapaks uzunluğu 3,6 cm'ye kadardır (Hayward vd. 1996). Neredeyse kare şeklinde olan karapaksının rengi koyu yeşil, bacakları sarımsı ve mermerimsi desendedir. Anteriör lateralinde 3 adet sivri dişler mevcuttur (Hayward vd. 1996, Edwards 2008). Ayaklarının üzerinde uzun tüyler mevcuttur. Dişi ve erkek bireylerin büyüklükleri neredeyse aynıdır (Şekil 1.1). Güney Avrupa, Karadenizden Fas kıyılarına, Atlas Okyanusunda Portekiz, İspanya ve Fransa kıyılarına kadar yayılır (Cannicci vd. 2002, Ray vd. 2006). 1996 yılında kuzeyde Manş Denizinde Southampton yöresinde de gözlenmiştir (Ray vd. 2006). Kuzeye doğru olan bu yayılma küresel ısınma sonucu su yüzeyinin ısınmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Dauvin 2009). *Pachygrapsus* cinsine ait 8 tür mevcuttur. Bunlar: *P. crassipes*, *P. fakaravensis*, *P. gracilis*, *P. marmoratus*, *P. minitus*, *P. planifrons*, *P. plicatus* ve *P. transverses*.

Üreme periyodu yaz ortası (Haziran-Ağustos) su sıcaklığı 17°C'ye ulaştığı zaman başlamaktadır. İnkübasyon süresi ise 25 gündür. Genelde yaşam süreleri 3 yıldır ancak nadiren 4 yıl yaşadıkları da gözlenmektedir. Üreme olgunluğuna 2 yaşında ulaşırlar. Bir şekilde havadan solumaya adapte olmuşlardır. Fizyolojik bir türdür; klorür seviyesi %10'un altına düşmesi veya %30'un üstüne çıkması durumunda yaşayamazlar.

Brachyuran türlerinin beslenme alışkanlıkları kategorize etmek genellikle zor olsa da genellikle omnivor olarak kabul edilmektedir (Warner 1977). Çok az yengeç türü için beslenmelerinde seçici olduğu söylenir, hatta otçul ve etçil olarak sınıflandırılmış olan türler için bile kesinlik söz konusu değildir (Wolcott ve O'Connor 1992, Stachowicz ve Hay1999). Yapılan çalışmalar *P. marmoratus*'un omnivor bir canlı olduğunu göstermektedir. Diyetlerini % 47 civarında algler oluştururken geri kalan kısmını gastropodlar, bivalveler, balıklar ve yengeçlerin oluşturduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca bazı bulgular bu tür içerisinde yaygın bir kanibalizmin de olduğunu ortaya koymuştur (Cannicci vd. 2002). Kıyı kirliliği, zararlı kimyasal maddelerle deniz sularının kirliliği, kışın sert don, bulundukları deniz sularına tatlı su girdisinin olması bu türlerin hayatını tehdit eden etmenler arasında sayılabilir.



Şekil 1.2 *P. marmoratus* 'un genel görünüşü

1.4 Çalışma Alanı İstasyonları: Medreseönü ve Dolunay (Ordu)

Fatsa, Türkiye 'de Orta Karadeniz bölgesinde yer alan, Ordu ilinin bir ilçesidir. Konumu itibarıyla, Ordu il merkezinin 40,2 km batısında, Samsun ilinin ise 110 km doğusunda yer almaktadır (Şekil 1.2). Bölge ekonomisine yön veren önemli ticari merkezlerdendir. Fındık üretiminin yaygın olması ile tanınan ilçe, bu özelliği ile Türkiye'nin dünyada en fazla organik üretim alanına sahip 30. ülke olmasına önemli derecede katkıda bulunmuştur. Fatsa coğrafi konumu nedeniyle tarih boyunca idari ve

ticari bir merkez olmuştur. Özellikle ekonomisinin tarıma dayalı olması, bu özelliği kazandıran unsurlardan biridir.

Coğrafi bakımdan dağlık ve engebeli bir bölgede yer almaktadır. Rakım 10 metreden 550 metreye kadar çıkmaktadır. Kuzeyinde denize paralel olarak uzanan Canik Dağları, sahile kadar kademeli bir şekilde alçalmaktadır. İlçenin iki önemli akarsuyu olan Bolaman ve Elekçi derelerinin sahile yakın civarlarında düz araziler bulunmaktadır. İlçenin 10 km. güneydoğusunda bulunan sefaköy köyünün sınırları içinde, Aybastı yolu üzerinde Gaga Gölü bulunmaktadır. İlçe kısmen sahildeki alüvyon üzerinde, gerideki yamaçta yerleşmiş bulunmaktadır. Çevrede yapılan inşaat hafriyatlarından edinilen bilgiye göre yamaçtaki iskan bölgelerinde yer altı suyu mevcut değildir.

İlçenin düzlük kısımları ince kum ve killi zeminden oluşmuş olup, yer altı suyu çıkmaktadır. Yamaçlarda ise üst tabaka 1,5 - 2 metreye kadar kil ve nebati örtü, taban ise çatlaklı mavi kalkerdir. Dere ve dere yatakları çevresinde oluşan taban arazileri vasıflı, yani birinci ve üçüncü sınıf topraktan oluşmuştur. Vasıfsız tarım alanları da mevcuttur. Tarıma elverişli arazilerin % 80'inde fındık tarımı yapılmaktadır. Daha yüksek yamaçlarda ise ormanlık alanlar ortaya çıkmaktadır. Topoğrafyanın, kıyının gerisinde hemen yükselmesinden ve meyilinin fazla olmasından dolayı, ormanların yok edilerek tarım arazisine dönüştürülmesi olayına pek rastlanmamaktadır. 2014'te Fatsa nüfusu 108,365'dir (Türkiye İstatistik Kurumu Verileri).

İlçede tipik Karadeniz iklimi hakim olup, yaz mevsimleri ılık, kış mevsimleri ise serin geçmektedir. Isı farkları oldukça azdır. Yaz mevsimlerinde bunaltıcı sıcaklar görülmez. Ukrayna tarafından gelen soğuklar, kışların orta seviyede karlı geçmesini sağlamaktadır. Perşembe ilçesi Ordu-Samsun devlet karayolu üzerinde Vona tabii liman koyunda kordon tepesi eteğinde kurulmuştur (Şekil 1.2). Kuzeyinde Karadeniz, doğusunda Ordu, batısında Fatsa, güneyinde Ordu-Ulubey ve Fatsa İlçeleri ile sınırlıdır. İl Merkezine 13 km uzaklıktadır. İklimi Fatsa ilçesi ile benzerdir. 2014'te Perşembe İlçesi nüfusu 31,702'dir (Anonim 2015).



Şekil 1.3 Dolunay (Fatsa) ve Medreseönü (Perşembe) İstasyonlarının uydu görüntüsü

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Literatürde *Pachygrapsus marmoratus* kullanılarak; canlının solungaçlarından iyon transportu ile hiperglisemik hormon ilişkisi (Pierrot vd. 2000), beslenme alışkanlığı (Cannicci vd. 2002, 2007), avlanması (Silva vd. 2004), populasyon dinamiği ve morfolojileri (Flores ve Paula 2002, Silva vd. 2009), α -altbirimi Na^+/K^+ -ATPaz'ın transkripsiyonel regülasyonu (Jayasundara vd. 2007) ve canlının termal toleransı üzerine (Madeira vd. 2012) bazı çalışmalar mevcuttur.

P. marmoratus metal biyoindikatörü olarak kullanıldığı, metallerin *P. marmoratus*'daki birikim düzeyleri ve ilişkileri üzerine çok fazla araştırma mevcut değildir. Ülkemizde sistematik çalışması dışında *P. marmoratus* ile yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2.1 *Pachygrapsus marmoratus* ile Yapılmış Birikim Çalışmaları

Fratini vd. (2008) ağır metal akümüasyonu ile genetik çeşitliliğin azalışı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bulgularının "genetik erozyon hipotezi" (ağır metal stresi ile genetik çeşitlilik kaybının ilişkili olduğunu öne süren hipotez) ni desteklediğini belirtmişlerdir. Ayrıca deniz kirliliği araştırmalarında *P. marmoratus*'un biyomonitör olarak kullanılabilecek indikatör bir organizma olduğunu vurgulamışlardır.

Mouneyrac vd. (2001) Fransa'nın metalce zengin Gironde Haliç'inden topladıkları *P. marmoratus*' ta solungaç ve hepatopankreas dokularındaki Cd, Cu ve Zn metallerinin birikimlerini ve bu birikimde cinsiyetin önemli bir faktör olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırma neticesinde mevsimsel değişimin, kabuk değişimi ve üreme döngüsü ilişkilerinden ötürü önemli olduğu sonucuna varmışlardır. Her iki organda da şubat ayındaki metal konsantrasyonlarının, özellikle Zn için, hazirana göre daha yüksek bulmuşlardır.

Legrasa vd. (2000) Fransa'nın Gironde Haliç'inden topladıkları dişi ve erkek *P. marmoratus* türü yengeçlerin metal akümüasyonunda tuzluluk, cinsiyet ve ağırlık gibi

doğal faktörlerin etkilerini araştırmışlardır. En önemli ilişkinin ağırlık ve solungaç ile solungaç ve hepatopankreas ile tuzluluk arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Cd ve Cu konsantrasyonlarının her iki organda tuzluluk ile ters ilişkisi olduğu ortaya konmuştur.

Rainbow vd. (2000) İngiltere ve Fransa'nın 5 kıyısından topladıkları *P. marmoratus* ve *Carcinus maenas* türlerinde Cd ile Zn birikim ilişkilerini incelemişler ve her iki yengeç türünde bu iki metalin birikiminde anlamlı bir korelasyon gösterdiklerini bulmuşlardır.

Rainbow vd. (1999) İngiltere ve Fransa kıyılarından topladıkları *P. marmoratus* türü yengeçlerde ve bulundukları ortamdaki Zn, Cd ve Ag birikimleri arasında farklılıkları araştırmışlar ve anlamlı bir farkın olmadığını bulmuşlardır.

2.2 Bazı Sucul Omurgasızlar Üzerine Yapılmış Birikim Çalışmaları

Polonya'nın Goplo Gölü kıyılarından toplanmış bir kerevit türünün (*Orconectes limosus*) kas ve dış iskeletinde metal birikimi analiz edilmiş ve sonucu Zn (115,571) > Mn (18,825) > Cu (17,226) > Ni (15,472) > Pb (3,535) > Cr (0,769) > Co (0,551) > Cd (0,315) > Hg (0,138)) ve (Mn (111,640) > Zn (11,355) > Ni (8,165) > Pb (6,695) > Co (0,595) > Cu (0,575) > Cd (0,379) > Cr (0,195) > Hg (0,0168) şeklinde bulunmuştur (Stanek vd. 2014).

Hosseini vd. (2014) Basra Körfezi'ndeki mavi yengeçlerde (*Portunus segnis*) ağır metal birikiminin cinsiyetle ilişkisini araştırmışlardır. Dişi bireylerdeki birikimin erkek bireylere oranla daha yüksek bulmuşlar ve bunu beslenme şekline bağlamışlardır.

Bat vd. (2013) 2010 senesinde Karadenizin Samsun kıyılarından topladıkları kahverengi karideslerde (*Crangon crangon*) Cd, Pb, Cu, Zn, Co, Mn, Ni ve Fe metallerinin konsantrasyonlarını dört mevsim süresince ölçmüşler ve her sezon için en düşük konsantrasyonda Cd ile Pb metallerinin; en yükseklerinin ise Fe olduğunu bulmuşlardır. Kahverengi karides için ölçülen ağır metal değerlerinin Türk Gıda Kodeksi değerlerinin altında olduğu ve güvenle tüketilebileceği sonucuna varmışlardır.

Hirfanlı Baraj Gölü'nden 2013 yılında toplanan 60 dişi ve erkek kerevit (*Astacus leptodactylus*) dış iskelet, solungaç, hepatopankreas ve abdominal kas dokularındaki 11 metalin konsantrasyon birikim profili incelenmiştir. Her dokudaki farklı metallerin, farklı dokulardaki her metalin ve farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonları araştırılmıştır. Ayrıca büyüme parametrelerinin (eni, boyu ve ağırlığı) ağır metal ile korelasyon oranları ve her dokudaki metalloid konsantrasyonları araştırılmıştır. Erkek kerevitlerin dış iskeletlerinde Co, Cu, As, Cr ve Ni korelasyon eğrilerinin çok kuvvetli benzerlik gösterdiği; abdominal kaslarında Ni–Cd ve Ni–Pb kuvvetli bir korelasyon gösterdiği; benzer bir eğrinin de dişi kerevitlerin abdominal kaslarında Cd ve Pb arasında gösterdiği gözlemlenmiştir. Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyon oranlarına bakıldığında en güçlü pozitif işbirliğinin Cu ile solungaç ve hepatopankreas ile As olduğu; en güçlü negatif korelasyonun ise Ni ile abdominal kas ve As ile dış iskelet arasında olduğu bulunmuştur. Metaller ve metalloidlerin birikiminin en güçlü korelasyon gösterdiği dokuların dış iskelet ve solungaçlar olduğu ve metallerin büyüme parametreleri ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Tunca vd. 2013a).

Hirfanlı Gölü'nden toplanmış bir kerevit türünde (*A. leptodactylus*) Al, Cr, Mn, Ni ve As metallerinin dış iskelet, solungaç, hepatopankreas ve abdominal kaslarındaki birikimi incelenmiştir. Ni ve As birikim oranı erkeklere oranla dişi solungacında düşük çıkarken Cu izotoplarının birikiminin her iki cinsiyette de fark göstermediği gözlemlenmiştir (Tunca vd. 2013b).

Yeniçağa Gölü'nden toplanmış bir kerevit türünde (*A. leptodactylus*) 5 ağır metalin (Al, Cu, Fe, Ni ve Zn) ve bir metalloidin (As) dış iskelet, solungaç, hepatopankreas ve abdominal kas dokularındaki birikimi dört mevsim süresince izlenmiştir. En fazla akümülyasyonun görüldüğü dokunun solungaçlar olduğu bulunmuştur. Tüm elementler dış iskelette birbirleriyle pozitif korelasyon göstermiştir aynı durum hepatopankreasta da gözlemlenmiştir. Solungaçlarda Al ile Fe arasında güçlü pozitif ($r=0.868$) ve dış iskelette Al ve Fe arasında ($r=0.960$) çok güçlü pozitif korelasyon gözlemlenmiştir (Tunca vd. 2013c).

Basra Körfezi kıyılarında bulunan bir mavi yengeç türü olan *Portunus pelagicus* dokularında (hepatopankreas, kas ve dış iskelet) bazı ağır metal seviyelerine (Fe, Hg, Ni ve Pb) bakılmıştır. Dokulardaki ağır metal birikim seviyeleri birbiri ile kıyaslandığında hepatopankreas > kas > dış iskelet şeklinde bulunmuştur (Hosseini vd. 2012).

Akdenizin Mısır kıyılarından toplanmış bivalve türü olan *Donax trunculus* dokularında Fe: 47,2-66,4, Mn: 4,8-8,4, Zn: 22-36,4, Cu: 3,2-4,8, Pb: 5,6-9,2, Cd: 1,6-2,4 ($\mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık) metalleri tespit edilmiştir. Cd ve Pb metallerinin insan tüketimi için FAO/WHO ve EU tarafından önerilen maksimum konsantrasyonun da üstünde olduğu ve insan tüketimi için uygun olmadığı bulunmuştur (El-Serehy vd. 2012).

Simonetti vd. (2012) *Neohelice granulata* türü yengecinde Cu, Cd ve Cr metal birikimlerinin cinsiyet ile ilişkisini incelemişlerdir. Bu metallerin erkek ve dişi bireylerdeki birikim farklılığını anlamlı bulmamışlardır ($p < 0,25$).

Atıcı vd. (2010) Nisan 2000 ile Aralık 2004 tarihleri arasında Beyşehir ve Mogan Gölleri'nde su ve planktonda mevsimsel ağır metal (Cd, Pb, Hg ve Cr) birikimini incelemişler. En yüksek metal birikimlerinin planktonda, en yüksek biriken metalin Pb, en düşük biriken metalin ise Hg olduğunu bulmuşlardır.

Atıcı vd. (2008) Nisan 2000 ile Aralık 2004 tarihleri arasında Sarıyar Baraj Gölü'ndeki ağır metallerin (Cd, Pb, Hg, Cr) hem suda hem de planktondaki birikimlerini incelemişler. En yüksek metal birikimlerinin planktonda, en yüksek biriken metalin Pb, en düşük biriken metalin ise Hg olduğunu bulmuşlardır.

Yiğit ve Altındağ (2006) tarafından Cr, Cd, Hg ve Pb metallerinin Eğirdir Gölü'nün güney ve batı bölgelerinden elde edilmiş sediment, su ve plankton örneklerindeki birikimi incelenmiştir. Eğirdir Gölü'nün bu bölgelerinin kuş yumurtlama bölgeleri olması sebebiyle ve Eğirdir Gölü'nün içme suyu sağlaması sebebiyle önemi vurgulanmıştır. Sudaki ağır metal birikiminin sıralaması $\text{Cd} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Hg}$, sedimentteki metal birikiminin sıralaması $\text{Cr} > \text{Pb} > \text{Cd} > \text{Hg}$, planktondaki sıralamayı

ise $Pb > Cd > Cr > Hg$ şeklinde bulmuşlardır. Su, sediment ve planktondaki birikim farklarını anlamlı bulmuşlardır (Ki-kare test, $p < 0.05$).

Mai Po Doğal Rezervi'nden (Hong Kong) alınan balık (*Oreochromis mossambicus*, *O. nilotica*, *Mugil cephalus*) ve karides (*Metapenaeus ensis*, *Macrobrachium nipponensis*) türlerindeki ağır metal birikimleri incelenmiş ve tüm metallerin balıkların iç organları tarafından biriktirildiği bulunmuştur. Karideslerde ağır metal birikiminin vücut ölçüsü ile doğru orantılı olduğu bulunurken balıklarda bu tip birikimin söz konusu olmadığı gözlenmiştir. Ayrıca karideslerdeki metal oranının insan sağlığını etkileyecek düzeyin altında olduğu bulunmuş, insanların güvenle tüketebileceği sonucuna varılmıştır. *Tilapia*'daki (0,68-1,10 mg/kg yaş vücut ağırlığı) Cr miktarı 1 mg/kg olarak bulunmuş bu da Hong Kong Güvenilir Gıda Yönetmeliğinin Cr değerine çok yakın olduğu tespit edilmiştir (Cheung vd. 2006).

İspanya'da Guadiamar Nehri'nde 2006 yılında yapılan bir çalışmada kafeslere yerleştirilen kerevitler (*Astacus leptodactylus*) 6-12 gün boyunca nehirde tutulmuş ve hepatopankreas, dış iskelet, solungaç ve karın kas dokusundan alınan örneklerde ICP-MS yöntemiyle Cu, Pb, Cd, As ve Zn aranmıştır. Kerevit için esansiyel olan Cu ve Zn çevre şartlarından bağımsız olarak daima yüksek konsantrasyonda bulunmuştur. Ancak esansiyel olmayan Pb, Cd, ve As çevre konsantrasyonuna ve maruz bırakılan süreye göre artış göstermiştir. Çalışmanın sonunda kerevitin bu ağır metaller için biyoindikator olarak kullanılabileceği hatta nehir ve sulak alanlarda bu uygulamanın rutin hale getirilebileceği ifade edilmiştir (Alcorlo vd. 2006).

Al-Mohanna ve Subrahmanyam (2001) Kuveyt'de 1991 yılı Körfez Savaşı sonrası denize dağılan petrolün etkilerini anlamak üzere bir mavi yengeç olan *Portunus pelagicus* hepatopankreas, solungaç, gonad ve kaslarında bazı ağır metal birikimlerini (arsenik, krom, bakır, magnezyum, selenyum, vanadyum ve çinko) incelemişlerdir. Yengecin kas ve hepatopankreas dokularında yüksek oranda Zn ve Cu tespit etmişlerdir. Ayrıca tüm metallerin en yüksek birikimin kas dokusunda olduğunu gözlemlemişlerdir.

Legrasa vd. (2000) Fransa'nın Gironde Haliç'inden topladıkları dişi ve erkek *Carcinus maenas* türü yengeçlerin (Avrupa yeşil yengeci) metal akümülyasyonunda tuzluluk, cinsiyet ve ağırlık gibi doğal faktörlerin etkilerini araştırmışlardır. Ağırlık ve solungaç arası ilişkisinin en kuvvetli ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarının her iki organda tuzluluk ile ters ilişkisi olduğu ortaya konmuştur.

İngiltere ve Fransa'nın 5 kıyısından topladıkları *C. maenas* türü yengeçte Cd ile Zn birikim ilişkisini incelemişler ve bu iki metalin birikiminde anlamlı bir korelasyon gösterdiklerini bulmuşlardır (Rainbow vd. 2000).

2.3 Su ve Sedimentte Ağır Metal Birikimi Üzerine Yapılmış Bazı Çalışmalar

Abouhend ve El-Moselhy (2015), 2012 yılı boyunca örnekleme yaptıkları Kızıl Deniz'in kuzey kıyıları su ve sedimentindeki ağır metal konsantrasyonlarını (Cd, Cu, Ni, Zn, Pb, Co, Mn, Fe) araştırmışlardır. Su ve sedimentteki Co hariç diğer metallerin en yüksek konsantrasyonları mevsimlere göre farklılık göstermiştir. Sedimentteki birikimi sudaki birikime oranla daha yüksek bulmuşlardır.

Hindistan'ın güneydoğu sahilinde bulunan Muthupet Lagünü sedimentindeki 2011-2012 yılları arasında ağır metallerin mevsimsel değişimleri incelenmiş ve en düşük metal konsantrasyonun muson sonrası ve yazın; en yüksek metal konsantrasyonlarının ise muson öncesi ve muson zamanı olduğu tespit edilmiştir. Kirliliğin nedenini arazi drenajı, kanallarla sulama, yoğun tarımsal faaliyetler ve belediye atıklarının o dönemdeki artışına bağlamışlardır (Balakrishnan vd. 2015).

Basra Körfezi'nde yapılmış mevsimsel sediment çalışması sonucunda sedimentte biriken metallerin konsantrasyonu $Ni > Cu > Co > Pb > Cd > Hg$ şeklinde bulunmuş ve Ni, Cu, Cd, Pb ve Hg metallerinin en fazla Temmuz ayında yani yaz mevsiminde olduğu tespit edilmiştir (Sarasiab vd. 2014).

Özbay vd. (2013) Berdan Çayı'nın sedimentinde Al, Fe ve Mn metallerin konsantrasyonunu yüksek bulmuşlardır.

Yeniçağa Gölü su ve sedimentinde bazı ağır metallerin birikim oranları hesaplanmış ve bunun neticesinde en yüksek As ve Ni metallerinin konsantrasyonları olduğu tespit edilmiştir (Tunca vd. 2013c).

Bastami vd. (2012) Basra Körfezi (İran) sedimentinde ve *Portunus pelagicus* türü yengeç dokularında Cu > Cd > Ni > Co > Pb şeklinde birikim tespit etmişlerdir. Birikim sırasını sediment > hepatopankreas > kas > dış iskelet şeklinde bulmuşlardır.

Basra Körfezi'nin sedimentinde bazı ağır metallerin konsantrasyonları ölçülmüş ve bunun sonucunda Fe > Ni > Hg > Pb şeklinde bir sıralamanın olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bir mavi yengeç türü olan *Portunus pelagicus* dokularındaki metal birikimine kıyasla sedimentte daha fazla birikimin olduğu gözlenmiştir (sediment > hepatopankreas > kas > dış iskelet) (Hosseini vd. 2012).

Akdenizin Mısır kıyısı boyunca sediment ve su örneklemelerinde Fe, Mn, Zn, Cu, Pb ve Cd ağır metallerinin konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu metal konsantrasyonları sırasıyla sediment için Fe: 1748,2-2030 µg/g, Mn: 191,4-254,3 µg/g, Zn: 28-42,2 µg/g, Cu: 4-9,4 µg/g, Pb: 18,4-24,8 µg/g, Cd: 1,4-2,3 µg/g, su için: Fe: 744-896 µg/g, Mn: 162-198 µg/g, Zn: 242,6-300 µg/g, Cu: 12,6-19,3 µg/g, Pb: 31,3-56 µg/g, Cd: 0,8-3,1 µg/g olarak bulunmuştur. Yaptıkları bu çalışma ile en yüksek konsantrasyonun su ve sediment için sırasıyla yaz ve kış ayları olduğunu tespit etmişlerdir (El-Serehy vd. 2012).

Akbulut ve Tuncer (2011) Ankara'ya içme suyu sağlayan Kızılırmak nehrinin sedimentinde yaptıkları çalışma neticesinde Al, Fe ve Mn birikiminin yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Nallıhan Kuş Cenneti'nden alınmış su ve sediment örneklerindeki bazı ağır metallerin (Pb, Cd, Cu ve Ni) birikimi incelenmiştir. Su örneklerindeki ağır metal konsantrasyonları algılama limitinin (BDL) altında çıkmıştır. Sedimentteki metal konsantrasyonları ise Uşakbükü (Pb: 0,49 ppm), Sakarya Gölü (Cu: 1,12 ppm) ve

Sarıyar (Ni: 0,77 ppm) istasyonlarındaki en yüksek metal değerleri bu şekilde bulunmuştur. Aladağ Dere İstasyonu sedimentinde metal kalıntıları tespit edilmemiştir (Ayas vd. 2007).

Kovada Gölü'nde yapılan çalışmada ise en çok Fe ve Mn metallerinin birikim gösterdiği belirlenmiştir. Ağır metallerin, sedimentte ve genellikle yaz mevsiminde arttığını ve ilkbahar mevsiminde en düşük düzeyde olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumu yaz mevsiminde buharlaşma ile suda artış gösteren metal konsantrasyonunun sedimente geçmesiyle ve bu mevsimde su döngüsünün olmaması dolayısıyla metallerin sedimentte daha fazla birikmesiyle açıklanmıştır. İlkbahar mevsiminde ise su sirkülasyonuna bağlamışlardır (Kır vd. 2007).

Cheung vd. (2006) Mai Po Doğal Rezervi'nden (Hong Kong) karaya ve denize doğru olmak üzere iki bölgeden sediment örnekleri almışlar ve bazı metal birikimlerini incelemişlerdir. Bu metallerden Zn, Cr, Cu, Ni ve Cd' un karaya doğru alınan sedimentte yüksekken; denize doğru sedimentte Pb ve Hg daha yüksek bulunmuştur.

Yapılan çalışmalar Hazar Gölü sedimentinde (Özmen vd. 2004) ve İspanya Odiel Nehri sedimentinde (Usero vd. 2003) en fazla biriken metalin Fe olduğunu göstermiştir.

Odokuma ve Ijeomah (2003), Nijerya'nın New Calabar Nehri sedimentindeki ağır metal miktarını tespit etmişler ve yaz ve kış mevsimlerinde sedimentteki ağır metal konsantrasyonunun, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerine oranla daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Al-Saadi vd. (2002), Irak Habbaniya Gölü sedimentinde en fazla biriken metalin Mn olduğunu, bunu Ni, Zn, Pb, Cu ve Cd'un takip ettiğini belirtmişler ve Pb, Cu ve Cd metal birikimlerinin en yüksek ilkbahar mevsiminde olduğunu bildirmişlerdir.

Yiğit ve Altındağ (2002) Burdur Gölü'nün su ve sedimentinde ağır metallerin birikim sıralamasını sırasıyla Cd>Cr>Pb>Hg ve Cr>Pb>Cd>Hg şeklinde bulmuşlardır.

Karadede ve Ünlü (2000), Atatürk Baraj Gölü'nün sedimenti ağır metal analizi neticesinde Cu, Fe, Mn, Ni ve Zn metallerini bulmuşlardır. Cd, Co, Hg, Mo ve Pb metallerinin atomik absorpsiyon spektrofotometre analiz limitinin altında ve Fe'in en fazla biriken metal olduğunu belirlemişlerdir.

Ordu İli'nin iki istasyonundan temin edilmiş su, sediment ve canlı dokulardaki birikim ile bölgenin metal akümülyasyonu hakkında bilgi elde etmek, *P. marmoratus* türünün bu bölgede biyoindikatör bir canlı olup olmadığını tespit etmek ve birikimin mevsimsel değişimini incelemek bu tezin temel amacını oluşturmaktadır. Núñez-Nogueira (2013) yöntemine göre çalışılan bu tezde elde edilen bulgular bu yöntemin uygunluğunu desteklemiş ve kullanılabilirliğini bir kere daha anlamlı kılmıştır. Bölge halkının gerek rekreasyonel, gerek turizm ve gerekse besin eldesi sebebiyle bu bölgenin metal kompozisyonunun tespiti de tezin önemini oluşturmaktadır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Su ve Sediment Örneklerinin Alınması ve Saklanması

Kış arazisi 15-02-2014, ilkbahar arazisi 17-05-2014, yaz arazisi 16-08-2014 ve sonbahar arazisi 15-11-2014 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Bu arazi çalışmalarında alınan deniz suyu örnekleri pH 2'nin altına düşüncüye kadar nitrik asitle (HNO_3) muamele edilmiştir. Ağır metal okutmasına gönderilinceye kadar ışık geçirmeyen cam şişelerde muhafaza edilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında mevsimlik periyotlarla dip sedimanı Ekman kepçesi yardımıyla alınarak plastik kavanozlar içerisinde laboratuvara getirilmiş, toplanan yengeçlerin en, boy ve ağırlık ölçümleri yapılmış ve ağır metal okutmasına gönderilinceye kadar soğutucu içinde plastik kaplarda muhafaza edilmiştir.

3.2 Canlı Örneklerin Alınması ve Saklanması

Yengeç örnekleri, toplamda 80 olmak üzere her mevsim iki farklı istasyondan 10'ar adet (5 dişi- 5 erkek) toplanmıştır. Farklı boylara sahip örnekler plastik iglo kutularında laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yengeçlerin en, boy ve ağırlık ölçümleri mevsimsel olarak yapılmıştır.

3.3 Laboratuvar Koşullarında Gerçekleştirilen Çalışmalar

Araziden getirilen yengeçler, inceleneceği tarihe kadar derin dondurucuda plastik torbalarda saklanmıştır. Diseksiyon işlemiyle hepatopankreas, kas, dış iskelet ve solungaç doku örnekleri alınmıştır. Bu doku örnekleri, porselen krozelere konulmuş ve etüvde 80°C 'de 48 saat kurutulmuştur. Etüvden çıkarılan kurutulmuş örnekler, tartılarak dokuların net kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Tüm doku örnekleri krozeler içinde 3 ml nitrik asit (HNO_3) (Merck extra pure), ilave edilerek 30 dakika 100°C 'de kaynatılmıştır (Núñez-Nogueira 2013). Daha sonra dokular iyice sindirilmesi için bekletilmiş ve şırınga filtreleri yardımıyla süzme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Toplamda 15 ml olacak şekilde distile su ilave edilmiş, örnekler süzölmüş, kapakları kapatılarak ICP-OES'de okunmuştur (Núñez-Nogueira 2013). Ölçümler Gazi Üniversitesi Yaşam

Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde gerçekleştirilmiştir. Doku ve su örnekleri için ICP-OES, sediment örneği için XRF kullanılmıştır. Dokularda birikim çalışması referans materyal (LUTS-1: non defatted lobster hepatopancreas) kullanılarak kontrollü bir şekilde yürütülmüştür. Doku sonuçları, referans materyaline göre düzenlenmiştir.

3.4 Sediment Kalite Araştırma Yöntemleri (SQG)

Sediment örneklerinden tespit edilmiş ağır metal konsantrasyonları bir dizi matematiksel formulasyona tabi tutularak Fatsa ve Perşembe kıyıları sedimentinin, endüstri dönemi öncesi yerin yüzeyinde bulunan ağır metal değerleri esas alınarak mevcut durumu ortaya konulmuştur. Bu kapsamda en sık kullanılan kaynak Turekian ve Wedepohl'a (1961) aittir. Bu verilere alternatif oluşturabilecek bir diğer metod ise ortama ait geçmiş zaman verileridir. Sedimentteki ağır metal çalışmalarında kontaminasyon faktörü (C_f^i) en sık kullanılan yöntemlerden biridir. Bu yöntem son derece basit ve mevcut durum hakkında güçlü veriler sağlar. Yöntem, Hakanson (1980) tarafından ortaya konmuştur.

$$C_f^i = C^i / C_n^i \quad (3.1)$$

şeklinde hesaplanır. C^i sedimentte ölçülen metalin değeri, C_n^i ise o metale ait endüstri dönemi öncesi referans değeri göstermektedir. Hakanson tarafından ortaya konan bir diğer önemli yöntem ise kontaminasyon derecesidir (C_d) ve aşağıdaki formülle hesaplanır (Hakanson 1980).

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_f^i \quad (3.2)$$

C_f^i kontaminasyon faktörüdür. Formülden de anlaşılacağı gibi tüm (C_f^i) değerlerinin toplamıdır. Ancak bu formül pratik uygulamada bazı problemlere yol açmaktadır, zira formül gereği ne kadar çok metal çalışılırsa C_d değeri o kadar yüksek çıkmaktadır. Bu da farklı çalışmaların karşılaştırılmasında bazı problemlere yol açmaktadır. Bu problemi

ortadan kaldırmak için Abraham ve Parker aynı formülü çalışılan metal sayısına oranlayarak modifiye etmişlerdir (Abraham ve Parker 2008).

$$mC_d = \frac{\sum_{i=1}^n C_f^i}{n} \quad (3.3)$$

C_f^i kontaminasyon faktörünü ve n ise çalışılan toplam metal sayısını vermektedir. Sıklıkla kullanılan yöntemlerden bir diğeri zenginleştirme faktörüdür (EF). Şu şekilde formüle edilmiştir.

$$EF = \frac{C_n/C_{ref}}{B_n/B_{ref}} \quad (3.4)$$

formüldeki C_n çalışmada ölçülen metal değerini, C_{ref} çalışılan metalin referans ortamdaki değeri (örn. yer kabuğu), B_n referans elementin çalışmada ölçülen değeri (örn. Fe or Al) ve B_{ref} ise referans elementin referans ortamdaki değerini göstermektedir. Referans element olarak Fe kullanan çalışmalar olduğu gibi (Almasoud vd. 2014) Mn ve Li (Jamshidi-Zanjani ve Saeesi 2013), Al (Pastorinho vd. 2012) kullanan çalışmalarda mevcuttur. Seçilen bir diğer yöntem ise Müller (1969) tarafından oluşturulmuş jeoakümülyasyon indeksidir (I_{geo}).

$$I_{geo} = \log_2 \frac{C_n}{1.5 \times B_n} \quad (3.5)$$

Formüldeki C_n ölçülen metal miktarını, B_n değeri ölçülen metalin referans değerini, 1,5 ise doğal dalgalanma katsayısını vermektedir. Tomlinson vd. (1980) tarafından ortaya konan kirlilik yükleme indekside (PLI) çalışma kapsamına alınmıştır.

$$PLI = (C_{f1} \times C_{f2} \times C_{f3} \dots \times C_{fn})^{1/n} \quad (3.6)$$

C_f kontaminasyon faktörünü, n ise çalışılan toplam metal sayısını göstermektedir. Potansiyelekojistik risk faktörü (E_r^i) Hakanson tarafından ilk olarak kullanılan ve kontaminasyonun mevcut canlılara etkisini gösteren bir formüldür (Hakanson 1980).

$$Er^i = T_r^i X \frac{C_i}{C_o} \quad (3.7)$$

Formüldeki T_r^i toksik cevap faktörünü C_i örneklerdeki metal miktarını ve C_o ise referans değeri belirtmektedir. Aynı formülün devamında ise potansiyel ekolojik risk indeksi hesaplanabilir (Hakanson 1980).

$$RI = \sum_{i=1}^8 Er^i \quad (3.8)$$

Er^i potansiyel ekolojik risk faktörünü, 8 ise toksik cevap faktörü belirlenen 8 metali (Hg, Cd, As, Pb, Cu, Cr, Zn) göstermektedir. Ancak Mn ve Ni gibi bazı metallere toksik cevap faktörleri belirlenerek denkleme eklenmiştir (Xu vd. 2008). Yine sıklıkla kullanılan yöntemlerden ikisi ortalama etki aralığı medyanı oranı (m-ERM-Q) ve ortalama muhtemel etki seviyesi oranı (m-PEL-Q) (Carr vd. 1996, Long vd. 1998)' dir.

$$m - ERM - Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i / ERM_i}{n} \quad (3.9)$$

$$m - PEL - Q = \frac{\sum_{i=1}^n C_i / PEL_i}{n} \quad (3.10)$$

C_i çalışılan metalin ortamdaki değeri, ERM çalışılan metalin etki aralığı medyanını, PEL çalışılan metalin ortalama muhtemel etki seviyesini, n ise çalışılan metal sayısını göstermektedir. Toksik üniteler toplamı (Σ TUs) ve oransal toksik unite, çalışma kapsamında seçilen, metal birikiminin canlılara etkisini araştıran yöntemlerdir. Toksik üniteler toplamı metal miktarlarının, o metallere ait PEL (Probable effect level: muhtemel etki seviyesi) değerine oranlanması ile elde edilir. Oransal toksik unite ise her elemente ait toksik unite değerinin toplam toksik unite de ki oranının yüzde cinsinden ifadesidir.

$$\Sigma TUs = \sum_{i=1}^n C_i / PEL_{C_i} \quad (3.11)$$

$$Oransal TU = \frac{C_i / PEL_{C_i}}{\Sigma TUs} \times 100 \quad (3.12)$$

C_i çalışılan metalin ortamdaki konsantrasyonunu, PEL_{C_i} çalışılan metalin PEL değerini, n ise çalışılan toplam metal sayısını vermektedir (Long ve Morgan 1991, Smith vd. 1996, Hahladakis vd. 2013).

Kirlilik yükü indeksi (PIN)

$$PIN = \sum_{i=1}^n \frac{W_i^2 C_i}{B_{1i}} \quad (3.13)$$

W_i : kirlenme derecesini içeren kirleticisi sınıfıdır ($n = 1$ 'den 5 'e); C_i : i kontaminantının konsantrasyonu; B_{1i} : i kontaminantının sınıfı

Yukarıda belirtilen mevzuat uyarınca, temiz sedimentten çok kirli sedimente kadar beş kategoride sınıflandırılabilir (Dr 1995, Caeiro vd. 2005) (Çizelge 3.1). PIN (kirlilik yükü indeksi) değerleri 1 ile 5 arasında nominal ölçekte normalleştirilip eşik değerlerine göre sınıflandırılmıştır. Her indeks eşik sınıfı için W_i ve C_i değerleri kullanılarak hesaplanmıştır ve sonuçlar — 1. Sınıf (temiz): [0–7] 2. Sınıf (eser kirli): [7–95,1] 3. Sınıf (az kirli): [95,1– 518,1] 4. Sınıf (kirli): [518,1–2548,6] ve 5. Sınıf (çok kirli): [2548,6– ∞] bu değerlere göre sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.1 Dr 1995'e göre kıyısız zona dağılmış materyalin sınıflandırılması

Sınıflandırma/ (mg/kg)	Kirleticiler	Cd	Pb	Zn	Cu	As	Cr	Hg
1. Sınıf: temiz materyal		<1	<50	<100	<35	<20	<50	<0,5
2. Sınıf: eser kirlenmiş materyal		1-3	50-150	100-600	35-150	20-50	50-100	0,5-1,5
3. Sınıf: az kirlenmiş materyal		3-5	150-500	600-1500	150-300	50-100	100-400	1,5-3,0
4. Sınıf: kirlenmiş materyal		5-10	500-1000	1500-5000	300-500	100-500	400-1000	3,0-10
5. Sınıf: çok kirlenmiş materyal		>10	>1000	>5000	>500	>500	>1000	>10

3.5 İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz için SPSS (22.0) kullanılmış, verilerin tümünün normal dağılıma uygun olup olmadığının anlaşılması için, veriler KOLMOGOROV-SMIRNOV testine tabi tutulmuştur. Normallik grafiği incelenmiştir. Testi geçemeyen verilere log-transform uygulanmış, dağılım normalleştirilmiştir. Varyansların homojen olup olmadığına LEVENE TESTİ ile bakılmış olup, bunun sonucunda çoklu karşılaştırma testi için homojen dağılım gösterenlere TUKEY, heterojen dağılım gösterenlere TAMHANE TESTİ uygulanmıştır. Logaritmik transformasyon sonrasında da normal dağılıma uymayan verilere; parametrik olmayan KRUSKAL-WALLIS ve MANN-WHITNEY U testi uygulanmıştır. Testler %95'lik anlam düzeyindedir. Ayrıca 2 istasyon, 4 mevsim, 4 doku ve 5 metal ilişkisine KORELASYON ve CLUSTER analizleri ile bakılmıştır.

3.5.1 Korelasyon analizi

Korelasyon analizi, iki bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi gözlemlemek için kullanılan güçlü bir istatistiksel yöntemdir. Test dört doku tipi, su, sediment ile metal birikimleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için bu çalışmada kullanılmıştır. Öncelikle tüm sonuçlar, veri dağılım normalliğini gözlemlemek için Kolmogorov-Smirnov testine tabi tutulmuştur. Verilerin parametrik olması durumunda Pearson, nonparametrik olması durumunda Spearman testleri uygulanmıştır. $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ anlamlılık kriterleri kullanılmıştır. İncelenen örnekler, -1'den ve 1'den 0'a gittikçe korelasyonda azalma esasına dayanarak değerlendirilmiştir. Korelasyon dereceleri; 0,50- 0,70 arası orta, 0,70-0,90 yüksek, 0,91 ve üstü değerler çok yüksek olarak değerlendirilmiştir.

3.5.2 Kümeleme (Cluster) analizi

Gruplanmamış veri matrisindeki gözlemleri benzerliklerine göre gruplamaktır. Analiz sonunda elde edilen kümelerin kendi içlerinde homojen, kendi aralarında ise heterojen

bir yapıda olmaları beklenir. Genellikle gözlemleri kümelemek amacı ile kullanılsa bile değişkenleri kümelemek amacı ile de kullanılır. Bu çalışmada metal birikim sonuçlarını karakterize etmek için kullanılmıştır. Hiyerarşik kümeleme, Öklid mesafesi (Euclidean distances) ve Ward yöntemine (Ward's method) göre gerçekleştirilmiş, veriler Z-skorları (Z-scores) kullanılarak standardize edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1 Medreseönü ve Dolunay İstasyonları Su ve Sedimentinin Ağır Metal Karakterizasyonu

Bu çalışmada Medreseönü ve Dolunay istasyonlarının su ve sedimentindeki Fe, Ni, Cu, Zn, Cr, As, Al, Mn, Pb ve Cd metallerinin konsantrasyonları araştırılmıştır. Su örneklerindeki yıllık birikim incelendiğinde Ni, Zn, Pb metallerinin birikimi tespit edilmezken Al metalinin sadece Medreseönü suyunda birikim gösterdiği bulunmuştur. Medreseönü suyunda metal birikim miktarları sırasıyla sonbahar mevsiminde $Fe > Al > Cd > Mn > As > Cr$, kış mevsiminde $Fe > Cd > As$, ilkbaharda mevsiminde $Fe > Cr > Cu > Cd > As$, yaz mevsiminde ise $Fe > Cu > Cr > As > Cd$ metallerinin olduğu bulunmuştur. Her mevsim en fazla birikim yapan metalin Fe; en az birikim yapanlar ise sonbahar için Cr, kış ve ilkbahar için As, yaz içinse Cd olduğu tespit edilmiştir. Dolunay suyunda ise birikim miktarı sırasıyla sonbaharda $Fe > Cd > As$, kışın $Fe > Cr > As > Cd > Mn$, ilkbaharda $Fe > As > Cr > Cd$, yazın ise $Fe > Cu > As > Cr$ metallerinin birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Menderesönü'nde olduğu gibi her mevsim en fazla birikim gösteren metalin Fe; en az birikim gösteren metal ise sonbaharda As, kışın Mn, ilkbaharda Cd, yazın Cr olduğu bulunmuştur. Fe'in en yüksek birikimi Medreseönü'nde kış ayındayken, Dolunay'da yazın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1-4.2). Ayrıca suda en fazla birikim gösteren Fe'in en fazla Medreseönü istasyonunda biriktiği tespit edilmiştir.

Sedimentte ağır metal birikim miktarları tespiti sonucunda Medreseönü istasyonu için her mevsimde en yüksek birikim gösteren metalin Al en düşük birikim gösteren metalin ise Cd olduğu bulunmuştur. Birikim miktarının sıralamasına bakıldığında ise sonbahar için: $Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Cr > As > Cd$; kış için: $Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Cr > Ni > Pb > As > Cd$; ilkbahar ve yaz mevsimleri içinse $Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Cr > Ni > As > Cd$ şeklinde bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Yıllık ortalama alındığında ise sıralamanın $Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Cr > Pb > Ni > As > Cd$ şeklinde olduğu gözlenmektedir. Ayrıca mevsimsel bazda miktarsal olarak metal birikimini ele aldığımızda Ni ile Cr dışındaki tüm metallerin yazın, Ni metalinin sonbahar, Cr

metalinin ise kışın diğer mevsimlere oranla daha fazla birikim gösterirken; yine Ni ve Cr metalleri dışındaki metallerin en az kış mevsiminde Ni metalinin ilkbahar, Cr'un ise yazın birikim gösterdiği gözlenmiştir. Dolunay istasyonuna bakıldığında sonbaharda en yüksek birikimi Al gösterirken diğer üç mevsimde en yüksek Fe'in birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Her mevsim için en az birikim gösteren metalin Cd olduğu gözlenmiştir. Birikim miktarının sıralamasına bakıldığında ise sonbahar için Al>Fe>Mn>Zn>Pb>Ni>Cu>Cr>As>Cd; kış ve yaz mevsimleri için Fe>Al>Mn>Zn>Cr>Pb>As>Cu>Ni>Cd; ilkbahar mevsimi için Fe>Al>Mn>Zn>Pb>Cr>Cu>Ni>As>Cd olduğu bulunmuştur. Yıllık ortalamaya bakıldığında ise Fe>Al>Mn>Zn>Cr>Pb>As>Cu>Ni>Cd şeklinde bir sıralama olduğu gözlenmiştir. Genel anlamda bakıldığında metal birikiminin Dolunay istasyonunda Medreseönü istasyonuna göre daha fazla biriktiği söylenebilir (Çizelge 4.1-4.2).

Çizelge 4.1 Medreseönü İstasyonunda su ve sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları

		Metaller									
		Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al
Sonbahar	Sediment mg/g	28,33	6,68	64,32	5,60	298,87	15989,11	1,48	0,13	6,16	18251,22
		27,76	5,15	66,12	5,77	296,64	14823,05	2,12	0,09	4,22	14472,17
	Ortalama mg/g	28,05	5,92	65,22	5,69	297,76	15406,08	1,80	0,11	5,19	16361,70
	Su µg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	1,71	807,36	1,30	2,13	1,10	38,02
		T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	1,66	789,09	1,09	3,01	0,92	27,34
	Ortalamaµg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	1,69	798,23	1,20	2,57	1,01	32,68
Kış	Sediment mg/g	18,94	4,05	40,78	4,81	210,46	13069,11	1,08	0,06	8,91	12930,80
		19,98	3,88	39,66	4,14	228,14	12457,31	0,92	0,05	8,22	13300,55
	Ortalama mg/g	19,46	3,97	40,22	4,48	219,30	12763,21	1,00	0,06	8,57	13115,68
	Su µg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	684,36	1,04	1,13	T.E.	T.E.
		T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	713,32	1,23	1,57	T.E.	T.E.
	Ortalamaµg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	698,84	1,14	1,35	T.E.	T.E.
İlkbahar	Sediment mg/g	22,97	6,89	50,44	4,37	246,36	13577,65	1,24	0,08	6,83	15163,51
		24,15	7,15	52,27	4,12	235,17	13003,88	1,17	0,09	7,03	14478,00
	Ortalama mg/g	23,56	7,02	51,36	4,25	240,77	13290,77	1,21	0,09	6,93	14820,76
	Su µg/L	3,49	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	719,22	1,11	0,92	1,31	T.E.
		2,88	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	678,99	0,88	1,17	2,03	T.E.
	Ortalamaµg/L	3,19	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	699,11	0,99	1,05	3,34	T.E.
Yaz	Sediment mg/g	29,02	8,20	73,44	5,27	317,15	15898,24	1,60	0,22	5,25	19809,94
		32,13	9,19	85,14	5,52	322,27	16458,19	2,22	0,14	6,01	18864,12
	Ortalama mg/g	30,58	8,70	79,29	5,40	319,71	16178,22	1,91	0,18	5,63	19337,03

Çizelge 4.1 Medreseönü İstasyonunda su ve sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları (devam)

	Su µg/L	1,41	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	786,24	1,09	0,58	1,16	T.E.
		0,87	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	983,31	0,78	0,49	1,10	T.E.
	Ortalamaµg/L	1,14	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	884,78	0,94	0,54	1,13	T.E.
Yıllık Ortalama	Sediment mg/g	25,41	6,40	59,02	4,95	269,38	14409,57	1,48	0,11	6,58	15908,79
	Su µg/L	1,08	T.E.	T.E.	T.E.	0,42	770,24	1,07	1,38	0,95	8,17

TE: Tespit Edilemedi

Çizelge 4.2 Dolunay İstasyonunda su ve sediment örneklerinde ölçülen ağır metal konsantrasyonları

		Metaller									
		Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al
Sonbahar	Sediment mg/g	14,51	15,78	47,80	12,95	336,70	13291,61	9,23	0,12	11,19	14717,48
		13,99	16,32	59,18	16,12	332,18	12931,72	8,88	0,14	12,22	15233,27
	Ortalamaµg/g	14,25	16,05	53,49	14,54	334,44	13111,67	9,06	0,13	11,71	14975,38
	Su µg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	415,20	0,82	1,34	T.E.	T.E.
		T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	328,30	0,79	2,20	T.E.	T.E.
	Ortalamaµg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	371,75	0,805	1,77	T.E.	T.E.
Kış	Sediment mg/g	15,42	27,62	84,98	12,25	517,79	22743,81	18,58	0,21	50,36	7167,95
		14,32	26,88	99,19	14,13	498,92	23467,88	17,32	0,23	55,18	10311,12
	Ortalamaµg/g	14,87	27,25	92,09	13,19	508,36	23105,85	17,95	0,22	52,77	8739,54
	Su µg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	0,53	944,18	1,39	1,00	1,72	T.E.
		T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	0,77	1032,77	2,01	1,33	2,22	T.E.
	Ortalamaµg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	0,65	988,475	1,70	1,17	1,97	T.E.
İlkbahar	Sediment mg/g	13,90	22,65	44,44	13,81	380,10	14914,49	10,8	0,12	16,78	12342,05
		12,98	21,92	65,15	12,15	382,12	15872,18	9,99	0,11	14,22	13385,15
	Ortalamaµg/g	13,44	22,29	54,80	12,98	381,11	15393,34	10,40	0,12	15,5	12863,60
	Su µg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	808,41	1,11	0,97	1,25	T.E.
		T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	792,02	1,52	0,78	1,13	T.E.
	Ortalamaµg/L	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	800,22	1,32	0,88	1,19	T.E.
Yaz	Sediment mg/g	13,66	33,17	84,07	12,92	636,59	21437,57	19,05	0,17	45,36	9179,24
		13,13	32,82	92,12	12,15	652,18	22436,55	21,02	0,18	51,16	14431,18
	Ortalamaµg/g	13,40	33,00	88,10	12,54	644,39	21937,06	20,04	0,18	48,26	11805,21
	Su µg/L	3,05	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	765,15	0,91	T.E.	1,02	T.E.
		3,33	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	812,12	1,12	T.E.	0,81	T.E.
	Ortalamaµg/L	3,19	T.E.	T.E.	T.E.	T.E.	788,635	1,02	T.E.	0,92	T.E.
Yıllık Ortalama	Sediment mg/g	13,99	24,65	72,12	13,31	467,07	18386,98	14,36	0,16	32,06	12095,93
	Su µg/L	0,80	T.E.	T.E.	T.E.	0,16	197,16	0,25	0,95	0,23	T.E.

TE: Tespit Edilemedi

4.2 Su ve Sedimentte Birikim Farklılığı Gösteren Metaller

4.2.1 Medreseönü ve Dolunay istasyonları suyunda birikim farklılığı gösteren metaller

Medreseönü ve Dolunay istasyonu suyunda As-Cd, As-Cr, Cd-Cr metallerinin birikim miktarları birbirlerinden farklı değilken ($p>0.05$); Fe-As, Fe-Cd, Fe-Cr metallerinin birikim miktarlarının birbirlerinden farklı olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Fe metali, As, Cd ve Cr metallerine göre daha fazla birikim göstermiştir (Çizelge 4.3-4.10). Her iki istasyon suyunda da en fazla Fe metalinin birikim gösterdiği istatistiksel olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3 Medreseönü suyundaki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	As	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,366
	Cr	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
	Total	16				

Çizelge 4.4 Medreseönü suyundaki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	As	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	As	8	7,75	62,00	Mann-Whitney U	26,000
	Cd	8	9,25	74,00	Wilcoxon W	62,000
	Total	16			Z	-0,631
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,528
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,574
Miktarlar	As	8	8,25	66,00	Mann-Whitney U	30,000
	Cr	8	8,75	70,00	Wilcoxon W	66,000
	Total	16			Z	-0,211
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,833
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,878

Çizelge 4.5 Medreseönü suyundaki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Cd	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	9,25	74,00	Mann-Whitney U	26,000
	As	8	7,75	62,00	Wilcoxon W	62,000
	Total	16			Z	-0,631
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,528
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,574
Miktarlar	Cd	8	9,56	76,50	Mann-Whitney U	23,500
	Cr	8	7,44	59,50	Wilcoxon W	59,500
	Total	16			Z	-0,895
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,371
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,382

Çizelge 4.6 Medreseönü suyundaki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Cr	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,366
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar	Cr	8	8,75	70,00	Mann-Whitney U	30,000
	As	8	8,25	66,00	Wilcoxon W	66,000
	Total	16			Z	-0,211
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,833
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,878
Miktarlar	Cr	8	7,44	59,50	Mann-Whitney U	23,500
	Cd	8	9,56	76,50	Wilcoxon W	59,500
	Total	16			Z	-0,895
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,371
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,382

Çizelge 4.7 Dolunay suyundaki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Fe	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Cd	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Cr	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000

Çizelge 4.8 Dolunay suyundaki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					Test Statics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	24,000
					Wilcoxon W	60,000
	As	8	9,50	76,00	Z	-0,841
	Cd	8	7,50	60,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,400
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,442
Miktarlar					Mann-Whitney U	29,000
					Wilcoxon W	65,000
	As	8	8,88	71,00	Z	-0,315
	Cr	8	8,13	65,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,753
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,798

Çizelge 4.9 Dolunay suyundaki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					Test Statics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cd	8	4,50	36,00	Z	-3,363
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	24,000
					Wilcoxon W	60,000
	Cd	8	7,50	60,00	Z	-0,841
	As	8	9,50	76,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,400
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,442
Miktarlar					Mann-Whitney U	29,000
					Wilcoxon W	65,000
	Cd	8	8,13	65,00	Z	-0,317
	Cr	8	8,88	71,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,751
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,798

Çizelge 4.10 Dolunay suyundaki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					Test Statics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	4,50	36,00	Z	-3,363
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	29,000
					Wilcoxon W	65,000
	Cr	8	8,13	65,00	Z	-0,315
Miktarlar	As	8	8,88	71,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,753
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,798
Miktarlar					Mann-Whitney U	29,000
					Wilcoxon W	65,000
	Cr	8	8,88	71,00	Z	-0,317
	Cd	8	8,13	65,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,751
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,798

4.2.2 Medreseönü ve Dolunay istasyonları sedimentinde birikim farklılığı gösteren metaller

Sedimentteki Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, As, Cd, Cr ve Al metallerinin, arasında birikim açısından farklılık olup olmadığı Mann Whitney U testi ile incelenmiştir. İnceleme sonucunda Medreseönü istasyonunda Pb-Ni, Pb-Cr, Fe-Al metallerinin birikim miktarının birbirlerinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Bu metaller dışındaki metallerin birikim miktarı ise birbirlerinden farklı olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Cu metali Pb, Ni, As, Cd ve Cr metallerine göre daha fazla; Zn, Mn, Fe ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.11). Pb metali As ve Cd metallerine göre daha fazla; Cu, Zn, Mn, Fe ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.12). Zn metalinin Cu, Pb, Ni, As, Cd ve Cr metallerine göre daha fazla; Mn, Fe ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.13). Ni metalinin As ve Cd metallerine göre daha fazla; Cu, Zn, Mn, Fe, Cr ve Al metallerine göre daha az birikim gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 4.14). Mn metalinin Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Cr metallerine göre daha fazla; sadece Fe ve Al metallerine göre daha az birikim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.15). Fe metali Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, As, Cd, Cr metallerine göre

daha fazla birikim gösterirken (Çizelge 4.16), As metali sadece Ni, Cd metallerine göre daha fazla; Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Cr, Fe ve Al metallerine göre daha az birikim gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 4.17). Cd metali Cu, Pb, Zn, Ni, Mn, Fe, As, Cr ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.18). Cr metali As, Cd metallerine göre daha fazla; Cu, Zn, Ni, Mn, Fe, As ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.19). Al metalinin Cu, Pb, Mn, As, Cd, Ni, Cr ve Zn metallerine göre daha fazla birikim gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.11 Medreseönü sedimentindeki Cu birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Pb	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Ni	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	As	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001

Çizelge 4.11 Medreseönü sedimentindeki Cu birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,363
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
Miktarlar	Cr	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.12 Medreseönü sedimentindeki Pb birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Cu	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailedSig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	20,000
					Wilcoxon W	56,000
	Pb	8	10,00	80,00	Z	-1,260
	Ni	8	7,00	56,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,208
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,234
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000

Çizelge 4.12 Medreseönü sedimentindeki Pb birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

	Pb	8	4,50	36,00	Z	-3,361
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	4,50	36,00	Z	-3,361
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	12,50	100,00	Z	-3,361
Miktarlar	As	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	12,50	100,00	Z	-3,363
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	30,000
					Wilcoxon W	66,000
	Pb	8	8,25	66,00	Z	-0,210
Miktarlar	Cr	8	8,75	70,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,834
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,878
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	4,50	36,00	Z	-3,361
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.13 Medreseönü sedimentindeki Zn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Ni	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Mn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Fe	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	As	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Cd	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Mann-Whitney U	0,000

Çizelge 4.13 Medreseönü sedimentindeki Zn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
	Cr	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Al	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.14 Medreseönü sedimentindeki Ni birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Ni	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Ni	8	10,00	80,00	Mann-Whitney U	20,000
	Pb	8	7,00	56,00	Wilcoxon W	56,000
					Z	-1,260
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,208
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,234
Miktarlar	Ni	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Ni	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Mn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Ni	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361

Çizelge 4.14 Medreseönü sedimentindeki Ni birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,001 0,000
	Total	16				
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Ni	8	12,50	100,00	Z	-3,361
Miktarlar	As	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,001 0,000
	Total	16				
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Ni	8	12,50	100,00	Z	-3,363
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,001 0,000
	Total	16				
					Mann-Whitney U	10,000
					Wilcoxon W	46,000
	Ni	8	5,75	46,00	Z	-2,310
Miktarlar	Cr	8	11,25	90,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,021 0,021
	Total	16				
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Ni	8	4,50	36,00	Z	-3,361
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,001 0,000
	Total	16				

Çizelge 4.15 Medreseönü sedimentindeki Mn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
					Mann-Whitney U	0,000
	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Wilcoxon W	36,000
	Mn	8	12,50	100,00	Z	-3,361
Miktarlar	Cu	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,001 0,000
	Total	16				
					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Mn	8	12,50	100,00	Z	-3,361
Miktarlar	Pb	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed) Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,001 0,000
	Total	16				

Çizelge 4.15 Medreseönü sedimentindeki Mn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	As	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cr	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.16 Medreseönü sedimentindeki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Fe	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Ni	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Mn	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	As	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Cd	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.16 Medreseönü sedimentindeki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Cr	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	23,000
					Wilcoxon W	59,000
	Fe	8	7,38	59,00	Z	-0,945
	Al	8	77,00	77,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,345
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,382

Çizelge 4.17 Medreseönü sedimentindeki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Cu	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Pb	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Ni	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.17 Medreseönü sedimentindeki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Cr	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.18 Medreseönü sedimentindeki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Cd	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Zn	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Ni	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Mn	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Fe	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.18 Medreseönü sedimentindeki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					

Çizelge 4.19 Medreseönü sedimentindeki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatistics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Cr	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cr	8	8,25	66,00	Mann-Whitney U	30,000
	Pb	8	8,75	70,00	Wilcoxon W	66,000
	Total	16			Z	-0,210
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,834
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,878
Miktarlar	Cr	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cr	8	5,75	46,00	Mann-Whitney U	10,000
	Ni	8	11,25	90,00	Wilcoxon W	46,000
	Total	16			Z	-2,310
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,021
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,021

Çizelge 4.19 Medreseönü sedimentindeki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	As	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.20 Medreseönü sedimentindeki Al birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Al	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Ni	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Mn	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	7,38	59,00	Mann-Whitney U	23,000
	Fe	8	9,63	77,00	Wilcoxon W	59,000
	Total	16			Z	-0,945
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,345
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,382
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	As	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.20 Medreseönü sedimentindeki Al birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cr	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Total	16			Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Dolunay istasyonunda Cu-Ni, Al-Cr, Cu-As, Pb-Cr, Ni-Cr, Ni-As, As-Cr ve Cr-Cu metallerinin birikim miktarının birbirlerinden farklı olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Bu metaller dışındaki metallerin birikim miktarı ise birbirlerinden farklı olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Cu metali, Cd metaline göre daha fazla; Pb, Zn, Mn, Fe ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.21). Pb metal birikiminin, Cu, Ni, As ve Cd metallerine göre daha fazla; Zn, Mn, Fe ve Al metaline göre daha az olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.22). Zn metal birikimi, Cu, Pb, Ni, Cr, As ve Cd metal birikimlerinden yüksek bulunurken; Mn, Fe ve Al metal birikimlerinden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.23). Ni metali, Cd metal birikim miktarından yüksek; Pb, Zn, Mn, Fe ve Al metal birikim miktarlarından düşük bulunmuştur (Çizelge 4.24). Mn metali, Cu, Pb, Zn, Cr, Ni, As ve Cd metallerine göre daha fazla; Fe ve Al metallerine göre daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.25). Fe metalinin birikiminin diğer metallerin birikiminden daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.26). As metali, Cd metalinden fazla; Pb, Zn, Mn, Fe ve Al metallerinden daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.27). Cd metali çalışmadaki diğer tüm metallerden daha az birikim göstermiştir (Çizelge 4.28). Cr metal miktarı, Cd metalinden yüksek; Zn, Mn, Fe ve Al metallerinden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.29). Al metalinin miktarı, Cu, Pb, Zn, Cd, Ni, Mn, As ve Cr metallerinden yüksek; Fe metalinden düşük bulunmuştur (Çizelge 4.30). Dolunay istasyonunda en fazla Fe metalinin en az Cd metalinin birikim gösterdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21 Dolunay sedimentindeki Cu birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatistics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Pb	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	16,000
					Wilcoxon W	52,000
	Cu	8	10,50	84,00	Z	-1,682
	Ni	8	6,50	52,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,093
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,105
Miktarlar					Mann-Whitney U	19,000
					Wilcoxon W	55,000
	Cu	8	6,88	55,00	Z	-1,365
	Cr	8	10,13	81,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,172
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,195
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	32,000
					Wilcoxon W	68,000
	Cu	8	8,50	68,00	Z	0,000
	As	8	8,50	68,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1,000

Çizelge 4.21 Dolunay sedimentindeki Cu birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Cu	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				
Miktarlar	Cu	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				

Çizelge 4.22 Dolunay sedimentindeki Pb birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Pb	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				
Miktarlar	Pb	8	12,38	99,00	Mann-Whitney U	1,000
					Wilcoxon W	37,000
					Z	-3,258
	Ni	8	4,63	37,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				
Miktarlar	Pb	8	8,25	66,00	Mann-Whitney U	30,000
					Wilcoxon W	66,000
					Z	-0,210
	Cr	8	8,25	70,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,834
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,878
	Total	16				

Çizelge 4.22 Dolunay sedimentindeki Pb birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Pb	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Mn	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total						16
Miktarlar	Pb	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Fe	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total						16
Miktarlar	Pb	8	11,50	92	Mann-Whitney U	8,000
					Wilcoxon W	44,000
					Z	-2,521
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,012
	As	8	5,50	44	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,010
Total						16
Miktarlar	Pb	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Cd	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total						16
Miktarlar	Pb	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Al	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total						16

Çizelge 4.23 Dolunay sedimentindeki Zn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatistics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Ni	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	11,63	93,00	Mann-Whitney U	7,000
	Cr	8	5,38	43,00	Wilcoxon W	43,000
	Total	16			Z	-2,626
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,009
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,007
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Mn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Fe	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	As	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.23 Dolunay sedimentindeki Zn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Zn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		

Çizelge 4.24 Dolunay sedimentindeki Ni birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	16,000
					Wilcoxon W	52,000
	Ni	8	6,50	52,00	Z	-1,682
	Cu	8	10,50	84,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,093
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,105
Miktarlar					Mann-Whitney U	1,000
					Wilcoxon W	37,000
	Ni	8	4,63	37,00	Z	-3,258
	Pb	8	12,38	99,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Ni	8	4,50	36,00	Z	-3,363
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	15,000
					Wilcoxon W	51,000
	Ni	8	6,38	51,00	Z	-1,787
	Cr	8	10,63	85,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,074
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,083

Çizelge 4.24 Dolunay sedimentindeki Ni birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Ni	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Mn	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					0,000
Miktarlar	Ni	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Fe	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					0,000
Miktarlar	Ni	8	8,50	68,00	Mann-Whitney U	32,000
					Wilcoxon W	68,000
					Z	0,000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000
	As	8	8,50	68,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1,000
Total	16					1,000
Miktarlar	Ni	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,366
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Cd	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					0,000
Miktarlar	Ni	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Al	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					0,000

Çizelge 4.25 Dolunay sedimentindeki Mn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatistics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Mn	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Zn	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Cr	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	Ni	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Fe	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
	As	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.25 Dolunay sedimentindeki Mn birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Mn	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Mn	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.26 Dolunay sedimentindeki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Fe	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Fe	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Pb	8	12,50	100,00	Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00		
	Zn	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16			Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Total	16			Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Cr	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
	Total	16			Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.26 Dolunay sedimentindeki Fe birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Ni	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total		16				
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Mn	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total		16				
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	As	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total		16				
Miktarlar	Fe	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Cd	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total		16				
Miktarlar	Fe	8	10,88	87,00	Mann-Whitney U	13,000
					Wilcoxon W	49,000
					Z	-1,995
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,046
	Al	8	6,13	49,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,050
Total		16				

Çizelge 4.27 Dolunay sedimentindeki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatistics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	32,000
					Wilcoxon W	68,000
	As	8	8,50	68,00	Z	0,000
	Cu	8	8,50	68,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	8,000
					Wilcoxon W	44,000
	As	8	5,50	44,00	Z	-2,521
	Pb	8	11,50	92,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,012
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,010
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Zn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	16,000
					Wilcoxon W	52,000
	As	8	6,50	52,00	Z	-1,680
	Cr	8	10,50	84,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,093
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,105
Miktarlar					Mann-Whitney U	32,000
					Wilcoxon W	68,000
	As	8	8,50	68,00	Z	0,000
	Ni	8	8,50	68,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	1,000
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	1,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.27 Dolunay sedimentindeki As birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	As	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Al	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				

Çizelge 4.28 Dolunay sedimentindeki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
	Cd	8	4,50	36,00	Wilcoxon W	36,000
	Cu	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Pb	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Zn	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Total	16			Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.28 Dolunay sedimentindeki Cd birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Cd	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,366
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		
Miktarlar	Cd	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000		

Çizelge 4.29 Dolunay sedimentindeki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatistics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	19,000
					Wilcoxon W	55,000
	Cr	8	10,13	81,00	Z	-1,365
	Cu	8	6,88	55,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,172
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,195
Miktarlar					Mann-Whitney U	30,000
					Wilcoxon W	66,000
	Cr	8	8,75	70,00	Z	-0,210
	Pb	8	8,25	66,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,834
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,878
Miktarlar					Mann-Whitney U	7,000
					Wilcoxon W	43,000
	Cr	8	5,38	43,00	Z	-2,626
	Zn	8	11,63	93,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,009
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,007
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	15,000
					Wilcoxon W	51,000
	Cr	8	10,63	85,00	Z	-1,787
	Ni	8	6,38	51,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,074
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,083
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Mn	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Cr	8	4,50	36,00	Z	-3,361
	Fe	8	12,50	100,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.29 Dolunay sedimentindeki Cr birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Cr	8	10,50	84,00	Mann-Whitney U	16,000
					Wilcoxon W	52,000
					Z	-1,680
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,093
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,105
Total					16	
Miktarlar	Cr	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total					16	

Çizelge 4.30 Dolunay sedimentindeki Al birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Al	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Cu	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Al	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Pb	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Al	8	12,50	100,00	Z	-3,361
	Zn	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar					Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
	Al	8	12,50	100,00	Z	-3,363
	Cd	8	4,50	36,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.30 Dolunay sedimentindeki Al birikimi ile diğer metallerin birikimi arasındaki farklar (devam)

Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,363
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Ni	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Mn	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					
Miktarlar	Al	8	6,13	49,00	Mann-Whitney U	13,000
					Wilcoxon W	49,000
					Z	-1,995
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,046
	Fe	8	10,88	87,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,050
Total	16					
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	As	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
	Cr	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Total	16					

4.3 Su ve Sedimentte Birikim Gösteren Metaller Arası Korelasyon Testi

Medreseönü ve Dolunay istasyonlarının su ve sedimentinde tespit edilen ağır metallerin birikimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. İncelenen örnekler, -1'den ve 1'den 0'a gittikçe korelasyonda azalma gözlenir esasına dayanarak değerlendirilmiştir. Bu tarz çalışmalar için korelasyon dereceleri; 0,50- 0,70 arası orta, 0,70-0,90 yüksek, 0,91 ve üstü değerler çok yüksek olarak değerlendirilmektedir.

Medreseönü sediment örneklerinden analiz edilen metaller arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.31) sediment örneklerinde Pb-Cu, Ni-Cu, Mn-Cu, As-Cu, Al-Cr metalleri arasında orta derece negatif korelasyon, Cr-Cu metalleri arasında yüksek negatif korelasyon gözlenmiştir. Negatif korelasyon metallerden biri artarken diğerinin azaldığı şeklinde yorumlanmaktadır. Zn-Pb, Mn-Zn, Fe-Pb, As-Zn, Cd-Ni, Cr-Ni, Al-Cu metalleri arasında orta derece pozitif korelasyon; Ni-Pb, Mn-Ni, Fe-Zn, Fe-Mn, As-Ni, As-Fe, Cd-Pb, Cd-Zn, Cd-Mn, Cd-Fe, Cd-As, Cr-Pb, Cr-Mn, Cr-As metalleri arasında yüksek korelasyon; Mn-Pb, As-Pb, As-Mn metalleri arasında çok yüksek korelasyon gözlenmiştir. Pozitif korelasyon metallerden biri artarken diğerinin de arttığı şeklinde yorumlanmaktadır. En yüksek pozitif korelasyon As ile Mn ($r = ,985^{**}$) arasında; en yüksek negatif korelasyon Cr ile Cu ($r = -,856^{**}$) arasında olduğu bulunmuştur. Ancak Medreseönü su örneklerinden analiz edilen metaller arasında herhangi bir korelasyon bulunmamıştır (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31 Medreseönü sediment ve su örneklerinde metaller arası korelasyon

Sediment	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al
Cu	1									
Pb	-,685 ^{**}	1								
Zn	-,059	,615 [*]	1							
Ni	-,625 ^{**}	,715 ^{**}	,327	1						
Mn	-,668 ^{**}	,962^{**}	,668 ^{**}	,751 ^{**}	1					
Fe	-,153	,671 ^{**}	,862 ^{**}	,372	,738 ^{**}	1				
As	-,671 ^{**}	,953^{**}	,656 ^{**}	,781 ^{**}	,985^{**}	,724 ^{**}	1			
Cd	-,155	,734 ^{**}	,817 ^{**}	,571 [*]	,752 ^{**}	,789 ^{**}	,715 ^{**}	1		
Cr	-,856 ^{**}	,788 ^{**}	,276	,639 ^{**}	,747 ^{**}	,421	,741 ^{**}	,42	1	
Al	,647 ^{**}	-,238	,144	-,246	-,197	-,006	-,25	,196	-,574 [*]	1
Su	Fe	As	Cd	Cr						
Fe	1									
As	,108	1								
Cd	-,095	,527	1							
Cr	-,072	-,194	-,337	1						

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

Dolunay sediment örneklerinden analiz edilen metaller arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.32) sediment örneklerinde negatif korelasyon gözlenmemiştir.

Mn-Zn, Fe-Pb, Fe-Zn, Fe-Mn, As-Fe, Cd-Zn, Cd-Fe, Cr-Pb, Cr-Zn, Cr-Mn, Cr-As, Cr-Cd metalleri arası korelasyon derecesi yüksekken; Mn-Pb , As-Pb, As-Mn, Cr-Fe metalleri arası korelasyon derecesi çok yüksektir. En yüksek korelasyon As ile Mn ($r=,976^{**}$), en düşük korelasyon Fe-Pb ($r=,714^*$), arasında gözlenmiştir.

Dolunay su örneklerinden analiz edilen metaller arasından As-Fe, Cr-Fe, Cr-As arasında korelasyon gözlenmiş ve korelasyon dereceleri yüksek bulunmuştur. En yüksek korelasyon As-Fe ($r=,857^{**}$) arasındadır.

Çizelge 4.32 Dolunay sediment ve su örneklerinde metaller arası korelasyon

Sediment	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al
Cu	1									
Pb	-,238	1								
Zn	,123	,643	1							
Ni	,467	-,407	-,275	1						
Mn	-,286	,929^{**}	,738 [*]	-,647	1					
Fe	,095	,714 [*]	,881 ^{**}	-,335	,786 [*]	1				
As	-,214	,952 ^{**}	,667	-,539	,976^{**}	,762 [*]	1			
Cd	,419	,611	,826 [*]	,120	,563	,778 [*]	,599	1		
Cr	-,024	,786 [*]	,857 ^{**}	-,192	,786 [*]	,929^{**}	,810 [*]	,826 [*]	1	
Al	,476	-,405	-,143	-,060	-,310	-,262	-,333	-,012	-,333	1
Su										
	Fe	As	Cd	Cr						
Fe	1									
As	,857^{**}	1								
Cd	-,275	-,311	1							
Cr	,850^{**}	,826[*]	-,169	1						

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

4.4 Sediment Kalite Araştırma Yöntemleri (SQG) ile Sediment Kalitesinin Belirlenmesi

Haliç ve deniz sedimentlerinin metal kirlilik derecesine genel bir değerlendirme yapmak zordur (Rubio vd. 2000). Dolayısıyla bu çalışma sedimentteki bilinmeyen doğal yapı ile sediment çalışmaları arasındaki analitik prosedürlerin varyasyonları şeklinde tasarlanıp yorumlanmıştır. Bu varyasyonları harmanlayıp yorumlamada son yıllarda sulak alanlara uygulanan geliştirilmiş farklı metal değerlendirme indeksleri (ekolojik risk indeksi: Sediment Kalite Araştırma Yöntemleri (SQG)) kullanılmıştır.

SQG; sedimentteki kirleticilerin konsantrasyonu ile kalite rehberindeki sonuçların kıyaslaması özelliğiyle sedimentteki kontaminasyonu ortaya koymada çok yararlı bir yöntemdir.

Analizi yapılan ağır metallerin sedimentte bulunan miktarların ortalaması Medreseönü istasyonu için; Cu: $25,41 \pm 4,65$; Pb: $6,40 \pm 1,90$; Zn: $59,02 \pm 16,02$; Ni: $4,95 \pm 0,68$; Mn: $269,38 \pm 44,02$; Fe: $14409,57 \pm 1574,58$; As: $1,48 \pm 0,48$; Cd: $0,11 \pm 0,05$; Cr: $6,58 \pm 1,52$; Al: $15908,79 \pm 2666,67$ mg/g olarak bulunmuştur. Dolunay istasyonu içinse Cu: $13,99 \pm 0,78$; Pb: $24,65 \pm 6,68$; Zn: $72,12 \pm 20,75$; Ni: $13,31 \pm 1,36$; Mn: $467,07 \pm 129,04$; Fe: $18386,98 \pm 4545,13$; As: $14,36 \pm 5,09$; Cd: $0,16 \pm 0,04$; Cr: $32,06 \pm 19,97$; Al: $12095,93 \pm 2924,50$ mg/g olarak bulunmuştur.

4.4.1 Kontaminasyon faktörü (C_f^i)

Hakanson tarafından ortaya konan bu yöntem 4 farklı skala ile gösterilmektedir (Hakanson 1980).

$C_f^i < 1$: Oldukça düşük

$1 \leq C_f^i < 3$: Uygun

$3 \leq C_f^i < 6$: Kabuledilebilir

$C_f^i \geq 6$: Çok yüksek olarak değerlendirilmektedir.

Her metal için kontaminasyon faktörü Medreseönü için 1'in altında bulunmuştur. Dolayısıyla her metalin kontaminasyon faktörü oldukça düşük bulunmuştur. Dolunay içinse iki metal hariç diğer metallerin kontaminasyon faktörü 1'in altında dolayısıyla oldukça düşüken; Pb (1,23) ve As (1,10) metalleri 1-3 aralığında yani uygun bulunmuştur.

4.4.2 Kontaminasyon derecesi (C_d)

Tüm (C_f^i) değerlerinin toplamıdır. 4 farklı skalada değerlendirilir.

$C_d \leq 8$: Düşük

$8 \leq C_d \leq 16$: Uygun

$16 \leq C_d \leq 32$: Kabuledilebilir

$C_d \geq 32$: Çok yüksek

Bu çalışmada kontaminasyon derecesinin değeri sırasıyla Medreseönü için 2,95; Dolunay için 14,54 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla kontaminasyon derecesi Medreseönü için düşük; Dolunay için uygun bulunmuştur.

4.4.3 Modifiye kontaminasyon derecesi (mC_d)

Sonuçların değerlendirilmesi için 7 farklı skala kullanılmaktadır (Abraham ve Parker 2008).

$mC_d < 1.5$: Yok denecek kadar düşük

$1.5 \leq mC_d < 2$: Düşük

$2 \leq mC_d < 4$: Uygun

$4 \leq mC_d < 8$: Yüksek

$8 \leq mC_d < 16$: Çok yüksek

$16 \leq mC_d < 32$: Son derece yüksek

$mC_d \geq 32$: Yüksek ötesi

Modifiye kontaminasyon derecesi sırasıyla Medreseönü için 0,33; Dolunay için 1,32 olarak hesaplanmış dolayısıyla her iki istasyon için yok denecek kadar düşük olarak bulunmuştur.

4.4.4 Zenginleştirme faktörü (EF)

Fe metali referans alınarak hesaplanmıştır. EF'nin gösterilmesinde 5'li skala kullanılmaktadır.

$EF < 2$: Minimal

$2 \leq EF < 5$: Uygun

$5 \leq EF < 20$: Anlamlı

$20 \leq EF < 40$: Çok yüksek

$EF \geq 40$: Son derece yüksek

Zenginleştirme faktörüne bakıldığında Medreseönü için Zn; Dolunay için Pb ve As metallerinin zenginleştirme faktörü değerlerinin uygun diğerlerinin ise minimal olduğu bulunmuştur.

4.4.5 Jeoakümülayon indeksi (I_{geo})

Değerlendirmeleri metal bazında tek tek değilde toplam etki olarak verilmektedir

$I_{geo} \leq 0$:Kontaminasyon yok

$0 < I_{geo} < 1$: Kontaminasyonuzluk ile uygunluk arası

$1 < I_{geo} < 2$: Uygun

$2 < I_{geo} < 3$: Uygunluk ile güçlü arası

$3 < I_{geo} < 4$: Güçlü

$4 < I_{geo} < 5$: Güçlü ile ekstrem arası

$I_{geo} \geq 5$: Ekstrem

Jeoakümülayon indeksinin değerleri her iki istasyon için de negatif değerlerle tespit edildiğinden, kontaminasyon yok şeklinde yorumlanabilir.

4.4.6 Kirlilik yükleme indeksi (PLI)

Son derece basit olarak mevcut durumu ortaya koyan bir indekstir.

0: Kusursuz

1: Sınır çizgisi

>1: Bozulma

Kirlilik yükleme indeksi Medreseönü (0,000) ve Dolunay (0,538) istasyonları için kusursuz derecededir.

4.4.7 Potansiyel ekolojik risk faktörü (PERI) (E_r^i)

Kontaminasyonun mevcut canlılara etkisini gösteren bir formüldür.

$E_r^i < 40$: Düşük

$40 \leq E_r^i < 80$: Uygun

$80 \leq E_r^i < 160$: Kabuledilebilir

$160 \leq E_r^i < 320$: Yüksek

$320 \geq E_r^i$: Çok yüksek

Her iki istasyonun metallerinin PERI değerlerine bakıldığında kontaminasyonun mevcut canlılara olan etkisi oldukça düşük bulunmuştur.

4.4.8 Potansiyel ekolojik risk indeksi (RI)

PERI değerlerinin toplanmış hali olan RI indeksi toplam toksik etkinin gösterilmesi için kullanılmaktadır.

$RI < 150$: Düşük

$150 \leq RI < 300$: Uygun

$300 \leq RI < 600$: Kabul edilebilir

$600 \geq RI$: Yüksek

Potansiyel ekolojik risk indeksi de potansiyel ekolojik risk faktörünü destekler nitelikte her iki istasyon için (Medreseönü: 18,01; Dolunay: 88,67) oldukça düşük bulunmuştur.

4.4.9 Toplam toksik birim

Mevcut metallerin toplam toksisite değerlerini gösterir. Toplam toksik birim değeri Medreseönü için 0,73; Dolunay için 2,24 olarak bulunmuştur. Dolunay Medreseönü’ne göre daha kirli bulunmuştur.

4.4.10 Oransal toksik birim

Her bir metalin toplam toksik birime oransal olarak etkisini gösterir. Medreseönü için oranların %32,29’unu Cu; %7,84’n Pb; %29,89’unu Zn; %15,87’sini Ni; %4,88’ini As; %3,59’unu Cd; %5,64’n Cr oluşturmaktadır. Dolunay için oranların %5,79’unu Cu; %9,83’n Pb; %11,89’unu Zn; %13,90’ını Ni; %15,43’n As; %1,70’ini Cd; %8,96’sını Cr oluşturmaktadır. Dolayısıyla Medreseönü’nde toplam toksik birime en fazla katkıda bulunan metal %32,29 oranı ile Cu iken; Dolunay’da %15,43 ile As’tir.

4.4.11 Ortalama etki aralığı medyanı oranı (m-ERM-Q)

m-ERM-Q<0,10: %9 toksik

0,11< m-ERM-Q<0,50: %21 toksik

0,51< m-ERM-Q<1,50: %49 toksik

m-ERM-Q>1,50: %76 toksik

Sonuçlara göre toksik seviye Medreseönü için (0,05) %9; Dolunay için (0,20) %21 bulunmuştur. Medreseönü için etkinin oldukça düşük; Dolunay içinse %21 gibi görünse de sınır değer olan 0.1’e yakın olarak tespit edildiği için etkinin bu kadar yüksek olmayabileceği şeklinde yorumlanabilir.

4.4.12 Ortalama muhtemel etki seviyesi oranı (m-PEL-Q)

$m\text{-PEL-Q} < 0.1$: Etkisiz

$0.1 < m\text{-PEL-Q} < 1$: Kısmen etkili

$m\text{-ERM-Q} > 1$: Yüksek etkili

Ortalama muhtemel etki seviyesi oranı ise Medreseönü için (0,08) etkisiz; Dolunay içinse (0,28) kısmen etkili bulunmuştur.

4.4.13 Kirlilik yükü indeksi (PIN)

Sonuçlar esas alındığında her iki istasyon için Cu (MÖ: 0,726, Dol: 0,411), Pb (MÖ: 0,128, Dol: 0,496), Zn (MÖ: 0,590, Dol: 0,653), As (MÖ: 0,074, Dol: 0,721), Cd (MÖ: 0,110, Dol: 0,154), Cr (MÖ: 0,132, Dol: 0,618) metal ve metalloidlerine bakılarak bu istasyonlarda herhangi bir insan kaynaklı noktasal ve noktasal olmayan kaynağın etkisi altında olmadığı söylenebilir (Çizelge 4.33-4.34). Yapılan analiz ve testler neticesinde 1. sınıf temiz bir referans alanı olarak kabul edildiği tespit edilmiştir.

Çizelge 4.33 Medreseönü sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karakterizasyonu

	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al
Ortalama	25,41	6,4	59,02	4,95	269,4	14409,6	1,48	0,11	6,58	15908,8
PIN	35	50	100	-	-	-	20	1	50	-
PEL	108,00	112,00	271,00	42,80	-	-	41,60	4,21	160,00	-
ERM	270,00	218,00	410,00	51,60	-	-	70,00	9,60	370,00	-
TEL	18,70	30,20	124,00	15,90	-	-	7,24	0,68	52,30	-
ERL	34,00	46,70	150,00	20,90	-	-	8,20	1,20	81,00	-
PERİ-Rİ indeks katsayıları	5	5	1	5	1	-	10	30	2	-
Yer kabuğu	45,00	20,00	95,00	68,00	850,00	47200,00	13,00	0,30	90,00	80000
Kontaminasyon faktörü	0,56	0,32	0,62	0,07	0,32	0,31	0,11	0,37	0,07	0,20
Zenginleştirme faktörü final (Fe ref.)	1,85	1,05	2,04	0,24	1,04	1,00	0,37	1,20	0,24	0,65
Jeoakümüilasyon indeksi	-1,41	-2,23	-1,27	-4,36	-2,24	-2,30	-3,72	-2,03	-4,36	-2,92
Potansiyel ekolojik risk faktörü (PERI)	2,82	1,60	0,62	0,36	0,32	-	1,14	11,00	0,15	0,00
Toplam toksik unite tek tek	0,24	0,06	0,22	0,12	-	-	0,04	0,03	0,04	-
Oransal toksik unite	32,29	7,84	29,89	15,87	-	-	4,88	3,59	5,64	-
m-ERM-Q tek tek değerler	0,09	0,03	0,14	0,10	-	-	0,02	0,01	0,02	-
m-PEL-Q tek tek değerler	0,24	0,06	0,22	0,12	-	-	0,04	0,03	0,04	-
PIN	0,726	0,128	0,5902	-	-	-	0,074	0,11	0,1316	-
Kontaminasyon derecesi	2,95									
Modifiye kontaminasyon derecesi	0,25									
Kirlilik yükleme indeksi final	0,000									
Potansiyel ekolojik risk indeksi (RI)	18,01									
Toplam toksik unite final	0,73									
m-ERM-Q	0,05									
m-PEL-Q	0,08									

Çizelge 4.34 Dolunay sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarının karakterizasyonu

	Cu	Pb	Zn	Ni	Mn	Fe	As	Cd	Cr	Al
Ortalama	13,99	24,65	72,12	13,31	467,07	18386,98	14,36	0,16	32,06	12095,93
PIN	35	50	100		-	-	20	1	50	-
PEL	108,00	112,00	271,00	42,80	-	-	41,60	4,21	160,00	-
ERM	270,00	218,00	410,00	51,60	-	-	70,00	9,60	370,00	-
TEL	18,70	30,20	124,00	15,90	-	-	7,24	0,68	52,30	-
ERL	34,00	46,70	150,00	20,90	-	-	8,20	1,20	81,00	-
PERİ-Rİ indeks katsayıları	5	5	1	5	1	-	10	30	2	-
Yer kabuğu	45,00	20,00	95,00	68,00	850,00	47200,00	13,00	0,30	90,00	80000
Kontaminasyon faktörü	0,31	1,23	0,76	0,20	0,55	0,39	1,10	0,53	0,36	0,15
Zenginleştirme faktörü final (Fe ref.)	0,80	3,16	1,95	0,50	1,41	1,00	2,84	1,37	0,91	0,39
Jeoakümüasyon indeksi	-2,27	-0,28	-0,98	-2,94	-1,45	-1,95	-0,44	-1,49	-2,07	-3,31
Potansiyel ekolojik risk faktörü (PERI)	1,55	6,16	0,76	0,98	0,55	-	11,05	16,00	0,71	0,00
Toplam toksik unite tek tek	0,13	0,22	0,27	0,31	-	-	0,35	0,04	0,20	-
Oransal toksik ünite	5,79	9,83	11,89	13,90	-	-	15,43	1,70	8,96	0,00
m-ERM-Q tek tek değerler	0,05	0,11	0,18	0,26	-	-	0,21	0,02	0,09	-
m-PEL-Q tek tek değerler	0,13	0,22	0,27	0,31	-	-	0,35	0,04	0,20	-
PIN	0,4	0,493	0,7212	-	-	-	0,718	0,16	0,6412	-
Kontaminasyon derecesi	14,54									
Modifiye kontaminasyon derecesi	1,32									
Kirlilik yükleme indeksi final	0,538									
Potansiyel ekolojik risk indeksi (RI)	88,67									
Toplam toksik unite final	2,24									
m-ERM-Q	0,20									
m-PEL-Q	0,28									

4.4.14 Sedimentte ağır metallerin muhtemel etki konsantrasyonu (PEC) ile yerkabuğu ağır metal içeriği (SAV) düzeylerinin değerlendirilmesi

Sedimentte birikim gösteren ağır metallerin sucul ortama göstereceği muhtemel etki düzeyleri (PEC) (MacDonald vd. 2000) ve Ortalama Yerkabuğu Ağır Metal İçerik (Shale Average Value) değerleri (Krauskopf 1979, Balkis vd. 2010) Çizelge 4.35’ te verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, toksisite sınır düzeyi olan PEC değerleri ile karşılaştırıldığında; tüm metallerin PEC değerlerinden düşük olduğu yani toksisite sınırı altında olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.35 Sedimentte ağır metal PEC ve SAV değerleri (µg/g).

	Al	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
PEC ^a	-	111	-	-	48,6	149	459	4,98	128
SAV ^b	9x10 ⁴	100	850	4,7x10 ⁴	80	50	90	0,3	20

^aPEC (Probable effects concentration): Sedimentte birikim gösteren ağır metallerin sucul ortama göstereceği muhtemel toksik etki seviyeleri (MacDonald vd. 2000).^bSAV (Shale average value): Yerkabuğunun içerdiği ortalama ağır metal değerleri (Krauskopf 1979; Balkis vd. 2010).

4.5 *Pachygrapsus marmoratus*’un Mevsimsel Büyüme Parametreleri

Yengeç örnekleri, toplamda 80 olmak üzere her mevsim iki farklı istasyondan 10’ar adet toplanmıştır. Farklı boylara sahip örnekler plastik iglo kutularında laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen yengeçlerin en, boy ve ağırlık ölçümleri mevsimsel olarak yapılmıştır. Yapılan ölçümler neticesinde Medreseönü istasyonunda bulunan yengeçlerin en, boy ve ağırlık ölçümlerinin ortalamasının en fazla ilkbaharda, Dolunay istasyonu yengeçlerinin en ve boylarının ortalamasının ilkbaharda, ağırlık ortalamasının ise kışın olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36 Yengeçlerin büyüme parametreleri (en (cm), boy (cm), ağırlık (g)).

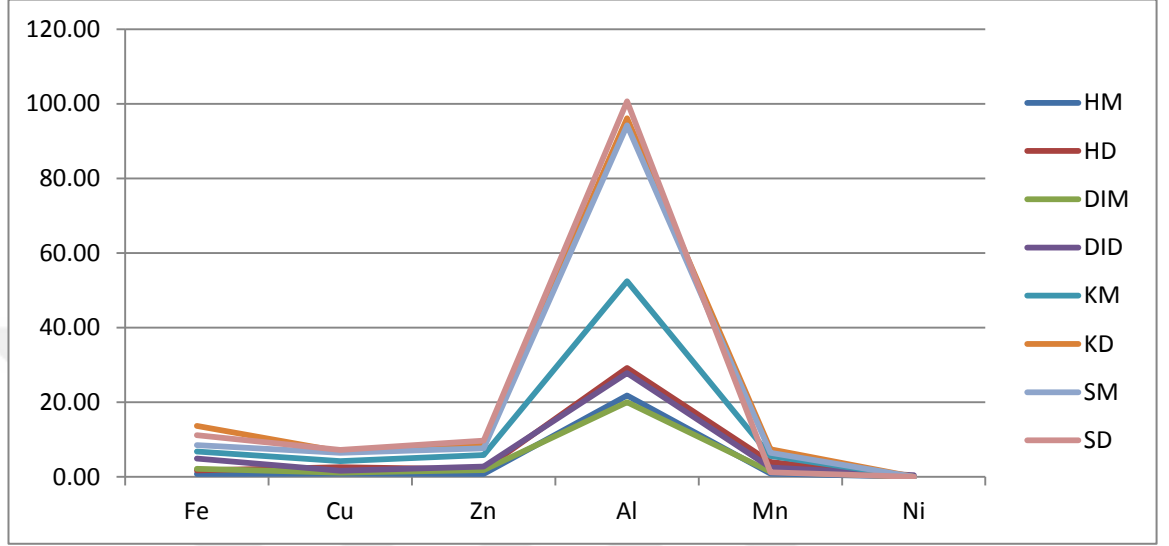
En Boy Ağırlık				En Boy Ağırlık				En Boy Ağırlık				En Boy Ağırlık			
Kış MÖ				İlkbahar MÖ				Yaz MÖ				Sonbahar MÖ			
1	3,9	3,3	24,4	1	3,5	3,3	20,52	1	3,5	3,0	13,5	1	4,0	3,8	13,6
2	3,6	3,2	22,2	2	3,6	3,4	21,67	2	3,1	3,0	13,9	2	4,0	3,3	10,5
3	3,4	2,9	18,7	3	4	3,9	23,58	3	3,6	3,3	17,3	3	3,3	2,8	7,5
4	3,1	2,8	16,9	4	3,8	3,7	22,04	4	3,3	3,1	12,5	4	3,9	3,6	15,2
5	4,3	3,7	33,6	5	4,4	4	28,11	5	3,4	3,2	20,2	5	4,3	3,1	22,0
6	3,4	2,9	16,5	6	3,9	3,2	21,73	6	3,5	3,4	23,7	6	3,4	3,1	7,6
7	3,5	3,0	20,0	7	3,3	3,3	14,91	7	3,3	3,2	22,1	7	3,9	3,0	10,7
8	3,7	3,3	26,1	8	3,6	3,4	17,15	8	3,8	3,6	26,5	8	3,8	3,4	10,5
9	3,5	3,0	22,1	9	4	3,7	23,05	9	3,6	3,3	21,1	9	3,6	3,1	11,2
10	3,2	2,9	16,1	10	3,9	3,6	19,16	10	3,7	3,4	17,7	10	3,6	3,1	12,4
Kış D				İlkbahar D				Yaz D				D			
11	4,2	3,6	29,3	11	4,3	4,1	27,43	11	3,8	3,5	24,5	11	3,3	3,0	7,3
12	3,3	2,9	16,1	12	4,5	4,2	37,51	12	3,8	3,3	21,6	12	3,9	3,5	16,2
13	3,6	3,1	18,9	13	4,1	3,6	17,99	13	3,5	3,2	17,6	13	3,7	3,4	14,1
14	3,6	3,2	18,8	14	3,5	3,3	18,27	14	3,9	3,4	23,2	14	3,0	2,4	7,8
15	4,0	3,5	32,1	15	3,4	3,3	15,15	15	3,8	3,5	20,6	15	3,1	2,8	8,4
16	3,9	3,4	27,3	16	3,9	3,6	15,15	16	3,9	3,5	26,1	16	2,9	2,5	4,3
17	3,7	3,2	19,6	17	4,3	3,7	20,73	17	3,8	3,4	23,8	17	3,2	3,1	7,5
18	3,2	2,8	15,7	18	3,3	3,2	14,11	18	3,9	3,4	24,3	18	2,6	2,2	5,8
19	4,3	3,6	31,0	19	4,2	3,6	24,14	19	3,4	3,0	17,1	19	3,1	2,9	7,8
20	3,5	3,1	28,5	20	3,6	3,5	15,2	20	3,2	2,90	18,9	20	2,6	2,4	5,7

4.6 Medreseönü ve Dolunay İstasyonları'nda Yengeç Dokularındaki Ağır Metallerin Mevsimsel Karakterizasyonu

4.6.1 Kış

Her iki istasyondaki tüm dokularda (hepatopankreas, dış iskelet, kas, solungaç) en fazla Al metali birikim göstermiştir. Her iki istasyonda da Al metali en fazla solungaç dokusunda birikim göstermiştir. Her iki istasyon kıyaslandığında ise Al metalinin en fazla Dolunay istasyonunda birikim yapmış olduğu, birikim miktarının ise her iki istasyonda çok yakın olduğu gözlenmiştir. Medreseönü istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta Fe, Cu, Zn ve Mn metallerinin birikim oranı da birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Dış iskelette Al>Fe>Zn>Mn>Cu; kasta ve solungaçta Al>Fe>Zn>Mn>Cu şeklindedir. Dolunay istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasında Al>Mn>Cu>Zn>Fe; dış iskelette

Al>Fe>Zn>Mn>Cu>Ni; kasta Al>Fe>Zn>Mn>Cu; solungaçta Al>Fe>Zn>Cu>Mn şeklindedir. Bu mevsimde Dolunay İstasyonu dış iskelette Ni birikimi gözlenmiştir (Şekil 4.1 ve Çizelge 4.37).



Şekil 4.1 Kış mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı

Çizelge 4.37 Kış mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$)

	HM1	HM2	HM3	HM4	HM5	HM6	HM7	HM8	HM9	HM10
Fe	0,70 $\pm$ 0,04	0,47 $\pm$ 0,02	0,97 $\pm$ 0,07	0,84 $\pm$ 0,05	2,16 $\pm$ 0,07	0,84 $\pm$ 0,11	0,87 $\pm$ 0,07	0,66 $\pm$ 0,04	0,18 $\pm$ 0,03	0,34 $\pm$ 0,03
Cu	0,64 $\pm$ 0,11	0,63 $\pm$ 0,03	0,78 $\pm$ 0,06	0,87 $\pm$ 0,05	2,28 $\pm$ 0,03	0,91 $\pm$ 0,05	0,77 $\pm$ 0,09	0,84 $\pm$ 0,08	0,45 $\pm$ 0,14	0,31 $\pm$ 0,09
Zn	0,67 $\pm$ 0,06	0,75 $\pm$ 0,03	0,69 $\pm$ 0,05	1,34 $\pm$ 0,06	1,07 $\pm$ 0,04	0,89 $\pm$ 0,03	0,94 $\pm$ 0,04	0,73 $\pm$ 0,04	0,48 $\pm$ 0,003	0,59 $\pm$ 0,09
Al	7,15 $\pm$ 0,53	9,2 $\pm$ 0,30	6,51 $\pm$ 0,26	34,61 $\pm$ 0,53	126,85 $\pm$ 0,90	7,44 $\pm$ 0,18	7,39 $\pm$ 0,99	6,04 $\pm$ 0,92	5,27 $\pm$ 0,37	7,91 $\pm$ 0,49
Mn	0,74 $\pm$ 0,04	1,09 $\pm$ 0,06	0,54 $\pm$ 0,05	0,79 $\pm$ 0,12	1,16 $\pm$ 0,11	1,08 $\pm$ 0,03	1,26 $\pm$ 0,05	0,5 $\pm$ 0,04	0,64 $\pm$ 0,11	0,87 $\pm$ 0,12
	HD1	HD2	HD3	HD4	HD5	HD6	HD7	HD8	HD9	HD10
Fe	1,63 $\pm$ 0,02	0,62 $\pm$ 0,05	0,87 $\pm$ 0,02	1,17 $\pm$ 0,03	3,94 $\pm$ 0,06	1,34 $\pm$ 0,08	1,05 $\pm$ 0,08	1,49 $\pm$ 0,07	1,29 $\pm$ 0,10	3,54 $\pm$ 0,22
Cu	1,93 $\pm$ 0,02	0,47 $\pm$ 0,03	2,07 $\pm$ 0,01	1,25 $\pm$ 0,06	6,67 $\pm$ 0,05	1,11 $\pm$ 0,05	1,28 $\pm$ 0,09	1,25 $\pm$ 0,002	0,99 $\pm$ 0,29	9,12 $\pm$ 0,31
Zn	4,69 $\pm$ 0,01	0,76 $\pm$ 0,02	2,55 $\pm$ 0,01	1,5 $\pm$ 0,04	2,41 $\pm$ 0,05	1,04 $\pm$ 0,05	1,34 $\pm$ 0,09	1,42 $\pm$ 0,06	0,98 $\pm$ 0,26	3,1 $\pm$ 0,10
Al	14,02 $\pm$ 0,46	6,58 $\pm$ 0,29	13,03 $\pm$ 0,33	13,02 $\pm$ 0,97	133,68 $\pm$ 0,60	25,12 $\pm$ 0,56	12,67 $\pm$ 0,20	9,82 $\pm$ 0,28	6,32 $\pm$ 2,37	57,92 $\pm$ 3,19
Mn	1,09 $\pm$ 0,02	0,59 $\pm$ 0,02	1,42 $\pm$ 0,01	1,84 $\pm$ 0,06	2,25 $\pm$ 0,04	1,26 $\pm$ 0,03	1,15 $\pm$ 0,03	0,94 $\pm$ 0,03	0,91 $\pm$ 0,35	27,99 $\pm$ 0,33
	DIM1	DIM2	DIM3	DIM4	DIM5	DIM6	DIM7	DIM8	DIM9	DIM10
Cu	0,34 $\pm$ 0,02	0,65 $\pm$ 0,01	1,25 $\pm$ 0,02	1,91 $\pm$ 0,02	1,47 $\pm$ 0,004	1,76 $\pm$ 0,01	0,56 $\pm$ 0,005	1,92 $\pm$ 0,04	0,78 $\pm$ 0,03	0,71 $\pm$ 0,07
Zn	0,3 $\pm$ 0,04	1,19 $\pm$ 0,03	2,88 $\pm$ 0,04	2,85 $\pm$ 0,02	1,12 $\pm$ 0,01	1,25 $\pm$ 0,02	1,83 $\pm$ 0,02	3,00 $\pm$ 0,05	2,6 $\pm$ 0,01	1,56 $\pm$ 0,03
Al	30,51 $\pm$ 1,51	11,45 $\pm$ 0,1	35,73 $\pm$ 0,35	25,4 $\pm$ 0,19	20,09 $\pm$ 0,18	22,19 $\pm$ 0,24	13,9 $\pm$ 0,28	12,26 $\pm$ 0,35	15,63 $\pm$ 0,52	12,85 $\pm$ 1,14
Mn	0,34 $\pm$ 0,05	1,02 $\pm$ 0,02	2,01 $\pm$ 0,01	1,21 $\pm$ 0,02	3,52 $\pm$ 0,004	0,75 $\pm$ 0,001	0,68 $\pm$ 0,01	1,63 $\pm$ 0,03	1,62 $\pm$ 0,03	0,97 $\pm$ 0,05
	DID1	DID2	DID3	DID4	DID5	DID6	DID7	DID8	DID9	DID10
Fe	3,16 $\pm$ 0,49	6,84 $\pm$ 0,23	4,75 $\pm$ 0,19	3,58 $\pm$ 0,20	7,74 $\pm$ 0,20	2,85 $\pm$ 0,30	8,68 $\pm$ 0,19	1,73 $\pm$ 0,17	1,79 $\pm$ 0,47	8,27 $\pm$ 0,54
Ni	0,53 $\pm$ 0,003	0,48 $\pm$ 0,004	0,26 $\pm$ 0,002	0,61 $\pm$ 0,001	0,22 $\pm$ 0,001	0,6 $\pm$ 0,007	0,51 $\pm$ 0,008	0,56 $\pm$ 0,002	0,36 $\pm$ 0,001	0,59 $\pm$ 0,003
Cu	1,12 $\pm$ 0,05	1,65 $\pm$ 0,14	1,1 $\pm$ 0,08	1,25 $\pm$ 0,23	1,84 $\pm$ 0,12	1,54 $\pm$ 0,16	2,64 $\pm$ 0,14	1,25 $\pm$ 0,23	2,53 $\pm$ 0,21	1,36 $\pm$ 0,19
Zn	2,56 $\pm$ 0,19	2,63 $\pm$ 0,18	2,04 $\pm$ 0,08	2,08 $\pm$ 0,19	2,34 $\pm$ 0,02	1,13 $\pm$ 0,27	6,21 $\pm$ 0,10	1,83 $\pm$ 0,07	2,71 $\pm$ 0,23	4,33 $\pm$ 0,11
Al	14,68 $\pm$ 1,53	20,27 $\pm$ 1,34	15,62 $\pm$ 0,44	21,61 $\pm$ 1,14	23,85 $\pm$ 1,11	16,54 $\pm$ 1,30	68,23 $\pm$ 0,59	9,88 $\pm$ 1,08	32,83 $\pm$ 1,76	54,25 $\pm$ 1,63
Mn	1,79 $\pm$ 0,13	2,11 $\pm$ 0,14	1,63 $\pm$ 0,01	1,88 $\pm$ 0,14	4,51 $\pm$ 0,03	1,52 $\pm$ 0,30	2,61 $\pm$ 0,04	2,3 $\pm$ 0,17	4,69 $\pm$ 0,22	2,21 $\pm$ 0,25

Çizelge 4.37 Kış mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$) (devam)

	KM1	KM2	KM3	KM4	KM5	KM6	KM7	KM8	KM9	KM10
Fe	7,21 $\pm$ 0,17	21,48 $\pm$ 0,77	2,16 $\pm$ 0,13	7,01 $\pm$ 0,52	4,25 $\pm$ 0,10	2,15 $\pm$ 0,06	3,08 $\pm$ 0,28	4,52 $\pm$ 0,07	9,25 $\pm$ 0,26	6,86 $\pm$ 0,07
Cu	4,9 $\pm$ 0,07	11,6 $\pm$ 0,03	2,57 $\pm$ 0,10	3,85 $\pm$ 0,10	2,73 $\pm$ 0,03	0,47 $\pm$ 0,05	1,83 $\pm$ 0,002	2,95 $\pm$ 0,03	7,7 $\pm$ 0,03	3,31 $\pm$ 0,03
Zn	4,05 $\pm$ 0,04	16,38 $\pm$ 0,07	2,43 $\pm$ 0,24	5,37 $\pm$ 0,15	4,53 $\pm$ 0,14	3,65 $\pm$ 0,04	2,2 $\pm$ 0,03	4,76 $\pm$ 0,04	11,29 $\pm$ 0,12	3,85 $\pm$ 0,06
Al	28,4 $\pm$ 1,43	69,05 $\pm$ 3,06	57,27 $\pm$ 1,46	66,00 $\pm$ 2,30	39,44 $\pm$ 2,91	41,0 $\pm$ 1,38	20,12 $\pm$ 1,11	62,63 $\pm$ 0,58	44,85 $\pm$ 1,66	95,25 $\pm$ 0,95
Mn	3,72 $\pm$ 0,04	13,21 $\pm$ 0,07	3,87 $\pm$ 0,10	1,31 $\pm$ 0,11	1,78 $\pm$ 0,16	3,1 $\pm$ 0,13	3,34 $\pm$ 0,04	7,62 $\pm$ 0,07	7,67 $\pm$ 0,11	10,3 $\pm$ 0,03
	KD1	KD2	KD3	KD4	KD5	KD6	KD7	KD8	KD9	KD10
Fe	7,51 $\pm$ 0,34	11,44 $\pm$ 0,63	27,01 $\pm$ 0,33	26,99 $\pm$ 0,87	4,56 $\pm$ 0,33	32,06 $\pm$ 0,18	1,93 $\pm$ 0,70	10,46 $\pm$ 0,58	4,4 $\pm$ 0,26	10,36 $\pm$ 0,28
Cu	10,24 $\pm$ 0,39	4,91 $\pm$ 0,69	8,86 $\pm$ 0,50	13,16 $\pm$ 0,95	3,12 $\pm$ 0,48	10,8 $\pm$ 0,22	2,37 $\pm$ 0,33	2,9 $\pm$ 0,24	2,83 $\pm$ 0,18	9,08 $\pm$ 0,22
Zn	11,6 $\pm$ 0,38	10,04 $\pm$ 2,50	12,23 $\pm$ 0,42	16,78 $\pm$ 0,59	5,32 $\pm$ 0,49	10,11 $\pm$ 0,15	3,11 $\pm$ 0,16	4,47 $\pm$ 0,07	3,29 $\pm$ 0,12	8,36 $\pm$ 0,80
Al	132,78 $\pm$ 1,40	122,84 $\pm$ 4,25	94,89 $\pm$ 8,88	222,13 $\pm$ 6,12	64 $\pm$ 6,82	107,93 $\pm$ 1,45	48,47 $\pm$ 7,21	36,08 $\pm$ 2,43	34,96 $\pm$ 1,0	97,22 $\pm$ 2,47
Mn	1,53 $\pm$ 0,05	21,62 $\pm$ 1,46	13,71 $\pm$ 1,15	11,26 $\pm$ 0,24	4,43 $\pm$ 0,39	7,4 $\pm$ 0,20	1,57 $\pm$ 0,52	5,98 $\pm$ 0,39	5,1 $\pm$ 0,52	1,08 $\pm$ 0,50
	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8	SM9	SM10
Fe	5,83 $\pm$ 0,22	8,67 $\pm$ 0,20	6,26 $\pm$ 0,15	11,26 $\pm$ 0,14	5,86 $\pm$ 0,11	3,39 $\pm$ 0,12	9,54 $\pm$ 0,06	11,25 $\pm$ 0,11	11,68 $\pm$ 0,24	11,17 $\pm$ 0,11
Cu	7,02 $\pm$ 0,33	5,42 $\pm$ 0,11	10,48 $\pm$ 0,11	5,64 $\pm$ 0,07	4,98 $\pm$ 0,11	4,44 $\pm$ 0,07	6,61 $\pm$ 0,06	5,83 $\pm$ 0,06	4,84 $\pm$ 0,09	9,25 $\pm$ 0,14
Zn	10,12 $\pm$ 0,16	4,58 $\pm$ 0,15	2,71 $\pm$ 0,29	10,11 $\pm$ 0,13	11,18 $\pm$ 0,17	3,84 $\pm$ 0,24	8,99 $\pm$ 0,11	9,79 $\pm$ 0,19	6,82 $\pm$ 0,14	8,09 $\pm$ 0,13
Al	32,98 $\pm$ 2,01	431 $\pm$ 0,64	36,27 $\pm$ 0,79	57,1 $\pm$ 5,58	40,13 $\pm$ 0,77	41,0 $\pm$ 0,53	97,56 $\pm$ 0,52	53,4 $\pm$ 0,47	101,0 $\pm$ 0,55	51,4 $\pm$ 1,82
Mn	8,13 $\pm$ 0,33	4,21 $\pm$ 0,13	2,82 $\pm$ 0,11	8,07 $\pm$ 0,08	6,95 $\pm$ 0,06	4,37 $\pm$ 0,04	10,92 $\pm$ 0,06	10,03 $\pm$ 0,12	6,38 $\pm$ 0,15	2,83 $\pm$ 0,11
	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	SD6	SD7	SD8	SD9	SD10
Fe	6,93 $\pm$ 1,27	11,63 $\pm$ 0,23	13,88 $\pm$ 0,47	18,26 $\pm$ 1,04	11,75 $\pm$ 0,66	8,09 $\pm$ 0,25	7,96 $\pm$ 0,35	12,54 $\pm$ 0,49	12,07 $\pm$ 1,15	8,54 $\pm$ 0,49
Cu	6,57 $\pm$ 0,81	6,87 $\pm$ 0,35	6,3 $\pm$ 0,11	7,78 $\pm$ 0,11	8,02 $\pm$ 1,01	9,86 $\pm$ 0,38	6,32 $\pm$ 0,24	6,86 $\pm$ 0,47	5,33 $\pm$ 0,38	8,17 $\pm$ 0,33
Zn	12,63 $\pm$ 0,54	10,92 $\pm$ 0,81	8,58 $\pm$ 0,46	12,14 $\pm$ 0,14	9,59 $\pm$ 0,37	4,95 $\pm$ 0,70	5,89 $\pm$ 0,24	9,38 $\pm$ 0,61	12,36 $\pm$ 0,15	10,78 $\pm$ 0,41
Al	94,89 $\pm$ 3,52	91,39 $\pm$ 4,31	137,3 $\pm$ 8,31	304,6 $\pm$ 10,25	25,42 $\pm$ 5,24	43,79 $\pm$ 6,72	33,67 $\pm$ 5,63	110,2 $\pm$ 3,13	72,31 $\pm$ 5,22	93,36 $\pm$ 7,16
Mn	2,71 $\pm$ 0,16	1,11 $\pm$ 0,14	1,02 $\pm$ 0,11	1,00 $\pm$ 0,11	1,63 $\pm$ 0,11	0,96 $\pm$ 0,11	0,41 $\pm$ 0,09	1,00 $\pm$ 0,10	0,81 $\pm$ 0,01	1,97 $\pm$ 0,02

Medreseönü İstasyonu

Medreseönü kış mevsiminde yengeç dokularındaki (hepatopankreas, dış iskelet, kas, solungaç) Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.38) aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu, farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir.

Farklı dokulardaki aynı metallerin korelasyonu: hepatopankreas ve dış iskeletteki Fe'ler ($r=,711^*$), arası yüksek bir pozitif korelasyon; hepatopankreas ve dış iskeletteki Cu'lar arasında orta derece bir pozitif korelasyon ($r=,661^*$); hepatopankreas ve kastaki Fe'ler arasında ($r=-,699^*$) ve solungaç ve dış iskeletteki Al'lar arasında ($r=-,697^*$) orta derece negatif bir korelasyon; dış iskelette ve kastaki Zn'ler arasında ($r=1,000^{**}$) %100 pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: kastaki Cu ile hepatopankreastaki Fe arasında orta derece negatif bir korelasyon ($r=-,687^*$); dış iskeletteki Zn ile solungaçtaki Fe arasında ($r=,648^*$) ve solungaçtaki Fe ile kastaki Zn arasında ($r=,648^*$) orta derece pozitif bir korelasyon ve solungaçtaki Al ile dış iskeletteki Fe arasında ($r=-,794^{**}$), kastaki Mn ile hepatopankreastaki Fe ($r=-,748^*$) arasında, kastaki Mn ile hepatopankreastaki Cu arasında ($r=-,818^{**}$) ve yine kastaki Mn ile hepatopankreastaki Zn ($r=-,745^*$) arasında yüksek bir negatif korelasyon gözlemlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Cu ile Fe arasında ($r=,766^*$) ve hepatopankreastaki Zn ile Cu arasında ($r=,770^{**}$) yüksek bir pozitif korelasyon, hepatopankreastaki Zn ile Fe arasında ($r=,681^*$), hepatopankreastaki Zn ile Al arasında ($r=,685^*$), hepatopankreastaki Mn ile Al arasında ($r=,697^*$), dış iskeletteki Al ile Fe arasında ($r=,636^*$), solungaçtaki Fe ile Al arasında ($r=,661^*$) ve solungaçtaki Mn ile Zn arasında ($r=,685^*$) orta derece pozitif korelasyon, kas dokusundaki Cu ile Fe arasında ($r=,988^{**}$) çok yüksek bir pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Dolunay İstasyonu

Dolunay istasyonu kış mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.39) farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir. Aynı metalin farklı dokularda korelasyonu gözlenmemiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Zn ile dış iskeletteki Cu arasında orta derece negatif bir korelasyon ($r=-,632^*$); hepatopankreastaki Al ile solungaçtaki Cu arasında ($r=,648^*$) ve solungaçtaki Mn ile hepatopankreastaki Zn arasında ($r=,681^*$) orta derece pozitif bir korelasyon; dış iskeletteki Zn ile kastaki Fe arasında ($r=-,758^*$), kastaki Zn ile dış iskeletteki Cu arasında ($r=-,766^{**}$), solungaçtaki Al ile dış iskeletteki Cu arasında ($r=-,845^{**}$), dış iskeletteki Mn ile kastaki Fe arasında ($r=-,830^{**}$), dış iskeletteki Mn ile kastaki Cu arasında ($r=-,794^{**}$), dış iskeletteki Mn ile kastaki Zn arasında ($r=-,830^{**}$), dış iskeletteki Mn ile kastaki Al arasında ($r=-,709^*$) ve kastaki Mn ile hepatopankreastaki Fe arasında ($r=-,721^*$) yüksek bir negatif korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: kastaki Cu ile Fe arasında ($r=,709^*$), hepatopankreastaki Zn ile Cu arasında ($r=,875^{**}$), kastaki Zn ile Fe arasında ($r=,758^*$), kastaki Zn ile Cu arasında ($r=,891^{**}$), hepatopankreastaki Al ve Cu arasında ($r=,760^*$), dış iskeletteki Al ve Cu arasında ($r=,742^*$), dış iskeletteki Al ile Zn arasında ($r=,770^{**}$), kastaki Al ile Cu arasında ($r=,867^{**}$), kastaki Al ile Zn arasında ($r=,830^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile Cu arasında ($r=,790^{**}$) ve hepatopankreastaki Mn ile Al arasında ($r=,830^{**}$) yüksek derece bir pozitif korelasyon; hepatopankreastaki Al ile Fe arasında ($r=,661^*$), hepatopankreastaki Al ve Zn arasında ($r=,673^*$), dış iskeletteki Al ile Fe arasında ($r=,661^*$), hepatopankreastaki Mn ile Zn arasında ($r=,636^*$), dış iskeletteki Cu ile Mn arasında ($r=,693^*$) ve kastaki Mn ile Fe arasında ($r=,685^*$) orta derece bir pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Çizelge 4.38 Kış mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_Dİ	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	,711*	1,000																		
Fe_K	-,699*	-,430	1,000																	
Fe_S	-,517	-,430	,455	1,000																
Cu_H	,766**	,515	-,600	-,382	1,000															
Cu_Dİ	,182	,139	-,345	,224	,661*	1,000														
Cu_K	-,687*	-,370	,988**	,430	-,588	-,297	1,000													
Cu_S	,103	,503	-,091	,018	-,358	-,345	-,055	1,000												
Zn_H	,681*	,224	-,333	-,176	,770**	,370	-,382	-,297	1,000											
Zn_Dİ	-,055	,055	-,212	,648*	,042	,564	-,176	,224	-,055	1,000										
Zn_K	-,055	,055	-,212	,648*	,042	,564	-,176	,224	-,055	1,000**	1,000									
Zn_S	,188	,345	,224	,067	,273	,018	,164	,006	,333	-,297	-,297	1,000								
Al_H	,353	-,018	,006	-,248	,358	,067	-,018	-,188	,685*	-,479	-,479	,333	1,000							
Al_Dİ	,535	,636*	-,345	-,382	,370	,055	-,273	,188	,079	-,030	-,030	,030	-,055	1,000						
Al_K	-,517	-,358	,370	,455	-,333	,297	,430	,139	-,188	,333	,333	-,297	,188	-,394	1,000					
Al_S	-,498	-,794**	,479	,661*	-,358	-,030	,406	-,382	,079	,248	,248	-,200	,006	-,697*	,333	1,000				
Mn_H	,322	-,273	-,127	-,333	,139	-,358	-,224	-,285	,552	-,600	-,600	,152	,697*	-,248	-,285	,224	1,000			
Mn_Dİ	,243	,236	-,103	,261	,358	,612	-,018	-,115	,103	,430	,430	,006	,018	,018	,261	-,030	-,321	1,000		
Mn_K	-,748*	-,479	,491	,273	-,818**	-,370	,515	,224	-,745*	,067	,067	-,455	-,394	-,600	,515	,370	-,261	-,030	1,000	
Mn_S	,146	,188	,030	,164	,261	,006	-,079	-,091	,358	,030	,030	,685*	-,115	-,103	-,552	,115	,103	-,261	-,418	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

Çizelge 4.39 Kış mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

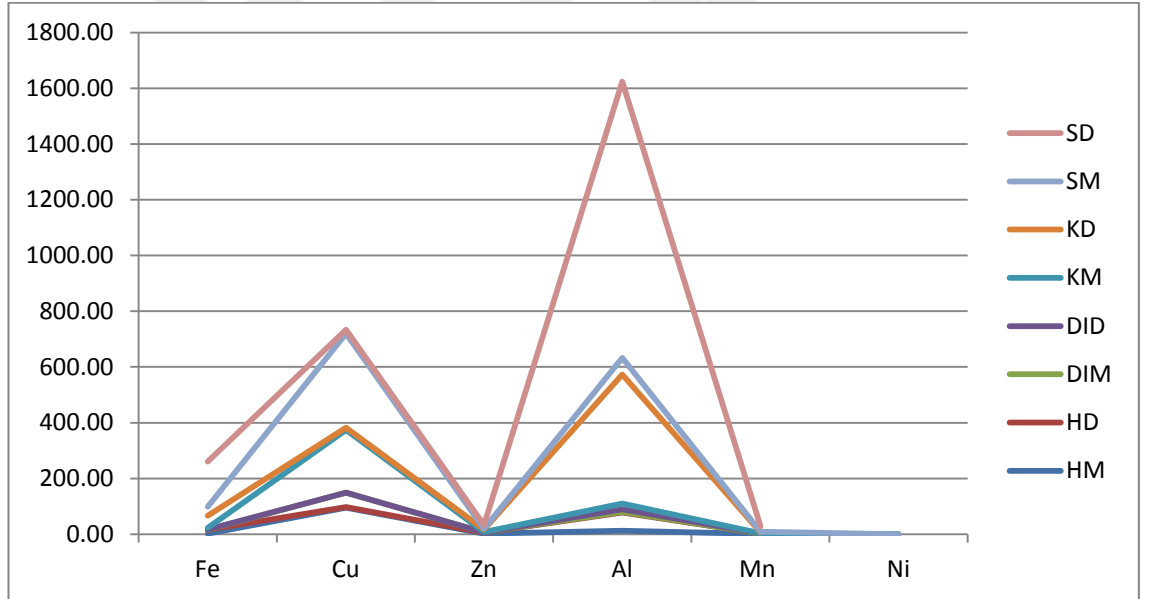
	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_Dİ	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	-,067	1,000																		
Fe_K	-,285	-,297	1,000																	
Fe_S	-,248	-,297	,358	1,000																
Cu_H	,559	,517	-,188	-,103	1,000															
Cu_Dİ	-,036	,322	-,614	-,298	-,293	1,000														
Cu_K	,115	-,127	,709*	,042	,097	-,620	1,000													
Cu_S	,455	,176	,406	-,164	,164	-,006	,564	1,000												
Zn_H	,539	,212	-,018	-,079	,875**	-,632*	,382	,091	1,000											
Zn_Dİ	-,055	,612	-,758*	-,406	,140	,553	-,455	-,285	-,030	1,000										
Zn_K	-,164	-,115	,758*	,261	,085	-,766**	,891**	,248	,394	-,503	1,000									
Zn_S	,139	-,200	-,285	,067	-,116	-,140	,164	-,236	,176	,333	,188	1,000								
Al_H	,661*	,370	,152	-,273	,760*	-,225	,479	,648*	,673*	-,188	,309	-,236	1,000							
Al_Dİ	,006	,661*	-,564	-,176	,158	,742*	-,333	,042	-,176	,770**	-,479	-,018	,042	1,000						
Al_K	-,103	,127	,527	-,127	-,006	-,468	,867**	,455	,273	-,176	,830**	,297	,309	-,236	1,000					
Al_S	-,236	-,345	,515	,552	,030	-,845**	,479	-,176	,370	-,345	,648*	,309	-,188	-,527	,394	1,000				
Mn_H	,467	,479	,139	,115	,790**	-,195	,418	,527	,636*	-,067	,297	-,236	,830**	,309	,212	,030	1,000			
Mn_Dİ	,236	,152	-,830**	,079	,012	,693*	-,794**	-,285	-,248	,564	-,830**	,200	-,297	,564	-,709*	-,467	-,139	1,000		
Mn_K	-,721*	-,273	,685*	,588	-,590	-,201	,176	-,067	-,515	-,527	,430	-,164	-,418	-,394	,212	,333	-,321	-,382	1,000	
Mn_S	,462	,213	,091	-,164	,537	-,500	,413	,310	,681*	,018	,426	,432	,541	-,280	,480	,225	,304	-,231	-,249	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

4.6.2 İlkbahar

Medreseönü istasyonunda tüm dokularda (hepatopankreas, dış iskelet, kas, solungaç) en fazla Cu metali; Dolunay istasyonunda tüm dokularda Al metali birikim göstermiştir. Medreseönü'nde Cu; Dolunay'da Al metalleri en fazla solungaç dokusunda birikim göstermiştir. Medreseönü istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta $Cu > Al > Fe > Zn > Mn$; dış iskelette $Cu > Al > Zn > Fe > Mn$; kas $Cu > Al > Fe > Zn > Mn$; solungaçta $Cu > Al > Fe > Mn > Zn$. Dolunay istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta ve kasta $Al > Fe > Zn > Cu > Mn > Ni$; dış iskelette $Al > Cu > Mn > Fe > Zn > Ni$; solungaçta $Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Ni$ şeklindedir. Dolunay istasyonunda tüm dokularda Ni birikimi gözlenmiştir (Şekil 4.2, Çizelge 4.40).



Şekil 4.2 İlkbahar mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı

Çizelge 4.40 İlkbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$)

	HM1	HM2	HM3	HM4	HM5	HM6	HM7	HM8	HM9	HM10
Fe	2,09 $\pm$ 0,06	0,37 $\pm$ 0,09	2,92 $\pm$ 0,05	0,95 $\pm$ 0,01	1,54 $\pm$ 0,02	3,56 $\pm$ 0,13	6,92 $\pm$ 0,33	1,19 $\pm$ 0,20	1,35 $\pm$ 0,13	1,15 $\pm$ 0,04
Cu	80,55 $\pm$ 0,02	29,39 $\pm$ 0,01	156,52 $\pm$ 0,05	67,65 $\pm$ 0,01	159,15 $\pm$ 0,01	88,48 $\pm$ 0,11	95,91 $\pm$ 0,13	77,22 $\pm$ 0,08	97,23 $\pm$ 0,13	103,29 $\pm$ 0,03
Zn	1,43 $\pm$ 0,03	0,81 $\pm$ 0,02	3,55 $\pm$ 0,13	1,37 $\pm$ 0,01	2,61 $\pm$ 0,03	2,62 $\pm$ 0,11	2,02 $\pm$ 0,12	1,81 $\pm$ 0,12	1,36 $\pm$ 0,16	2,03 $\pm$ 0,07
Al	11,13 $\pm$ 0,54	18,32 $\pm$ 0,48	12,6 $\pm$ 0,22	2,68 $\pm$ 0,3	5,05 $\pm$ 0,08	17,35 $\pm$ 0,76	38,06 $\pm$ 0,77	5,3 $\pm$ 0,32	6,27 $\pm$ 0,77	4,25 $\pm$ 0,35
Mn	0,06 $\pm$ 0,005	0,22 $\pm$ 0,03	0,1 $\pm$ 0,001	5,45 $\pm$ 0,001	0,06 $\pm$ 0,002	0,07 $\pm$ 0,01	0,82 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,01	0,09 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,001
	HD1	HD2	HD3	HD4	HD5	HD6	HD7	HD8	HD9	HD10
Fe	18,9 $\pm$ 1,3	10,05 $\pm$ 1,14	6,64 $\pm$ 0,01	5,91 $\pm$ 1,8	9,43 $\pm$ 0,3	21,4 $\pm$ 0,5	5,06 $\pm$ 0,5	15,42 $\pm$ 0,05	24,32 $\pm$ 1,89	17,7 $\pm$ 0,3
Ni	0,63 $\pm$ 0,001	0,9 $\pm$ 0,003	0,44 $\pm$ 0,001	0,26 $\pm$ 0,001	1,15 $\pm$ 0,03	2,52 $\pm$ 0,007	0,43 $\pm$ 0,002	1,81 $\pm$ 0,05	1,35 $\pm$ 0,02	0,34 $\pm$ 0,003
Cu	2,26 $\pm$ 0,08	3,73 $\pm$ 0,08	1,18 $\pm$ 0,03	1,54 $\pm$ 0,12	1,56 $\pm$ 0,11	2,39 $\pm$ 0,11	0,45 $\pm$ 0,004	1,71 $\pm$ 0,004	1,6 $\pm$ 0,34	3,9 $\pm$ 0,03
Zn	2,18 $\pm$ 0,04	2,43 $\pm$ 0,14	1,73 $\pm$ 0,02	2,1 $\pm$ 0,07	1,88 $\pm$ 0,01	2,48 $\pm$ 0,14	1,19 $\pm$ 0,03	11,88 $\pm$ 0,02	1,77 $\pm$ 0,09	9,59 $\pm$ 0,06
Al	72,4 $\pm$ 1,94	85,37 $\pm$ 5,06	36,86 $\pm$ 0,75	37,72 $\pm$ 0,71	45,26 $\pm$ 4,67	92,12 $\pm$ 3,42	33,68 $\pm$ 1,0	102,2 $\pm$ 0,82	69,88 $\pm$ 1,96	82,8 $\pm$ 1,97
Mn	1,65 $\pm$ 0,12	1,34 $\pm$ 0,14	0,52 $\pm$ 0,01	1,47 $\pm$ 0,08	1,13 $\pm$ 0,02	2,78 $\pm$ 0,06	0,67 $\pm$ 0,03	1,75 $\pm$ 0,01	1,24 $\pm$ 0,33	2,59 $\pm$ 0,03
	DIM1	DIM2	DIM3	DIM4	DIM5	DIM6	DIM7	DIM8	DIM9	DIM10
Fe	1,52 $\pm$ 0,01	0,68 $\pm$ 0,01	0,41 $\pm$ 0,02	0,31 $\pm$ 0,01	0,69 $\pm$ 0,03	0,41 $\pm$ 0,04	2,28 $\pm$ 0,09	0,21 $\pm$ 0,02	0,25 $\pm$ 0,01	0,25 $\pm$ 0,01
Cu	51,79 $\pm$ 0,02	37,31 $\pm$ 0,01	98,16 $\pm$ 0,05	39,67 $\pm$ 0,01	57,91 $\pm$ 0,02	34,59 $\pm$ 0,02	112,83 $\pm$ 0,04	27,6 $\pm$ 0,02	31,27 $\pm$ 0,02	21,77 $\pm$ 0,02
Zn	0,85 $\pm$ 0,01	0,52 $\pm$ 0,02	0,86 $\pm$ 0,04	0,73 $\pm$ 0,03	0,92 $\pm$ 0,02	0,6 $\pm$ 0,02	1,43 $\pm$ 0,04	0,45 $\pm$ 0,02	0,57 $\pm$ 0,02	0,7 $\pm$ 0,07
Al	5,65 $\pm$ 0,15	1,17 $\pm$ 0,06	1,92 $\pm$ 0,32	1,58 $\pm$ 0,2	3,89 $\pm$ 0,16	0,33 $\pm$ 0,03	7,96 $\pm$ 0,57	0,31 $\pm$ 0,06	0,51 $\pm$ 0,06	0,56 $\pm$ 0,03
Mn	0,19 $\pm$ 0,002	0,11 $\pm$ 0,002	0,04 $\pm$ 0,005	0,1 $\pm$ 0,005	0,14 $\pm$ 0,01	0,06 $\pm$ 0,01	0,3 $\pm$ 0,01	0,05 $\pm$ 0,004	0,03 $\pm$ 0,003	0,02 $\pm$ 0,04

Çizelge 4.40 İlkbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$) (devam)

	DID1	DID2	DID3	DID4	DID5	DID6	DID7	DID8	DID9	DID10
Fe	1,62±0,01	0,01±0,002	0,02±0,001	0,15±0,001	1,08±0,002	0,01±0,001	0,2±0,001	0,02±0,001	0,06±0,002	1,98±0,004
Ni	0,19±0,002	1,31±0,04	0,09±0,003	0	0,27±0,001	0,13±0,001	0,89±0,002	1,17±0,06	0,27±0,001	0,32±0,002
Cu	0,46±0,004	0,98±0,01	0,92±0,001	2,1±0,002	0,71±0,02	0,8±0,004	0,63±0,002	0	0,2±0,003	0,71±0,004
Zn	0,5±0,01	0,58±0,01	0,06±0,001	1,09±0,01	0,71±0,004	0	0,58±0,004	0,46±0,004	0,32±0,01	0,83±0,004
Al	10,9±0,10	1,97±0,13	4,53±0,22	7,16±0,11	14,85±0,03	9,29±0,12	14,46±0,26	4,99±0,11	5,58±0,37	22,44±0,29
Mn	0,53±0,003	0,03±0,001	0,78±0,02	1,28±0,001	0,81±0,001	0,31±0,02	1,1±0,03	0,12±0,03	0,96±0,03	1,31±0,02
	KM1	KM2	KM3	KM4	KM5	KM6	KM7	KM8	KM9	KM10
Fe	5,35±0,06	7,6±0,90	4,01±0,22	3,27±0,26	3,85±0,44	5,4±0,40	8,05±0,16	6,02±0,12	5,46±0,18	7,36±0,22
Cu	233,21±0,02	410,93±0,25	227,45±0,10	166,38±0,09	153,97±0,11	175,26±0,06	284,14±0,02	157,09±0,05	218,62±0,05	216,14±0,03
Zn	1,2±0,02	1,52±0,06	0,62±0,17	0,59±0,06	1,28±0,02	0,86±0,06	1,04±0,04	1,28±0,01	0,78±0,03	0,62±0,03
Al	27,6±0,12	42,21±3,33	14,13±2,04	10,02±2,00	14,63±2,18	14,06±0,52	20,32±0,85	17,08±0,77	21,92±0,88	19,43±0,81
Mn	0,36±0,004	0,37±0,02	0,2±0,02	0,26±0,02	0,14±0,004	0,12±0,02	0,22±0,01	0,2±0,01	0,19±0,02	0,23±0,01
	KD1	KD2	KD3	KD4	KD5	KD6	KD7	KD8	KD9	KD10
Fe	3,45±0,004	91,11±0,004	4,88±0,004	47,2±0,004	45,71±0,004	9,56±0,004	71,91±0,004	31,48±0,004	126,86±0,004	11,7±0,004
Ni	0,31±0,001	0,46±0,002	0	0,23±0,001	0,31±0,001	0,64±0,003	0,4±0,001	0,77±0,005	0,92±0,006	0,42±0,001
Cu	3,77±0,03	7,04±0,03	2,52±0,01	16,5±0,23	6,45±0,22	6,48±0,02	5,64±0,04	16,14±0,21	7,16±0,04	10,0±0,18
Zn	5,1±0,03	17,96±0,04	1,36±0,05	9,87±0,25	8,84±0,29	5,28±0,01	7,09±0,05	19,57±0,14	6,8±0,04	7,04±0,10
Al	821,08±1,23	345,95±0,37	42±1,87	494,4±1,71	338,67±3,87	516,24±0,35	673,33±12,6	212,9±4,53	1139,33±0,31	45,3±3,16
Mn	2,53±0,01	5,86±0,004	0,68±0,003	0,4±0,008	2,96±0,08	1,78±0,01	4,7±0,05	6,49±0,01	5,07±0,02	2,43±0,03

Çizelge 4.40 İlkbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi($\mu\text{g/g}$) (devam)

	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8	SM9	SM10
Fe	37,88 $\pm$ 0,48	32,28 $\pm$ 0,34	7,52 $\pm$ 0,87	76,12 $\pm$ 3,22	9,47 $\pm$ 3,31	8,21 $\pm$ 3,18	20,35 $\pm$ 0,43	100,92 $\pm$ 0,87	6,31 $\pm$ 0,32	13,96 $\pm$ 0,31
Cu	232,84 $\pm$ 0,26	233,64 $\pm$ 0,04	212,22 $\pm$ 0,19	117,98 $\pm$ 0,05	285,84 $\pm$ 0,07	528,51 $\pm$ 0,09	570,77 $\pm$ 0,03	514,77 $\pm$ 0,01	299,19 $\pm$ 0,04	379,34 $\pm$ 0,14
Zn	2,22 $\pm$ 0,07	2,26 $\pm$ 0,11	1,23 $\pm$ 0,04	1,07 $\pm$ 0,17	1,5 $\pm$ 0,26	2,86 $\pm$ 0,15	2,97 $\pm$ 0,07	5,1 $\pm$ 0,04	1,42 $\pm$ 0,09	1,36 $\pm$ 0,02
Al	108,85 $\pm$ 2,33	69,35 $\pm$ 3,16	27,81 $\pm$ 4,36	20,16 $\pm$ 5,52	24,44 $\pm$ 4,07	22,42 $\pm$ 7,73	86,97 $\pm$ 1,21	131,7 $\pm$ 2,19	31,58 $\pm$ 0,53	73,38 $\pm$ 1,76
Mn	2,79 $\pm$ 0,10	2,99 $\pm$ 0,04	0,78 $\pm$ 0,11	1,43 $\pm$ 0,22	0,82 $\pm$ 0,14	1,52 $\pm$ 0,31	2,45 $\pm$ 0,04	4,19 $\pm$ 0,04	1,38 $\pm$ 0,04	5,55 $\pm$ 0,04
	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	SD6	SD7	SD8	SD9	SD10
Fe	39,45 $\pm$ 0,004	54,31 $\pm$ 0,004	344,24 $\pm$ 0,004	101,56 $\pm$ 0,004	83,01 $\pm$ 0,004	149,85 $\pm$ 0,004	316,63 $\pm$ 0,004	320,27 $\pm$ 0,004	29,16 $\pm$ 0,004	190,18 $\pm$ 0,004
Ni	2,7 $\pm$ 0,3	0,43 $\pm$ 0,002	1,84 $\pm$ 0,6	1,72 $\pm$ 0,9	1,5 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,5	1,27 $\pm$ 0,02	2,28 $\pm$ 0,3	0,85 $\pm$ 0,01	1,22 $\pm$ 0,3
Cu	29,02 $\pm$ 0,09	11,09 $\pm$ 0,97	10,08 $\pm$ 0,28	11,1 $\pm$ 0,10	9,19 $\pm$ 0,26	18,83 $\pm$ 0,08	13,26 $\pm$ 0,09	12,77 $\pm$ 0,26	13,5 $\pm$ 0,54	12,72 $\pm$ 2,10
Zn	24,16 $\pm$ 0,14	10,66 $\pm$ 0,04	11,44 $\pm$ 0,11	12,24 $\pm$ 0,06	14,78 $\pm$ 0,04	15,85 $\pm$ 0,05	14,19 $\pm$ 0,13	13,32 $\pm$ 0,05	14,02 $\pm$ 0,22	14,5 $\pm$ 0,29
Al	213,2 $\pm$ 1,22	317,9 $\pm$ 22,50	1849 $\pm$ 13,27	611,2 $\pm$ 9,04	537,5 $\pm$ 43,36	943,6 $\pm$ 3,80	1891 $\pm$ 30,71	2199 $\pm$ 18,3	192 $\pm$ 26,4	1151 $\pm$ 35,8
Mn	35,25 $\pm$ 0,06	10,6 $\pm$ 0,72	21,49 $\pm$ 0,31	11,84 $\pm$ 0,2	10,16 $\pm$ 0,59	25,46 $\pm$ 0,06	20,82 $\pm$ 0,43	26,82 $\pm$ 0,5	8,58 $\pm$ 0,55	30,07 $\pm$ 1,44

Medreseönü İstasyonu

Medreseönü ilkbahar mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu, farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir (Çizelge 4.41).

Farklı dokulardaki aynı metallerin korelasyonu: solungaç ve kastaki Zn'ler arasında ($r=,738^*$) yüksek bir pozitif korelasyon, solungaç ile kastaki Al'ler arasında ($r=,673^*$) orta derece bir pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Cu ile solungaçtaki Fe arasında ($r=-,721^*$), hepatopankreastaki Al ile kastaki Cu arasında ($r=,733^*$)yüksek bir negatif korelasyon, solungaçtaki Cu ile kastaki Fe arasında ($r=,673^*$) vesolungaçtaki Al ile kastaki Fe arasında ($r=,636^*$)orta derece pozitif bir korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: dış iskeletteki Cu ile Fe arasında ($r=,817^{**}$), dış iskelette Zn ile Fe arasında ($r=,701^*$), dış iskelette Zn ile Cu arasında ($r=,830^{**}$), solungaçtaki Zn ile Cu arasında ($r=,733^*$), dış iskeletteki Al ile Fe arasında ($r=,848^{**}$), dış iskelette Al ile Cu arasında ($r=,867^{**}$), dış iskelette Al ile Zn arasında ($r=,879^{**}$), dış iskelette Mn ile Fe arasında ($r=,866^{**}$) ve dış iskelette Mn ile Al arasında ($r=,709^*$)yüksek bir pozitif korelasyon;hepatopankreastaki Zn ile Fe arasında ($r=,636^*$), hepatopankreastaki Zn ile Cu arasında ($r=,685^*$), kasta Al ile Fe arasında ($r=,636^*$), kasta Cu ile Al arasında ($r=,685^*$) ve dış iskelette Mn ile Cu arasında ($r=,697^*$) orta derece pozitif bir korelasyongözlenmiştir.

Dolunay İstasyonu

Dolunay istasyonu ilkbahar mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda farklı metalin aynı dokulardaki

korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir. Aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu gözlenmemiştir (Çizelge 4.42).

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: dış iskeletteki Al ile solungaçtaki Zn arasında ($r=,770^{**}$) ve kastaki Al ile solungaçtaki Cu arasında ($r=,721^{*}$) yüksek bir pozitif korelasyon, kastaki Al ile solungaçtaki Fe arasında ($r=-,685^{*}$) orta derece negatif bir korelasyon, solungaçtaki Mn ile kastaki Fe arasında ($r=-,806^{**}$) yüksek bir negatif korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Cu ile Fe arasında ($r=,673^{*}$), kastaki Zn ile Cu arasında ($r=,673^{*}$), hepatopankreastaki Al ile Fe arasında ($r=,661^{*}$) ve dış iskelette Mn ile Fe arasında ($r=,695^{*}$) orta derece bir pozitif korelasyon; hepatopankreastaki Zn ile Cu arasında ($r=,818^{**}$), hepatopankreastaki Al ile Cu arasında ($r=,830^{**}$), dış iskelette Al ile Fe arasında ($r=,811^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile Cu arasında ($r=,770^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile Zn arasında ($r=,891^{**}$) ve Mn ile Al arasında ($r=,806^{**}$) yüksek derece bir pozitif korelasyon; hepatopankreastaki Al ile Zn arasında ($r=,915^{**}$) ve solungaçtaki Al ile Fe arasında ($r=,964^{**}$) çok yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Çizelge 4.41 İlkbahar mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_Dİ	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	,500	1,000																		
Fe_K	-,006	,030	1,000																	
Fe_S	-,418	-,012	,079	1,000																
Cu_H	,467	,073	-,200	-,721*	1,000															
Cu_Dİ	,552	,817**	-,248	-,091	,224	1,000														
Cu_K	,127	,482	,552	-,079	-,236	,309	1,000													
Cu_S	,418	-,030	,673*	-,115	,127	-,248	-,042	1,000												
Zn_H	,636*	,104	-,248	-,418	,685*	,261	-,321	,224	1,000											
Zn_Dİ	,588	,701*	-,285	-,200	,552	,830**	,091	-,115	,479	1,000										
Zn_K	-,049	,350	,360	,293	-,250	,055	,122	,262	-,238	-,220	1,000									
Zn_S	,309	,207	,600	,297	-,309	-,055	,115	,733*	-,042	-,248	,738*	1,000								
Al_H	,527	,567	,539	-,212	-,139	,418	,733*	,358	,042	,091	,396	,564	1,000							
Al_Dİ	,370	,848**	-,139	,042	,236	,867**	,394	-,285	,091	,879**	,030	-,164	,224	1,000						
Al_K	-,164	,268	,636*	,079	-,200	-,079	,685*	,115	-,588	-,200	,543	,333	,406	,176	1,000					
Al_S	,030	,018	,636*	,418	-,164	-,164	,345	,358	-,224	-,176	,457	,564	,224	,042	,673*	1,000				
Mn_H	-,098	,065	,105	,123	-,437	,339	,351	-,172	-,339	,025	-,251	-,105	,302	,123	-,135	-,277	1,000			
Mn_Dİ	,309	,866**	,006	,394	-,261	,697*	,261	,006	-,139	,503	,506	,406	,406	,709*	,212	,115	,160	1,000		
Mn_K	-,517	,199	,237	,614	-,590	,049	,571	-,444	-,596	-,061	,067	-,140	,024	,334	,492	,359	,269	,267	1,000	
Mn_S	-,382	-,207	,661*	,600	-,491	-,576	,176	,382	-,321	-,479	,299	,455	-,006	-,297	,442	,673*	-,228	-,042	,505	1,000

*Korelasyonun anlamlılık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlılık düzeyi 0,01

Çizelge 4.42 İlkbahar mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

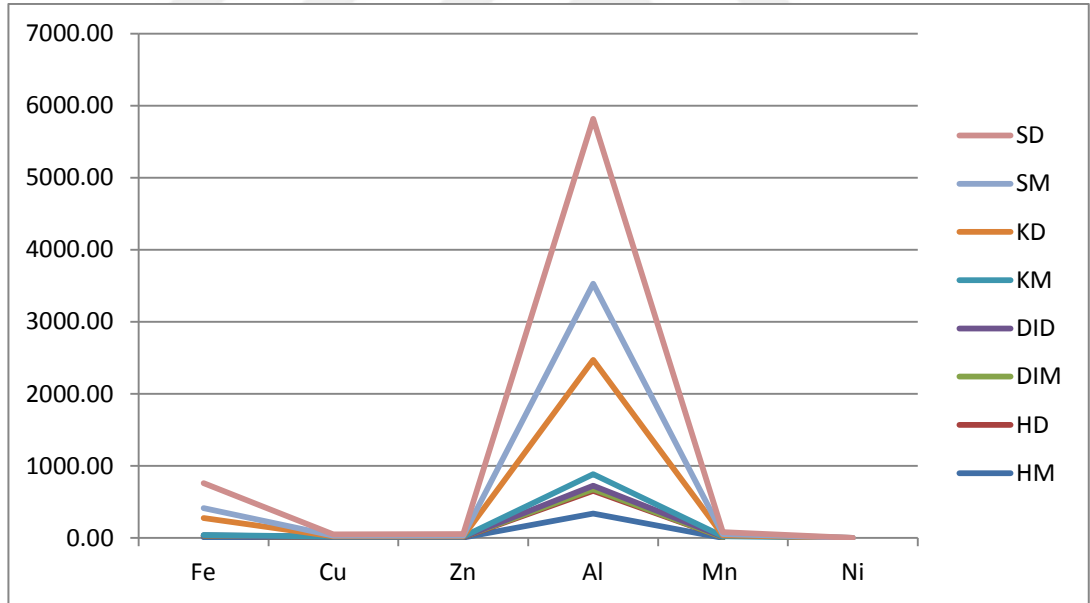
	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_Dİ	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	-,085	1,000																		
Fe_K	-,152	-,183	1,000																	
Fe_S	-,491	-,140	-,358	1,000																
Cu_H	,673*	-,049	-,164	-,309	1,000															
Cu_Dİ	-,438	-,281	,006	,073	-,018	1,000														
Cu_K	,127	-,061	,430	-,079	,309	,018	1,000													
Cu_S	,600	,055	-,176	-,273	,236	-,529	-,030	1,000												
Zn_H	,467	-,122	-,273	,042	,818**	-,097	,552	,176	1,000											
Zn_Dİ	-,480	,602	,292	-,134	,006	,287	,413	-,407	,043	1,000										
Zn_K	-,321	-,146	,576	,018	,079	,018	,673*	-,345	,358	,523	1,000									
Zn_S	,442	,518	-,455	-,248	,224	-,413	-,273	,564	,139	-,073	-,406	1,000								
Al_H	,661*	-,354	-,152	-,115	,830**	-,231	,418	,297	,915**	-,255	,285	,139	1,000							
Al_Dİ	,006	,811**	-,200	-,042	,055	-,207	-,067	,164	-,006	,450	-,152	,770**	-,188	1,000						
Al_K	,345	,055	,333	-,685*	-,079	-,310	-,067	,721*	-,285	-,146	-,164	,382	-,091	,103	1,000					
Al_S	-,479	-,098	-,248	,964**	-,273	-,061	,042	-,164	,127	-,055	,188	-,176	-,030	,042	-,576	1,000				
Mn_H	,588	-,018	-,321	-,079	,770**	-,103	,515	,491	,891**	-,012	,115	,406	,806**	,200	,030	,018	1,000			
Mn_Dİ	-,261	,695*	,152	,055	-,309	,067	,200	-,079	-,358	,559	-,139	,139	-,600	,624	,030	,055	-,152	1,000		
Mn_K	,200	-,177	,503	-,200	,188	-,614	,139	,103	,176	-,103	,527	-,139	,394	-,236	,176	-,042	-,055	-,455	1,000	
Mn_S	,188	,262	-,806**	,394	,370	-,219	-,115	,430	,527	-,116	-,285	,406	,358	,248	-,224	,406	,576	-,091	-,212	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

4.6.3 Yaz

Her iki istasyonda tüm dokularda (hepatopankreas, dış iskelet, kas, solungaç) en fazla Al metali birikim göstermiştir. Al metalinin en fazla birikim gösterdiği istasyon Dolunay ve en fazla birikim gösterdiği doku solungaçtır. Medreseönü istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta $Al > Fe > Cu > Zn > Mn > Ni$; dış iskelette $Al > Fe > Mn > Zn > Cu > Ni$; kas $Al > Mn > Fe > Zn > Cu$; solungaçta $Al > Fe > Mn > Cu > Zn$. Dolunay istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta $Al > Fe > Mn > Cu > Zn > Ni$; dış iskelette $Al > Mn > Fe > Zn > Cu > Ni$; kasta $Al > Fe > Mn > Cu > Zn$; solungaçta $Al > Fe > Mn > Zn > Cu$ şeklindedir. Medreseönü ve Dolunay istasyonlarının hepatopankreas ve dış iskelet dokularında Ni birikimi gözlenmiştir (Şekil 4.3 ve Çizelge 4.43).



Şekil 4.3 Yaz mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı

Çizelge 4.43 Yaz mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi (µg/g)

	HM1	HM2	HM3	HM4	HM5	HM6	HM7	HM8	HM9	HM10
Fe	8,79±0,11	4,62±0,12	6,06±0,02	6,38±0,05	7,78±0,18	3,39±0,04	2,15±0,18	10,35±0,22	2,12±0,06	20,53±0,10
Ni	0,83±0,001	1,03±0,05	0,72±0,001	0,18±0,05	0,23±0,002	0	0,17±0,003	0,33±0,001	0	0,07±0,001
Cu	3,43±0,03	11,27±0,18	18,12±0,13	5,24±0,06	4,98±0,20	1,48±0,01	3,68±0,04	4,15±0,08	3,39±0,08	6,0±0,02
Zn	3,29±0,02	9,95±0,15	10,96±0,06	4,44±0,05	4,5±0,06	1,9±0,003	4,46±0,12	3,49±0,09	2,57±0,06	7,81±0,06
Al	104,2±1,41	753±13,65	822±5,1	294±5,26	495,5±19,8	52,93±0,53	183,33±5,8	101,53±2,0	324±9,34	238,23±2,3
Mn	2,22±0,08	1,16±0,03	1,74±0,06	0,33±0,004	1,12±0,03	0,48±0,01	0,28±0,002	1,6±0,03	0,36±0,02	1,39±0,01
	HD1	HD2	HD3	HD4	HD5	HD6	HD7	HD8	HD9	HD10
Fe	4,73±0,17	22,9±0,28	15,6±0,07	22,46±0,28	21,95±0,86	3,19±0,03	12,22±0,24	15,53±0,23	41,73±1,3	43,89±0,17
Ni	1,04±0,007	1,08±0,006	0,41±0,002	1,29±0,008	0,2±0,001	0,15±0,001	0	0,36±0,002	1,22±0,04	0,4±0,001
Cu	1,41±0,01	5,31±0,01	5,62±0,01	7,29±0,05	6,86±0,01	4,21±0,01	3,66±0,03	4,09±0,03	9,05±0,011	5,96±0,04
Zn	1,3±0,02	6,94±0,01	5,55±0,003	5,1±0,07	3,65±0,02	1,06±0,004	4,73±0,01	2,6±0,05	6,96±0,21	6,97±0,10
Al	48,53±1,5	445,37±1,7	197,88±2,2	451,4±4,7	580,32±6,6	267,88±1,3	281,44±11,7	138,26±1,6	712,93±16,8	25,08±2,5
Mn	2,41±0,03	11,6±0,13	3,36±0,02	8,63±0,11	7,05±0,3	1,5±0,01	6,97±0,2	3,0±0,06	18,33±0,56	9,02±0,04
	DIM1	DIM2	DIM3	DIM4	DIM5	DIM6	DIM7	DIM8	DIM9	DIM10
Fe	5,05±0,06	1,98±0,01	2,23±0,02	3,54±0,05	3,62±0,02	2,25±0,02	0,42±0,01	1,71±0,02	0,53±0,01	0,94±0,01
Ni	0,12±0,001	0,08±0,002	0,03±0,002	0,14±0,001	0,09±0,001	0,08±0,001	0,08±0,001	0,02±0,001	0,07±0,001	0
Cu	0,97±0,02	1,03±0,01	0,74±0,004	0,63±0,001	0,51±0,001	0,42±0,001	0,1±0,003	0,57±0,001	0,1±0,003	0,33±0,02
Zn	1,13±0,01	1,32±0,004	1,22±0,007	1,91±0,03	1,48±0,02	0,51±0,02	0,31±0,004	0,85±0,02	0,13±0,002	0,72±0,01
Al	48,21±0,99	27,26±0,15	26,59±0,15	30,18±0,53	35,36±0,09	25,66±0,27	4,57±0,10	16,53±0,13	1,67±0,04	7,92±0,12
Mn	3,98±0,05	1,85±0,01	2,45±0,01	4,25±0,05	2,41±0,03	2,15±0,02	0,49±0,02	1,98±0,02	0,21±0,003	1,27±0,01

Çizelge 4.43 Yaz mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi (µg/g) (devam)

	DID1	DID2	DID3	DID4	DID5	DID6	DID7	DID8	DID9	DID10
Fe	6,07±0,03	4,35±0,01	2,71±0,01	4,83±0,06	7,81±0,09	5,26±0,05	4,91±0,03	5,57±0,05	5,49±0,04	1,44±0,003
Ni	0,16±0,001	0,17±0,001	0,1±0,001	0,16±0,001	0,18±0,001	0,18±0,001	0,24±0,001	0,18±0,001	0,26±0,001	0,17±0,001
Cu	1,01±0,01	1,27±0,01	0,93±0,01	2,14±0,02	1,9±0,02	1,82±0,03	1,28±0,03	1,74±0,02	2,62±0,02	0,7±0,001
Zn	1,33±0,01	1,72±0,004	1,4±0,03	3,4±0,03	4,75±0,09	2,34±0,01	1,07±0,02	3,71±0,02	2,06±0,09	1,77±0,06
Al	58,84±0,24	43,23±0,14	37,69±0,64	41,48±0,4	72,26±0,10	48,23±0,33	31,9±0,04	55,75±1,0	81,55±0,4	18,34±0,31
Mn	7,21±0,02	7,76±0,003	5,55±0,03	5,98±0,07	6,22±0,01	4,53±0,05	1,55±0,01	4,39±0,08	5,59±0,10	1,67±0,004
	KM1	KM2	KM3	KM4	KM5	KM6	KM7	KM8	KM9	KM10
Fe	7,87±0,11	8,96±0,12	6,69±0,06	11,77±0,16	4,91±0,03	4,08±0,07	2,25±0,01	3,59±0,27	3,43±0,03	3,59±0,01
Cu	0,52±0,003	3,21±0,04	3,87±0,09	8,31±0,24	3,68±0,05	5,61±0,08	3,35±0,02	2,93±0,05	0,88±0,004	1,34±0,01
Zn	0,36±0,002	4,38±0,06	3,63±0,07	6,03±0,2	3,32±0,05	5,56±0,21	3,58±0,08	4,31±0,06	1,39±0,003	1,81±0,01
Al	9,82±0,31	56,1±2,2	194,5±3,4	283,65±1,64	80±0,10	337,15±0,65	97,45±5,78	255,13±2,21	168,72±0,58	129,3±2,1
Mn	4,02±0,05	17,17±0,26	5,04±0,03	9,47±0,14	2,61±0,06	10,74±0,25	4,96±0,03	7,2±0,06	6,08±0,05	3,21±0,05
	KD1	KD2	KD3	KD4	KD5	KD6	KD7	KD8	KD9	KD10
Fe	8,49±0,07	584,52±0,73	43,9±0,23	85,01±1,1	27±0,7	157,96±3,4	82,57±0,6	368,66±2,9	802,77±6,9	175,98±2,5
Cu	2,09±0,03	10,28±0,14	3,32±0,01	4,83±0,05	5,71±0,05	3,79±0,01	3,66±0,01	5,67±0,06	10,18±0,02	11,67±0,10
Zn	3,34±0,07	0,56±0,07	1,73±0,09	3,11±0,21	4,49±0,01	4,12±0,25	3,74±0,10	6,88±0,15	10,94±0,21	9,75±0,42
Al	3946,67±8,9	813±3,5	607,2±10,1	179,62±3,2	1481,3±6,2	1040±26,9	1728,25±11,8	3464±24,8	1236±9,3	1340±8,9
Mn	11,44±0,16	24,89±0,22	2,49±0,02	5,37±0,07	6,18±0,13	10,94±0,18	9,09±0,08	19,75±0,04	38,12±0,64	14,51±0,54

Çizelge 4.43 Yaz mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi (µg/g) (devam)

	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8	SM9	SM10
Fe	103,28±0,91	471,82±0,41	305,04±4,16	169,9±1,06	146,95±0,35	7,19±0,09	4,98±0,08	101,91±3,12	57,32±0,26	22,69±0,31
Cu	2,41±0,03	18,71±0,02	15,14±0,12	16,32±0,22	7,98±0,01	1,34±0,01	6,12±0,01	5,16±0,11	1,73±0,01	0
Zn	1,92±0,03	13,26±0,12	18,37±0,06	17,15±0,09	6,53±0,05	1,29±0,01	5,98±0,12	4,75±0,03	2,29±0,03	2,74±0,12
Al	468,4±0,43	5279±4,59	1642±21,6	1071,5±3,9	1015,5±6,93	71,3±1,58	29,9±0,45	492,45±1,67	229,25±0,6	276,7±1,23
Mn	9,55±0,09	26,23±0,23	42,6±0,57	15,17±0,09	14,26±0,32	2,18±0,03	3,44±0,04	11,91±0,04	5,91±0,03	15,41±0,08
	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	SD6	SD7	SD8	SD9	SD10
Fe	504,88±0,7	645,17±1,5	220,19±0,6	169,09±0,3	453,33±0,6	466,96±1,0	382,36±2,3	216,37±1,8	145,3±0,06	238,61±3,5
Cu	11,49±0,04	20,43±0,64	9,59±0,05	9,71±0,19	33,95±0,27	32,77±0,47	20,3±0,09	14,63±0,10	14,77±0,04	30,16±0,54
Zn	24,88±0,29	23,31±0,22	12,56±0,10	20,4±0,3	12,19±0,4	60,29±0,96	36,79±0,6	11,06±0,07	17,31±0,4	12,36±0,3
Al	3044,3±5,7	2755,4±4,2	938,9±1,2	627±0,4	3199,9±4,3	2790,3±3,8	1865,2±3,3	3343,2±0,99	2958,3±3,4	1398,2±2,3
Mn	45,46±0,04	44,16±0,06	16,44±0,12	44,87±0,07	31,79±0,03	22,72±0,14	11,25±0,24	21,37±0,04	14,96±0,19	18,38±0,23

Medreseönü İstasyonu

Medreseönü yaz mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.44) aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu, farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir.

Farklı dokulardaki aynı metallerin korelasyonu: kas ve dış iskeletteki Fe'ler arasında ($r=,766^{**}$), solungaç ile kastaki Fe'ler arasında ($r=,821^{**}$) ve solungaç ile hepatopankreastaki Zn arasında ($r=,782^{**}$) yüksek pozitif korelasyon, yüksekpozitif korelasyon; solungaç ile dış iskeletteki Zn arasında ($r=,673^{*}$), solungaç ve hepatopankreastaki Al arasında ($r=,673^{*}$) orta derece pozitif bir korelasyon gözlenmiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Cu ile solungaçtaki Fe arasında ($r=,685^{*}$), dış iskeletteki Al ile solungaçtaki Fe arasında ($r=,648^{*}$), solungaçtaki Mn ile dış iskeletteki Zn arasında ($r=,661^{*}$) orta derece pozitif korelasyon; dış iskeletteki Cu ile kastaki Fe arasında ($r=,872^{**}$), dış iskeletteki Cu ile solungaçtaki Fe arasında ($r=,839^{**}$), dış iskeletteki Zn ile kastaki Fe arasında ($r=,863^{**}$), dış iskeletteki Zn ile solungaçtaki Fe arasında ($r=,830^{**}$), dış iskeletteki Zn ile solungaçtaki Cu arasında ($r=,733^{*}$), solungaçta Zn ile hepatopankreastaki Cu arasında ($r=,830^{**}$), hepatopankreastaki Al ile solungaçtaki Zn arasında ($r=,745^{*}$), dış iskeletteki Al ile kastaki Fe arasında ($r=,851^{**}$), solungaçtaki Al ile kastaki Fe arasında ($r=,784^{**}$), solungaçtaki Al ile hepatopankreastaki Cu arasında ($r=,782^{**}$), solungaçtaki Al ile dış iskeletteki Cu arasında ($r=,821^{**}$), solungaçtaki Al ile dış iskeletteki Zn arasında ($r=,855^{**}$), dış iskeletteki Mn ile kastaki Fe arasında ($r=,796^{**}$), solungaçtaki Mn ile hepatopankreastaki Zn arasında ($r=,855^{**}$), solungaçtaki Mn ile hepatopankreastaki Al arasında ($r=,733^{*}$) yüksek pozitif korelasyon; solungaçtaki Mn ile hepatopankreastaki Cu arasında ($r=,964^{**}$) çok yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: dış iskeletteki Cu ile Fe arasında ($r=,632^*$), dış iskeletteki Zn ile Fe arasında ($r=,697^*$), solungaçta Zn ile Fe arasında ($r=,697^*$), hepatopankreastaki Mn ile Fe arasında ($r=,636^*$), dış iskeletteki Mn ile Cu arasında ($r=,669^*$) orta derece pozitif bir korelasyon; solungaçta Cu ile Fe arasında ($r=,782^{**}$), dış iskeletteki Zn ile Cu arasında ($r=,742^*$), kastaki Zn ile Cu arasında ($r=,806^{**}$), solungaçta Zn ile Cu arasında ($r=,867^{**}$), hepatopankreastaki Al ile Cu arasında ($r=,709^*$), hepatopankreastaki Al ile Zn arasında ($r=,733^*$), dış iskeletteki Al ile Cu arasında ($r=,778^{**}$), dış iskeletteki Al ile Zn arasında ($r=,830^{**}$), solungaçtaki Al ile Cu arasında ($r=,770^{**}$), solungaçtaki Al ile Zn arasında ($r=,745^*$), dış iskeletteki Mn ile Fe arasında ($r=,891^{**}$), dış iskeletteki Mn ile Zn arasında ($r=,758^*$), dış iskeletteki Mn ile Al arasında ($r=,855^{**}$), kastaki Mn ile Zn arasında ($r=,758^*$), solungaçtaki Mn ile Fe arasında ($r=,782^{**}$), solungaçtaki Mn ile Al arasında ($r=,855^{**}$) yüksek pozitif korelasyon, hepatopankreastaki Zn ile Cu arasında ($r=,939^{**}$), dış iskeletteki Al ile Fe arasında ($r=,939^{**}$), solungaçtaki Al ile Fe arasında ($r=,976^{**}$) çok yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Dolunay İstasyonu

Dolunay istasyonu yaz mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.45) aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu, farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir.

Aynı metalinfarklı dokulardaki korelasyonu: solungaçtaki ve dış iskeletteki Al arasında ($r=,782^{**}$), solungaç ve kastaki Al arasında ($r=,721^*$) yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: kastaki Cu ile hepatopankreastaki Fe arasında ($r=,818^{**}$), hepatopankreastaki Al ile dış iskeletteki Cu arasında ($r=,818^{**}$), solungaçtaki Al ile dış iskeletteki Fe arasında ($r=,855^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile kastaki Cu arasında ($r=,758^*$) yüksek bir pozitif korelasyon, hepatopankreastaki Zn ile

dış iskeletteki Fe arasında ($r = -,661^*$), hepatopankreastaki Zn ile kastaki Cu arasında ($r = ,636^*$) orta derece pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Cu ile Fe arasında ($r = ,758^*$), kastaki Cu ile Fe arasında ($r = ,709^*$), dış iskeletteki Al ile Fe arasında ($r = ,842^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile Cu arasında ($r = ,709^*$), hepatopankreastaki Mn ile Zn arasında ($r = ,879^{**}$), kastaki Mn ile Fe arasında ($r = ,758^*$) yüksek pozitif korelasyon, hepatopankreastaki Zn ile Fe arasında ($r = ,915^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile Fe arasında ($r = ,927^{**}$) çok yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.



Çizelge 4.44 Yaz mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_Dİ	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	,358	1,000																		
Fe_K	,243	,766**	1,000																	
Fe_S	,176	,491	,821**	1,000																
Cu_H	,358	,018	,450	,685*	1,000															
Cu_Dİ	,328	,632*	,872**	,839**	,492	1,000														
Cu_K	-,224	,261	,340	,188	,224	,079	1,000													
Cu_S	-,139	,236	,614	,782**	,600	,608	,455	1,000												
Zn_H	,236	-,091	,261	,539	,939**	,347	,164	,552	1,000											
Zn_Dİ	,418	,697*	,863**	,830**	,624	,742*	,430	,733*	,479	1,000										
Zn_K	-,152	,103	,395	,248	,224	,267	,806**	,479	,067	,382	1,000									
Zn_S	,018	,042	,438	,697*	,830**	,401	,503	,867**	,782**	,673*	,406	1,000								
Al_H	-,176	,006	,340	,709*	,709*	,292	,139	,624	,733*	,455	-,042	,745*	1,000							
Al_Dİ	,394	,939**	,851**	,648*	,236	,778**	,212	,467	,152	,830**	,115	,248	,164	1,000						
Al_K	-,127	-,103	-,097	-,212	-,152	-,261	,588	-,164	-,333	-,127	,624	-,006	-,297	-,321	1,000					
Al_S	,297	,430	,784**	,976**	,782**	,821**	,236	,770**	,624	,855**	,333	,745*	,673*	,600	-,139	1,000				
Mn_H	,636*	,370	,292	,382	,309	,602	-,418	-,091	,248	,224	-,321	-,055	,042	,394	-,285	,406	1,000			
Mn_Dİ	,394	,891**	,796**	,539	,212	,669*	,442	,382	,042	,758*	,297	,297	,030	,855**	,127	,515	,345	1,000		
Mn_K	-,418	-,079	,304	,224	-,042	,298	,345	,309	-,212	,042	,758*	,079	-,079	-,079	,467	,224	-,224	,006	1,000	
Mn_S	,418	,139	,547	,782**	,964**	,584	,115	,539	,855**	,661*	,139	,745*	,733*	,321	-,164	,855**	,442	,285	-,030	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

Çizelge 4.45 Yaz mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

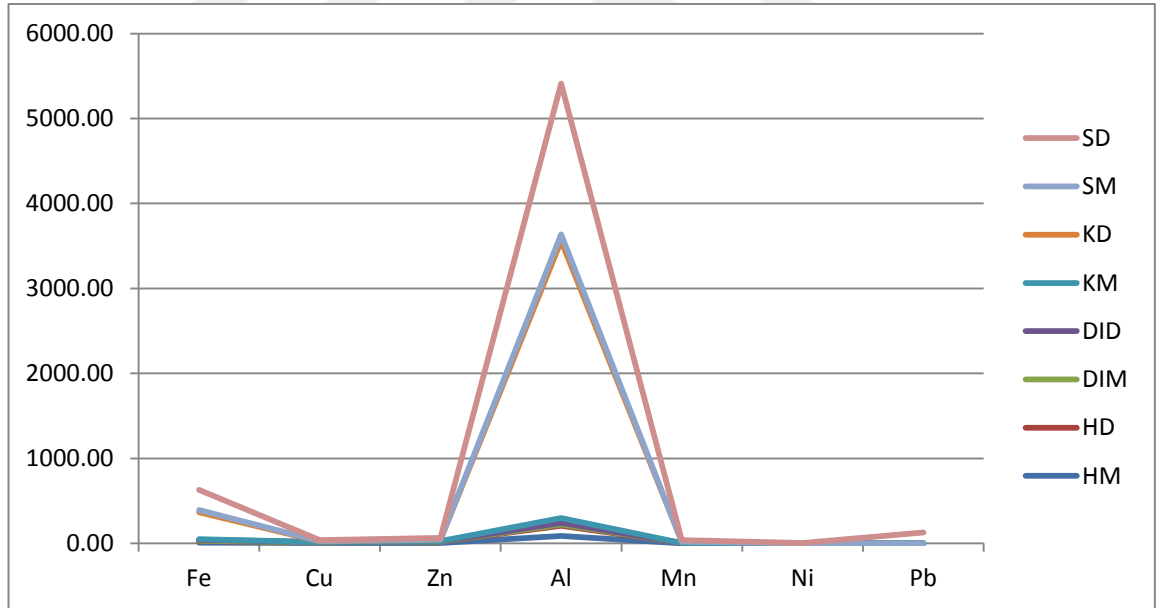
	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_D	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	-,442	1,000																		
Fe_K	,527	-,285	1,000																	
Fe_S	-,382	,103	-,321	1,000																
Cu_H	,758*	-,188	,333	-,576	1,000															
Cu_Dİ	,030	,515	,248	-,418	,491	1,000														
Cu_K	,818**	-,236	,709*	-,127	,564	,127	1,000													
Cu_S	,079	,176	,152	,455	,067	,115	,527	1,000												
Zn_H	,915**	-,661*	,491	-,370	,612	-,176	,636*	-,067	1,000											
Zn_D	,176	,382	,212	-,321	,503	,612	,418	,309	-,176	1,000										
Zn_K	,236	,321	,345	-,442	,273	,297	,430	,394	,103	,406	1,000									
Zn_S	-,491	-,079	-,127	,467	-,406	,018	-,442	,042	-,309	-,552	-,406	1,000								
Al_H	,273	,261	,212	-,236	,612	,818**	,236	,164	,164	,345	,006	,055	1,000							
Al_Dİ	-,115	,842**	,055	-,018	,152	,612	,018	,115	-,345	,442	,321	-,139	,455	1,000						
Al_K	-,370	,624	-,248	,224	-,600	-,164	-,164	,188	-,418	-,115	,442	-,115	-,382	,297	1,000					
Al_S	-,297	,855**	,030	,200	-,285	,261	,055	,333	-,503	,370	,455	-,261	,030	,782**	,721*	1,000				
Mn_H	,927**	-,345	,552	-,309	,709*	,200	,758*	,115	,879**	,055	,152	-,261	,515	-,030	-,358	-,273	1,000			
Mn_Dİ	,127	,285	-,139	,382	,176	,176	,030	-,079	-,042	,103	-,467	,067	,370	,527	-,200	,176	,200	1,000		
Mn_K	,333	,115	,758*	,042	-,030	,067	,576	,248	,261	,006	,442	-,055	-,006	,358	,309	,467	,382	,079	1,000	
Mn_S	-,139	,273	-,297	,455	-,103	,042	-,091	-,042	-,382	,248	-,430	,115	-,055	,273	-,042	,139	-,188	,745*	-,079	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

4.6.4 Sonbahar

Her iki istasyonda tüm dokularda (hepatopankreas, dış iskelet, kas, solungaç) en fazla Al metali birikim göstermiştir. Al metalinin en fazla birikim gösterdiği istasyon Dolunay ve en fazla birikim gösterdiği doku solungaç dokusudur. Medreseönü istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta $Al > Fe > Cu > Zn > Mn$; dış iskelette $Al > Zn > Fe > Cu > Mn$; kas $Al > Fe > Zn > Cu > Mn$; solungaçta $Al > Fe > Zn > Cu > Mn$ şeklindedir. Dolunay istasyonundaki yengeç dokularındaki birikim: hepatopankreasta $Al > Fe > Zn > Cu > Mn$; dış iskelette $Al > Fe > Zn > Cu > Ni > Mn$; kasta $Al > Fe > Zn > Mn > Cu > Ni$; solungaçta $Al > Fe > Pb > Mn > Zn > Cu > Ni$ şeklindedir. Dolunay istasyonunun dış iskelet, kas ve solungaç dokularında Ni birikimi gözlenmiştir (Şekil 4.4-Çizelge 4.46).



Şekil 4.4 Sonbahar mevsiminde yengeç dokularındaki ağır metallerin dağılımı

Çizelge 4.46 Sonbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi (µg/g)

	HM1	HM2	HM3	HM4	HM5	HM6	HM7	HM8	HM9	HM10
Fe	19,93±0,16	4,8±0,13	5,25±0,01	8,37±0,09	2,72±0,33	2,4±0,42	1,28±0,32	2,18±0,08	18,02±0,44	2,58±0,34
Cu	5,12±0,40	3,97±0,15	2,19±0,06	2,64±0,04	1,78±0,15	2,56±0,17	3,12±0,18	1,86±0,18	10,88±0,18	3,39±0,41
Zn	2,5±0,13	5,37±0,27	3,1±0,08	1,88±0,04	2,2±0,19	2,35±0,20	3,51±0,12	1,9±0,08	6,44±0,24	0,78±0,14
Al	308,95±1,2	51,2±1,7	36,44±1,1	71,04±1,1	16,81±4,4	22,77±2,16	77,45±3,22	15,45±3,3	223,5±5,2	35,94±6,7
Mn	2,71±0,04	2,26±0,03	0,74±0,04	2,25±0,04	0,63±0,08	0,99±0,30	1,08±0,09	0,82±0,11	4,13±0,13	1,51±0,51
	HD1	HD2	HD3	HD4	HD5	HD6	HD7	HD8	HD9	HD10
Fe	19,03±0,20	35,79±0,15	11,55±0,07	6,34±0,04	31,8±0,18	2,5±0,03	16,4±0,01	34,89±0,69	26,12±0,32	13,73±0,11
Cu	3,3±0,05	9,88±0,03	6,4±0,07	2,93±0,01	6,94±0,16	1,01±0,004	10,96±0,02	17,88±0,01	10,33±0,02	3,37±0,02
Zn	5,6±0,02	19,68±0,10	17,17±0,14	11,41±0,07	22±0,15	2,3±0,01	17,47±0,01	30,94±0,03	15,13±0,03	5,64±0,05
Al	138,25±1,52	200,9±1,20	85,6±1,32	64,3±2,33	144,2±2,68	8,71±0,98	110,75±0,34	240,6±3,3	111,7±3,4	100,25±0,9
Mn	0,8±0,001	1,57±0,005	0,97±0,003	0,1±0,001	0,71±0,012	0,14±0,003	1,67±0,001	2,73±0,006	1,31±0,011	1,01±0,007
	DIM1	DIM2	DIM3	DIM4	DIM5	DIM6	DIM7	DIM8	DIM9	DIM10
Fe	1,71±0,07	0,88±0,01	2,04±0,004	2,4±0,001	2,06±0,01	2,3±0,01	0,94±0,02	0,68±0,001	2,68±0,02	0,72±0,08
Cu	0,94±0,09	1,17±0,03	1,21±0,01	1,04±0,002	0,8±0,001	0,21±0,002	0,58±0,01	0,44±0,05	2,0±0,003	0,7±0,09
Zn	2,24±0,04	2,92±0,02	1,62±0,004	2,33±0,002	2,18±0,01	0,24±0,01	1,03±0,02	1,03±0,03	3,32±0,003	1,56±0,09
Al	14,47±0,97	14,84±0,08	19,67±0,23	26,92±0,06	17,89±0,2	21,07±0,41	10,75±0,36	7,14±0,98	28,03±0,24	11,23±1,6
Mn	1,3±0,09	1,28±0,01	0,56±0,01	1,24±0,003	0,93±0,001	0,26±0,01	0,58±0,01	0,37±0,03	1,87±0,01	0,5±0,05
	DID1	DID2	DID3	DID4	DID5	DID6	DID7	DID8	DID9	DID10
Fe	1,47±0,01	2,26±0,02	3,06±0,06	26,0±0,04	1,19±0,09	1,34±0,004	4,59±0,52	2,5±0,02	1,41±0,01	103,02±0,11
Ni	0,89±0,001	0,15±0,002	1,38±0,05	2,6±0,03	1,16±0,02	0	0,12±0,001	0,33±0,002	0,21±0,001	0,12±0,002
Cu	1,25±0,01	1,21±0,01	1,84±0,05	2,06±0,004	0,41±0,05	1,9±0,01	1,09±0,04	1,23±0,01	1,1±0,02	1,04±0,01
Zn	3,11±0,02	2,8±0,01	4,69±0,13	5,94±0,04	1,43±0,02	3,4±0,01	2,88±0,13	3,2±0,03	2,77±0,04	12,15±0,01
Al	7,63±0,07	24,09±0,3	18,29±1,03	54,63±0,2	6,62±0,7	6,45±0,2	31,39±1,6	5,87±0,6	5,61±0,3	28,62±0,9
Mn	0,18±0,001	0,07±0,001	0,32±0,011	0,52±0,003	0,33±0,003	0,25±0,001	0,36±0,011	0,33±0,004	0,23±0,003	0,54±0,004

Çizelge 4.46 Sonbahar mevsiminde yengeç dokularındaki metal birikimi (µg/g) (devam)

	KM1	KM2	KM3	KM4	KM5	KM6	KM7	KM8	KM9	KM10
Fe	3,95±0,04	2,68±0,02	8,39±0,01	3,78±0,03	3,35±0,05	2,63±0,05	6,97±0,01	3,07±0,03	21,73±0,06	11,94±0,02
Cu	1,22±0,01	1,47±0,01	1,74±0,003	2,65±0,01	0,97±0,04	0,76±0,05	2,5±0,01	1,4±0,002	2,18±0,01	1,87±0,002
Zn	1,89±0,12	1,87±0,02	3,17±0,07	6,52±0,22	0,85±0,11	1,09±0,15	6,29±0,16	1,75±0,08	3,13±0,14	1,1±0,06
Al	30,4±0,36	16,99±0,2	87,93±0,7	13,86±1,5	12,51±1,3	16,71±0,3	68,73±0,09	13,67±0,42	174,93±0,53	103,77±0,21
Mn	0,27±0,04	0,22±0,001	0,03±0,003	0	0,05±0,003	0,01±0,003	0,21±0,003	0,33±0,004	0,76±0,004	0,52±0,003
	KD1	KD2	KD3	KD4	KD5	KD6	KD7	KD8	KD9	KD10
Fe	155,19±0,8	164,45±0,8	133,49±1,5	71,99±1,8	557,94±0,9	304,3±3,1	632,46±0,8	359,4±6,3	362,07±4,3	425,87±3,2
Ni	0,13±0,001	0,04±0,001	0	0,62±0,002	0,59±0,001	0,37±0,001	0	0,2±0,001	0,28±0,002	0,72±0,003
Cu	8,54±0,11	3,57±0,02	12,39±0,18	3,8±0,06	11,16±0,05	7,27±0,11	18,42±0,02	3,44±0,25	8,08±0,05	5,57±0,04
Zn	7,06±0,03	8,47±0,04	15,48±0,19	13,46±0,12	44,12±0,6	5,38±0,05	18,92±0,08	6,07±0,40	10,33±0,04	10,1±0,06
Al	1626±0,9	1525,5±14,7	1632±9,3	605,7±5,3	6069±25,5	3592,5±5,3	6098±25,4	3497±68,7	3566±53,6	4409±8,3
Mn	7,28±0,04	6,2±0,03	11,25±0,14	2,48±0,02	21,94±0,27	11,33±0,13	25,72±0,01	13,63±0,24	12,67±0,16	15,19±0,13
	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	SM7	SM8	SM9	SM10
Fe	71,06±1,33	8,09±0,17	5,25±0,19	7,87±0,33	9,87±0,08	11,86±0,07	9,37±0,13	86,25±0,22	8,71±0,19	21,59±0,08
Cu	5,39±0,13	2,77±0,04	1,18±0,14	3,05±0,05	2,01±0,03	1,74±0,02	4,18±0,05	6,38±0,05	4,02±0,10	3,22±0,09
Zn	5,22±0,004	7,2±0,07	2,65±0,04	4,94±0,03	4,64±0,01	4,77±0,02	7,42±0,03	4,59±0,02	5,98±0,06	4,7±0,02
Al	83,45±1,5	51,36±1,3	15,48±3,4	35,78±3,3	31,78±1,3	106,8±1,6	63,75±0,6	63,34±1,99	137,3±1,3	164,6±0,4
Mn	1,51±0,003	0,41±0,01	0	0,25±0,01	0,39±0,003	0,2±0,001	0,57±0,003	0,84±0,001	1,1±0,01	1,76±0,01
	SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	SD6	SD7	SD8	SD9	SD10
Fe	440,58±7,3	140,88±1,1	116,22±3,4	222,45±5,5	412,86±1,1	459,66±1,3	70,67±2,6	449,33±2,3	68,07±0,6	7,45±0,2
Ni	4,0±0,001	5,77±0,05	2,56±0,03	0,96±0,01	3,18±0,07	2,18±0,1	0,76±0,08	1,39±0,1	0,89±0,01	11,35±0,12
Cu	24,74±0,35	6,44±0,06	16,2±0,27	11,05±0,09	6,8±0,11	6,79±0,04	7,54±0,05	10,3±0,02	5,75±0,02	13,25±0,24
Zn	35,36±0,68	18,54±0,15	17,94±0,09	13,14±0,20	11,95±0,19	13,24±0,12	10,0±0,06	26,08±0,05	8,44±0,04	19,81±1,4
Al	3422±66,9	739,4±3,4	1014±64,4	1582±53,1	2875±9,4	3425±11,95	512,4±12,88	3642±14,5	527,4±3,1	35,2±1,2
Mn	39,95±0,67	10,56±0,05	10,93±0,13	12,24±0,53	27,22±0,09	37,28±0,11	5,57±0,15	33,72±0,15	4,33±0,04	6,88±0,17
Pb	147,3±12,3	307,47±17,8	24,84±1,9	32,16±2,3	77,22±0,9	289,63±8,8	50,39±3,1	41,66±2,7	311,65±11,1	0

Yıllık birikime bakıldığında Fe metali en fazla yaz mevsiminde Dolunay istasyonunda solungaç dokusunda; Cu metali en fazla ilkbahar mevsiminde Medreseönü istasyonunda solungaç dokusunda; Zn metali en fazla yaz mevsiminde Dolunay istasyonunda solungaç dokusunda; Al metali en fazla sonbahar mevsiminde Dolunay istasyonunda kas dokusunda; Mn metali ise en fazla yaz mevsiminde Dolunay istasyonunda solungaç dokusunda biriktiği tespit edilmiştir.

Medreseönü İstasyonu

Medreseönü sonbahar mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.47) aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu, farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir.

Farklı dokulardaki aynı metallerin korelasyonu: dış iskelet ve hepatopankreastaki Mn'ler arasında ($r=,709^*$), solungaç ve kastaki Mn'ler arasında ($r=,879^{**}$) yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: dış iskeletteki Cu ile hepatopankreastaki Fe arasında ($r=,794^{**}$), dış iskeletteki Zn ile hepatopankreastaki Fe arasında ($r=,815^{**}$), hepatopankreastaki Al ile solungaçtaki Zn arasında ($r=,721^*$), hepatopankreastaki Mn ile solungaçtaki Zn arasında ($r=,721^*$), dış iskeletteki Mn ile hepatopankreastaki Fe arasında ($r=,770^{**}$), dış iskeletteki Mn ile hepatopankreastaki Al arasında ($r=,770^{**}$) yüksek pozitif korelasyon; dış iskeletteki Cu ile solungaçtaki Fe arasında ($r=-,697^*$) orta derece negatif bir korelasyon; hepatopankreastaki Al ile kastaki Zn arasında ($r=,685^*$), kastaki Mn ile solungaçtaki Cu arasında ($r=,636^*$) orta derece pozitif korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: dış iskeletteki Zn ile Cu arasında ($r=,875^{**}$), kastaki Zn ile Cu arasında ($r=,806^{**}$), hepatopankreastaki Al ile Cu arasında ($r=,818^{**}$), kastaki Al ile Fe arasında ($r=,806^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile

Al arasında ($r=,794^{**}$), dış iskeletteki Mn ile Cu arasında ($r=,758^{*}$) yüksek pozitif korelasyon;dış iskeletteki Fe ile Al arasında ($r=,927^{**}$), hepatopankreastaki Mn ile Cu arasında ($r=,952^{**}$), dış iskeletteki Mn ile Zn ($r=,912^{**}$) arasında çok yüksek pozitif korelasyon tespit edilmiştir.

Dolunay İstasyonu

Dolunay istasyonusunbahar mevsiminde yengeç dokularında Fe, Cu, Zn, Al ve Mn metalleri arası korelasyon incelemesi sonucunda (Çizelge 4.48) aynı metalin farklı dokulardaki korelasyonu, farklı metalin aynı dokulardaki korelasyonu ile farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu tespit edilmiştir.

Farklı dokulardaki aynı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Mn ile Fe arasında ($r=,636^{*}$) orta derece pozitif korelasyon tespit edilmiştir.

Farklı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: dış iskeletteki Cu ile kastaki Fe arasında ($r=-,867^{**}$), kastaki Mn ile dış iskeletteki Cu arasında ($r=-,770^{**}$) yüksek bir pozitif korelasyon; dış iskeletteki Zn ile hepatopankreastaki Fe arasında ($r=-,697^{*}$), kastaki Al ile dış iskeletteki Cu arasında ($r=-,697^{*}$) orta derece negatif korelasyon gözlenmiştir.

Aynı dokulardaki farklı metallerin korelasyonu: hepatopankreastaki Cu ile Fe arasında ($r=,733^{*}$), hepatopankreastaki Zn ile Fe arasında ($r=,733^{*}$), hepatopankreastaki Zn ile Cu arasında ($r=,818^{**}$), dış iskeletteki Zn ile Fe arasında ($r=,709^{*}$), hepatopankreastaki Al ile Cu arasında ($r=,709^{*}$),hepatopankreastaki Al ile Zn arasında ($r=,721^{*}$),dış iskeletteki Al ile Fe arasında ($r=,745^{*}$), hepatopankreastaki Mn ile Cu arasında ($r=,891^{**}$) yüksek bir pozitif korelasyon; kastaki Zn ile Cu arasında ($r=,636^{*}$), dış iskeletteki Mn ile Fe arasında ($r=,644^{*}$) orta derece pozitif korelasyon; hepatopankreastaki Fe ile Al arasında ($r=,976^{**}$), kastaki Al ile Fe arasında ($r=,915^{**}$), solungaçtaki Al ile Fe arasında ($r=,964^{**}$), kastaki Mn ile Fe arasında ($r=,939^{**}$),

kastaki Mn ile Al arasında ($r=,952^{**}$), solungaçtaki Mn ile Fe arasında ($r=,915^{**}$), solungaçtaki Mn ile Al arasında ($r=,903^{**}$) çok yüksek pozitif korelasyon gözlenmiştir.



Çizelge 4.47 Sonbahar mevsiminde Medreseönü istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_D	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	,515	1,000																		
Fe_K	,333	,139	1,000																	
Fe_S	-,333	-,491	-,200	1,000																
Cu_H	,503	,103	,430	-,055	1,000															
Cu_Dİ	,794**	,406	,491	-,697*	,442	1,000														
Cu_K	,115	,115	,612	-,515	,358	,406	1,000													
Cu_S	-,067	-,406	,200	,600	,358	-,212	,224	1,000												
Zn_H	,236	,236	,152	-,406	,479	,503	,079	-,042	1,000											
Zn_D	,815**	,389	,286	-,474	,553	,875**	,328	,006	,389	1,000										
Zn_K	,321	,236	,430	-,588	,333	,479	,806**	,188	,309	,328	1,000									
Zn_S	,103	,127	,055	-,152	,733*	,152	,370	,321	,564	,359	,382	1,000								
Al_H	,612	,333	,491	-,297	,818**	,539	,491	,297	,539	,559	,685*	,721*	1,000							
Al_Dİ	,588	,927**	,103	-,612	,152	,552	,115	-,564	,236	,498	,188	,042	,248	1,000						
Al_K	,261	,055	,806**	-,224	,685*	,442	,467	,067	,430	,207	,358	,285	,564	,127	1,000					
Al_S	-,079	-,067	,285	,527	,612	-,273	,030	,430	-,006	-,134	-,212	,358	,236	-,091	,515	1,000				
Mn_H	,576	,188	,297	-,055	,952**	,442	,382	,418	,370	,638*	,382	,721*	,794**	,236	,491	,539	1,000			
Mn_Dİ	,770**	,382	,333	-,333	,661*	,758*	,309	,212	,527	,912**	,406	,576	,770**	,358	,248	-,030	,709*	1,000		
Mn_K	,067	-,394	,467	,467	,527	,127	,079	,636*	,188	,219	-,176	,164	,164	-,358	,491	,612	,442	,261	1,000	
Mn_S	,079	-,418	,430	,612	,588	-,055	,139	,782**	-,067	,158	-,115	,297	,297	-,467	,382	,697*	,539	,285	,879**	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

Çizelge 4.48 Sonbahar mevsiminde Dolunay istasyonunda farklı dokularda farklı metallerin korelasyonu

	Fe_H	Fe_Dİ	Fe_K	Fe_S	Cu_H	Cu_Dİ	Cu_K	Cu_S	Zn_H	Zn_D	Zn_K	Zn_S	Al_H	Al_Dİ	Al_K	Al_S	Mn_H	Mn_Dİ	Mn_K	Mn_S
Fe_H	1,000																			
Fe_Dİ	-,297	1,000																		
Fe_K	,309	-,139	1,000																	
Fe_S	-,006	-,515	-,309	1,000																
Cu_H	,733*	,018	,527	-,273	1,000															
Cu_Dİ	-,539	,091	-,867**	,491	-,539	1,000														
Cu_K	-,261	-,152	,297	-,261	,006	-,248	1,000													
Cu_S	-,345	,515	-,382	,030	-,333	,261	,176	1,000												
Zn_H	,733*	-,055	,321	-,018	,818**	-,430	-,091	-,261	1,000											
Zn_D	-,697*	,709*	-,442	-,055	-,527	,503	-,261	,624	-,491	1,000										
Zn_K	-,006	,152	,297	-,515	,224	-,430	,636*	,030	,370	-,261	1,000									
Zn_S	,152	,200	-,382	,345	-,176	,224	-,442	,600	-,115	,418	-,624	1,000								
Al_H	,976**	-,273	,285	,115	,709*	-,491	-,261	-,188	,721*	-,624	-,067	,285	1,000							
Al_Dİ	-,333	,745*	-,164	-,370	-,248	,067	,091	,394	-,115	,442	,394	,006	-,345	1,000						
Al_K	-,030	-,152	,915**	-,224	,285	-,697*	,503	-,224	,115	-,248	,321	-,406	-,030	-,152	1,000					
Al_S	,030	-,503	-,358	,964**	-,200	,503	-,273	,103	,042	-,030	-,491	,370	,164	-,491	-,273	1,000				
Mn_H	,636*	,212	,442	-,321	,891**	-,442	-,127	-,200	,588	-,273	-,079	,115	,624	-,152	,212	-,285	1,000			
Mn_Dİ	-,389	,644*	,304	-,286	-,030	-,195	,024	,334	,049	,523	,395	-,152	-,334	,492	,383	-,267	-,085	1,000		
Mn_K	,164	-,055	,939**	-,248	,503	-,770**	,406	-,152	,333	-,273	,345	-,309	,188	-,176	,952**	-,248	,406	,444	1,000	
Mn_S	-,115	-,382	-,406	,915**	-,467	,479	-,176	,370	-,200	,139	-,491	,564	,042	-,248	-,273	,903**	-,455	-,207	-,297	1,000

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

4.7 Dokularda Metal Birikim Farkları

Hepatopankreas ve solungaç dokularında ağır metallerin birikimleri incelendiğinde (yıllık) Al-Fe, Al-Cu, Al-Zn ve Al-Mn birikimleri arasında fark bulunmuş ($p<0,01$; solungaç doku sadece Al-Fe $p<0,05$) Al metalinin her iki dokuda da en fazla birikim gösteren metal olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.49). Dış iskelet ve kas dokuda ise Al-Cu, Al-Zn ve Al-Mn birikimleri arasında fark bulunmuş (sırasıyla; $p<0,05$, $p<0,01$) yine Al metali her iki dokuda en fazla biriken metal olmuştur (Çizelge 4.50-4.51). Dolayısıyla tüm dokularda en fazla birikim gösteren metalin Al olduğu istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Diğer metallerin birikim miktarlarında herhangi bir fark bulunmamıştır. Metal birikimi en fazla kas ve solungaç ($p<0,01$) dokularında; en az birikimin ise hepatopankreas ve dış iskelette ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Solungaç ve kas dokularındaki birikimde anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.51-4.52).

Çizelge 4.49 Hepatopankreastaki metal birikim farkları

		Ranks				TestStatics
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	30,000
					Wilcoxon W	66,000
	Fe	8	8,75	70,00	Z	-0,210
	Cu	8	8,25	66,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,834
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,878
	Total	16				
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	26,000
					Wilcoxon W	62,000
	Fe	8	9,25	74,00	Z	-0,630
	Zn	8	7,75	62,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,529
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,574
	Total	16				
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	1,000
					Wilcoxon W	37,000
	Fe	8	4,63	37,00	Z	-3,256
	Al	8	12,38	99,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
	Total	16				

Çizelge 4.49 Hepatopankreastaki metal birikim farkları (devam)

Miktarlar	Fe	8	10,75	86,00	Mann-Whitney U	14,000
					Wilcoxon W	50,000
					Z	-1,890
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,059
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,065
Miktarlar	Mn	8	6,25	50,00	Mann-Whitney U	23,000
					Wilcoxon W	59,000
					Z	-0,945
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,345
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,382
Miktarlar	Cu	8	5,13	41,00	Mann-Whitney U	5,000
					Wilcoxon W	41,000
					Z	-2,836
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,005
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,003
Miktarlar	Al	8	11,88	95,00	Mann-Whitney U	15,000
					Wilcoxon W	51,000
					Z	-1,785
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,074
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,083
Miktarlar	Zn	8	10,63	85,00	Mann-Whitney U	1,000
					Wilcoxon W	37,000
					Z	-3,526
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Al	8	12,38	99,00	Mann-Whitney U	17,000
					Wilcoxon W	53,000
					Z	-1,575
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,115
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,130
Miktarlar	Zn	8	10,38	85,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Mn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.50 Dış iskeletteki metal birikim farkları

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	20,000
	Fe	8	10,00	80,00	Wilcoxon W	56,000
	Cu	8	7,00	56,00	Z	-1,260
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,208
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,234
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	17,000
	Fe	8	10,38	83,00	Wilcoxon W	53,000
	Zn	8	6,63	53,00	Z	-1,575
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,115
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,130
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	28,000
	Fe	8	8,00	64,00	Wilcoxon W	64,000
	Al	8	9,00	72,00	Z	-0,420
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,674
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,721
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	17,000
	Fe	8	10,38	83,00	Wilcoxon W	53,000
	Mn	8	6,63	53,00	Z	-1,575
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,115
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,130
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	24,000
	Cu	8	7,50	60,00	Wilcoxon W	60,000
	Zn	8	9,50	76,00	Z	-0,840
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,401
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,442
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	10,000
	Cu	8	5,75	46,00	Wilcoxon W	46,000
	Al	8	11,25	90,00	Z	-2,310
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,021
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,021
	Total	16				
Miktarlar					Mann-Whitney U	31,000
					Wilcoxon W	67,000
	Cu	8	8,63	69,00	Z	-0,105
	Mn	8	8,38	67,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,916
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,959
	Total	16				

Çizelge 4.50 Dış iskeletteki metal birikim farkları (devam)

Miktarlar					Mann-Whitney U	7,000
					Wilcoxon W	43,000
	Zn	8	5,38	43,00	Z	-2,626
	Al	8	11,63	93,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,009
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,007
Miktarlar					Mann-Whitney U	30,000
					Wilcoxon W	66,000
	Zn	8	8,75	70,00	Z	-0,210
	Mn	8	8,25	66,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,834
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,878
Miktarlar					Mann-Whitney U	9,000
					Wilcoxon W	45,000
	Al	8	11,38	91,00	Z	-2,415
	Mn	8	5,63	45,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,016
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,015

Çizelge 4.51 Kastaki metal birikim farkları

Ranks					TestStatics	
Miktarlar	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	22,000
					Wilcoxon W	58,000
					Z	-1,050
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,294
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,328
Miktarlar	Fe	8	10,50	84,00	Mann-Whitney U	16,000
					Wilcoxon W	52,000
					Z	-1,680
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,093
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,105
Miktarlar	Al	8	10,63	85,00	Mann-Whitney U	15,000
					Wilcoxon W	51,000
					Z	-1,785
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,074
					Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,083

Çizelge 4.51 Kastaki metal birikim farkları (devam)

Miktarlar	Fe	8	10,25	86,00	Mann-Whitney U	18,000
					Wilcoxon W	54,000
					Z	-1,470
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,141
Miktarlar	Mn	8	6,75	50,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,161
Miktarlar	Cu	8	9,00	72,00	Mann-Whitney U	28,000
					Wilcoxon W	64,000
					Z	-0,420
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,674
Miktarlar	Zn	8	8,00	64,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,721
Miktarlar	Cu	8	5,13	41,00	Mann-Whitney U	5,000
					Wilcoxon W	41,000
					Z	-2,836
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,005
Miktarlar	Al	8	11,88	95,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,003
Miktarlar	Cu	8	9,00	72,00	Mann-Whitney U	28,000
					Wilcoxon W	64,000
					Z	-0,420
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,674
Miktarlar	Mn	8	8,00	64,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,721
Miktarlar	Zn	8	4,50	36,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000
Miktarlar	Zn	8	8,38	67,00	Mann-Whitney U	31,000
					Wilcoxon W	67,000
					Z	-0,105
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,916
Miktarlar	Mn	8	8,63	69,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,959
Miktarlar	Al	8	12,50	100,00	Mann-Whitney U	0,000
					Wilcoxon W	36,000
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
Miktarlar	Mn	8	4,50	36,00	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,000

Çizelge 4.52 Solungaçtaki metal birikim farkları

Ranks					TestStatics	
Miktarlar			Mean Rank	Sum of Ranks	Mann-Whitney U	26
	Metaller	N			Wilcoxon W	62
	Fe	8	9,25	74	Z	-0,63
	Cu	8	7,75	62	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,529
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,574
Miktarlar					Mann-Whitney U	23
					Wilcoxon W	59
	Fe	8	9,63	77	Z	-0,945
	Zn	8	7,38	59	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,345
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,382
Miktarlar					Mann-Whitney U	8
					Wilcoxon W	44
	Fe	8	5,5	44	Z	-2,521
	Al	8	11,5	92	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,012
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,01
Miktarlar					Mann-Whitney U	20
					Wilcoxon W	56
	Fe	8	10	80	Z	-1,26
	Mn	8	7	56	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,208
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,234
Miktarlar					Mann-Whitney U	31
					Wilcoxon W	67
	Cu	8	8,63	69	Z	-0,105
	Zn	8	8,38	67	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,916
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,959
Miktarlar					Mann-Whitney U	4
					Wilcoxon W	40
	Cu	8	5	40	Z	-2,941
	Al	8	12	96	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,003
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,002
Miktarlar					Mann-Whitney U	28
					Wilcoxon W	64
	Cu	8	9	72	Z	-0,42
	Mn	8	8	64	Asymp. Sig. (2-tailed)	0,674
	Total	16			Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,721

Çizelge 4.52 Solungaçtaki metal birikim farkları (devam)

Miktarlar	Zn	8	4,5	36	Mann-Whitney U	0
					Wilcoxon W	36
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
Miktarlar	Al	8	12,5	100	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0
Miktarlar	Mn	8	8,63	69	Mann-Whitney U	31
					Wilcoxon W	67
					Z	-0,105
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,916
Miktarlar	Mn	8	8,38	67	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0,959
Miktarlar	Al	8	12,5	100	Mann-Whitney U	0
					Wilcoxon W	36
					Z	-3,361
					Asymp. Sig. (2-tailed)	0,001
Miktarlar	Mn	8	4,5	36	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	0

4.8 Dokulardaki Metal Değerlerinin Türk Gıda Kodeksine Göre Karşılaştırılması

Tüm dokulardaki metal değerleri dokuların yaş ağırlıkları (Çizelge 4.53) baz alınarak hesaplanmıştır. Hesap sonucunda tüm dokulardaki metal değerleri Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yayınladığı Türk Gıda Kodeksi'ndeki kabuklular sınıfı için düzenlenmiş Avrupa Birliği üst limitinden daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.54).

Çizelge 4.53 Yengeç dokularındaki metal birikimi (yaş ağırlık µg/g)

	Metaller	Medreseönü	Dolunay		Metaller	Medreseönü	Dolunay
Kış	Fe	25,96	15,03	Yaz	Fe	497,62	127,27
	Cu	15,08	10,42		Cu	20,05	14,5
	Zn	18,99	13,32		Zn	28,73	14,16
	Al	209,4	155,45		Al	3497,6	1301,89
	Mn	12,46	11,8		Mn	44,26	20,53
	Ni	0,39	0,00		Ni	0,66	0,35
İlkbahar	Fe	182,53	32,87	Sonbahar	Fe	486,78	32,37
	Cu	20,01	4,64		Cu	20,07	8,03
	Zn	22,81	4,87		Zn	41,55	10,58
	Al	1261,35	77,79		Al	4272,64	191,79
	Mn	21,15	2,82		Mn	27,27	2,92
	Ni	2,82	0,00		Ni	0,54	0,00

Çizelge 4.54 Türk Gıda Kodeksi ve Su Ürünleri Yönetmeliği'ne göre yengeç etinde kabul edilebilir maksimum ağır metal değerleri

Metaller	Maksimum limit mg/kg
Kurşun	0,5
Kadmiyum	0,5
Arsenik	1
Bakır	20
Çinko	50
Civa	0,5

4.9 Yengeçlerde Cinsiyete Bağlı Birikim Farklılıkları

Yengeçlerde cinsiyetin birikim üzerine etkisi incelenmiştir. İstatistiksel testler neticesinde dişi ve erkek bireylerin dokularında birikim farklılıkları anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.55).

Çizelge 4.55 Metallerin dişi ve erkek bireylerdeki birikim farklılıkları

	Al	Mn	Fe	Cu	Zn
Mann-Whitney U	12396,000	12643,000	12243,500	12217,000	12279,000
Wilcoxon W	25276,000	25523,000	25123,500	25097,000	25159,000
Z	-,488	-,190	-,672	-,705	-,630
Asymp. Sig. (2-tailed)	,625	,850	,501	,481	,529

Ayrıca ayrı ayrı dişi ve erkek bireylerde belirlenmiş metallerin birikim farklılıklarına da bakılmıştır (Çizelge 4.56). Bunun neticesinde hem dişi hem de erkek bireylerde Al-Mn, Al-Fe, Al-Cu, Al-Zn, Mn-Fe, Mn-Cu, Mn-Zn, Fe-Cu ve Fe-Zn metallerinin birikimleri arasında fark gözlenirken ($p < 0,05$); Cu-Zn metallerinin birikimleri arasında bir fark gözlenmemiştir ($p > 0,05$). Hem dişi hem de erkek bireylerde en fazla birikim gösteren metalin Al, en az birikim gösteren metalinse Mn olduğu tespit edilmiştir. Her iki bireyde de Fe metali hem Cu hem de Zn metalinden fazla birikim gösterirken, Cu ile Zn metalleri arasında birikim farkı tespit edilememiştir (Çizelge 4.56).

Çizelge 4.56 Dişi ve erkek bireylerde belirlenmiş metallerin birikim farkları

	Metaller	N	Mean Rank	Sum of Rank		Dişi	Erkek
Dişi	Al	160	230,82	36931,00	Mann-Whitney U	1549,000	1869,000
	Mn	160	90,18	14429,00			
	Total	320			Wilcoxon W	14429,000	14749,000
Erkek	Al	160	228,82	36611,00	Z	-13,596	-13,209
	Mn	160	92,18	14749,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					
Dişi	Al	160	207,95	33272,50	Mann-Whitney U	5207,500	5677,000
	Fe	160	113,05	18087,50			
	Total	320			Wilcoxon W	18087,500	18557,000
Erkek	Al	160	205,02	32803,00	Z	-9,175	-8,608
	Fe	160	115,98	18557,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					

Çizelge 4.56 Dişi ve erkek bireylerde belirlenmiş metallerin birikim farkları (devam)

Dişi	Al	160	220,03	35205,50			
	Cu	160	100,97	16154,50	Mann-Whitney U	3274,500	3734,500
	Total	320			Wilcoxon W	16154,500	16614,500
Erkek	Al	160	217,16	34745,50	Z	-11,511	-10,955
	Cu	160	103,84	16614,50	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					
Dişi	Al	160	229,87	36779,00			
	Zn	160	91,13	14581,00	Mann-Whitney U	1701,000	2026,000
	Total	320			Wilcoxon W	14581,000	14906,000
Erkek	Al	160	227,84	36454,00	Z	-13,412	-13,020
	Zn	160	93,16	14906,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					
Dişi	Mn	160	124,35	19895,50			
	Fe	160	196,65	31464,50	Mann-Whitney U	7015,500	7599,500
	Total	320			Wilcoxon W	19895,500	20479,500
Erkek	Mn	160	128,00	20479,50	Z	-6,990	-6,284
	Fe	160	193,00	30880,50	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					
Dişi	Mn	160	136,95	21912,50			
	Cu	160	184,05	29447,50	Mann-Whitney U	9032,500	9532,500
	Total	320			Wilcoxon W	21912,500	22412,500
Erkek	Mn	160	140,08	22412,50	Z	-4,553	-3,949
	Cu	160	180,92	28947,50	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					
Dişi	Mn	160	142,09	22734,50			
	Zn	160	178,91	28625,50	Mann-Whitney U	9854,500	10167,000
	Total	320			Wilcoxon W	22734,500	23047,000
Erkek	Mn	160	144,04	23047,00	Z	-3,559	-3,182
	Zn	160	176,96	28313,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,001
	Total	320					
Dişi	Fe	160	176,26	28202,00			
	Cu	160	144,74	23158,00	Mann-Whitney U	10278,000	10539,500
	Total	320			Wilcoxon W	23158,000	23419,500
Erkek	Fe	160	174,63	27940,50	Z	-3,048	-2,732
	Cu	160	146,37	23419,50	Asymp. Sig. (2-tailed)	,002	,006
	Total	320					

Çizelge 4.56 Dişi ve erkek bireylerde belirlenmiş metallerin birikim farkları (devam)

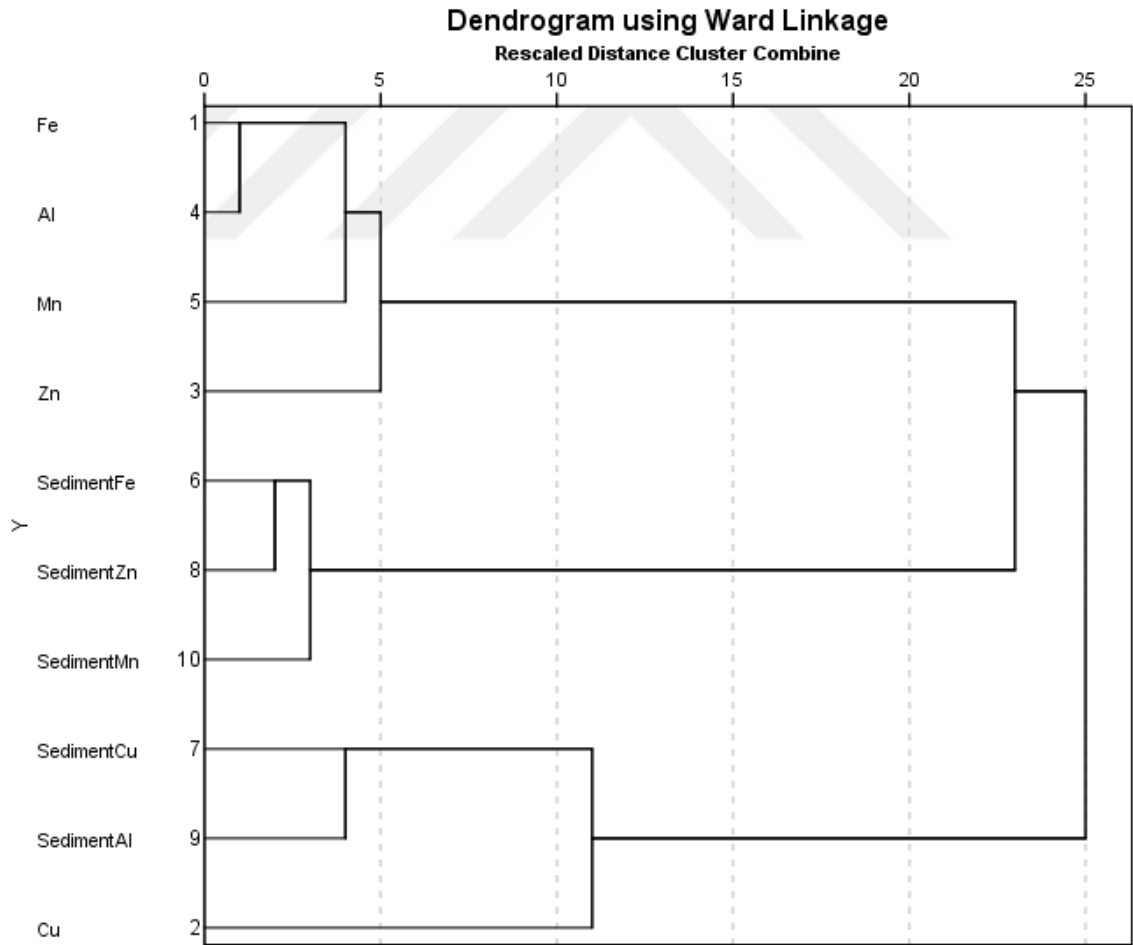
Dişi	Fe	160	185,17	29626,50			
	Zn	160	135,83	21733,50	Mann-Whitney U	8853,500	9358,000
	Total	320			Wilcoxon W	21733,500	22238,000
Erkek	Fe	160	182,01	29122,00	Z	-4,769	-4,159
	Zn	160	138,99	22238,00	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000	,000
	Total	320					
Dişi	Cu	160	167,44	26790,00			
	Zn	160	153,56	24570,00	Mann-Whitney U	11690,000	11852,500
	Total	320			Wilcoxon W	24570,000	24732,500
Erkek	Cu	160	166,42	26627,50	Z	-1,341	-1,145
	Zn	160	154,58	24732,50	Asymp. Sig. (2-tailed)	,180	,252
	Total	320					

4.10 Doku ve Sedimentteki Metallerin Kümeleme Analizi (Cluster)ile Yakınlık İlişkileri

Bu bölümde dokularda biriken metaller ile sedimentte biriken aynı metallerin birikim ilişkileri cluster ve korelasyon analizleri ile araştırılmıştır. Cluster analizi neticesinde birbirine en yakın metallerin dokulardaki Al ile Fe olduğu bunların aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.57, Şekil 4.5). Al ve Fe konsantrasyonları arasında güçlü bir korelasyon ($r=,970^{**}$) bu sonucu destekler niteliktedir. Sedimentteki Zn ile Fe'in de birbirine en yakın metaller olduğu bulunmuş ve korelasyon testi sonucu ile de bu yakınlık ($r=,922^{*}$) desteklenmiştir (Çizelge 4.58). Dokulardaki ve sedimentteki metaller arası korelasyon ile kümeleme analizlerinin paralellik gösterdiği gözlenmiştir. En uzak ilişki sedimentteki Al ile Fe arasında olduğu bulunmuştur ve korelasyon testi bu sonucu orta derece negatif değeri ile ($-,592^{**}$) desteklemiştir. Ayrıca sonuçlarda doku ve sedimentler arasında tek pozitif korelasyonun Mn'ler arasında olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.57 Doku ve sedimentteki metallerin yakınlık matrisi

	Fe	Cu	Zn	Al	Mn	Sed_Fe	Sed_Cu	Sed_Zn	Sed_Al	Sed_Mn
Fe	0,000									
Cu	8,151	0,000								
Zn	3,803	8,542	0,000							
Al	1,372	8,309	4,144	0,000						
Mn	2,727	8,408	3,793	3,525	0,000					
Sed_Fe	7,475	8,803	7,410	7,652	6,867	0,000				
Sed_Cu	9,059	7,187	9,346	8,953	9,036	9,101	0,000			
Sed_Zn	7,425	8,776	7,447	7,514	6,926	2,206	8,041	0,000		
Sed_Al	7,976	7,560	8,346	7,791	8,254	9,935	3,551	8,807	0,000	
Sed_Mn	6,433	8,903	6,556	6,677	5,991	2,508	9,839	3,516	9,849	0,000



Şekil 4.5 Doku ve sedimentteki metaller arası yakınlık matrisinin dendrogramı

Çizelge 4.58 Doku ve sedimentteki metallerin korelasyonu

	Fe	Cu	Zn	Al	Mn	Sed_Fe	Sed_Cu	Sed_Zn	Sed_Al	Sed_Mn
Fe	1									
Cu	-,072	1								
Zn	,767**	-,177	1							
Al	,970**	-,114	,723**	1						
Mn	,880**	-,140	,768**	,800**	1					
Sed_Fe	,099	-,250	,114	,056	,240	1				
Sed_Cu	-,324	,167	-,409*	-,293	-,317	-,336	1			
Sed_Zn	,111	-,242	,105	,089	,226	,922**	-,043	1		
Sed_Al	-,026	,078	-,123	,021	-,099	-,592**	,797**	-,251	1	
Sed_Mn	,333	-,278	,307	,281	,421*	,899**	-,562**	,801**	-,565**	1

*Korelasyonun anlamlılık düzeyi 0,05

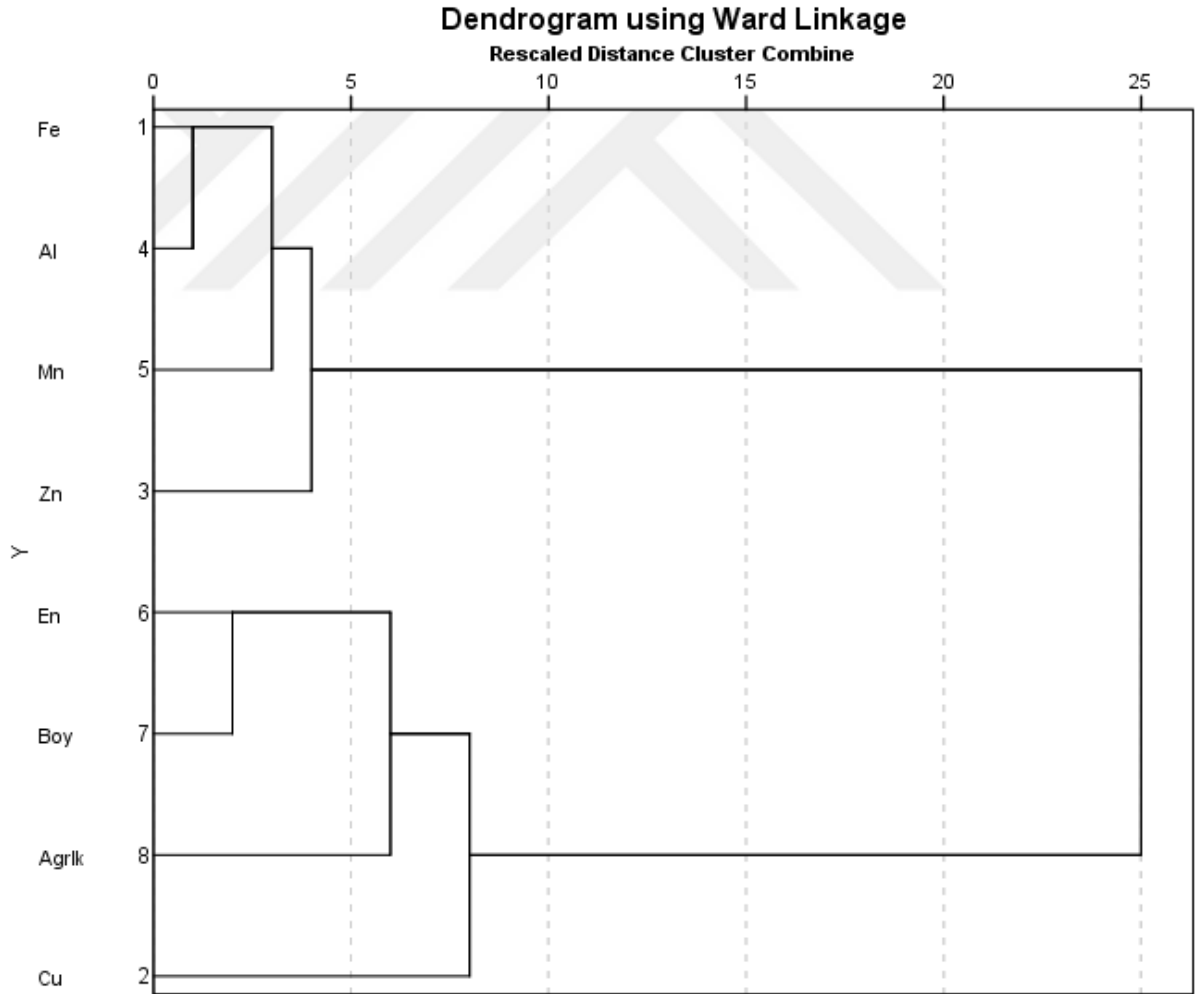
** Korelasyonun anlamlılık düzeyi 0,01

4.11 Dokulardaki Metal Birikimi ile Yengecin Büyüme Parametreleri Arasındaki İlişki

Dokularda biriken metaller ile yengecin büyüme parametreleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Cluster analizi neticesinde birbirine en yakın metallerin dokulardaki Al ile Fe olduğu bunların aynı kümede yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.59, Şekil 4.6). Al ve Fe konsantrasyonları arasında güçlü bir korelasyon ($r=,970^{**}$) bu sonucu destekler niteliktedir. Büyüme parametrelerine bakıldığında ise en yakın ilişkinin canlıların boyu ile eni arasında olduğu, bu parametrelerin yüksek korelasyon gösterdiği ($r=,873^{**}$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.60). Metaller arası korelasyonların sonucu ile kümeleme analizi sonucu paralellik göstermiştir. Büyüme parametreleri ile dokulardaki metaller negatif korelasyon göstermiştir. En büyük negatif korelasyonun canlıların ağırlığı ile Zn arasında olduğu ($r=-,811^{**}$) kümeleme analizinde de en uzak ilişkinin yine bu parametreler arasında olduğu bulunmuştur. Bu çalışmada ağır metallerin canlı dokusunda birikiminin canlıların büyüme parametreleri ile ilişkilerinin uzak olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.59 Dokulardaki metal birikimi ile yengecin büyüme parametrelerinin yakınlık matrisi

	Fe	Cu	Zn	Al	Mn	En	Boy	Ağırlık
Fe	0,000							
Cu	8,151	0,000						
Zn	3,803	8,542	0,000					
Al	1,372	8,309	4,144	0,000				
Mn	2,727	8,408	3,793	3,525	0,000			
En	8,992	7,008	9,766	8,751	9,274	0,000		
Boy	9,316	6,645	9,703	9,197	9,272	2,807	0,000	
Ağırlık	10,298	7,416	10,597	10,152	10,303	5,321	4,942	0,000



Şekil 4.6 Dokulardaki metaller ile yengecin büyüme parametreleri arası yakınlık matrisinin dendrogramı

Çizelge 4.60 Dokulardaki metal birikimi ile yengecin büyüme parametreleri arası ilişki

	Fe	Cu	Zn	Al	Mn	En	Boy	Ağırlık
Fe	1							
Cu	-,072	1						
Zn	,767**	-,177	1					
Al	,970**	-,114	,723**	1				
Mn	,880**	-,140	,768**	,800**	1			
En	-,304	,208	-,538**	-,235	-,387*	1		
Boy	-,400*	,288	-,519**	-,364*	-,387*	,873**	1	
Ağırlık	-,710**	,113	-,811**	-,662**	-,712**	,543**	,606**	1

*Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,05

** Korelasyonun anlamlık düzeyi 0,01

5. TARTIŞMA

5.1 Su ve Sediment Örneklerinde Ağır Metal Birikiminin Profili

Medreseönü istasyonu sedimentinde tespit edilen metallerin mevsimsel değişimleri incelendiğinde birikimin en fazla yaz mevsiminde, en az ise kış mevsiminde olduğu; Dolunay istasyonu içinse her mevsimde birbirine yakın değerlerde birikimin olduğu gözlenmiştir. Yaz mevsiminde sedimentte artış gösteren metal konsantrasyonları suyun buharlaşması sonucunda suda artarak, daha kolay ve fazla miktarda sedimente geçmesiyle açıklanabilir. Ayrıca yaz mevsiminde su döngüsünün olmamasına bağlı olarak metallerin sedimentte daha fazla birikmiş olmasıyla da ilişkilendirilebilir. Kış mevsiminde azalmasının sebebi ise, buharlaşmanın az ve yağışın fazla olmasından kaynaklanabilir. Sedimentteki metal konsantrasyonları, su ve yengeç dokularında tespit edilenden yüksek bulunmuştur. Bu durum ise sulak alanlarda sedimentin ağır metal birikimi açısından depo görevi görmesine bağlanabilir. Yapılan birçok çalışmada ağır metal birikiminin en fazla sedimentte olduğu bildirilmiştir (Kır vd. 2007, Mendil ve Uluözlü 2007, Türkoğlu 2008, Yıldız ve Yener 2010, Oner ve Celik 2011, Kır ve Tumantozlu 2012). Bu çalışmada Medreseönü istasyonu suyunda tespit edilemeyen Zn, Pb ve Ni ile Dolunay istasyonu suyunda tespit edilemeyen Al, Mn, Zn, Pb, Ni ve Cu metallerine sedimentte rastlanılmıştır. Bu durum suda bulunan metallerin sedimentteki partiküller tarafından bünyesine çekmesiyle ve molekül ağırlığı yüksek metallerin dibe çökme eğilimi ile ilgili olabilir (Hadring ve Whitton 1978, Kır vd. 2007). Sedimentte en fazla biriken metaller Al ve Fe olmuştur. Bu durum yerküre okyanus kabuğunun %8,2'sini Fe; % 7,7'sini Al oluşturmasıyla açıklanabilir. Ayrıca ağır metallerce temiz bir deniz sedimentinde, bu metallerin diğer metallere göre yüksek olması beklenilir bir durumdur (Kır vd. 2007, Kruopiene 2007). Bu durum Vertacnik vd. (1995)'nin bildirdiği gibi, deniz etkisinin dışında sedimentin karakteristiği ile de açıklanabilir. Kesavan vd. (2013) Uppanar Nehir ağzında yaptıkları çalışma neticesinde sedimentte biriken metallerin sudan daha fazla olduğunu ve en fazla biriken metallerin Fe olduğunu belirtmişlerdir. Deniz sedimenti ile yapılmış bazı çalışmalarda da benzer sonuçların tespit edildiği, en fazla biriken metallerin Fe ve Al olduğu tespit edilmiştir (Daskalakis ve O'Connor 1995, Leong ve Tanner 1997, Tanner vd. 2000).

Yapılan çalışmada su örnekleri incelendiğinde Medreseönü istasyonundaki birikimin Dolunay’a oranla daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Orman ve Su İşleri Bakanlığı; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ile değerlendirildiğinde suda tespit edilmiş metallerin tümü kalite sınır değerlerinin çok altında olduğu bulunmuştur (Çizelge5.1).

Çizelge 5.1 Deniz suyunun genel kalite kriterleri (Orman ve Su İşleri Bakanlığı; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği)

Ağır metal	Maksimum kriter µg/L
Arsenik	100
Kadmiyum	10
Krom	100
Bakır	10
Kurşun	100
Civa	4
Nikel	100
Çiko	100

Medreseönü ve Dolunay istasyonu sedimentinde en yüksek korelasyon As ile Mn ($p<0,01$), arasında gözlenmiştir. Medreseönü suyundaki metaller arasında korelasyon gözlenmezken, Dolunay suyunda en yüksek korelasyon As-Fe ($p<0,01$) arasında tespit edilmiştir. Medreseönü ve Dolunay sedimentlerinde gözlenen As metalinin Mn ve Fe metalleri ile pozitif korelasyonu Safiullah (1998), İslam vd. (2009), Rahman vd. (2011) ve Baviskar vd. (2015) çalışmalarıyla benzerlik göstermiştir. Yeraltısularında ve sedimentte As varlığı mineral çözünme/çökelme, adsorbsiyon/desorbsiyon, yükseltgenme/indirgenme tepkime mekanizmaları ve biyolojik dönüşüm ile kontrol edildiği bildirilmiştir (Le Guern vd. 2007). Adsorbsiyon ve desorbsiyonun, As davranışını ayarlayan (kısıtlayan ve artıran) en önemli mekanizmanın olduğu belirtilmiştir. Bu etkiyi metal oksit ve oksihidroksitler (Fe-Al-Mn), kil mineralleri, karbonatlar ve hümkik asitlerin oluşturduğu bildirilmiştir (Fox ve Doner 2002, Stollenwerk 2003). Demir oksihidroksitlerin [götit (FeOOH), lepidokrozit (FeOOH), amorf $\text{Fe}(\text{OH})_3$, ferrihidrit ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)] As adsorblayıcı olarak yüksek yüzey alanına ve potansiyeline sahip mineraller olduğu bildirilmiştir (Le Guern vd. 2007). Su ve sedimentteki korelasyonlar, Mn ve Fe ile zengin sediment ve suların As adsorblama

özelliği ile paralellik göstermiştir (McArthur vd. 2001, Rahman vd. 2011, Baviskar vd. 2015). Her iki istasyonun çevresinde endüstriyel atık girdisi olan herhangi bir sanayi kuruluşu bulunmamaktadır. Su ve sedimentte biriken metallerin düşük konsantrasyonları ve bu metallerden iz olanlarının diğer metallerden daha yüksek bulunması hiçbir çevresel endişe oluşturmamakta ve su kalite kriterlerinin altında bulunması sebebiyle de bölgenin jeolojisiyle açıklanabilmektedir (Klein 2002, Bogen vd. 2003).

Sediment kalite araştırma yöntemleri (SQG) sedimentteki kirleticilerin konsantrasyonu ile kalite rehberindeki sonuçların kıyaslaması özelliğiyle sedimentteki kontaminasyonu ortaya koymada çok yararlı bir yöntemdir. Söz konusu kurallar sucul organizmaları etkileyebilecek kimyasallı sediment durumunun derecesini değerlendirmek ve sediman kalitesi yorumlanmasından sorumlu sediment eksperlerine yardımcı olmak için tasarlanmıştır (Wenning ve Ingersoll 2002). Bunlar büyük ölçüde deniz suları (Long vd. 1995) için geliştirilmiştir. Fakat birkaç özel haliç suları için geliştirilmiş olanları da mevcuttur (Wilson ve Jeffrey 1987, Donze vd. 1990, Chapman ve Wang 2001). Bu yöntem pek çok araştırmacı tarafından çalıştıkları sulak alanların sediment kalitesini tespit etmede kullanılmıştır (Caeiro vd. 2005, Abraham ve Parker 2008, Zhu vd. 2012, Sarasiab vd. 2014, Balakrishnan vd. 2015).

Sediment kalite araştırma yöntemleriyle bu çalışmanın istasyonlarının sediment kalitesine bakıldığında Dolunay sedimentinin Medreseönü'ne kıyasla daha kontamine olduğu bulunmuştur. Kontaminasyon derecesi Medreseönü için düşük; Dolunay içinse uygun bulunmuştur. Medreseönü'nde toplam toksik birime en fazla katkıda bulunan metal %32,29 oranı ile Cu iken; Dolunay'da %15,43 ile As olduğu tespit edilmiştir. Kirlilik yükü indeksi (PIN) incelendiğinde metal konsantrasyonlarına bakılarak bu istasyonların herhangi bir noktasal ve noktasal olmayan kaynağın etkisi altında olmadığı söylenebilir. Ayrıca her iki istasyon da PIN indeksine göre 1. sınıf temiz bir referans alanı olarak kabul edilebilir. Caeiro vd. (2005) tarafından Portekiz'in Sado Haliçi'nin sedimentinde Cd, Pb, Cu, Hg, Al, Cr, Zn metalleri ile As metalloidi PIN indeksi ile araştırılmıştır. Tüm metal ve metalloidlerin birbirleriyle korelasyon gösterdiği

bulunmuştur. SQG'ye göre istasyonların sadece %3'ü yüksek ölçüde kontamineyken; %47'sinde orta dereceli bir kontaminasyondan bahsedilmiştir.

5.2 Doku Örneklerinde Ağır Metal Birikiminin Profili

Solungaç, hepatopankreas, kas ve dış iskelet dokularında; kış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde her iki istasyonda, ilkbahar mevsiminde sadece Dolunay istasyonunda en fazla Al metalinin birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Al birikiminin en fazla biriktiği doku ise solungaçlar olduğu bulunmuştur. Canlıda birikim ve hasarın ilk başladığı yerin solungaç dokusu olduğu ve Al alınmasında bu dokunun önemli rol oynadığı bilinmektedir (Kurun vd. 2010; Walton vd. 2010). Histokimyasal analizler, Al'un tercihen mukus katmanı ile ilişkili solungaç epitelinin dış yüzeyinde birikme eğiliminde olduğunu göstermiştir (Alexopoulos vd. 2003). Ayrıca bazı çalışmalarda Al metalinin ana birikim yerinin solungaçlar olduğu bildirilmiş (Alexopoulos vd. 2003, Tunca vd. 2013a) ve bu araştırma sonucu da bunu desteklemektedir.

İlkbahar mevsiminde Medreseönü istasyonunda ise en fazla Cu metalinin birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Cu birikiminin yine en fazla solungaç dokusunda biriktiği bulunmuştur. Krustaselerdeki Cu biyoyararlanımı, solunum proteini olan hemosiyanin sentezi şeklindedir (Mendez vd. 2001). Cu konsantrasyonunun yüksek olduğu bölgedeki canlıların bu metali hızlıca biriktirmeye başladığı (Kouba vd. 2010), biyoyararlanım eşiği aşıp net birikim başlayıncaya kadar Cu' nun canlı tarafından sabit bir seviyede tutulmak üzere (White ve Rainbow 1982, Rainbow ve White 1989), alım ile salınımının eşlenerek vücutta denge halinin sağlandığı (Rainbow 1993), birikimin başlamasıyla en fazla solungaçlarda birikim gösterdiği (Martins vd. 2011), hemolenfle dokulara ulaşarak buralarda detoksifiye olduğu (Rainbow 2002; 2007), salınımının ise detoksifiyenin olduğu yerlerden yapıldığı (Nassiri vd. 2000) bildirilmiştir. Ayrıca izole solungaçlar ile yapılmış deneyler, inkübasyon ortamındaki metal konsantrasyonu ve solungaçlarda Cu birikimi arasında pozitif bir ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Weis 2014).

Metal birikiminin en fazla solungaç ve kas ($p<0,01$) dokularında; en az metal birikiminin ise hepatopankreas ve dış iskelette ($p<0,05$) olduğu tespit edilmiştir. Hepatopankreas metal detoksifikasyon enzimlerinin bulunduğu dokudur. Kirliliğin olmadığı ortamlarda hepatopankreasın metalce temiz olması beklenilir bir durumdur ki bu çalışmada da en az birikimin olduğu dokulardan biri hepatopankreastır. Hepatopankreas metal detoksunun ana dokusu olduğundan dolayı ortamın metalce zenginleşmesinin yansıması bu dokudan anlaşılabilir (MacFarlane ve Burchett 2000).

Tüm sucul omurgasızlar, metabolizmaları için esas olsun ya da olmasın, metalleri dokularında ve organlarında biriktirme eğilimindedirler. Ağır metaller, farklı sucul omurgasızlarda, farklı konsantrasyonlarda birikirler. Aynı habitatta yaşayan, aynı cinsten olan yakın türler hatta aynı türün bireyleri bile eser metalleri bünyelerinde çok farklı konsantrasyonlarda biriktirebilirler. Aynı habitatta yaşayan bir türde çok yüksek olan ağır metal konsantrasyonu, başka bir tür için düşük olabilir (Campana vd. 2003, Taylan ve Özkoç 2007). Örneğin midye türünde yüksek olan çinko konsantrasyonu istiridyede düşük olabilir. Rainbow (2002) tarafından metal kirliliğinin olduğu ve olmadığı farklı bölgelerden toplanan kabuklu türlerinde Zn, Cu ve Cd konsantrasyonları araştırılmış ve habitata, canlıya ve metallerin çeşidine göre organizmalarda biriken metal miktarlarında farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Her organizma metali farklı metabolik amaçlar için kullanır, bu sebeple her canlı için her metalin kullanılan, atılan ve biriken miktarları farklıdır. Dolayısıyla Al, Fe, Cu gibi iz elementlerin biriken miktarları, iz olmayan Pb, Cd gibi metal miktarından daha fazladır. Hatta bu çalışmada canlı dokularında iz element birikimi gözlenirken, iz olmayan elementler yok denecek kadar az bulunmuştur. Bir metalin, metabolik amaç ile kullanımı, vücuttan atılımı veya depolanması, o canlının fiziksel özellikleriyle ilişkilidir. Metalin alımı, birikimi veya atılımı canlı ile çevresindeki ara yüzeyde oluşan prosesler tarafından belirlenmektedir (Taylan ve Özkoç 2007). Organizma bünyesine alınacak metalin oranı ortamdaki diğer metalin varlığı ile de ilişkilidir. Ortamdaki başka bir metal veya metallerin varlığı metalin alımını pozitif veya negatif yönde etkileyebilir. Bu tez çalışmasında dokularda yıl boyunca birikim gösteren Al, Cu, Zn, Fe ve Mn metal konsantrasyonlarının korelasyonu incelendiğinde Cu-Fe, Zn-Fe, Zn-Cu, Al-Fe, Al-Cu, Al-Zn, Mn-Fe, Mn-Zn, Mn-Al metalleri arasında pozitif korelasyon gözlenmiştir. Yani bu metallerden biri

dokularda artarken diğer metal de artış göstermiştir. En yüksek korelasyonların da Zn-Fe ($r=,858^{**}$), Al-Fe ($r=,860^{**}$), Al-Zn ($r=,868^{**}$) arasında olduğu gözlenmiştir.

Dokulardaki mevsimsel metal birikimlerinin korelasyonları incelendiğinde ise en yüksek korelasyonun kışın Medreseönü istasyonunda dış iskelet ile kas dokularındaki Zn'ler arasında ($r=1,000^{**}$) olduğu belirlenmiştir. Yengeçlerde dış iskelet dokusunun Zn metal birikimi için önemli bir depo yeri olduğu bildirilmiştir (Chan ve Rainbow 1993). Aynı zamanda Zn metalinin, aktivatör olarak metalloenzimler ve kofaktör olarak çeşitli enzimatik sistemler tarafından kullanıldığı belirtilmiştir (Alcorlo vd. 2006).

Dış iskeletin dış çevre ile olan doğrudan ilişkisi, kasın ise çevreyle doğrudan ilişkisi olmayan bir doku olması sebebiyle, aralarındaki %100'lük korelasyon beklenmeyen bir sonuçtur.

Dekapodlarda Fe'in birincil işlevi enzim ve pigmentlerin çekirdeğini oluşturmaktır. Demirin biyoyararlanımı değerliğine göre değişkenlik gösterir. Ferroz demir (Fe^{2+}) çoğu hayvan için hayati önem taşırken, ferrik demir (Fe^{3+}) esansiyel değildir (Sanders vd. 1998). Fe'in; Mn ve Zn ile hepatopankreas dokusunda (sırasıyla= $,927^{**}$, $r=,915^{**}$), Al ile solungaç dokusunda ($r=,964^{**}$), yine Al ile dış iskelette ($r=,939^{**}$), Cu ile kas dokusunda ($r=,988^{**}$) çok yüksek pozitif korelasyon göstermiştir. Bu tez çalışmasında Fe'in en yüksek birikim yaptığı dokunun solungaç olduğu bulunmuştur ve daha önce yapılmış çalışmalar da Fe'in en yüksek birikim yaptığı dokunun solungaç olduğu belirtilmiştir (Kurun vd. 2010, Tunca vd. 2013c).

Doku ve sedimentteki birikim ilişkisi incelendiğinde birbirine en yakın metallerin dokulardaki Al ile Fe olduğu ve kümeleme analizi neticesinde aynı kümede yer aldıkları tespit edilmiştir. Al ve Fe konsantrasyonları arasında güçlü bir korelasyon ($r=,970^{**}$) bu sonucu destekler niteliktedir. Bu etkileşimin metallerin adsorpsiyon kinetik benzerliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kurun vd. (2010) ve Tunca vd. (2013c) çalışmalarında Al ve Fe birikimleri arasında benzer etkileşimleri bulmuşlardır.

Dokularda biriken metaller ile yengecin büyüme parametreleri arasındaki ilişki incelendiğinde ise birbirine en yakın metallerin dokulardaki Al ile Fe olduğu bunların aynı kümede yer aldığı tespit edilmiş ve korelasyon testiyle de sonuç desteklenmiştir. Büyüme parametrelerine bakıldığında en yakın ilişkinin canlıların boyu ile eni arasında olduğu ve yüksek korelasyon gösterdiği ($r=,873^{**}$) tespit edilmiştir. Metaller arası korelasyonların sonucu ile kümeleme analizi sonucu paralellik göstermiştir. Büyüme parametreleri ile dokulardaki metaller negatif korelasyon göstermiştir. En büyük negatif korelasyonun ($r=-,811^{**}$) canlının ağırlığı ile Zn arasında olduğu kümeleme analizinde de en uzak ilişkinin yine bu parametreler arasında olduğu bulunmuştur. Literatürde yaş ve boyutun organizmaların ağır metal birikimini etkileyen önemli faktörler olduğunu belirten çalışmalar yer almaktadır (Tunca vd. 2013c, Ergen-Fikirdesici vd. 2015). Büyüme parametreleri ile metaller arasında gözlenen negatif korelasyon literatürde iki şekilde yorumlanmaktadır. (1) Toksik metallerin büyüme engelleyici etkisi olarak yorumlanırken (Weis vd. 1992, Leung vd. 2001), (2) büyüme oranının metal birikim oranından daha hızlı olması şeklinde de yorumlanmaktadır (Agah vd. 2009, Mohammadnabizadeh vd. 2013). Küçük ya da olgunlaşmamış hayvanlar, büyük veya yetişkin olanlarına göre daha hızlı büyür. Daha hızlı büyüebilmek için daha sık beslenirler. Dolayısıyla beslenme yoluyla daha fazla metal biriktirirler (Farkas vd. 2003). Her ne kadar yetişkinlerden daha fazla metal biriktirseler de büyüme oranları, metallerin birikim oranlarını geçer. Bu durum negatif korelasyon ile sonuçlanır. Pozitif korelasyon ise büyüme oranının, dokunun her gramında biriken metal oranından daha yavaş olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Weis vd. 1992, Leung vd. 2001). Yani metal birikme oranı, büyüme oranından hızlıdır.

Bu tez çalışmasında ağırlık ile tüm metaller arasında negatif korelasyon ve en yüksek negatif korelasyon ise Al metali ile gözlenmiştir. *P. marmoratus*'un küçük boyutlu canlılar olması (Hayward vd. 1996), her iki istasyonda da toksik metalin etkisinde olmaması ve etkisinde olduğu Al metalinin seviyesinin oldukça düşük değerde olması sebebiyle bu negatif korelasyonu canlının küçük boyutlu olmasına bağlanabilir. Yani gözlenen bu negatif korelasyonu, canlının büyüme hızının metal biriktirme hızından yüksek olmasıyla açıklanabilir. Büyüme oranı ile metal konsantrasyonları arasında benzer negatif korelasyon bulgularına Agah vd. (2009), Mohammadnabizadeh vd. (2013) ve Ergen-Fikirdesici vd. (2015) çalışmalarında da rastlanmıştır.

6. SONUÇ

Bu tez çalışması *Pachygrapsus marmoratus*'un, yaşadığı alanın kirliliği (varlığı/yokluğu ve oranı) hakkında bilgi edinmede biyoindikatör canlı olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Çalışma alanı su ve sedimentinin herhangi bir antropojenik etki altında olmadığı, metal birikiminin canlı sağlığı için tehdit oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan sediment kalite araştırma yöntemleri neticesinde çalışma alanının herhangi bir noktasal ve/veya noktasal olmayan kaynağın etkisi altında olmadığı belirlenmiştir. Dolunay istasyonunun sedimenti Medreseönü'ne göre daha kontamine olduğu saptanmış, kontaminasyon derecesi Medreseönü için düşük; Dolunay içinse uygun bulunmuştur.

Metal birikiminin en fazla yaz, en az ise kış mevsiminde olduğu tespit edilmiştir. En fazla biriken metallerin ise Al ile Fe olduğu bulunmuştur.

Sedimentteki yüksek korelasyonlar bölgenin jeolojisi ile ilişkilendirilmiştir. Çünkü her iki istasyonun çevresinde de buraya endüstriyel atık girdisi olan herhangi bir sanayi kuruluşu bulunmamaktadır. Metal konsantrasyonlarının kirlilikle bir alakası bulunmamakla birlikte, bulguların jeolojik yapıdan kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu iz metallerin düzeyleri hiçbir şekilde çevresel endişe oluşturmamaktadır.

Yengeç dokularında test edilen metal değerlerinin Türk Gıda Kodeksi'ndeki kabuklular sınıfı için düzenlenmiş normlarının, üst limitinden çok daha düşük olduğu görülmüş ve besin yoluyla tüketiminin mümkün olduğu ortaya konmuştur.

Dokularda kış, yaz ve sonbahar mevsimlerinde en fazla Al metalinin birikim gösterdiği ve solungaçların Al birikiminin ana yeri olduğu tespit edilmiştir.

Yengeçlerde cinsiyetin birikim üzerine herhangi bir etkisi bulunmamıştır. Hem erkek hem de dişi bireylerdeki birikim benzer bulunmuştur.

Sediment birikimi ile dokulardaki birikim arasında çok yakın bir ilişi bulunamamıştır.

Büyüme parametreleri ile dokulardaki birikim ilişkisi incelendiğinde canlının küçük boyutlu olmasının etkisiyle metal birikiminin büyüme oranından daha yavaş olduğu bulunmuştur.

Sediment, su ve doku birikimleri incelendiğinde en fazla birikimin sedimentte olduğu tespit edilmiştir.

Sucul ekosistemlerdeki ağır metal kirliliğiderek artan bir problemdir. Bu problemin temelinde endüstriyel, ticari ve tarımsal kirliliğın sucul çevreye deşarj edilmesi, yeterli tespit ve kontrollerin yapılmaması yatmaktadır. Bu problem sucul canlılardan, sudan yararlanan canlılara kadar çok sayıda organizmaya zarar verme potansiyeli taşır. Bir metal, bir canlının biyolojik sistemine girdiğı zaman, o canlının tüm yaşam döngüsüne zarar verebilme kapasitesine sahiptir. Sucul ortamda derişimi artan ağır metaller ilk önce suda yaşayan canlılar tarafından alınır ve daha sonra besin zinciri yoluyla st trofik seviyelere taşınmasına aracı olur. Sucul organizmalarda yapılacak ağır metal analizlerin, ağır metallere karşı yüksek duyarlı türlerin belirlenmesinde ve canlıda meydana gelebilecek olası tüm yapısal ve işlevsel bozuklukların tespit edilmesi ve öngörülmesinde büyük önemi bulunmaktadır. Bu çalışmada organizmadaki birikimin yanı sıra organizmanın yaşadığı doğal çevrenin (su ve sediment) birikimi de incelenmiş ve bunlar arasında en fazla birikimin sedimentte olduğu gözlenmiştir. Sedimentler sulak alanların doğal akmlatrleridir. Suda ve canlıdaki metallerin su-sediment-canlı döngüsünde ulaşacağı son yer sediment olmaktadır ve bu nedenle metallerin konsantrasyonunun en yüksek olduğu ortamlardır. Dolayısıyla bir ortamın metal kirliliğı araştırılacak ve bu üç enekten birinin seçilmesi gerekecekse en doğru araştırmaların sedimentte olacağı aşıkardır.

Sediment ve suda mevsim, istasyon ve dokusuna göre metal birikimleri farklılıklar göstermiştir. Sonuç olarak elde edilen bulgular ile Orta Karadeniz'in Perşembe (Medreseönü) ve Fatsa (Dolunay) kıyılarının ağır metallerce kontamine olmadığı ortaya konulmuştur. Endüstrileşmenin kaçınılmaz olduğu günümüzde sulak alanların buradaki canlıların ve buradan faydalanan insanların yaşam kalitesinin bozulmamasına yönelik tedbirlerin devam ettirilmesi, metalce temiz bu bölgenin düzenli kontrollerinin yapıp korunması hem bölge sanayi kuruluşlarının, hem yetkililerin ve hem de insanların ana hedefi olmalıdır.



KAYNAKLAR

- Abouhend, A.S. and El-Moselhy, K.M. 2015. Spatial and seasonal variations of heavy metals in water and sediments at the Northern Red Sea Coast. *American Journal of Water Resources*, 3(3); 73-85.
- Abraham, G.M.S. and Parker, R.J. 2008. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 136, 227-238.
- Agah, H., Leermakers, M., Elskens, M., Fatemi, M.R. and Baeyens, W. 2009. Accumulation of trace metals in the muscle and liver tissues of five fish species from the Persian Gulf. *Environ Monit Assess.*, 157, 499–514.
- Akbulut, E.N. and Tuncer, A.M. 2011. Accumulation of heavy metals with water quality parameters in Kızılırmak River Basin (Delice River) in Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173, 387-395.
- Alcorlo, P., Otero, M., Crehuet, M., Baltanás, A. and Montes, C. 2006. The use of the red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*, Girard) as indicator of the bioavailability of heavy metals in environmental monitoring in the River Guadiana (SW, Spain). *Science of the Total Environment*, 366(1);380-390.
- Alexopoulos, E., McCrohan, C.R., Powell, J.J., Jugdaohsingh, R. and White, K.N. 2003. Bioavailability and toxicity of freshly neutralized aluminium to the freshwater crayfish *Pacifastacus leniusculus*. *Arch Environ Contam Toxicol.*, 45, 509–51.
- Almasoud, F.I., Usman, A.R. and Al-Farraj, A.S. 2014. Heavy metals in the soils of the Arabian Gulf coast affected by industrial activities: analysis and assessment using enrichment factor and multivariate analysis. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, 1691-1703.

- Al-Mohanna, S.Y. and Subrahmanyam, M.N. 2001. Flux of heavy metal accumulation in various organs of the intertidal marine blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) from the Kuwait coast after the Gulf War. *Environ Int.*, 27(4); 321-6.
- Al-Saadi, H.A., Al-Lami, A.A., Hassan, F.A. and Al-Dulymi, A.A. 2002. Heavy metals in water, suspended particles, sediments and aquatic plants of Habbaniya Lake, Iraq. *Intern. J. Environ. Studies.*, 59 (5); 589-598.
- Anonim. 2015. Web Sitesi: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Fatsa>, https://tr.wikipedia.org/wiki/Per_%C5%9Fembe,_Ordu, Erişim Tarihi: 30.12.2015.
- Atıcı, T., Obalı, O., Altındağ, A., Ahıska, S. and Aydın, D. 2010. The accumulation of heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) and their state in phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Beysehir Lake and Mogan Lake, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 9(4); 475-487.
- Atıcı, A., Ahıska, S., Altındağ, A. and Aydın D. 2008. Ecological effects of some heavy metals (Cd, Pb, Hg, Cr) pollution of phytoplanktonic algae and zooplanktonic organisms in Sariyar Dam Reservoir in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 7(12); 1972-1977.
- Ayas, Z., Ekmekci, G., Yerli, S.V. and Ozmen, M. 2007. Heavy metal accumulation in water, sediments and fishes of Nallihan Bird Paradise, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 28(3); 545-549.
- Balakrishnan, T., Sundaramanickam, A., Shekhar, S. and Balasubramanian, T. 2015. Distribution and seasonal variation of heavy metals in sediments of muthupet lagoon, Southeast Coast of India. *Journal of Ecological Engineering*, 16(3); 49-60.
- Balkis, N., Aksu, A., Okuş, E. and Apak, R. 2010. Heavy metal concentrations in water, suspended matter and sediment from Gökova Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 167, 359-370.

- Bastami, A.A., Khoei, J.K. and Esmailian, M. 2012. Bioaccumulation of heavy metals in sediment and crab, *Portunus pelagicus* from Persian Gulf, Iran. Middle-East Journal of Scientific Research, 12(6); 886-892.
- Bat, L., Şahin, F., Sezgin, M., Üstün, F., Gökkurt-Baki, O. and Öztekin, H.C. 2013. However, the concentrations of all metals were exceptionally high in the two sites located outside the reserve, suggesting that waters from Deep Bay might be the possible source of metal. J. Black Sea/Mediterranean Environment, 19(1); 70-81.
- Baviskar, S., Choudhury, R. and Mahanta, C. 2015. Dissolved and solid-phase arsenic fate in an arsenic-enriched aquifer in the river Brahmaputra alluvial plain. Environ Monit Assess Mar, 187(3); 93.
- Bogen, J., Fergus, T. and Walling, D.E. 2003. Erosion and sediment transport measurement in rivers: technological and methodological advances. IAHS 283, 238 p., Wallingford.
- Caeiro, S., Costa, M.H., Ramos, T.B., Fernandes, F., Silveira, N., Coimbra, A., Medeiros, G. and Painho, M. 2005. Assessing heavy metal contamination in Sado Estuary sediment: An index analysis approach. Ecological Indicators, 5, 151–169.
- Campana, O., Sarasquete, C. and Blasco, J. 2003. Effect of lead on ALA-D activity, metallothionein levels, and lipid peroxidation in blood, kidney, and liver of the toadfish *Halobatrachus didactylus*. Ecotoxicology and Environmental Safety, 55, 116-125.
- Cannicci, S., Gomei, M., Dahdouh-Guebas, F., Rorandelli, R. and Terlizzi, A. 2007. Influence of seasonal food abundance and quality on the feeding habits of an opportunistic feeder, the intertidal crab *Pachygrapsus marmoratus*. Marine Biology, 151(4); 1331-1342.

- Cannicci, S., Gomei, M., Boddi, B. and Vannini, M. 2002. Feeding habits and natural diet of the intertidal crab *Pachygrapsus marmoratus*: Opportunistic browser or selective feeder?. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 54, 983–1001.
- Carr, R.S., Long, E.R., Windom, H.L., Chapman, D.C., Thursby, G., Sloane, G.M. and Wolfe, D.A. 1996. Sediment quality assessment studies of Tampa Bay, Florida. Environmental Toxicology and Chemistry, 15, 1218-1231.
- Censi, P., Spoto, S.E., Saiano, F., Sprovieri, M., Mazzola, S. and Nardone, G. 2006. Heavy metals in coastal water systems. A case study from the northwestern Gulf of Thailand. Chemosphere, 64, 1167–1176.
- Chan, H.M. and Rainbow, P.S. 1993. On the excretion of zinc by the shore crab *Carcinus maenas* (L.). Ophelia, 38(1); 13-30.
- Chapman, P.M. and Wang, F. 2001. Assessing sediment contamination in estuaries. Environ. Toxicol. Chem., 20, 3–22.
- Cheung, K.C. and Wong, M.H. 2006. Risk assessment of heavy metal contamination in shrimp farming in Mai Po Nature Reserve, Hong Kong. Environ Geochem Health., 28(1-2); 27-36.
- Çetinkaya, M. 2015. Co(II), Cr(III) ve Ni(II) metal iyonlarının sulu ortamlarda *Mucor pusillus* (Lindt., 1886) immobilize edilmiş aktif Al₂O₃ biyokompozitte zenginleştirilme şartlarının araştırılması ve alevli AAS ile tayini. Yüksek Lisans Tezi. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Daskalakis, K.D. and O'Connor, T.P. 1995. Normalization and elemental sediment contamination in the coastal United States. Environmental Science and Technology, 29, 470-477.
- Dauvin, J.C. 2009. New record of the marbled crab *Pachygrapsus marmoratus* (Crustacea: Brachyura: Grapsoidea) on the coast of northern Cotentin, Normandy, western English Channel. Marine Biodiversity Records, 2, e92.

- Donze, M., Nieuwendijk, C., Boxtel, A. and Quaak, M. 1990. Shaping the environment: aquatic pollution and dredging in the european community. Delwel Publishers, 184 p., Hague, Netherlands.
- Dr. 1995. Classificaçao de materiais dragados. Dia'rio da Republica DR II serie, despacho conjunto dos ministerios do ambiente e recursos naturais e do Mar, 141, Portugal.
- Edwards, R.V. 2008. *Pachygrapsus marmoratus*, a marbled rock crab. Marine life information network: biology and sensitivity key information sub-programme plymouth: marine biological association of the United Kingdom.
(<http://www.marlin.ac.uk/speciesinformation.php?speciesID=4005>) Erişim Tarihi: 31/03/2015.
- El-Serehy, H.A., Aboulela, H., Al-Misned, F., Kaiser, M., Al-Rasheid, K. and El-Din, H.E. 2012. Heavy metals contamination of a Mediterranean Coastal Ecosystem, Eastern Nile Delta, Egypt. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 12,751-760.
- Ergen-Fikirdeşici, ř., Tunca-Üçüncü, E.,Özkan, A.D., Ölmez, T.T., Acaröz, E., Altındağ, A., Tekinay, T. and Tunca, E. 2015. Interactions between metals accumulated in the narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Dikilitaş Lake, Turkey. Chemistry and Ecology,31(5); 455–465.
- Farkas, A., Salánki, J. and Specziár, A. 2003. Age- and size-specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low-contaminated site. Water Res., 37, 959–964.
- Flores, A.A.V. and Paula, J. 2002. Population dynamics of the shore crab *Pachygrapsus marmoratus* (Brachyura: Grapsidae) in the central Portuguese coast. J.Mar. Biol. Ass. U.K., 82, 229-241.

- Fox, P.M. and Doner, H.E. 2002. Trace element retention and release on minerals and soil in a constructed wetland. *J. Environ. Qual.*, 31, 331-338.
- Fratini, S., Zane, L., Ragionieri, L., Vannini, M. and Cannicci, S. 2008. Relationship between heavy metal accumulation and genetic variability decrease in the intertidal crab *Pachygrapsus marmoratus* (Decapoda; Grapsidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79, 679–686.
- Gillis, P.L., Wood, C.M., Raville, J.F. and Chow-Fraser, P. 2006. Bioavailability of sediment-associated Cu and Zn to *Daphnia magna*. *Aquatic Toxicology*, 77, 402–411.
- Hadring, J.P. and Whitton, B.A. 1978. Zinc, cadmium and lead in water sediments and submerged plants of the Derwent Reservoir, Northern England. *Water Research*, 12, 307-316.
- Hagger, J.A., Jones, M.B., Lowe, D., Leonard, D.R.P., Owen, R., Galloway, T.S., 2008. Application of biomarkers for improving risk assessments of chemicals under the Water Framework Directive: a case study. *Mar. Pollut. Bull.* 56 (6), 1111–1118.
- Hahladakis, J., Smaragdaki, E., Vasilaki, G. and Gidarakos, E. 2013. Use of Sediment Quality Guidelines and pollution indicators for the assessment of heavy metal and PAH contamination in Greek surficial sea and lake sediments. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 2843-2853.
- Hakanson, L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. A sediment ecological approach. *Water Research*, 14, 975-1001.
- Hashim, M.A. and Chu, K.H. 2004. Biosorption of cadmium by brown, green, and red seaweeds. *Chemical Engineering Journal*, 97, 249-255.
- Hayward, P., Nelson-Smith, T. and Shields, C. 1996. Collins pocket guide, sea shore of Britain and Europe. Harper Collins Publisher Ltd, London.

- Hosseini, M., Nabavi, S.M.B., Pazooki, J. and Parsa, Y. 2014. The Levels of Toxic Metals in Blue Crab *Portunus segnis* from Persian Gulf. J Marine Sci Res Dev, 4:1.
- Hosseini, M., Bastami, A.A., Khoei, J.K., Esmailian, M., Songhori, E.J. and Najafzadeh, M. 2012. Concentrations of heavy metals in selected tissues of blue swimming crab, *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) and sediments from Persian Gulf. World Applied Sciences Journal, 19(10); 1398-1405.
- İslam, S.M., Halim, M.A., Safiullah, S., İslam, S.M. and İslam, M.M. 2009. Analysis of organic matter, iron and manganese in soil of arsenic affected Singair Area, Bangladesh. Research Journal of Environmental Toxicology, 3(1); 31-35.
- Jadeja, R.N. and Tewari, A. 2007. Effect of soda ash industry effluent on bioaccumulation of metals by seaweeds of coastal region of Gujarat, India. Journal of Hazardous Materials, 147, 148-154.
- Jamshidi-Zanjani, A. and Saeedi, M. 2013. Metal pollution assessment and multivariate analysis in sediment of Anzali International Wetland. Environmental Earth Sciences, 70, 1791-18.
- Jayasundara, N., Towle, D.W., Weihrauch, D. and Spanings-Pierrot, C. 2007. Gill-specific transcriptional regulation of Na⁺/K⁺-ATPase α -subunit in the euryhaline shore crab *Pachygrapsus marmoratus*: sequence variants and promoter structure. Journal of Experimental Biology, 210, 2070-2081.
- Kamalı, U.A. 1999. Samsun-Ordu kıyı şeridinde deniz kirliliğinin incelenmesi ve kirlilik birikiminin midye örneğinde araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Karadede, H. and Ünlü, E. 2000. Concentrations of some heavy metals in water, sediment and fish species from the Atatürk Dam Lake (Euphrates), Turkey. Chemosphere, 41, 1371-1376.

- Kesavan, K., Murugan, A., Venkatesan, V. and Kumar, B.S.V. 2013. Heavy metal accumulation in molluscs and sediment from Uppanar Estuary, southeast coast of India. *Thalassas*, 29(2); 15-21.
- Kır, İ. ve Tumantozlu, H. 2012. Karacaören-II Baraj Gölü'ndeki su, sediment ve sazan (*Cyprinus carpio*) örneklerinde bazı ağır metal birikiminin incelenmesi. *Ekoloji*, 21(82); 65-70.
- Kır, İ., Özcan, S.T. ve Tuncay, Y. 2007. Kovada Gölü'nün su ve sedimentindeki bazı ağır metallerin mevsimsel değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24(1-2); 155–158.
- Klein, J. 2002. Water pollution in the accra-tema metropolitan area. Source and impacts. M.Sc Thesis. Eindhoven University of Technology, Eindhoven.
- Kouba, A., Buřič, M. and Kozák, P. 2010. Bioaccumulation and effects of heavy metals in crayfish: a review. *Water, Air and Soil Pollution*, 211(1–4); 5–16.
- Krauskopf, K.B. 1979. Introduction to geochemistry. International series in the earth and planetary sciences. McGraw-Hill, Tokyo.
- Kruopiene, J. 2007. Distribution of heavy metals in sediments of the Nemunas River (Lithuania). *Polish Journal of Environmental Studies*, 16(5); 715-722.
- Kurun, A., Balkıs, N., Erkan, M., Balkıs, H., Aksu, A. and Ersan, M.S. 2010. Total metal levels in crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823), and surface sediments in Lake Terkos, Turkey. *Environ Monit Assess.*, 169, 385–395.
- Laane, R.W.P.M., Slijkerman, D., Vethaak, A.D. and Schobben, J.H.M. 2012. Assessment of the environmental status of the coastal and marine aquatic environment in Europe: a plea for adaptive management. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 96, 31–38.
- Le Guern, C., Conil, P. and Baranger, P. 2007. Dynamics of arsenic at hydrothermal spring outlets: role of Fe oxyhydroxides and carbonates. Ed.; Nriagu, J.O.,

Bhattacharya,P., Mukherjee, A.B., Bundschuh, J., Zevenhoven R.and Loeppert, R.H., Arsenic in soil and groundwater environment: biogeochemical interactions, health effects and remediation, trace metals and other contaminants in the environment, Elsevier B.V., 9 p., Amsterdam, Hollanda.

Legrasa, S., Mouneyraca, C., Amiard, J.C., Amiard-Triquet, C. and Rainbowd, P.S. 2000. Changes in metallothionein concentrations in response to variation in natural factors (salinity, sex, weight) and metal contamination in crabs from a metal-rich estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 246(2); 259–279.

Leong, L.S. and Tanner, P.A. 1997. Spatial and temporal variations in abundant and trace metal concentrations in coastal sediment from near Yim Tin Tsai, Tolo Harbour, Hong Kong. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 62, 77-90.

Leung, K.M.Y., Morgan, I.J., Wu, R.S.S., Lau, T.C., Svavarsson, J. and Furness, R.W. 2001. Growth rate as a factor confounding the use of the dog whelk *Nucella lapillus* as biomonitor of heavy metal contamination. *Mar Ecol-Prog Ser.*, 221, 145–159.

Long, E.R., Field, L.J. and Macdonald, D.D. 1998. Predicting toxicity in marine sediments with numerical sediment quality guidelines. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 17, 714-727.

Long, E.R., MacDonald, D.D., Smith, S.L. and Calder, F.D. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environ. Manage.*, 19, 81–97.

Long, E.R. and Morgan, L.G. 1991. The potential for biological effects of sediment-sorbed contaminants tested in the National Status and Trends Program. NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52. National Oceanic and Atmospheric Administration, 175 p.,Seattle.

- Martins, C.M.G., Barcarolli, I.F., Menezes, E.J., Giacomini, M.M., Wood, C.M. and Bianchini A. 2011. Acute toxicity, accumulation and tissue distribution of copper in the blue crab *Callinectes sapidus* acclimated to different salinities: in vivo and in vitro studies. *Aquatic Toxicology*, 101, 88–99.
- MacFarlane, G.B. and Burchett, M.D. 2000. Cellular distribution of Cu, Pb, and Zn in the Grey Mangrove *Avicennia marina* (Forsk.). *Vierh. Aquatic. Botanic.*, 68, 45–59.
- MacDonald, D.D., Ingersoll, C.G. and Berger, T.A. 2000. Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination Toxicology*, 39, 20–31.
- Madeira, D., Narciso, L., Cabral, H.N., Diniz, M.S. and Vinagre, C. 2012. Thermal tolerance of the crab *Pachygrapsus marmoratus*: intraspecific differences at a physiological (CT_{Max}) and molecular level (Hsp70). *Cell Stress and Chaperones*, 17, 707–716.
- McArthur, J.M., Ravencroft, P., Safiullah, S. and Thirlwall, M.F. 2001. Arsenic in groundwater: testing pollution mechanism for sedimentary aquifers in Bangladesh. *Water Resour. Res.*, 37, 109–117.
- Mendez, L., Racotta, I.S., Acosta, B. and Rodriguez-Jaramillo, C. 2001. Mineral level in tissue during ovarian development of white shrimp *Penaeus vannamei* (Decapoda: Penaeidae). *Mar Biol*, 138, 687–92.
- Mendil, D. and Uluözlü, Ö.D. 2007. Determination of trace metal levels in sediment and five fish species from lakes in Tokat, Turkey. *Food Chemistry*, 101, 739–745.
- Mesquita, S.R., Ergen-Fikirdeşici, Ş., Rodrigues, A.P. Oliva-Teles, M.T., Delerue-Matos, C. and Guimarães, L. 2015. N-acetyl-β-D-glucosaminidase activity in feral *Carcinus maenas* exposed to cadmium. *Aquatic Toxicology*, 159, 225–232.

- Miller, G.G., Sweet, L.I., Adams, J.V., Omann, G.M., Passino-Reader, D. and Meter, P.G. 2002. In vitro toxicity and interactions of environmental contaminants (arochlor 125 and mercury) and immunomodulatory agents (lipopolysaccharidae and cortisol) on thymocytes from lake trout (*Salvelinus namaycus*). Fish and Shellfish Immunology 13, 11–26.
- Mohammadnabizadeh, S., Afshari, R. and Pourkhabbaz, A. 2013. Metal concentrations in marine fishes collected from hara biosphere in Iran. Bull Environ Contam Toxicol., 90(2); 188–193.
- Mouneyrac, C., Amiard-Triquetb, C., Amiardb, J.C. and Rainbowc, P.S. 2001. Comparison of metallothionein concentrations and tissue distribution of trace metals in crabs (*Pachygrapsus marmoratus*) from a metal-rich estuary, in and out of the reproductive season. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology, 129(3); 193–209.
- Müller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. Geo Journal, 2, 108-118.
- Nassiri, Y., Rainbow, P. S., Amiard-Triquet, C., Rainglet, F. and Smith, B. D. 2000. Trace-metal detoxification in the ventral caeca of *Orchestia gammarellus* (Crustacea: Amphipoda). Mar. Biol., 136, 477–484.
- Núñez-Nogueira, G., Fernández-Bringas, L., Ordiano-Flores, A. and Gómez-Ponce, A. 2013. Ni accumulation and regulation after experimental exposure to a Cd, Pb, and Zn mixture in the Pacific White Shrimp *Penaeus vannamei*. Water Air Soil Pollut., 224, 1644.
- Odokuma, L.O. and Ijeomah, S.O. 2003. Seasonal changes in the heavy metal resistant bacterial population of the New Calabar River, Nigeria. Global Journal of Pure and Applied Sciences, 9(4); 425-434.
- Oner, O. and Celik, A. 2011. Investigation of Some Pollution Parameters in Water and Sediment Samples Collected From the Lower Gediz River Basin. Ekoloji, 20(78);48-52.

- Özbay, Ö., Göksu, M.Z.L., Alp, M.T. ve Sungur, M.A. 2013. Berdan Çayı (Tarsus - Mersin) sedimentinde ağır metal düzeylerinin araştırılması. *Ekoloji*, 22(86); 68-74.
- Özmen, H., Külahçı, F., Çukurovalı, A. and Doğru, M.2004. Concentrations of heavy metal and radioactivity in surface water and sediment of Hazar Lake (Elazığ, Turkey). *Chemosphere*, 55, 401-408.
- Pastorinho, R.M., Telfer, T.C., Nogueira, A.J.A., Soares, A.M.V.M. and Ranville, J.F. 2012. An evaluation of trace metal distribution, enrichment factors and risk in sediments of a coastal lagoon (Ria de Aveiro, Portugal). *Environmental Earth Sciences*, 67, 2043-2052.
- Pierrot, S.C., Soyeux, D., Herp, F.V., Gompel, M., Skaret, G., Grousset, E. and Charmantier, G. 2000. Involvement of crustacean hyperglycemic hormone in the control of gill ion transport in the crab *Pachygrapsus marmoratus*. *General and Comparative Endocrinology*, 119(3); 340-350.
- Rainbow, P.S. 2007. Trace metal bioaccumulation: models, metabolic availability and toxicity. *Environ. Int.*, 33, 576–582.
- Rainbow, P.S. 2002. Trace metal concentrations in aquatic invertebrates: why and so what? *Environ. Pollut.*, 120, 497–507.
- Rainbow, P.S., Amiard-Triquet, C., Amiard, J.C., Smith, B.D. and Langston, W.J. 2000. Observations on the interaction of zinc and cadmium uptake rates in crustaceans (amphipods and crabs) from coastal sites in UK and France differentially enriched with trace metals. *Aquatic Toxicology*, 50(3); 189–204.
- Rainbow P.S., Amiard-Triquet C., Amiard J.C., Smith B.D., Best S.L., Nassiri Y. and Langston, W.J. 1999. Trace metal uptake rates in crustaceans (amphipods and crabs) from coastal sites in NW Europe differentially enriched with trace metals. *Marine ecology. Progress series*, 183, 189-203.

- Rainbow, P.S. 1995. Biomonitoring of heavy metal availability in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 31, 183-192.
- Rainbow, P.S. 1993. The significant of trace metals concentrations in marine invertebrates. Ed;Dallinger, R. and Rainbow, P.S. *Ecotoxicology of metals in invertebrates*. 3-24p.,Lewis, Boca Raton, Florida.
- Rainbow, P.S. and White, S.L. 1989. Comparative strategies of heavy metal accumulation by crustaceans: Zinc, copper and cadmium in a decapod, an amphipod and a barnacle. *Hydrobiologia*, 174, 245-262.
- Rahman, M.A., Hasan, M.M., Siddique, N.A. and Alam, A.M.S. 2011. Mobilization of arsenic with iron, manganese and copper in borehole sediments of the River Jamuna. *Journal of Bangladesh Chemical Society*, 25(1); 30-37.
- Ratte, H.T. 1999. Bioaccumulation and toxicity of silver compounds: a review, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 18(1); 89-108.
- Ray, W.I. and Paul F.C. 2006. First reported occurrences of the marbled crab, *Pachygrapsus marmoratus* (Crustacea: Brachyura: Grapsoidea) in southern coastal waters of the British Isles. *JMBA2 Biodiversity Records*.
- Rubio, B., Nombela, M.A. and Vilas, F. 2000. Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain) an assessment of metal pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 40(11); 968-980.
- Ruel, S.M., Choubert, J.M., Budzinski, H., Miège, C., Esperanza, M. and Coquery, M. 2012. Occurrence and fate of relevant substances in wastewater treatment plants regarding Water Framework Directive and future legislations. *Water Sci. Technol.*, 65(7); 1179–1189.
- Safiullah, S. 1998. Report on monitoring and mitigation of arsenic in the ground water of faridpur municipality. CIDA Arsenic project, 1-83.
- Samecka-Cymerman, A. and Kempers, A.J. 2007. Heavy metals in aquatic macrophytes from two small rivers polluted by urban, agricultural and textile industry

- Sewages SW Poland. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 53(2); 198-206.
- Sanders, M.J., Du Preez, H.H. and Van Vuren, J.H.J. 1998. The freshwater river crab, *Potamonautes warreni*, as a bioaccumulative indicator of iron and manganese pollution in two aquatic systems. Ecotoxicol Environ Saf., 41, 203–214.
- Sarasiab, A.R., Mirsalari, Z. and Hosseini, M. 2014. Distribution and seasonal variation of heavy metal in surface sediments from Arvand River, Persian Gulf. J. Marine Sci Res Dev., 4-3.
- Serfor-Armah, Y., Nyarko, B.J.B., Osae, E.K., Carboo, D., Anim-Sampong, S. and Seku, F. 2001. Rhodophyta seaweed species as bioindicators for monitoring toxic element pollutants in the marine ecosystem of Ghana, Water, Air and Soil Pollution, 127,243-253.
- Silva, A.C.F., Brazão, S., Hawkins, S.J., Thompson, R.C. and Boaventura, D.M. 2009. Abundance, population structure and claw morphology of the semi-terrestrial crab *Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787) on shores of differing wave exposure. Mar Biol., 156, 2591–2599.
- Silva, A., Boaventura, D., Flores, A., Ré, P. and Hawkins, S.J. 2004. Rare predation by the intertidal crab *Pachygrapsus marmoratus* on the limpet *Patella depressa*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 84, 367-370.
- Smith, S.L., Macdonald, D.D., Keenleyside, K.A., Ingersoll, C.G. and Field, L.J. 1996. A preliminary evaluation of sediment quality assessment values for freshwater ecosystems. Journal of Great Lakes Research, 22, 624-638.
- Simonetti, P., Botte, S.E., Fiori, S.M. and Marcovecchio, J.E. 2012. Heavy-Metal Concentrations in Soft Tissues of the Burrowing Crab *Neohelice granulata* in Bahía Blanca Estuary, Argentina. Arch Environ Contam Toxicol, 62:243–253.

- Stachowicz, J.J. and Hay, M.E. 1999 Reduced mobility is associated with compensatory feeding and increased diet breadth of marine crabs. *Marine Ecology Progress Series*, 188, 169–178.
- Stanek, M., Dąbrowski, J., Długosz J. and Janicki, B. 2014. Impact of the anthropogenisation on the metal bioaccumulation and distribution in the spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus* Raf.) from Lake Gopło, Poland. *Int. J. Environ. Res.*, 8(4); 1315-1322.
- Stewart, S.C., Dick, J.T.A., Laming, P.R. and Gerhardt, A. 2010. Assessment of the multispecies freshwater biomonitorTM(MFB) in a marine context: the green crab (*Carcinus maenas*) as an early warning indicator. *Journal of Environmental Monitoring*, 12, 1566–1574.
- Stollenwerk, K.G. 2003. Geochemical processes controlling transport of arsenic in groundwater: a review of adsorption. Ed; Welch, A.H. and Stollenwerk, K.G. *Arsenic in ground water: geochemistry and occurrence*. Kluwer Academic Publishers, 67-100 p., Boston.
- Tanner, A.P., Leong, L.S. and Pan, S.M. 2000. Contamination of heavy metals in marine sediment cores from Victoria Harbour, Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin*, 40(9); 769-779.
- Taylan, Z.S. ve Özkoç, H.B. 2007. Potansiyel ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde akuatik organizmaların biokullanılabilirliği. *BAÜ FBE Dergisi*, 9(2); 17-33.
- Terra, N.R. and Gonçalves, S.P. 2013. *Daphnia magna* Straus, 1820 response to sediment samples from a contaminated river (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 25(1); 19-33.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R. and Jeffrey, D.W. 1980. Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 33, 566-575.

- Tunca, E., Ucuncu, E., Ozkan, A.D., Ergul-Ulger, Z. and Tekinay, T. 2013a. Tissue distribution and correlation profiles of heavy-metal accumulation in the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus*. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 64(4); 676-691.
- Tunca, E., Ucuncu, E., Ozkan, A.D., Ergul-Ulger, Z., Cansızoğlu, A.E. and Tekinay, T. 2013b. Differences in the accumulation and distribution profile of heavy metals and metalloid between male and female crayfish (*Astacus leptodactylus*). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 90(5); 570-577.
- Tunca, E., Üçüncü, E., Kurtuluş, B., Ozkan, A.D. and Atasagun, S. 2013c. Accumulation trends of metals and a metalloid in the freshwater crayfish *Astacus leptodactylus* from Lake Yeniçağa (Turkey). Chemistry and Ecology, 29(8); 754-769.
- Turekian, K.K. and Wedepohl, K.H. 1961. Distribution of the Elements in some major units of the Earth's crust. Geological Society of America Bulletin, 72, 175-192.
- Türkoğlu, M. 2008. Van Gölü'nden alınan su, sediment ve inci kefali (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas, 1811) örneklerinde bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Van.
- Usero, J., Izquierdo, C., Morillo, J. and Gracia, I. 2003. Heavy metals in fish (*Solea vulgaris*, *Anguilla anguilla* and *Liza aurata*) from Salt Marshes on the Southern Atlantic Coast of Spain. Environmental International, 1069, 1-8.
- Vertacnik, A., Prohic, E., Kozar, S. and Juracic, M. 1995. Behaviour of some trace elements in alluvial sediments, Zagreb Water-Well Field Area, Croatia. Water Research, 29(1), 237-246.
- Villares, R., Puente, X. and Carballeria, A. 2001. Ulva and Enteromorpha as indicators of heavy metal pollution. Hydrobiologia, 462, 221-232.

- Walton, R.C., McCrohan, C.R., Livens, F. and White, K.N. 2010. Trophic transfer of aluminium through an aquatic grazer-omnivore food chain. *Aquat Toxicology*, 99, 93–99.
- Warner, G.F. 1977. The biology of crabs. Elek Science, 202 p., London.
- Weis, S.J. 2014. Physiological, developmental behavioral effects of marine pollution. Springer. Rutgers University Newark, 357 p., NJ, USA.
- Weis, J., Cristini, A. and Rao, K. 1992. Effects of pollutants on molting and regeneration in crustacea. *Am Zool.*, 32(3), 495–500.
- Wenning, R.J. and Ingersoll, C.G. 2002. Executive Summary of the SETAC pelston workshop on use of Sediment Quality Guidelines and related tools for the assessment of contaminated sediments. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). Pensacola, FL, USA.
- White, S.L. and Rainbow, P.S. 1982. Regulation and accumulation of copper, zinc and cadmium by the shrimp *Palaemon elegans*. *Mar Ecol: Prog Ser*, 8, 95–101.
- Wilson, J.G. and Jeffrey, D.W. 1987. Europe-wide indices for monitoring estuarine quality. Ed; Kramer, K.J.M. Biological Indicators of Pollution. Royal Irish Academy, 225–242 p., Dublin, Ireland.
- Wolcott, D.L. and O'Connor, N.J. 1992 Herbivory in crabs: adaptations and ecological considerations. *American Zoologist*, 32, 370–381.
- Xu, Z.Q., Ni, S.J. and Tuo, X.G. 2008. calculation of heavy metals toxicity coefficient in the evaluation of potential ecological risk index. *Environmental Science and Technology*, 31, 112-115.
- Yazkan, M., Özdemir, F. and Gölükçü, M. 2004. Cu, Zn, Pb and Cd contents in some molluscs and crustacea caught in the Gulf of Antalya. *Türk. J. Vet. Anim. Sci.*, 28, 95-100.

- Yiğit, S. and Altındağ, A. 2006. Concentration of heavy metals in the food web of Lake Egirdir, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 27(3); 475-478.
- Yiğit, S. and Altındağ, A. 2002. Accumulation of heavy metals in the food web components of Burdur Lake, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 11(12a); 1048-1052.
- Yildiz, N. and Yener, G. 2010. Dating of the sediment accumulation rate, radioactive and heavy metal pollution in the Van Lake. *Ekoloji*, 19(77); 80-87.
- Zhang, X.Y., Tang, L.S., Zhang, G. and Wu, H.D. 2008. Heavy metal contamination in a typical mining town of a minority and mountain area, South China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 82(1);31-38.
- Zhang, L., Ye, X., Feng, H., Jing, Y., Ouyang, T., Yu, X., Liang, R., Gao, C. and Chen, W. 2007. Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity, China. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 974–982.
- Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J. and Jiang, G. 2008. Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica Chimica Acta*, 606(2); 135–150.
- Zhu, H., Yuan, X., Zeng, G., Jiang, M., Liang, J., Zhang, C., Yin, J., Huang, H., Liu, Z. and Jiang, H. 2012. Ecological risk assessment of heavy metals in sediments of Xiawan Port based on modified potential ecological risk index. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, 22,1470-1477.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Şeyda FİKİRDEŞİCİ ERGEN

Doğum Yeri : Adana

Doğum Tarihi : 04.10.1983

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Atatürk Süper Lisesi (2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü (2007)

Lisans : Do Minho Üniversitesi (Erasmus Programı, Portekiz) Uygulamalı
Biyoloji (2006-2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim
Dalı (2009).

Akademik/Meslekte Deneyim

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Araştırma Görevlisi (2009-).

Porto Üniversitesi CIIMAR Araştırma Enstitüsü (Portekiz) Araştırmacı (2010-2011).

Ankara Üniversitesi Çocuk Üniversitesi Su Okulu Eğitimci (2009-)

Yayınlar (SCI)

Ergen-Fikirdeşici, Ş., Tunca, Ü.E. Ozkan, A.D., Ölmez, T.T., Acaröz, E., Altındağ, A., Tekinay, T., Tunca, E. 2015. Interactions between metals accumulated in the narrow-clawed crayfish *Astacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) in Dikilitaş Lake, Turkey, Chemistry and Ecology, <http://dx.doi.org/10.1080/02757540.2015.105000>.

Mesquita, S.R., **Ergen-Fikirdeşici, Ş.**, Rodrigues, A.P. Oliva-Teles, M.T., Delerue-Matos, C., Guimarães, L. 2015. N-acetyl-β-D-glucosaminidase activity in feral *Carcinus maenas* exposed to cadmium. Aquatic Toxicology, 159: 225–232.

Balusamy, B., Tastan, E.T. **Ergen-Fikirdeşici, S.**, Uyar, T. and Tekinay, T. 2015. Toxicity of lanthanum oxide (La₂O₃) nanoparticles in aquatic environments. Environmental Science Processes & Impacts DOI: 10.1039/c5em00035a.

Üçüncü, E., Tunca, E., **Fikirdeşici, ř.**, Altındağ, A. 2013. Phytoremediation of Cu, Cr and Pb mixtures by *Lemna minor*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 91(5):600-604.

Üçüncü, E., Tunca, E., **Fikirdeşici, ř.**, Altındağ, A. 2013. Decrease and increase profile of Cu, Cr and Pb during stable phase of removal by duckweed (*Lemna minor* L.). International Journal of Phytoremediation, 15: 376–384.

Fikirdeşici, ř., Altındağ, A., Özdemir, E. 2012. Investigation of acutetoxicity of cadmium-arsenic mixtures to *Daphnia magna* with toxic units approach. Turkish Journal of Zoology, 36(4): 543-550.

Hakemli Diğer Dergiler

Ergen-Fikirdeşici, ř., Veliöğlu, Y.S., Aksu, P. 2015. Study of Imidacloprid Degradation on Field- treated Tomatoes using Ozonation. Journal of AgriSearch 2(1): 33-39.

Uluslararası Kongreler

Mesquita, R.S. **Ergen-Fikirdeşici, ř.**, Rodrigues, P.A., Guimaraes, L. 2015. N-acetyl-β-d-glucosaminidase activity in feral *Carcinus maenas* exposed to cadmium. 18th International Symposium of Pollutant Responses in Marine Organisms (PRIMO 18), Trondheim, Norway, 24th to 27th of May 2015 (poster).

Ergen-Fikirdeşici, ř., Tekatlı, Ç., Yıldız, P., Ören, M., Altındağ, A. 2015. A New Record of Tardigrada from Turkey (Çubuk 2 Dam, Ankara). 13th International Symposium On Tardigrada, 23-26 June 2015, Modena, Italy (poster).

Ergen-Fikirdeşici, ř., Tunca-Üçüncü, E., Tunca E., Acaröz, E., Altındağ, A., Tekinay, T. 2014. Interrelation of heavy metal accumulation in tissues of *Astacus*

leptodactylus (Dikilitaş Lake, Ankara), FABA 2014: International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences, September 25 -27, 2014 (poster).

Ergen-Fikirdeşici, Ş., Velioğlu, Y. S., Kölük, Y., Cönger, E. 2014. Does ozone treatment reduce azoxystrobin toxicity? International Conference of Young Scientists Advances in Botany and Ecology, Uman, Ukrayna. September 9-12, 2014 (sözlü sunum).

Ergen-Fikirdeşici, Ş., Altındağ, A., Velioğlu, Y. S., Aksu, P., Yiğit, M. 2014. The effects of ozone treatment on chlorpyrifos degradation and toxicity, International Conference of Young Scientists Advances in Botany and Ecology, Uman, Ukrayna. September 9-12, 2014 (poster).

Fikirdeşici, Ş., Üçüncü, E., Tunca, E. and Kaya, M., A. 2013. Study on the Success of Fe Metal Bioremediation by *Daphnia magna* and *Lemna minor* Individually and Together, ICOEST'2013 – CAPPADOCIA, Urgup, Turkey, June 18-21, 2013 (sözlü sunum).

Üçüncü, E., **Fikirdeşici, Ş.**, Tunca, E. and Kaya, M., Acute Toxic Effect of Aluminum, Barium and Iron in Two Different Culture Media Containing *Daphnia magna* Alone or In Presence of *L. minor* on *D. magna*, , ICOEST'2013 – CAPPADOCIA, Urgup, Turkey, June 18-21, 2013 (poster).

Mesquita S. R., **Fikirdeşici, S.**, Guilhermino, L. and Guimarães, L. 2011. Sensitivity to cadmium of *Carcinus maenas* populations from two NW Portuguese estuaries with different levels of contamination, SETAC Europe 21st Annual Meeting, Milano. (sözlü sunum).

Ulusal Kongreler

Fikirdeşici, Ş., Altındağ, A. and Özdemir, E., 2010. Kadmiyum-Arsenik Karışımlarının *Daphnia magna* Üzerindeki Toksik Etkilerinin Additional İndeks Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi, Ekoloji 2010 Sempozyumu, Aksaray Üniversitesi, Aksaray (poster).

Özdemir, E., **Fikirdeşici, Ş.** ve Altındağ, A., 2010. Bakır, Arsenik, Kurşun ve Kadmiyumun *Daphnia magna* Üzerine Akut Toksik Etkilerinin İncelenmesi, 20. Ulusal Biyoloji Kongresi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli (poster).

Fikirdeşici Ş., Üçüncü E., Tunca E., Buyurgan Ö. ve Altındağ A., 2011. Ağır Metal Karışımlarının *Lemna minor* Biyokütle İnhibisyonu. 04-07 Ekim Çanakkale. X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi (poster).

Tunca E., **Fikirdeşici Ş.**, Buyurgan Ö., Üçüncü E. ve Ahmet Altındağ A., 2011. Su Mercimeği (*Lemna minor*) Kullanarak Farklı Konsantrasyonlardaki Cu, Cr ve Pb'nin Biyolojik Temizlenmesi. 04-07 Ekim Çanakkale X. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Çanakkale (poster).

Üçüncü E., Buyurgan Ö., **Fikirdeşici Ş.**, Tunca E. ve Altındağ A., 2011. *Lemna minor*'ün Ağır Metal Temizlenmesindeki Yeri: Cr, Pb, Cu Karışımları Örneği. 04-07 Ekim Çanakkale. X. Ulusal Ekoloji Ve Çevre Kongresi (poster).

Buyurgan Ö., Tunca E., Üçüncü E., **Fikirdeşici Ş.** ve Altındağ A., 2011. Pb, Cu ve Cr'a Maruz Bırakılan *Lemna minor*'un EC₅₀ Değerleri. 4-7 Ekim, Çanakkale. X. Ulusal Ekoloji Kongresi (poster).

YÜRÜTTÜĞÜ VE/VEYA KATILDIĞI PROJELER

Lemna minor Kullanılarak Çinko Oksit Nanoparçacığının (ZnONp) Remediasyonu (TÜBİTAK 115Y368, 2015-2016, 29.991,69TL) Proje Yürütücüsü.

Asartepe, Çubuk 2 ve Kesikköprü Baraj Göllerinde Mevcut Metal Durumu İçin İnsan Etkisinin Saptanması ve Durumun Canlılar Üzerindeki Etkisi (Ordu Üniversitesi BAP, AR-1509, 2015-2016, 9.998,00TL) Araştırmacı.

Pestisit Kalıntılarının Ozonla Azaltılması Üzerine Bir Araştırma (TÜBİTAK TOVAG 110O201, 2010-2013, 163.840TL) Bursiyer.

Çomar Deresi Su, Sediment ve *Astacus leptodactylus* (Escholtz, 1823) Örneklerinde Ağır Metal Analizi ve Metallerin *A. leptodactylus*'un Farklı Dokularında Glutatyon S

Transferaz, Glutasyon Redüktaz ve Lipid Peroksidasyon Seviyelerine Etkisinin Doğal ve Laboratuvar Koşullarında Araştırılması (Ankara Üniversitesi BAP,13B4240007, 2013-2015, 30.000TL) Araştırmacı.

ÖDÜLLER

TÜBİTAK Bilimsel Yayın Teşvik Ödülü (2015)

Ankara Üniversitesi Bilimsel Yayın Teşvik Ödülü (2015)

Ankara Üniversitesi Bilimsel Yayın Teşvik Ödülü (2014)

