

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MARMARA DENİZİ GÜNEYİ HOLOSEN MOLLUSK KAVKILARININ
ELEMENT JEOKİMYASI**

N. Bahadır ÖKTEN

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2009**

Her Hakkı Saklıdır

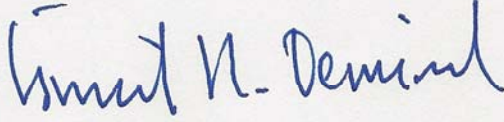
TEZ ONAYI

Necdet Bahadır ÖKTEN tarafından hazırlanan, "Marmara Denizi Güneyi Holosen Mollusk Kavkılarının Element Jeokimyası" adlı tez çalışması 27/01/2009 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEKLİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ali SARI

Jüri Üyeleri

Başkan: Prof. Dr. İsmail Hakkı DEMİREL, Hacettepe Üniversitesi



Üye: Prof. Dr. Ali SARI, Ankara Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Şükrü KOÇ, Ankara Üniversitesi



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Orhan ATAKOL
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MARMARA DENİZİ GÜNEYİ HOLOSEN MOLLUSK KAVKILARININ ELEMENT JEOKİMYASI

N. Bahadır ÖKTEN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali SARI

Marmara Denizi'nin Güney ve Güneybatısında değişik su derinliklerinden derlenmiş olan mollusk kavkıları ve çökellerde Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr ve Ca gibi ağır ve iz elementler ile elementlerin dağılımlarını etkileyen başlıca unsurlar incelenmiştir. Özellikle, elementlerin, ortalama olarak, kavkılardaki dağılımlarının 4 grup altında toplandığı belirlenmiştir. Bu gruplarda 12 elementin (Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd) dağılımının 1 ppm'in altında (0.053-0.79 ppm), 7 elementin (Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr ve Cu) 1.0-6.0 ppm, 4 elementin (Ti, Mn, Ba ve Zn) 10-20 ppm, 5 elementin (Si, Al, Fe, Mg ve Sr) değerlerinin ise 47.44-268.11 ppm arasında olduğu tespit edilmiştir. Yukarıda adı geçen 29 elementin taksonomik özellikleri *Chamale (Chamalea) gallina* LINNÉ, 1758; *Pitar rudis* POLI, 1795; *Nassarius (hinia) reticulatus* LINNÉ, 1758; *Venerupis senescens* COCCONI, 1873; *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791; *Chlamys (Flexopecten) glabra* LINNÉ, 1758 ve 2 adet *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 gibi mollusk kavkılarında teker-teker araştırılmıştır. Molluskların taksonomisinde elementlerin özgül değere sahip oldukları tespit edilmiştir. Yani, çeşitli mollusk kavkılarında rastlanan farklı değerlerdeki element dağılımlarının, öncelikle, onların taksonomik özelliklerine bağlı olduğu öngörülmektedir. Değişik biyonomik ortamdaki aynı türlerde gözlemlenen farklı element dağılımları ise ortamın jeokimyasından kaynaklanmaktadır. İnceleme sonucunda ortaya çıkan bütün bulgular organizmaların ortamın en belirleyici ve faal jeokimyasal unsurları olduklarına işaret etmektedir.

Ocak 2009, 84 sayfa

Anahtar Kelimeler:Güney Marmara, biyojeokimyasal, fauna, element, kavkı, mollusk, taksonomi, mineraloji, ekosistem, biyofasiyes.

ABSTRACT

Master Thesis

ELEMENT GEOCHEMISTRY IN HOLOCENE MOLLUSC SHELLS IN SOUTH OF MARMARA SEA

N. Bahadır ÖKTEN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ali SARI

In this study, concentrations of some heavy metals and trace elements such as Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr, Ca and factor affecting their distribution in mollusk shells and deposits collected from various depths in southern and southwestern parts of the Marmara Sea were investigated. It was determined that distribution of elements in shells was categorized into 4 groups. In these groups, concentration of 12 elements (Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd) are below 1 ppm (0.053-0.79 ppm), concentration of 7 elements (Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr and Cu) are 1.0-6.0 ppm, concentration of 4 elements (Ti, Mn, Ba and Zn) are 10-20 ppm and concentration of 5 elements (Si, Al, Fe, Mg and Sr) are 47.44-268.11 ppm. Taxonomic characteristics of above mentioned 29 elements were separately studied on some mollusk shells such as *Chamale (Chamalea) gallina* LINNÉ, 1758; *Pitar rudis* POLI, 1795; *Nassarius (hinia) reticulatus* LINNÉ, 1758; *Venerupis senescens* COOCCONI, 1873; *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791; *Chlamys (Flexopecten) glabra* LINNÉ, 1758 and 2 pieces *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819. It was found that in mollusk taxonomy elements have unique values. In other words, element concentrations in various mollusk shells depend mainly on taxonomic characteristics of mollusks. In various bionomic environments different element distributions of the same species are attributed to different geochemical character of the each environment. Data obtained in this study indicate that organisms are the most active and deterministic factors of the environment.

January 2009, 84 pages

Key words: South Marmara, biogeochemistry, fauna, element, lattice, mollusc, taxonomy, mineralogy, ecosystem, biofacies

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarımı yönlendiren, araőtırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek akademik ortamda olduğu kadar beőeri iliőkilerde de engin fikirleriyle yetiőme ve geliőmeme katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. Sn. Ali SARI'ya, çalıőmalarından yararlanarak çok őey öğrendiğim başta hocam Prof. Dr. Sn. Saday Azadoğlu ALİYEV olmak üzere diğer bütün hocalarıma ve çalıőmalarım esnasında sıkıntılarıma ortak olarak, hiçbir konuda yardımını esirgemeyen Araő. Gör. Sn. Uğur Erdem DOKUZ'a ve bütün arkadaşlarıma en derin duygularıyla teşekkür ederim.

N. Bahadır ÖKTEN

Ankara, Ocak 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	3
3. GENEL BİLGİLER.....	8
3.1 Marmara Denizi'nin Morfolojik ve Oşinografik Özellikleri	8
3.2 Marmara Denizi ve Yakın Çevresinin Neojen-Kuvaterner Stratigrafisi	11
3.3 Marmara Denizi Dip Çökelleri ve Çökel Oluşum Hızı	17
4. MATERYAL VE YÖNTEM	19
5. JEOKİMYASAL İNCELEMELER	21
5.1 Çalışma Alanı Dip Çökellerinde Bulunan Elementlerin Dağılım Özelliği	21
5.1.1 Mo, Ni ve Co	22
5.1.2 Cr ve V.....	22
5.1.3 Cu ve Zn	24
5.1.4 Cd, Mn ve Ba	24
5.1.5 Zr ve Ga	25
5.1.6 Yb, Sc, Pb ve Y	25
5.1.7 Se, Bi, Sb, W, As ve Nb	26
5.1.8 Si, Al, Fe, Ca, Mg ve Ti	27
5.2 Çalışma Alanı Çökellerindeki Elementlerin Ortalama Dağılımı ve Yer Kabuğundakine Göre Birikim Seviyesi	27
6. BİYOJEOKİMYASAL İNCELEMELER	29
6.1 Çalışma Alanı Mollusk Kavkılarındaki Elementlerin Ortalama Olarak İncelenmesi	30

6.2 Mollusk Kavkılarındaki Elementlerin Ortalamalarının, Çalışma Alanı Çökellerinde, Yer Kabuğunda ve Deniz Suyundaki Ortalamaları İle Karşılaştırılması ve Biyolojik Birikim Seviyesi (BBS)	33
6.2.1 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, çalışma alanına ait çökellerindeki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi	34
6.2.2 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, yer kabuğundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi	35
6.2.3 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, deniz suyundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi	37
7. MOLLUSKLARIN TAKSONOMİK ÖZELLİKLERİ İLE ELEMENTLER ARASINDAKİ İLİŞKİ.....	39
8. ÇALIŞMA ALANI ÇÖKELLERİNDEKİ ELEMENT DAĞILIMLARININ BÖLGESEL OLARAK İNCELENMESİ	49
9. ÇALIŞMA ALANI ÇÖKELLERİNDE BÖLGESEL OLARAK ORGANİK KARBON İÇERİĞİNİN ELEMENT DAĞILIMLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI	53
10. TEZ KAPSAMINDA İNCELENEN MOLLUSK KAVKILARININ MİNERALOGİSİ	56
11. SONUÇLAR	71
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	84

SİMGELER DİZİNİ

A°	Angstrom
Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
As	Arsenik
ASS	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
Au	Altın
Ba	Baryum
BBS	Biyolojik Birikim Seviyesi
Bi	Bizmut
BS	Birikim Seviyesi
°C	Celsius (Santigrat) Derece
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CaO	Kalsiyumoksit
Cd	Kadmiyum
Co	Kobalt
CO ₂	Karbondioksit
CO ₃	Karbonat
Cr	Krom
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
DTA	Diferansiyel Termal Analiz
Fe	Demir
Ga	Galyum
H	Hidrojen
Hg	Cıva
In	İndiyum
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
Li	Lityum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan

Mo	Molibden
Myö	Milyon Yıl Önce
N	Azot
Nb	Niobyum
Ni	Nikel
O	Oksijen
P	Fosfat
Pb	Kurşun
ppb	Milyarda bir kez
ppm	Milyonda bir kez
Re	Renyum
S	Sülfür
Sb	Antimon
Sc	Skandiyum
Se	Selenyum
Si	Silisyum
Sr	Stronsiyum
Ta	Tantalum
Te	Telleriyum
TGA	Termal Gravite Analizi
Ti	Titan
U	Uranyum
V	Vanadyum
W	Volfram
XRD	X Işını Kırınım Analizi (X Işını Difraksiyonu)
Y	İtriyum
Yb	İterbiyum
Zn	Çinko
Zr	Zirkon

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Çalışma alanı ve çevresi ile örnek alınan noktaları gösterir yer bulduru haritası	9
Şekil 3.2 Marmara Denizi'ne sediman getiren başlıca akarsular	10
Şekil 3.3 Marmara Denizi'nin Paleo-oşinografik modellemesi.....	17
Şekil 3.4 Çalışma alanı dip çökellerinin ayrıntılı dağılım haritası	18
Şekil 5.1 Elementlerin çalışma alanı çökellerindeki ortalamalarının yer kabuğundaki ortalamasına göre birikim seviyesi	28
Şekil 6.1 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerleri	32
Şekil 6.2 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalamalarının çalışma alanı çökellerindeki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi	35
Şekil 6.3 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, yer kabuğundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi.....	36
Şekil 6.4 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, deniz suyundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi.....	38
Şekil 7.1 <i>Chamale (Chamalea) gallina</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	41
Şekil 7.2 <i>Pitar rudis</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	42
Şekil 7.3 <i>Nassarius (Hinia) reticularis</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	42
Şekil 7.4 <i>Venerupis senescens</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	43
Şekil 7.5 <i>Mytilaster lineatus</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	44
Şekil 7.6 <i>Chlamys (Flexopecten) glabra</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması...	45
Şekil 7.7 <i>Mytilus galloprovincialis</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	46
Şekil 10.1 <i>Dosinia lupinus</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	59
Şekil 10.2 <i>Barbatia pectinata</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	59
Şekil 10.3 <i>Corbula gibba</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	60
Şekil 10.4 <i>Nuculana fragilis</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	60
Şekil 10.5 <i>Turritella tricarinata</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	61
Şekil 10.6 <i>Gibbula sp.</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	61
Şekil 10.7 <i>Cerithium gigantum</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	62
Şekil 10.8 <i>Gibbula maga</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	62
Şekil 10.9 <i>Acanthocardia tuberculata</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	63

Şekil 10.10 Çalışma alanı mollusk kavkılarına ait XRD analiz sonuçları.....	64
Şekil 10.11 <i>Donax (Serrula) trunculus</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	67
Şekil 10.12 <i>Cardita aculeata</i> fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması.....	67
Şekil 10.13 Çalışma alanı mollusk kavkılarına ait termal analiz eğrileri	68

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Marmara Denizi ve çevresinin Neojen-Kuvaterner stratigrafisi	13
Çizelge 5.1 Çalışma alanı çökellerinde bulunan elementler ile ilgili bilgi ve bulgular	23
Çizelge 6.1 Mollusk kavkılarında elementlerin ortalama dağılımları.....	31
Çizelge 6.2 Mollusk kavkılarındaki elementlerin ortalamalarının çalışma alanı çökellerindeki, yer kabuğundaki ve deniz suyundaki ortalamalarına göre biyolojik biriktirme seviyesi (BBS)	33
Çizelge 7.1 Ayrıntılı olarak incelenen mollusk kavkılarındaki elementlerin ortalama dağılım aralığı	40
Çizelge 7.2 Değişik mollusk türlerine ait element dağılımları.....	48
Çizelge 8.1 Çalışma alanı çökellerindeki elementlerin ortalamalarının, yer kabuğundakine yönelik birikim seviyelerinin (BS) bölgesel olarak karşılaştırılması	51
Çizelge 9.1 Çökellerde Corg ve iz element içeriklerinin karşılaştırılması	54
Çizelge 10.1 İncelenen örneklerin kavkı bileşimleri ve Ca, Mg, Sr miktarları ...	58

1. GİRİŞ

Çalışma alanı, Marmara Denizi'nin Güney bölgesini kapsamakta olup, dip mollusk biyofasiyesi açısından oldukça ilginçtir. Mollusk ekosistemine bağlı kavkusal örnekler ile dip çökel örnekleri üzerinde Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr, Ca elementlerinin dağılımlarının incelenmesiyle, Marmara Denizi'nin Güney bölgesindeki denizel ortamın, jeokimyasal ve biyojeokimyasal koşullarının açıklanması bu tezin asıl amacını oluşturmaktadır. Bu elementlerin biyojeokimyasına ilişkin dağılım özellikleri ortamın iç ve dış etkenlerinin birlikte araştırılması yönünden değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu çalışmada; inceleme alanında değişik ortamlarda yaşayan, çeşitli mollusk cinslerine özgü türlere ait kavkılarda çeşitli elementlerin biriktirilmesinde gerek ortamsal koşullar ve gerekse taksonomik farklılıklar göz önünde bulundurularak, aralarındaki ilişkilerin seviyesinin belirlenmesi de tezin asıl amaçları arasındadır.

Genellikle biyosferde canlılar oldukça çeşitli ve önemli jeokimyasal faaliyetler sergilemektedirler. Örneğin, birçok maden yatakları, enerji kaynakları, tortul kayalar, biyolitler ve fotosentez olayları organizmaların jeokimyasal faaliyetlerinin sonuçları olarak ortaya çıkmaktadır. Bu faaliyetler denizel çökel oluşumu ortamında daha fazladır. Organizmalar, ortamdaki bütün fizikokimyasal ve jeokimyasal gelişmelerin izlenilmesinde ve açıklanmasında etkindirler. Tabii ki, ortamda oluşan her türlü fizikokimyasal, jeokimyasal ve tektonik gibi etken unsurların tutumuna bağlı olarak organizmalar da bu koşullardan farklı biçimde etkilenmektedirler. Neticede, organizmaların kimyasal ve mineralojik bileşimlerinde farklılıklar meydana gelmektedir. Bu yüzden, genellikle denizel organizmalar, yaşamsal ortamın her alanında en önemli belirteçler olarak kullanılabilirler (Halilova, 2004).

Denizel ekosistemin en etkin unsurlarından bir tanesi de mollusk ekosistemi olarak bilinmektedir. Molluskların 7 ana sınıfı mevcuttur:

- Pelecypoda (Bivalvia)
- Gastropoda
- Cephalopoda
- Scaphopoda
- Monoplacophora
- Amphineura
- Rostroconchia

Pelecypoda, Gastropoda ve Cephalopoda bu 7 ana sınıf arasından en önemli olanları olarak bilinmektedir. Bu 3 önemli sınıf altında birçok tür mevcut olup bu türler karasal ortamdaki, tatlı suya ve denizel ortama kadar geniş bir coğrafik aralıkta dağılmakta ve farklı yaşama biçimleri sergilemektedirler. Bu karakteristikleri ile mollusklar kavkılarında ortamsal şartlara bağlı olarak kimyasal oluşum koşullarını barındırmaları mümkündür (Yalçın ve Taner, 1998). Ayrıca mollusk kavkılarının mineralojik özellikleri taksonomik açıdan ve karbonat minerallerinin yapısı için önemli olan yapısal elementlere göre (Mg, Sr, Ba, Zn, Pb) gösterge bir tavır sergilemektedirler (Dodd, 1967; Chave, 1954; Saks *et. al.*, 1972; Aliyev *et. al.*, 2002). Çalışmada bu türlerin örneklerinden yararlanılmasının başlıca sebepleri de bunlardır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Denizel omurgasız organizmalar buldukları ortamdan etkilenen hassas unsurlar olduklarından, ortamsal koşullara bağlı olarak kavkılarında kimyasal tarihcıyi barındırmaları mümkündür. Denizel omurgasız organizmaların kavkılarının mineralojik bileşimine yönelik olarak yapılan çalışmalar sonucu; çökel oluşumunun ve biyonomik ortam koşullarının belirlenmesi, organizmaların filojenezi ve ontojenezi süresince elementlerin niceliksel olarak davranışlarının izlenmesi, diyajenetik süreçlerin incelenmesi, çevresel kirlenme ve metal zenginleşme zonlarının ortaya çıkarılması gibi sonuçlara ulaşmak mümkündür (Lippman, 1960; Oxburgh *et. al.*,1979; Aliyev ve Büyüktku, 1999).

Denizel omurgasız organizmaların kavkılarının mineralojik bileşime yönelik olarak yapılan çalışmalardan bilinen ilki Silliman'ın 1846'da omurgasızların iskeletlerindeki magnezyumun miktarını belirleyerek aldığı notlardır.

Bundan sonra birçok araştırmacı iskeletlerin içeriğini öğrenmeye yönelik araştırmalar yapmıştır;

Forchammer (1852) ıslak-kimyasal analiz yöntemi ile omurgasızların sert kısımlarının ana kimyasal bileşenlerini incelemiştir.

Damour (1852) çalışmasında, çeşitli omurgasızların kavkılarının kimyasal bileşenlerini ayırt etmeye çalışmıştır.

Miegen (1903) lekelenme tekniğı ile kalsiti aragonitten ayırt etmiş ve kimyasal kompozisyonu ve minerolojisi ile ilgili bir takım incelemelerde bulunmuştur.

Nichols (1906) çalışmasında ıslak-kimyasal analiz yöntemini kullanarak çeşitli omurgasızların kavkılarının kimyasal bileşenlerini tespit etmiştir.

Clark ve Wheeler (1917) denizel omurgasızların inorganik bileşenlerinin, minerolojisi ve su sıcaklığı ile kimyası arasındaki ilişkiyi incelemiştir.

Vernadski (1934) mikro elementlerin işlevlerinin canlılar için mutlak gerekli olduğunu belirtmiş ve bu elementlerin işlevlerinin öğrenilmesinin temelini atmıştır. Araştırmacı biyojeokimyanın bilim dalı olmasına öncülük etmiştir.

Chave (1954) çalışmasında magnezyum formu olan kalkerli iskeletleri katı bir çözelti ile kalsiyumdan oluştuğunu göstermiştir. Araştırmacı çalışmasında, X Işını Spektrometresi ile kalkerli denizel organizmalarda Magnezyumun biyojeokimyasını incelemiş ve bu elementin kavrılarda zenginleşmesini kontrol eden faktörlerin neler olduğunu cevaplandırmaya çalışmıştır. Chave; Alaska, Japonya, Bermuda, Florida, Hawaii, Bahamalar, Filipinler gibi Dünyanın farklı yerlerinden, farklı su sıcaklıklarından aldığı, toplamda 193 adet ve çeşitli Foraminifer, Echinoid, Asteroid, Ophiuroid, Crinoid, Bryozoa, Brachiopod, Pelecypoda, Gastropoda, Cephalopoda, Ostracod ve Kalkerli Alg türlerinden oluşan araştırması sonucunda, kalkerli denizel organizmaların, iskeletsel kısımlarının magnezyum içeriğini kontrol eden başlıca 3 ana faktör olduğu sonucuna varmıştır. Bunlar:

- 1-)İskeletin Mineralojisi,
- 2-)Deniz Suyu Sıcaklığı,
- 3-)Organizmanın Tipidir.

Chave (1954), yapmış olduğu bu çalışmasında iskeletsel kısımların magnezyum içeriğini kontrol eden bu 3 ana faktörün dışında; su derinliği, tuzluluğu, organizmanın yaşı ve boyutu gibi faktörlerde etkili olduğunu fakat bunların kabuğun magnezyum içeriğini ilk üçü kadar çok etkileyeceğini belirtmiştir.

Land (1967)'deki çalışmasında iskeletsel karbonatların diyajenezinden bahsetmiştir.

Stehli (1968)'de Paleozoyik omurgasızlarının kabuk mineralojisine yönelik olarak yaptığı çalışmasında, Senozoyik ve Mesozoyikte yaşamış türlerin, günümüzde yaşayan modern türleri ve Paleozoyikte yaşamış türleriyle kıyaslamalarını yapmıştır. Kabukların mineralojilerinin yalnız kalsitten, yalnız aragonitten veya bu iki mineralin kombinesinden oluştuğuna yönelik sonuçlara varmıştır.

Vernadski (1978) çalışmasında, aynı cinse ve türe özgü olan organizmaları mineral, çeşitli organizma komplekslerini (mercanlar, foraminiferler, radyolariyalar, mollusklar, yosunlar) ise kayaç olarak yorumlamıştır. Okyanuslarda çökelmiş olan planktonik, mercanlı karbonat kayaçları, resifleri ve bütün biyojenik ürünleri bunlara birer örnek olarak göstermiştir. Daha doğrusu, organizmaların faaliyetleri, doğada herhangi bir mineral ve kayaç oluşumunu ortaya koyan ve kimyasal elementlerin göçünü ve yoğunlaşmasını sağlayan kapalı bir termodinamik sisteme benzetilmektedir.

Yamamoto (1992)'ye göre ağır metal değerlerinin sediman üst düzeylerindeki artışı, çoğu okyanusal alanlarda bilinen bir olgudur ve bu artış diyajenetik göçlerle ilgilidir. Diğer yandan, okyanusal ortamlarda sedimanlardan suya Mn, Fe, Co, Ni, Cu gibi ağır metallerin boşaldığı ve sonuçta ferromanganez nodüllerinin oluştuğu da görülmektedir.

Aliyev ve Sarı, (1999)' a göre, organik maddece zengin olan denizel çökeller, özellikle, P, Fe, Mn, S, Mo, V, Cu, Zn, Ni, Cr, U, Co, Re, Ag, Au, As gibi elementleri yüksek miktarda içermektedirler. Fakat bu elementlerin tümü her zaman bir arada bulunmamaktadır. Yüksek miktarda organik madde içeren çökeller en çok P, Mo, V, Cu, Zn, Ni ve U'un aşırı değerleri ile belirginlerdir.

Marmara ve Akdeniz havzaları Holosen çökellerindeki iz elementlerin dağılımı ile ilgili de birçok çalışma yapılmıştır;

Baturin *et al.*, 1967'de Doğu Akdeniz'in Geç Kuvaterner karot çökellerinde U, Mo, Co, Cu, Ni, V ve Cr gibi iz elementlerin dağılımındaki yüksek değerlerinin çoğunlukla sapropelik çökellere özgü olduğunu tespit etmişlerdir. Fakat araştırmacılara göre yüksek metal zenginleşmelerinin organik madde ile her zaman bağlantıda olmadığını ve böyle yüksek birikimlerin rutubetli sıcak iklim fazı ile (örneğin, Riss-Vürm, Orta Vürm ve Erken Holosenin son çağlarında) alakalı olduğunu belirtmektedirler.

Diğer bir araştırmada Ergin vd. (1991)'deki çalışmasında, değişik çökellerdeki Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Cr değerleri arasında bir benzerliğin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bodur ve Ergin (1994)'de Marmara Denizi Holosen çökellerindeki iz elementleri incelemişlerdir.

Öztürk ve Shimkus (1995)'deki çalışmalarında Marmara Denizi'nin İstanbul Boğazı girişine yakın alanlardaki üst düzey çökellerinde, Pb ve Zn değerleri açısından belirgin bir anomalinin bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar Pb ve Zn artışlarının güncel kirlenmelerden mi, yoksa diyajenetik göçlerden mi kaynaklandığının tartışma konusu olduğunu ifade etmişlerdir.

Balkıs ve Çağatay (1998)'deki Erdek Körfezine ait dip çökel örneklerinde yaptığı çalışmalarında, Corg içeriklerinin 0.2-1.5 % arasında değiştiğini belirlenmişlerdir. Karabiga çayı deltası ağzına yakın alanda ise organik karbon miktarı 1.0-1.5 % arasında değişmektedir. Yapılan toplam metal analizlerinde Pb, Cu, Zn, Ni, Co, Cr değerlerinin şeyl ortalamasının üzerinde olduğu ifade edilmiştir. Körfezin güneybatısındaki yüksek Pb, Cu ve Zn yüzdelerinin kaynağı körfeze dökülen Karabiga ve Gönen çaylarının getirdiği karasal (doğal ve antropojenik) girdilerdir. Körfezin güneybatısındaki Cu, Ni, Co, Cr değerlerinin nedeni ise karadaki Karakaya karmaşığına ait mafik ve ultramafik kaya birimlerinden kaynaklanan karasal aşınım malzemeleridir.

Aliyev *et al.*, (1999) Akdeniz'in Geç Kuvaterner'deki sedimantolojisinin jeokimyasına yönelik olarak yaptıkları çalışmalarında, dip üst stratigrafik birimlerinde Cr, Sc, Ga, Ni, Zn, Co, Mo ve V konsantrasyonlarının deniz suyundaki miktarlarının, çökellerinin yaşı ve litolojik bileşimiyle her zaman direkt olarak bağlantıda bulunmadıklarını ispatlamışlardır.

Bunlar gibi çalışmalar gösteriyor ki, denizel omurgasız organizmalar kavkılarının gelişimi esnasında var olan kimyasal oluşum koşulları, çökel oluşumu, ortam koşulları, canlı gelişimi süresince elementlerle ilişkisi, cevher zonları ve teknojen kirlenme gibi bilgilere ulaşmak mümkündür.

Bu tür araştırmaların sonuçları, organizmalarda rastlanan yaklaşık olarak bütün elementlerin çok ya da az fizyolojik önem taşıdıklarını göstermektedir. Fakat bu

elementlerin bir kısmı için fizyolojik durum sonuna kadar belirtilmiş ise de, bir kısmı için ayrıntılı inceleme yapılmamış veya hiç incelenmemiştir. Bu bakımdan kimyasal elementler sırf biyojenik olarak ana elementlere (C, O, H, N, P) ve metal-organik, mineral-organik kompleks bileşiklerinde sürekli olarak bulunan esas elementlere (Ba, Sr, Li, Sc, Ni, Pb) ayrılmaktadır. Bu ikinci grup elementler organizmaların bünyesinde daimi olarak yer almış olsalar dahi onların bir kısmının fizyolojik özellikleri henüz kesin olarak belirlenmemiş, ya da hiç öğrenilmemiştir. Üçüncü grup olarak sayabileceğimiz Ta, Nb, In, Te elementlerine organizmalarda rastlansa da onların ne fizyolojik önemi, ne de ortalama değerleri hakkında yeterli veri mevcut değildir (Maklin, 1971; Kozluova, 1973).

Bu çalışmadaki incelenmesi gereken elementler arasında biyosferde (canlı maddede) ortalama bollukları ve biyolojik yönden önemli olan V, Mo ve Se yer almaktadır. Diğer elementler ise biyolojik durumu ve ortalama değerleri kesin olarak henüz belirlenmeyen elementler sırasına aittirler.

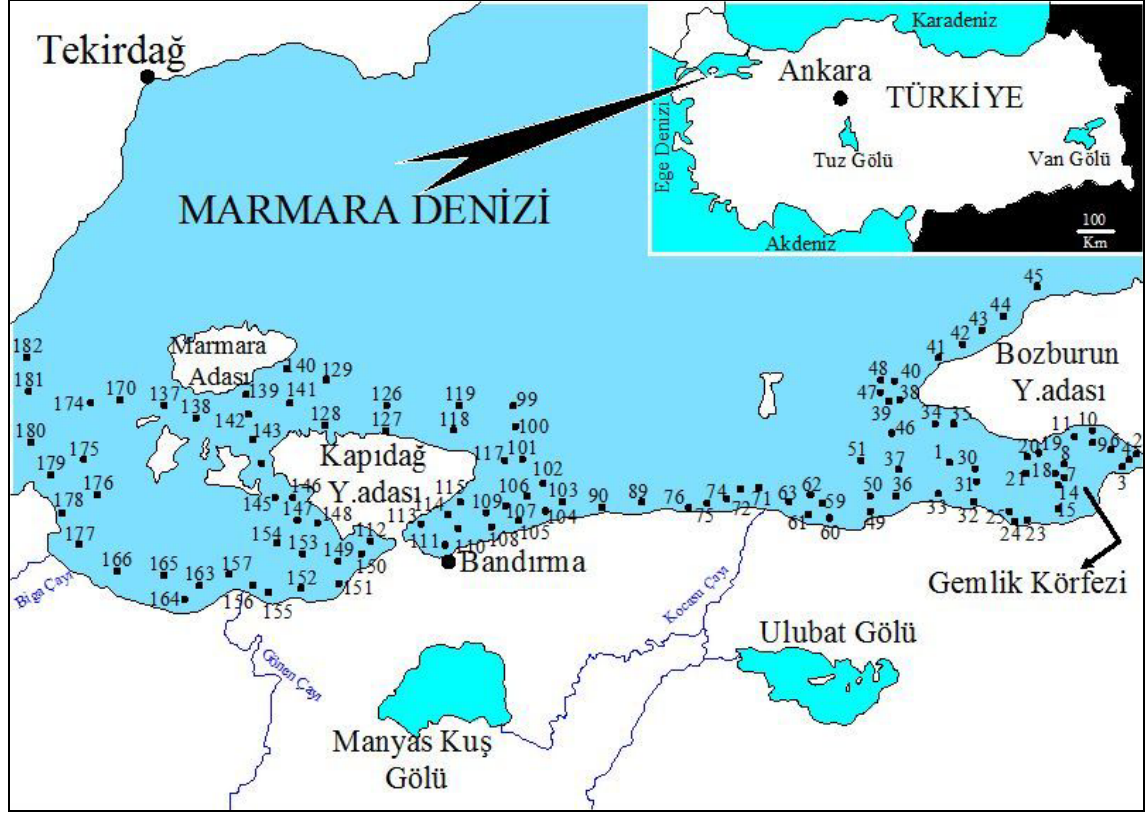
3. GENEL BİLGİLER

Çalışma alanı Marmara Denizi'nin Güney ve Güneybatısı olup çökel oluşum ortamının jeokimyası, biyojeokimyasal yöntemlerle incelenmiştir (Şekil 3.1). Bu çalışmada, mollusk ekosistemine bağlı kavkusal ve çökel örnekleri üzerinde gereken bütün biyojeokimyasal ve jeokimyasal araştırmalar iç ve dış etkenlerin belirlenmesi için yapılmıştır. Bu çalışmanın amacı, inceleme alanındaki çeşitli mollusk türlerinde Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr, Ca gibi ağır ve iz elementlerin biyolojik birikim seviyelerinin biyojeokimyasal yöntemlerle belirlenmesinden ibarettir. Bu amaçla elementlerin biyolojik birikim seviyeleri (BBS) Marmara havzasının çalışılan bölgelerindeki dip çökellerinde, yer kabuğunda ve deniz suyundaki ortalama bolluklarına göre belirlenmektedir. Bu çalışma sonucunda elementlerin biyolojik birikim seviyeleri (BBS) değerlerine göre bölgesel biyojeokimyasal anomali gösteren sahalara araştırılmıştır. Her bir elementin dağılımına ait değişik şekiller ve diyagramlar ortaya konulmuştur. Yüksek element değerlerinin kaynağı yerel-biyojenik mi, yoksa terrijen kökenli (karasal mı veya teknojen-antropojen mi) kirlenmelerden mi meydana geldiği araştırılmıştır. Ayrıca bu tür çalışmalar, metalle zengin karasal zonların belirlenmesi açısından da oldukça önemlidir.

3.1 Marmara Denizi'nin Morfolojik ve Oşinografik Özellikleri

Marmara Denizi, Karadeniz ve Ege denizi gibi iki farklı iklim ve coğrafik özelliğe sahip olan havzalar arasında yer almakta olup, gerek jeolojik, tektonik, jeokimyasal ve gerekse de biyolojik bakımdan zengin çeşitlilik gösteren özel bir havzadır. İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile Marmara Denizi'nden oluşan sistem, Doğu Akdeniz'in Ege Havzası ile Karadeniz arasındaki su taşınımını sağlayan bir iç deniz konumundadır. Doğu-batı yönünde 240 km'lik bir uzunluğa, kuzey-güney yönünde 70 km'lik genişliğe sahip olan Marmara Denizi, yaklaşık 11500 km² lik bir alanı kaplamaktadır (Şekil 3.1). İçerisinden geçen Kuzey Anadolu Fayı nedeniyle 1200 m derinliğindeki kuzey yarısı, 100 m'den daha sığ kıta sahanlığı bölgesinden oluşan güney yarısından çok keskin bir denizaltı topografik eğimi ile ayrılmıştır. Bu derin kesim ayrıca birbirinden 750 m'lik eşiklerle bölünmüş üç derin havzadan oluşmaktadır. Bu havzalar, Marmara Denizi'nin

her iki ucundaki sığ kıta sahanlıkları ile İstanbul ve Çanakkale Boğazlarına bağlanmaktadır.



Şekil 3.1 Çalışma alanı ve çevresi ile örnek alınan noktaları gösterir yer bulduru haritası (Aliyev vd., 2007)

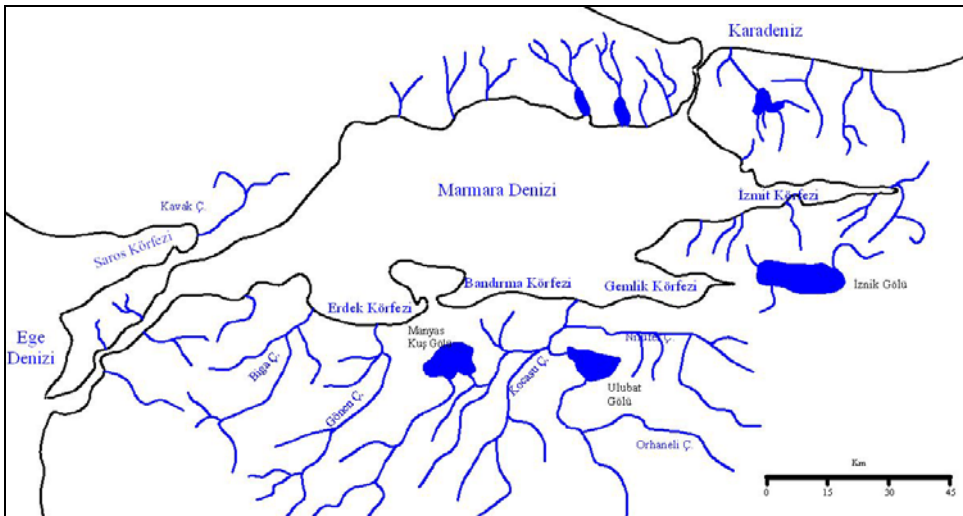
Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e, Çanakkale Boğazı ile de Ege Denizi'ne bağlı olan yarı-kapalı bir sistemdir. Marmara Denizi'nin özellikleri Türk Boğazlar Sistemi'nin (TBS) etkisi ile üst tabakada Karadeniz'den gelen az tuzlu sular, alt tabakada ise Ege ve Akdeniz'den gelen daha tuzlu sular tarafından belirlenmektedir (Beşiktepe *et al.*, 1994).

Marmara Denizi'nin hidrografik ve diğer fiziksel özellikleri son 10 yılda kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır. Sıcaklık ve tuzluluk profilleri, Karadeniz'dekine benzer iki tabakalı bir sistemin varlığını göstermektedir. Ara yüzey, TBS içerisinde değişimle birlikte genellikle 25-35 m arasındadır.

Ege Denizi'nden Çanakkale Boğazına giren oksijence zengin Akdeniz suları burada bir miktar değişime uğrayarak derin Marmara havzasına girerken kendi yoğunluk seviyelerine kadar derecelenirler. Bu nedenle, Ege Denizi'ndeki hidrografik koşullara bağlı olarak, yıl boyunca Ege'den Marmara Denizi alt tabakasına bir oksijen girdisi olmakta, böylece Karadeniz'e benzer oksijensiz derin su koşullarının yaşanması bir dereceye kadar önlenmektedir. Marmara Denizi'ni geçerek İstanbul Boğazına giren Akdeniz kaynaklı alt tabaka sularının, boğazın her iki ucundaki eşiklerden geçerken üst tabaka suları ile karışıma uğrayarak hem yoğunluğu hem de tuzluluk değerleri azalmaktadır (Beşiktepe *et al.*, 1994).

Karadeniz ve Akdeniz arasında Marmara Denizi ve boğazlar aracılığıyla su alış-verişi olduğu uzun zamandan beri bilinmektedir. Karadeniz yılda 548 km^3 su kaybetmekte, buna karşılık Akdeniz yılda 249 km^3 kazanmaktadır. Akdeniz ve Karadeniz arasındaki bu su alış verişi İstanbul Boğazından Karadeniz'e doğru olan bir alt akıntı ile sağlanır. Yüzeysel akıntılarının başlangıç nedeni boğaz akıntılarıdır. Boğazdan Çanakkale'ye doğru bir su hareketi mevcuttur. İstanbul Boğazı'ndan çıkan su bir yelpaze gibi yayılır ve Çanakkale Boğazı'na doğru tekrar toplanır. Marmara Denizinde bu ana akıntıdan başka yerel akıntılar da bulunmaktadır.

Çalışma alanını kapsayan Marmara Denizi'nin akaçlama alanı 24.000 km^2 dir. Havzadaki akarsuların yıllık debisi 6.600 milyar m^3 olarak hesaplanmıştır (EİEİ 1993). Havzaya sediman getirimi sağlayan irili ufaklı pek çok akarsu mevcuttur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Marmara Denizi'ne sediman getiren başlıca akarsular (EİEİ, 1993)

3.2 Marmara Denizi ve Yakın Çevresinin Neojen-Kuvaterner Stratigrafisi

Marmara Bölgesi'nde çok geniş bir yayılım sunan Tersiyer; Paleosen'den Pliyosen'e kadar deniz, kıyı ve karasal ortamlara ait pek çok değişik fasiyes içermektedir. Tersiyer'den itibaren bugünkü şeklini alana dek yaşamış olduğu jeodinamik evrimde Marmara Bölgesi, Neotektonik dönem etkinliğine bağlı olarak pek çok transgresyon ve regresyona maruz kalmıştır. Marmara Bölgesi ile Marmara Denizi'nin oluşumunu, Tersiyer'den günümüze kadar olan paleocoğrafik gelişimini şu şekilde özetleyebiliriz:

Paleosen'e kadar sığ denizel ortamlar Gemlik, Silivri, Edirne, Marmara Adası'nın kuzeyi ve Çanakkale Boğazı civarlarında görülmektedir. Lagünel ve denizel sedimanlar ardışımıdır. Bu birimlerin üzerini denizin transgresif olarak örtmesi sonucu Alt Eosen'e kadar olan bölgede derinleşme görülür. Marmara Denizi'nin kuzey kıyıları ve Edremit'in kuzeyinin çökmesi sonucunda Biga yarımadasındaki düşük kotlu alanlar transgresyonla örtülür. Denizaltı volkanizması aktiftir. Eosen döneminde Istranca masifi ve Gelibolu yarımadası transgresyona uğramıştır. İznik, Armutlu yarımadası ve Mudanya'nın güneyi Oligosen'e kadar lagün ve sığ deniz ortamlarıyla temsil edilmiştir.

Marmara Denizi sedimanlarının değişimi Oligosen denizinin regresyonunu göstermekte olup, Gönen, Yenişehir, İnegöl, Kocaeli yarımadası, Ergene baseni ve Gelibolu civarında Pliyosen'e kadar lagün ve akarsu rejimleri etkin olmuştur. Bunların bir kısmı Pliyo-Kuvaterner dönemine kadar devam etmiş, Erken Pleyistosen'de sübidans ve transgresyon olayları tekrarlanmıştır (Brinkmann, 1976; Ternek vd., 1987). Çanakkale Boğazı ve Marmara Bölgesi taraçalar dışında, flüviyal etkenlerle şekillenmiştir. Kuvvetli bir olasılıkla yinelenen deniz düzeyi değişimleri ve Çanakkale Boğazı nehir vadileri ile Marmara Denizi, Ege Denizi'nin düşük su düzeyine kadar boşalmıştır.

Miyosen başında (20 milyon yıl kadar önce) Marmara Denizi ve Karadeniz'in de içerisinde bulunduğu büyük bir kuşağın dünya denizleri ile bağlantısı kesilmiş, bu alan doğuda Hazar Denizi'ne kadar uzanan ve Paratetis adı ile bilinen sığ ve kapalı bir deniz haline gelmiştir. Paratetis birbirinden kara parçaları ile ayrılan, ya da birbirine dar suyolları ile bağlanan havzalara ayrılmıştır. Bu bağlantılar tektonik etkilerin yanı sıra

deniz düzeyindeki değişimlerle, dolayısı ile iklimle doğrudan ilişkilidir. Akdeniz ile Karadeniz arasında bir geçit durumunda olan Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ile Paratetis'e, Çanakkale Boğazı ile de Akdeniz'e ve dolayısı ile dünya okyanuslarına bağlanmaktadır.

Orta Miyosen'de flüviyal ve gösel koşullar daha yaygın hale gelerek bütün Marmara bölgesini kaplamıştır. Marmara Denizi'nin bulunduğu alanlar bir göl (veya göller) haline gelmiştir. Bunun en güzel verilerini bu bölgede yüzeyleyen Gazhanedere Formasyonu'nda bulmak mümkündür (Saltık, 1974; Turgut vd., 1983; Yaltrak, 1995) (Çizelge 3.1). Göl alanının güney kısımları muhtemelen daha yamaçlıdır ve buralarda yelpazeler halinde çakıltaşları (fanglomera) depolanmıştır (Pınarbaşı Formasyonu) (Şentürk ve Karaköse, 1987; Görür *et al.*, 1997) (Çizelge 3.1).

Gösel bir havza niteliğinde olan Marmara Denizi'nin jeolojik tarihçesi bu graben bölgesinin ilk defa Akdeniz tarafından Serravaliyen'de (orta Miyosen sonu, 15.1-11.2 myö) işgal edilmesiyle başlamıştır (Görür *et al.*, 1997). Marmara Çukurluğu'nun kuzey kesimleri Orta Miyosen sonu-Geç Miyosen başında (6-10 myö) deniz istilasına uğramıştır. Bu deniz girdisi, Ege Denizi'nden Saroz Çöküntüsü kanalı ile ilerlemiştir. Bu dönemde, bugünkü Marmara Denizi'nin güney şelf kesimleri de dahil olmak üzere diğer kesimleri kara halinde kalmıştır.

Geç Miyosen'in başlarına kadar (13-9 myö) Marmara havzasında paleocoğrafik açıdan pek bir değişiklik olmamıştır. Orta Miyosen'deki (17-14 myö) ortamlar benzer koşullarla bu zamanda da devam etmiştir (Kirazlı ve Anafarta Formasyonları) (Şentürk ve Karaköse, 1987; Görür *et al.*, 1997) (Çizelge 3.1). Ancak, Orta Miyosen sonlarında havzanın kuzey kesimi (bugünkü Marmara Denizi çukurluğu) bir deniz kolu tarafından işgal edilmiştir (Kirazlı Formasyonu, Çınarlı üyesi) (Luttig and Steffens, 1976). Bu deniz kolu Kuzey Ege tarafından ve Saroz Körfezi üzerinden gelmiştir (Şengör *et al.*, 1985). Çökelen sedimanlar içerisinde bol miktarda *Ostrea* fosiline rastlanmasından ötürü, bu kol Çınarlı üyesine ait olmalıdır. (Muratov and Neveeskaya, 1982). Deniz kolu büyük ölçüde bu yolu kullanarak kuzey Marmara'ya ulaşmış olmalıdır, çünkü bunlar hem zaman hem de alan olarak birbirleriyle çakışmaktadır. Bu yakın ilişki Marmara

Çizelge 3.1 Marmara Denizi ve çevresinin Neojen-Kuvaterner stratigrafisi(Görür, 1996)

Yaş (Myö)	Seri	AKDENİZ	MARMARA DENİZİ		PARATETİS KARADENİZ		
			KUZAY KENAR	GÜNEY KENAR			
0.01	KUVATERNER	FLANDRİYEN	Kuşdili Formasyonu	Kuşdili Formasyonu	CHERNOMORİYEN		
		FLEYSTOSEN	WURM	NEOEUXİNİYEN	NEOEUXİNİYEN	NEOEUXİNİYEN	
			TRENIYEN	Marmara Formasyonu (5-36m.)	Marmara Formasyonu (5-30 m.)	KARANGATIYEN	
		MILAZZIYEN	UZUNLARIYEN				
		0.2	ORTA	SICILİYEN	Hamzaköy Formasyonu (25 m.)	Özbek Formasyonu (20-25 m.)	PALEOEUXİNİYEN
				EMİLİYEN			CHAUDAİYEN
		1	ALT	KALABRİYEN	Fener Formasyonu (10 m.)	Tevfikiye Formasyonu (15 m.)	GURİYEN (APŞHERONİYEN)
				PIYACENZIYEN			KUJALNIK (ARCHAGILIYEN)
		2	PLİYOSEN	ZANKLEYEN	Alçitepe Formasyonu (200 m.)	Tıva Formasyonu (15-20 m.)	KIMMERİYEN (DASIYEN)
				MESSİNİYEN			Bayraktepe Fm. (70-250 m.)
3	ALT	TORTONİYEN	Kirazlı Fm. (190-340 m.)	Arafartalar Formasyonu (100 m.)	MAEOTİYEN		
		SERRAVALİYEN			Çanakkale Fm. (100 m.)	SARMATİYEN	
5	ÜST	LANGHIYEN	Gazhanedere Fm. (400 m.)	Pınarbaşı Formasyonu (50 m.)	KONKIYEN		
		BURDIGALIYEN			İncikdere Üyesi	KARAGANIYEN	
9.7	ORTA	LANGHIYEN	Gazhanedere Fm. (400 m.)	Pınarbaşı Formasyonu (50 m.)	TSHOKRAKIYEN		
		BURDIGALIYEN			İncikdere Üyesi	TARCHANIYEN	
17	ALT	BURDIGALIYEN	Gazhanedere Fm. (400 m.)	Pınarbaşı Formasyonu (50 m.)	TARCHANIYEN		
					NEOJEN ÖNCESİ TEMEL		

Denizi'nin oluşumunda KAF'ın rolünü de çok açık bir biçimde ortaya koymaktadır. Buna göre, Marmara Denizi'nin ilk kez orta Miyosen sonlarında (14 myö) KAF zonunun batı ucunun Akdeniz sularının altında kalmasıyla şekillendiği sanılmaktadır. Akdeniz suları Marmara Denizi Havzası ile İstanbul arasında kalan kuzey kesimini işgal etmiştir. Havzanın güney kesimleri flüviyal ve gölssel şartların ve yerel bazaltik volkanizmanın hüküm sürdüğü karasal alanlardı (Sarıyar ve Anafarta Formasyonları ile Taştepe Bazaltı) (Şentürk ve Karaköse, 1987; Görür *et al.*, 1997) (Çizelge 3.1).

Geç Miyosen sonlarına doğru (Ponsiyen, 6-4.8 myö) Marmara havzasının güney kesimlerinin de kısmen su altında kaldığı görülmektedir (Bayraktepe ve Alçitepe Formasyonları) (Çizelge 3.1). Bu transgresyonda, havzayı KD-GB yönünde kesen graben ve çek-ayır havzaların gittikçe büyüyüp derinleşmesinin büyük rolü vardır. Bu dönemde çökelmiş olan birimlerin içerisinde (Bayraktepe ve Alçitepe Formasyonları gibi) bol miktarda Paratetis kökenli fosile rastlanmıştır. Bu da Miyosen sonlarına doğru Marmara havzasını işgal eden denizin bu sefer Akdeniz olmayıp Paratetis olduğunu gösterir. Akdeniz ile olan bağlantısının kesilmiş olması ya Akdeniz'in Messiniyen' de kurumuş olmasına (Hsü, 1972; Ryan and Cita, 1978) ya da KAF'ın hareketleri sonucu oluşmuş olmasına (horst vb.) bağlıdır. Şengör *et al.* (1985)'de belirttikleri gibi, Miyosen sonlarına doğru KAF ve buna bağlı Anadolu'nun batıya doğru kaçış tektoniği oldukça etkindir.

En üst Miyosen'de Akdeniz ile olan bağlantısı kesilmiş ve Paratetis'in acı suları bugünkü Marmara Denizi'ni kaplamıştır. Güney şelf bu dönemde de kara halinde kalmıştır.

Erken Pliyosen'de Marmara Denizi havzasında önemli değişiklikler olmuş, havza büyük ölçüde su üstüne çıkmış ve yükselmiştir. Bunun verilerini havzanın kuzey ve güney kıta kenarında görmek mümkündür. Kuzey kıta kenarında Alt Pliyosen (5-3 myö) çökelleri yoktur ve çoğunlukla Üst Pliyosen (3-1.40 myö) çökelleri uyumsuz olarak Miyosen birimlerini örtmektedir. Güney kıta kenarında ise Paratetis nitelikli denizel ortamlar (Bayraktepe Formasyonu) bu dönemde flüviyal ve gölssel hale gelmiştir (Truva ve Tefikiye Formasyonları) (Çizelge 3.1). Bu yükselmenin nedeni Pliyosen'de (5-1.64

myö) tüm Akdeniz’de ve bu arada Ege’de de yaygın bir transgresyon olduğundan dolayı tektonik olduğu varsayılır (Hsü and Bernoulli 1978; Dermitzakis and Papanikolaou 1981). Bu transgresyona rağmen, Marmara’dakine benzer yükselme hareketlerine Sicilya, Ege adaları, Girit ve Kıbrıs’ta da rastlanır (Hsü, 1977). Pliyosen sonunda Marmara Denizi havzasının hem Akdeniz hem de Paratetis’le bağlanarak günümüzde olduğu gibi bu iki okyanus arasında bir içdeniz durumunda olduğu Üst Pliyosen yaşlı (3.4-1.64 myö) Özbek Formasyonunda iyi bir şekilde görülmektedir (Toker ve Şengüler 1995; Görür *et al.*, 1997) (Çizelge 3.1).

Pliyosen’de (5-1.7 myö) Marmara Denizi içerisinde, Akdeniz ve Paratetis suları birbirine karışmıştır. Orta ve Geç Pliyosen’de (2-3 myö) Marmara Denizi büyük ölçüde bugünkü yapısını kazanmıştır. Tüysüz vd. (1998)’e göre, Kuzey Anadolu Fayı erken Pliyosen’de gelişmeye başlamış, başlangıçta sıkışmalı bir etki yaratarak bölgeyi yükseltmiş, geç Pleyistosen - Kuvaterner’de (1 myö) ise Saroz Körfezi’nin ve Marmara Denizi’nin açılımından sorumlu olan gerilmeli rejim gelişmiştir. Marmara Denizi’nin başlangıçta Ege Graben sisteminin etkisi ile açılmaya başladığı, daha sonra da Kuzey Anadolu Fayının etkisi ile genişlediği kabul görmektedir.

Fairbridge (1961) İstanbul Boğazı kanalının açılmasını son buzul dönemine bağlamaktadır. Son buzul döneminde dünya boyutundaki östatik hareketler sonucunda Türkiye civarındaki denizlerde su düzeyi, günümüze göre yaklaşık 100 m düşmüştür (Erinç, 1978). 20.000 yıl önce boğazlar kara halinde ve Marmara Denizi bir göl konumundaydı.

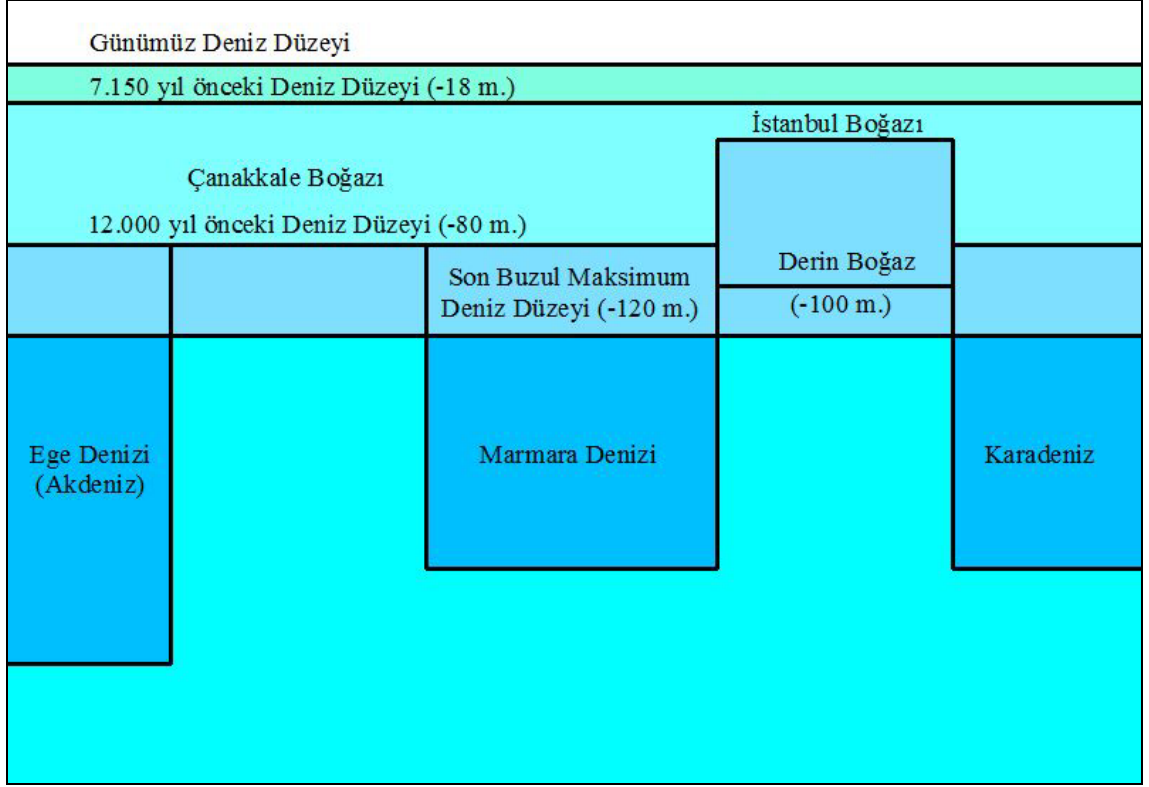
Geç buzullaşma dönemindeki “klimatik optimum” sırasında (7000-5000 yıl önce) deniz düzeyi günümüzden 2-3 m daha yüksekti. Sonuçta Çanakkale ve İstanbul Boğazları’ndan Karadeniz’e su aktarımı akarsu vadileri ile olmuştur. İstanbul Boğazı yükselimi (-36 m) yaklaşık 11.000 yıl önce deniz düzeyini etkilemiş ve Karadeniz-Akdeniz arasındaki bağlantı yeniden sağlanmıştır. Bunun sonucunda düşük tuzlu Karadeniz suları üstten Akdeniz’e karışmıştır. Bu dönemin göstergeleri iklim dönemlerindeki nehir taşkını çökellerinde görülmektedir. Paleo-öşinografik şartlar

Stanley and Blanpied (1980) ve Myers *et al.* (2003) tarafından yorumlanmaya çalışılmıştır (Şekil 3.3).

İstanbul ve Çanakkale Boğazları kanallarının açılmasından sonra Üst Pliyosen-Alt Pleyistosen dönemine kadar Marmara denizi boşalımı nehirler yolu ile olmuştur. Alt ve Orta Pleyistosen dönemlerinde üç akarsu terası ve Üst Pleyistosen döneminde üç denizel teras Çanakkale Boğazı'nın açılmasıyla gelişmiştir (Erol, 1991). Nehir vadisi görünümündeki kanallardan ilerleyen Akdeniz suları Orta Pleyistosen'de (300.000 yıl önce) tektonik hareketlere bağlı olarak Marmara ve Karadeniz havzalarını kaplamıştır. Yüksek Tirenien formasyonları ve alçak Monastriyen taraçaları Üst Pleyistosen döneminde daha az önemli tektonik olaylardan etkilenmiştir. Ketin (1983) ise İstanbul Boğazı ve Marmara Denizi'nin gelişimini Pliyosen zamanındaki epirojenik hareketlere bağlamaktadır.

Pleyistosen sırasında deniz düzeyinin, günümüzdeki düzeyinin ancak birkaç metre üstüne çıkmış olduğu kabul edildiğine göre, Kuvaterner sırasında Marmara Denizi bölgesinin genel bir yükselme gösterdiği anlaşılmaktadır. Bölgede, özellikle Çanakkale'de Özbek köyünün yakın batısında 110 m yükseltisinde yüksek Kuvaterner birikim teraslarının varlığı bu görüşü destekler (Arpat ve Şentürk, 2003).

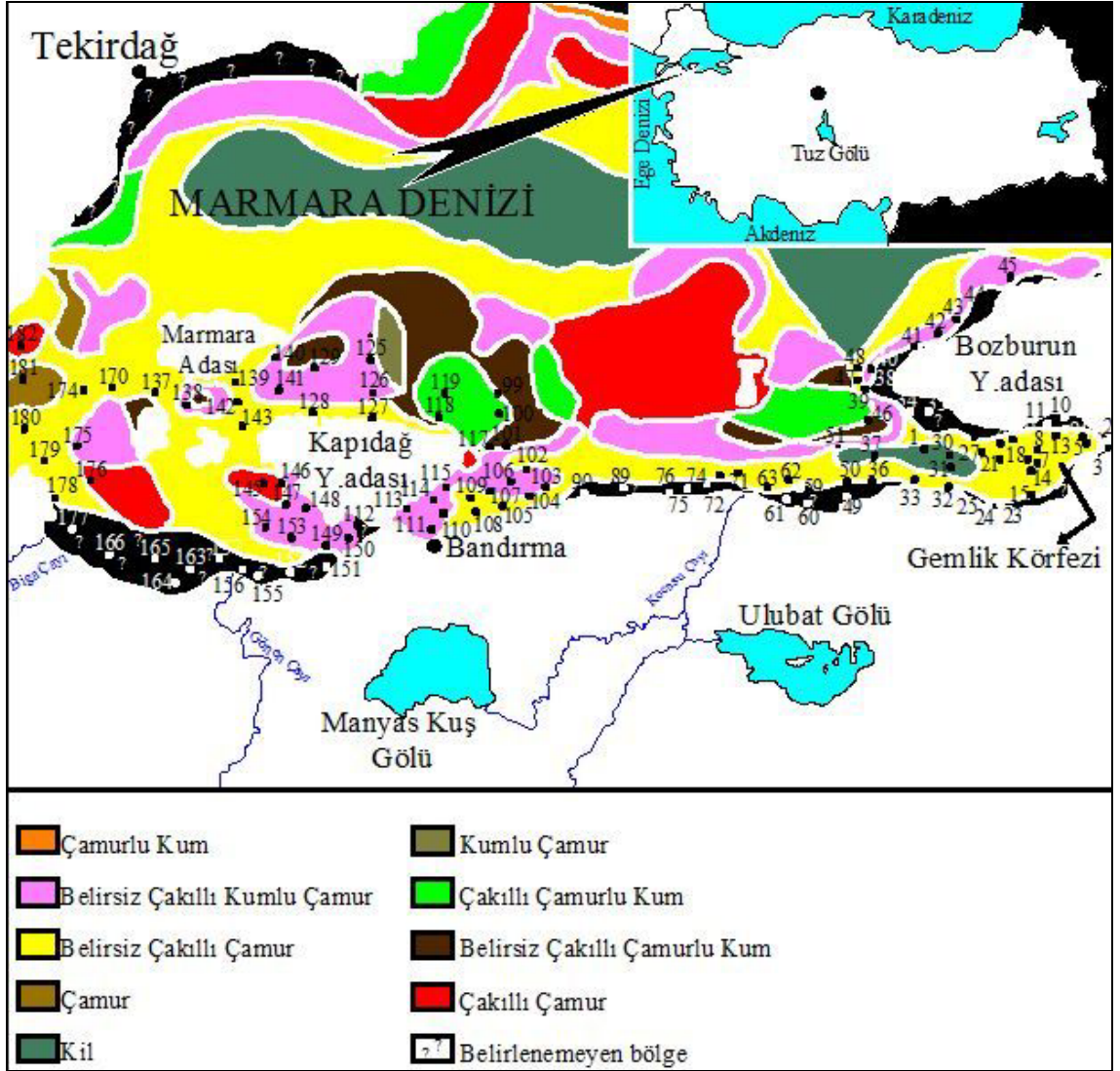
Geç Kuvaterner-Holosen'de zamanla dolarak su üstüne çıkan genç havza çökellerine (Kuşdili Formasyonu), Marmara Denizi'nin hem kuzey hem de güney kenarında rastlanmaktadır (Çizelge 3.1).



Şekil 3.3 Marmara Denizi'nin Paleo-öşinografik modellemesi (Myers *et al.*, 2003)

3.3 Marmara Denizi Dip Çökelleri ve Çökel Oluşumu Hızı

Marmara Denizi ve yakın çevresi, özellikle Orta Eosen sırasında belirgin çökmenin gerçekleştiği Tersiyer bir havza olan Trakya Havzasının GD uzantısı olduğu varsayılmaktadır (Doust and Arıkan 1974). Çalışma alanını da içeren Marmara Denizi güney bölgesinin dip çökelleri ağırlıklı olarak, belirsiz çakıllı çamur, belirsiz çakıllı kumlu çamur, çakıllı çamur, belirsiz çakıllı çamurlu kum ve çakıllı çamurlu kumdan oluşur (Şekil 3.4) (Ergin vd., 1993). Marmara Denizi'nin litolojisini, bir taraftan iç değişik çökel oluşum koşulları, diğer taraftan ise farklı iklimsel aşınma zonlarından kaynaklanan terrijen malzemeler belirleyici şekilde etkilemektedir. Havzanın çökel oluşumu hızı, özellikle, bölgenin iklimsel koşullarına, rölyefine ve biyofasiyes durumuna bağlı olarak değişmektedir. Çökellerin ortalama birikim hızı bir kaç cm den başlayarak 50 cm/1000 yıl ve daha yüksek olup, çökellerin mutlak kütlesi ise 1 ila 34 g/cm²/1000 yıldır (Aliyev vd., 2007).



Şekil 3.4 Çalışma alanı dip çökellerinin ayrıntılı dağılım haritası (Ergin vd., 1993)

4. MATERYAL VE YÖNTEM

Marmara Denizi'nin Güney ve Güneybatı bölgelerinden değişik su derinliklerinden kepçe ile alınmış (yaklaşık 1.0-25.0 cm kalınlığında) çökel örnekleri ile Gönen, Kocasu ve Biga çaylarının deltaları ile Erdek körfezi sahilinden alınmış mollusk kavkıları bu araştırmanın materyallerini oluşturmaktadır (Şekil 3.1). Analizlere başlamadan önce mollusk kavkıları birer birer fırça ile sıcak suda yıkanmış ve 100-110° C'de kurutulmuştur. Tamamen temizlenen mollusk kavkıları, agat veya porselen havanda toz haline kadar öğütülmüştür. Kavkısal karbonat örneklerinde 29 elementin (Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr, Ca) kimyasal analizleri Atomik Absorbsiyon yöntemiyle yapılmıştır. Mollusk kavkıları % 96-98.8 oranında CaCO₃'dan ibaret olduğundan bahsedilen elementlerin saptanması için özel standartlar kullanılmıştır. Analizlerin hatası % 6.8-7.5 civarındadır. Bu çalışmada çeşitli mollusk türlerini (*Cerithium gigantum*, *Turritella tricarinata* BROCCHI, 1814; *Turritella imbricata* LAMARCK, 1804; *Corbula gibba* OLIVI, 1792; *Nuculana fragilis* CHEMNITZ, 1784; *Donax (Serrula) trunculus* LINNÉ, 1758; *Gibbula (Gibbula) maga* LINNÉ, 1758; *Gibbula (Gibbula) maga albida* GMELIN, 1791; *Gibbula sp.*, *Dosinia lupinus* LINNÉ, 1758; *Barbatia pectinata*, *Chamale (Chamalea) gallina* LINNÉ, 1758; *Venerupis senescens* COCCONI, 1873; *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791; *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1891; *Pitar rudis* POLI, 1795; *Corbula mediterranea*, *Venerupis discrepans* MILASCHEVITSCH, *Strombus sp.*, *Cardium paucicostatum* SOWERBY, 1841; *Timoclea ovata* PENNANT, 1777; *Anadara diluvii* LAMARCK, 1805; *Chlamys (Flexopecten) glabra* LINNÉ, 1758; *Diplodonta astartea*, *Cardium sp.*, *Pecten sp.*, *Venerupis sp.*, *Nassarius (Hinia) reticulatus* LINNÉ, 1758; *Acanthocardia tuberculata* LINNÉ, 1758; *Cardita aculeata* POLI, 1795; ve *Donax (Serrula) trunculus* LINNÉ, 1758) kapsayan toplam 584 adet kavkı jeokimyasal analizler için kullanılmıştır. İsmi geçen örneklerin mineralojik bileşimlerinin tayini için X-Işını Kırınımı ile Kalitatif Mineral analizi (XRD) ve 10 adet kavkı örneğinde DTA (Diferansiyel Termal Analiz) ve TGA (Termal Gravimetrik-Termogravimetrik Analiz) ölçümleri yapılmıştır.

Biyojeokimyasal yöntem uygulanarak her elementin biyolojik birikim seviyesi (BBS) belirlenerek, çalışma alanında bölgesel olarak biyojeokimyasal davranışları incelenmiştir. Elementlerin mollusk kavkılarındaki biyolojik birikim seviyesi (BBS) tüm olarak çalışma alanı çökellerindeki, yer kabuğundaki ve deniz suyundaki ortalama bolluklarına göre belirlenmiştir. Ayrıca, 28 adet çökel örneğinde Corg içerikleri miktarı saptanmıştır.

5. JEOKİMYASAL İNCELEMELER

5.1 Çalışma Alanı Dip Çökellerinde Bulunan Elementlerin Dağılım Özelliği

Elementlerin denizel çökellerde dağılımı, konsantrasyonu ve davranışı yalnızca onların kimyasal ve fiziksel durumuna bağlı değil, aynı zamanda, çökel oluşumu ortamının biyotik ve abiyotik unsurlarının birliktelik oluşturan hareketleri ile de ilişkilidir. Marmara havzası çökellerinde element dağılımları ile ilgili yapılan birçok çalışmadan bazıları şunlardır: Shimkus, 1983; Ergin vd. 1991; Bodur, 1991; Shimkus *et al.* 1993; Bodur ve Ergin, 1994; Öztürk and Shimkus, 1995; Balkış ve Çağatay, 1998; Aliyev vd. 1999; Aliyev ve Sarı, 1999.

Marmara Denizi gibi denizel ortamlar yer kabuğunda mevcut olan bütün kimyasal elementlerle beraber, özel jeokimyasal ve biyojeokimyasal fonksiyonları gerçekleştiren canlı organizmaları da barındırmaktadır. Bu sebepten de değişik organik maddelerce (özellikle sapropelli) zengin olan denizel çökeller, genellikle, Al, Cu, Co, Ni, Cr, Mn, W, Sn, Pb, Fe, Zn, Sc, Ba, Ca, U, Se, Mg, Au, Ag, V, Y, Yb, Ga, Ge, B, As, Sb, Sr elementlerini yüksek seviyede biriktirmektedirler. Aynı zamanda, çoğunlukla Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Yb, V, U, Fe, Ag metalleri olmak üzere, demir ve mangan hidroksitleri, Cr, Zr, Pb ve Nb'u killi malzemeler sorpsiyon etmektedirler (Chester and Hughes, 1967; Shimkus, 1979, 1981; Bogdanov *et al.* 1983; Tihomirov and Lukaşin, 1983; Lukaşin, 1983). Ancak, organik maddece zengin olmayan çökeller bile, Mn, Fe, Co, Ni, Ga, Cu, Zn, Yb ve V gibi metalleri kimyasal sorpsiyon yolu ile geriye dönüşümsüz ve selektif olarak özümsemektedirler (Baturin *et al.* 1967; Sevastyanov *et al.* 1968; Shimkus, 1979, 1981; Bogdanov *et al.* 1983; Tihomirov and Lukaşin, 1983; Lukaşin, 1983). Sonuçta ayrı-ayrı çökel tabakaları gerek ana ve gerekse eser elementlerce zenginlik oluştururlar.

Denizel ve okyanusal elementler davranışlarına ve buldukları formüle göre hidrojen ve litojen olarak iki gruba ayrılmaktadır (Lukaşin, 1983). Güney ve Güneybatı Marmara'nın dip çökellerinde incelenmesi gereken nadir, ağır ve diğer metaller bu gruplandırmada aşağıdaki şekilde yer almaktadırlar:

Mn, Co, Ni, Cu, Zr, Yb ve Y metalleri hidrojen özelliğindeki birinci grubu temsil etmektedirler.

Al, Zn, Ti, Ga, Fe, Cr ve V ise 2. grup litojen formülü için karakteristik olan metallere aittir.

Bu çalışmada incelenen Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr ve Ca elementlerinin dağılım aralığı ve ortalama değerleri Çizelge 5.1'de verilmiş olup, aşağıda bunların davranışına ve çökellerde buldukları formülüne ait birtakım araştırmalar yapılmıştır.

5.1.1 Mo, Ni ve Co

Marmara havzasının dip çökellerinde nadir elementler bazı hallerde homojen dağılım sergilemektedirler (Lukaşin, 1983). Çalışılan örneklerde bu metaller geniş dağılım aralığına sahiptirler. Mo değerleri 0.8-2.7 ppm, Ni 5.7-37.0 ppm ve Co 5.4-17.5 ppm arasında dağılım aralığı göstermektedir (Çizelge 5.1). Bu metallerin minimum değerleri litolojik bileşimi koyu-gri, alevrolitli silt karışımı olan zayıf karbonatlı killerden oluşan çökel birimine özgüdür. Mo'nun ortalama bolluğunun 1.655 ppm, Ni'nin 19.68 ppm ve Co'nun ortalamasının 10.50 ppm olduğu belirlenmiştir. Bu metallerin dağılımı ile çökellerin yaşı arasında herhangi bir ilişki izlenmemektedir.

5.1.2 Cr ve V

Bu metaller denizel çökellerdeki dağılımına göre litojen formüle özgü olsalar da, bir birinden farklı olarak çeşitlilik göstermektedirler. Marmara havzasının çalışılan sahasında Cr'nin ortalama miktarı 29.13 ppm olarak belirlenirken, V'nin ortalamasının (52.5 ppm) bundan daha yüksek olduğu gözükmemektedir (Çizelge 5.1). Ancak, Cr'nin ayrı-ayrı çökel tabakalarındaki dağılımları arasındaki (dağılım aralığı 8.7-64.7 ppm'dir) farkı V'nin dağılımına göre yüksektir (dağılım aralığı 22.1-115 ppm'dir). Bu elementlerin nispeten yüksek miktarları, hem zayıf karbonatlı koyu-yeşil alevrolitli killere, hem de koyu renkli zayıf karbonatlı alevrolit içeren killere aittir.

Çizelge 5.1 Çalışma alanı çökellerinde bulunan elementler ile ilgili bilgi ve bulgular.

Elementler, ppm	İncelenen çökel örneklerindeki dağılım aralığı	Çalışma alanı çökellerindeki ortalama	Yer kabuğundaki ortalama	Yer kabuğundaki ortalamaya göre birikim seviyesi (BS)
Ni	5.7-37.0	19.68	75	0.26
Cr	8.7-64.7	29.13	100	0.29
Cu	6.4-37.3	15.06	50	0.30
Y	8.5-24.3	14.03	35	0.40
Mg	2400-4.4 x10 ⁴	1.05x10 ⁴	2.3x10 ⁴	0.45
Fe	8400-6.5x10 ⁴	2.54x10 ⁴	5.4x10 ⁴	0.47
Co	5.4-17.5	10.5	22	0.47
V	22.1-115	52.5	110	0.47
Zr	42.5-200	98.39	165	0.59
Sc	5.4-17.2	11.8	20	0.59
Ca	2400-6.3 x10 ⁴	2.46x10 ⁴	4.1x10 ⁴	0.60
Zn	19.5-104	52.09	70	0.74
Ga	8.4-21.7	13.93	18	0.77
Nb	4.8-21.5	15.6	20	0.78
Yb	0.9-4.1	2.73	3.5	0.78
Al	3.2x10 ⁴ -10.5x10 ⁴	6.44x10 ⁴	8.1x10 ⁴	0.79
Mn	100-1800	830	1000	0.83
Ti	1800-7400	4200	5000	0.84
Mo	0.8-2.7	1.655	1.5	1.10
Si	21.4x10 ⁴ -38.72x10 ⁴	32.45x10 ⁴	28.2x10 ⁴	1.15
Ba	280-1296	584	500	1.18
W	0.7-3.1	1.556	1.2	1.29
Sr	180-994	569.12	375	1.51
Cd	0.18-1.12	0.54	0.15	3.60(1.2-7.46)*
Pb	12.7-112	54.17	12.5	4.33(1.01-8.9)*
As	1.8-38.5	9.52	1.8	5.28(1.0-21.4)*
Sb	0.42-3.5	1.1	0.2	5.5(2.1-17.5)*
Bi	0.46-2.34	1.26	0.15	8.4(3.06-15.6)*
Se	0.16-1.4	0.48	0.05	9.6(3.20-28.0)*

*Parantez içerisinde çökellerdeki en düşük ve en yüksek değerlere göre birikim seviyelerinin değişim aralığı gösterilmiştir.

5.1.3 Cu ve Zn

Denizel ortam çökellerindeki bakırın esas ortalama miktarı genel olarak onun hareketli olan hidrojen formülü ile ilişkilidir. Sığ deniz çökel tiplerinden pelajik derin deniz zonlarına doğru bakırın ortalama miktarı artmaktadır. Bunun yanı sıra, çökellerin yüzeysel tabakalarındaki sorpsiyon özelliğinde olan Cu'nun yüksek miktarının nedeni çökellerdeki kil minerallerine ve organik maddeyle ilişkilidir. Çökellerin yaşlanmasıyla sorpsiyon durumundaki Cu'nun değerinin azaldığı gözlemlenmektedir (Lukaşin, 1983). Çalışma alanı örneklerinde Cu'nun ortalama miktarı 15.06 ppm, değişim aralığı da 6.4-37.5 ppm'dir (Çizelge 5.1).

Bakırla mukayesede Zn kimyasal özelliğine bağlı olarak daha farklı seviyede davranış sergilemektedir. Şöyle ki, Zn daha çok litojen formülüne eğilim göstermektedir. Çökellerde özellikle, sorpsiyon şeklindeki Zn miktarı Fe ve Mn'nın hidroksitleri ile ilişkilidir. Yani, Zn sedimantojenez prosesinde litojen fazı temsil etmektedir. Zn, Cu'yu taklit ederek, çökellerin yaşı arttıkça daha dayanıklı davranış sergilemektedir. O yüzden, dip çökellerinin en üst (Genç Holosen) birimlerinde çoğunlukla zenginleşme beklenmemektedir. Ama bazen biyojenik nedenlerden dolayı Zn'nin birikim özelliği değişebilir. Marmara Denizi'nin çalışılan çökellerinde Zn'nin ortalaması 52.09 ppm olup, dağılım aralığı da 19.5-104 ppm'dir (Çizelge 5.1).

5.1.4 Cd, Mn ve Ba

Bu metaller kimyasal özellikleri açısından benzer davranışa sahiptirler. Çökellerin yaşı arttıkça bu metallerin hareketlilik derecesi de oldukça zayıflamaktadır (Lukaşin, 1983; Krauskopf, 1956). Başka bir ifade ile derine doğru hidrojen grup metallerinin sorpsiyon edilme seviyesi gittikçe azalmaktadır. Çalışma alanı çökellerindeki Cd'nin dağılım aralığı 0.18-1.12 ppm, ortalama bolluğu 0.54 ppm, Ba'nın dağılımı 280-1296 ppm, ortalama bolluğu 584 ppm ve Mn'nın dağılımı 100-1800 ppm, ortalama bolluğu da 830 ppm'dir (Çizelge 5.1).

5.1.5 Zr ve Ga

Zirkonyum denizel ortamda ikili bir tavır sergilemektedir. İlk önce kimyasal ve jeokimyasal bakımdan hidrojen özellik taşıırken, terrijen çökellerdeki dağılımına göre litojen davranışı üstünlük oluşturur. Zr'nin dip terrijen kökenli kil tabakalarının üst ince katındaki toplam değeri pelajik killere doğru yükselmektedir. Çökellerin yaşına bağlı olarak Zr'nin miktarı değişmektedir. Yani, eski çökellere doğru onun hidrojen özelliğindeki hareketli formülü daha zayıf harekette olan litojen vaziyete dönüşmektedir. Marmara Denizi'nin çalışılan kesimlerini temsil eden çökellerdeki Zr'nin miktarları 42.5 ile 200.0 ppm arasında değişmekte olup, ortalaması da 98.39 ppm olarak görülmektedir (Çizelge 5.1).

Ga'nın çökellerdeki litojen dozunun önemli biçimde düşük olmasına rağmen, denizel çökellerdeki dağılımı itibarıyla alüminyumu yaklaşık olarak tekrarlamaktadır. Yapılan çalışmalara istinaden, terrijen çökellerde Al ile yalnızca Ga korelasyonu yapılmaktadır (Shimkus, 1981; Lukaşin, 1983). Ga da Zr gibi Marmara havzasının bu kısmında oluşan çökellerde zayıf birikime sahiptir. Ga'nın bu çökellerdeki dağılımının genellikle 8.4 ile 21.7 ppm arasında değiştiği belirlenmiştir. Ortalaması ise 13.93 ppm'dir (Çizelge 5.1). Sonuçta denizel çökellerdeki dağılımı açısından Ga, zirkonyumu taklit etmektedir.

5.1.6 Yb, Sc, Pb ve Y

İterbiyumun denizel çökellerde genellikle bulunduğu şekli hidrojen formüldür. Yani, üst tabakadan aşağı doğru gittikçe onun sorpsiyon dozu azalmaktadır. Bu durumda onun Mn ve Fe hidroksitleri ile ilişkide bulunan formülleri artmaktadır. Çökellerde Yb diğer metallere nazaran daha çok Mn ile korelasyon oluşturur. Bazen Yb'ye ait zenginleşmelerin kaynağı da bu sebepten ortaya çıkmaktadır. Marmara havzasının incelenen zonlarında Yb 0.9-4.1 ppm civarında değişim aralığı göstermektedir. Onun incelenen çökellerdeki ortalama miktarı da 2.73 ppm'den yüksek değildir (Çizelge 5.1).

Sc, denizel sedimantasyon proseslerindeki davranışına, hareketine ve dağılımına göre çok az bilinmektedir. Sc çökellerde ve asılı şeklinde gerek kayaç oluşturan, gerekse

nadir toprak elementlerle bir arada tahminen beraber bulunmaktadır. Zayıf hareketli özelliğindedir. Yani, litojen özelliği yüksektir. Sc'nin Marmara havzasının bu kesimlerindeki çökellerinde belirlenen değerlerinin ortalaması 11.80 ppm, dağılım aralığı ise 5.4-17.2 ppm'dir (Çizelge 5.1).

Pb ile ilgili olarak, çökellerdeki ortalama miktarının, yer kabuğundaki ortalama bolluğundan 4 kat daha fazla (54.17 ppm) olduğu görülmektedir. Bazen Pb'nin değeri 112 ppm'e kadar yükselmektedir. Bu inceleme sonucu olarak, Pb'nin zenginleşmesinde kısmen diyajenetik, kısmen antropojenik ve kısmen de çökellerin sedimantojenezine ilişkin etkenlerin etkisi varsayılmaktadır. Kurşunun çalışma alanlarındaki değerleri zayıf karbonatlı pelitli ve mollusklarca zengin koyu killerde daha yüksek olarak saptanmıştır. Daha düşük değerleri (12.7 ppm) yeşilimsi az karbonatlı ve nadiren pelecypoda kavkılarının kırıntılarını bulduran ince kum taneli killere özgüdür. Pb'nin çökellerdeki dağılım aralığı 12.7-112 ppm, ortalama miktarı ise 54.17 ppm dolayında bulunmaktadır (Çizelge 5.1).

Hidrojen formüllü olan İteryum'un (Y) en yüksek değerleri, dip çökellerin yüzey tabakacıklarında görülmektedir. Dağılım aralığı 8.5 ile 24.3 ppm arasında değişmekte olup, ortalama miktarı da 14.3 ppm seviyesinde görülmektedir (Çizelge 5.1).

5.1.7 Se, Bi, Sb, W, As ve Nb

Bu metallerin yer kabuğundaki dağılımı bir birlerine oldukça yakın olup, çok düşük değerlere sahiptirler. Se 0.05 ppm ile diğerlerinden farklı olarak çok daha düşük değere sahiptir (Çizelge 5.1). Ama bu metallerin çalışılan bölgelerden alınmış örnekleri üzere dağılım özellikleri orantılı olarak oldukça farklıdır. Örneğin, analiz yapılan örneklerde Se'nin dağılım aralığı 0.16-1.4 ppm dolayında olup, ortalaması 0.48 ppm'dir. Bi, Sb, W, As ve Nb metalleri için dağılım aralığı ve ortalama değerleri de sırasıyla şöyledir: 0.46-2.34 ppm, 1.26 ppm; 0.42-3.5 ppm 1.1 ppm; 0.7-3.1 ppm, 1.556 ppm ve 1.8-38.5 ppm, 9.52 ppm'dir. Nb'nin Marmara çökellerindeki dağılımı 4.8-21.5 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 15.6 ppm değerine sahiptir (Çizelge 5.1).

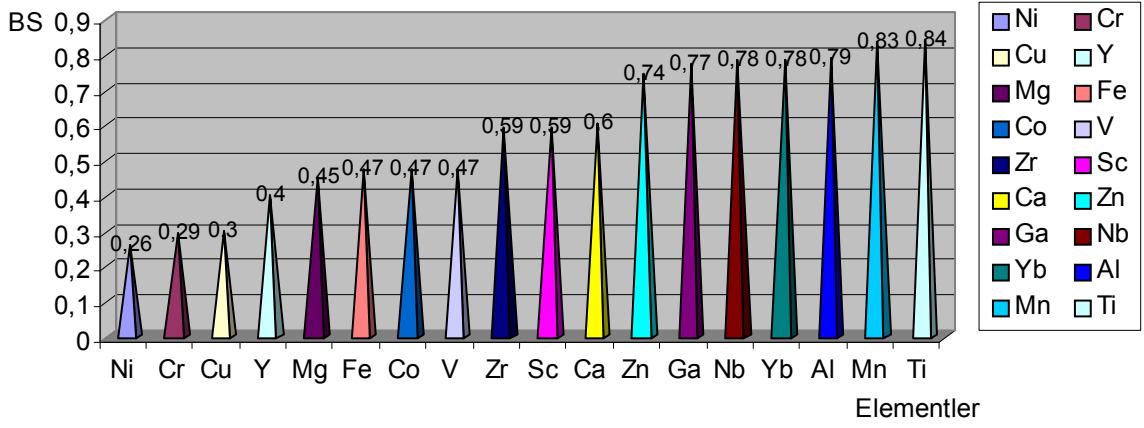
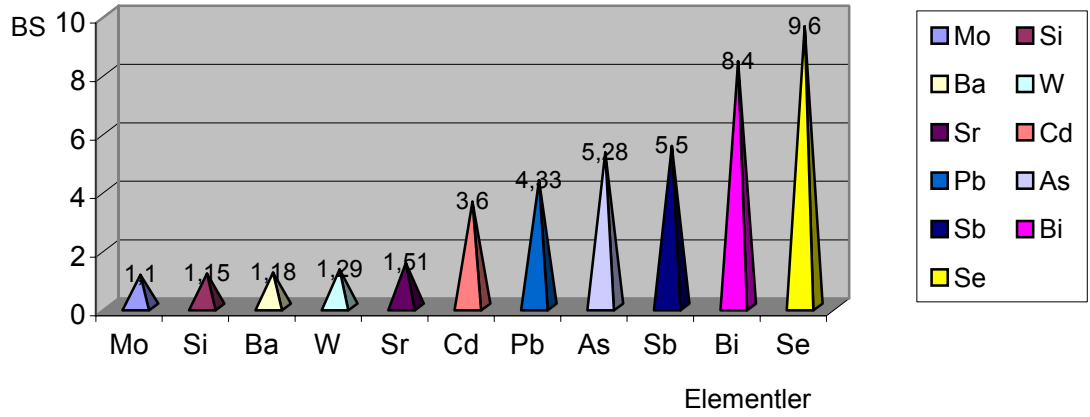
5.1.8 Si, Al, Fe, Ca, Mg ve Ti

Bu metallerin yer kabuğundaki tutumu ve davranışları kayaç oluşturan metaller olarak iyi bilinmektedir. Bunlardan Fe, Al ve Ti litojen grup elementleridir. Yani bunlar denizel dip çökellerinde davranışları itibariyle, zayıf hareketlidirler. Dağılım aralıkları sırasıyla $8400-6.5 \times 10^4$, $3.2 \times 10^4-10.5 \times 10^4$ ve $1800-7400$ ppm'dir, ortalama bollukları ise 2.54×10^4 , 6.44×10^4 ve 4200 ppm olarak saptanmıştır. Ca $2400-6.3 \times 10^4$, Mg $2400-4.4 \times 10^4$ ve Si $21.4 \times 10^4-38.72 \times 10^4$ ppm dağılım aralığına ve 2.46×10^4 , 1.05×10^4 , 32.45×10^4 ppm ortalama değerlerine sahiptirler (Çizelge 5.1). Bu metaller denizel ortam çökellerinde ve asıltıda yaklaşık eşit konsantrasyonlarda bulunmaktadır (Lukaşin, 1983).

5.2 Çalışma Alanı Çökellerindeki Elementlerin Ortalama Dağılımı ve Yer Kabuğundakine Göre Birikim Seviyesi

Elementlerin, Marmara Havzasının Güney ve Güneybatısındaki çökellerdeki ortalama dağılımı, yer kabuğundaki ortalama bolluklarıyla kıyaslanarak incelenmiş ve elementlerin çalışma alanındaki birikim seviyeleri (BS) belirlenmiştir. Çalışma alanına ait çökel örneklerinde Ni, Cr, Cu, Y, Mg, Fe, Co, V, Zr, Sc, Ca, Zn, Ga, Nb, Yb, Al, Mn ve Ti gibi elementlerin birikim seviyesi değerlerinin yer kabuğundakine göre daha düşük (0,26-0,84 kez) olduğu görülmektedir (Çizelge 5.1, Şekil 5.1).

Mo, Si, Ba, W, Sr, Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se gibi asal ve iz metallerin yer kabuğundaki ortalamalarına nazaran birikim seviyeleri 1'in üzerinde olup 2 gruba ayrılırlar. Mo, Si, Ba, W, Sr'nin birikim seviyesi 1,10 ile 1,51 arasında iken, Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se'nin birikim seviyesi 3,60 ile 9,60 arasında değişir. Ancak, çalışılan çökel birimleri detaylı şekilde incelendiğinde, bazı çökel birimlerinde Cd'un birikim seviyesi 7.46 keze, Pb'nin 8.96 keze, As'nin 21.4 keze, Sb'nin 17.5 keze, Bi'nin 15.6 keze ve Se'nin 28.0 keze kadar yükseldiği görülmektedir. Çökellerde iz elementlerin nispeten yüksek birikim seviyelerinin başlıca nedeni olarak Gönen, Biga çaylarının ve diğer karasal bölgelerden getirilen terrijen malzemelerin jeokimyasından ve antropojenik kirlenmelerden kaynaklanmış olması muhtemeldir.



Şekil 5.1 Elementlerin çalışma alanı çökellerindeki ortalamalarının yer kabuğundaki ortalamasına göre birikim seviyesi.

6. BİYOJEOKİMYASAL İNCELEMELER

Elementlerle organizmalar/organik madde arasında sıkı bir ilişki mevcuttur. Organik maddenin bol bulunduğu ortamlarda zenginleşen elementlerin bir kısmı, doğrudan organik madde kökenli olabileceği gibi, ortama ait jeokimyasal koşullar nedeniyle de olabilmektedir. Yani zenginleşen bu elementler organik maddenin bollığı ortamları tercih etmektedirler. Hatta bu zenginleşme, ekonomik açıdan uygun yataklar oluşturabilecek kadar fazla olabilmektedir.

Organik maddece zengin olan çökellerde V, Ni, Co, Cr, Mo, Pb, Mn, Zr, Sr ve Mg gibi organik kökenli elementler nispeten daha fazla bulunurlar. Ayrıca Fe, P, Cu, Zn, Ag, Au, As, U elementleri de yüksek konsantrasyona sahip olabilmektedirler. Özellikle planktojen organik maddeye bağlı olarak Pb, Zn, Cu, U'ca zengin çökeller ve ekonomik açıdan uygun olabilecek yataklar bulunabilmektedir (Warning and Brumsack, 2000; Brumsack, 2006).

Transgresif sedimanlar Cd ve P elementlerince zengin olup Co ve Mn elementleri açısından fakirdir. Zengin sapropelik organik madde içeren çökeller ise P, U, V, Mo, Ni ve nadir toprak elementleri açısından zengindirler (Neruçev 1982). Ayrıca bu sapropelik çökeller anoksik sudaki kuvvetli sülfidasyon sonucu yüksek Ba, Mo, S, Re, As, Cu, Sb ve Fe konsantrasyonları da içerebilirler. Tek hücreli yosunlar deniz suyundan P, N, Si, Ca, O, C, H, Fe, Mg, V, Cu, Sn, Sr, Pb, Zn ve Ba gibi elementleri bünyelerinde biriktirip, fotosentez esnasında ortama çok fazla miktarda serbest oksijen bırakırlar (Vinogradova 1965). Bu ve buna benzer organizma faaliyetleri ortamların jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Benzer şekilde elementlerin zenginleşme miktarlarına bakılarak ortamsal koşullar hakkında yorum yapmak mümkün olabilmektedir. Örneğin; Fe oksit halde bulunduğundan dolayı çökeldiği ortamın oksijence zengin olduğunu, S elementinin fazlalığı kükürt bakterilerinin etkin olduğunu belirtmektedir. Sr değerleri genellikle kireçtaşı bulunan ortamlarda yüksek çıkmaktadır. Pirit minerali az oksijenli bir ortamı, düşük miktardaki V elementi ise denizel, anoksik ortamı temsil etmektedir.

6.1 Çalışma Alanı Mollusk Kavkılarındaki Elementlerin Ortalama Olarak İncelenmesi

Tüm canlılar buldukları ortamdan etkilenen hassas unsurlardır. Denizel kabuklu organizmalar da, tüm canlılar gibi buldukları ortamla sürekli bir etkileşim halindedirler. Elementler, canlılar için az ya da çok fizyolojik önem taşımaktadır ve canlı bu elementleri bulunduğu ortamda bir şekilde bünyesine biriktirir. Bu element birikiminin bir kısmı organizmaların kavkı, iskelet gibi sert dokularında yoğunlaşırken, bir kısmı da yumuşak bedenlerinde (hücrelerindeki protein, lipid, karbonhidratlar ve organometalik bileşiklerde) bolluk oluşmaktadır.

Bu çalışmada incelenen Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr, Ca elementlerinin ortalama dağılım değerleri Çizelge 6.1 gösterilmiştir. Bu elementler mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerine göre şu şekilde gruplandırılabilir:

1. Grup elementleri, mollusk kavkılarındaki ortalama dağılımları 1.0 ppm'in altında olan As, Bi, Cd, Co, Ga, Mo, Nb, Sb, Se, Sc, W ve Yb elementleridir (Çizelge 6.1, Şekil 6.1). Burada biyojenik elementlerden Mo, Co ve Se'un ortalama değerleri 0.135 ppm, 0.32 ppm ve 0.20 ppm olarak belirlenmiştir. Mo ve Co'un değerleri yaklaşık olarak canlı maddedekine uyarken, Se değerlerinin ise 10 kez daha yüksek olduğu ortaya çıkmaktadır.

2. Grup elementler, değerleri 1.0 ile 6.5 ppm arasında değişen Y, Pb, V, Cr, Ni, Zr ve Cu elementleridir (Çizelge 6.1, Şekil 6.1). Pb, V ve Cu biyojenik olarak 1., Ni ve Cr ise 2. grup elementlere özgüdür. Bir tek Y'un biyolojik önemi bilinmemekte olup, canlı maddede ortalama değeri 0.1 ppm dir (Vinogradov, 1967).

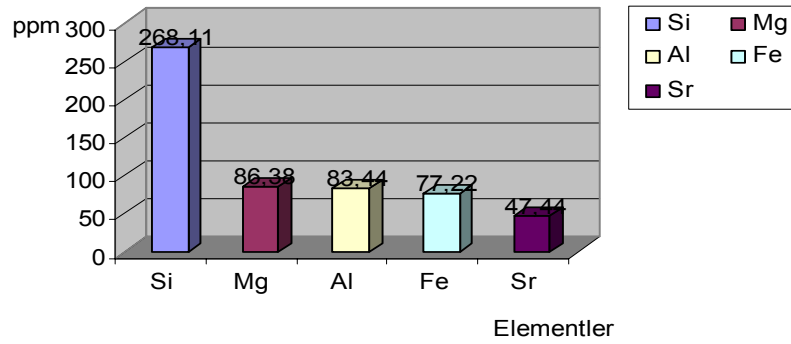
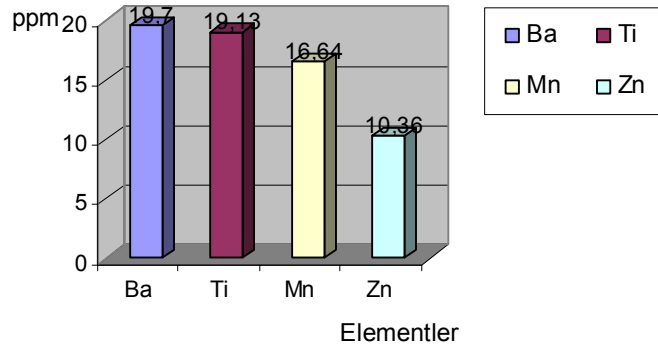
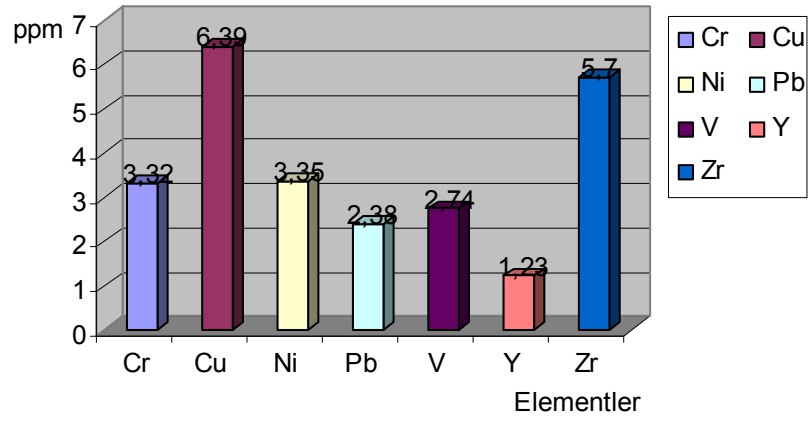
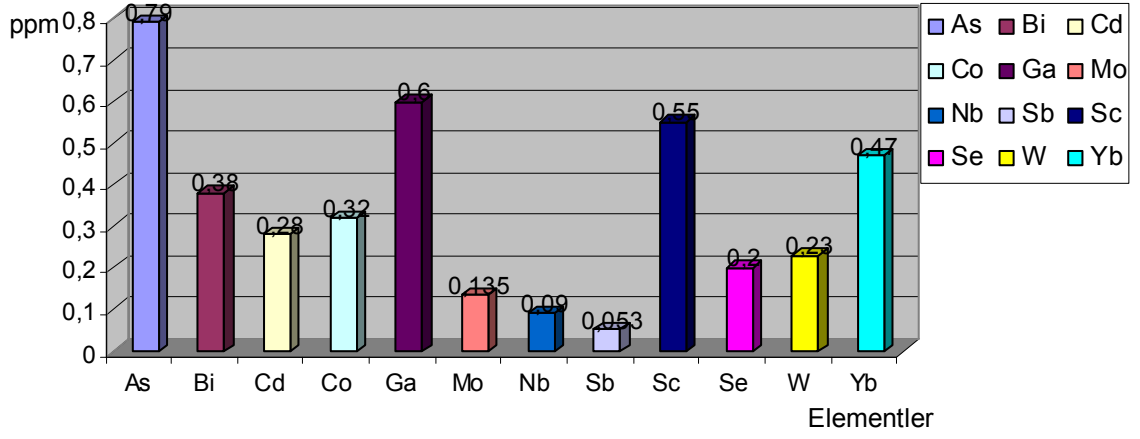
3. Grup elementler, değerleri 10'den 20 ppm'e kadar değişen Zn, Mn, Ti ve Ba elementleridir (Çizelge 6.1, Şekil 6.1). Bu elementlerin ortalama değerlerini canlı maddedeki ortalama bollukları ile karşılaştırırsak Zn ve Mn sırf biyojenik, Ti ve Ba ise

metal organik ve mineral organik bileşiklerinde daimi olarak bulunan esas elementlerdir.

4.Grup elementler, mollusk kavkılarında diğer elementlere göre daha fazla bulunan Sr, Fe, Al, Mg, Si ve Ca olup, bunların değerleri 47 ppm'in üzerindedir (Çizelge 6.1, Şekil 6.1). Özellikle Ca'nın diğer elementlere göre daha fazla olmasının nedeni, denizel organizmaların sert kabuklarını oluşturan ana elementlerden biri olmasıdır.

Çizelge 6.1 Mollusk kavkılarında elementlerin ortalama dağılımları

Element	Çalışma Alanı Mollusk Kavkılarındaki Ortalama Değeri (ppm)	
Sb	0,053	1.Grup Elementler Ortalama Dağılımları 0,05-1,00 ppm arası
Nb	0,09	
Mo	0,135	
Se	0,20	
W	0,23	
Cd	0,28	
Co	0,32	
Bi	0,38	
Yb	0,47	
Sc	0,55	
Ga	0,60	
As	0,79	
Y	1,23	2.Grup Elementler Ortalama Dağılımları 1,00-6,50 ppm arası
Pb	2,38	
V	2,74	
Cr	3,32	
Ni	3,35	
Zr	5,70	3.Grup Elementler Ortalama Dağılımları 10-20 ppm arası
Cu	6,39	
Zn	10,36	
Mn	16,64	
Ti	19,13	4.Grup Elementler Ortalama Dağılımları > 47 ppm olanlar
Ba	19,70	
Sr	47,44	
Fe	77,22	
Al	83,44	
Mg	86,38	
Si	268,11	
Ca	37,5 x 10 ⁴	



Şekil 6.1 1.2.3. ve 4. grup elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerleri

6.2 Mollusk Kavkılarındaki Elementlerin Ortalamalarının, Çalışma Alanı Çökellerinde, Yer Kabuğunda ve Deniz Suyundaki Ortalamaları İle Karşılaştırılması ve Biyolojik Birikim Seviyesi (BBS)

Kavkılardaki elementlerin, çevre kayaçlardaki veya ortamın herhangi bir inorganik malzemesindeki miktarlarına karşılık gelen konsantrasyonları, biyolojik biriktirme seviyesi (BBS) olarak değerlendirilmektedir. Bu çalışmada da, Marmara Havzasının Güney ve Güneybatısından alınan mollusk kavkılarında tespit edilen elementlerin ortalama değerleri alınarak, çalışma alanı çökelleri, yer kabuğu ve deniz suyundaki ortalamaları ile karşılıklı değerlendirmeler yapıлып, elementlerin biyolojik birikim seviyeleri tespit edilmiştir (Çizelge 6.2)

Çizelge 6.2 Mollusk kavkılarındaki elementlerin ortalamalarının çalışma alanı çökellerindeki, yer kabuğundaki ve deniz suyundaki ortalamalarına göre biyolojik biriktirme seviyesi (BBS).

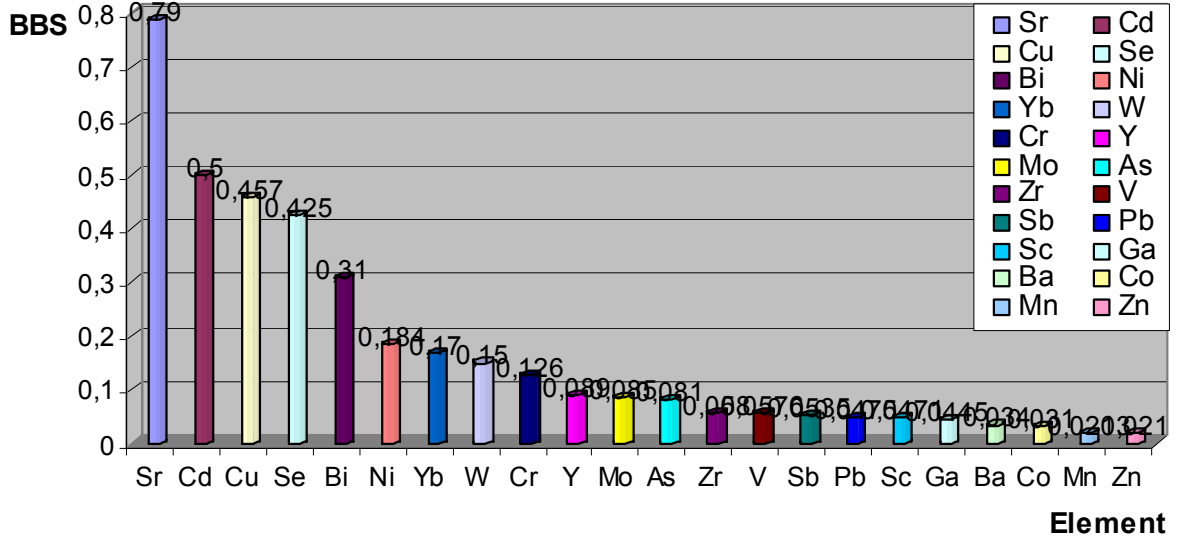
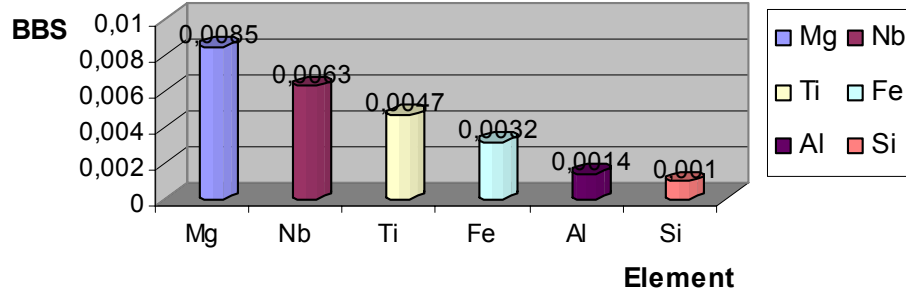
Element (ppm)	Mollusk kavkılarındaki ortalama	Marmara havzası çökellerine göre		Yer kabuğundakine göre		Deniz suyundakine göre	
		Ortalama	BBS	Ortalama	BBS	Ortalama	BBS
Si	268.11	32.57x10 ⁴	0.001	28.2x10 ⁴	0.001	2.0	134.0
Ti	19.13	4100	0.0047	5000	0.004	0.001	19130
Al	83.44	5.92x10 ⁴	0.0014	8.1x10 ⁴	0.001	0.002	41720
Fe	77.22	2.38x10 ⁴	0.0032	5.4x10 ⁴	0.0014	0.002	38610
Mn	16.64	780	0.0213	1000	0.017	2x10 ⁻⁴	83200
Mg	86.38	1.01x10 ⁴	0.0085	2.3x10 ⁴	0.0037	1290	0.067
Ca	37.5x10 ⁴	2.23x10 ⁴	16.817	4.1x10 ⁴	9.146	412	910.2
As	0.79	9.766	0.081	1.8	0.439	0.0037	213.51
Ba	19.70	582.77	0.034	500	0.039	0.002	9870
Bi	0.38	1.225	0.310	0.15	2.533	2.x10 ⁻⁵	19000
Cd	0.28	0.56	0.50	0.15	1.866	1x10 ⁻⁴	2800
Co	0.32	10.31	0.031	22	0.0145	5x10 ⁻⁵	6400
Cr	3.32	26.25	0.126	100	0.0332	3x10 ⁻⁴	11066.6
Cu	6.39	13.97	0.457	50	0.128	5x10 ⁻⁴	12780
Ga	0.60	13.73	0.0445	18	0.033	3x10 ⁻⁵	20000
Mo	0.135	1.58	0.085	1.5	0.090	0.01	13.5
Nb	0.09	14.35	0.0063	20	0.0045	1x10 ⁻⁵	9000
Ni	3.35	18.16	0.184	75	0.0446	0.0017	1970.6
Pb	2.38	50.07	0.0475	12.5	0.190	3x10 ⁻⁵	79333.3
Sb	0.053	0.99	0.0535	0.2	0.265	2.4x10 ⁻⁴	220.83
Sr	47.44	598	0.079	375	0.126	8.0	5.930
Se	0.20	0.47	0.425	0.05	4.0	2x10 ⁻⁴	1000
Sc	0.55	11.67	0.0471	20	0.0275	6x10 ⁻⁷	916666.6
V	2.74	47.57	0.0576	110	0.0249	0.0025	1096
W	0.23	1.53	0.150	1.2	0.192	1x10 ⁻⁴	2300.0
Y	1.23	13.77	0.089	35	0.035	1x10 ⁻⁶	1230000
Yb	0.47	2.77	0.17	3.5	0.1343	8x10 ⁻⁷	587500
Zn	10.36	48.05	0.021	70	0.148	0.0049	2114.3
Zr	5.70	98.58	0.058	165	0.0345	3x10 ⁻⁵	190000

6.2.1 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, çalışma alanına ait çökellerindeki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi

Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalamasını çalışma alanına ait çökellerdeki ortalamaları ile karşılaştırmak amacıyla elementler gruplandırılmışlardır. Çizelge 6.2 ve Şekil 6.2’de de görüldüğü gibi, kayaç oluşturan elementler olarak Si, Ca, Mg, Al, Fe, Ti, Mn mollusk kavkılarında, diğer elementlerle mukayese edildiklerinde, oldukça yüksek ortalama değerlere sahip oldukları gözlemlenmektedir. Yüksek ortalama değerleri bakımından Ba ve Sr elementlerini de bu sıraya dahil edebiliriz. Bu elementlerin kavkı ve çökel örneklerindeki dağılımları açısından uyum oluşturdukları görülmektedir.

Bu elementlerin çökellerdeki değerlerine kıyasla mollusklardaki biyolojik birikim seviyesine baktığımızda, 0.001-0.0213 kez arasında değişen oldukça düşük değerlere rastlanmaktadır. Ancak, istisna olarak Ca büyük bir ayrıcalık oluşturmaktadır. Çünkü Ca kavkılarının yapısını oluşturan ana elementlerden bir tanesi olup, ortalama değeri 37.5×10^4 ppm’dir.

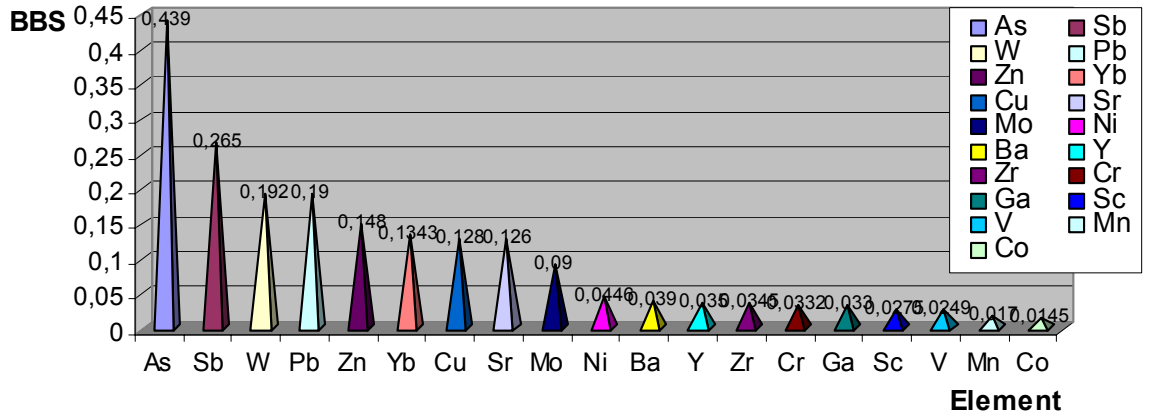
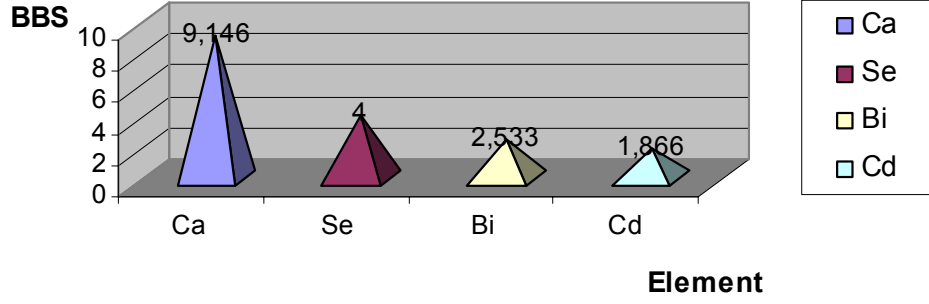
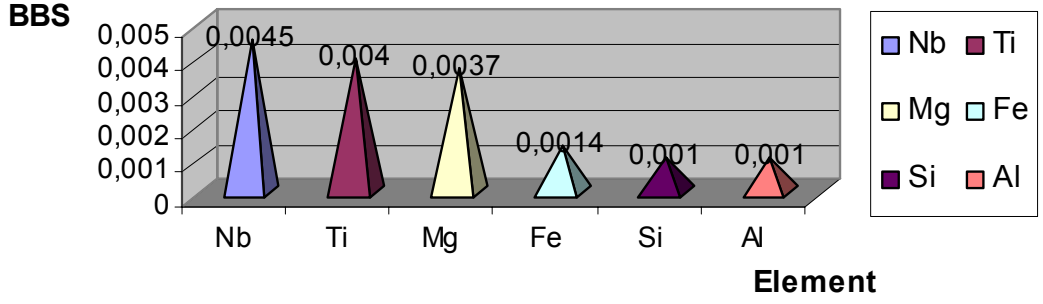
Yukarıda yorumu yapılan elementlerin dışında, diğer elementlerin mollusklardaki biyolojik birikimleri şu şekilde değişmektedir. 11 elementin (As, Ba, Mn, Co, Ga, Mo, Pb, Sb, Sc, V, Y, Zn ve Zr) biyolojik birikiminin 0.021-0.089 kez arasında değiştiği tespit edilmiştir. 8 elementin (Bi, Cd, Cr, Cu, Ni, Se, W ve Yb) biyolojik birikim değerleri ise 0.15-0.50 kez arasında değişmektedir. Yine de burada Nb’nin kavkılardaki ortalaması oldukça düşük olduğundan onun biyolojik birikimi de düşüktür (0.0063 kez). Bu da onun canlı maddedeki biyolojik öneminin ve ortalamasının henüz belirlenmemiş olduğuna işaret etmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda elementlerin mollusklardaki değerleri ile çökellerdeki değerleri arasında değişik farklılıkların olduğu görülmektedir. Sonuçta bazı grup elementlerin çalışma alanı çökellerine göre kavkılardaki BBS’si daha düşük iken, diğer elementlerin BBS’sinin ise önemli derecede yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 6.2, Şekil 6.2).



Şekil 6.2 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin çalışma alanı çökellerindeki ortalamalarına göre biyolojik birim seviyesi (BBS, ppm kez olarak)

6.2.2 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, yer kabuğundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi

Mollusk kavkılarında elementlerin ortalama değerlerinin yer kabuğundakine göre biyolojik birikim seviyeleri, çalışma alanına ait çökellerdeki biyolojik birikim seviyelerine göre uygundur (Çizelge 6.2, Şekil 6.3). Örneğin, kayaç oluşturan Si, Ti, Al, Fe, Mg elementlerin biyolojik birikim seviyesi 0.001-0.004 ppm kez arasında değişmektedir. Çalışma alanı çökellerindekine göre yapılan kıyaslamalarda olduğu gibi, burada da Nb bu elementlerin arasına sokulmuş durumdadır (BBS'si 0.0045 ppm'dir).



Şekil 6.3 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, yer kabuğundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi

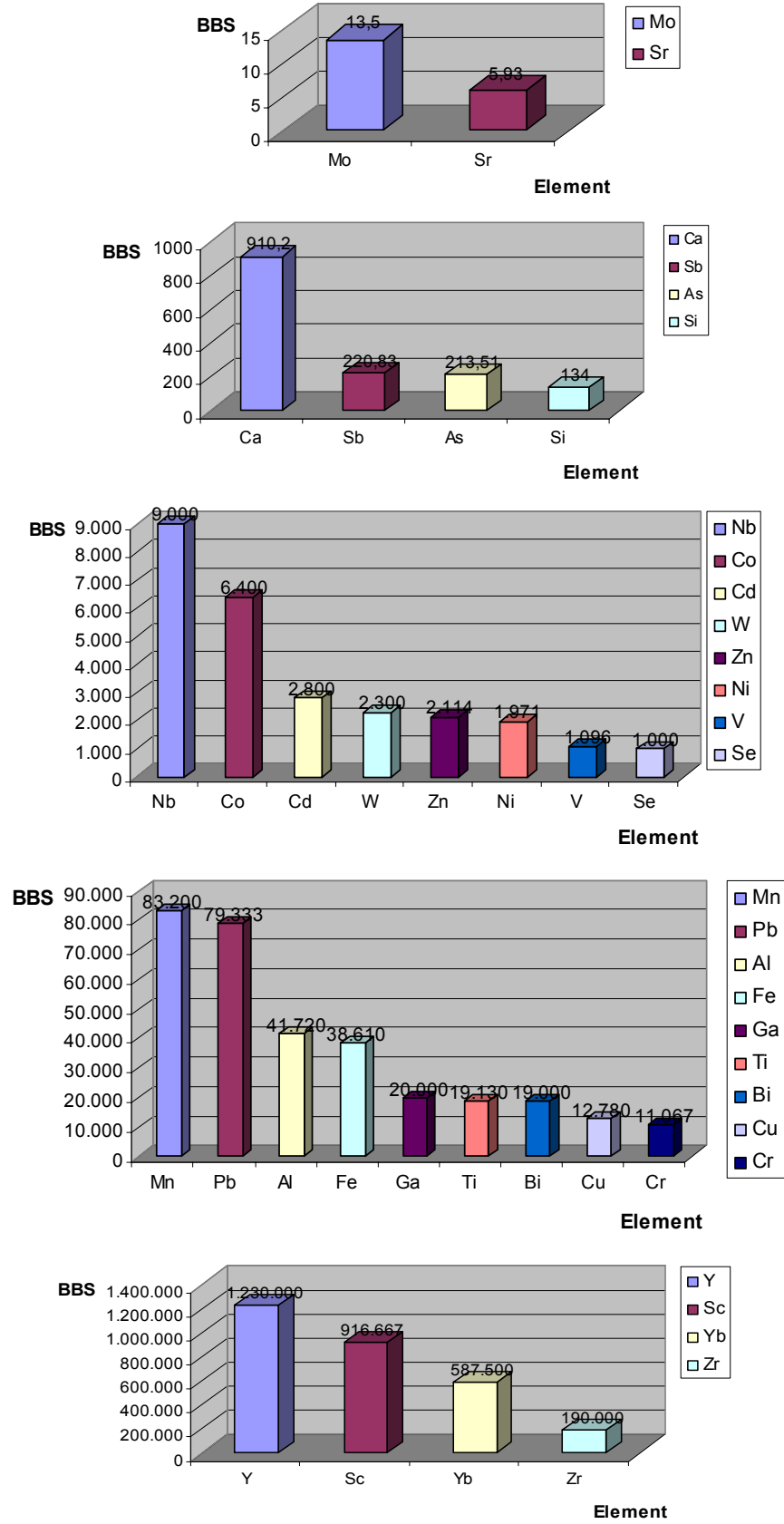
Biyolojik birikim seviyesi Ba, Mn, Co, Cr, Ga, Mo, Ni, Sc, V, Y ve Zr metalleri için 0.1 ppm'den düşüktür. As, Cu, Pb, Sb, Sr, W, Yb ve Zn elementleri nispeten yüksek biyolojik birikim seviyelerine sahip olup, 0.126-0.439 ppm kez arasında değişir.

Daha yüksek biyolojik birikim seviyesi Ca, Bi, Cd ve Se elementlerinin dağılımlarında tespit edilmiştir. Örneğin, Ca 9.146 ppm kez, Se 4.0 ppm kez, Bi 2.533 ppm kez ve Cd 1.866 ppm kez değerlerine sahiptir.

6.2.3 Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, deniz suyundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi

Denizel omurgasızların kimyasal ve biyojeokimyasal zelliklerinin Şekillenmesinde ve genellikle yaşantısında en etken unsur su ortamıdır. Organizmalar, genellikle, talep ve ihtiyaçlarını karşılayabilecek su ortamlarında yaşantılarını sürdürmektedirler (Vernadski, 1978; Vinogradov, 1944, 1954; Turekian And İmbrie, 1966; Wada, 1996). Bu açıdan mollusklarla, deniz suyunun kimyasal element bileşiminin karşılaştırılması çok önemlidir.

Mollusk kavkılarındaki elementlerin biyolojik birikim seviyeleri deniz suyundaki miktarı açısından oldukça farklı olup, 5 grup oluşturmaktadır (Şekil 6.4). En düşük BBS'sini Sr (5.930 ppm kez) ve Mo (13.5 ppm kez) göstermektedir (izelge 6.1). Si, Ca, As, Sb ve Ba elementlerinin mollusklardaki ortalama miktarları deniz suyundakine göre genellikle 134-9870 ppm kez artış göstermektedir. Buna benzer artışlar Cd, Co, Nb, Ni, Se, V, W ve Zn elementlerinde de görülmektedir. Bu elementlerin BBS'nin, genellikle, 1000-9000 ppm kez arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu elementlere nazaran daha yüksek BBS Ti, Al, Fe, Mn, Bi, Cr, Cu, Ga ve Pb elementlerinde görülmektedir (11066-83200 ppm kez dolayındadır). Çizelge 6.1 ve Şekil 6.4'ten de görüleceği üzere, BBS'ne göre Zr, Yb, Sc ve Y en yüksek değerlerdedir. Bunların içerisinde en düşük BBS Zr (190000 ppm kez) ve en yüksek BBS ise Y'ye aittir (1230000 ppm kez'dir).



Şekil 6.4. Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin, deniz suyundaki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi

7. MOLLUSKLARIN TAKSONOMİK ÖZELLİKLERİ İLE ELEMENTLER ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bu çalışmada Ga, Mo, Yb, Nb, Sc, Co, W, Se, Bi, Sb, As, Cd, Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr, Cu, Ti, Mn, Ba, Zn, Si, Al, Fe, Mg, Sr ve Ca elementlerinin dağılımı ile molluskların taksonomik (biyolojik özellikleri) arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu elementlerin taksonomik belirtileri oldukça dikkat çekicidir. Her bir taksona özgü olan farklı elementlerin organik yapıya girmesi, belli bir seviyede metabolizmaya bağlı olarak, uzun süreli evrimsel süreç sonucunda oluşmaktadır. Dolayısıyla, farklı filogenetik evrelerde oluşan yeni bireyler, türler ve cinsler morfolojik olarak (iç ve dış yapısı açısından) farklılıklar içerdiği gibi, element bileşimi seviyesinde de farklılıklar ortaya koymaktadırlar. Çizelge 7.1’de incelenen mollusk kavkılarında ait element dağılımları verilmiştir. Çizelgede verilen her bir kavkının kimyasal element bileşimi tüm yaşantılarına bağlı olarak ortalama değerlerini yansıtmaktadır.

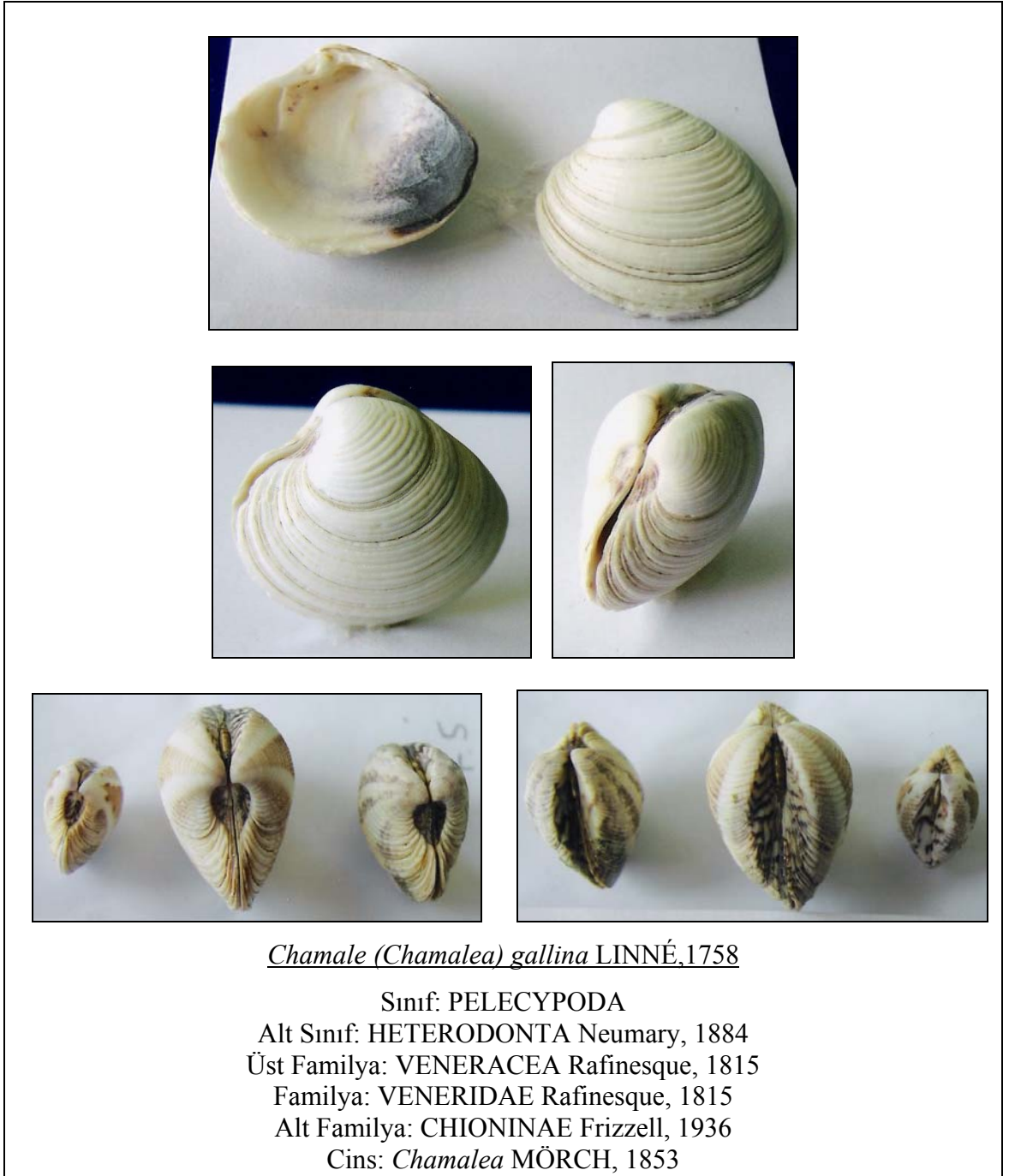
29 elementin her bir mollusk kavkısındaki değeri tek-tek incelendiğinde, fertler arasındaki farklılıklar kesin olarak görülmektedir. Bu farklar çeşitli cinsleri temsil eden türlere veya bireylere nazaran aynı cinse ait türlerde daha kesin görülür. Bu bakımdan örnek olarak, *Chamale (Chamalea) gallina* LINNÉ, 1758 (Şekil 7.1); *Pitar rudis* POLI, 1795 (Şekil 7.2); *Nassarius (hinia) reticulatus* LINNÉ, 1758 (Şekil 7.3); *Venerupis senescens* COCCONI, 1873 (Şekil 7.4); *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791 (Şekil 7.5); *Chlamys (Flexopecten) glabra* LINNÉ, 1758 (Şekil 7.6); ve 2 adet *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 (Şekil 7.7) mollusk kavkısında yukarıda adı geçen 29 elementin dağılımı ayrıntılı şekilde araştırılmıştır. Bu mollusk türlerinde kimyasal elementlerin farklı biçimlerde değiştiği görülmektedir (Çizelge 7.2). Ayrıntılı olarak incelenen bu mollusk kavkılarında elementlerin dağılım aralığı şu şekilde belirlenmiştir:

Sc 0.38-0.60 ppm, Yb 0.21-0.85 ppm, Zr 4.42-6.84 ppm, Ni 1.98-3.84 ppm, Pb 1.17-3.20 ppm, Sr 25.16-49.84 ppm, Zn 6.30-20.17 ppm, V 2.31-4.32 ppm, Bi 0.27-0.84, W 0.16-0.36 ppm, Mo 0.08-0.20 ppm, Ga 0.28-0.72 ppm, Cd 0.12-0.84 ppm, Cu 3.82-6.20 ppm, Cr 1.87-2.94 ppm, Y 0.90-2.48 ppm, Nb 0.04-0.11 ve Sb 0.037-0.048 ppm, Si

117-930 ppm, Fe 31-170 ppm, Al 36-250 ppm, Mg 34-96 ppm, Ti 9-60 ppm, Mn 9-42 ppm, Ba 18.12-25.16 ppm, As 0.51-1.16 ppm, Co 0.18-0.52 ppm, Se- 0.09-0.29 ppm.

Çizelge 7.1 Ayrıntılı olarak incelenen mollusk kavkılarındaki elementlerin ortalama dağılım aralığı

Element	Dağılım Aralığı (ppm)	
Sb	0,037-0,048	1.Grup Elementler Dağılım Aralığı <1,00 ppm
Nb	0,04-0,11	
Mo	0,08-0,20	
Se	0,09-0,29	
W	0,16-0,36	
Cd	0,12-0,48	
Co	0,18-0,52	
Sc	0,38-0,60	
Ga	0,28-0,72	
Bi	0,27-0,84	
Yb	0,21-0,85	
As	0,51-1,16	
Y	0,90-2,48	
Cr	1,87-2,94	
Pb	1,17-3,20	
Ni	1,98-3,84	
V	2,31-4,32	
Cu	3,82-6,20	
Zr	4,42-6,84	
Zn	6,30-20,17	3.Grup Elementler Dağılım Aralığı >5,00 ppm
Ba	18,12-25,16	
Mn	9,0-42	
Sr	25,16-49,84	
Ti	9,0-60	
Mg	34-96	
Fe	31-170	
Al	36-250	
Si	117-930	
Ca	% 35,94-39,40	



Şekil 7.1 *Chamale (Chamalea) gallina* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Pitar rudis POLI, 1795

Sınıf: PELECYPODA

Alt Sınıf: HETERODONTA Neumary, 1884

Üst Familya: VENEROIDEA Rafinesque, 1815

Familya: VENERIDAE Rafinesque, 1815

Alt Familya: PITARINAE

Cins: *Pitar* RÖMER, 1857

Şekil 7.2 *Pitar rudis* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Nassarius (Hinia) reticulatus LINNÉ

Sınıf: GASTROPODA Cuvier, 1797

Alt Sınıf: PROSOBRANCHIA Milne Edward, 1848

Ordo: NEOGASTROPODA

Üst Familya: BUCCINACEA

Familya: NASSARIIDAE

Cins: *Nassarius*

Şekil 7.3 *Nassarius (Hinia) reticulatus* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Venerupis senescens COOCCONI, 1873

Sınıf: PELECYPODA

Alt Sınıf: HETERODONTA Neumary, 1884

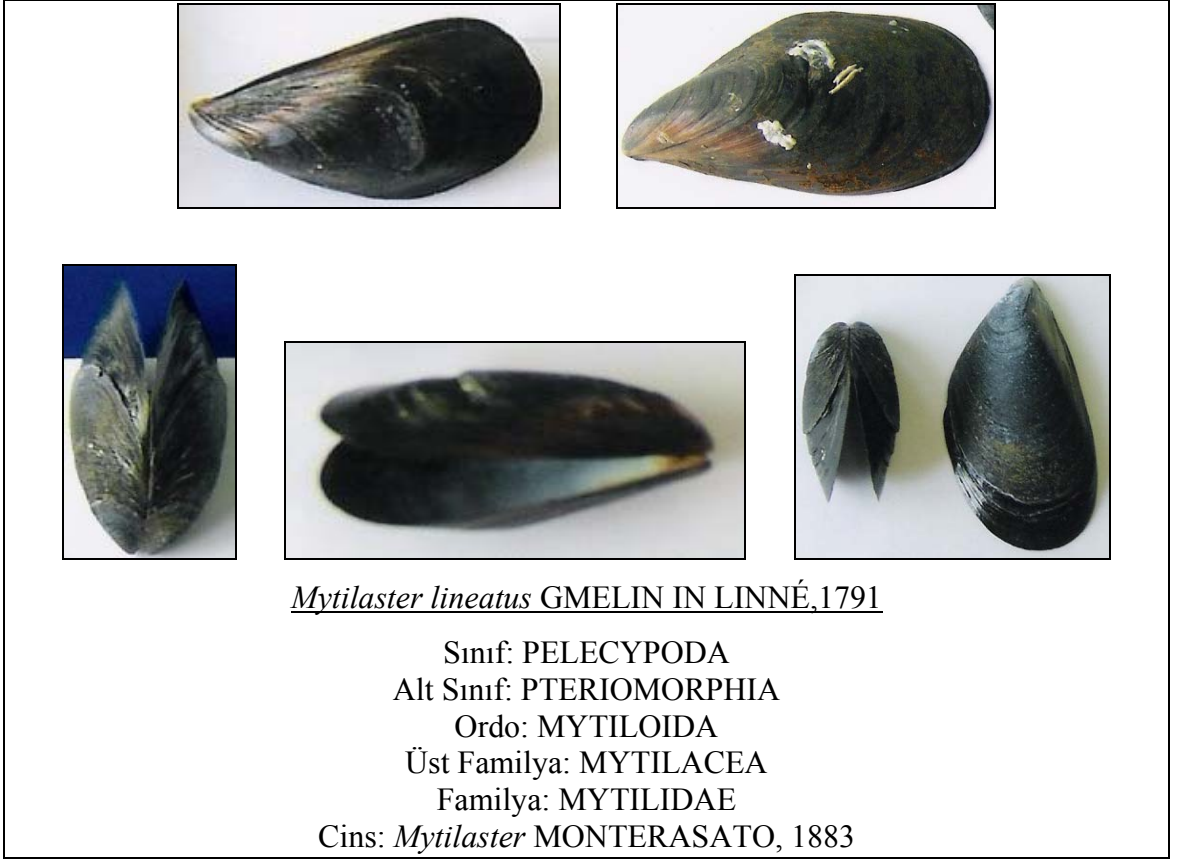
Ordo: VENEROIDA H. Adams and A. Adams, 1856

Üst Familya: VENEROIDEA Rafinesque, 1815

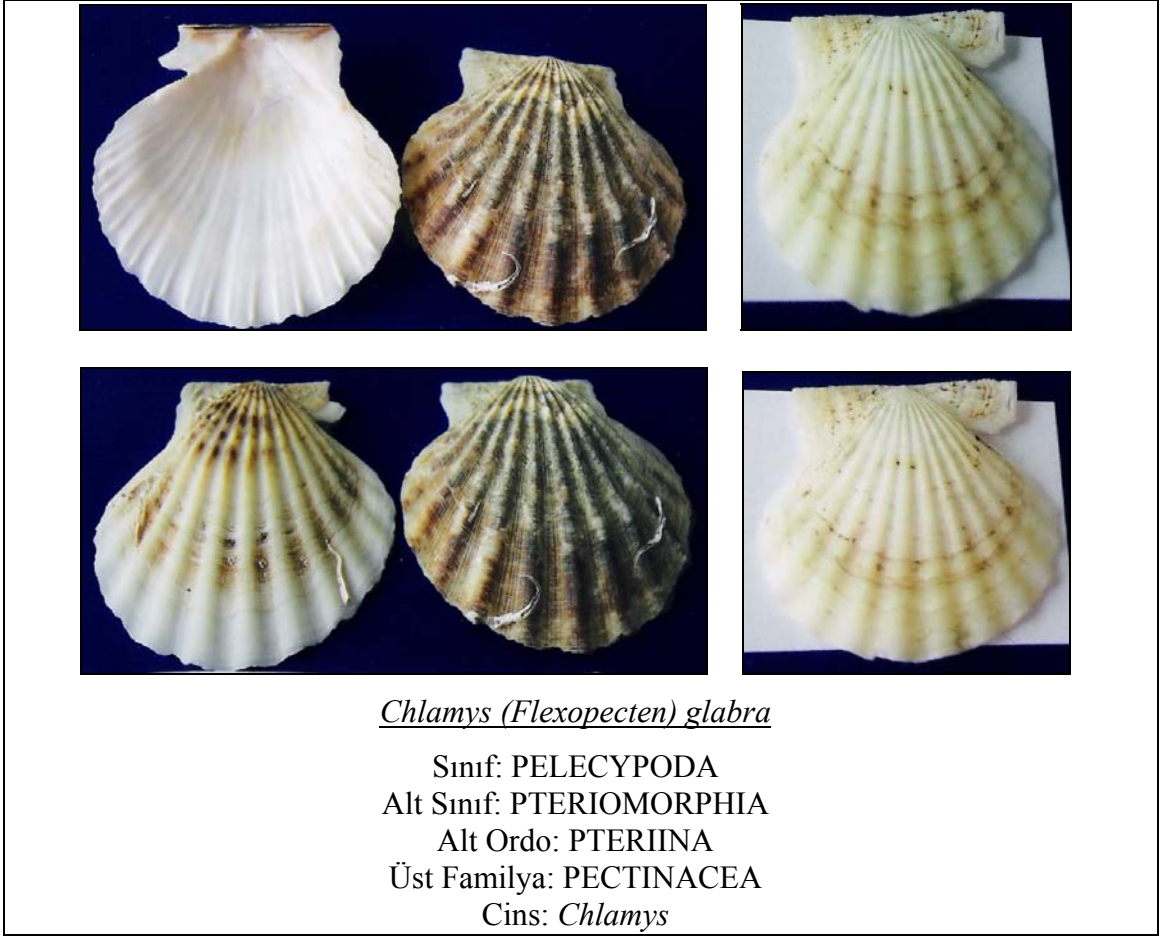
Familya: VENERIDAE Rafinesque, 1815

Cins: *Venerupis* LAMARCK, 1818

Şekil 7.4 *Venerupis senescens* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 7.5 *Mytilaster lineatus* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 7.6 *Chlamys (Flexopecten) glabra* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 7.7 *Mytilus galloprovincialis* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması

Çeşitli mollusk kavkılarındaki farklı element dağılımları taksonomik belirtileri yansıtmaktadır. Fakat farklı biyotopa özgü olan aynı organizma türüne ait değişik element konsantrasyonları, aynı zamanda, yaşamsal ortamın jeokimyasal durumuna bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tip çalışmalar birçok araştırmacı (Vernadski, 1926, 1978; Vinogradov, 1937, 1944; 1967; Degens, 1971; Neruçev, 1982; Kovalski and Vorotnitskaya, 1985; Aliyev, 1992; Land, 1997; Aliyev ve Sarı, 1999) tarafından da yapılmıştır.

Mollusk kavkılarında özellikle Ca başta olmak üzere Mg, Fe, Sr, Ba, Mn ve Si içerikleri diğer elementlere göre daha yüksektir. Ca oranının % 36.30-38.80 gibi yüksek oranda olmasının nedeni kavkıyı oluşturan mineralin aragonit veya kalsit olmasıdır. Mollusk kavkıları yalnız aragonitten veya yalnız kalsitten oluşabildiği gibi bu iki minarelin beraber bulunduğu kavkılar da mevcuttur. Mg, Sr, Ba ve Si içerikleri de Ca kadar çok olmasa da ona benzer şekilde kristal kafeste yüksek oranda bulunurlar ve kavkı yapıcı özellik taşımaktadırlar. Bu metallerin bollukları da bu yüzden diğer metallere nazaran daha yüksektir. Ayrıca, Mg, Ba ve Sr organizmaların gelişme, büyüme ve üreme ortamına ilişkin sıcaklığın ve tuzluluğun gösterge elementleri olma açısından da çok önemlidir.

Elementleri, taksonlar arası dağılımlarına göre karşılaştırdığımızda, bazı elementlerin içeriklerine yönelik genel uyumun dışında birtakım daha farklı değişikliklerin meydana geldiğini görmekteyiz. Örneğin, *Chlamys (Flexopecten) glabra* LINNÉ, 1758 türüne ait analiz sonucunda Si (930 ppm), Ti (60 ppm), Al (250 ppm), Mn (42 ppm) içerikleri, *Chamale (Chamalea) gallina* LINNÉ, 1758 türünde Mg (96 ppm) ve *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791 türündeki Cd (0.84 ppm) değerlerinin, diğer analizi yapılan örneklerdeki element değerlerine nazaran daha yüksek olması dikkat çekicidir. Bu yüksek içerikler, biyolojik tutumun dışında, diyajenetik veya teknojen kirlenmelerden, ya da terrijen kökenli doğal kaynaklardan da oluşabilir.

Çizelge 7.2 Değişik mollusk türlerine ait element dağılımları

Element (ppm)	<i>Chamale (Chamalea) gallina</i> (Şekil 8.1)	<i>Pitar rudis</i> (Şekil 8.2)	<i>Nassarius (Hinia) reticulatus</i> (Şekil 8.3)	<i>Venerupis senescens</i> (Şekil 8.4)	<i>Mytilaster lineatus</i> (Şekil 8.5)	<i>Chlamys (Flexopecten) glabra</i> (Şekil 8.6)	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Şekil 8.7)	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (Şekil 8.7)
Si	117	314	350	250	186	930	340	187
Ti	11	28	11	24	9	60	14	18
Al	54	68	48	48	38	250	64	36
Fe	31	90	62	38	50	170	55	48
Mn	9	11	25	12	11	42	18	9
Mg	96	34	62	36	37	35	34	40
Ca %	38.46	38.06	38.08	37.42	38.74	36.30	38.12	38.80
As	0.68	0.96	0.52	0.58	0.51	0.74	1.16	0.79
Ba	18.12	25.16	18.9	20.8	20.3	20.2	19.6	20.1
Bi	0.50	0.80	0.27	0.70	0.84	0.50	0.50	0.70
Cd	0.12	0.50	0.50	0.42	0.84	0.36	0.31	0.34
Co	0.42	0.46	0.29	0.41	0.18	0.38	0.26	0.52
Cr	2.90	2.94	2.47	1.87	2.34	2.36	1.87	2.20
Cu	4.20	6.20	3.90	5.50	5.10	3.82	5.10	4.30
Ga	0.50	0.28	0.50	0.40	0.72	0.50	0.30	0.50
Mo	0.20	0.20	0.15	0.10	0.11	0.12	0.13	0.08
Nb	0.04	0.05	0.08	0.07	0.06	0.06	0.11	0.05
Ni	3.34	3.84	2.81	2.94	1.98	2.94	2.81	2.72
Pb	2.72	2.10	1.80	3.20	1.17	1.92	3.02	1.84
Sb	0.039	0.048	0.045	0.046	0.037	0.046	0.038	0.044
Sr	30.10	36.16	45.36	25.16	42.10	49.84	35.16	34.20
Se	0.17	0.18	0.09	0.26	0.18	0.11	0.29	0.24
Sc	0.60	0.56	0.50	0.46	0.54	0.48	0.38	0.60
V	2.94	2.80	2.81	2.54	2.45	2.74	2.31	4.32
W	0.21	0.36	0.19	0.16	0.21	0.21	0.16	0.18
Y	0.97	2.48	1.74	1.34	1.58	1.66	0.90	1.16
Yb	0.85	0.21	0.41	0.37	0.25	0.72	0.34	0.42
Zn	7.09	9.80	6.30	14.30	20.16	7.84	7.14	20.17
Zr	6.70	4.42	6.84	5.74	6.14	6.50	6.84	5.78

8. ÇALIŞMA ALANI ÇÖKELLERİNDEKİ ELEMENT DAĞILIMLARININ BÖLGESEL OLARAK İNCELENMESİ

Marmara havzasının Güney ve Güneybatısında elementlerin dağılımlarını daha detaylı şekilde incelemek için Bozburun Yarımadasının batısına, Kapıdağ Yarımadasının batısına, doğusuna ve Erdek Körfezine ait bölgelerden alınmış çökel örneklerinde ve ayrıca, bütün çalışma sahasına ait elementlerin ortalama değerleri karşılıklı olarak incelenmiştir. Aynı zamanda, bütün çalışılan alanı, Bozburun ve Kapıdağ Yarımadaı ile Erdek Körfezi de dahil olmak üzere element ortalamalarının yer kabuğundakine ilişkin birikim seviyeleri tespit edilmiş ve bunun yanında elementlerin dağılım aralıkları da belirtilmiştir (Çizelge 8.1).

Bölgelere göre elementleri gerek ortalama değerlerine, gerekse yer kabuğundakine göre birikim seviyelerinin (BS) dağılım aralıklarına göre değerlendirdiğimizde iki gruba ayırmak mümkündür;

1.Grupta, Bozburun, Kapıdağ yarımadaı ve Erdek körfezi ile çalışma alanındaki elementlerin ortalama değerlerinin ve birikim seviyelerinin dağılım aralıkları birbirine oldukça yakın olan Mg (1.0×10^4 - 1.10×10^4 ppm ve 0.44-0.48 BS), Co (9.13-10.5 ppm ve 0.42-0.47 BS), Sc (11.8-12.3 ppm ve 0.59-0.62 BS), Ga (12.73-14.6 ppm ve 0.71-0.81 BS), Nb (14.0-15.6 ppm ve 0.70-0.78 BS), Yb (2.62-2.88 ppm ve 0.75-0.83 BS), Ti (4000-4800 ppm ve 0.80-0.96 BS), Mo (1.45-1.65 ppm ve 0.97-1.10 BS), Si (27.2×10^4 - 32.4×10^4 ppm ve 0.97-1.15 BS), Cd (0.42-0.54 ppm ve 2.80-3.60 BS), Bi (1.22-1.40 ppm ve 8.14-9.34 BS) elementleri sıralanabilmektedir (Çizelge 8.1).

2.Grupta ise değişim aralıkları nispeten geniş ölçekte değişen Cr (29-42.5 ppm ve 0.29-0.45 BS), Cu (13.2-24.3 ppm ve 0.27-0.49 BS), Y (10.46-15.6 ppm ve 0.30-0.45 BS), Fe (1.50×10^4 - 4.33×10^4 ppm ve 0.28-0.81 BS), V (47.05-70 ppm ve 0.43-0.64 BS), Zr (84.27-133 ppm ve 0.51-0.81 BS), Ca (2.46×10^4 - 4.0×10^4 ppm ve 0.60-0.98 BS), Zn (32.47-85 ppm ve 0.47-1.22 BS), Al (6.32×10^4 - 8.20×10^4 ppm ve 0.78-1.20 BS), Mn (800-1600 ppm ve 0.80-1.60 BS), Ba (398-608.11 ppm ve 0.80-1.22 BS), W (1.27-1.83 ppm ve 1.06-1.53 BS), Sr (432-625 ppm ve 1.15-1.67 BS), Pb (44.73-78.4 ppm ve 3.58-

6.30 BS), As (5.0-12.05 ppm ve 2.78-6.70 BS), Sb (0.78-2.17 ppm ve 3.90-10.80 BS) ve Se (8.68-14.8 ppm ve 0.43-0.74 BS) elementlerine ayrılmaktadır (Çizelge 8.1).

Elementler birikim seviyeleri yönünden de farklı durum sergilemeleri açısından iki grupta yer almaktadırlar. Çizelge 8.1'den de görüleceği üzere, 18 elementin birikim seviyesi birin altında olup, bütün çalışma alanında 0.26 ile 0.84, Kapıdağ Yarımadası batısı ve doğusu ile Erdek Körfezinde 0.23-0.80 ve Bozburun Yarımadası batısında 0.38-0.98 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu elementlerin birikim seviyelerindeki farklılıklar, tahminen, her üç bölge içinde aynıdır (Çizelge 8.1). Yani, bölgesel olarak ciddi farklılıklar söz konusu değildir.

11 elementin birikim seviyeleri 1'den yüksek olup, dağılım aralığı da 1.02 ile 14.80 arasındadır. Bu elementlerden Mo, Si, Ba, W ve Sr'un Kapıdağ bölgesi ile Erdek Körfezi ve bütün çalışma alanı örneklerindeki BS'nin 1.06 ile 1.67 kez civarında, Bozburun bölgesinde ise Zn, Al, Mn, W ve Sr elementleri için 1.02-1.53 kez arasında değiştiği görülmektedir. Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se metallerinin karşılaştırılması gereken bölgelerdeki ortalamalarının, yer kabuğundaki ortalamalarından daha yüksek olması onların BS'lerinin de değişik derecede yüksek olmasına işaret etmektedir (2.78-14.8). Sonuçta, en yüksek değerlere sahip olan Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se metallerinin dışında diğer 23 elementin ortalama değerlerinin yer kabuğundakinden düşük olduğu ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada, bütün çalışma alanına ait elde edilen çökel örneklerinde elementlerin dağılımında, çeşitli elementlerce yüksek konsantrasyonlara sahip daha yaşlı kayaçların alterasyon ürünü olan terrijen malzemelerin jeokimyasının egemen rol oynadığı düşünülmektedir. Ayrıca, Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se elementlerin bazı çökel bantlarındaki dağılımında önemli ölçüde farklılıklar vardır (Çizelge 8.1). Bu metallerin yer kabuğundakine orantıda rastlanan zenginleşmelerin nedeni kaya birimlerinden kaynaklanan, özellikle çayların faaliyetine ilişkin karasal aşınım malzemeleridir. Gönen ve Karabiga çaylarının ve diğer aşınma zonlarındaki kayaçların jeokimyasal olarak incelenmesinin bu açıdan çok önemli olacağı düşünülmektedir.

Çizelge 8.1 Çalışma alanı çökellerindeki elementlerin ortalamalarının, yer kabuğundakine yönelik birikim seviyelerinin (BS) bölgesel olarak karşılaştırılması

Elementler (ppm)	Bütün çalışma sahasında			Kapıdağ yarımadasının doğusu, batısı ve Erdek körfezi			Bozburun yarımadası batısı			Yerkabuğundaki Ortalamalarına göre
	Dağılım aralığı	Ortalama	Yerkabuğundakine göre BS	Dağılım aralığı	Ortalama	Yerkabuğundakine göre BS	Dağılım aralığı	Ortalama	Yerkabuğundakine göre BS	
Ni	5.7-37.0	19.68	0.26	12.5-2.6	16.82	0.23	18.6-37.0	28.3	0.38	75
Cr	8.7-64.7	29.13	0.29	13.6-4.7	29.0	0.29	22.5-60.4	42.5	0.43	100
Cu	6.4-37.3	15.06	0.30	7.5-31.6	13.20	0.27	15.6-37.5	24.3	0.49	50
Y	8.5-24.3	14.03	0.40	6.5-13.6	10.46	0.30	8.7-24.30	15.6	0.45	35
Mg	0.24-4.4 x10 ⁴	1.05x10 ⁴	0.45	0.25-2.70x10 ⁴	1.00x10 ⁴	0.44	0.38-2.34x10 ⁴	1.10x10 ⁴	0.48	2.3x10 ⁴
Fe	0.84-6.5x10 ⁴	2.54x10 ⁴	0.47	0.84-3.50x10 ⁴	1.50x10 ⁴	0.28	3.38-6.5x10 ⁴	4.33x10 ⁴	0.81	5.4x10 ⁴
Co	5.4-17.5	10.5	0.47	7.6-12.5	9.89	0.45	5.7-12.5	9.13	0.42	22
V	22.1-115	52.5	0.47	27.4-76.8	47.05	0.43	48.5-115	70.0	0.64	110
Zr	42.5-200	98.39	0.59	42.5-94.8	84.27	0.51	84.7-200	133	0.81	165
Sc	5.4-17.2	11.8	0.59	10.7-14.3	12.3	0.62	9.3-17.5	11.9	0.60	20
Ca	0.24-6.3 x10 ⁴	2.46x10 ⁴	0.60	0.31-6.14x10 ⁴	2.74x10 ⁴	0.67	2.7-5.3x10 ⁴	4.0x10 ⁴	0.98	4.1x10 ⁴
Zn	19.5-104	52.09	0.74	19.5-50.7	32.47	0.47	67.6-104	85.0	1.22	70
Ga	8.4-21.7	13.93	0.77	9.4-21.7	12.73	0.71	9.4-20.8	14.6	0.81	18
Nb	4.8-21.5	15.6	0.78	12.4-20.3	15.5	0.78	10.5-19.0	14.0	0.70	20
Yb	0.9-4.1	2.73	0.78	0.94-3.8	2.62	0.75	0.9-4.10	2.88	0.83	3.5
Al	3.2-10.5 x10 ⁴	6.44x10 ⁴	0.79	4.01-8.90x10 ⁴	6.32x10 ⁴	0.78	6.34-9.4x10 ⁴	8.20x10 ⁴	1.02	8.1x10 ⁴
Mn	100-1800	830	0.83	100-2400	800	0.80	900-3400	1600	1.60	1000
Ti	1800-7400	4200	0.84	2400-6200	4000	0.80	2800-6800	4800	0.96	5000
Mo	0.8-2.7	1.655	1.10	0.9-2.3	1.61	1.08	0.8-2.7	1.45	0.97	1.5
Si	21.4-38.7x10 ⁴	32.4x10 ⁴	1.15	23.1-39x10 ⁴	31.0x10 ⁴	1.10	23.4-31.4x10 ⁴	27.2x10 ⁴	0.97	28.2x10 ⁴
Ba	280-1296	584	1.18	286-1296	608.11	1.22	280-620	398	0.80	500
W	0.7-3.1	1.556	1.29	0.7-2.5	1.27	1.06	0.94-3.10	1.83	1.53	1.2
Sr	180-994	569.12	1.51	250-880	625	1.67	180-648	432	1.15	375
Cd	0.18-1.1	0.54	3.60	0.18-0.98	0.53	3.54	0.18-0.82	0.42	2.80	0.15
Pb	12.7-112	54.17	4.33	16.5-61.6	44.73	3.58	47.4-106	78.4	6.30	12.5
As	1.8-38.5	9.52	5.28	3.7-385	12.05	6.70	0.8-12.3	5.0	2.78	1.8
Sb	0.42-3.5	1.1	5.5	0.42-1.5	0.78	3.90	0.95-3.50	2.17	10.8	0.2
Bi	0.46-2.3	1.26	8.4	0.46-2.12	1.22	8.14	0.80-2.3	1.40	9.34	0.15
Se	0.16-1.4	0.48	9.6	0.18-0.80	0.43	8.68	0.17-1.70	0.74	14.8	0.05

Denizel çökellerin element zenginleşmesinde doğal unsurlardan başka, insanların faaliyetine bağlı olarak antropojen ve/veya teknojen kirlenmelerin katkısı da göz ardı edilemez. Bu kirlenmeler en çok doğada cevherleşme özelliği yüksek olan ve metallürji sanayisinde çoğunlukla kullanılan metallerle alakalıdır. Örneğin, bu çalışmada da zenginleşmesi yüksek olan Pb elementini göstermek mümkündür. Kurşun, bilindiği gibi, en güçlü toksik elementlerden bir tanesidir ve bu metalin teknojen atıkları da yüksektir. Bu açıdan düşünüldüğünde, çalışmada yer alan Sb, Bi ve Se metallerini de göstermek mümkündür. Fakat bu metallerin zenginleşmelerinin doğal mı ve/veya ikincil (teknojen veya antropojen kirlenmelerden dolayı mı) faktörlerden mi kaynaklandığını kesin şekilde belirtmek için ayrıca daha detay bir çalışma yapmak gerekmektedir.

Pb bu metallere nazaran diyajenetik ortamda özel bir ayrıcalık sergilemektedir. Bölgesel olarak karşılaştırmada en yüksek Pb değeri Bozburun Yarımadasının batı bölgesine ait olup, zenginleşme seviyesi 6.30 kezdir. Ama bazı çökel birimlerinde Pb'nun zenginleşme seviyesi yer kabuğundaki ortalama bolluğundan 9 kez yüksektir.

Ayrıca, şunu belirtmek gerekiyor ki, deniz ve okyanusların dip çökellerinin üst tabakalarında meydana gelen ağır metal bolluklarının sebebi çoğunlukla diyajenetik süreçlerin sonucudur (Yamamoto, 1992).

9. ÇALIŞMA ALANI ÇÖKELLERİNDE BÖLGESEL OLARAK ORGANİK KARBON İÇERİĞİNİN ELEMENT DAĞILIMLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Marmara Denizi'nin Güney bölgesinde yer alan Erdek Körfezi, Kapıdağ Yarımadasının batısı ve doğusu ile Bozburun Yarımadasının batısından alınmış örneklerde organik karbonun (Corg'nin) % 0.31 - 1.44 arasında değiştiği belirlenmiştir. Corg'nin bu bölgelerdeki ortalama değeri % 0.85'dir (Çizelge 9.1).

İncelenen bölgelerin çökellerindeki Corg içerikleri belli miktarlarda da olsa farklı değerlere sahiptirler. Düşük Corg içerikleri (% 0.31-0.75) bölgesel olarak Bozburun Bölgesi örneklerinde belirlenmiş olup, Corg ortalaması % 0.55 civarındadır.

Kapıdağ Yarımadasının batısı ve doğusundan derlenmiş çökel örneklerindeki Corg'nin dağılım aralığı % 0.58 - 1.44 arasında değişmektedir. Bu bölgenin Corg ortalaması % 1.03 civarındadır. Erdek Körfezinin çalışılan kıyısından alınmış örneklerdeki Corg'nin dağılımı % 0.57 - 1.23 arasında gözlemlenmektedir. Erdek Körfezi çökellerinde Corg'nin ortalama olarak miktarı % 0.95'e eşittir.

Karşılaştırmadan görüldüğü gibi, Kapıdağ Yarımadası ile Erdek körfezine özgü olan Corg değerleri, yaklaşık eşit durumdadırlar (bu iki bölgeye yönelik Corg ortalaması arasındaki fark % 0.08'dir). Elementlerin dağılımında da izlendiği gibi, burada da Corg birikimi düşük ve düzensiz dağılım özelliğindedir.

Corg dağılımına yönelik Yemelyanov'un (1964), Balkıs ve Çağatay'ın (1998) Marmara denizinin yüzeysel çökelleri üzerinde yapmış oldukları çalışmaların sonuçlarında da Corg miktarının düşük olduğu görülmektedir. Örneğin, Yemelyanov'un elde ettiği sonuçlara göre Corg % 0.2-1.6, Balkıs ve Çağatay'ın çalışmalarında ise % 0.2- 1.5 arasında değiştiği belirlenmiştir. Gerek bu çalışmada ve gerekse araştırmacıların sonuçlarında yüksek Corg değerlerine fazla rastlanmamaktadır.

Çizelge 9.1 Çökelerde Corg ve İz element içeriklerinin karşılaştırılması

Element (%)	Bozburun Yarımadası batısı									Kapıdağ Yarımadası doğusu ve batısı										Erdek Körfezi								
	Örnek Numaraları									Örnek Numaraları										Örnek Numaraları								
	38	39	40	46	52	53	56	57	58	100	102	103	106	111	112	113	117	119	144	146	168	169	170	171	172	173	174	175
Al	8,10	6,30	7,70	8,60	7,30	8,00	8,80	9,30	9,40	6,40	7,10	6,50	5,80	6,20	7,30	4,00	6,40	5,50	6,10	8,90	5,10	4,80	3,10	2,90	5,20	3,20	6,50	2,90
As	0,8	4,50	6,70	12,0	2,50	4,30	5,20	5,10	3,50	5,30	12,0	5,30	0,80	13,0	13,0	12,0	3,70	9,60	13,0	38,0	4,40	11,0	3,80	12,0	13,0	6,70	7,40	12,0
Ba	430	350	370	280	284	382	620	580	284	434	384	286	425	370	450	434	1296	490	925	819	312	981	455	545	384	285	714	614
Bi	2,10	1,50	2,30	1,40	0,80	1,00	0,80	1,80	0,80	1,70	1,60	1,50	2,10	1,80	1,00	0,60	0,70	0,80	1,10	0,50	1,40	0,90	0,90	1,20	1,70	1,20	0,80	0,80
Cd	0,82	0,28	0,64	0,42	0,18	0,30	0,46	0,48	0,22	0,98	0,46	0,28	0,53	0,34	0,18	0,41	0,64	0,54	0,85	0,23	0,91	0,36	0,36	0,84	0,43	0,67	0,61	0,75
Co	12,5	9,6	10,1	7,4	10,5	8,4	5,7	8,5	9,5	12,3	11,5	8,4	7,6	8,1	12,4	12,5	11,8	9,6	8,4	8,5	12,4	5,3	11,5	12,7	8,4	9,8	8,4	9,4
Cr	22,5	45,4	47,3	42,3	46,3	34,5	60,4	47,3	36,5	28,6	37,5	64,7	35,2	27,8	48,4	16,5	13,6	17,5	15,8	24,5	13,6	8,3	21,6	21,8	22,5	14,3	15,3	12,5
Cu	37,5	15,6	28,6	24,3	17,8	20,6	18,5	28,5	27,3	31,6	12,5	9,6	8,7	7,5	11,2	25,3	12,4	10,8	7,5	12,8	8,4	9,2	14,3	10,8	7,5	6,9	7,6	8,6
Fe	3,40	4,10	3,50	6,50	3,90	4,30	3,90	5,10	4,30	1,50	1,10	1,10	0,80	0,90	1,10	1,40	3,50	2,80	1,40	1,00	0,50	0,80	1,20	0,80	2,30	1,30	3,10	0,90
Ga	21,0	11,0	14,5	18,5	12,5	12,8	17,5	9,4	14,5	9,4	14,3	12,8	11,6	17,5	11,3	10,8	13,6	14,5	12,5	21,7	14,3	13,4	9,8	21,6	11,6	14,2	8,4	10,3
Mg	0,60	0,60	0,40	0,90	1,12	0,94	1,18	1,90	2,34	1,54	0,84	1,11	0,29	0,96	1,11	0,25	2,70	1,32	0,34	1,17	0,91	0,97	0,82	1,02	2,34	1,84	1,34	0,84
Mn	0,10	0,10	0,20	0,34	0,14	0,12	0,14	0,24	0,16	0,06	0,05	0,12	0,24	0,18	0,09	0,04	0,06	0,06	0,05	0,01	0,008	0,01	0,07	0,08	0,12	0,11	0,07	0,04
Mo	1,20	0,80	1,40	2,70	1,30	0,90	1,80	1,80	1,20	0,90	1,30	1,40	1,70	1,60	2,10	1,30	2,30	1,80	1,30	2,30	0,90	2,10	1,70	1,80	1,30	0,80	0,60	1,60
Nb	19,0	12,5	14,6	14,2	13,4	10,5	12,5	16,5	12,1	20,3	19,6	17,4	16,5	12,4	14,3	12,6	13,7	14,2	13,5	16,7	5,1	9,7	16,5	19,4	14,4	2,7	12,4	11,5
Ni	34,0	37,0	32,0	22,0	25,0	19,0	34,0	31,0	21,0	23,0	22,0	21,0	17,0	14,0	18,0	18,0	12,0	20,0	12,0	13,0	13,0	14,0	18,0	19,0	14,0	19,0	8,5	6,2
Pb	99,0	91,0	97,0	75,0	62,0	47,0	80,0	74,0	73,0	55,0	54,0	43,0	41,0	34,0	37,0	54,0	18,0	62,0	62,0	16,0	21,0	43,0	18,0	31,0	32,0	42,0	25,0	48,0
Sb	2,50	1,80	1,90	1,00	2,10	3,50	2,70	1,80	2,30	0,70	0,50	0,70	1,00	0,70	1,50	0,60	0,40	0,90	0,80	0,70	0,30	1,30	0,50	0,80	0,70	0,50	0,50	0,50
Sc	14,5	9,7	12,5	17,5	11,2	9,5	12,8	10,5	9,3	12,8	11,4	12,5	11,6	10,7	10,8	11,8	11,2	12,5	14,1	13,8	12,5	10,2	11,6	6,3	10,7	6,7	10,5	12,8
Se	0,36	0,48	0,64	0,17	0,46	0,84	1,40	1,70	0,62	0,80	0,61	0,50	0,52	0,46	0,48	0,23	0,18	0,42	0,31	0,42	0,48	0,24	0,74	0,62	0,46	0,11	0,84	0,36
Sr	204	350	462	180	434	546	648	624	436	490	629	530	624	636	492	640	654	250	850	880	912	455	780	874	644	780	830	480
Ti	0,53	0,28	0,42	0,46	0,48	0,52	0,41	0,58	0,68	0,24	0,31	0,32	0,53	0,62	0,45	0,37	0,40	0,43	0,41	0,42	0,58	0,35	0,34	0,30	0,32	0,48	0,60	0,34
V	90,5	68,6	74,6	115	48,5	54,6	60,8	57,3	59,5	37,8	76,8	54,5	48,4	57,6	51,4	42,4	41,5	42,8	42,4	27,4	24,3	31,5	22,5	40,4	51,5	14,8	17,9	35,4
W	3,10	2,50	1,50	1,40	1,40	1,80	2,50	1,40	1,00	1,20	1,60	1,10	0,90	0,70	1,50	1,20	1,40	0,90	1,10	2,50	1,90	0,90	1,90	3,10	0,70	0,40	1,80	0,90
Y	24,0	17,6	16,4	9,6	12,8	9,5	24,3	17,8	8,7	12,7	9,6	11,7	10,5	13,6	9,7	10,5	10,8	9,6	10,3	6,5	12,5	17,5	10,7	16,5	12,8	8,4	14,5	9,6
Yb	2,10	3,70	2,90	0,90	4,10	2,80	3,60	2,70	3,20	2,70	3,80	2,70	3,20	2,90	1,70	2,50	2,40	1,00	3,30	2,50	1,60	3,20	3,70	3,80	2,70	2,10	2,70	2,10
Zn	104	90,5	94,5	102	72,5	67,6	84,5	71,6	77,5	50,7	47,5	31,6	28,4	38,4	44,5	20,3	19,5	27,3	25,4	30,5	31,3	41,6	40,6	38,4	37,5	31,6	28,5	31,6
Corg	0,68	0,40	0,34	0,73	0,61	0,55	0,58	0,31	0,75	1,04	1,22	0,94	1,44	1,26	1,02	0,78	1,06	1,12	0,89	0,58	1,23	1,16	1,08	0,72	0,91	1,08	0,86	0,57

Organik maddenin miktarı, özellikle havzanın biyolojik gelişiminin, üretkenliğinin seviyesine ve verimliliğine yönelik olarak değişmektedir. İncelenen dip çökel örneklerindeki Corg'nin düşük olması, depolanma ortamının, jeokimyasal, sedimentolojik koşulları, ortamın Eh ve Ph değerleriyle alakalıdır. Dip sularının iyi oksijenlenmesi, tabanda biriken organik maddenin konumunu doğrudan etkiler. Bol oksijen alan taban suları, buralarda yaşayan canlıların özellikle aerobik ve anaerobik canlı faaliyetlerinin yanı sıra dip kenarlarını karıştıran canlılarında faaliyetlerini arttırır. Bu tür canlılar hem dip çamurları arasına saklanmış olan organik maddeleri bularak tüketirler hem de bu organik malzemelerin tekrar dip sularına dönmesine yol açarlar. Böylece uzun süre oksijenle temas eden organik madde korunamaz ve yok olur. Bu nedenle organik maddenin en iyi şekilde korunabilmesi için mutlaka ortamın anoksik koşullara sahip olması gerekmektedir.

Ayrıca, Corg'nin kıyı önünden alınmış bazı örneklerdeki nispeten yüksek organik karbon değerlerinin olası nedeni, özellikle nehirlerle taşınan karasal kökenli organik madde kaynaklarına işaret etmektedir. Bu konuda daha detaylı verilere sahip olmak için, mutlaka, ayrıntılı ve kapsamlı çalışmaların yürütülmesi öngörülmektedir.

10. TEZ KAPSAMINDA İNCELENEN MOLLUSK KAVKILARININ MİNERALOJİSİ

Denizel molluskların ve diğer omurgasız organizmaların sert dokularının mineralojisine ve kimyasal-element bileşiminin incelenmesiyle çökel oluşumu ortamının fiziksel, jeokimyasal, organizmaların taksonomik-yaş, diyajenez, katajenez ve biyojenik element zenginleşme özellikleri hakkında bilgilere ulaşmak mümkündür.

Mollusk kavkılarının mineralojik özellikleri taksonomik ve karbonat minerallerinin yapısı açısından Mg, Sr, Ba, Zn ve Pb gibi elementler çok önemlidir. Molluskların kavkılarını oluşturan organik-mineral tabakacıklar değişik renk fonları ile belgindirler. Koyu ve açık renklerde olan bu tabakalar, aralanma özelliği taşımaktadırlar. Tabakalara has olan bu özellikler ise, paleocoğrafik ortamın değişkenliğine bağlı olarak oluşan organik madde ve kil miktarıyla ilişkilidir. Mevsimsel tabakaların değişik renklerde aralanmalı olarak meydana gelmesi, aynı zamanda, organizmaların yaşının belirlenmesini sağlamaktadır.

Mollusk kavkıları, karbonatların değişik mineral modifikasyonlarından oluşmaktadırlar. Değişik mineralojik ve kimyasal bileşime sahip olan bu modifikasyonların taksonomik ve kristal yapısında önemli rol oynayan metallere (Ca, Mg, Sr, Ba, Fe, Pb, Zn) başka, birçok nadir ve diğer iz elementlerin ortam koşulları açısından incelenmesi önemlidir.

Bu araştırmada inceleme alanındaki değişik bölgesel ortamlarda yaşayan çeşitli mollusk cinslerine özgü olan aynı ve farklı türlerin kavkılarının taksono-mineralojik ve adı geçen yapısal element özellikleri açısından karşılıklı olarak belirlenmesi amaçlanmaktadır. Kalsiyum karbonatın aragonit modifikasyonu ortorombik sistemde, kalsit modifikasyonu ise hegzagonal sistemde kristallenmektedir.

Mg, Sr, Ba, Fe, Pb, Zn metallerinin karbonat kristal kafesindeki iyon yarıçapına göre durumları şöyle değişmektedir. İyon yarıçapları 0.78\AA ile 1.00\AA arasında değişen 2 valanslı katyonların karbonatları hegzagonal, iyon yarıçapları 1.00\AA - 1.35\AA arasında değişen 2 valanslı katyonların karbonatları ise ortorombik sistemde

kristallenmektedirler. Yani, aragonit grubu mineralleri ortorombik, kalsit grubu mineralleri ise hegzagonal sistemde kristallenmektedir. Kalsiyumun iyon yarıçapı 0.99\AA olduğu için her iki modifikasyon arasında bulunmaktadır. Bu açıdan, CaCO_3 hem ortorombik, hem de hegzagonal sistemde kristallenmektedir. O yüzden de, iyon yarı çapı 0.66\AA olan MgCO_3 hegzagonal sisteminde kristallenerek kalsit yapıda Ca ile, SrCO_3 ($m\text{ Sr}=1.13\text{\AA}$) ve BaCO_3 ($m\text{ Ba}=1.35\text{\AA}$) ortorombik sistemde kristallenerek aragonitte Ca ile yüksek seviyede ve rahat şekilde izomorf karışımı oluştururlar. Kalsit tabiatta CaCO_3 'ün en dayanıklı modifikasyonudur. Genelde, kalsitte MgCO_3 , ZnCO_3 , FeCO_3 ve MnCO_3 , aragonitte ise SrCO_3 , BaCO_3 ve PbCO_3 CaCO_3 ile çok rahat izomorf oluşturmaktadırlar. Karbonat bileşikli biyojenik mineraller için Mg ve Sr oranı oldukça önemlidir (Dodd, 1967; Oxburgh *et al.*, 1979). Kalsiyum karbonatta Mg miktarının kalsitten aragonite doğru azaldığı, Sr'un ise çoğaldığı gözlemlenmektedir (Lippman, 1960; Aliyev, 1994; Ali-Zade ve Aliyev, 2002). Fakat bu kural bazen ve özellikle biyojenik karbonatlarda, diyajenetik, jeokimyasal ve çökel oluşumu ortam koşullarına bağlı olarak bozulabilir (Chave, 1954; Bouen, 1969).

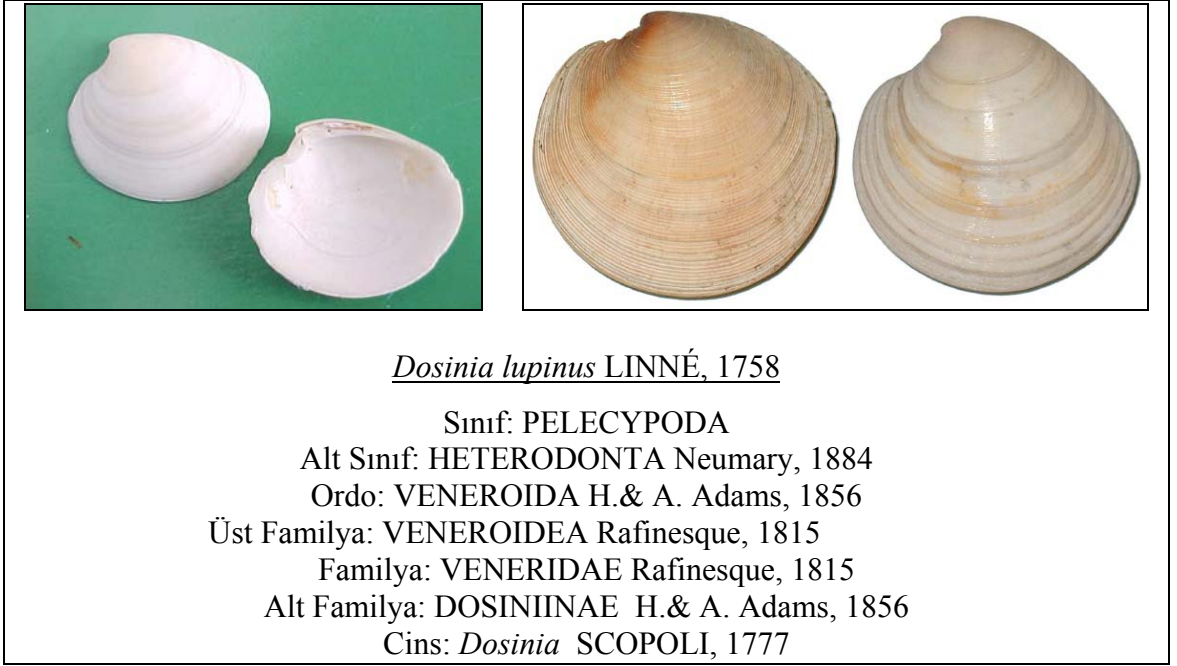
Bu çalışma kapsamında ve genellikle, denizel molluskların kavkıları, özellikle, aragonit ve kalsit mineralleri şeklinde oluşturan karbonat modifikasyonları % 96.0-98.8 CaCO_3 'dan meydana gelmiştir. Yapılan bu araştırmalar en temiz ve duru mollusk kavkıları üzerinde yapılmıştır. Kavkılar, yapısal olarak mineral-organik bileşimindeki net ve daha iyi okunan koyu ve açık renkli birbiriyle aralanmalı mevsimsel tabakalardan ve bunların serilerinden ibarettir. Yüzde 96.0-98.8 CaCO_3 'den oluşan kavkı maddesi olan kalsiyum karbonat $780-920^\circ\text{C}$ 'de ısıtıldığında kristal yapı bozularak % 56 CaO, % 44 CO_2 oranındaki bozulma ürünlerine ayrılmaktadır. Kristal yapısına göre aragonit kalsite nazaran daha dayanaksız olduğu için çabuk olarak kalsite dönüşmektedir. Kristal yapıdaki bu değişiklik farklı sıcaklık ortamlarında (hatta oda sıcaklık ortamında da) gerçekleşebilir. Karbonat kavkılarda yapılan termal analiz sonuçlarına göre aragonit-kalsit dönüşümü bazen $400-500^\circ\text{C}$ civarında rastlanmaktadır.

İnceleme alanındaki mollusk kavkılarının mineralojisine yönelik olarak, 12 mollusk türünde toplam 15 adet XRD analizi yapılmıştır. Bu mollusk fosilleri sırası ile; *Dosinia lupinus* LINNÉ 1758 (Şekil 10.1); *Barbatia pectinata*, (Şekil 10.2); *Corbula gibba*

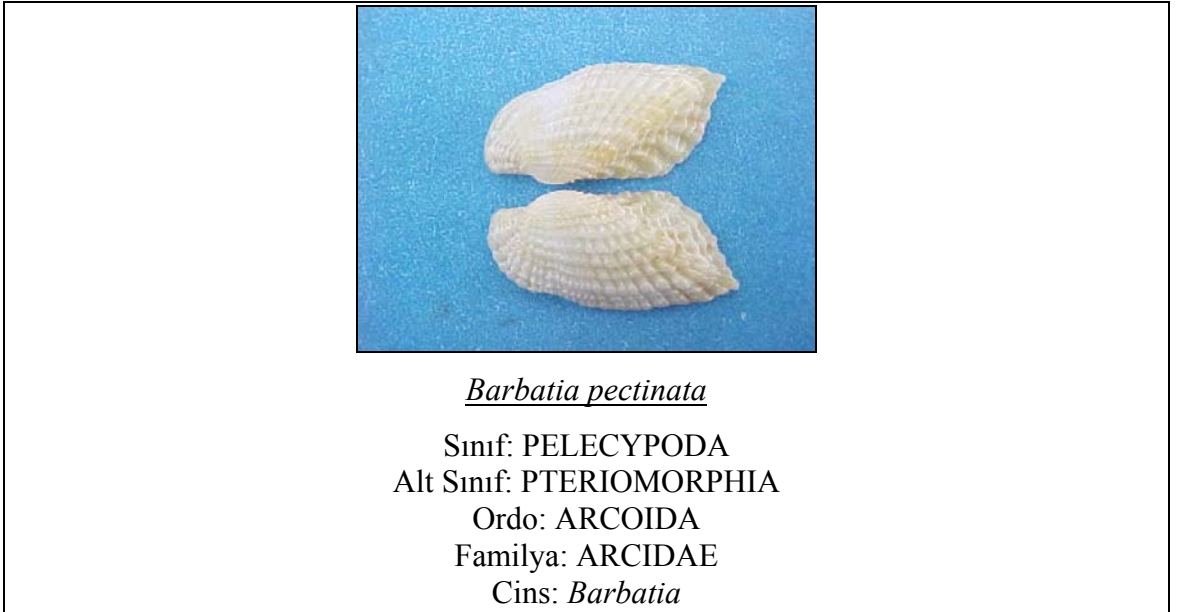
OLIVI, 1792 (Şekil 10.3); *Nuculana fragilis* CHEMNITZ 1784 (Şekil 10.4); *Turritella tricarinata* BROCCHI, 1814 (Şekil 10.5); *Gibbula sp.*, (Şekil 10.6); *Cerithium gigantum* LAMARCK, 1804 (Şekil 10.7); *Chamale (Chamalea) gallina* LINNÉ, 1758 (Şekil 7.1); *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819 (Şekil 7.7); *Gibbula maga* LINNÉ, 1758 (Şekil 10.8); *Venerupis senescens* COCCONI, 1873 (Şekil 7.4); *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791 (Şekil 7.5); *Acanthocardia tuberculata* LINNÉ, 1758'den oluşmaktadır (Şekil 10.9). İncelenen mollusk kavkılarında ait analiz sonuçları Çizelge 10.1 ile Şekil 10.10'da sunulmuştur. Bu sonuçlardan görüleceği gibi, 10 türün (*Dosinia lupinus*, *Barbatia pectinata*, *Corbula gibba*, *Nuculana fragilis*, *Turritella tricarinata*, *Gibbula sp.*, *Cerithium gigantum*, *Chamale (Chamalea) gallina*, *Gibbula maga*, *Venerupis senescens*) kavkısının mineralojik bileşiminin aragonitten ve 3 türün (*Mytilus galloprovincialis*, *Mytilaster lineatus*, *Acanthocardia tuberculata*) kavkısına ait 3 adet örnekte ise mineralojik bileşimin aragonit-kalsit karışımından oluştuğu belirlenmiştir.

Çizelge 10.1 İncelenen örneklerin kavkı bileşimleri ve Ca, Mg, Sr miktarları

Örnek No.	Fauna adı	Mineraloji	Ca $\times 10^4$ ppm	Mg ppm	Sr ppm
1	<i>Dosinia lupinus</i>	Aragonit	36.84	43	60.12
13	<i>Corbula gibba</i>	Aragonit	37.12	50	75.76
27	<i>Barbatia pectinata</i>	Aragonit	38.21	41	64.17
52	<i>Nuculana fragilis</i>	Aragonit	37.90	128	168.2
70	<i>Turritella tricarinata</i>	Aragonit	38.21	40	51.84
74	<i>Gibbula sp.</i>	Aragonit	37.84	51	45.3
76	<i>Cerithium gigantum</i>	Aragonit	37.45	49	68.4
118	<i>Chamale (Chamalea) gallina</i>	Aragonit	38.46	96	130.4
121	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Aragonit+kalsit	37.16	74	36.17
127	<i>Chamale (Chamalea) gallina</i>	Aragonit	38.10	42	77.26
139	<i>Chamale (Chamalea) gallina</i>	Aragonit	38.16	36	54.12
144	<i>Gibbula (Gibbula) maga</i>	Aragonit	38.46	90	57.12
153	<i>Venerupis senescens</i>	Aragonit	36.02	90	18.20
154	<i>Mytilaster lineatus</i>	Aragonit+kalsit	38.07	125	42.94
160	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	Aragonit+kalsit	38.40	137	44.84



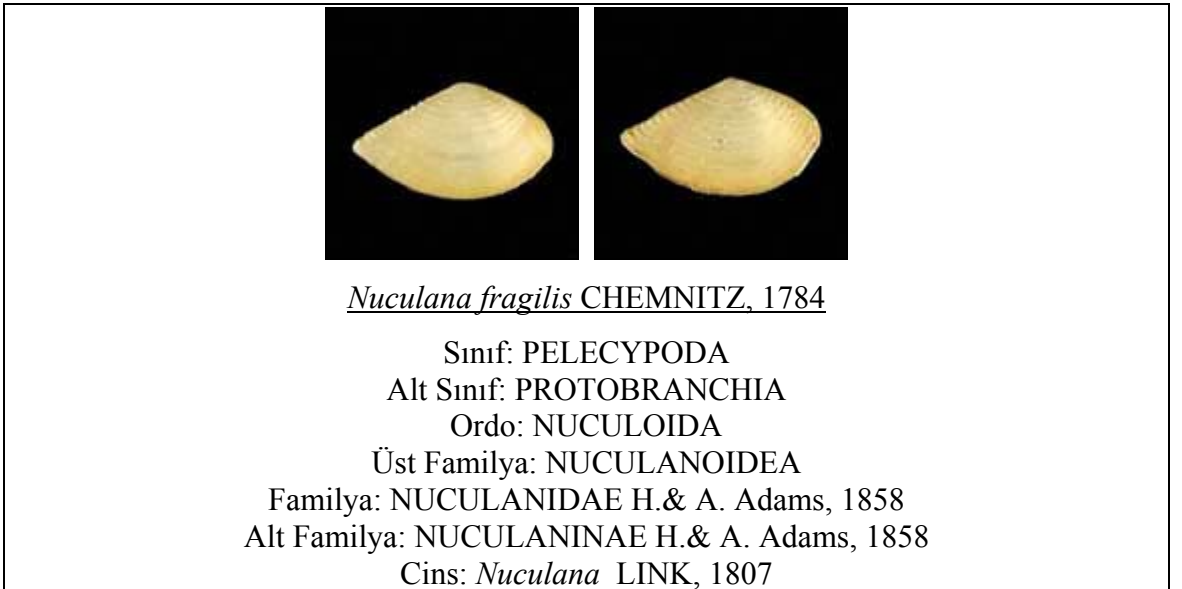
Şekil 10.1 *Dosinia lupinus* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



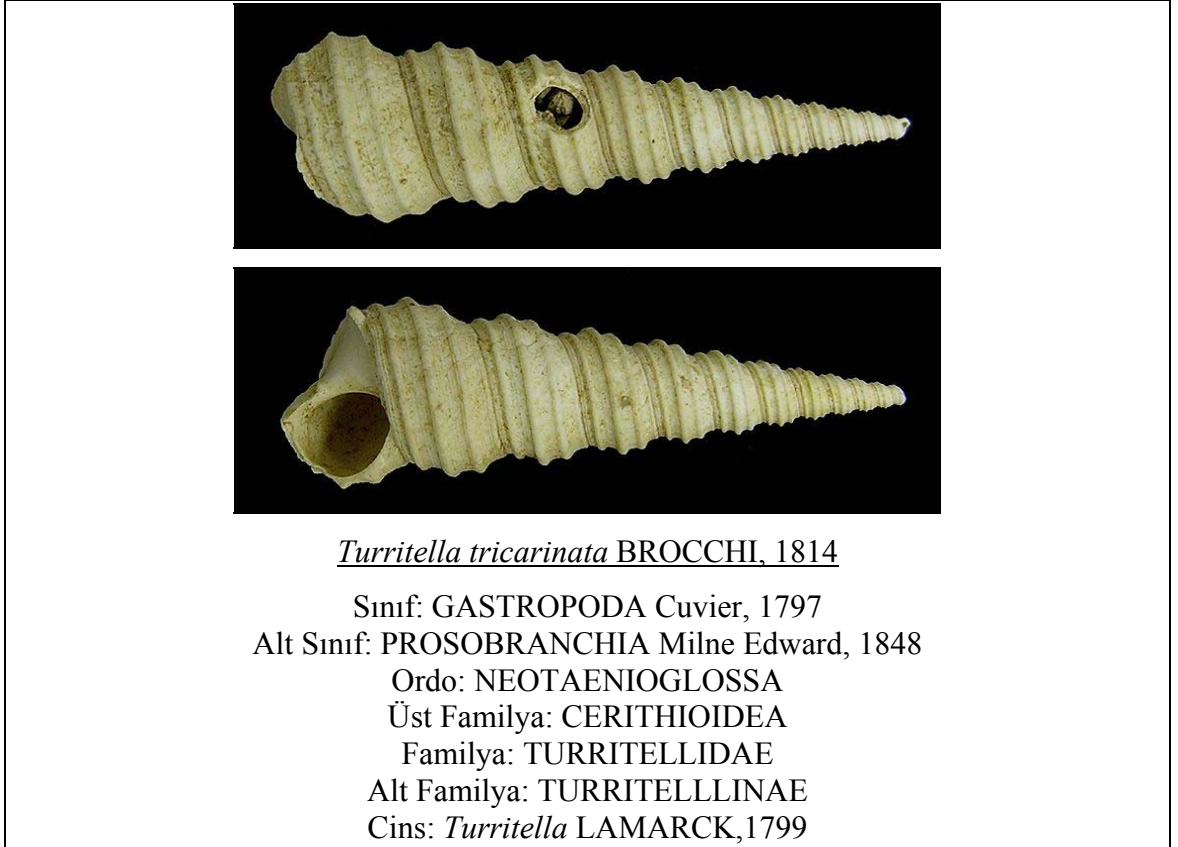
Şekil 10.2 *Barbatia pectinata* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



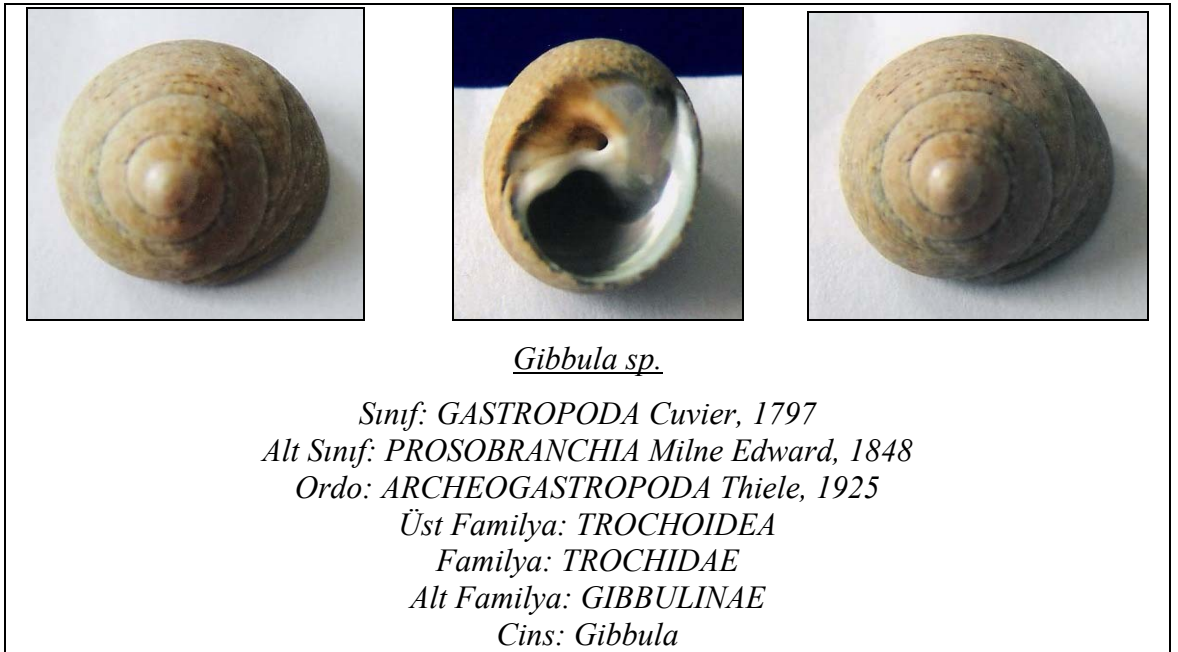
Şekil 10.3 *Corbula gibba* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.4 *Nuculana fragilis* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.5 *Turritella tricarinata* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.6 *Gibbula* sp. fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.7 *Cerithium giganteum* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.8 *Gibbula maga* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Acanthocardia tuberculata LINNÉ, 1758

Sınıf: PELECYPODA

Alt Sınıf: HETERODONTA Neumary, 1884

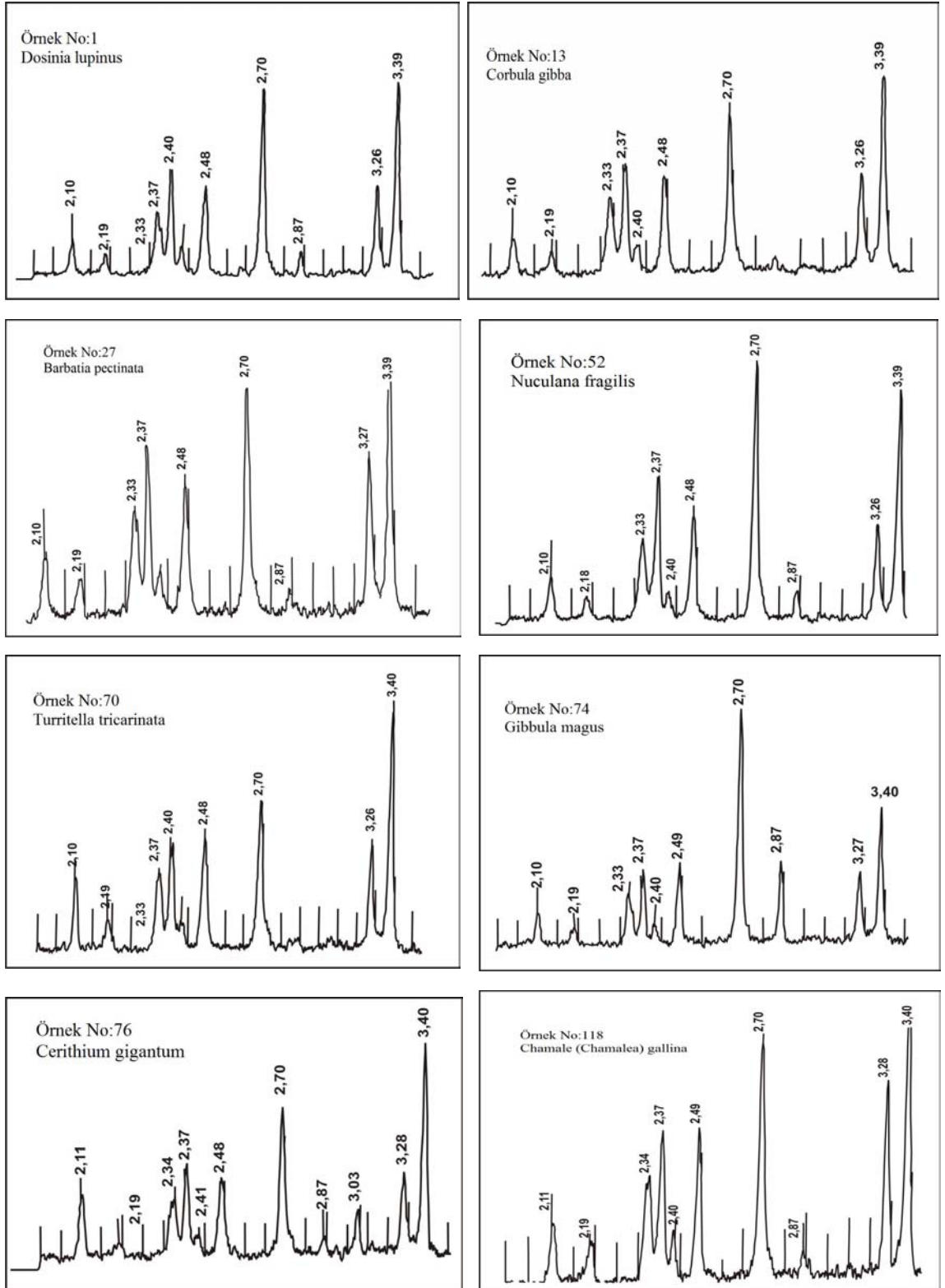
Ordo: VENEROIDA H. Adams and A. Adams, 1856

Üst Familya: CARDIOIDEA Lamarck, 1809

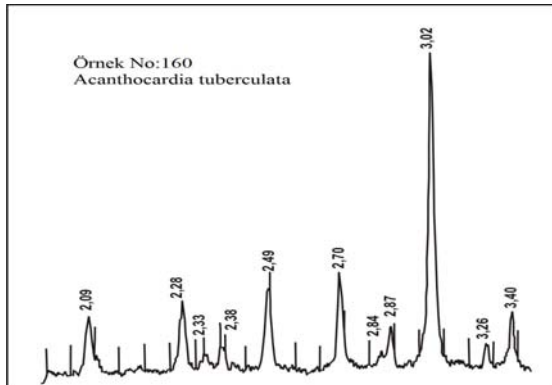
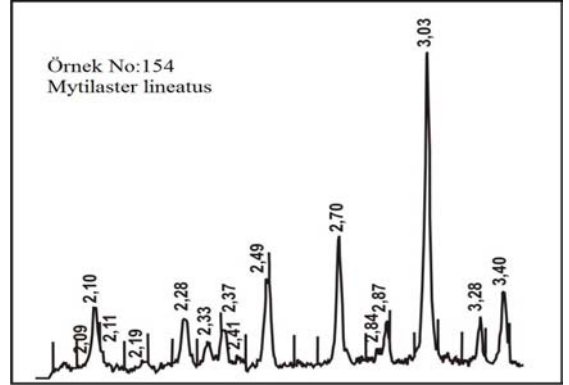
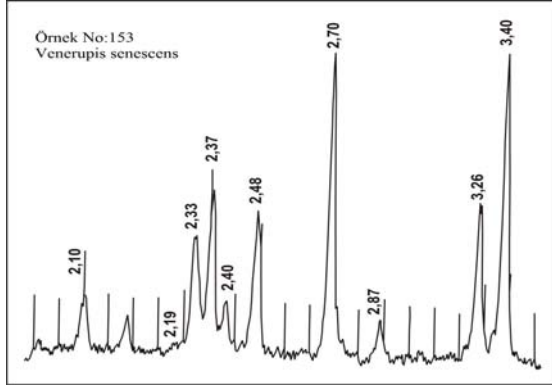
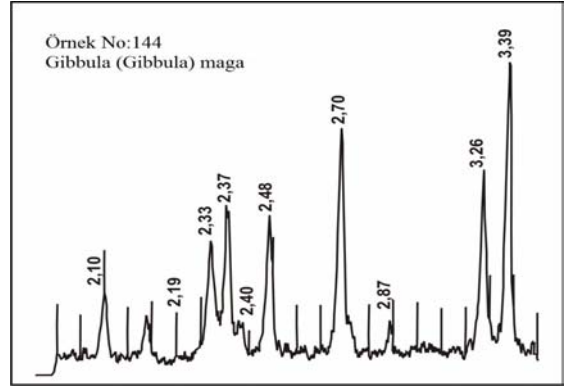
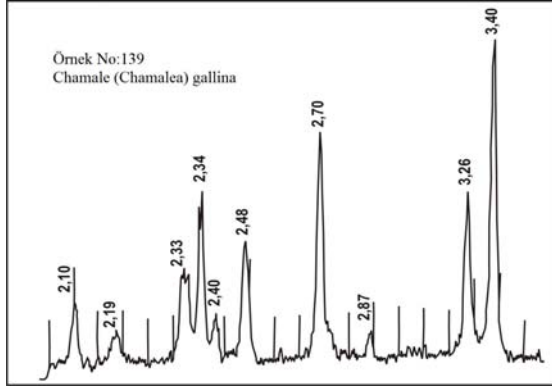
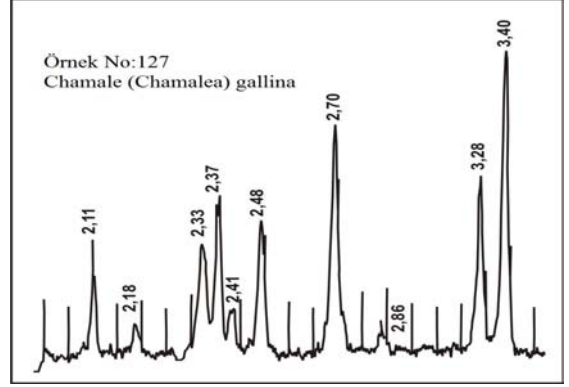
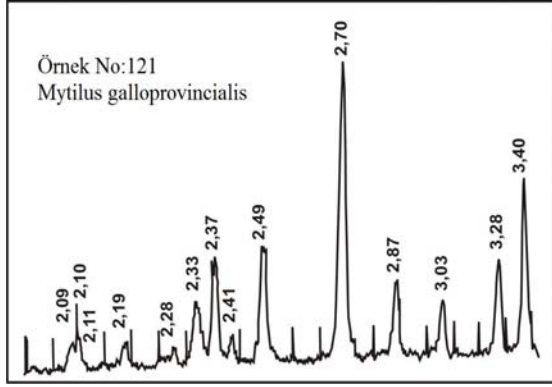
Familya: CARDIIDAE Lamarck, 1809

Cins: *Acanthocardia* J. E. GRAY, 1851

Şekil 10.9 *Acanthocardia tuberculata* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.10 Çalışma alanı mollusk kavkılarına ait XRD analiz sonuçları



Şekil 10.10 Çalışma alanı mollusk kavkıklarına ait XRD analiz sonuçları (devamı)

Değişik mollusk türlerini temsil eden kalsiyum karbonat yapılı 8 adet (*Chamale* (*Chamalea*) *gallina* LINNÉ, 1758, Şekil 7.1; *Mytilus galloprovincialis* LAMARCK, 1819, Şekil 7.7; *Mytilaster lineatus* GMELIN IN LINNÉ, 1791, Şekil 7.5; *Venerupis senescens* COOCCONI, 1873, Şekil 7.4; *Gibbula maga* LINNÉ, 1758, Şekil 10.8; *Donax (Serrula) trunculus* LINNÉ, 1758, Şekil 10.11; *Cardita aculeata* POLI, 1795, Şekil 10.12; *Dosinia lupinus* LINNÉ, 1758, Şekil 10.1) kavkı örneğinde mineralojik yapıya yönelik termal (DTA ve TGA) analizler yapılmıştır. DTA, TGA ve Ca, Mg ve Sr analizleri sonucunda mineralojik yapıya yönelik veriler Çizelge 10.1’de verilmiştir. DTA ve TGA analizler sonucu; ağırlık, sıcaklık, mineral yapıdaki endotermik reaksiyon ve parçalanmalardaki benzerlik veya farklılıklar Şekil 10.13’de verilen termal analiz eğrilerinde görülmektedir.

Termal analizlerin ilk aşamasında 400-500°C’de endotermik pikler meydana gelmektedir. Sonraki aşamada sıcaklığın yükselmesi ile ilgili olarak kavkı karbonatının mineral yapısında bozulma ve parçalanma gözlemlenmektedir. Bu bozulma 835-950 °C arasında devam etmekte olup, sonuçta CaCO₃ parçalanarak CaO ve CO₂’ye ayrılmaktadır.

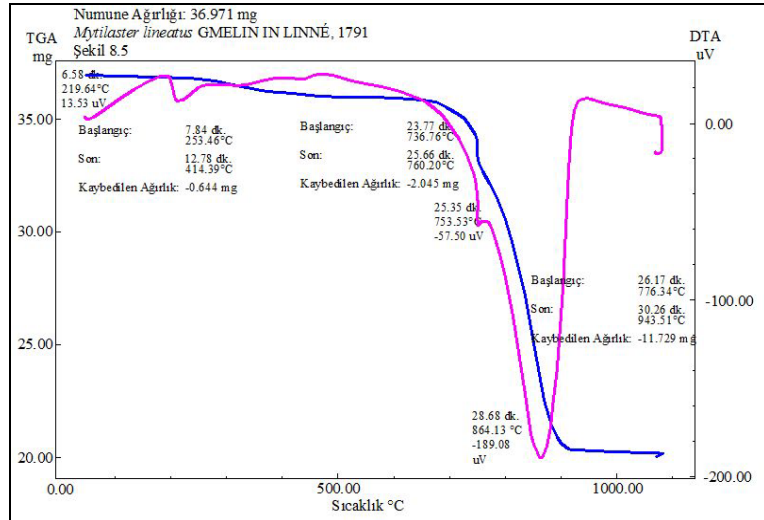
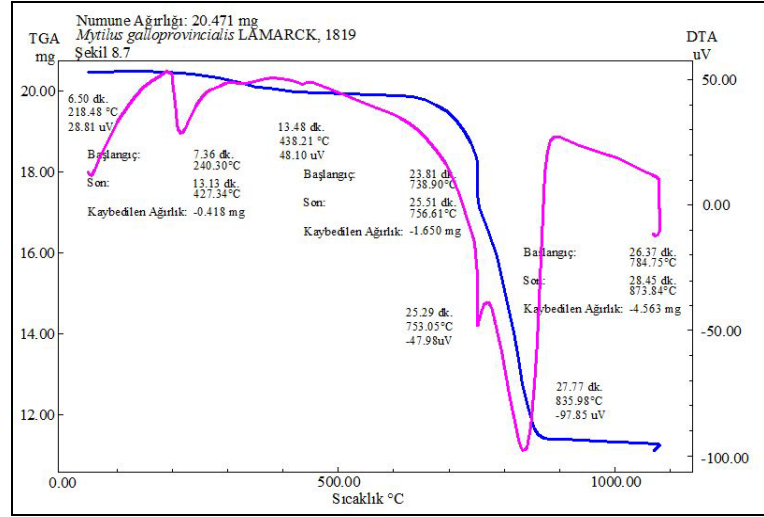
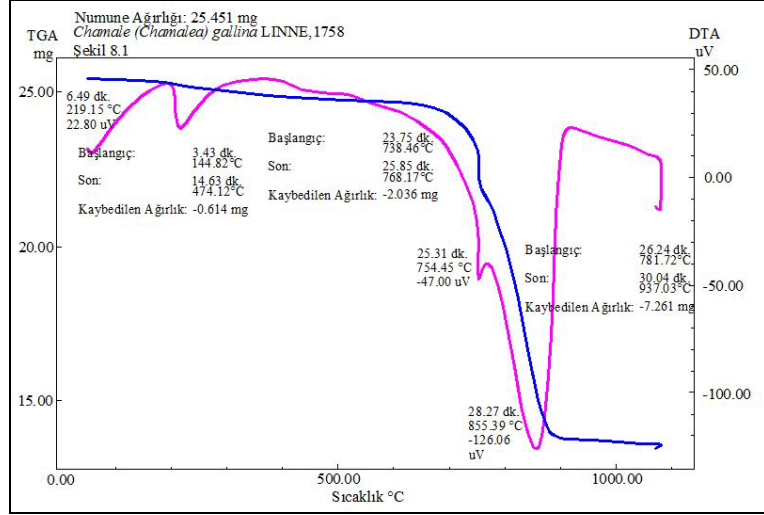
Termal analiz araştırmaları sonucunda Marmara denizi mollusklarının kavkısını oluşturan karbonatların, büyük çoğunlukla aragonit mineralinden oluştuğu görülmektedir. Termal eğrilerde görülen gerek endotermik mineral dönüşümündeki (aragonitin kalsite dönüşümü), CaCO₃’ın miktarındaki ve gerekse bozulma sıcaklık değerlerindeki bazı farklılıkların Mg/Sr ve aragonit/kalsit oranından kaynaklandığı düşünülmektedir.



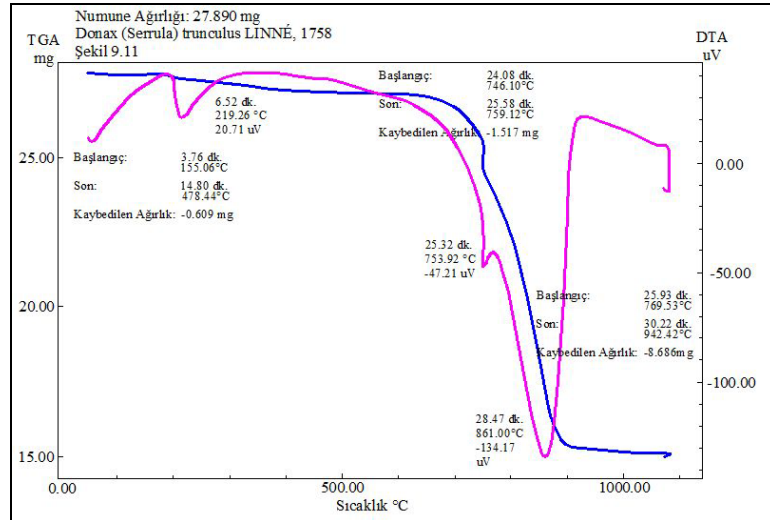
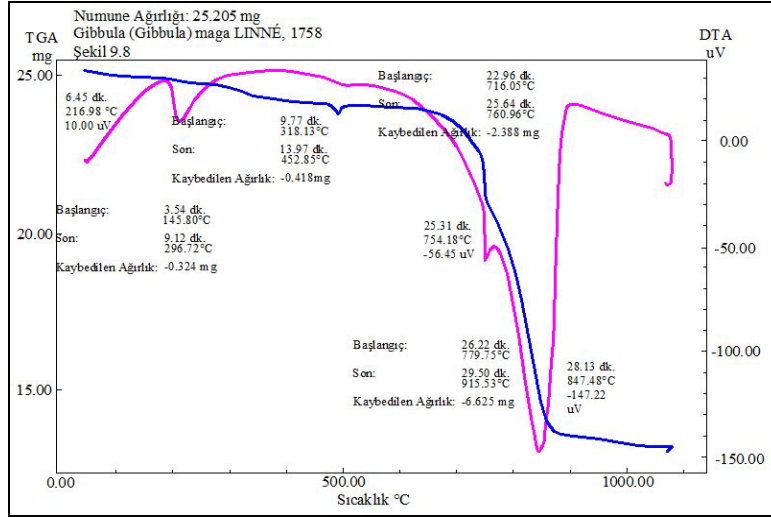
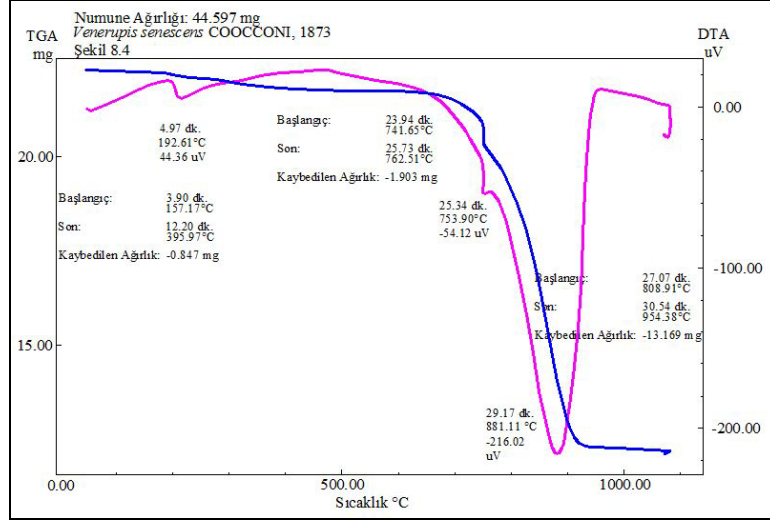
Şekil 10.11 *Donax (Serrula) trunculus* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



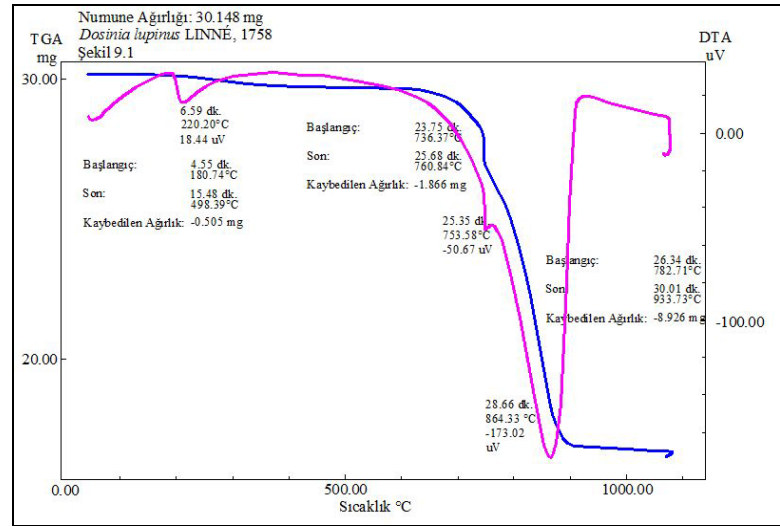
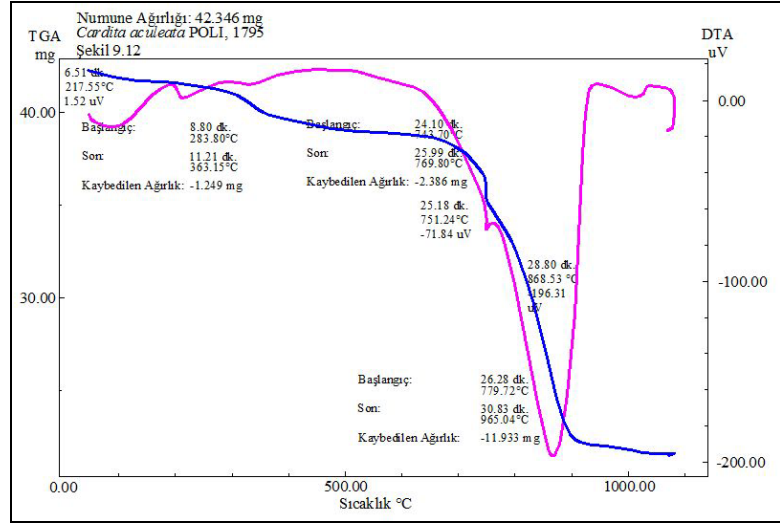
Şekil 10.12 *Cardita aculeata* fotoğrafı ve taksonomik sınıflaması



Şekil 10.13 Çalışma alanı mollusk kavkıklarına ait termal analiz eğrileri



Şekil 10.13 Çalışma alanı mollusk kavkılarına ait termal analiz eğrileri (devamı)



Şekil 10.13 Çalışma alanı mollusk kavkıklarına ait termal analiz eğrileri (devamı)

11. SONUÇLAR

Elementlerin, Marmara Havzasının Güney ve Güneybatısındaki çökellerdeki ortalama dağılımı, yer kabuğundaki ortalama bolluklarıyla kıyaslanarak incelenmiş ve elementler çalışma alanındaki birikim seviyeleri (BS) açısından iki gruba ayrılmıştır:

1.Grubu oluşturan elementler BS'leri 0.26-0.48 arasında olan Ni, Cr, Cu, Y, Mg, Fe, Co, V, Zr, Sc, Ca, Zn, Ga, Nb, Yb, Al, Mn ve Ti'dir.

2.Grubu oluşturan elementler ise BS'leri 1.1-9.6 arasında olan Mo, Si, Ba, W, Sr, Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se'dir.

Marmara Denizi'nin çalışılan alanındaki mollusk kavkılarında kimyasal elementlerin ortalama değerleri göz önüne alındığında, elementler 4 gruba ayrılmıştır:

1.grup Yb, Nb, Ga, Co, Cd, Bi, As, W, Se, Sc, Sb ve Mo elementlerinden oluşur ve en düşük değerlere sahiptirler (0.053-0.79 ppm). Bu elementler arasında en düşük değerleri Sb (0.053 ppm) ve Nb (0.09 ppm) içermektedir. Geriye kalan 10 elementin dağılımı 0.135-0.79 ppm arasında değişmektedir.

2.grup elementleri Cr, Ni, Pb, V, Y, Zr ve Cu oluşturur ve değerleri 1.0-6.50 ppm arasında değişir.

3.grubu oluşturan Ti, Mn, Ba ve Zn elementlerinin dağılım aralığı 10.0-20.0 ppm arasındadır.

4.grup Sr, Fe, Al, Mg, Si ve Ca elementlerinden oluşmakta olup, yüksek ortalama sergilemektedir (47.4 ile 268.11 ppm). Burada Ca kavkı oluşturan element olarak ortalama miktarı 37.5×10^4 ppm'e eşittir.

İnceleme sonucunda ortaya çıkan bütün bu bulgular organizmaların ortamın en faal jeokimyasal unsurları olduklarına işaret etmektedir. Organizmalar yaşam şartları

açısından elementleri ortamdaki düzenli şekilde konsantre etmektedirler. Elementlerin kavkısalsal konsantrasyonunun şekillenmesinde molluskların biyolojik ve ortamın jeokimyasal özelliklerinin öncül rol oynadıkları tespit edilmiştir. Bu çalışma dar bir jeolojik zamana (Geç Holosen) yönelik olarak Marmara havzasının bir kısmını kapsamış olsa da, bölgenin biyojeokimyasal durumuna ilişkin ilk bulguların elde edilmesine imkan sağlamıştır.

Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama değerlerinin çalışma alanı çökellerindeki ortalamalarına göre biyolojik birikim seviyesi (BBS) 0.001 ile 0.5 (Ca istisna olarak, BBS'si 16.817'dir), elementlerin yer kabuğundaki ortalama değerlerine göre ise BBS'si 0.001-4.0 (Ca istisna olarak, BBS'si 9.146'dır) arasında değiştiği belirlenmiştir. Elementlerin deniz suyundaki ortalamalarına göre BBS'si açısından, Mg istisna olarak (0.067), en düşük değer Sr'ye (5.930) ve en yüksek 1 230 000 değer ise Y'ye aittir. Bu veriler ışığında, denizel çökellerin jeokimyasının şekillenmesinde, denizel organizmaların rolünün, iz elementlerce zengin içerikte olan terrijen malzemelerin rolü kadar yüksek olduğunu vurgulamak gerekir. Elementlerin mollusk kavkılarındaki ortalama bolluklarının, deniz suyundaki ortalamalarına karşılık gelen biyolojik birikim değerlerinin, Marmara havzasının dip biyofasiyesinin biyojeokimyası açısından ilk bulgular olması bakımından son derece önemlidirler.

Çeşitli mollusk cinsine ait türlerin kavkılarındaki farklı element dağılımları nitekim taksonomik belirtileri yansıtmaktadır. Yani, elementlerin dağılımında taksonomik özellikler öncül rol oynamaktadır. Ama farklı biyotopa özgü olan aynı organizma türüne ait değişik element konsantrasyonları ise yaşamsal ortamın jeokimyasal durumuna ilişkin olarak değerlendirilmiştir. Bu bakımdan denizel organizmalar elementlerin zamansal ve mekansal olarak dağılımlarındaki değişikliklerin incelenmesinde önemli bir unsur olarak ortaya çıkarlar.

Aynı biyotopa veya yaşamsal ortama mensup olan değişik molluskların kavkılarının mineralojik olarak bir kısmının yalnız kalsitten, bir kısmının yalnız aragonitten, bir kısmının ise bu iki mineralin karışımından oluştuğu bilinmektedir. Marmara Denizi'nin incelenen kesimindeki mollusk kavkılarının mineralojik olarak yalnız aragonitten ve

aragonit-kalsit karışımından olduğu belirlenmiştir. Mollusk organizmalarının kavkusal mineralojik yapısının belirlenmesinde Mg ve Sr içeriklerinin orantılı olarak değişimi de oldukça önemlidir. Yani, kalsit özelliğindeki kavkılar Mg'yi, aragonitten oluşan kavkılar ise Sr'yi daha fazla içermektedirler.

Bütün çalışma alanına ait elde edilen çökel örneklerindeki elementlerin dağılımında terrijen malzemelerin jeokimyasının egemen rol oynadığı düşünülmektedir. Ayrıca, Cd, Pb, As, Sb, Bi ve Se elementlerin bazı çökel bantlarındaki dağılımında önemli ölçüde farklılıklar tespit edilmiştir. Yer kabuğundakine orantıda bu metallerce rastlanan zenginleşmelerin nedeni kaya birimlerinden kaynaklanan, özellikle çayların faaliyetine ilişkin, karasal aşınım malzemeleridir. Bu açıdan Gönen, Kocasu ve Biga çayları ile diğer aşınma zonlarındaki kayaçların jeokimyasal olarak incelenmesinin çok önemli olacağı muhtemeldir. Pb bu metallere nazaran diyajenetik ortamda özel bir ayrıcalık sergilemektedir.

KAYNAKLAR

- Alizade, A. A., Aliyev, S. A., Sarı, A. 2002. Belemnit kafeslerinin mineralojik bileşiminin Ayrıntılı öğrenilmesi. *Yerbilimleri*, 1; 48-60.
- Aliyev, S. A. 1982. Belemnitlerin filojenez gelişimine yönelik elementlerin dağılımı. *Azərbaycan Devlet Üniversitesi, Paleobiyojeokimyanın Sorunları*, 1; 13-20.
- Aliyev, S. A. 1984. Azərbaycan'ın Kretase belemnitlerinin ontojenezinde Sr/Mg oranı. *Azərbaycan Bilimler Akademisi, Yerbilimleri, Jeoloji serisi*, 5, 205-212.
- Aliyev, S. A. 1992. Bakırın ekolojik tabiatı. *Azərneşir*, s 92, Bakü.
- Aliyev, S. A. 1994. Kretase belemnitlerinin bireysel olarak kafeslerindeki Sr/Mg oranının değişimi. *Azərbaycan İlimi-Tekniki İnformasyon Enstitüsü Dergisi*, 2, 90-102.
- Aliyev, S. A., Büyüktutku, A. 1999. Doğu Azerbaycan'ın Ponsiyen havzalarının fasiyes özelliklerinin biyojeokimyasal kriterleri. *MTA Dergisi*, 121, 175-183.
- Aliyev, S. A., Sarı, A., Ergin, M. 1999. Relationship between element distribution and organic matter in the Holocene sediments from the Southwestern Marmara shelves, Turkey, 2nd Balkan Geophysical Cong. and Exhibition, 5-9. 303 p., Istanbul, Turkey.
- Aliyev, S. A., Sarı, A. 1999. Distribution and concentration of copper in the marine biofacies. *Geosound*, 34, 213-228.
- Aliyev, S. A., Sarı, A., Ergin, M. 2002. Isotopic and Paleotemperature of the Southern Marmara Sea, *Journal Geological Society of India*, v.60, pp.293-301
- Aliyev, S. A., Sarı, A. 2005. Determination of the temperature of living environment of the Azerbaijanian Quaternary Molluscs by means of Ca/Mg metod. *Geochemistry international*, 9, 1-9.
- Aliyev, S. A., Sarı, A. Kahya, D., Koralay, D. B., Vural, N. 2007. Güney ve Güneybatı Marmara Denizi Çökel Oluşumu Ortamının Biyojeokimyasal Yönden İncelenmesi. *Tübitak Projesi, No: 105Y249*, Ankara.
- Arpat, E. ve Şentürk, K. 2003. İstanbul Yöresinin, Orta Eosen'den bu yana Jeolojik Gelişiminin Ana Çizgileri. *İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, s. 39-48, İstanbul.
- Balkıs, N., Çağatay, M. N. 1998. Factors controlling the metal distributions in the surface sediments of the Erdek bay. *Deniz jeolojisi. Türkiye Deniz Araşt., Workshop-iv*, 14-15 pp: 22-24, Istanbul.

- Baturin, G. N., Koçenov, A. Y., Shimkus, K. M. 1967. Uranium and trace elements in bottom core sediments from the Black and Mediterranean Seas. *Geokhimiya*, 1, 41-49.
- Berlin, T. S., Habakov, A. V. 1970. Jura ve Erken Tebaşir belemnit kafeslerinin mineralojik bileşimi. *Geokhimiya*, 12, 1511-1519.
- Beşiktepe, Ş. T., Sur, H. İ., Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü., 1994. The circulation and Hydrography of the Marmara Sea. *Progress in Oceanography*, 34, 285-334.
- Bodur, M. N. 1991. Sedimentology and geochemistry of the Late Holocene sediments from Sea Marmara and its straits. (Doktora tezi), Lomonosov adına Moskova Devlet Üniv., (1991), pp; 247.
- Bodur, M. N., Ergin, M. 1994. Geochemical Characteristics of the recent Sediments from the Sea of Marmara. *Chem. Geology*, LLS, 73-101.
- Bogdanov, Y. A., Gurviç, E. G., Lisitsın, A. P. 1983. Oceanic mechanism of sedimentation and chemical element differentiation in the oceans. In: *Biogeochemistry of oceans*, eds: Monin, A.S., Lisitsin, A.P. pp: 165-249, Nauka, Moskova
- Brinkmann, R. 1976. Türkiye Jeolojisine Giriş. Ege Üniv. Fen Fak. Kitaplar Serisi, No.53, 155 s., İzmir.
- Brumsack, H. J. 2006. The trace metal content of recent organic carbon-rich sediments: Implications for Cretaceous black shale formation. *Paleogeography paleoklimatology paleoecology*, vol.232, pp. 344-361.
- Çağatay, M. N. 1983. Karadeniz'in güncel çökellerinde değişik uranyum analiz ve çözümü yöntemlerinin karşılaştırılması: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 26, 187-196.
- Chaput, E. 1947. Türkiye'de jeolojik ve jeomorfojenik tetkik seyahatleri, İ.Ü. Yayını, no. 324.
- Chave, K. E. 1954. Aspects of the biogeochemistry of magnesium. 1. Calcareous Marine organisms. *J. Geol.*, 62(3); 266-283.
- Chester, R., Hughes M.J. 1967. A chemical technique for the separation of ferromanganese minerals, carbonate minerals and absorbed trace elements from pelagic sediments. *Chem. Geol.*, vol. 2, 249-265.
- Clarke, F. W., and Wheeler W. C. 1917. The inorganic constituents of marine invertebrates. *U. S. Geol. Survey Prof.* p. 124.

- Damour, A. 1852. Note sur la composition des millepores et de quelque corallines: Acad. sci. Paris, Comptes Rendus, v. 32, p.253-255.
- Degens, E.T. 1971. Organik maddelerin diyajenezi ve katajenezi. Mir Yayınevi, Moskova, pp: 198.
- Deines, P. 1980. The isotopic composition of reduced organic carbon. In: P. Fritz and I. Ch. Fontes (eds.), Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. vol. 1, The Terrestrial Environment, Elsevier, Amsterdam, 329-406.
- Dermitzakis, M. D. and Papanikolaou, M. 1981. Paleogeography and geodynamics of the Aegean region during the Neogene. Proc. VII th. International Congress on Mediterranean Neogene. Athens, 1979, 139; 371-414.
- Dodd, J. R. 1967. Mg ve Sr in calcareous skeletons. J., Paleontol., v. 41, No 6, p., 1313-1329.
- Doust, H. and Arıkan, Y. 1974. The geology of the Thrace Basin. Proceedings of 2nd Petroleum Congress of Turkey; 227-248.
- EİEİ (Elektrik İşleri Etüt İdaresi). 1993. Türkiye Akarsularında Sediment Gözlemleri ve Sediment Taşınım Miktarları, EİEİ Genel Müdürlüğü Yayın No:93-59,615 s.
- Ergin, M., Bodur, M.N., Ediger, V. 1991. Distribution of surficial shelf sediments in the northeastern and southwestern parts of the Sea of Marmara. Strait and canyon regimes of the Dardanelles and Bosphorus. Marine Geology, 96, 313-340.
- Erinç, S. 1978. Changes in the physical environment in Turkey since the end of the Last Glacial. In: The environmental history of the Near and Middle East. W. C. Brice, editor. Academic Press; 87-110, New York.
- Erkal, T. 1991. Trakya'da Kuzey Anadolu Transform Fay Zonu'nda gelişmiş normal fayların oluşumuna yaklaşımlar. TPJD Bülteni, 3; 87-99.
- Erol, O. 1987. Çanakkale yöresinde Kuvaterner kıyı oynamaları. Ankara Üniv. Dil ve Tarih -Coğrafya Fak. 60. Yıl Armağanı; 179-187.
- Eryılmaz, F. Y., Eryılmaz, M. 1998. Çanakkale Boğazı ve çevresi güncel çökellerinde metal dağılımı, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları, II. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 98 Konferans Bildiriler Kitabı, ODTÜ, 649-658.
- Fairbridge, R. W. 1961. Eustatic changes in sea level. Physics and chemistry of the Earth, 4; 99-185.
- Forchhammer, G. 1852. Beitrage zur Bildungsgeschichte des Dolomits: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Jahrg. p.854-858.

- Gedik, İ., Pehlivan, Ş., Duru, M., Timur, E. 2003. 1/50 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları İstanbul F22 c-d, F23 c-d; Bursa G22 a-b, G23 a-b Paftaları açıklaması. 108 s. (yayımlanmamış).
- Gözcelioğlu, B. 2003. Marmarada Yaşam Savaşı. Tübitak, Bilim ve Teknik Dergisi, 429.
- Görür, N., 1996. Türkiyeyi Çevreleyen Denizler: Jeolojik Sorunları ve Mineral Kaynak Potansiyelleri. Tübitak Ulusal Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Programı, Ankara, 75s.
- Görür, N., Çağatay, M. N., Sakıncı, M., Sümengen, M., Şentürk, K., Yalıtırak, C. and Tchapylyga, A. 1997. Origin of the Sea of Marmara as deduced from Neogene to Quaternary Paleogeographic Evolution of its frame. International Geology Review, 39; 342-352.
- Güner, S. I., Bilican, G., Gürani, G. C. 1998. Liman kirliliği ve Türkiye limanlarındaki alma tesisleri, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları, II. Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 98 Konferans Bildiriler Kitabı, ODTÜ, 695-704.
- Halilova, H. 2004. Mikroelementlerin (I, Zn, Co, Mn, Cu, Se) Biyojeokimyası, Ankara.
- Healt, G.R. 1981. Ferromanganese nodules of deep sea. Economic Geology, 75, 736-76.
- Hein, C. R., Marjorie, S. S., Gein, L. M. 1992. Central Pasific Cobal rich ferromanganese crists. Historical perspective and regional variability. Keating, B.B. and Rolton, B.R. (Eds), Geology and mineral resources the central Pasific Council for energy and mineral resources. Eart Science series. 14, New York. Springer Verlag, (1992).
- Hornbuckle, K. C., Achman, D. R., Eisenreich, S. J. 1993. Over-water and over-land polychlorinated bipheyls in Green Bay, Lake Michigan, Environmental Science and Technology, 87-98.
- Hsü, K. J. 1972. When the Mediterranean dried up. Sci. Am., 227; 26-36.
- Hsü, K. J., Montadert, L., Bernoulli, D., Cita, M. B. 1977. History of the Mediterranean salinity crisis. Nature, London, 267; 399-403.
- Hsü, K. J. and Bernoulli, D. 1978. Genesis of the Tethys and the Mediterranean. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, XLII, 1; 943-950.
- Işık, U. 1998. Gökçeada-Bozcaada-Çanakkale Bölgesi Geç Kuvaterner Mollusk Faunası A.Ü.F.B.E. Yük. Lis. Tez. Yayımlanmamış.
- Jeremiason, J. D., Hornbuckle, K.C., Eisenreich, S.J. 1994. PCBs in Lake Superior, 1978-1992: decreases in water concentrations reflect loss by volatilization, Environmental Science and Technology, 903-914.

- Kabanov, G. K. 1967. Belemnit kafesleri. SSRİ, Paleontologiya Dergisi, 114, 114-123.
- Ketin, İ. 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış. İTÜ Yayınları, 595 s., İstanbul.
- Kolesnikov, Ç. M. 1994. Paleontolojide paleobiyokimyasal ve mikrodokusal incelemeler. Nauka, Moskova, S: 158.
- Kovalski, V. V., Vorotnitskaya, I.Y. 1965. Biogenetic migration of the Uranium in the Issık-Kul Lake. Geokhimiya, 6, 724-732.
- Kovalski, V. V. 1974. Çevre jeokimyası. Nauka, Moskova, pp:289.
- Kozlova, L. Y., Kiprikova, Y. L., Naydin, D. P., Saks, V. N. 1973. Belemnit kafeslerinde halka şeklindeki tabakaların tabiatı hakkında. Geologiya ve Geofizika Dergisi, 9, 38-49.
- Krauskopf, K. B. 1956. Factors kontrolling concentration of 13 rare metals in seawater. Geochim. et cosmochim. Acta, v., 9, No 1, 1-34.
- Kretoviç, V. L. 1980. Bitkilerin Biyokimyası. Yük. Okul Yayınevi, Moskova, pp: 273.
- Land, L.S. 1967. Diagenesis of skeletal carbonates. J. Sediment. Petrol., 37, No 3, 914-930.
- Lipinski, M., Warning, B., Brumsack, H. J. 2003. Trace metal signatures of Jurrasic/Cretaceous black shales fram the Norwegian Shelf and Barents Sea. Paleogeograpy paleoklimatology paleoecology, vol.190, pp. 459-475.
- Lippman, F. 1960. Versuche zur Aufklaring der Bildungsbedingungen von Calsit und Aragonit. Fortschr. Mineral., Bd. 38, No 2, 156-160.
- Lukaşin, V.N. 1983. Elementlerin çökellerdeki formülü. Okyanusun Biyojeokimyası Kitabı, eds: Monin, A.S., Lisitsin, A.P., Nauka, Moskova, S;312-344.
- Luttig, G., Steffens, P. 1976. Explanatory notes for the palaeogeographic atlas of Turkey from the Oligocene to the Pleistocene. Bundesanstalt für .Geowissenschaften und Rohstoffe, 64 p., Hannover.
- Maklin, V. Z. 1971. Belemnitidlerin incelenme yöntemleri. Geologiya ve Geofizika, 6, 292-303.
- Meriç, E. 1996. Kuşdili (Kadıköy-İstanbul) Kuvaternerinin stratigrafisi hakkında yeni görüşler. Yerbilimleri (Geosound), Sayı 29; 151-159.
- Miegen H. W. 1903. Beiträge zur Kenntnis des kohlensäuren Kalk: Naturwiss. Gesell. Freiburg Ber., v.13, p. 1-55.

- Moskalenko, V. N., Shimkus, K. M. 1971. Akdeniz'in üst tortul çökellerinin sismolojik sınırlarının jeolojik olarak değerlendirilmesi. SSRİ BA'nın jeolojik serisi dergisi, No 2, 123-134.
- Muratov, V. and Neveeskaya, L. 1982, Stratigraphy of USSR. Neogene System. Moscow, Nedra, 1.
- Myers, P. G., Wielki, C., Goldstein, S. B. and Rohling, E. J. 2003. Hydraulic calculations of postglacial connections between the Mediterranean and the Black Sea. *Marine Geology*, 201; 253-267.
- Naydin, D. P. 1969. Geç Kretase Belemnitlerinin Morfolojisi ve Paleobiyolojisi. Moskova Devlet Üniversitesi Yayınevi, Moskova, S;302.
- Neruçev, S.G. 1982. Uranium and life in the Earth's history. Nedra, Moskova, pp;206.
- Neveeskaja, 1963. Karadeniz'in Denizel Kuvaterner Molluskaları Akademi USSR Yayınları Bant XCVI
- Nichols H. W. 1906. New Forms of concretions: Field Columbian Mus. Pub. 111, geol. ser., v. 3, no. 3, p. 25-54.
- Odum, E. 1975. Ekolojinin esasları, Mir, Moskova, S;367.
- Olausson, E. 1960. Desaiption of sediment cores from the Mediteranean and Red Sea. Rept Swed. Deep-Sea Exp., 1947-1948, Göteborg, 8, fasc. 3, 286-334.
- Oxburgh, U. M., Signit, R. E., Holland, H. D. 1979. Coprecipitation of Sr with calcium carbonate from aqueous solutions. *Geol. Soc. America*, v., 60, 1653-1654.
- Öztürk, G., Shimkus, K. 1995. Distribution of labile forms of iron in bottom sediments of the Marmara sea. *Geological Bulletin of Turkey*, 38, 2, 35-42.
- Perelman, A. I. 1979. Jeokimya. Moskova, S;314.
- Raymond, C. M. 1969-1971. Treatise on Invertebrates Paleontology, Part N Mollusca 6, Bivalvia volume 1-3, The Geological Society of America Inc. And The University Of Kansas.
- Riklefs, R. 1979. Genel Ekolojinin Esasları. Mir, Moskova. S: 279.
- Roy, S., Dasgupta, S., Mukhopadhyay, S., Fukuoka, M. 1990. Atypical ferromanganese nodules from pelagic are as of the Central Indian Basin. *Equatorial Ocean. Marine Geology*, 92, 269-283.
- Ryan, W. B. F. and Cita, W. B. 1978. The nature and distribution of Messinian erosional surfaces. Indicators of several kilometer deep Mediterranean in the Miocene. *Marine Geology*, 27; 193-230.

- Saks, V. N. ve Nalnyayeva, T.İ. 1964. Kuzey SSRİ Geç Jura ve Erken Kretase belemnitleri. Nauka Yayınevi, Moskova, 269 s.
- Saks, V. N., Anikina, G.A., Kiprikova, E.L., Polyakova, İ.D. 1972. Belemnit rosumlarında Mg ve Sr eski deniz havzaları sularının sıcaklık göstergesidir. Geologiya ve Geofizika Dergisi, 12, 103-110.
- Saltık, O. 1974. Şarköy-Mürefte sahaları jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Arama Grubu Rap. No: 879; 24 s.
- Sarı, A., Sonel, N., Ergin, M. 1998. Güney Marmara sahanlıklarında çökelen organik maddenin kökeni ve sedimentolojisi. Deniz jeolojisi, Türkiye Deniz Araştırmaları, WORKSHOP- IV, 14-15 Mayıs, İstanbul, (1998), pp. 100-101.
- Schneider, S., Witt, W., Yiğitbaş, E. 2005. Ostracods and Bivalves from an upper Pleistocene (Tyrrhenian) marine terrace near Altinova (İzmit-Province, Türkiye). Zitteliana A 45, p.87-114, München.
- Sevastyanov, V. F. 1968. Restauration of distribution of oxydatation and reduction processes, chemical elements in marine deposits. Litologiya, Palezniye lskopayemiye Dergisi, 1, 3-15.
- Sevinçer, N. 1998. Marmara Denizi Güneybatısı (Erdek Körfezi) Dip Çökellerinin Kuvaterner Mollusk Faunası- A.Ü.F.B.E. Yük. Lis. Tez. Yayınlanmamış.
- Shimkus, K. M. 1972. Late Quaternary deposition in the Mediterranean Sea. Late Quaternary deposition in the Mediterranean Sea. (Doktora tezi), Lomonosov adına Moskova Devlet Üniv., Jeoloji Fakültesi. (in Russian).
- Shimkus, K. M., Grakova, İ.V. 1975. Radiokarbon yöntemlerle Akdeniz dip çökellerinin yaş tayini ve stratigrafisi, paleocoğrafyası ve çökel oluşumunun bazı sorunları. "Hidrojeoloji'de radioizotop yöntemlerle incelemeler". Naukova Dumka, 186-191, (Rusça).
- Shimkus, K. M. 1979. Geochemistry of Late Quaternary deep sea sediments from the Mediterranean Sea. "Chemistry of Mediterranean Sea", ed: Lisitsin, A.P., Kiyev Merkezi yayınevi, Ukrania, pp: 87-110, (in Russian).
- Shimkus, K. M. 1981. Late Quaternary deposition in the Mediterranean Sea. Nauka, Moskova, pp: 240, (İn Russian).
- Shimkus, K. M., Öztürk, B., Yesin, N.V. 1993. Oil products, heavy metals and radionuclides in the recent bottom sediments of the Marmara Sea shallow water area. METU, 1, 695-710.
- Silliman, B. 1846. On the chemical composition of the calcereous corals: Am. Jour.Sci., v. 1, 2d ser., p.189-199.

- Stanley, D. J. and Blanpied, C. 1980. Late Quaternary water exchange between the eastern Mediterranean and the Black Sea. *Nature*, 285; 537-541.
- Stevens, G. R., Clayton, R.N. 1971. Oxygen isotope studies on Jurassic and their biogeographic significance. *J. Geology and Geophysics*, 4, 151-169.
- Şengör, A. M. C., Görür, N., Şaroğlu, F. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation zones of tectonic escape: Turkey as a case study. In: Biddle, K.T. and Chritte-Black, N. (Eds.), *Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation*. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication 37; 227-264.
- Şentürk, K., Karaköse, C. 1987. Çanakkale Boğazı ve Dolayının Jeolojisi. MTA Genel Müdürlüğü. Rapor No. 9333.
- Stehli G. F. 1968. *Shell Mineralogy in Paleozoic Invertebrates*. California Institute of Technology, Division of Geological Sciences, Pasadena, California.
- Taşdemir, Y. 1997. Modification and Evaluation of a Water Surface Sampler to Investigate the Deposition and Air Water Exchange of Polychlorinated Bipheyls (PCBs), Doktora Tezi, Illinois Institute of Technology .
- Ternek, Z., Erentöz, C., Pamir, H. N. ve Akyürek, B. 1987., 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları İstanbul Paftası Açıklaması. MTA Yayımı, 105 s., 4 şekil, 9 levha, 1 harita, Ankara.
- Teys, R. V., Naydin, D. P. 1973. Organojen karbonatlarda oksijenin izotopik bileşimi ve Paleotermometriya. *Nauka Yayınevi, Moskova*, pp: 257.
- Tihomirov, V. N., Lukaşin, V. N. 1983. Damgalanmış atomların vasıtası ile Okyanusta iz Elementlerin davranışının biyojeokimyasal olarak incelenmesi, Okyanusun Biyojeokimyası kitabı, eds: Monin A.S., Lisitsin A.P.,Nauka, Moskova, S: 302-312.
- Toğrul, T. 1995. İnrümental Analiz. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi, 101-117, Ankara.
- Toker, V. ve Şengüler, İ. 1995. İzmit Körfezi (Hersekbumu-Kababurun) Kuvaterner istifinin nannoplankton florası. İzmit Körfezi Kuvaterner istifi. E.Meriç (editör); 163-173.
- Tolun, L., Çağatay, M. N., William, L. Carrigan, Algan, O., Eastoe, C. L. 1998. Organic geochemistry of the Holocene sapropels from the Sea of Marmara and Black Sea. *Deniz jeolojisi, Türkiye Deniz Araştırmaları, WORKSHOP- IV*, 14-15 Mayıs, İstanbul, 56-60.
- Turekian, K. K., Imbrie, J. 1986. The distribution of trace elements in deepsea sediments of the Atlantic Ocean. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 1, 161-168.

- Turgut, S., Siyako, M. ve Dilki, A. 1983. Trakya havzasının jeolojisi ve Hidrokarbon olanakları. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni, 4; 35-46.
- Tüysüz, O., Barka, A.A., Yiğitbaş, E. 1998. Geology of the Saros Graben: its implications on the evolution of the North Anatolian Fault in the Ganos-Saros region, NW Turkey. Tectonophysics, 293; 105-126.
- Ülkümen, N. R., Kowalke, T., Karasz, R.M., Witt, W., and Yiğitbaş, E., 2006. Biostratigraphy of the paratethyan Neogene at Yalova (İzmit-Province, NW-Türkiye). Newsl. Stratigr. 42 (1) p.43-68 Berlin-Stuttgart.
- Vernadski, V. I. 1923. Deniz Kimyasında Organik Madde. Mir, Moskova, pp: 213
- Vernadski, V. I. 1934. Biyosfer. SSRi BA Dergisi, S: 235 (Rusça).
- Vernadski, V. I. 1978. Canlı madde, Nauka, S: 334 (Rusça).
- Vetter, U. 1968. Röntgenographische Gefügeuntersuchungen an Calcit einiger belemnitenrostren Neues Jahrb. Mineral Abhandl., 109, H. 3.
- Vinogradov, A. P. 1937. Denizel Organizmalarının Kimyasal Element Bileşimi. Nedr, 4, Moskova, S. 298, (Rusça).
- Vinogradov, A. P. 1944. Denizel Organizmaların Kimyasal Element Bileşimi" Nedr, 6, Moskova, S: 207, (Rusça).
- Vinogradov, A. P. 1967. Introduction to the Ocean Geochemistry. Nauka, pp:366.
- Wenz, W. 1938-1944. Gastropoda T. WI, WII, Allgemeiner Teil und Prosobranchia Handbuch der Paläozoologie, Berlin.
- Wada, K. 1966. Mineralizations of the calcified tissue in molluscs. XII. Specific patterns of nonmineralized Layer conchiolin in the aminoacid composition. Nipron. Suisan, Cakkaishi, 32, 4-19.
- Warning, B., Brumsack, H. J. 2000. Trace metal signatures of eastern Mediterranean sapropels. Paleogeography paleoklimatology paleoecology, vol.158, pp. 293-309.
- Yalçın, H., Taner, G., 1998. İzmit Körfezi denizaltı sedimanlarındaki mollusk kavkılarında mineralojik, jeokimyasal ve paleontolojik ilişkiler. Uygulamalı Yerbilimleri Dergisi. No:1, s.39-50 Ocak-Mart, Sivas.
- Yaltrak, C. 1995. Gaziköy-Mürefte (Tekirdağ) arasının sedimanter ve tektonik özellikleri. TPJD Bülteni, 6/1; 93-112.
- Yaltrak, C., Sakınç, M., Aksu, A. E., Hiscott, R. N., Galleb, B. and Ülgen, U. B. 2002. Late Pleistocene uplift history along the southwestern Marmara Sea determined

from raised coastal deposits and global sea-level variations. *Marine Geology*, 190; 283-305.

Yamamoto, S. 1992. Diagenetic enrichment of manganese and other heavy metals in hemipelagic brown clay of Palu Trench Flor. *J. Sedimentary Petrol.*, 62, 70-711.

Yemelyanov, E. M. 1964. Akdeniz'in güncel dip çökellerinde organik karbonun dağılımı. *Sovyetler Birl. Bilimler Akademisi Yayınevi, Denizin kimyası üzerine ilmi kongre özetleri, Moskova, S; 113-117, (Rusça)*

Yemelyanov, E. M. 1973. Akdeniz'in güncel dip çökellerinin başlıca tipleri ve onların mineralojisi ve jeokimyası. *Litoloji ve faydalı yatakları dergisi, No,1, 29-46.*

Yılmaz, A. 2002. Türkiye Denizlerinin Biyojeokimyası: Dağılımlar ve dönüşümler. *Türkish J. Eng. Env. Sci.* 26, 219-235.

Yorulmaz, E. 2005. Schiff Bazlarının Termal Yöntemlerle İncelenmesi A.Ü.F.B.E. Kimya A.B.D., Yük. Lis. Tez., Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : N. Bahadır ÖKTEN
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 01.05.1983
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Kenan Evren Lisesi (İstanbul 1998-2001)
Lisans : Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği (2001-2005)
Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği (Şubat 2006-2009)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

- Yıldızlar SSS Holding (Haziran 2006-)

Yayımları (SCI ve diğer)

- Aliyev, S., Sarı, A., **Ökten, N. B.**, Koralay, B., Koca, D. 2007. Marmara Denizi'nin Güney ve Güneybatısındaki mollusk kavkılarında kimyasal element dağılımlarının biyojeokimyasal özellikleri. 30 yıl sempozyum. Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeo. Müh. Böl., ADANA.
- Aliyev, S., Sarı, A., **Ökten, N. B.** Taxonomical and Biogeochemical Investigation of Elements in Holocene Mollusk Shells in the South and Southwestern Marmara Basin, Turkey, Acta Geologica Sinica, English Edition, (In Press) SCI.