

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MARMARA DENİZİ BATI KITA SAHANLIĞI YÜZEYSEL ÇÖKELLERİNDE
JEOJENİK VE ANTROPOJENİK AĞIR METAL ZENGİNLEŞMESİNE
YÖNELİK ARAŞTIRMALAR (ŞARKÖY KANYONU, KB TÜRKİYE)

Özlem ARGUN AKTAN

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2019

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Özlem ARGUN AKTAN tarafından hazırlanan “**Marmara Denizi Batı Kıta Sahaneliği Yüzey Çökellerinde Jeojenik ve Antropojenik Ağır Metal Zenginleşmesine Yönelik Araştırmalar (Şarköy Kanyonu, KB Türkiye)**” adlı tez çalışması 24/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Mustafa ERGİN

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Abidin TEMEL

Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Halim MUTLU

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Mustafa ERGİN

Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Enstitü Müdürü

ETİK

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

24.01.2019



Özlem ARGUN AKTAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MARMARA DENİZİ BATI KITA SAHANLIĞI YÜZEYSEL ÇÖKELLERİNDE JEOJENİK VE ANTROPOJENİK AĞIR METAL ZENGİNLEŞMESİNE YÖNELİK ARAŞTIRMALAR (ŞARKÖY KANYONU, KB TÜRKİYE)

Özlem ARGUN AKTAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ERGİN

2002 yılında TÜBİTAK desteği (YDABAG 102Y113 nolu proje) ve MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile Marmara Denizi'nin batısında, Denizaltı Şarköy Kanyonu'nda alınan sediment karotlarından 10 tanesinin üst 25 cm seviyeleri 5'er cm dilimlere bölünerek jeokimyasal yöntemler ile bölgede jeojenik ve antropojenik etkileşimler araştırılmıştır. XRF ve ICP teknikleri ile ana ve eser elementler analiz edilmiş, sonuçlar çeşitli grafiksel ve istatistiksel yöntemler ile yorumlanmış; mevcut diğer araştırmacıların verileri ile karşılaştırılmıştır. Element konsantrasyonlarının ve özellikle de ana elementlerin (Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na ve K gibi) büyük bir kısmı kabuksal kayaçların ortalama değerleri arasında bulunmakta, karotta tabandan üste doğru değişimler göstermemekte ve karasal jeolojik kaynakların takriben son 1060 yılda kanyona, benzer tür ve miktarda kırıntılı sediment sağladığını sergilemektedirler (jeojenik, alüminyum silikat faktörü). Karotlarda üst seviyelere doğru nispeten fazla artış eğilimi gösteren eser elementlerin (Zn, Pb, Hg, Cr, Cu ve Ni) konsantrasyonları ise karasal jeolojik kaynaklara ilaveten az da olsa değişen oranlarda antropojenik karışımlara (evsel, kentsel, tarımsal ve petrol atıkları; maden-mineral, kömür işletmeleri gibi) işaret etmektedir (jeojenik+antropojenik faktör). Sediment örneklerinde tespit edilen U, Hf, Y, Ce, Zr ve Th gibi eser elementler arasındaki ilişkiler kısmen benzer radyoaktif kaynak ile izah edilebilir. Element zenginleşme faktörlerinin genelde 1,5 değerinin altında olması, Şarköy Kanyonu'nda inorganik, ağır metal kirliliğini düşük bir ihtimal dahilinde gösterse de, bazı karotlarda Cr, Ni, Cu, Zn ve Pb için hesaplanan zenginleşme faktörlerinin 1,5-2,4 arasında seyretmesi bölgede antropojenik kaynaklı kirleticilerin artan bir varlığı olarak kabul edilebilir.

Şubat 2019, 179 sayfa

Anahtar Kelimeler: Marmara Denizi, Şarköy Kanyonu, Geç Holosen, sediment, ağır metal, deniz kirliliği

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATIONS ON GEOGENIC AND ANTHROPOGENIC HEAVY METAL ENRICHMENT IN SURFICIAL SEDIMENTS OF THE WESTERN CONTINENTAL SHELF OF THE MARMARA SEA (ŞARKÖY CANYON, NW TURKEY)

Özlem ARGUN AKTAN

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

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ERGİN

During the year 2002 and using the TÜBİTAK support (Project YDABAG 102Y113) and Research Vessel of MTA SİSMİK-1, 10 sediment cores were obtained within the submarine Şarköy Canyon of the western Marmara Sea, Turkey. The upper 25 cm of the cores were sliced at 5 cm intervals to investigate the geogenic and anthropogenic interactions in the region and geochemical methods were carried out. By applying the XRF and ICP techniques, major and minor elements were analyzed and the results obtained were interpreted using the graphical and statistical methods; the comparisons were made with available data from other researchers. The concentrations of elements, especially those of the major elements such as, Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na and K varied mostly within the average values of Earth's crust rocks (which are widely distributed on the Biga Island and Marmara surroundings). These values within the cores did not show significant variations from bottom to top which suggest similar contributions of clastic sediments in type and amounts derived from terrestrial geological sources (geogenic aluminium silicate factor). The concentrations of minor elements (Zn, Pb, Hg, Cr, Cu ve Ni) tend to increase upward in the cores slightly indicating, in addition to terrestrial geological sources, some small and varying contributions from the anthropogenic sources such as domestic urban, municipal, agricultural and petroleum wastes; ore-mineral and coal mining (geogenic+ anthropogenic factor). The interrelationships among the minor elements (U, Hf, Y, Ce, Zr and Th) in the sediments can partly be explained by similar radioactive sources. Although the element enrichment factors lower than 1,5 suggest minor importance of inorganic and heavy metal pollution in the Şarköy Canyon, the element enrichment factors (values of 1,5-2,4) in some cores for Cr, Ni, Cu, Zn and Pb can be related to some extent to the presence of increasing levels of anthropogenic pollutants in the region.

February 2019, 179 pages

Key Words: Sea of Marmara, Şarköy Canyon, Late Holocene, sediment, heavy metal, marine pollution

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının karot örnekleri, 2002 yılında Ankara Üniversitesi-MTA arasında bilimsel işbirliği ve TÜBİTAK desteğiyle (Proje YDABÇAG-102Y113) gerçekleştirilen araştırma projesi kapsamında, MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile alınmıştır. TÜBİTAK'a, MTA Genel Müdürlüğü yönetimine ve karotların alınmasında emeği geçen gemi personeline, karotların arşivlemesini yapan Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği AGDEJAM çalışanlarına teşekkür ederim. Yüksek lisans tezi olarak hazırlanmış olan bu çalışmanın konusunu öneren, tezim süresince danışmanlığımı yürüterek bana yol gösteren, çalışmanın her aşamasında bilgi, deneyim ve yardımlarını esirgemeyen, tezin tamamlanmasında maddi ve manevi destek olan, sayın danışman hocam Prof. Dr. Mustafa ERGİN'e (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) şükranlarımı sunarım. Tez savunma jürimde yer alan katkılarından yararlandığım hocalarım Prof. Dr. Abidin TEMEL (Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) ve Prof. Dr. Halim MUTLU'ya (Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması boyunca yanımda olan MTA Genel Müdürlüğü'nde çalışan mesai arkadaşlarıma; harita çizimlerinde yardımcı olan Münevver KAPUCU, Jeoloji Y. Müh. Ferdane KARAKAYA ve Jeoloji Müh. Sevilay TAN'a; her türlü destek veren oda arkadaşım Maden Müh. Dr. Güzide KALYONCU ERGÜLER'e; analizlerin yapılması aşamasında yardımcı olan arkadaşım Uzman Kimyager Nilgün OĞUZ'a; mesleki tecrübesini benden esirgemeyen Jeoloji Müh. Mustafa DÖNMEZ, Jeoloji Müh. Dr. Yavuz BEDİ ve Jeoloji Müh. Emine ÖZKAN'a; tezin başından itibaren tecrübelerini benimle paylaşan Jeoloji Müh. Dr. Füsün YİĞİT FARİDFATHİ, Jeoloji Müh. Dr. Özden İLERİ, Maden Müh. Dr. Alper DEMİRBUĞAN ve Maden Y. Müh. Ragıp COŞKUN'a; tezi okuyan mesai arkadaşlarımda Biyolog Dr. Ebru Albayrak ve Maden Müh. Doç. Dr. Nuray KARAPINAR'a teşekkür ederim.

Bu tez çalışması süresince desteklerini her zaman hissettiren, hayatım boyunca yanımda olan, maddi ve manevi yardımlarını, anlayış ve sabırlarını esirgemeyen, fedakar annem Gülkız ARGUN, babam Mehmet ARGUN, kardeşlerime, özellikle kız kardeşim Özden POLAT, eşim Özkan AKTAN'a, zamanlarını çaldığım oğlum Efe Barış ve kızım Ilgın Ela'ya teşekkür ederim.

Özlem ARGUN AKTAN

Ankara, Şubat 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanı (Şarköy Kanyonu ve Çevresi) ile İlgili Genel Bilgiler	1
1.1.1 Şarköy Kanyonu’nun konumu, morfolojisi, hidrografi, akarsu-drenaj ve akıntı-dalga özellikleri	1
1.1.1.1 Morfoloji	1
1.1.1.2 Hidrografi	5
1.1.1.3 Akarsu drenaj sistemi	7
1.1.2 Şarköy Kanyonu ve çevresinin genel jeolojisi	9
1.1.2.1 Şarköy Kanyonu.....	9
1.1.2.2 Trakya (Ergene) Havzası.....	13
1.1.2.3 Biga Yarımadası.....	16
1.1.3 Trakya Havzası ve Biga Yarımadası’nın önemli maden/mineral, endüstriyel ve kömür kaynakları	23
1.1.3.1 Metalik madenler ve endüstriyel hammadeler.....	23
1.1.3.2 Kömür kaynakları.....	31
1.2 Çalışma Konusu (Ağır Metal Deniz Kirliliği) ile İlgili Genel Bilgiler	33
2. KAYNAK ÖZETLERİ	40
2.1 Şarköy Kanyonu ve Çevresinin Jeolojik Oluşum-Gelişimi ve Holosen Sedimentolojisi Üzerine Araştırmalar	40
2.2 Dünya’da Ağır Metal Deniz Kirliliği/Jeokimyası Üzerine Araştırmalar.....	47
2.3 Türkiye’de (Şarköy Kanyonu Hariç) Ağır Metal Jeokimyası/Deniz Kirliliği Üzerine Araştırmalar	49

2.4 Şarköy Kanyonu’nda Ağır Metal Jeokimyası/Deniz Kirliliği Üzerine	
Araştırmalar	54
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	56
3.1 Sediment Karotlarının Alınması.....	56
3.2 Karot Sedimentlerinde Çoklu Element Analizleri	61
3.3 Elementlerarası İlişkilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi.....	64
3.3.1 İlişkilendirme (korelasyon) katsayı matrisleri	64
3.3.2 Temel bileşenler analizi (PCA)	64
3.3.3 Sedimentte ağır metal zenginleşme faktörlerinin hesaplanması	65
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	67
4.1 Karot Sedimentlerinde Element Dağılımları.....	67
4.2 Karot Sedimentlerinin Element Konsantrasyonları ile Diğer Jeolojik	
Kaynak Kayaç (Referans) Verilerinin Karşılaştırılması.....	109
4.3 Karot Sedimentlerinde Elementler Arası İlişkilerin İstatistiksel	
Değerlendirilmesi	121
4.3.1 İlişkilendirme (korelasyon) katsayı matrisleri	121
4.3.2 İlişkilendirme (PCA) faktör analizleri	125
4.4 Karot Sedimentlerinde Element Zenginleşme Faktörleri ve	
Ağır Metal Kirliliği	133
5. TARTIŞMA	137
6. SONUÇLAR	144
KAYNAKLAR	146
EKLER	165
EK 1 Şarköy Kanyonu Sediment Karotlarında Ölçülen Element	
Konsantrasyonları	166
EK 2 Karot Sedimentlerinde Elementler Arası İlişkilendirme Katsayı	
Matris Tabloları.....	169
ÖZGEÇMİŞ.....	179

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

°	Derece
'	Dakika
%	Yüzde
‰	Binde
<	Küçük
≤	Küçük eşit
>	Büyük
≥	Büyük eşit
μ	Mikron
°C	Derece santigrat
¹⁴ C	Karbon 14
As	Arsenik
Al	Alüminyum
Al ₂ O ₃	Alüminyum oksit
As	Arsenik
Au	Altın
B	Bor
Ba	Baryum
Be	Berilyum
Bi	Bizmut
Br	Brom
Ca	Kalsiyum
CaO	Kalsiyum oksit
Cd	Kadmiyum
Ce	Sezyum
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cs	Sezyum
Cu	Bakır
Eu	Evropiyum
Fe	Demir
Fe ₂ O ₃	Demir III oksit
Ga	Galenyum
Ge	Germanyum
Hf	Hafniyum
Hg	Civa
In	İndiyum
K	Potasyum
K ₂ O	Potasyum oksit
km	Kilometre
km ²	Kilometrekare
La	Lantan
Li	Lityum
Lu	Lutesyum

m	Metre
m ²	Metrekare
M	Deprem büyüklüğü
Mg	Magnezyum
MgO	Magnezyum oksit
mm	Milimetre
Mn	Manganez
MnO	Mangan oksit
Mo	Molibden
Na	Sodyum
Na ₂ O	Sodyum oksit
Nb	Niobyum
Nd	Neodiyum
Ni	Nikel
P	Fosfor
P ₂ O ₅	Fosfor oksit
Pb	Kurşun
ppm	Milyonda bir (mg/kg)
ppb	Binde bir
ppt	Trilyonda bir
r	Korelasyon katsayısı
Rb	Rubidyum
Rpm	Dakikadaki devir sayısı
Sb	Antimuan
Sc	Skandiyum
Se	Sezyum
Si	Silisyum
SiO ₂	Silisyum dioksit
Sm	Samaryum
Sn	Kalay
Sr	Stronsiyum
Ta	Tantal
Tb	Terbiyum
Te	Telyum
Th	Toryum
TiO ₂	Titanyum dioksit
Tl	Talyum
Th	Toryum
U	Uranyum
V	Vanadyum
Y	İtriyum
Yb	İterbiyum
W	Tungsten
Zn	Çinko
Zr	Zirkonyum

Kısaltmalar

AAT	Atıksu arıtma tesisi
AGDEJAM	Akarsu, Göl ve Denizlerde Jeolojik Araştırma Merkezi
B	Batı
BUSKİ	Bursa Su ve Kanalizasyon İdaresi
Corg	Organik karbon
ÇSB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
D	Doğu
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	Devlet Su İşleri
EF	Zenginleşme faktörü
EİEİ	Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPA	Çevre Koruma Ajansı
ERL	Düşük etki aralığı
F1	Faktör-1
F2	Faktör-2
GB	Güneybatı
G.Ö.	Günümüzden önce
GPS	Küresel konumlama sistemi
IBM	Uluslararası İş Makineleri (International Business Machines)
ICP-MS	İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma-kütle spektrometresi
ICP-OES	İndüktif olarak eşleştirilmiş plazma-optik emisyon spektrometresi
Igeo	Jeobirikim İndeksi
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı
K	Kuzey
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
Mak.	Maksimum
MARDEP	Marmara Denizaltı Gözlemleri Araştırma Merkezi
Min.	Minimum
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
myö	Milyon yıl önce
NTE	Nadir Toprak Elementi
Ort	Ortalama
PCA	Temel bileşenler analizi (Principal Component Analysis)
PVC	Poli vinil klorür
SPSS	Sosyal bilimler için istatistik paketi
SS	Standart sapma
TBS	Türk Boğazlar Sistemi
TPAO	Türk Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
TÜBİTAK MAM	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
UNEP	Birleşmiş Milletler Çevre Programı
YDABAG	Yer, Deniz, Atmosfer ve Bilimsel Araştırma Grubu
Yk	Yerkabuğu kayaç ortalaması
XRF	X-ışınları floresans spektrometresi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Çalışma alanı (Şarköy Kanyonu) yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2 Şarköy Kanyonu ve civarının aktif tektonizmasını gösterir genelleştirilmiş Haritası	4
Şekil 1.3 Marmara Denizi’ndeki yüzey ve derin su döngüsü	6
Şekil 1.4 Türk Boğazlar Sistemi’ndeki (TBS) tuzluluk ve sıcaklık değişimleri	6
Şekil 1.5 Marmara Denizi’ne sediment getiren başlıca akarsular	8
Şekil 1.6 Marmara Bölgesi genel jeoloji haritası	10
Şekil 1.7 Gelibolu-Gaziköy arasında açılan kuyularda Erken Miyosen sonrası birimlerin korelasyonu	12
Şekil 1.8 Trakya (Ergene) Havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti	15
Şekil 1.9 Biga Yarımadası’nın genelleştirilmiş stratigrafik istifi	18
Şekil 1.10 Biga Yarımadası’nın maden yatakları ve zuhur haritası	24
Şekil 1.11 Tekirdağ ili maden haritası	26
Şekil 1.12 Çanakkale ili maden haritası	28
Şekil 1.13 Balıkesir ili maden haritası	30
Şekil 1.14 Bursa ili maden haritası	32
Şekil 1.15 Marmara Denizi kıyı ve kıyıardı suları kalite durumlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması	36
Şekil 1.16 Marmara Denizi sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL (Düşük Etki Aralığı: Effects Ranges Low) değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması	38
Şekil 1.17 Marmara Denizi sediment istasyonlarında metal bulgularının ZF (Zenginleşme Faktörü) değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması	39
Şekil 3.1 Şarköy Kanyonu’ndan 2002 yılında MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile ağırlıklı serbest düşmeli sediment karotlarının alınması	57
Şekil 3.2 Çalışma alanı Şarköy Kanyonu’ndan alınan sediment karotlarının alındıkları nokta istasyonları ve sismik yansıma profil hatlarının Marmara Denizi batimetrik haritasında gösterimi	58

Şekil 4.1 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-1 nolu sediment Karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	70
Şekil 4.2 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-2 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	74
Şekil 4.3 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-3 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	78
Şekil 4.4 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-4 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	82
Şekil 4.5 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-5 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	86
Şekil 4.6 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-6 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	90
Şekil 4.7 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-8 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	94
Şekil 4.8 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-9 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	98
Şekil 4.9 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-10 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	102
Şekil 4.10 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-13 nolu sediment karotunda element miktarlarının derinlikle dağılımı	106
Şekil 4.11 Çalışma alanı karot sedimentlerinin üst 5 cm seviyelerine ait bazı elementlerin ölçülen konsantrasyonlarının şeyl ve yerkabuğu ortalamları ile karşılaştırılması	119
Şekil 4.12 ŞA-1 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	126
Şekil 4.13 ŞA-2 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	127
Şekil 4.14 ŞA-3 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	127
Şekil 4.15 ŞA-4 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	128
Şekil 4.16 ŞA-5 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	129
Şekil 4.17 ŞA-6 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	130
Şekil 4.18 ŞA-8 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	131
Şekil 4.19 ŞA-9 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	131

Şekil 4.20 ŞA-10 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	132
Şekil 4.21 ŞA-13 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri	133



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Şarköy Kanyonu'ndan alınan sediment karot örneklerinin alındıkları su derinlikleri, koordinatları ve sediment kalınlıkları.....	59
Çizelge 3.2 Bu çalışmada kullanılan XRF ve ICP analiz yöntemlerinin doğruluğunun uluslararası referans örnekler ile karşılaştırması	63
Çizelge 4.1 Şarköy Kanyonu sediment karotlarında en az, en çok ve ortalama element konsantrasyonları.....	68
Çizelge 4.2 Bu çalışmada tespit edilen Şarköy Kanyonu sediment karotlarına ait ortalama element konsantrasyonlarının diğer jeolojik referans kaynak kayaç ortalamaları ile karşılaştırılması	110
Çizelge 4.3 Şarköy karot sedimentlerinde 0-5 cm ve 20-25 cm sediment derinlikleri için elementlerin hesaplanan zenginleşme faktörleri	134
Çizelge 5.1 Bu çalışmada tespit edilen minimum ve maksimum ağır metal konsantrasyonları ile araştırmacıların verilerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi.....	142

1. GİRİŞ

“Marmara Denizi Batı Kıta Sahanlığı Yüzeysel Çökellerinde, Jeojenik ve Antropojenik Ağır Metal Zenginleşmesine Yönelik Araştırmalar (Şarköy Kanyonu, KB Türkiye)” adıyla, yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmanın amacı; Marmara Denizi’nin batı kıta sahanlığında (Şarköy Kanyonu; Şekil 1.1) çökelen karasal kırıntıların, ağır metal jeokimyasını araştırmaktır. Özellikle bu bölgede deniz tabanında biriken karot çökellerindeki ağır metallerin, jeojenik (doğal) ve antropojenik (insantüremsel) konsantrasyonları ile alansal ve zamansal dağılımlarını, kaynak ve taşınma koşullarını da göz önüne alarak ortaya koymaktır.

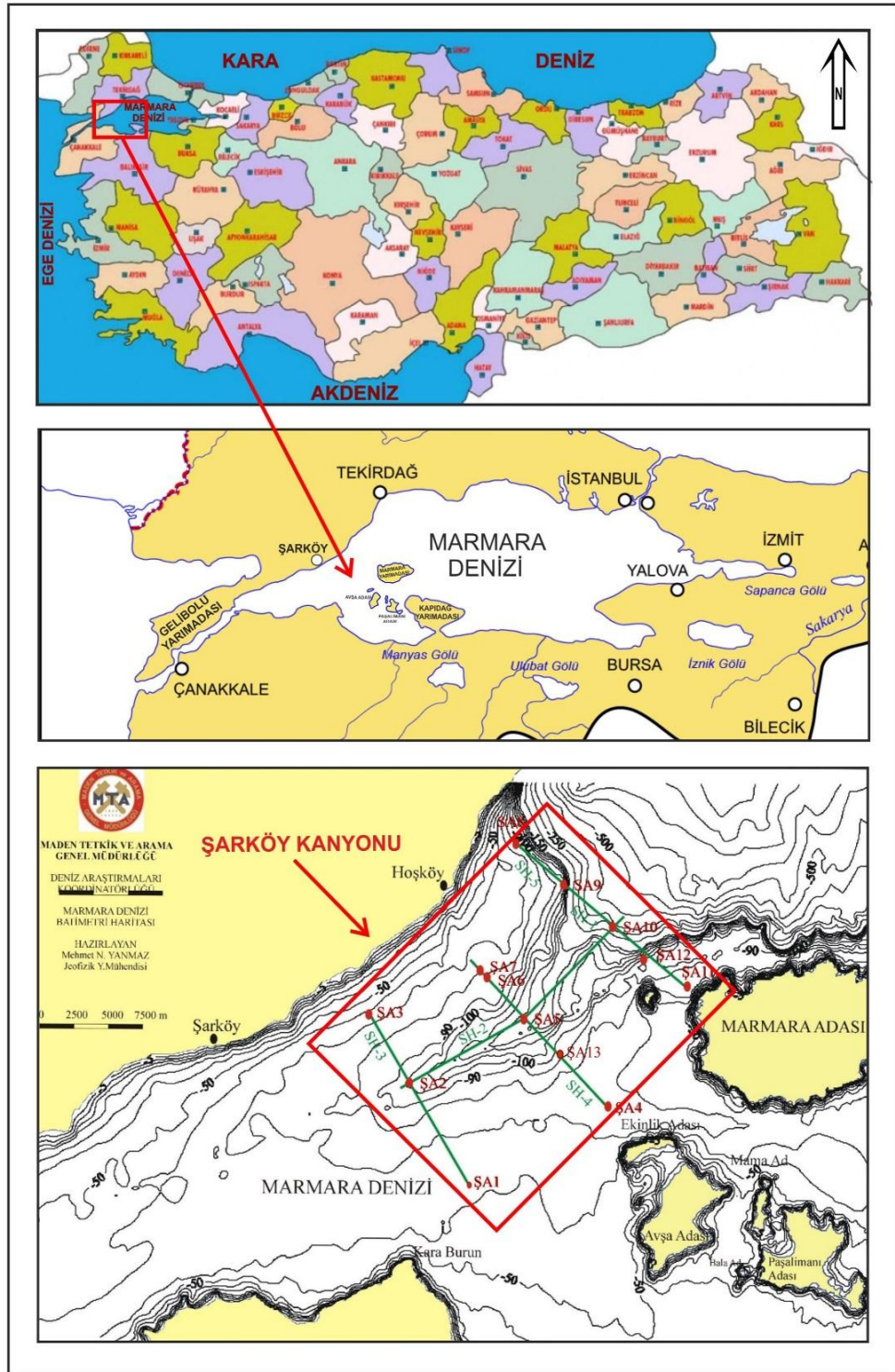
1.1 Çalışma Alanı (Şarköy Kanyonu ve Çevresi) ile İlgili Genel Bilgiler

1.1.1 Şarköy Kanyonu’nun konumu, morfolojisi, hidrografi, akarsu-drenaj ve akıntı-dalga özellikleri

1.1.1.1 Morfoloji

Marmara Denizi’nde şelfler, yamaçlar, çukur düzlükleri ve yükselim sırtları önemli morfolojik yapılardır (Gazioğlu vd. 2002, Gökaşan vd. 2003, Okay vd. 2004, Seeber vd. 2004). Aynı zamanda, şelf ve yamaçlar vadi, kanal ve kanyonlarla kesilmiş ve yarılmış vaziyettedir (Le Pichon vd. 2001, Gazioğlu vd. 2002). Mevcut batimetri haritalarına göre, Marmara Denizi’ni coğrafik olarak kuzey ve güney olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Kuzey kesimde dar bir şelf (<10 km) ve çeşitli araştırmalara göre derinlikleri 1100–1300 m arasında değişen üç alt havza bulunmaktadır. Güney kesim ise 100 m’den daha sığ ve geniş bir şelf alanından oluşmaktadır.

Türk Boğazları dışındaki Marmara Denizi alanı, 40°30’ ile 41°10’ enlemleri ve 26°80’ ile 29°95’ boylamları arasında yer almakta olup, 11 500 km²’lik alana sahiptir.



Şekil 1.1 Çalışma alanı (Şarköy Kanyonu) yer bulduru haritası (ölçeksiz)

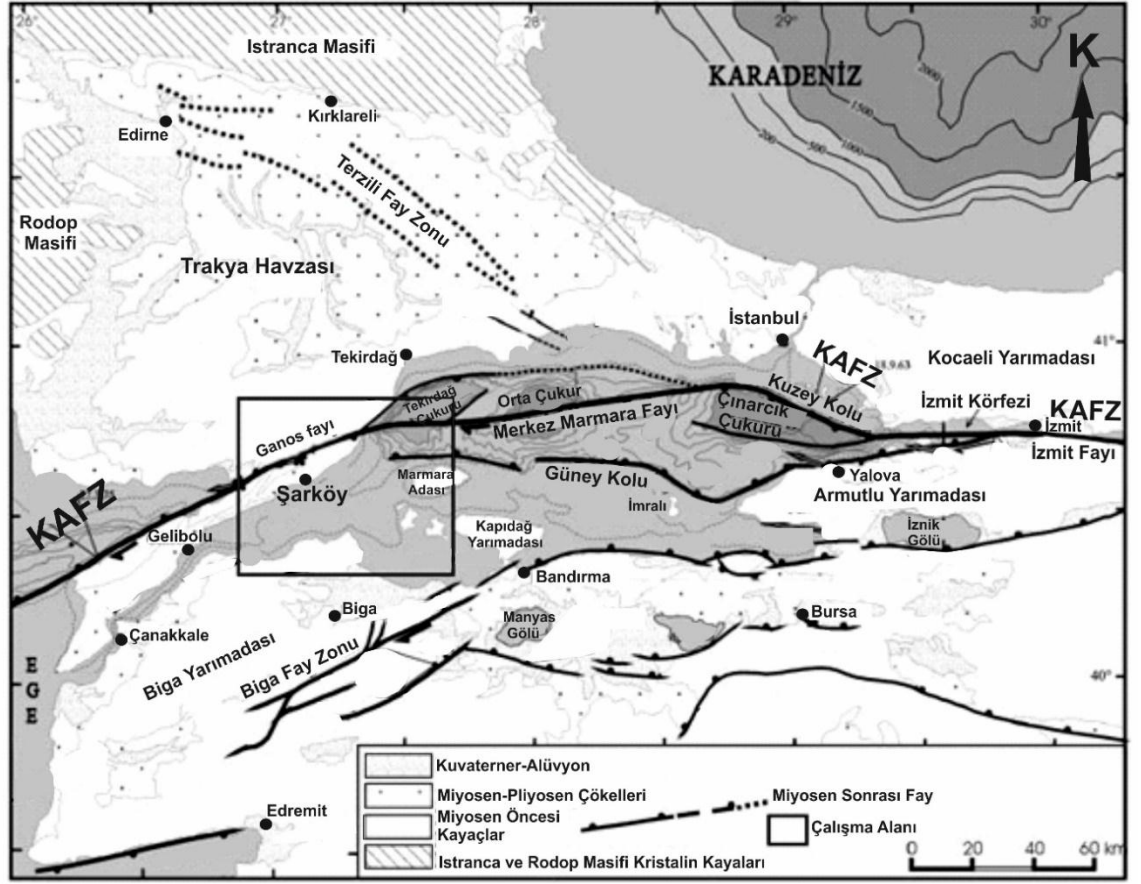
Türkiye'nin kuzeybatısında yarı kapalı, küçük bir iç deniz olan Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e ve Çanakkale Boğazı ile Ege Denizi'ne bağlanmaktadır (Özsoy vd. 1986, 1988). Marmara Denizi, doğu-batı yönünde yaklaşık 250 km, kuzey-güney yönünde ise 70 km uzunluktadır (Özsoy vd. 1988).

Çalışma alanı olan “Şarköy Denizaltı Kanyonu” Marmara Denizi'nin batısında olup; batıda Gelibolu Yarımadası ve sığ Çanakkale Boğazı, kuzeydoğuda sığ Tekirdağ Körfezi ve derin Tekirdağ Çukuru, doğuda Erdek Körfezi'nde konumlu Marmara, Avşa, Paşalimanı, Türkeli ve Ekinlik Adaları ile güneyde Biga Yarımadası arasında yer almaktadır (Şekil 1.1).

Diğer taraftan, 1135 m su derinliğine kadar ulaşan Tekirdağ Çukuru ise Kuzey Anadolu Fay Zonu üzerinde ve Kuzey Sınır, Güney Sınır ve Merkez Marmara Fay sınırları arasında doğu-batı yönlü gelişen 4 büyük çukurdan (doğudan batıya doğru; Çınarcık, Kumburgaz, Orta ve Tekirdağ Çukurları) biri olup, Gelibolu Yarımadası'nın kuzeydoğusunda karada yüzeyleyen Ganos Fayı'na uzanmaktadır (Okay vd. 2000, Le Pichon vd. 2001) (Şekil 1.2).

Kuzey Anadolu Fay bölgesindeki Şarköy Kanyonu'nun kuzeyinde Trakya Havzası ve Istranca Masifi ile güneyinde Biga Yarımadası yer almaktadır. Şarköy Kanyonu, Orta Miyosen'den günümüze kadar devam eden doğrultu ve normal atımlı faylar ve doğu-batı yönlü Kuzey Anadolu Fay sistemleri ile kuzey-güney genişlemeli Batı Anadolu-Ege tektonizması arasında yer alır.

Şarköy Kanyonu'nun, genellikle aktif neo-tektmik süreçler sonucu oluştuğu bilinmektedir (Gökaşan vd. 2003, Ergin vd. 2007a, Ergin vd. 2007b, Çağatay vd. 2015). Bununla beraber, günümüz denizaltı Şarköy Kanyonu'nun morfolojisinin, Kuvaterner iklim ve deniz seviyesi değişimleri ile gelişmesine devam ettiği yapılan çok sayıda çalışma ile izah edilebilmektedir (Smith vd. 1995, Aksu vd. 1999, Hiscott ve Aksu 2002, Yaltırak vd. 2002, Ergin vd. 2007a, Ergin vd. 2007b, Gökaşan vd. 2010, Zitter vd. 2012, Çağatay vd. 2015).



Şekil 1.2 Şarköy Kanyonu ve civarının aktif tektonizmasını gösterir genelleştirilmiş harita (Okay vd. 2000'den değiştirilerek alınmıştır)

Çanakkale Boğazı'nı Tekirdağ Çukuru'na bağlayan ve bu nedenle de Karadeniz-Marmara Denizi-Ege Denizi ve Akdeniz arasında su kütlelerinin geçişini sağlayan Kanyonun daralan ve sığlaşan başı, batıda 55 m su derinliğinde başlayıp doğuda genişleyen ve derinleşen ayağı 200 m su derinliğinde bitmekte ve buradan da takriben 350 m su derinliğinden itibaren 1135 m su derinliğinde Tekirdağ Çukuru'na geçmektedir (Ergin vd. 2007a, Çağatay vd. 2015) (Şekil 1.1).

Morfolojik olarak, Şarköy Kanyonu, V şeklinde olup Marmara Denizi'nin güneybatı şelfi ve üst yamaç üzerinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Kanyon KD-GB eksenli olup, uzunluğu 20 km, genişliği ise Şarköy-Kara Burun ve Hoşköy-Marmara Adası arasında 15 km kadardır (Uluadam 2006, Ergin vd. 2007a).

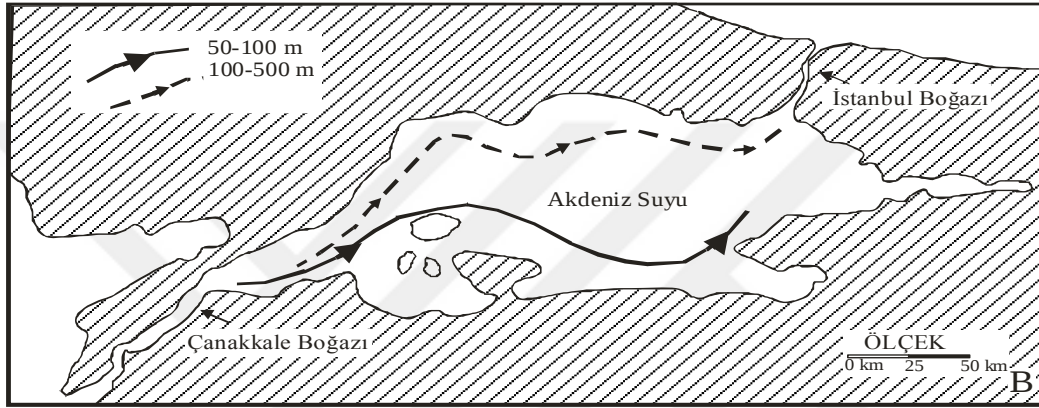
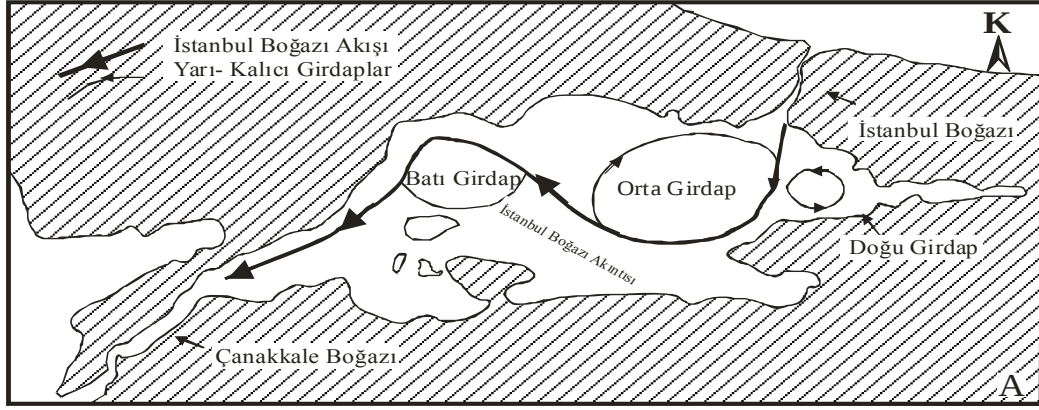
1.1.1.2 Hidrografi

Şekil 1.3-1.4'te görüldüğü gibi; kuzeyde İstanbul Boğazı, güneyde Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi'nden oluşan Türk Boğazlar Sistemi (TBS) batıda Tekirdağ Havzası ve Çanakkale Boğazı (60 km) ile Ege Denizi'ne, doğuda Çınarcık Havzası ve İstanbul Boğazı (30 km) ile Karadeniz'e bağlanmakta olup çalışma alanı bu denizlerden etkilenmektedir.

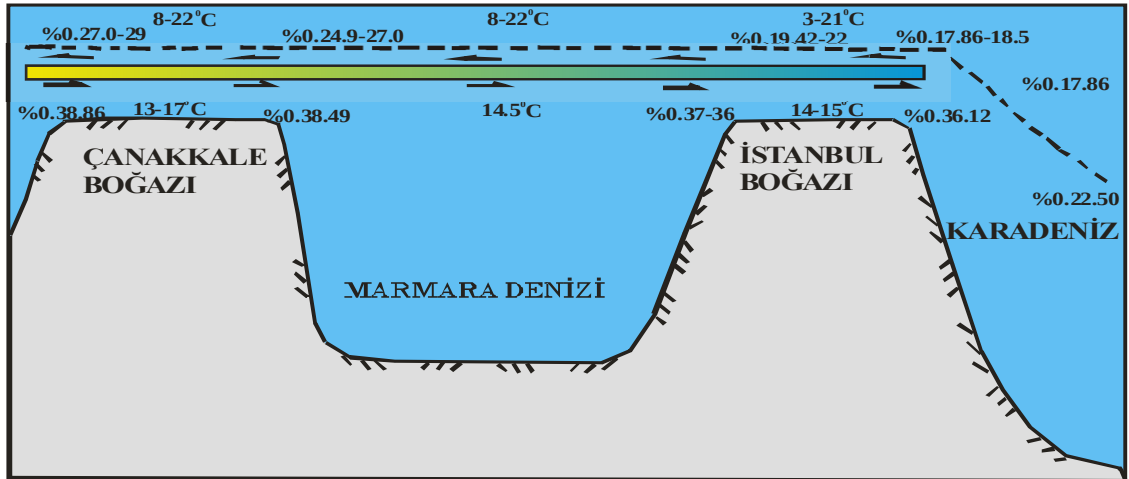
Marmara Denizi'nde Türk Boğazlar Sistemi yoluyla, az tuzluluktaki Karadeniz'in yüzey suları üst akıntıları ile güneye doğru, yüksek tuzluluktaki Akdeniz ve Ege Denizi'nin yarı yüzey suları ise alt tabakayı oluşturmakta olup, dip akıntıları ile kuzeye doğru birbirine göre ters yönde akan sürekli çift tabakalı (tuzluluk ara yüzeyi) bir su rejimine sahiptir (Ünlüata vd. 1990, Beşiktepe vd. 1994). Marmara Denizi'nde yüzeyden itibaren 20-25 m derinlikte keskin bir ara yüzey ile birbirinden ayrılan bir sistem mevcuttur. Yüzey sularındaki deniz suyunun tuzluluğu, Karadeniz'de çok düşük ortalama ‰ 18, Marmara Denizi'nde ortalama ‰ 22, Çanakkale Boğazı'nda ‰ 33, daha güneyde ‰ 38'dir (Şekil 1.4).

İstanbul Boğazı'ndan çıkan su İstanbul Boğazı'nın Marmara Denizi'ne bağlandığı üçgen şeklindeki alanda genellikle güney yönüne doğru akmaktadır (Beşiktepe vd. 1994) (Şekil 1.3). Bozburun Yarımadası civarına kadar gelen bu akıntılar, daha sonra antisiklonik bir kavis çizerek kuzeybatıya doğru Marmara Denizi'nin Trakya kıyılarına doğru dönmektedir. Kuzey kıyılarına gelen akıntılar, daha sonrasında kıyı boyunca kıvrımlar yaparak Çanakkale Boğazına doğru tekrar toplanmaktadır (Şekil 1.3).

Bu büyük akıntı sisteminin içinde doğu Marmara Havzası'nı dolduracak şekilde bir antisiklonik döngü bulunmaktadır. Batı Marmara'da ise batı yönünde ilerleyen kıyasal akıntı sisteminin varlığı Marmara Denizi'ndeki tuzluluk dağılımlarıyla açıkça görülmektedir. Şarköy Kanyonu deniz tabanı günümüzde, Akdeniz su akıntısının etkisi altında kalmaktadır.



Şekil 1.3 Marmara Denizi’deki yüzey ve derin su dögüsü (Beşiktepe vd. 1994)
A: Yüzey suyu, B: Derin su



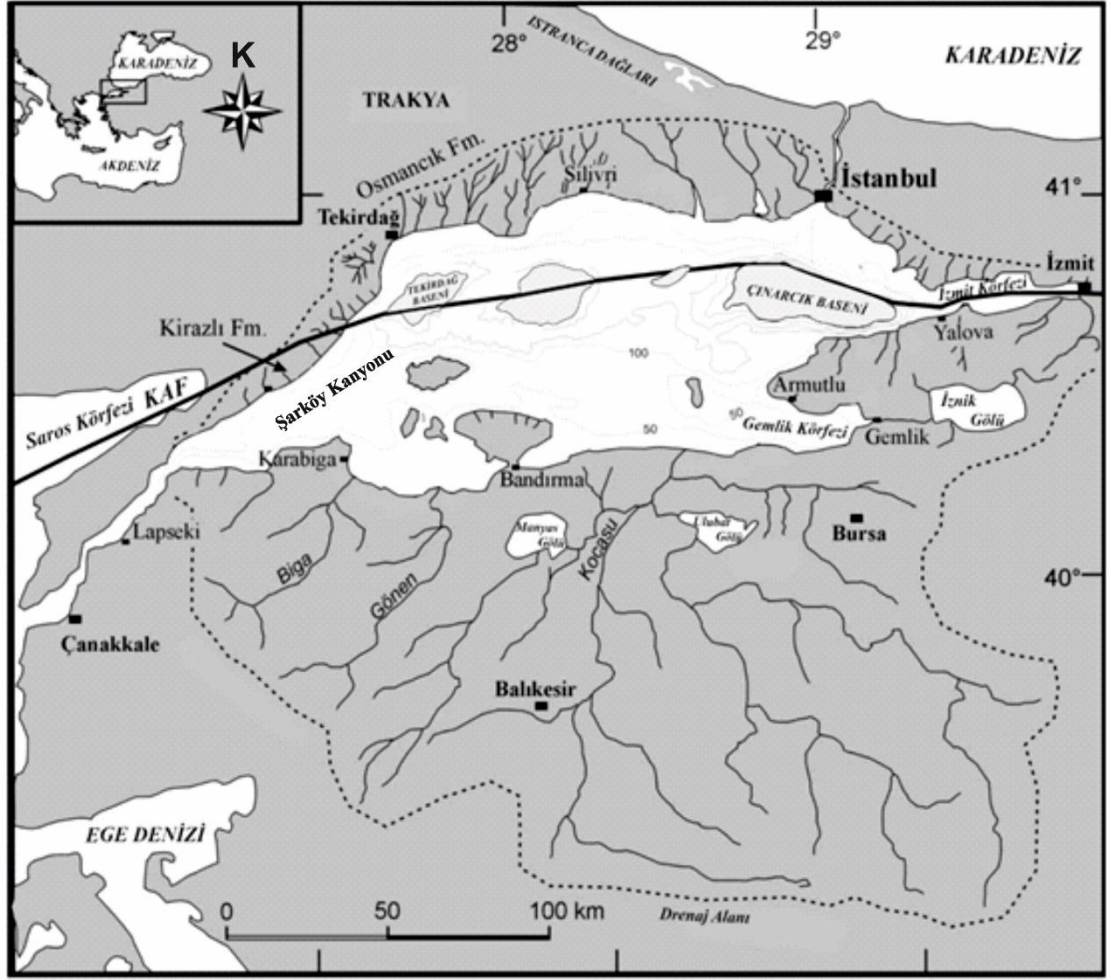
Şekil 1.4 Türk Boğazlar Sistemi’ndeki (TBS) tuzluluk ve sıcaklık değışimleri (Özsoy vd. 1988, Ünlüata vd. 1990)

1.1.1.3 Akarsu drenaj sistemi

Marmara Denizi çevresindeki akaçlama havzaları kuzeyde 4.438 km², güneyde ise 30.562 km²'dir (Şekil 1.5). İstanbul Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne yıllık olarak 603 km³ su ve 12.5 x10⁵ ton askıda çökel katı ulaşmaktadır. Çanakkale Boğazı'ndan gelen yıllık su miktarı 547 km³ ve askıda malzeme miktarı 9 x 10⁵ tondur (Baştürk vd. 1991, Beşiktepe vd. 1994). Akıntı hızları Çanakkale Boğazı'nda 20-50 cm/s, İstanbul Boğazı'nda ise 10-70 cm/s'dir.

Marmara Denizi kuzey akaçlama havzasını kapsayan alanda akarsular genellikle kısa boylu ve K-G, B-D, KD-GB şeklinde bir uzanışa sahiptir. En önemli akarsular Şarköy'den başlamak suretiyle Marmara Ereğlisi'ne doğru sırasıyla; Şarköy Deresi, Dişbudakdere, Hoşköy Deresi, Değirmendere, Kirazlıdere, Anadere (Ova veya Yazır), Cevizlidere, Ayvalıdere, Çayırılar Deresi, Gazioğlu Deresi, Ağılovası Deresi, Şerefli dere ve Bağlar (Aligölü) Deresi'dir. Bu dereler genellikle kuru olduklarından bunlarla ilgili sediment taşınım verisi bulunmamaktadır. Bu yüzden Şarköy Kanyonu'na kuzeyden doğrudan boşalan önemli bir akarsu bulunmamaktadır (Özşahin 2015).

Marmara Denizi güney akaçlama havzasında ise güneyden akan Biga ve Gönen Nehirleri, güneybatıdan akan Karamenderes, Ergöz ve Karanlık Dereleri, güneydoğudan akan Kocasu Deresi ve kuzeydoğudaki bazı dereler (Süleymanlı, Kınık, Kova ve Haram Dereleri gibi) bulunmaktadır. Bu dereler Marmara Denizi'ne sediment yükü taşıyabilirler (Ergin vd. 1991a, Anonim 1993, Beşiktepe vd. 1994, Okay ve Ergün 2005). Bu akarsulardan en önemli ve en yüksek sediment taşıma kapasitesine sahip olan akarsu güneyde Kocasu Nehri'dir (Şekil 1.5). Bununla birlikte, Marmara Denizi'nin zıt yönlü çift akıntı sisteminin (Beşiktepe vd. 1994) Şarköy Kanyonu'nda etkili olabileceği ve Ege Denizi ile Karadeniz havzalarından buraya malzeme taşınmış olabileceği düşünülmektedir (Ergin vd. 1993a). Çeşitli jeolojik kaynak kaya birimleri ve olası maden-mineral yataklarını (Anonim 2000, Anonim 2009, Anonim 2012) akaçlayan Biga ve Gönen nehirleriyle de su ve sediment girdileri olmaktadır.



Şekil 1.5 Marmara Denizi'ne sediment taşıyan başlıca akarsular (Anonim 1993; Okay ve Ergün 2005'den değiştirilerek alınmıştır)

Biga, Gönen ve Kocasu Çayları Marmara Denizi'ne güneyden toplam $5.80 \text{ km}^3/\text{y}$ su ve $2.2 \times 10^6 \text{ t/y}$ askıda sediman yükü taşımaktadır (Anonim 1993). Bu çayların en büyüğü olan Kocasu Nehri, Marmara Denizi'ne gelen toplam nehir suyu girdisinin % 80'ini ve askıda çökel yükünün % 90'ını sağlamaktadır. Kocasu Nehri, Bursa ve Uludağ civarından gelen Nilüfer Çayı ile Balıkesir civarının suyunu boşaltan Susurluk Çayı'nın birleşmesinden oluşmaktadır. Güneyde ayrıca Karabiga yakınından denize boşalan Kocabaş Çayı ile Manyas Gölü'ne boşalan Koca Çay bulunmaktadır.

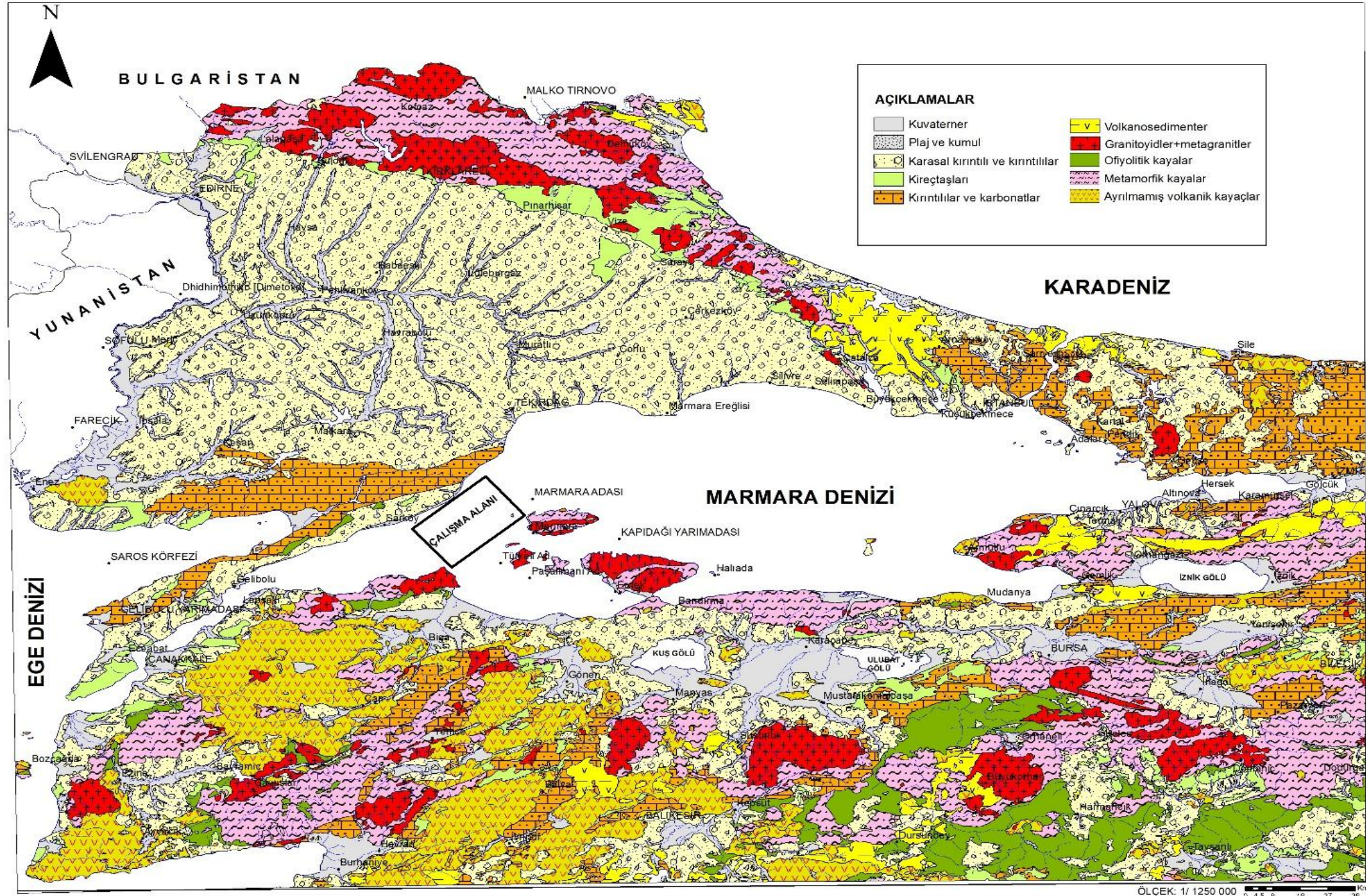
1.1.2 Şarköy Kanyonu ve çevresinin genel jeolojisi

Marmara Denizi çevresindeki önemli jeolojik birimleri gösteren ve bu tez çalışmasının amacına uygun olarak yaş ve ortamları dahil etmeden sadece litolojik birimleri göstererek hazırlanan jeoloji haritası şekil 1.6’da sunulmaktadır. Bu çalışma için kaynak kayaçların hangi zamana ait olduğu değil, hangi litolojileri (kayaçları) içerdikleri önemlidir. Kuzeyde Trakya Havzası ve güneyde Biga Yarımadası arasında kalan denizaltı Şarköy Kanyonu’nda jeolojik sondajlar ve kuyu verileri oldukça sınırlı olup, bu tez çalışması için değerlendirilebilecek jeolojik oluşum ve gelişim ile ilgili çalışmalar ve yayınlar aşağıda verilmektedir.

1.1.2.1 Şarköy Kanyonu

Şekil 1.7’de görüldüğü gibi özellikle Şarköy Kanyonu’nun güneybatı kıyıs alalarında ve Ganos Fayı’nın güneyinde açılan sondajlarda (Işıklar, Ortaköy, Şarköy, Eriklice, Tepeköy, Doluca, Mürefte, Çınarlı ve Hoşköy) Mezozoyik temeli oluşturan ofiyolitik melanaj, geç Kretase yaşlı pelajik kireçtaşı blokları içermektedir (Saner 1980, 1985, Şentürk ve Okay 1984, Okay ve Tansel 1992, Yaltırak 1995c). Ganos Fayı’nın güneyinde Lütésiyen yaşlı Soğucak Formasyonu’na ait kireçtaşlarının altında konglomera-kumtaşı istifli yer almaktadır. Bu Paleojen (Paleosen, Eosen ve Oligosen) birimleri, Gaziköy, Mürefte, Şarköy, Gelibolu’da uyumsuzlukla erken (?) -orta Miyosen’de menderesli akarsu ortamında çökelmiş, alacalı çamurtaşlarından oluşan Gazhanedere Formasyonu örtmektedir (Saltık 1974, Ünay ve Bruijn 1984, Siyako vd. 1989, Yaltırak 1995a, Yaltırak 1995b, Yaltırak 1995c, Yaltırak vd. 1998, Sakınç vd. 1999, Yaltırak vd. 2000a).

Yer yer erken-orta Miyosen yaşlı bazaltlar üstünde bulunan Gazhanedere Formasyonu’nun üzerinde geç Miyosen’de kıyı, kumul gerisi, kumul ve plaj fasiyeslerinde çökelmiş, masif, az pekleşmiş kumtaşı litolojisindeki Kirazlı Formasyonu uyumsuzlukla yer almaktadır (Saltık 1974, Siyako vd. 1989, Yaltırak 1995a, Yaltırak 1995b, Yaltırak vd. 1998, Sakınç vd. 1999, Yaltırak vd. 2000a).



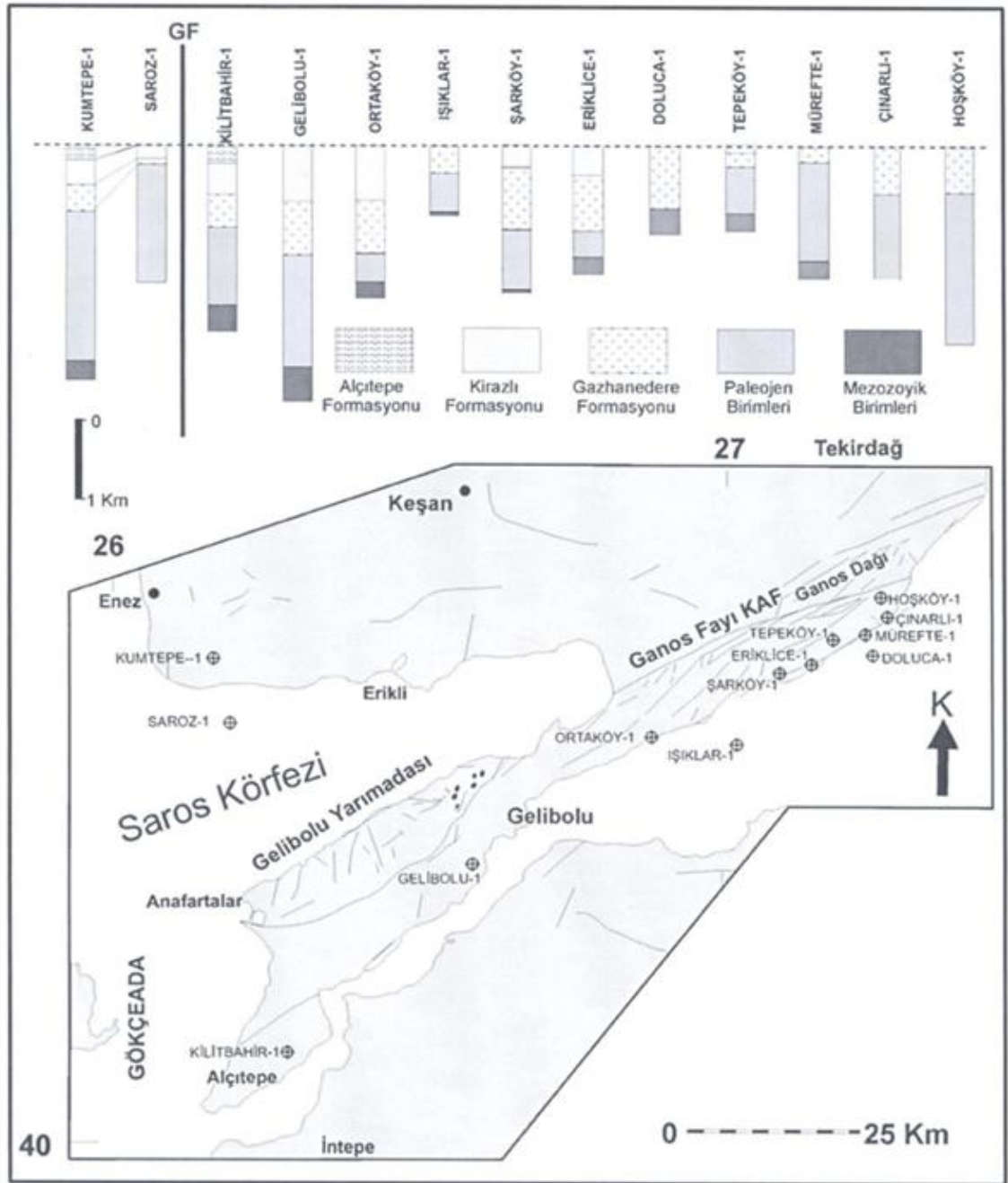
Şekil 1.6 MTA Genel Müdürlüğü tarafından basılan 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Harita serisinden (İzmir ve İstanbul paftaları'nın) CBS ortamında 1/1.250.000 ölçeğine küçültülmesi ile hazırlanmıştır (Şenel, 2002)

Bu kumtaşlarını uyumlu olarak denizel ara katkı, ince kireçtaşı ve karbonat çimentolu, kumtaşı ve çakıltaşından oluşan Alçitepe Formasyonu izlemektedir (Önem 1974, Yaltırak 1995a, Yaltırak 1995b, Yaltırak vd. 1998, Sakınç vd. 1999, Yaltırak vd. 2000a).

Formasyon üste doğru geç Miyosen-erken Pliyosen dönemlerine ait denizel lagüner ortamları temsil etmekte olup kireçtaşları içermekte ve üzeri geç Pliyosen-erken Pleyistosen yaşlı alüvyal yelpaze ortamlarını işaret eden çamurtaşı, kumtaşı ve konglomera istifi ile örtölmüştür. Yaltırak vd. (2000a), Kirazlı ve Alçitepe arasında dereceli geçiş olduğunu vurgulamışlardır. Bu birimlerin üzerinde Çanakkale-Gaziköy arasında geç Pleyistosen'de çökelmiş sahil fasiyesleriyle temsil olan, fosilli kırıntılılardan oluşan Özbek ve Marmara Formasyonu uyumsuz olarak bulunmaktadır (Sakınç ve Yaltırak 1997, Yaltırak vd. 2000b).

şekil 1.7'deki haritada belirtilen Mürefte (M-1) ve Işıklar (Iř-1) kuyularına ait veriler, şarköy Kanyonu'nun Holosen öncesi ortamsal jeolojik gelişimi hakkında sınırlı da olsa bilgi verebilmektedir. Bu verilere göre (Yaltırak 1996, Görür vd. 1997, Yaltırak vd. 2002), özetlemek gerekirse şarköy Kanyonu'nun denizaltı tabanında Miyosen öncesi (Triyas-Miyosen) ofiyolitik, metamorfik ve klastik sedimanter kayaçlar yer almaktadır. Bunların üzerinde Miyosen-Holosen dönemleri arasında farklı zamanlarda ve değişen ortamlara ait (akarsu, alüvyal yelpaze, lagün, plaj, kumul, delta, şelf, denizaltı yelpaze ve düzlüğü) kıltaşı, silttaşı, çamurtaşı, şeyl, kumtaşı, çakıltaşı, kireçtaşı, kömür gibi litolojik birimler ile yer yer tuf, lav akıntıları ve bazaltlar bulunmaktadır.

Günümüzde şarköy Kanyonu'nun deniz tabanı, çoğunlukla Geç Pleyistosen-Holosen yaşlı, az karbonatlı, silisiklastik çamurlar ile örtölüdür. Kanyonun Kuvaterner gelişiminde aktif tektonizmaya ilaveten iklimsel değişimler ve deniz seviyesi değişimlerinin de önemli rol oynadığı bilinmektedir (Ergin vd. 1991a, Ergin vd. 1993a, Bodur ve Ergin 1994, Smith vd. 1995, Ergin ve Bodur 1999, Aksu vd. 1999, 2000, ağatay vd. 2000, Algan vd. 2004, Ergin vd. 2007b).



Şekil 1.7 Gelibolu-Gaziköy arasında açılan kuyularda Erken Miyosen sonrası birimlerin korelasyonu (TPAO kuyu verileri, Yaltırak 1996)

Marmara Denizi'nin diğer bölgelerinde olduğu gibi, Neotektonik süreçler etkilerini; depremler, fay hareketleri, tsunamiler, yamaçlarda kütsel sediment hareketleri ve kıyılarda karasal yükselimler ile göstermektedir (Wong vd. 1995, Okay vd. 2004, Seeber vd. 2004, Yaltırak vd. 2002, Gazioğlu vd. 2005). Özellikle, Marmara Denizi ve yakın çevresinde belirtilen son 2000 yıllık deprem ve tsunamilerin (Ambraseys 2002,

Yalçiner vd. 2002, Sato vd. 2004, McHugh vd. 2006, Zitter vd. 2012), kanyonda sedimantasyon üzerine etkileri tartışmalıdır.

İklimsel değişimin etkileri ile Geç Pleyistosen (Son Glasiyel) döneminde küresel buzullaşmaya bağlı olarak takriben -100 metreye kadar alçalan deniz seviyesi Marmara Denizi'ni bir göl haline getirmiş ve günümüz şelf alanları karasal kütlelere dönüşmüştür (Ergin vd. 1997, Aksu vd. 2002). Bu zamanlarda, günümüzden takriben 12000-10000 yıl önce Şarköy Kanyonu'nun -100 metrelerdeki derinlik konturları eski Marmara Gölü'nün kıyı çizgisini oluşturmuşlardır. Daha sonra, Erken Holosen'de küresel deniz seviyesinin yükselmesine bağlı olarak Marmara Gölü'nde yükselmeye başlayan su seviyesi, Karadeniz, Marmara Denizi, Ege Denizi ve Akdeniz su kütleleri arasında akıntılara ve değişime neden olmuştur (Aksu vd. 1999, Çağatay vd. 2000, Aksu vd. 2002, Hiscott ve Aksu 2002). Deniz tabanının su ve sediment ile aşındırılması, vadi ve kanyon gibi morfolojik yapıların gelişmesi, kaba taneli eski kıyıların oluşumu, biyojenik yığılımların gelişmesi, kil minerallerinin tür ve miktarlarındaki değişimler ve koyu renkli sapropel sedimentlerinin oluşumu, bütün bunlar diğer denizlerden de bilindiği gibi, Marmara Denizi'nde alçalan ve yükselen deniz seviyesi değişimlerinin ürünleri olarak ortaya çıkmıştır (Ergin vd. 1997, 1999, Çağatay vd. 2000, Hiscott ve Aksu 2002, Gökaşan vd. 2010).

Şarköy Kanyonu ve çevresinde çökelen sedimentlerin kaynağı çoğunlukla litojenik olup, biyojenik ve organik kökenli sedimentler az da olsa birikmektedir. Çevredeki akarsular, kıyı erozyonu, denizin biyojenik üretimi, Karadeniz ve Ege Denizi gibi yan denizlerin akıntıları ile girdiler en önemli sediment kaynakları olarak kabul edilebilir (Ergin vd. 1991a, 1993a, 1994, Aksu vd. 1995, Aksu vd. 1999, Ergin ve Bodur 1999, Balkıs ve Çağatay 2001, Bayhan vd. 2001, Algan vd. 2004, Okay ve Ergün 2005, Ehrmann vd. 2007, Sarı 2008, Ergin vd. 2012).

1.1.2.2 Trakya (Ergene) Havzası

Şarköy Kanyonu'nu, kırıntılı sediment girdisi ile kuzeyden besleyen Trakya Havzası; KD'da Istranca Masifi ve masifin G-GB'sında Trakya Tersiyer birimlerinden

oluşmaktadır (Perinçek vd. 2015). Trakya Havzası'nın temelinde Paleozoyik-Geç Kretase zaman aralığında oluşmuş kayaçlar bulunmaktadır. Istranca Masifi'nin Triyas öncesi (Prekambriyen-Paleozoyik; Bedi vd. 2013, Şahin vd. 2014, Natal'in vd. 2016, Aysal vd. 2018) bir temel ve bu temeli uyumsuzlukla örten Triyas-Jura metasedimanter kayaçlardan oluştuğu Türkiye'de ve Bulgaristan'da yapılan çalışmalardan anlaşılmaktadır (Aydın 1974, 1982, 1988, Chatalov 1980, Üşümezsoy 1982, Çağlayan vd. 1988, Çağlayan ve Yurtsever 1998, Okay vd. 2001). Istranca Masifi'nin Triyas öncesi temeli, amfibolit ve üst yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirmiş metamorfik kayaçlar ve bunları kesen granitoyitlerden oluşmaktadır. Bunların üzerinde karasal ve sığ denizel, metamorfizma geçirmiş Triyas ve Jura yaşlı sedimanter kayaçlar yer almaktadır. Bu birimler Senomaniyen-erken Kampaniyen yaşlı (Bedi vd. 2015) volkano-sedimanter özellikteki İğneada Grubu kayaçları tarafından açısız uyumsuz olarak örtülmektedir. Tüm bu kayaçlar Kampaniyen-Maastrichtiyen yaşlı (Bedi vd. 2017) Demirköy Plutonu'na ait granitoidler tarafından kesilmektedir.

Trakya Tersiyer birimleri çoğunlukla klastiklerden oluşmakla beraber karbonatları da içermektedir (Şekil 1.8). Eosen çökellerinin tabanını oluşturan şeyl, yer yer ince-çok ince taneli kumtaşı ve tuf içeren üzerindeki formasyonlarla dereceli geçişli olan (Şentürk vd. 1998) Gaziköy Formasyonu, temel kayaçların üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Sonrasında sırasıyla; genellikle kumtaşı ve kilitaşı ardalanması ile denizel ortamda çökelmiş türbiditlerden oluşan Keşan Formasyonu ve üzerine gri renkli şeyl, kumtaşı, killi kireçtaşıdan oluşan tuf ara katlı Ceylan Formasyonu çökelmiştir.

Geç Eosen sonu ve Erken Oligosen döneminde ortamın sığlaşmaya başlamasıyla, Yenimuhacir Grubu olarak bilinen, delta çökellerinden oluşan istif çökelmeye başlamıştır (Kasar vd. 1983, Saner 1985, Sümengen ve Terlemez 1991, Atalık 1992, Siyako 2005, 2006b).

YAŞ	KAYA BİRİMLERİ	KALINLIK (m)	L İ T O L O J İ	ÇÖKELME ORTAMI
KÜRTEN	ALÜVYON		Kum, kil, silt	Güncel
PLYOSEN	TRAKYA FORMASYONU	50	Çakıltası, kumtaşı	Akarsu ve alüvyon yelpazesi
MİYOSEN	SINANLI ÜYESİ	10-40 m	Killi Kireçtaşı	Acı sulu göl ve akarsu
	ERGENE FORMASYONU	100-500	Kumtaşı, kiltası ve silttaşı	
OLİGOSEN	DANIŞMEN FORMASYONU	200-600	Gri-yeşil renkli kiltası, kumtaşı, çakıltası, tuf ve linyit	Akarsu
	PINARHISAR ÜYESİ	5-20 m	Fosilli (Congeria) Kireçtaşı	Delta bataklığı
	OSMANCIK FORMASYONU	300-600	Kumtaşı, şeyl, yer yer çakıltası, kireçtaşı ve ince linyit bantları	Delta
	MEZARDERE FORMASYONU	500-1200	Yeşil-gri renkli şeyl, marn ve tuf	Lagün
	CEYLAN FORMASYONU	100-300	Tuf arakatlı gri renkli marn, şeyl, kumtaşı ve killi kireçtaşı	Delta, akarsu ve göl
EOSEN	KEŞAN FORMASYONU	600-1000	Koyu gri-siyah renkli şeyl ve türbiditik kumtaşı	Delta ve sahil yakını
	GAZİKÖY FORMASYONU	500-600	Kumtaşı-silttaşı, Şeyl, Tuf	Şelf ve paleoyükselim
				Türbiditik ve derin deniz
PALEOZOYİK MESOZOYİK				Türbiditik ve derin deniz

Şekil 1.8 Trakya (Ergene) Havzasının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Şengüler, 2013 tarafından düzenlenmiştir)

Yenimuhacir Grubu birimleri, delta ilerisi çökeli olan tüfit ve kumtaşı katkılı yeşil-gri renkli şeyl ve marnlardan oluşan Mezardere Formasyonu ile başlar. Üzerinde delta önü fasiyesindeki kumtaşı, şeyl, yer yer çakıltası, kireçtaşı ve ince linyit bantları içeren Osmancık Formasyonu ve en üstte ise delta düzlüğünü oluşturan gri, yeşil renkli kiltası,

kumtaşı, çakıltası, tuf ve linyit içeren Danişmen Formasyonu yer alır (Siyako 2005). Yenimuhacir Grubu üzerine gelen Miyosen yaşlı kayaların tabanında andezit, bazalt, riyodasit, tuf ve aglomeralardan oluşan Hisarlıdağ Volkanitleri (Sümenge vd. 1987) bulunur (Saner 1985; Hisarlıdağ Volkaniti).

Üzerinde çakıltası, kumtaşı, kıltaşı ve silttaşı litolojisine sahip Ergene Formasyonu (Boer 1954) yer alır (Çağlayan ve Yurtsever 1998). İmik (1988)'in belirttiğine göre; Trakya Havzası'ndaki Pliyosen çökelleri tutturulmamış çakıl, kaba taneli çakıltası ile kumtaşı ve yer yer kıltaşıdan oluşan Trakya (Kırcasali) Formasyonu (Boer 1954) ile temsil edilir. Kuvaterner çökellerini ise gevşek tutturulmuş karbonatlı kumtaşları ve çakıltaşlarından oluşan ve tüm birimlerin üzerinde uyumsuzlukla yer alan alüvyonlar oluşturur (Şengüler 2013).

Ayrıca Marmara Denizi kuzey sahillerinde (Tekirdağ-Marmara Ereğlisi) laminalı şeyllerden oluşan Danişmen Formasyonu (Kasar vd. 1983) ile az tutturulmuş sığ denizel çakıl ve kumlardan oluşan birkaç metre kalınlığındaki Pliyostosen yaşlı Marmara Formasyonu (Sakinç ve Yaltırak 1997) mostra verir.

1.1.2.3 Biga Yarımadası

Şarköy Kanyonu'nu güneyden karasal kıyıtlı sedimentler ile besleyen Biga Yarımadası'nın temelini Paleozoyik yaşlı Kazdağ metamorfikleri (Bingöl 1968) oluşturmaktadır. Kazdağ metamorfikleri tektonostratigrafik olarak istiflenen amfibollü gnays, mermer, metaofiyolitik kayalar, gnays ve yer yer migmatit içerir. Kazdağ metamorfikleri üzerinde Erken Triyas yaşlı ve Bingöl vd. (1973) tarafından tanımlanan Karakaya formasyonu yer almaktadır. Çoğunlukla tektonik dokanaklı, hafif metamorfizma geçirmiş, içerisinde Permiyen ve Karbonifer yaşlı kireçtaşı blokları gözlenmekte olan birim, Erken Triyas yaşlı kumtaşı, çakıltası, silttaşı, çamurtaşı, kuvarsit, silekt, spilitik bazalt, diyabaz, metaspilitten oluşmaktadır.

Bingöl vd. (1973) tarafından bir litostratigrafik birim olarak adlandırılan Karakaya formasyonu bazı araştırmacılar tarafından tektono-stratigrafik birim olarak Karakaya

kompleksi (Okay vd. 1990, 1991, Picket vd. 1995, Leven ve Okay 1996, Okay ve Göncüoğlu 2004) olarak kullanılmıştır. Karakaya kompleksi içerisinde, formasyon mertebesinde ayrılabilen farklı türde litolojilerin yer aldığı kayaçlar topluluğundan meydana gelir. Karakaya Kompleksi üzerine transgresif olarak Jura-Kretase sedimanter istif ve Geç Kretase-Paleosende bölgeye yerleştiği düşünülen ofiyolitli melanj yer almaktadır. (Siyako vd. 1989). Biga Yarımadası'ndaki Tersiyer kayaçları, temel kayaçları kesmiş ve/veya uyumsuz olarak üzerlemiş sedimanter volkanik ve volkanosedimanter kayaçlar oluşturur (Şekil 1.9). Temel birimler üzerinde uyumsuzlukla Eosen-Kuvaterner zaman aralığında oluşmuş, volkanik ve sedimanter kayaçlar yer almaktadır. Akçay vd. (2008) tarafından bölgedeki Eosen yaşlı tüm granitoyitler, Eosen Granitoyitleri adı altında toplanmıştır. Marmara Denizi'nin güney kenarlarında, Kapıdağ ve Karabiga dolaylarında yüzeylenen Eosen granitoyitleri granit, granodiyorit, kuvarsdiyorit, tonalit ve monzonitik kayaçlardan oluşmaktadır. Eosen granitoyitlerinden Delaloye ve Bingöl (2000) tarafından, 45-36 my (Orta Eosen) arasında jeokronolojik yaşlar bulunmuştur. Ayrıca temel kayaçlar üzerinde uyumsuzlukla Orta Eosen yaşlı Edincik volkaniti ve Beyçayır volkaniti yer almaktadır. Temel kayaçları keserek çıkan ve Lütesiyen'de etkin olan Edincik volkanitleri hornblend, piroksen minerallerince zengin andezitik lav ve piroklastiklerden oluşmaktadır. Beyçayır volkaniti ise egemen olarak andezitik ve dasidik lav ve piroklastiklerden oluşur (Dönmez vd. 2005, 2008). Andezitik örneklerin fenokrastalleri plajiyoklas, çok az sanidin, amfibol ve mika psödomorflarıdır. Dasit örneklerinde ise plajiyoklas, kuvars, sanidin, amfibol, biyotit ve opak mineraller vardır. Delta düzlüğü ve ilgili flüviyal çökellerden oluşan Orta Eosen yaşlı Fıçitepe formasyonu, Beyçayır volkanitlerini uyumsuzlukla üzerler. Beyçayır volkanitlerini takiben bölgede sığ denizel çökeller etkin olmaya başlamış ve bununla eş zamanlı olarak bazalt, bazaltik andezitik bileşimli lav, piroklastikler ve volkanoklastik kayaçlardan oluşan ve Dönmez vd. (2005) tarafından, Şahinli Formasyonu olarak adlandırılan birim çökelmiştir. Bazaltların başlıca fenokristalleri plajiyoklas, klinopiroksen, biyotit, titanit, opak mineraller ve ikincil mineral olarak kalsit, klorit, dolomit ve kuvarstır. Kayacın genelinde karbonatlaşma ve kloritleşme görülmektedir.

S E N O Z O Y İ K						ÜST SİSTEM	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
T E R S İ Y E R						SİSTEM		
						SERİ		
						GRUP	FORMASYON	ÜYE
						M İ Y O S E N		SİMGE
						ALT - ORTA		
						OLİGOSEN		
						ÜST		
						ORTA		
						EOSEN		
						PALEOZOİK		
						MEZOSYOİK		
								Alüvyon
								Çakıltaşı, kumtaşı
								Bazalt, Bazaltik piroklastikler
								Sığ denizel kıltası, kireçtaşı
								Karasal çakıltaşı, kumtaşı İgnimbirit
								Riyolitik-dasitik tuf, ignimbirit, dasit, riyolit, perlit
								Gösel çökellerle ardalanmalı, yumurlu ignimbiritik tuf, bazaltik lav ve piroklastikler
								Gösel çakıltaşı, kumtaşı, kıltası
								Andezitik lav ve piroklastikler
								Andezitik, bazaltik, riyolitik, dasitik lav ve piroklastikler
								Granitoyidik kayaçlar
								Bazaltik lav ve piroklastikler
								Kumtaşı, kıltası, resifal kireçtaşı
								Denizel türbiditik kayaçlar
								Denizel ignimbiritler (denizel piroklastikler), andezit, dasit
								Yeşil renkli tuf
								Nummulitli kireçtaşı
								Bazaltik bileşimli lav ve piroklastikler volkaniklastikler, bazaltik dayklar
								Delta düzlüğü ve fluvial çökeller
								Andezitik lav ve piroklastikler
								Andezitik lav ve piroklastikler
								Tersiyer öncesi temel kayaçlar

Şekil 1.9 Biga Yarımadası'nın genelleştirilmiş stratigrafik istifi (Dönmez vd. 2005)

Şahinli Formasyonu üzerine uyumsuz bir dokanakla, ilk kez Holmes (1961) tarafından tanımlanan Soğucak Formasyonu'na ait resifal kireçtaşları gelir. Soğucak formasyonunun çökelişini takiben ortamın giderek daha da derinleşmeye başlaması ile birlikte türbiditik çökellerden oluşan ve Siyako vd. (1989) tarafından, Ünal (1967)'in çalışmasına dayandırılarak adlandırılan Ceylan Formasyonu çökelmiştir.

Üst Eosen'de Ceylan Formasyonu ile eş zamanlı olarak andezitik, riolitik lav ve piroklastiklerden (egemen olarak ignimbiritlerden) oluşan ve Dededağ volkanitleri olarak adlanan birim gelişmiştir (Dönmez vd. 2005). Ceylan Formasyonu içerisindeki yeşil-mavi renkli tuf düzeyleri, Dededağ volkanitlerinin Kazmalı tuf üyesine aittir (Dönmez vd. 2005). Tüfler çok ince kristalli olup içinde kuvars ve plajiyoklas mineralleri ayırt edilebilmektedir. Dededağ volkanitleri içerisindeki andezitik kayalar iri feldispatlı olup, plajiyoklas, biyotit, kuvars, apatit, zirkon, rutil ve çeşitli opak minerallerden oluşmaktadır. İkincil mineral olarak kalsit, klorit, kuvars, serizit, epidot ve turmalin gözlenmektedir. Riolitik kayalarda sanidin, kuvars, plajiyoklas, biyotit ve daha az oranda zirkon, titanit, rutil ve opak mineraller gözlenir. İkincil mineral ise muskovit, kalsit ve klorittir. Kayalarda killeşme, karbonatlaşma ve serizitleşme yaygın olarak görülür. Üst Eosen'de sığ denizel ortamda çökelmiş volkanitlerin üzerinde yer yer küçük yamalar halinde korunmuş marn, çamurtaşı, kumtaşı, ve resifal kireçtaşından oluşan ve Dönmez vd. (2005) tarafından Beybaşı formasyonu olarak tanımlanan birim çökelmiştir. Bölgede Beybaşı köyü ve Erdağ civarında, Beybaşı Formasyonu çökelleri ile eş zamanlı olarak etkinliğini sürdürmüş, bazaltik, andezitik lav ve piroklastiklerden oluşan Erdağ volkaniti etkili olmuştur. Erdağ volkanitlerinde, plajiyoklas, piroksen ve opak mineraller başlıca kayaç oluşturan minerallerdir.

Oligosen'de bölge tamamen karasallaşarak zaman içerisinde yükselmeye başlamış ve bu yükselmeye beraber bölgeye granitoyitler yerleşirken granitoyitlere yaygın bir volkanizma eşlik etmiştir. Çanakkale ili'nin Çan, Balıkesir ili'nin Altınoluk, Havran, İvrindi ve Balya ilçeleri dolaylarında Dönmez vd. (2005) tarafından adlandırılan volkanikler geniş alanlar kaplamıştır. Bu volkaniklerden başlıcaları kuvars, sanidin ve biyotit fenokristallerinden oluşan riolitik bileşimli Atikhisar volkaniti, Erdağ volkaniti üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Atikhisar volkaniti üzerine sırasıyla amfibol ve

piroksen mineralli andezitik lav ve piroklastiklerden oluşan Yeniköy volkaniti; bazaltik Saraycık volkaniti; andezitik lav, ignimbirit, aglomera ve az oranda volkaniklastiklerden oluşan Bağburun formasyonu (Krushensky 1976) ve yer yer altere andezit, bazaltik-andezitik lav ve piroklastiklerden oluşan Hallaçlar volkaniti yer almaktadır.

Batı Anadolu'daki zengin cevher yataklarının da eşlik ettiği bu volkanizma Erken Miyosen'e kadar etkinliğini sürdürmüştür. Biga Yarımadası'nda Oligosen yaşlı volkanizmaya köken oluşturmuş, genellikle granodiyoritik bileşimli sığ derinliklerdeki sokulumlar Geç Oligosen-Erken Miyosen döneminde bölgeye yerleşmiş granitoyitlerdir.

Erken Miyosen'den itibaren Biga Yarımadası'nda yoğun volkanik faaliyetler ile beraber birbirinden kopuk ancak kökensel olarak ilişkili çok sayıda gölsel havza oluşmuştur. Erken Miyosen'de Biga Yarımadası'nın Küçükkuyu, Behramkale, Babakale, Ezine, Balya ve Gönen civarında, yer yer gölsel çökellerle ardışık ve yoğun olarak iri plajiyoklaşlı, andezitik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşan Behramkale volkaniti etkinliğini sürdürmüştür. Havran civarında ise, Akyürek ve Soysal (1978) tarafından Yürekli dasiti olarak adlandırılan kuvars ve biyotit minerallerince zengin bol kayalık parçalı asidik bileşimli lav ve piroklastikler görülür.

Andezitik volkanitlerle ara düzeyli gölsel çökellerden oluşan Alt Miyosen yaşlı Küçükkuyu formasyonu üzerine, gölsel çökellerle ara düzeyli olarak izlenen Orta Miyosen volkanikleri gelir. Bu volkanikler, bazaltik-trakiandezitik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşan Hüseyinfakı volkaniti ile başlar. Bu volkanitin üzerine karasal ortamda etkin olmuş ve yer yer göl içerisinde depolanmış Arıklı ignimbiriti gelir. Onun da üzerine, yer yer pomza içerikli, ignimbiritik tüflerle başlayıp, egemen olarak bazaltik andezitik ve andezitik piroklastiklerle devam eden ve Orta Miyosen yaşlı gölsel çökellerin üst kesimleri ile yanal ve düşey geçişli Ayvacık volkaniti gelir. Ayvacık volkaniti ise, kuvars ve biyotitli lav ve piroklastiklerden oluşan Babadere dasiti tarafından üzerlenir.

Riyolitik tuf, ignimbirit, perlit türü piroklastikler ve lavlardan oluşan Orta Miyosen yaşlı gösel çökellerle ara düzeyli olarak gözlenen Işıkeli Riyoliti, Babadere Dasiti üzerine gelir. Çamkabalak ignimbiriti ise kendinden önceki tüm kayaları örtmektedir. Orta Miyosen göl havzalarının büyük bölümü, asidik bileşimli volkanik ürünlerce doldurularak yer yer tamamen kurutulmuşlardır. Miyosen dönemi, Biga Yarımadası'nda aynı zamanda limnik-flüvyatil çökel ardışıklı ve katkılı linyit kömür oluşumlarının da gerçekleştiği bir zamandır (Tuncalı vd. 2002).

Bölgede Alt-Orta Miyosen'de volkanik kayalar ile birlikte yer yer karasal birimler de çökelmiştir. Hallaçlar volkanitlerinin üzerine uyumsuzlukla Erken Miyosen yaşlı gösel çökellerden oluşan Küçükkuşu formasyonu gelir. Saka (1979) tarafından tanımlanan, Edremit Körfezi çevresinde yüzeylenen bu birim bitümlü şeyl, tuf, çamurtaşı, kumtaşı, çakıltası ve kireçtaşlarından oluşmaktadır. Küçükkuşu formasyonunun üzerine volkanik ve volkanoklastik malzemece zengin çamurtaşı, silttaşı ve kumtaşları ile bitümlü şeyl, tuf ve kömürden oluşan ve Siyako vd. (1989) tarafından Çan formasyonu olarak adlandırılan birim gelmektedir.

Orta Miyosen döneminde Balıkesir güneyindeki sığ gösel çökelim alanlarında kumtaşı ve stromatolitli kireçtaşlarından oluşan Soma Formasyonu çökelmiştir. Geç Miyosen döneminde Ayvacığı'nın kuzey ve kuzeybatısında Soma Formasyonu (İnci 1984) üzerinde açılal uyumsuzlukla gösel kıyıyüzü plaj, ağız-barı tipi delta ve akarsu ortamlarında çökelen İlyasbaşı Formasyonu (Saka 1979) yer almaktadır. Çanakkale Boğazı'nın doğu kıyısında, alüvyon yelpazesi çökellerinden oluşan Gazhanedere Formasyonu yer almaktadır (Saltık 1974). Üst Miyosen'de Biga Yarımadası'nın doğu kesimlerinde volkanik katkılı karasal çökeller oluşurken, batı kesimlerde, bugünkü Çanakkale Boğazı çevresinde Çanakkale Formasyonu (Şentürk ve Karaköse 1987) olarak tanımlanan çakıltası, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn, kalkarenit ve oolitik kireçtaşlarından oluşan sığ denizel çökeller çökelmiştir.

Üst Miyosen sonlarında, alkali karakterli bazaltik bileşimli lav ve piroklastiklerden oluşan Taştepe bazaltı (Siyako vd. 1989) olarak adlandırılan volkanizma ile bölgedeki

volkanik aktivite sona ermiştir. Tüm bu istifleri Pliyosen yaşlı akarsu ve göl çökellerinden oluşan Bayramiç Formasyonu uyumsuz olarak örtmüştür.

Çalışma alanının doğu ve güneydoğusunda bulunan Biga Yarımadası ile benzer çökellerin yer aldığı Marmara Adası'nda, Sakarya Zonu'nun temelini oluşturan Geç Paleozoik yaşta metamorfik kayalar (Kalabak Grubu) ve bu kayaları kesen Eosen yaşlı granitoid (Edincik volkaniti) ve bunlarla tektonik ilişkili Geç Kretase yaşlı Saraylar Karmaşığı yüzeylenmektedir.

Pehlivan vd. (2011) yayınladıkları raporda, ilk kez Okay (1988) tarafından Karakaya Kompleksi içerisinde Torasan metamorfikleri olarak adlandırılan metamorfik kayalar daha sonra Duru vd. (2007) tarafından Kalabak Birimi içerisinde Torasan Formasyonu (epiklastik kökenli kayalar) olarak incelenmiştir. Okay (1988) tarafından Sazak üyesi olarak adlandırılan ve metamorfiklerle yatay-düşey geçişli metatüfler de Duru vd. (2007) tarafından ise Sazak Formasyonu olarak incelenmiştir.

Metamorfik kayalar; mikasistler, fillatlar ve ara seviyeler halinde az da olsa kalkışist ve mermerlerden oluşan Torasan Formasyonu ile yanal-düşey geçişli bazik metatüf, metavolkanit, şist ve mermer ardalanmasından oluşan Sazak Formasyonu'ndan oluşur. Şentürk ve Okay (1981-1982)'ın Saraylar ve çevresinde metamorfik karışık birim olarak adlandırdıkları bloklu birim, Pehlivan ve Duru (2014) tarafından Saraylar Karmaşığı olarak tanımlanmış olup Marmara Adası'nın kuzeyinde ve Anataş Adası civarında mostralara verir. Karmaşığın içerisindeki bloklar çoğunlukla mermer, metabazit ve şisttir. Kapıdağ Granitoidi (Ercan ve Türkecan 1984), Kapıdağ Yarımadası, Avşa (Türkeli), Koyun, Mamalı, Ekinlik ve Marmara Adalarında yaygın mostralara verir. Granitoid; kuvars, ortoklaz-plajiyoklas, hornblend, biyotit ve daha az oranda opak demirli mineraller içerir. Pliyosen-Holosen yaşta tutturulmamış çakıl, kum, kil, mil, silt ve çamurdan oluşan akarsu çökelleri tüm birimler üzerine uyumsuzlukla gelir.

1.1.3 Trakya Havzası ve Biga Yarımadası'nın önemli maden/mineral, endüstriyel ve kömür kaynakları

1.1.3.1 Metalik madenler ve endüstriyel hammaddeler

Şarköy Kanyonu çevresinde, özellikle kanyon tabanında çökelen sedimentlerin taşındığı kaynak alanlarında mevcut işletilmiş, işletilmekte ya da olası potansiyel özellikte maden/mineral yatakları Şekil 1.10-1.14'de görülmektedir. Verilere göre (Anonim 2009, Engin vd. 2012, Önal vd. 2012a), çalışma alanını güneyden sedimanter malzeme ile besleyen Biga Yarımadası'nda (Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illeri dahil) oldukça yaygın maden ve mineral yatakları bulunmakta ve buradaki madencilik faaliyetlerinin M.Ö. 1200 yılına kadar uzandığı da bilinmektedir. Özellikle metalik madenlerden Sb, As, Hg, Au, Pb, Zn, Ag insanlığın ilk ergitme işlemini başardığı metallerdir. Bunlara ilaveten kömür madenleri (Anonim 2009, Önal vd. 2012b) ve jeotermal kaynaklar da (Yalçın ve Sarp 2012) olası ağır metal içerikli jeolojik malzemeler olarak kabul edilebilirler.

Güneyde yer alan Biga Yarımadası özellikle baz ve değerli metal yatakları açısından zengindir (Şekil 1.10). Türkiye'nin bilinen en önemli bakır-kurşun-çinko yatakları bu bölgededir. Marmara Bölgesi'nde yer alan bor yatakları Dünya'nın en önemli bor yatakları durumundadır. Biga Yarımadası'nda 205 adet metalik maden yatağı ve zuhurunun varlığı bilinmektedir. Başta bakır, kurşun, çinko, antimuan ve altın cevherleşmeleri ve bu cevherleşmelere bağlı olarak gümüş potansiyeli mevcuttur. Biga Yarımadası'ndaki demir, molibden ve manganez yatakları küçük rezervli kütleler halindedir. Bölgede yer alan civa yataklarının tümü Bi ve As içerir (Emre vd. 2000). Hodulköy ve Mudarlı önemli yataklar arasında yer almaktadır. Civa yatakları Çanakkale-Biga, Manyas ve Kütahya-Gediz çevresinde bulunmaktadır. Bor yataklarının oluşumları, gaz bacalarınca yüklü volkanik sıcak su-gaz karışımlarının gölsel ortama girmesi ve burada tutulup çökmesi şeklindedir (Emre vd. 2000)

Bölgedeki levha tektoniği ve yay magmatizmasına bağlı Jura öncesi intrüzifler (Çamlık metagranodiyoriti, Yolindi granitoyiti, Sarıoluk granitoyiti) ve Oligo-Miyosen dönemi kalk-alkalen magmatizması ile gelişen intrüzifler (Eybek granodiyoriti, Kestanbol siyeniti, Ilıca-Şamlı granodiyoriti, Nevruz-Çakırova granodiyoriti) bölgedeki metalik cevherleşme ile ilişkilendirilmiştir (Engin vd. 2012). Orta Miyosen ayrıca andezit, dasit, riyolit, asidik tüfler gibi magmatizma ürünlerinin de yaygın olduğu dönemdir. Pb, Zn, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Au, Ag, Hg, Mo, W ve Sb gibi metal cevherleri ile bunlara bağlı birçok eser element tespit edilmiştir. Özellikle, Cu-Pb-Zn maden kaynakları Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illerinde önemli potansiyel oluşturmaktadır (Anonim 2009). Diğer taraftan, sülfürlü mineralleşmelere bağlı Ga, Se, Cd, In, Tl, Re ve Ta gibi elementlerde bulunmaktadır. Biga Yarımadası'nda metal cevherleşmelerinin oluşumu çoğunlukla hidrotermal ve skarn kökenli olup, damar ve dissemine şeklindedir (Engin vd. 2012).

Altın, plütojenik hipotermal ve mezotermal ile volkanojenik epitermal sistemlerde oluşmuştur. Pb-Zn-Cu plütojenik mezotermal ve volkanojenik mezotermal; Cu volkanojenik mezotermal; Sb, Hg volkanojenik epitermal; Mo (Cu, W), pnömatolitik-hidrotermal (porfiri); W (Mo), pnömatolitik-hidrotermal (skarn); Fe (Cu, Au) eksalatif sedimanter, volkanojenik hidrotermal, plütojenik hidrotermal ve pirometasomatik; Mn ise eksalatif sedimanter ve volkanojenik hidrotermal mekanizmalarla oluşmuştur.

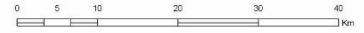
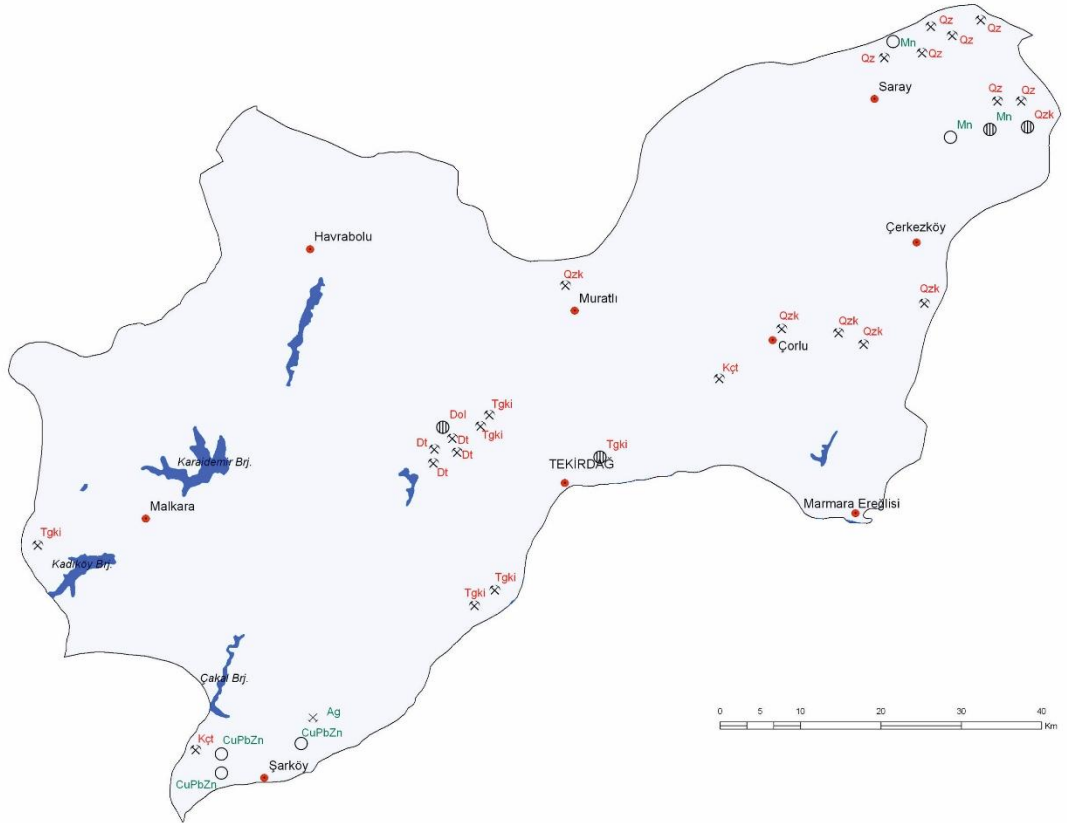
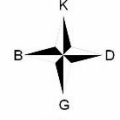
Bölgede, Istranca Masifi'nde yer alan Prekambriyen-Geç Permiyen yaşlı metagranitler ile bunları kesen Geç Permiyen-Erken Triyas yaşlı metapegmatitik dayklardan (Bedi vd. 2013) beslenen Uranyum-Toryum oluşumları bulunmaktadır.

Tekirdağ ve çevresinde önemli bir maden yatağı bulunmamaktadır (Şekil 1.11). Geçmiş yıllarda manganezle ilgili çalışmalar yapılmış olup, Saray-Safaalan'da Mn yatağı işletilmiştir. Ayrıca ilçedeki bir diğer maden oluşumu ise yine Safaalan sahasında yer alan kuvars kumudur.

TEKİRDAĞ İLİ MADEN HARİTASI / MINERAL MAP OF TEKİRDAĞ



MADEN TETKİK ve ARAMA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
GENERAL DIRECTORATE OF MINERAL RESEARCH and EXPLORATION
ANKARA-TURKEY
Genel Müdür / General Director : Mehmet ÜZER
Bilgi Hazırlayan / Preparation for printing : Dr. Emine SUTCU



AÇIKLAMALAR / EXPLANATIONS

○ ZUHUR / EXPOSURE

⊕ YATAK / ORE DEPOSIT

✕ İŞLETME / MINE

✕ ESKİ İŞLETME / OLD MINE

• Yerleşim merkezi
Urban center

METALİK MADENLER
METALLIC MINERALS

ENDÜSTRİYEL HAMMADELER
INDUSTRIAL MATERIALS

Dol Dolomit
Dolomite

Dt Doğal Taş (Andezit, Bazalt, vb)
Natural Stone (Andesite, Basalt, etc)

Kçt Kireçtaşı
Limestone

Mn Mangan
Manganese

Tgki Tuğla-Kiremit
Brick-Tile Building Stone

Qz Kuvarsit
Quartzite

Qzk Kuvars Kumu
Quartz Sand

Şekil 1.11 Tekirdağ ili maden haritası (Anonim 2009)

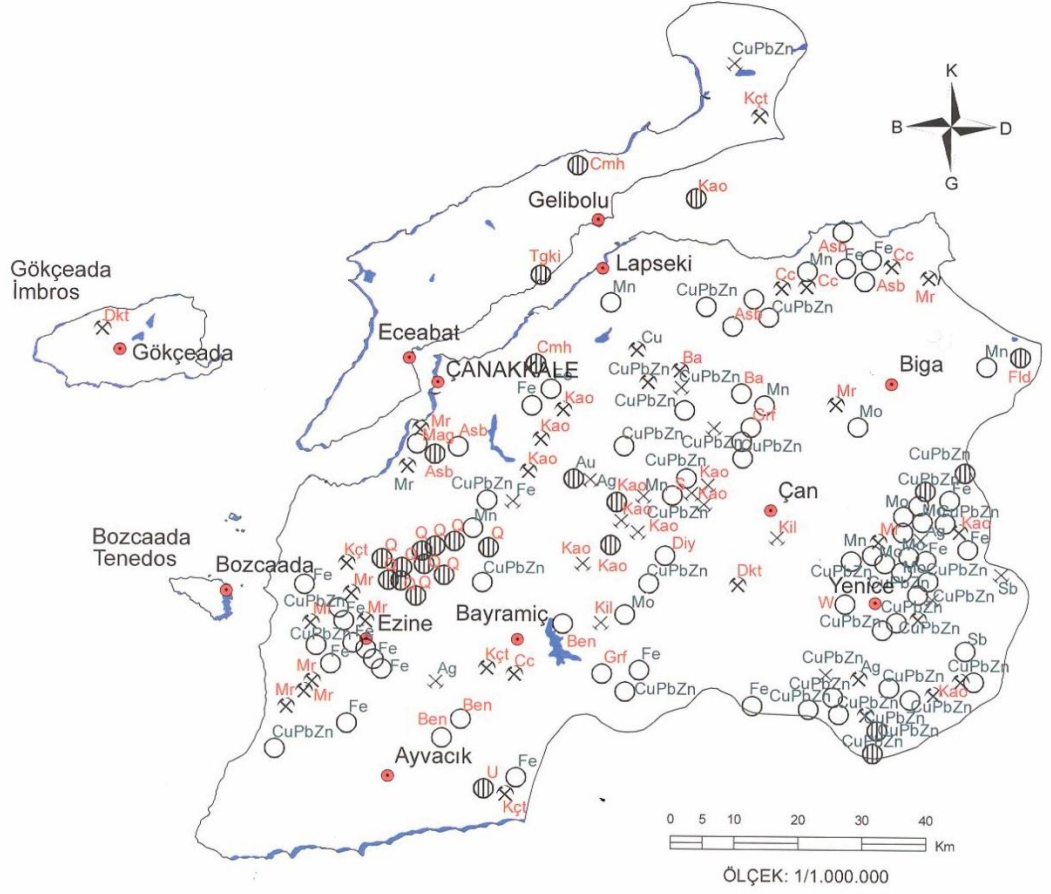
Edirne ili, Enez ilçesi doğusunda Çavuşköy, Yenice ve Hisarlı yörelerinde bentonit (ağartma toprağı) yatakları belirlenmiştir. İpsala'da manganez, Lalapaşa'da kurşun cevherleşmeleri ile beraber florit oluşumları; kireçtaşı ve kil rezervi; ekonomik boyutta olmayan fosfat zuhurları vardır. Edirne'nin büyük bir bölümünde yüzeyleyen genç çökel birimler içerisinde linyit yatakları mevcuttur.

Kırklareli ilinde, metalik maden yataklarından başta bakır-molibden-volfram olmak üzere demir, manganez ve altın cevherleşmeleri bilinmektedir. Bunların bazıları geçmiş yıllarda işletilmiştir. Kırklareli endüstriyel hammaddeler bakımından daha zengindir. Büyük çoğunluğu yine Istranca masifi içerisinde yer alan dolomit, feldispat, kuvars, mermer ve tuğla-kiremit hammaddeleri bulunmaktadır. Bu madenler dışında Vize-Topçuköy sahasında linyit oluşumları yer almaktadır.

İstanbul ili özellikle endüstriyel hammadde kaynakları bakımından önemli potansiyele sahiptir. Çimento hammaddeleri, dolomit, geçmiş yıllarda işletilmiş olan grafit yatağı, kaolen, kil, kuvarsit, kuvars kumu, mermer ve tuğla-kiremit yatakları ile linyit sahaları mevcuttur. İlde belirlenen tek metalik maden geçmiş yıllarda işletilmiş olan mangandır.

Çanakkale'de bakır, kurşun-çinko cevherleşmeleri; Biga, Yenice, Bayramiç, Çan ve Lapseki ilçelerindedir (Şekil 1.12). Çanakkale başta kaolen olmak üzere kaolenitik kil, kuvars, çimento hammaddeleri, mermer, barit, bentonit ve tuğla-kiremit hammaddesi gibi endüstriyel hammaddeler bakımından dikkate değer zenginliklere sahiptir. Kaolen yataklarının Çan ve Bayramiç ilçelerinde yoğunlaştığı gözlenmektedir. Geçmiş yıllarda Dombaycılar asbest yatağı işletilmiştir. Ayrıca Çanakkale'de mermer, volfram ve uranyum da bulunmaktadır. Ülkemizin en büyük seramik üretim tesisleri Çan ilçesinde yer alır.

ÇANAKKALE İLİ MADEN YATAKLARI HARİTASI



AÇIKLAMALAR

○ ZUHUR	Ag Gümüş	Dkt Dekoratif Taş	Mn Mangan
⊕ YATAK	Asb Asbest	Diy Diyatomit	Mo Molibden
✕ İŞLETME	Au Altın	Fe Demir	Mr Mermer
✕ ESKİ İŞLETME	Ba Barit	Fld Feldispat	Q Kuvars
• Yerleşim merkezi	Ben Bentonit	Grf Grafit	S Kükürt
	Cmh Çimento Hammaddeleri	Kao Kaolin	Sb Antimuan
	Cc Kalsit	Kçt Kireçtaşı	Tgki Tuğla-Kiremit
	Cu Bakır	Kil Kil	U Uranyum
METALİK MADENLER	CuPbZn Bakır-Kurşun-Çinko	Mag Magnezit	W Volfram
ENDÜSTRİYEL HAMMADELER			

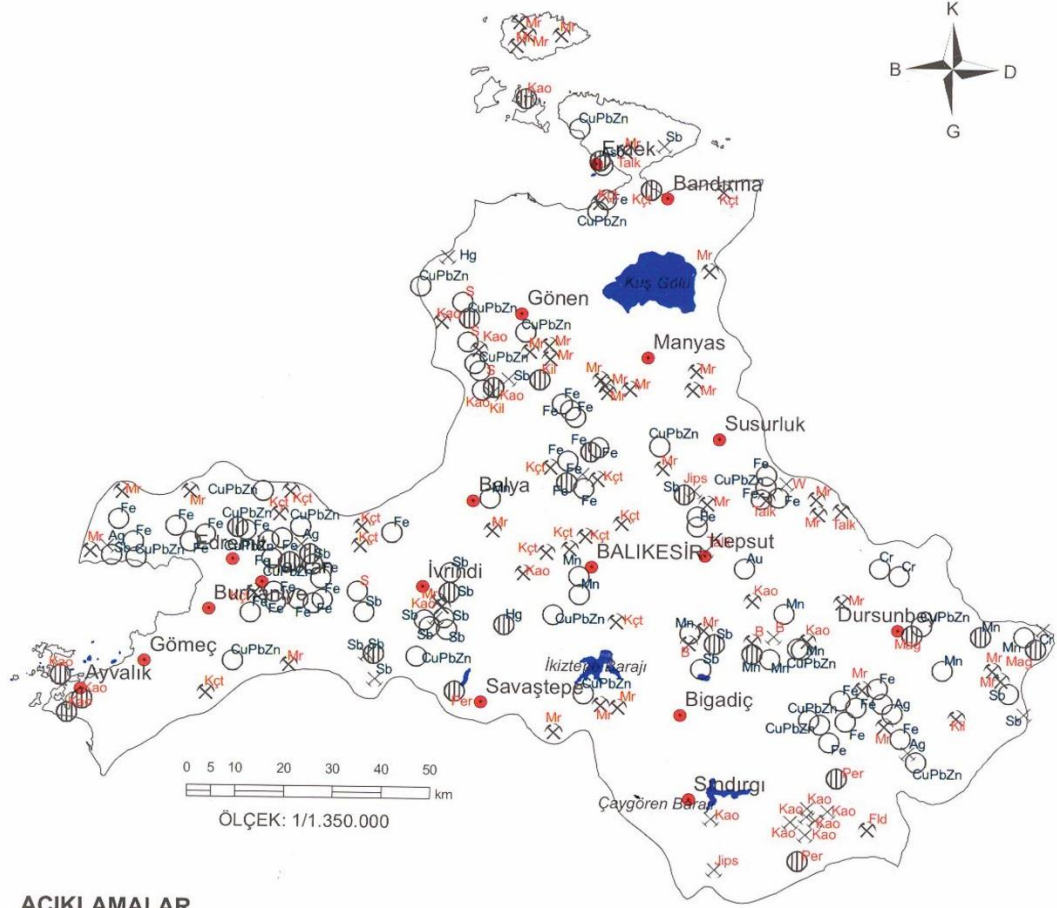
Şekil 1.12 Çanakkale ili maden haritası (Anonim 2009)

Balıkesir ilinde en önemli metalik madenler (Şekil 1.13); kurşun, çinko, bakır, altın, antimon, molibden, civa, demir, krom, manganez ve volfram cevherleşmeleridir. Dursunbey ve Kütahya'nın Tavşanlı ilçeleri arasında önemli krom yatakları yer almaktadır. Balya ilçesindeki kurşun-çinko yatağı antik çağlardan beri işletilmektedir. Demir yatak ve zuhurları hemen hemen tüm ilçelere dağılmış durumdadır. Gönen ve Savaştepe ilçelerinde civa cevherleşmelerine rastlanmıştır. Antimon yatakları arasında en önemlileri Demirkapı, Taşdibi ve Akhisar yataklarıdır. Balıkesir endüstriyel hammaddeler açısından da önemli yatak ve potansiyele sahiptir. Bunlardan başlıcaları bor, mermer ve Sındırgı-Düvertepe'de kaolen sahasıdır. Balıkesir ili mermer potansiyeli açısından önemli bir yere sahiptir. Marmara Adası mermerleri (Marmara beyazı), Manyas (Manyas beyazı), Bigadiç (kumru tüyü, oniks), Ayvalık (Ayvalık graniti) en önemli mermer sahalarındandır. İldeki diğer endüstriyel hammadde kaynakları kireçtaşı, kil, talk, perlit, vollastonit ve manyezittir. Bunların dışında Dursunbey, Susurluk ve Gönen ilçelerinde sırasıyla manyezit, jips ve kükürt oluşumlarına rastlanmaktadır. Balıkesir ili linyit ve jeotermal enerji hammaddeleri bakımından da zengin alanlara sahiptir.

Kocaeli ilinde tespit edilen metalik ve endüstriyel hammadde yataklarının tamamına yakın kısmı yerleşim alanları altında kalmıştır. Gebze'de dolomit, kuvarsit yatakları ve geçmiş yıllarda üretilmiş civa; Karasu ve Gebze'de geçmiş yıllarda işletilmiş olan Cu-Pb-Zn yatakları vardır. Önceden işletilmiş ve halen işletilmekte olan mermer rezervleri ile barit ve çimento hammaddesi mevcuttur.

Yalova ilinde önemli herhangi bir maden yatağı bulunmamaktadır. Çınarcık'ta bakır oluşumları tespit edilmiştir. Metamorfik kayalar içerisinde pirotin, pirit, kalkopirit cevherleşmeleri ile yörede dağınık durumda cüruf parçaları yer almaktadır. Eosen kireçtaşlarının altında kuvars kumları mevcuttur. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Marmara Denizi'ne ulaştığı noktada yer alan Yalova'da, 2 adet sıcak su kaynağı tespit edilmiştir.

BALIKESİR İLİ MADEN YATAKLARI HARİTASI



AÇIKLAMALAR

- ZUHUR
- ⊖ YATAK
- ⊗ İŞLETME
- ⊗ ESKİ İŞLETME
- Yerleşim merkezi

METALİK MADENLER

ENDÜSTRİYEL HAMMADELER

Ag	Gümüş	Kçt	Kireçtaşı
Asb	Asbest	Kil	Kil
Au	Altın	Mag	Magnezit
B	Bor	Mn	Mangan
Cr	Krom	Mr	Mermer
CuPbZn	Bakır-Kurşun-Çinko	Per	Perlit
Fe	Demir	S	Kükürt
Fld	Feldispat	Sb	Antimuan
Hg	Civa	Talk	Talk
Jips	Jips	W	Volfram
Kao	Kaolin		

Şekil 1.13 Balıkesir ili maden haritası (Anonim 2009)

Bursa ilindeki önemli metalik madenler (Şekil 1.14); altın, antimuan, bakır-kurşun-çinko (İnegöl), krom (Orhaneli, Harmancık), sülfür tip nikel oluşumları, manganez, molibden ve Uludağ'da volframdır. İldeki önemli endüstriyel hammaddeler başta bor ve mermer olmak üzere feldispat, manyezit, kalsit, tuğla-kiremit, jips, kaolen, kireçtaşı ve talktır. Ülkemizin önemli bor yataklarından biri Kestelek sahası, Bursa-Mustafakemalpaşa'da yer almaktadır. Geçmiş yıllarda Orhaneli'nde asbest yatakları işletilmiştir.

1.1.3.2 Kömür kaynakları

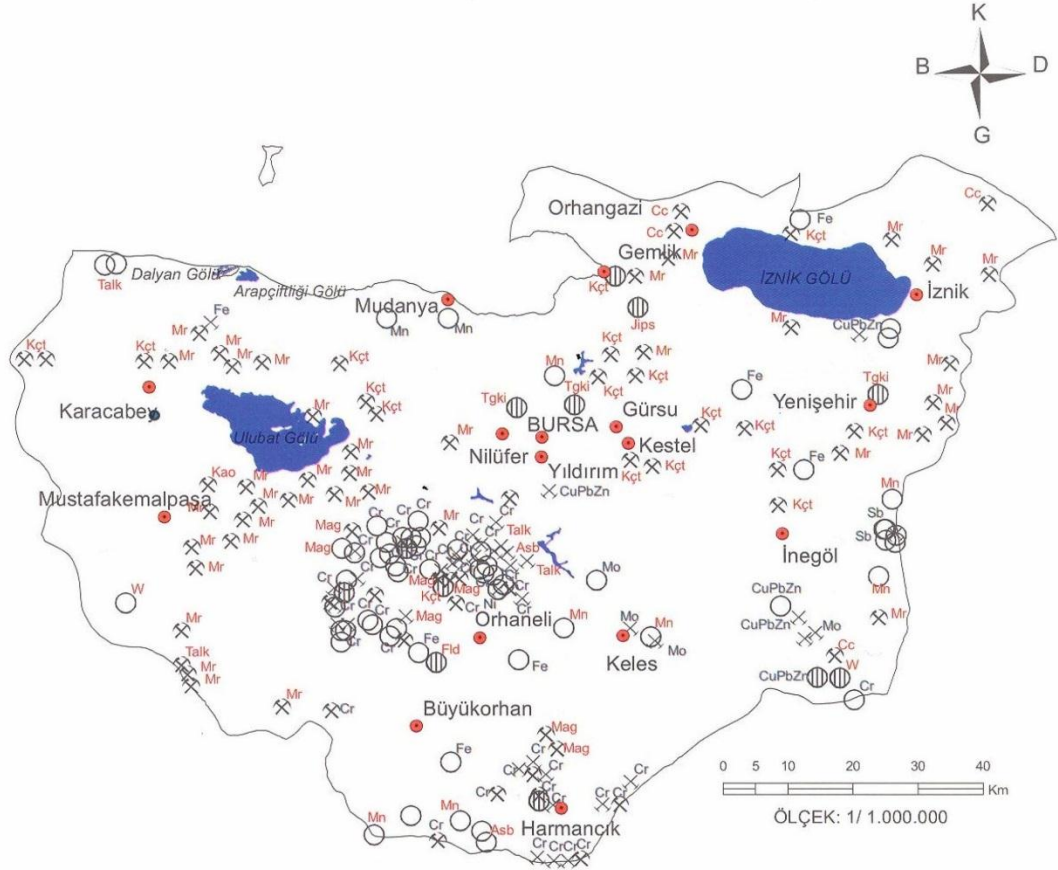
Mevcut verilere göre (örneğin; Tuncalı vd. 2002), çalışma alanının kuzeyinde yer alan Trakya Havzası ve güneyindeki Biga Yarımadası'nda (Tekirdağ, Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illeri içinde) yaygın linyit kömür yatakları bulunmaktadır. Oligosen-Pliyosen zaman aralığında ve limnik-flüviyal ortamlarda oluşan linyit kömür yatakları, karasal kırıntılı klastik çökel ardışıkları ile katkılıdır.

Bursa il genelinde 1940-2002 yılları arasında kömür sahaları tespit edilmiştir. Bunlar Mustafakemalpaşa, Keles ve Orhaneli ilçelerindedir. Orhaneli'ndeki açık ve kapalı işletme yapılan linyit sahalarındaki kömürler termik santralde kullanılmaktadır.

Tekirdağ'da Oligosen yaşlı çökel birimler içerisinde linyit oluşumları Saray ve Malkara ilçelerinde bulunmaktadır. Bu sahalarda dönem dönem üretim gerçekleştirilmiştir.

Linyit kömür yataklarının önemli konsantrasyonlarda ana ve eser element içerdikleri (Palmer vd. 1999, Tuncalı vd. 2002) düşünülürse, kömürün işletme süreçlerinden dolayı, bu tez çalışmasında incelenen sedimentlerin kısmen de olsa jeolojik ve antropojenik kökenli kömür kaynaklı bazı ağır metalleri bulundurması da mümkündür.

BURSA İLİ MADEN YATAKLARI HARİTASI



AÇIKLAMALAR

○	ZUHUR	Asb	Asbest	Fld	Feldispat	Mo	Molibden
⊕	YATAK	Cc	Kalsit	Jips	Jips	Mr	Mermer
⊗	İŞLETME	Cr	Krom	Kao	Kaolin	Sb	Antimuan
⊗	ESKİ İŞLETME	CuPbZn	Bakır-Kurşun-Çinko	Kçt	Kireçtaşı	Talk	Talk
●	Yerleşim merkezi	Fe	Demir	Mag	Magnezit	Tgki	Tuğla-Kiremit
	METALİK MADENLER	Mn	Mangan	W	Volfram		
	ENDÜSTRİYEL HAMMADELER						

Şekil 1.14 Bursa ili maden haritası (Anonim 2009)

Nitekim; Trakya ve Biga Yarımadası linyit kömürlerinde ana elementlere (Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, Mn ve Fe) ilaveten birçok eser element de (As, Au, B, Ba, Be, Br, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Eu, Ga, Ge, Hf, Hg, La, Li, Lu, Mn, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Tl, Th, U, V, Y, Yb, W, Zn, Zr gibi) dikkate değer konsantrasyonlarda tespit edilebilmiştir (Tuncalı vd. 2002). Yapılan analiz çalışmaları Tersiyer yaşlı kömürlerde Be ve Pb dışındaki As, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Se, Th, U ve V elementlerinin içeriklerinin dünya ortalamalarının üzerinde olduğu görülmüştür. Major element analiz sonuçlarına göre ise Al_2O_3 , SiO_2 , CaO ve Fe_2O_3 değerleri MgO, Na_2O , K_2O , P_2O_5 ve TiO_2 değerlerinden daha yüksektir. Al_2O_3 , SiO_2 , CaO ve Fe_2O_3 değerlerinin yüksek olmasına bağlı olarak kuvars, pirit, jips ve bazı kil bileşenlerinin çokluğu ile MgO, Na_2O , K_2O değerlerinin orta ve düşük olmasına bağlı olarak feldispat ve bazı kil bileşenlerinin azlığı mineralojik tayinlerle ortaya çıkan sonuçlarla da uyumludur (Tuncalı vd. 2002).

1.2 Çalışma Konusu (Ağır Metal Deniz Kirliliği) ile İlgili Genel Bilgiler

Dünyanın birçok kıyısız ve denizel bölgesinde, bölgesel gelişme ve kalkınma ile birlikte artan kentsel, evsel, tarımsal, ziraat ve endüstriyel kökenli (antropojenik, insantüremsel) organik ve inorganik atıklar, kısmen dolaylı veya doğrudan denizlere ulaşmakta ve buralarda dibe çökelebilmekte, hatta canlı yaşamını olumsuz etkileyebilecek düzeyde çevre kirliliği oluşturabilmektedirler (Förstner ve Wittmann 1979, Anonymous 1984, Windom vd. 1998, Komatina 2004, Güven ve Öztürk 2005, Atabey 2010, Anonim 2017b). İnorganik atıklara dahil ağır metallerin kaynağı antropojenik olabileceği gibi, kıyıda ve kıyı gerisinde yüzeylemiş kısmen işletilen maden ve mineralce zengin doğal jeolojik kaynaklar; deniz dibi volkanik ve hidrotermal kaynak ve süreçler; sediment içinde yaygın diyajenetik süreçler (örneğin değişen redoks koşulları) de denizlerde çökelen sedimentlerin ağır metal konsantrasyonlarını artırarak inorganik jeokimyasını etkileyebilir (Förstner ve Wittmann 1979, Rose vd. 1979, Chester 1990, Ergin 1994, Balkıs ve Algan 2005 gibi).

Diğer taraftan akarsu, rüzgar, buzul, dalga, akıntı, denize doğrudan boşaltma ve dökme, deniz deşarjı gibi taşınma sistemleri ile denizlere taşınabilen ağır metal atıkları bir

çökme havzasında sedimentlerin farklı fraksiyonlarına bağlanmaktadır. Genelde; diğer elementlerle yer değiştirme ve tane yüzeylerine basit bağlanma, organik maddeler, sülfidler, Fe-Mn-oksit/hidroksitleri, kil mineralleri, karbonatlar ve kalıntı/rezidüeller ağır metallerin sedimentte en fazla tutulduğu/bağlandığı fraksiyonlardır (Chester ve Hughes 1967, Tessier vd. 1979, Förstner ve Wittmann 1981, Kıratlı ve Ergin 1996). Kaynağı ve taşınma mekanizması ne olursa olsun, bu fraksiyonların sedimentte varlığı ve dağılımı, ağır metal konsantrasyonunu denetleyen önemli faktörlerdendir. Özellikle ağır metallerin derişimleri zehirleyici düzeye geldiğinde ve canlı hayatını olumsuz etkilediğinde “İnorganik Kirleticiler” olarak da tanımlanabilirler ki, bu da ağır metal kirliliğine işaret etmektedir. Bazı inorganik kirleticiler; As, Cd, Cr, Pb, Hg, Cu, Fe, Ni, Sb, Ba, In, Mg, Ag, Te, Sn, U ve V toksik olup, canlı yaşamını olumsuz etkileyebilmektedir (Förstner ve Wittmann, 1979, Siegel 2002, Atabey, 2005, Güven, 2005).

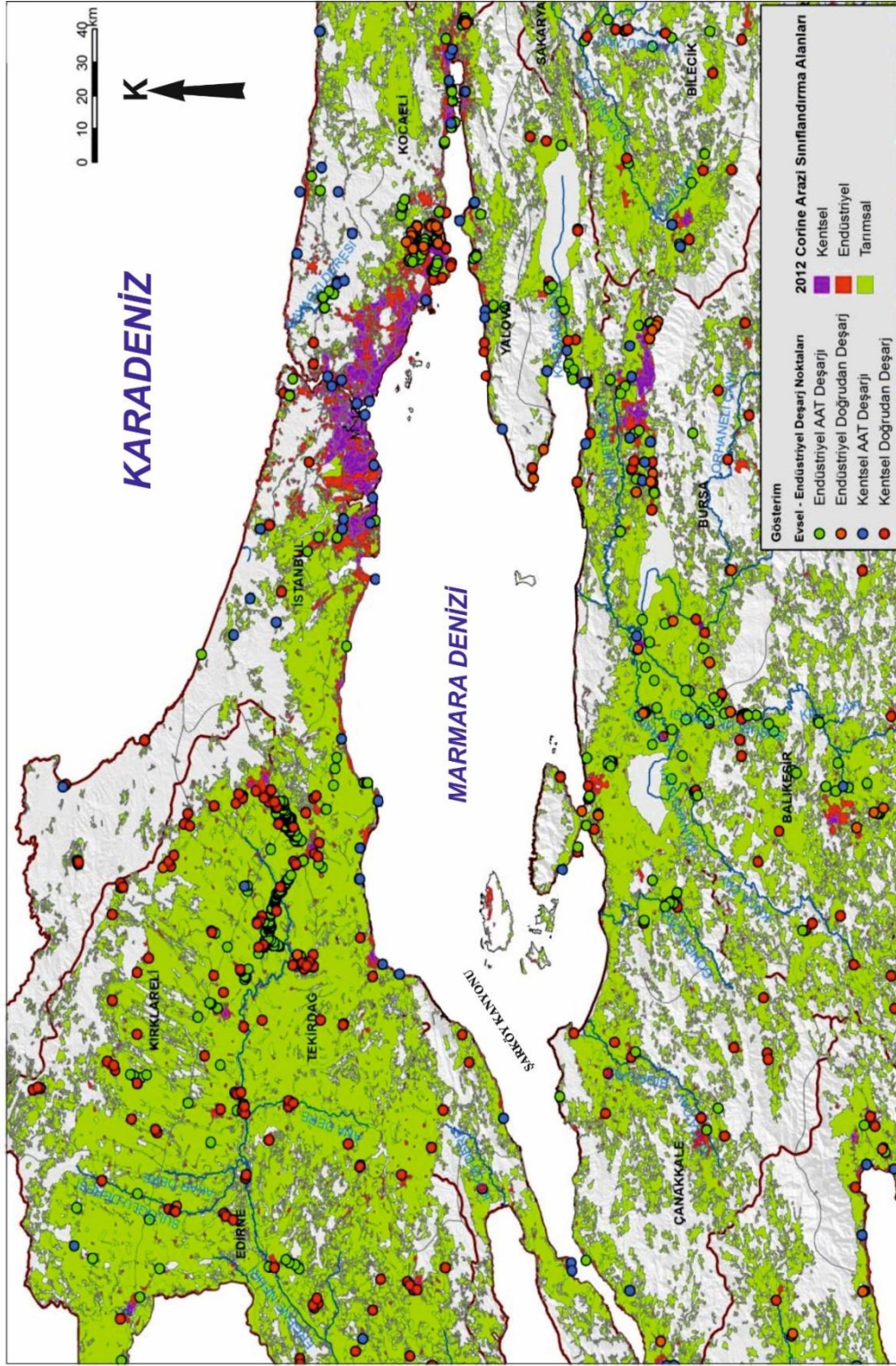
Dünyanın farklı bölgelerinde, denizlerde çökelen sedimentler üzerine yapılan çalışmalarda antropojenik kökenli ağır metal kirliliği ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur. Bunlara; Almanya (Förstner ve Reineck 1974, Ergin 1990), Avustralya (Hart ve Lake 1987), Ürdün (Abu-Hilal ve Badran 1990), USA (Seidemann 1991), Yunanistan (Papadopoulos vd. 1997), Romanya (Guieu vd. 1998, Windom vd. 1998, Secieru and Secieru 2002), İtalya (Adamo vd. 2005), Çin (Liu vd. 2003, Wang vd. 2007), İspanya (Lorenzo vd. 2007), Norveç (Lepland vd. 2010), Brezilya (Tramonte vd. 2018) gibi ülkelerden örnekler verilebilir. Türkiye’yi çevreleyen denizlerde ise (Marmara Denizi hariç), sedimentlerde ağır metal kirliliği farklı bölgelerde ve farklı araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Örneğin Karadeniz’in Türkiye’ye yakın bölgeleri; Yücesoy ve Ergin (1992), Kıratlı ve Ergin (1996), Tuncer vd. (1998), Topcuoğlu vd. (2002). Ege Denizi; Ergin vd. (1993b), Aksu vd. (1998), Sarı ve Çağatay (2001), Küçüksezgin vd. (2006) ve Doğu Akdeniz ise Ergin vd. (1996) tarafından çalışılmıştır.

Marmara Denizi’nde ise, deniz tabanına çökelen sedimentlerin ağır metal konsantrasyonlarının kısmen antropojenik süreçlerden kaynaklanmış olabileceği mevcut verilerden de anlaşılabilmektedir (Ergin vd. 1991b, Teksöz vd. 1991, Bodur ve Ergin 1994, Algan vd. 1999, Balkıs ve Çağatay 2001, Yaşar vd. 2001, Algan vd. 2004, Ergin

2005, Güven ve Öztürk 2005, Çağatay vd. 2006, Pekey 2006, Ünlü vd. 2006, Okuş vd. 2007, Sarı 2008, Barut vd. 2017, Anonim 2017b gibi). Ancak amaç ve kapsamı ile bu tez çalışmasına benzer, Şarköy Kanyonu'nda antropojenik kökenli ağır metal kirliliğine ya da jeokimyasına yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Ayrıca bu çalışmalar amaç ve kapsamı ile de hem farklıdır hem de çok sınırlıdır (Algan vd. 2004, Bodur ve Ergin 1994, Çağatay vd. 2006, Ergin vd. 2007a, Çorbacıoğlu 2011, Anonim 2017b). Bu çalışmalara göre; Marmara Denizi'ni ağır metaller ile kirleten antropojenik kaynak ve süreçler çoğunlukla; arıtılmadan deşarj edilen endüstriyel, kentsel ve evsel atıksular; madencilik faaliyetleri, turizm ve rekreasyon, jeotermal su kirliliği, hayvancılık ve tarımsal faaliyetler (ilaç ve gübre kullanımı dahil), sızdırmalı foseptik çıkış suları, arazi kullanımı, denize ulaşan akarsular, gemicilik ve liman faaliyetleri, deniz trafiği ve petrol kirliliği, atmosferik taşınımlardır.

Marmara Havzası'nda atıksular yoluyla kirliliğin oluşmasına neden olan sektörler; enerji, gübre, biosit üretimi, ilaç, petrol rafinerileri ve yan ürünleri, kağıt, çimento, deri, metal, maden, gemi yapımı ve onarımı, tekstil, elektronik ürünler, organik ve inorganik kimya sanayi, gıda, içki, cam, kömür ve enerji, ağaç, makine, otomotiv, tehlikeli atık arıtımı ve depolanması, katı atık yönetimi, ulaşım araçları yönetimi, diğer karışık endüstri sanayileri ve diğerleridir. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Araştırma Altyapısı Başvuru Formu–2011 Mardep-Proje metni-DPT-2011'de yapılan çalışmalara göre İzmit Körfezi'ne günde, 6,6 kg kurşun, 43,2 kg çinko, 1,9 kg bakır, 209 kg krom, 5,1 kg civa gibi ağır metallerin yanı sıra 10,9 ton azot ve 30,8 ton atık karışmaktadır. Marmara'ya, İstanbul'dan günde 1,2 milyon metreküp, Bursa'dan günde 0,3 milyon metreküp, İzmit'ten 0,2 milyon metreküp, diğer 5 şehirden 0,4 milyon metreküp olmak üzere bölge genelinde 2,1 milyon metreküp evsel atıksu deşarj edilmektedir (Anonim 2011).

ÇŞB ve TÜBİTAK-MAM Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (2014-2016) ile Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (2014) Sonuç Raporu'na göre evsel ve endüstriyel deşarj noktaları aşağıdaki haritada gösterilmektedir (Şekil 1.15).



Şekil 1.15 Marmara Denizi kıyı ve kıyıardı suları kalite durumlarının belirlenmesi ve sınıflandırılması (Anonim 2014, 2017'a'dan değıştirilerek alınmıştır)

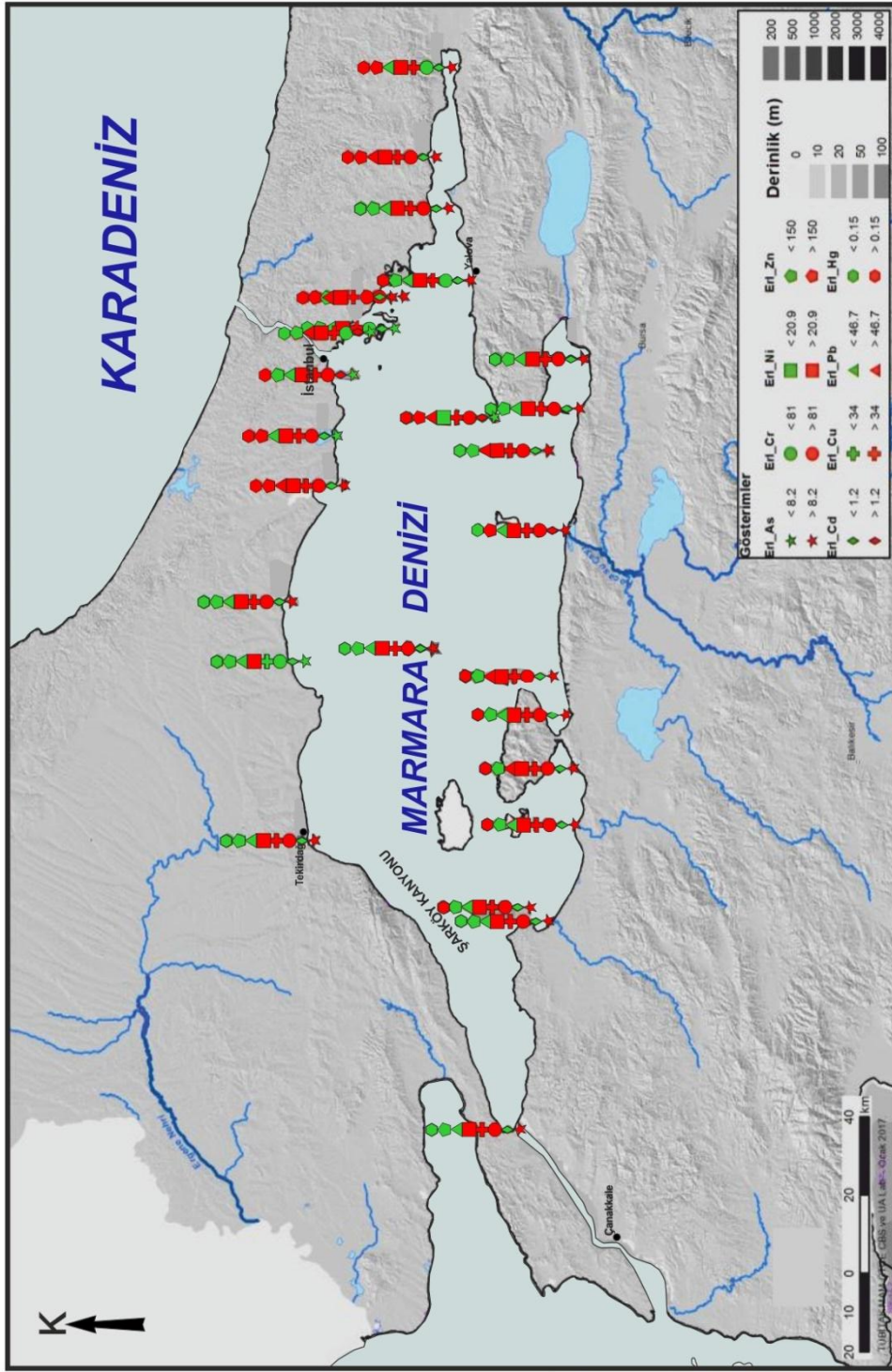
Çevre ve Orman Bakanlığı Atıksu Arıtma Eylem Planı (2008-2012) Raporu'na göre ise, Bursa ili arıtılmış atıksularını Nilüfer Havzası'nda yer alan Ayvalı Dere'ye deşarj

etmektedir. BUSKİ-Doğu AAT 2006 Mayıs ayında işletmeye alınmış olup arıtılmış atıksularını Nilüfer Havzası'nda yer alan Deliçay'a deşarj etmektedir. Her iki atıksu arıtma tesisi de fiziksel ve biyolojik arıtma yapmaktadır. Balıkesir ise atık sularını Üzümlü Deresi (Simav Çayı)'ne deşarj etmektedir (Anonim 2018). Diğer deniz deşarjları ise; Tekirdağ Derin Deniz Deşarjı, Yalova Merkez Evsel Atıksu Arıtma Tesisi, Yalova Esenköy Evsel Atıksu Arıtma Tesisi, Bursa'da BUSKİ Gemlik Ön Arıtma ve Derin Deniz Deşarjı Tesisleri, BUSKİ Mudanya-Güzelyalı Ön Arıtma ve Derin Deniz Deşarjı Tesisleri, Kurşunlu Ön Arıtma ve Derin Deniz Deşarjı Tesisleri, Küçük Kumla Ön Arıtma ve Derin Deniz Deşarjı Tesisleri, Çanakkale Boğazı'na deşarj edilen Çanakkale Belediyesi Derin Deniz Deşarj Sistemi (Merkez), Gelibolu Belediyesi Derin Deniz Deşarjı, Dardanel Gıda Sanayi derin deniz deşarjıdır.

Anonim (2004)'e göre; Simav Çayı, Balıkesir-SEKA Paşaköy Kağıt Fabrikası atıksuları, Bigadiç Boraks Maden İşletmeleri'nin bor yüklü atıksuları ve Şeker Fabrikası atıksuları ile kirlenmektedir. Nilüfer Çayı ise, hem organik hem de ağır metal açısından aşırı derecede kirlenmektedir.

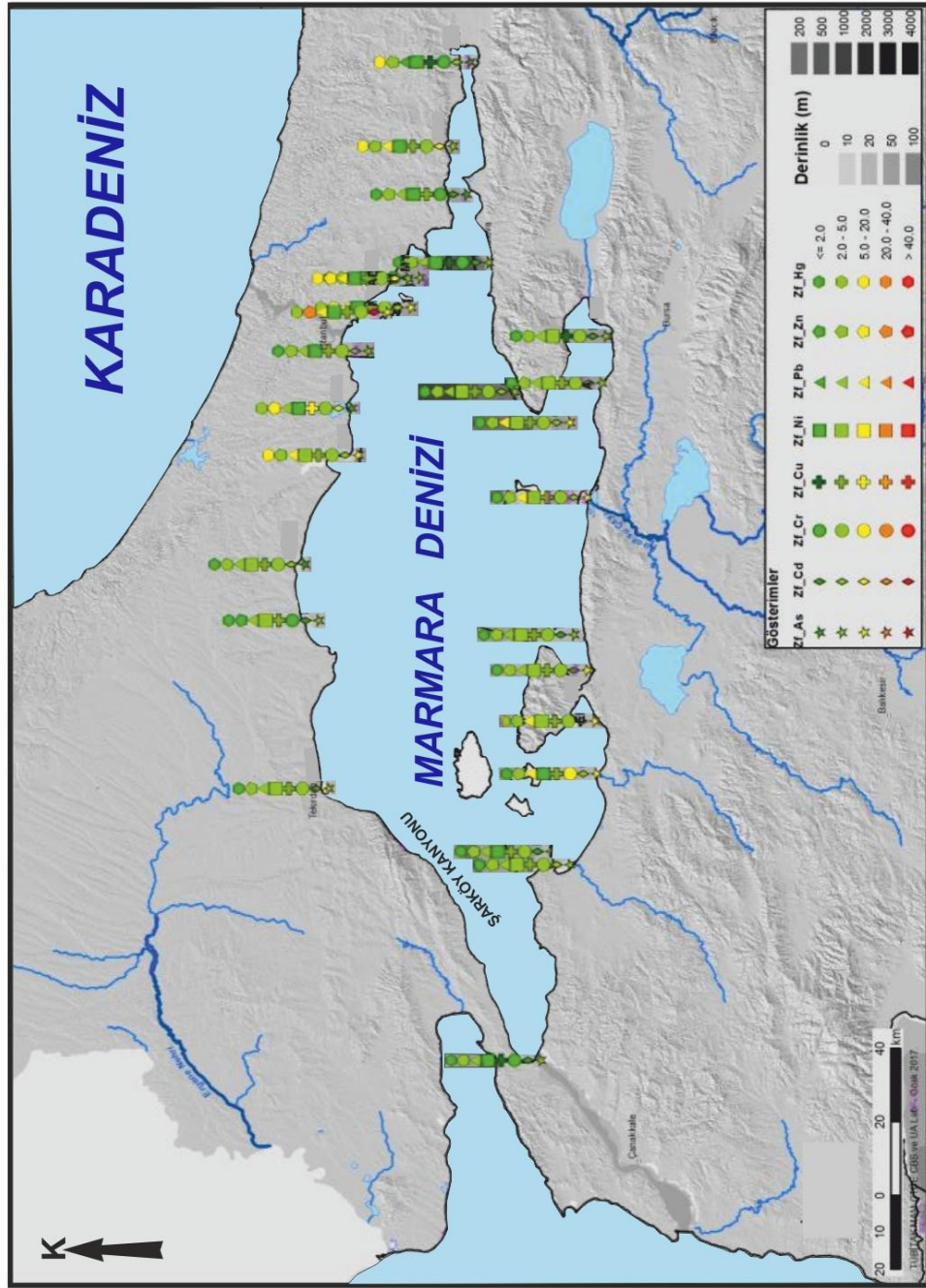
Garipağaoğlu (2016)'na göre, Çanakkale ili'nin havza içerisinde kalan Sarıçay ve Kocabaş Çayı gibi akarsuları da kirlenmiştir. Ayrıca Balıkesir ili'nin havza içerisinde kalan kısmında, arıtma tesisi bulunan bazı işletmelerle ortak arıtma tesisi bulunan tabakhanelerin atıksuları, Gönen Çayı'na deşarj edilerek Gönen Çayı'nı kirletmektedir. Tekirdağ İli'nin, havzada kalan alanlarında; Marmara Denizi'ne dökülen Kınıklı Deresi'nin, özellikle Değirmenköy Mevkii'ndeki sanayi tesislerinin atıksularıyla kirlendiği görülmektedir. Tekirdağ'da mevcut derin deniz deşarjı ile atıksular arıtılmadan deşarj edildiğinden, denize önemli derecede kirlilik yükü verilmektedir.

Şekil 1.16'da görüldüğü gibi, sedimentte ekosisteme etki sınır değerlerinin (ERL) üzerindeki metal konsantrasyonlarına en çok kuzeyde Küçük Çekmece (civa, çinko, nikel, bakır, krom, kadmiyum, arsenik), İstanbul Boğazı-Marmara kesişim alanında (civa, nikel, bakır, krom, kurşun, arsenik) ve Silivri'de (arsenik, kadmiyum, krom, bakır, kurşun, çinko, civa) rastlanmaktadır.



Şekil 1.16 Marmara Denizi sediman istasyonlarında metal bulgularının ERL (Düşük Etki Aralığı: Effects Ranges Low) değerlendirmesi ile kalite sınıflandırması (Anonim 2017b’den değiştirilerek alınmıştır)

Güneyde ise ERL üzerindeki değerlerin; Bandırma Körfezi (civa, nikel, bakır, krom ve arsenik), Susurluk Deresi ağzı (çinko, nikel, bakır, krom ve arsenik), Yalova (arsenik, kadmiyum, bakır, nikel) ve İzmit İç Körfez’de (civa, çinko, nikel, bakır ve arsenik) yoğunlaştığı belirtilmektedir (Anonim 2017b).



Şekil 1.17 Marmara Denizi sediment istasyonlarında metal bulgularının ZF (Zenginleşme Faktörü) değerlendirilmesi ile kalite sınıflandırması (Anonim 2017b'den değiştirilerek alınmıştır)

Civa elementi için yüksek zenginleşme İzmit Körfezi'nde gözlenmektedir. Güney şelfinde ise Susurluk Deresi ağığında çinko, kurşun, nikel, krom ve arseniğin “yüksek” seviyede zenginleşmiş olduğu görülmektedir. İstanbul Adalar bölgesinde kadmiyum, çinko ve civa; Küçük Çekmece istasyonunda kadmiyum, bakır, kurşun ve çinko zenginleşmesi gözlenmektedir (Şekil 1.17).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu tez çerçevesinde faydalanılan kaynaklar 3 grupta özetlenmiştir. Bunlar; Şarköy Kanyonu ve çevresinin jeolojik oluşumu-gelişimi ve Holosen sedimentolojisi, Dünya’da ağır metal deniz kirliliği, Türkiye’de (Şarköy Kanyonu hariç) ağır metal deniz kirliliği ve Şarköy Kanyonu’nda ağır metal deniz kirliliği olarak gruplanabilir.

2.1 Şarköy Kanyonu ve Çevresinin Jeolojik Oluşum-Gelişimi ve Holosen Sedimentolojisi Üzerine Araştırmalar

Wong vd. (1990), sismik veriler ile Şarköy Kanyon bölgesi de dahil olmak üzere, Marmara Denizi’nin fay sistemleri, neotektonik yapısı ve havza oluşum ve gelişimini incelemiştir.

Ergin vd. (1991a), Şarköy Kanyonu da dahil Marmara Denizi tabanından çok sayıda sediment örneği toplamış, tane boyu, toplam karbonat ve organik karbon, mikro-makro-palaeontolojik analizler gerçekleştirerek sediment türlerini ve sedimenti etkileyen çeşitli faktörleri incelemiştir. Özellikle Çanakkale ve İstanbul Boğazlarına açılan kanal ve kanyon sistemlerine hakim topoğrafik, hidrolojik ve biyolojik koşulların çeşitliliği bu makalede önemle belirtilmiştir.

Smith vd. (1995), kanyon ve yakın civarından alınan yüksek ayrımlı sismik profiller ile Kuzey Anadolu Fayı’nın Marmara Denizi’nin batısındaki deniz tabanı morfolojisi, tektoniği ve Geç Kuvaterner sedimantasyonu ile aşınmayı nasıl etkilediğini incelemiştir. Araştırmacılar bu çalışmada ayrıca Marmara Denizi’nde Geç Kuvaterner buzul-östatik su düzeyi değişimlerini ortaya koymuşlardır.

Yaltırak (1995), kanyonun kuzeyi ve Ganos Fayı’nın güneyinin sedimanter ve tektonik özellikleri ortaya konulmuştur.

Elmas ve Meriç (1996), Geç Miyosen’den günümüze kadar Marmara–Akdeniz bağlantısını ve bunu denetleyen tektonizmayı, Çanakkale Boğazı’nı ayıran Gelibolu ve

Biga yarımadaalarında gerçekleştirdikleri paleontoloji çalışmalarına dayanarak açıklamışlardır.

Yaltırak (1996), eski araştırmalarda yapılan jeolojik haritaları ve biyo-lito-stratigrafik verileri derleyip yeniden değerlendirerek Ganos Fay sisteminin tektonik tarihi ve gelişen süreçleri tartışılmıştır.

Ergin vd. (1997), Şarköy Kanyonu dahil güney Marmara şelfinden aldıkları yüzeysel sedimentlerde gerçekleştirdikleri petrografik analizlerden geç Kuvaterner deniz seviyesi değişimi sonucuna varmışlardır. Takriben günümüzden 12.000 yıl önce alçalan deniz seviyesine bağlı olarak ve özellikle de kanyonun doğusunda gelişen sığ deniz ve eski kıyı koşullarının varlığından bahsedilmiştir.

Görür vd. (1997), Marmara Denizi'nin (kanyon da dahil) Neojen'den Kuvaterner'e kadar oluşum ve gelişimini paleocoğrafik bir çerçeve içinde tartışmışlardır. Değişen ortamsal koşullar ve farklı çökeltme ürünleri burada kronolojik olarak verilmektedir. Örneğin erken Miyosen ve geç Pleyistosen arasında karasal (flüviyal ve gölsel) ve denizel ortamlar birbirleri ile geçiş vermişler ve farklı fasiyesler ortaya çıkmıştır.

Aksu vd. (1999), Şarköy Kanyonu'nu da içine alan ve Marmara Denizi'nin birçok bölgesinde tek kanallı hava tabancası kullanarak derin dalmalı boomer sismik yansıma profilleri almışlar ve sismik stratigrafi temel prensiplerine göre Marmara Denizi'nde Geç Kuvaterner deniz seviyesi değişimlerinin izlerini ayrıntılı incelemişlerdir. Özellikle bu değişimlerin etkilerinin Ege Denizi ve Karadeniz arasındaki geçişli su değişimi sonucu ortamsal ürünlerine dikkat çekilmiştir. Günümüzden 11.000-9.500 yıl önce yükselen küresel deniz seviyesine bağlı olarak Marmara Denizi'nde su seviyesi yükselmeye başlamış, Ege Denizi ve Karadeniz'den su girişleri ile de kısmen biyojenik sığ su sedimentleri üzerine silisiklastik Holosen çamur birikmeye başlamıştır.

Ergin vd. (1999), iklimsel değişimler sonucu son buzul döneminde alçalan ve küresel ısınma ile de günümüzden 12.000 yıl önce tekrar yükselmeye başlayan deniz

seviyesinin Marmara Denizi'nin güneyinde ve özellikle de Şarköy Kanyonundaki izlerini karot sedimentlerinde yapılan tane boyu ve kil mineral analizleri ile teyit etmişlerdir. Kaba taneli erken Holosen'den ince taneli geç Holosen'e geçiş sediment karotlarında görülebilmektedir.

Okay vd. (1999), Marmara Denizi'nin batısında, güneyinde, Şarköy Kanyonu ve kuzeyinde Ganos Fayı'nı da içine alan Tekirdağ Havzası'nda toplanan yeni çok kanallı sismik yansıma profilleri ve yakın karasal alanlardan elde edilen yapısal veriler ile Kuzey Anadolu Fayı boyunca derin denizaltı doğrultu atımlı aktif faylar ve bunlara paralel normal fayları incelemişlerdir. Sonuçlardan fay boyunca boşalan ve bükülen Tekirdağ Havzası'nın Pliyo-Kuvaterner sedimentler ile doldu u belirtilmektedir.

Çağatay vd. (2000), sediment karotları üzerinde yaptıkları sedimanter petrografik, radyokarbon, paleontolojik analizler ile Marmara Denizi'nin günümüzden 12.000 yıl önce başlayan deniz koşullarını ve takriben günümüzden 10.000-6.000 yıl önce hakim anoksik ortamsal  okelme süreçlerini ortaya koymuşlardır. Sı  su geçişleri esnasında kanyon tabanında erozyon buradan tahmin edilebilmektedir.

Gökaşan (2000)'de, Doğan ve Kurter'in edit rl  nde, birçok araştırmacının makale katılımları ile Marmara Denizi'nin jeolojik oşinografisini farklı ve çeşitli konulardan ele almışlar ve özetlemişlerdir. Sismik, paleontolojik, sedimentolojik, paleoco rafik, coğrafik, uzaktan algılama, gravite, manyetik, palinolojik ve jeokimyasal verilerden Türkçe hazırlanmış bir eserdir.

Bayhan vd. (2001), Şarköy Kanyonu yüzeysel sedimentlerinde petrografik ve mineralojik analizler gerçekleştirmiş ve elde edilen sonuçlar ile Geç Kuvaterner döneminde karasal ve denizel etkenlerin bu bölgedeki hakim ve değişen özelliklerini araştırmışlardır. Tüm kayaç ve kil minerallerinin kaynakları ve kanyonda dağılımları ayrıntılı incelenmiştir.

Le Pichon vd. (2001), Fransız R.V. Le Suroit araştırma gemisi ile Marmara Denizi'nde çok sayıda yüksek ayrımlı batimetrik, sparker ve derinden çekilen sismik yansıma profillerini inceleyerek, Marmara Denizi'ndeki doğrultu atımlı ana fay sisteminin varlığını teyit etmişlerdir. Bu çalışmada, daha çok Şarköy Kanyonu'na yakın Tekirdağ Çukuru tanıtılmıştır.

Aksu vd. (2002), Karadeniz ve Marmara Denizi'nin Geç Buzul-Holosen paleoşinografisini araştırmak için derin dalmalı sparker/boomer sismik profilleri ve gravite sediment karotlarından faydalanmışlardır. Sediment karotlarında tane boyu ve toplam organik karbon analizleri, radyokarbon tarihlendirme, mikropalaeontolojik tanımlama, oksijen ve karbon izotop stratigrafileri ile Marmara Denizi'ndeki son 30.000 yıllık göl ve deniz ortamsal koşulları belirtilmiş ve suboksik koşullara bağlı olarak da 29.000-23.000 ve 10.000-6.000 yılları arasında sapropel oluşumuna dikkat çekilmiştir.

Ambraseys (2002), tarihi verilerden faydalanarak Marmara Denizi'ndeki son 2.000 yıllık sismik aktiviteleri ve depremleri tanıtmıştır.

Hiscott ve Aksu (2002), Marmara Denizi ve Karadeniz'in (sınırlı Şarköy Kanyonu verileri ile) son 30.000 yılda değişen deniz seviyesine bağlı geç Kuvaterner gelişim tarihçesini yüksek ayrımlı sismik ve C-14 tarihlendirilmiş gravite sediment karot verileri ile değerlendirmişlerdir. Marmara Denizi'nde son 30.000 yıllık çökeller A, B ve C birimlerine ayrılmış olup, üstteki A çamur birimi günümüzdeki deniz tabanından 12.000-11.000 yıl önceki sekans sınırına kadar uzanmakta ve 100-110 metreden az su derinliklerini temsil etmektedir. B birimi 23.000-12.000 yıl önceki alçak deniz seviyesini ve 90 metreden daha derin su derinliklerini temsil etmektedir. Marmara Denizi'nin günümüzden 12.000 yıl önceki Ege Denizi bağlantısı ile deniz düzeyi -90/-75m derinliklere kadar çıkmıştır. Şarköy Kanyonu'ndan alınan 2 metreye varan kalınlığa sahip sediment karotlarının yaşı Holosen olup, sismik veriler ile desteklenmiştir.

Mudie vd. (2002), çalışma alanı ve yakın civarının G.Ö. 33.600-24.000 yıllarında başlayarak, günümüz geç Holosen Interglasyel dönemine kadar iklimsel değişimlerin

etkisinde kaldığını polen analizlerinde yapmış oldukları çalışma ile ortaya koymuşlardır.

Yaltırak vd. (2002), Çanakkale Boğazı ve Şarköy Kanyonu'nun kenarlarındaki karasal alanları da içine alacak şekilde batı Marmara Denizi'nin geç Pleyistosen döneminde tektonik yükselime maruz kaldığını, arazi gözlemi, paleontolojik, oksijen izotop ve radyo izotop yaşlandırma verilerini değerlendirerek belirtmişlerdir. Bu çalışmaya göre, Şarköy Kanyonu'nun batı ve doğu kıyıs al anları son 225.000 yılda, ortalama 0,40 mm/yıl yükselmektedir.

Gök aş an vd. (2003), tarafından ayrıntılı incelenen mevcut çok hüzmeli batimetrik ve sismik veriler ile Marmara Denizi'nin morfotektonik evrimini ve kanyonun tektonik gelişimini ortaya koymuşlardır. Kanyonu kesen ve yeni tespit edilen çeşitli fay sistemleri 3D modelleri ile daha belirgin olarak sunulmuştur.

Okay vd. (2004), Şarköy Kanyonu'nun Tekirdağ Çukuru'na bakan kuzey kısmının sıkışma ve genişleme tektonik rejimlerine bağı olarak asimetrik bir yarı-graben şeklinde geliştiğini söyleyerek Pleyistosen'den günümüze kadar bölgedeki yanal fay atımlı hareketlere bağı olarak 2,5 km'den daha kalın bir çökelinin biriktiğini belirtmişlerdir.

Gazioğlu vd. (2005), Marmara Denizi'nde (Şarköy Kanyonu'nun Tekirdağ Çukuru'na uzanan yamaçlar dahil) aldıkları çok hüzmeli ışın verileri ile ayrıntılı batimetrik modeller sunmuşlar ve denizin morfolojik yapılarını tanıtmışlardır. Tabanda kaymalar, kanal ve vadi türü yapılar 3D-görüntüleri ile belirtilmiştir.

Okay ve Ergün (2005), Marmara Denizi'nde 27 farklı plajdan alınan kum örneklerinde, tane boyu ve ağır mineral dağılımını incelemişlerdir. Tekirdağ ve Silivri koylarında yaptıkları ağır mineral çalışmalarında, aşınmalı olan kıyılarda yüksek yoğunluklu opal, granat ve zirkon gibi minerallerin; birikmenin meydana geldiği doğu kesimlerde ise

düşük yoğunluklu epidot, amfibol, piroksen ve mika gibi ağır minerallerin depolandığını tespit etmişlerdir.

McHugh vd. (2006), Marmara Denizi'nin tabanı altında gömülü Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin sismik ve tektonik gelişim tarihçesini yüksek ayırmalı ve çok hüzmeli batimetrik ve taban altı sismik profilleme ve sediment karot örnekleri ile araştırmışlar ve fay kontrollü denizaltı deprem jeolojisini, karasal veriler ile karşılaştırmışlardır. Geçmişteki tarihi depremlerin izleri sediment karotlarında saptanmaya çalışılmıştır.

Uluadam (2006), Şarköy Denizaltı Kanyonu'nda Geç Kuvaterner sedimentasyonu üzerine yüksek lisans tezi yapmış ve tektonizma ile deniz seviyesi değişim süreçlerini araştırmıştır. Bu tez çalışmasında tüm karotların litolojisi çıkarılmış, 5 hatta sismik profiller incelenmiş ve sedimentlerde su miktarları dağılımları tartışılmıştır. Ağır metal jeokimyası ise çalışılmamıştır.

Ergin vd. (2007a, b), Marmara Denizi'nin batısındaki denizaltı Şarköy Kanyonu'nun Geç Kuvaterner sedimentasyonu ve tektonizmasını çalışmışlardır. Çalışma, deniz seviyesi değişiminin ve tektonik süreçlerinin etkilerini konu alan sismik yansıma profilleri, karotlarda sediment analizi, radyokarbon tarihlendirme ve tane boyu, karbonat ve organik karbon gibi petrografik incelemeleri kapsamaktadır. Faylar, sediment yapısındaki deformasyonlar ve kayma, göçme gibi tabanda kütle hareketleri etkin ve yaygın gözlenen süreçlerdendir.

Eriş ve Çağatay (2008), Marmara Denizi İstanbul Boğazı girişinde sismik profil ve karotlarda, ayrıntılı stratigrafik ve kronolojik çalışmalar yapmışlardır. Son Buzul Maksimum döneminden günümüze deniz seviyesi değişimlerini incelemişlerdir. Bu dönem süresince Marmara Denizi'nde çökelen birimler -105 m su derinliğine kadar yüzeyleyen uyumsuz yüzey üzerinde çökelmiştir. ¹⁴C yaşları ile sismik profillerde ayırtlanan birimlerin, yaşları ve fasiyesleri belirlenmiştir. G.Ö. 12.000-10.600 yılları arasında Karadeniz'den Marmara Denizi'ne su akışı sonucu İstanbul Boğazı paleo-kanalı içerisinde çökeller oluşmuştur. Holosen başı olan günümüzden yaklaşık 12.000 yıl önce deniz seviyesinin yükselmeye başlamasının ardından G.Ö. 10.600 ve 9.800

yıllarında durağan deniz seviyesi dönemleri gelişmiştir. Delta çökellerinin ise G.Ö. 6.400 ile 3.200 yılları arasında çökeldiği tespit edilmiştir.

Gökaşan vd. (2010), Çanakkale Boğazı ve bu boğazın Marmara Denizi'ne ve Ege Denizi'ne uzantılarına ait, çok sayıda yüksek ayırmalı ve tek kanallı sismik ve çok hüzmeli batimetrik veri toplamışlardır. Bu veriler ile Ege-Çanakkale Boğazı-Marmara Denizi kanal sisteminin geç Kuvaterner evrimini incelemişlerdir. Bu kanal sisteminin (Şarköy Kanyonu dahil) bugünkü morfolojik şeklini almasında, son buzul sonrası Akdeniz-Marmara Denizi bağlantısı ve gelişen erozyon süreçlerinin önemine dikkat edilmiştir. Sismik profillerin sekans stratigrafik analizleri ile alçalan ve yükselen deniz seviyelerine ait sediment birimleri tespit edilmiştir. Özellikle erozyonal karakterdeki Şarköy Kanyonu tabanının gelişmesinde güneybatıdan giren Akdeniz sularının etkileri belirtilmiştir.

Engin vd. (2012), “Biga Yarımadası'nın Metalojenesi” çalışmasında, Biga Yarımadası'ndaki levha tektonizmasına ve yay magmatizmasına bağlı metalik cevherleşmeleri, içerdikleri ana ve eser elementlerin dağılımlarını tanıtmışlar ve tartışarak yorumlamışlardır. Burada ayrıca jeojenik ağır metal kaynaklarının oluşum ve gelişimi de sunulmuştur.

Zitter vd. (2012), Marmara Denizi'nde toplanan mevcut verileri (yüksek ayırmalı batimetrik veriler, tabanaltı ekosonder ve sismik yansıma profilleri, deniz tabanı vizuel görüntüleri, sediment karotlarının stratigrafik değerlendirmeleri dahil) yeniden derleyerek yamaç duraysızlığına ve deniz tabanı gravite kütle hareketlerine dikkati çekmişlerdir. Şarköy Kanyonu da dahil, Marmara Denizi'nin birçok sualtı bölgesinde Kuzey Anadolu Fayı boyunca aktif tektonizmanın ve östatik deniz seviyesi değişimlerinin, Akdeniz ve Karadeniz arasındaki su değişimini (alçak ve yüksek deniz seviyesi değişimlerinde oluşan gölsel ve denizel ortamsal koşullar) kontrol etmelerini yeniden incelemişlerdir.

2.2 Dünya’da Ağır Metal Deniz Kirliliği/Jeokimyası Üzerine Araştırmalar

Förstner ve Reineck (1974), Kuzey Denizi’nin Alman Körfezi’nden aldıkları sediment karotlarında ağır metal analizleri yapmışlar ve bazı elementlerin güncel sedimentlerde doğal değerlerden daha fazla konsantrasyonlarda biriktiğini belirtmişlerdir. Zn, Hg, Pb, Cu, Cd gibi elementler sanayileşmeye bağlı olarak ve akarsu girdileri ile bazı değerlerden 10 misli ve çok daha fazla zenginleşme göstermişlerdir.

Förstner ve Wittmann (1979), su ortamlarında metal kirliliğine konu olabilecek farklı ekolojik, çevresel, jeolojik, kaynak, taşınım, arıtım, birikim mekanizmaları ve zenginleşme, tespit analizi, su-sediment-biyoloji gibi koşul, yöntem ve tekniklerin tanıtıldığı önemli bir el kitabı yazmışlardır. Bu tez çalışmasına fayda sağlayabilecek birçok bilgi burada mevcuttur.

Hart ve Lake (1987), Avustralya’da deniz sedimentlerinde ağır metal deniz kirliliği ve canlıların zehirlenmesi üzerine yapılan çok sayıda çalışmayı özetlemiştir.

Abu-Hilal ve Badran (1990), Kızıl Deniz’de Ürdün’ün Aqaba Körfezi’nden alınan sediment karotlarında tespit edilen nispeten yüksek ağır metal konsantrasyonlarına ait kaynakların, kirliliğe ve kirliliğin etkilerine işaret etmişlerdir. Cd, Co, Cu, Fe, Mn, Pb ve Zn konsantrasyonlarının nispeten yüksek olduğu ve bu durumun kanalizasyon çıkışları, bot ve gemi aktiviteleri ve endüstri deşarjları gibi antropojenik süreçlerden kaynaklan ağır metal kirleticilerden geldiği saptanmıştır.

Ergin (1990), Almanya’da Baltık Denizi’nin batısında Eckernförder ve Geltinger Körfezlerinden alınan 2 sediment karotunda çok sayıda örnek; tane boyu, organik karbon, karbonat, ağır metal analizlerine tabi tutulmuş ve ağır metal deniz kirliliği incelenmiştir. 1880-1978 yılları arasında (sanayileşme sonrası) çökelen sedimentlerde, 1880 yılı öncesine göre (sanayileşme öncesi), Cu, Pb, Zn, Cd ve Hg konsantrasyonları 1,5-15 misli zenginleşme göstermişlerdir. Sanayileşme ile başlayan fosil yakıtların artan kullanımı, ağır metal kirliliğini devam ettirmiştir.

Seideman (1991), ABD'nin New York Eyaleti Jamaica Körfezi'nde metal kirliliği, sediment analizleri ile teyit edilmiştir. Körfeze, kanalizasyon ve atmosferik girdiler ile yüksek konsantrasyonlarda Zn, Cu, Ni ve Cd'nin taşınmış olduğunu göstermiştir.

Windom vd. (1998), Karadeniz'de metal kirliliğinin tespit edilmesi için birçok sayıda araştırmacının, geçmiş ve güncel çalışmalarını incelemişler ve bu çalışmaları yorumlayarak özetlemişlerdir.

Secieru ve Secieru (2002), Karadeniz'in kuzeybatı şelfinde (Romanya) ve özellikle de Tuna Nehri delta önünde yüzeysel deniz sedimentlerinde insantüremsel (antropojenik) ağır metal zenginleşmesi (kendisini yüksek Co, Ba, Cu, Pb, Zn ve Cd konsantrasyonları ile göstermiştir) saptanmıştır. Artan metal derişimleri kısmen deltadaki petrol sondaj çalışmalarına ve Tuna Nehri'nin drenaj alanındaki çeşitli antropojenik süreçlere bağlanmıştır.

Adamo vd. (2005), İtalya'nın Neapel limanında deniz sedimentlerinde metal kirliliğini, yüzeysel ve derin karotlar üzerinde incelemişlerdir. Yüzey sediment ve derin karot verileri birbirleri ile karşılaştırılmış ve derinden elde edilen doğal değerlere göre yüzeydeki metal konsantrasyonlarındaki artışlar hesaplanmıştır. Antropojenik kaynaklı Cd, Zn, Cr ve Cu artışlarının gemi inşa ve petrol rafine süreçlerinden kaynaklandığını tartışmışlardır.

Lorenzo vd. (2007), İspanya'nın Galicia kıyılarındaki haliçlerde, ağır metal kirliliğinin tarihsel analizini yapmışlardır. Alınan sediment karotlarında ağır metal tür ve konsantrasyonları analiz edilmiş ve SPSS PCA istatistiksel yöntemleri ile yorumlar yapılmıştır. Yüksek Cr konsantrasyonları ile tabakhaneler, Cu ve Co ile madencilik faaliyetleri ve Cu ile kısmen tarım ve zirai ilaçların üretimi ilişkilendirilmiştir. Cr konsantrasyonlarının kısmen de olsa çevredeki ultramafik kayalardan jeojenik olarak geldiği saptanmıştır.

Lepland vd. (2010), Norveç'in Oslo limanından aldıkları sediment karotlarında ağır metal ve radyometrik tarihlendirme analizleri sonucunda 1940-1970 tarihleri arasında sedimentte Cu, Cd ve Hg konsantrasyonlarında artış tespit etmişler ve bunu liman içindeki gemi trafiğine bağlamışlardır. Ayrıca, önceden kirlenen sedimentler de deniz taşıtı pervanelerinin hareketleri ile daha yüzeye çıkmışlardır.

Tramonte vd. (2018), Brezilya'nın güneydoğusundaki Cananea-Iguape kıyılal sistemini, sediment karotlarında Cu, Zn ve Pb konsantrasyonlarının tarihi kronolojik değişimini, bu elementlerin jeokimyasal davranışlarını ve çevreye etkilerini saptamak için bir deniz kirliliği araştırması yapmışlardır. Maden işletmeciliğinin neden olduğu bu antropojenik aktivitenin metal konsantrasyonlarını arttırdığı belirtilmiştir.

2.3 Türkiye'de (Şarköy Kanyonu Hariç) Ağır Metal Jeokimyası/Deniz Kirliliği Üzerine Araştırmaları

Ergin vd. (1991), İstanbul Boğazı Haliç'inde ve İzmit Körfezi'nde yüzeysel sedimentlerde ağır metal konsantrasyonlarını ölçmüşler ve sonuçları çeşitli doğal ve antropojenik veriler ile karşılaştırmışlardır. Haliç'te Zn, Cu, Pb ve biraz da Cr konsantrasyonları dünyanın kirli-çok kirli bölgelerinde tespit edilen değerlere oldukça yakın çıkmıştır. Burada metal zenginleşme faktörleri 192'ye kadar hesaplanmıştır.

Teksöz vd. (1991), İstanbul Boğazı Haliç'inde kirlilik kronolojisini ortaya koymak için Pb-210 radyometrik tarihlendirme yöntemi ile sediment birikim hızını tespit etmişlerdir. Haliç'te yılda 3,5 cm sediment biriktiği hesaplanmıştır.

Yücesoy ve Ergin (1992), Karadeniz'in Türkiye karasuları içinde güney şelfi ve üst kıta yamacından alınan yüzeysel sedimentlerin ağır metal jeokimyasını (tane boyu, karbonat, organik karbon dahil) topografya, biyolojik aktivite ve kara jeolojisi ile birlikte incelemişlerdir. Cr, Ni ve Cu nispeten yüksek konsantrasyonlarda bulunmuş ve bunların buradaki kıyıardal maden-mineral yataklarından gelmiş olabileceğine işaret etmişlerdir. Bu madenlerin işletmesinden kaynaklanan antropojenik etkilerin de metal artışına sebep olabileceğini söylemişlerdir. Yüksek Cr ve Ni ile Zn ve Pb konsantrasyonlarının benzer

kaynaklardan türediğini veya sedimentte benzer koşullarda zenginleşmiş olabileceği görüşünü savunmuşlardır.

Ergin (1994), Marmara Denizi havzalarındaki taban sedimanlarında gözlenen Mn zenginleşmesinin genellikle diyajenetik süreçlerle meydana geldiğini, fakat Karadeniz'den Mn gelişi ve KAF'ın sismik etkisi sonucu ortaya çıkan hidrotermal getirimlerin de dikkate alınmasının gerekliliğini vurgulamıştır.

Ergin (1995), Marmara Denizi ortasında ve doğu-batı doğrultusunda uzanan derin çukurluklardan alınan çökellerin sıg su çökellerine göre (307-2059 ppm Mn) daha çok manganez (9700-6400 ppm Mn) içerdiğini belirtmiştir. Yüksek konsantrasyondaki manganezin diyajenetik ve hidrojenetik olaylardan, deniz tabanı hidrotermal kaynaklardan ve/veya Karadeniz'den yüzeysel akıntılarla taşınmış olabileceğini belirtmiştir.

Ergin vd. (1996), İskenderun Körfezi yüzeysel deniz sedimentlerinde kaynak, dağılım ve çökelme kontrol koşullarını inceledikleri çalışmada, ana ve eser elementler ile sedimentlerin tane boyu, karbonat ve organik karbon miktarları analiz etmişlerdir. Element konsantrasyonları çoğunlukla değişen oranlarda tane boyu ve biyojenik karışımlar ile kontrol edildiği tespit edilmiştir. Yerkabuğu ortalamasından nispeten yüksek Mg, Ni, Cr, Co, Zn ve Pb konsantrasyonlarının kısmen kıyı ve ardındaki mafik-ultramafik kaynak kayalardan geldiği saptanmıştır. Ayrıca, alüminyum silikatlar, Fe-Mn oksihidroksitler ve organik malzemelerin önemli metal taşıyıcısı oldukları da tahmin edilmektedir.

Aksu vd. (1998), İzmir Körfezi'ndeki deniz kirliliğini, yüzeysel sedimentlerde inorganik ve organik kirletici miktarları ile değerlendirmişlerdir. Körfezin iç kısımlarında Ag, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, P, Pb, Sb, Sn, V ve Zn konsantrasyonlarında ve özellikle de 1976-1990 yılları arasında kirliliğe işaret eden önemli zenginleşmeler tespit etmişlerdir. Organik ve inorganik kirleticilere göre körfez çok kirli olup biyolojik topluluğu da tehlikeye sokmaktadır. İç kısımlardaki kirlenmeye göre, orta ve dış

kısımlar daha az kirli ya da temizdir. Burada Gediz Nehri'nin İzmir Körfezi'ne önemli miktarlarda endüstriyel deşarj bıraktığı da belirtilmektedir.

Algan vd. (1999), İstanbul Metropolitan alan çalışmasında 28 istasyondan kepçe ve karotla aldıkları denizel sedimentlerde ağır metal kirliliğini incelemişlerdir. Sonuçta Cu, Pb ve Zn'nin önemli mrlarda artmadığını, fakat Fe ve Mn'de artış olurken Hg ve Ni konsantrasyonlarının azaldığını belirlemişlerdir. Sonuçta, bu durumun iki tabakalı yüksek enerjili suyun dinamiğinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmişler ve İstanbul'un dünyadaki diğer benzer bölgeler kadar kirlenmediğini ortaya koymuşlardır.

Balkıs ve Çağatay (2001), Erdek Körfezi'nin yüzeysel sedimentlerinde metal dağılımlarını (sıralı seçmeli özümleme yöntemi dahil) kontrol eden faktörleri incelemişlerdir. Fe, Mn, Pb, Cu, Ni, Cr, Zn ve Hg konsantrasyonları çoğunlukla karadan taşınma doğal jeojenik kaynaklı olmakla beraber antropojenik girdilerin katkısının da olduğu tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, Pb, Zn, Cu, Hg gibi elementlerin çok az miktarlarda antropojenik kaynaklı oldukları da düşünülmektedir. Cu, Ni ve Cr'un ise, çoğunlukla mafik ve ultramafik kayalar ile volkanik kökenli kayaların ayrışma ürünü olduğu tahmin edilmektedir.

Tuncer vd. (2001), ağır metaller ile çok kirlenmiş İstanbul Haliç'i sedimentlerinde 1912-1987 yılları arasındaki metal kirliliğinin gelişim tarihçesini ortaya koymuşlardır. Litofil elementlerden Li, K, Rb, Mg, Ca, Ba, Al, La, Ti, V, Mn, Fe, Co ve Ni konsantrasyonları sedimentlerde önemli değişim göstermemişlerdir. Buna karşın Mo, Zn, Cr, Cu, Ag, Pb ve Cd konsantrasyonları ise, antropojenik kaynaklı metal kirleticiler olarak belirtilmiştir. Kirliliğin, demir ve çelik işletmeleri ile diğer metal işleyen fabrikalar ve endüstri deşarjları gibi antropojenik etkilerden kaynaklandığını vurgulamışlardır.

Yaşar vd. (2001), İzmit Körfezi'nden aldıkları yüzey sediment örneklerinde ağır metal konsantrasyonlarını analiz etmişler ve körfezdeki antropojenik kirliliğe dikkati çekmişlerdir. Körfezin iç ve orta kısımlarında jeobirikim hesaplamalarına göre Ag, Cd, Hg, Mo ve Sb bakımından orta kirli ve çok kirli; As, Co, Cu, Pb ve Zn bakımından

kirlenmemiş-orta kirli; Cr, Ti ve V ile de kirlenmediğini belirtmişlerdir. Kirliliğin kaynağı yerel/yerleşim (arıtılmamış atıklar), endüstriyel (arıtılmamış sıvı ve katı atıklar) ve atmosferik (motor, tren, gemi, kömür ve petrol kullanımı, toz, kül dahil) olarak tanımlanmıştır.

Küçüksezgin vd. (2006), İzmir Körfezi yüzeysel sedimentlerinde besin maddesi, ağır metal ve toplam hidrokarbon miktarlarının ölçümleri ile bu körfezde deniz kirliliğini tespit etmişlerdir. Körfez girişindeki nispeten doğal değerlere yakın Hg, Cd, Pb ve Cr konsantrasyonları, körfez içinde antropojenik kaynak olarak oldukça yüksek bulunmuştur.

Ünlü vd. (2006), Gemlik Körfezi'nde, almış oldukları yüzeysel sediment örneğinde gerçekleştirdikleri tane boyu, karbonat, organik karbon, palaeontolojik ve diğer organik analizleri ile körfezde antropojenik kirliliğe dikkat çekmişlerdir. Fe, Mn, Pb, Cu ve Cd kısmen kentsel ve endüstriyel kaynaklı olup, Kocasu Nehri ile körfeze taşınmaktadır. Söz konusu çalışmada bazı foraminifer türleri de kirliliğin biyoindikatörü olarak kullanılmıştır.

Yiğit (2006), Marmara Denizi Tekirdağ Çukuru'nun sedimantolojisi ve jeokimyası üzerine yaptığı doktora tez çalışmasında, Tekirdağ Çukuru'nda çoğunlukla düşük karbonatlı kil ve siltçe zengin sedimanların depolandığını, bentik karbonatlı sedimanların kuzey şelfte yerleştiğini; ayrıca karotların orta ve alt kısımlarında tespit edilen sapropellerin Marmara Denizi üst sapropellerine benzerlik gösterdiğini belirlemiştir. Üç ayrı profilde tespit edilen sismik fasiyeslerin kütleli taban hareketlerine işaret ettiği vurgulanmıştır. Bölgede nispeten yüksek oranlarda belirlenen Pb, Zn, Cu konsantrasyonlarının antropojenik, Mn'nın diyajenetik, Cr ve Ni'in jeolojik (magmatik) kaynaklı olduğunu göstermiştir.

Okuş vd. (2007), Biga ve Gönen Nehirlerinin Erdek Körfezi'ne taşıdığı ve Kocasu Nehri'nin Gemlik Körfezi'ne taşıdığı sediment ve metal kirleticileri incelemiştir. Mineralleşmiş ve doğal karasal jeolojik kaynak girdileri ile beraber, yerleşim ve

endüstriyel kaynaklı antropojenik girdilerin körfezlerin sedimentlerinde Pb, Cd ve Hg konsantrasyonlarını arttırdığını belirtmişlerdir.

Sarı (2008), Marmara Denizi'nin güney akarsu (Biga, Gönen, Kocasu ve kolları) drenaj havzalarındaki ağır metallerin kaynaklarını ve olası kirlilik etkilerini yüzeysel sedimentlerin organik karbon ve ağır metal (selektif özümleme dahil) analizleri ile araştırmıştır. Bursa'nın yakınındaki Nilüfer Nehri sedimentlerinde Cr, Ni, Cu, Pb ve Zn'nun zenginleşme faktörünün yüksek olduğunu ($EF > 7$) belirtmiş bunu da antropojenik girdilere bağlamıştır. Balıkesir ve Susurluk bölgelerini akaçlayan Simav Çayı'nda da Pb ($EF > 6$) yüksek konsantrasyonlarında ve antropojenik kaynaklı bulunmuştur. Gönen, Biga ve Kocasu nehirleri sedimentlerinde tespit edilen yüksek Zn, Cr ve Pb konsantrasyonlarının kısmen sanayileşmenin ürünü ve kısmen de mafik-ultramafik ofiyolitik kayalar gibi jeolojik kayalardan geldiğini belirtmiştir.

Yiğiterhan ve Murray (2008), Karadeniz'e boşalan Tuna Nehri ve Türkiye nehirlerinin suda asılı partikül malzemelerinin, eser element bileşimi, süspansiyon ve sediment malzemeleri üzerinde element analizleri gerçekleştirmişlerdir. Tuna Nehri'nin taşıdığı nispeten yüksek Ag, Pb, Zn, Cd, Cu ve Mn konsantrasyonlarının kısmen antropojenik kirlenmeden kaynaklanmış olabileceğini savunmuşlardır.

Barut vd. (2017), İznik Gölü dip sedimentlerinde doğal ve antropojenik etkilerin izlerini jeokimyasal ve mikrofaunal yöntemler ile araştırmışlardır. Co, Cu, Pb ve Zn konsantrasyonları kısmen çok az bir kirliliğe işaret etmektedirler. Genelde metallerin konsantrasyonları yerkabuğunun ortalamasına ve doğal konsantrasyonlarına benzemektedirler.

Sarı vd. (2013), Ambarlı Limanı'nın kirlilik tarihçesini, farklı sediment kalite sınıflandırmaları, jeobirikim indeksi ve zenginleşme faktörlerini kullanarak sediment kalitesi ve ekotoksikolojik riskleri araştırmak için 3 karot numunesi almışlardır. Zenginleşme faktörlerinin sonuçlarına göre 0-2cm aralığında bazı ağır metallerin orta ve önemli denilecek şekilde kirlendiği ortaya konulmuştur. Cu ($EF = 30$)'daki zenginleşmenin ise çok yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumu jeobirikim indeksi

de desteklemektedir. Karotların en üst 2 cm'lik kısmında Cu, Pb ve Zn konsantrasyonlarının hızla artmasının, liman aktivitesinden kaynaklandığını vurgulamışlardır.

2.4 Şarköy Kanyonu'nda Ağır Metal Jeokimyası/Deniz Kirliliği Üzerine Araştırmalar

Bodur ve Ergin (1994), kanyondan aldıkları bir adet kutu karot örneği ve kepçe ile alınan çok sayıdaki yüzey sediment örneklerinde, bazı petrografik ve jeokimyasal özellikleri araştırmışlardır. Holosen sedimentlerin tane boyu, organik karbon, karbonat ve element/ağır metal dağılımları ile istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Terijenik ve biyojenik karışımların değişen oranları sedimentin dokusal özellikleri birçok ağır metalin konsantrasyonlarını kontrol etmektedir. Bazik ve ultrabazik kayaların bozunma ürünleri olarak kısmen Cr ve Ni'in, antropojenik kirlilik etkilerden kaynaklı olarak da kısmen Cu, Zn, Pb artışının olduğunu belirtmişlerdir.

Ergin (1994), Şarköy Kanyonu'nu da içine alan Marmara Denizi'nin sığ ve derin sularında elde edilen mevcut verileri yeniden değerlendirmiş ve Fe, Mn ve Co gibi redoksa duyarlı elementlerin oksik/anoksik geçişli sediment kolonunda zenginleşmesine veya azalmasına neden olan kaynak ve mekanizmaları ortaya koymuştur. Yüksek Mn konsantrasyonlarına diyajenetik, hidrotermal etkiler ve suda Mn pompalama zonlarının neden olabileceği tartışılmıştır.

Algan vd. (2004), çok az sayıda Şarköy Kanyonu örnekleri dahil, Marmara Denizi yüzeysel şelf sedimentlerinde ağır metallerin kaynaklarını araştırmışlardır. Marmara Denizi güney şelf bölgesinde sedimentlerde ölçülen nispeten yüksek Ni, Cr, Pb, Cu ve Zn konsantrasyonlarının kısmen antropojenik etkilerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yer yer birkaç bölgesel metal zenginleşmeleri hariç, genelde Marmara Denizi sedimentleri ağır metaller ile önemli bir kirliliğe işaret etmemekte ve değerler ortalama yerkabuğu bileşimine benzemektedir. Çalışmada şelf sedimanlarında metal içeriğindeki çeşitliliğin, kuzey ve güney kıyı gerisi kayalarının jeokimyasal farklılıklarından kaynaklandığından bahsedilmiştir. Marmara Denizi'nin kuzey şelfindeki yüzeysel

sedimanlarda ağır metal konsantrasyonunu inceleyerek Pb, Cr, Cu, Hg ve Zn gibi bazı ağır metallerin zenginleşmesinin, İstanbul Boğazı'ndan gelen evsel ve endüstriyel atıklardan kaynaklı antropojenik kökenli olabileceğinden bahsetmişlerdir. Erdek ve Gemlik Körfezlerinde kısmen de olsa Pb, Zn, ve Cu zenginleşmesi görülmektedir.

Ergin vd. (2007a,b), Şarköy Denizaltı Kanyonu'nda Geç Kuvaterner tektonizma ve deniz seviyesi değişim süreçlerini bir TÜBİTAK projesi (YDABÇAG-102Y113) çerçevesinde araştırmışlardır. Uluadam (2006), Çorbacioğlu (2011) ve Aktan (2019)'a ait yüksek lisans tezleri bu proje çerçevesinde gerçekleşmiştir.

Kurun vd. (2007), Şarköy de dahil olmak üzere 4 noktadan aldıkları karot örneklerinde, Marmara Denizi'nin kuzey iç şelfinden elde edilen alt yüzey sedimanlarında ve karides türlerinde birken toplam metal konsantrasyonunu belirlemişlerdir. Karideslerde Cu, Cd ve Pb değerlerinin genellikle izin verilen maksimum limitleri aştığı görülmüştür. Tekirdağ'dan alınan karides örneklerinde Zn kirliliğinin aşırı fazla olmasını endüstriyel kirliliğin bir göstergesi olarak belirtmişlerdir.

Çorbacioğlu (2011), yüksek lisans tezinde Şarköy Kanyonu'nda Holosen sedimentlerinin jeokimyasını çalışmıştır. Burada 150-350 cm sediment kalınlığına sahip 6 karot (4, 5, 6, 7, 8 ve 13 nolu) üzerinde tane boyu, toplam karbonat ve toplam organik karbon ile çoklu element analizleri yapılmıştır. Element konsantrasyonlarının çoğunlukla ortalama yerkabuğu değerlerini temsil ettiği belirtilmiştir. Korelasyon katsayı matrisi, PCA faktör analizi, dendogram gibi istatistiksel veri değerlendirmeleri kullanılmıştır. Bu çalışmada tüm karot uzunluklarında jeokimyasal analizler yapılmış, fakat jeojenik ve antropojenik karşılaştırmaların yapılabileceği karotların üst 25 cm'si ayrıntılı çalışılmamıştır.

ÇŞB TÜBİTAK-MAM (2017), çok az sayıda Şarköy Kanyonu ve çevresi örnekleri de dahil olmak üzere, Marmara Denizi'nde çevre kirliliği üzerine 2014-2016 yılları arasında Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Çalışmaları yapmış/yaptırmıştır. Hg, Ni, Cu, Cr, As ve Pb konsantrasyonlarının çok az da olsa artış gösterdiği ve ERL değerlerinin az üstünde ölçüldüğü belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Ankara Üniversitesi-MTA arasındaki bilimsel işbirliği ve TÜBİTAK desteğiyle (Proje YDABÇAG-102Y113) gerçekleştirilen “Şarköy Denizaltı Kanyonunda Geç Kuvaterner Tektonizma ve Deniz Seviyesi Değişim Süreçlerinin Araştırılması” isimli proje çerçevesinde karot örnekleri alınan (Şekil 3.1) bu yüksek lisans tez çalışması, takriben son 250 yılda biriken karot sedimentlerinin antropojenik ve jeojenik ağır metal jeokimyasını kapsamaktadır. Ayrıca daha önce proje kapsamında 5 hat üzerinde tek kanal ve hava tabancası ile alınan sismik yansıma profilleri de (Şekil 3.2) yorumlanarak değerlendirilmiştir.

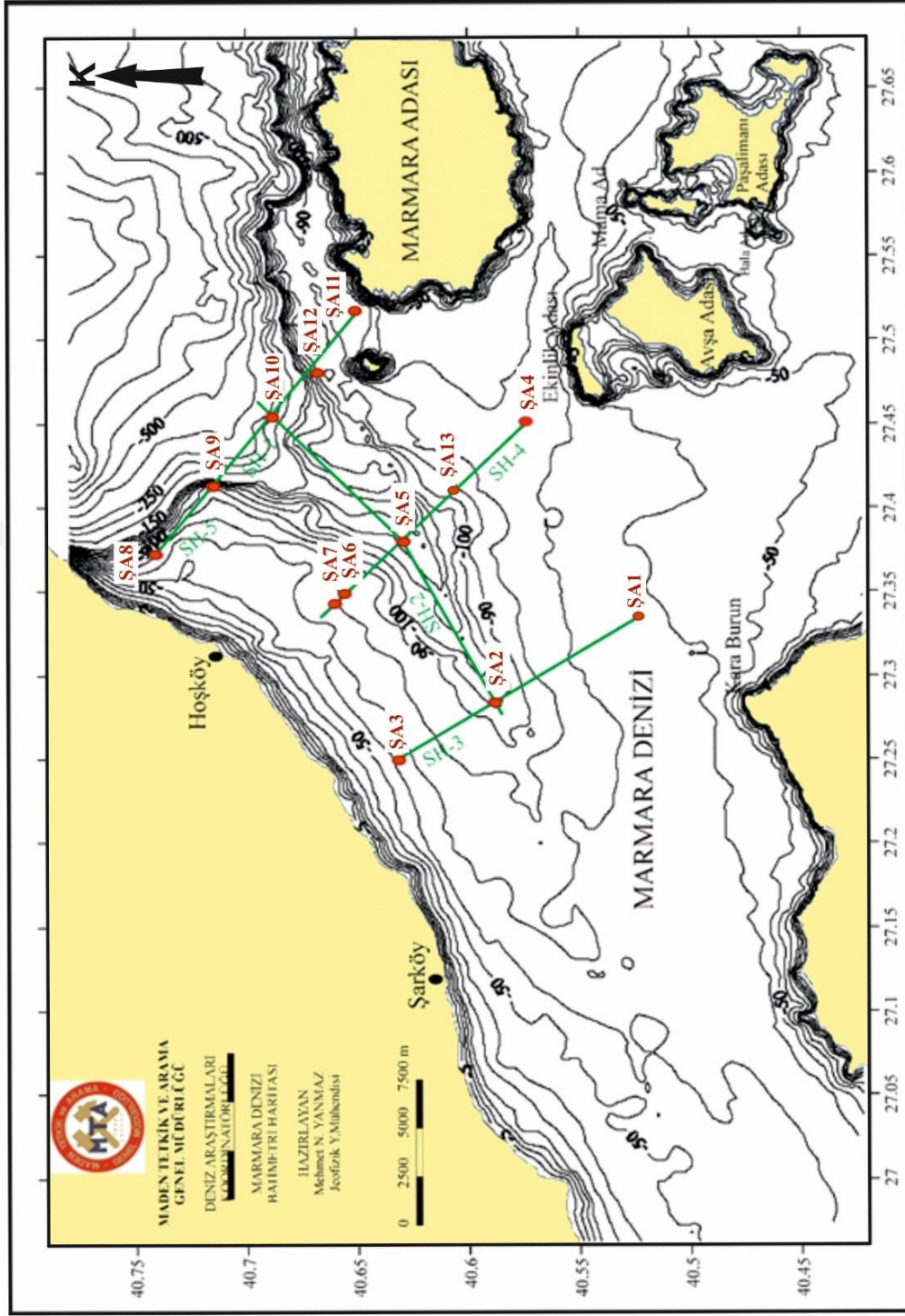
3.1 Sediment Karotlarının Alınması

Proje çerçevesinde, 2002 yılında MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile Marmara Denizi'nin batısında, Şarköy–Hoşköy–Marmara Adası–Kara Burun arasında kalan ve tabanı çoğunlukla vadi veya kanyonlar ile şekillendirilmiş denizel alandan örnekler alınmıştır. 50-400 m arasında değişen su derinliklerinde ağırlıklı serbest düşmeli karotiyer ile 12 farklı noktadan karot numunesi alınmıştır (Ergin vd. 2007a) (Şekil 3.1-3.2) (Çizelge 3.1). Karot örnekleme noktalarında deniz tabanındaki olası yapısal ve dokusal özellik ve değişimleri görebilmek için karotlar sismik profillemeye hatları üzerinde alınmıştır. 63-435 cm arasında değişen kalınlıklara sahip sediment karotları; ŞA-1, ŞA-2, ŞA-3, ŞA-4, ŞA-5, ŞA-6, ŞA-7, ŞA-8, ŞA-9, ŞA-10, ŞA-12 ve ŞA-13 litostratigrafik çalışmalar için boydan boya 2 eşit parçaya kesilmiştir (yarılanmış). Tane boyu, organik karbon, karbonat, radyokarbon tarihlendirme, su miktarı ölçme gibi analizler için karotlar tekrar 25 cm'lik dilimlere bölünmüştür. Proje'de elde edilen sonuçlar (Ergin vd. 2007a, Ergin vd. 2007b) ve kısmen Uluadam (2006) ve Çorbacıoğlu (2011)'de kullanılmıştır. Bu tez çalışmasında ise seçilen 10 adet karotun (ŞA-1, ŞA-2, ŞA-3, ŞA-4, ŞA-5, ŞA-6, ŞA-8, ŞA-9, ŞA-10, ŞA-13) alındığı su derinlikleri 60-250 m, sediment kalınlıkları ise 200-440 cm arasında değişmektedir (Çizelge 3.1). Üst 25 cm'si 5'er cm'lik dilimlere ayrılarak ICP MS- ICP OES ve XRF analiz yöntemleri ile jeokimyasal element analizlerine tabi tutulmuştur.



Şekil 3.1 Şarköy Kanyonu'ndan 2002 yılında MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile ağırlıklı serbest düşmeli sediment karotlarının alınması

(Konum için şekil 1.1, 3.2 ve çizelge 3.1'e bakınız)



Şekil 3.2 Çalışma alanı Şarköy Kanyonu'ndan 2002 yılında MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile alınan sediment karotlarının alındıkları nokta istasyonları ve sismik yansıma profil hatlarının Marmara Denizi batimetrik haritasında (Anonim 2004b) gösterimi

Şekil 3.2 ve çizelge 3.1'de de görüldüğü gibi, Karot ŞA-1, Şarköy Kanyonu'nun güneybatısında, Kara Burun ve Avşa Adası arasında, Biga-Gönen denizaltı kanyonu girişinde ve 62 m su derinliğinden alınmıştır.

Çizelge 3.1 Şarköy Kanyonu’ndan 2002 yılında MTA SİSMİK-1 Araştırma Gemisi ile alınan sediment karot örneklerinin alındıkları su derinlikleri, koordinatları ve sediment kalınlıkları (Konum için şekil 1.1 ve 3.2’ye bakınız)

Karot No	Koordinatlar		Su Derinliği (m)	Sediment Kalınlığı (cm)
	Enlem (K) (°,')	Boylam (D) (°,')		
ŞA1	40,524	27,3325	62,1	209
ŞA2	40,588	27,2817	99,1	297
ŞA3	40,6327	27,2473	62,1	304
ŞA4	40,5723	27,45	73,5	314
ŞA5	40,6299	27,3789	136,9	294
ŞA6	40,65581	27,34733	85,5	237
ŞA8	40,755	27,3504	60,9	245
ŞA9	40,7153	27,4123	100,1	435
ŞA10	40,6883	27,4533	245,1	313
ŞA13	40,6075	27,4045	92,8	345

Karot ŞA-2; Şarköy Kanyonu’nun güneybatısında, Çanakkale Boğazı’na girişte, kanyon ekseninin baş tarafında ve 99 m su derinliğinden alınmıştır. Karot ŞA-3; Şarköy Kanyonu’nun KB yamacında, Şarköy-Hoşköy arasında kıyısız bölgelere yakın ve 62 m su derinliğinden alınmıştır. ŞA-4; Şarköy Kanyonu’nun güneydoğusunda, 73,5 m su derinliğinde, Ekinlik-Avşa-Marmara Adaları arasında bulunan denizaltı vadisine/kanyonuna benzer başka bir morfolojik yapının iç ekseninden alınmıştır. Karot ŞA-5; Şarköy Kanyonu’nu kuzeydoğu-güneybatı yönlü kesen eksen üzerinde, Şarköy ve Marmara Adası arasında kalan, kanyonun Tekirdağ Çukuru’na doğru derinleşen bölgesinde ve takriben 137 m su derinliğinden alınmıştır. Karot ŞA-6; Hoşköy’ün güneydoğu açıklarında, Şarköy Kanyonu’nun kuzey yamacında ve 85,5 m su derinliğinden alınmıştır. Karot ŞA-8; Hoşköy’ün kuzeydoğusu ve Şarköy Kanyonu’nun

kuzeydoğusunda, Tekirdağ Çukuru'na açılan sarp meyilli yamaç kenarından ve 61 m su derinliğinden alınmıştır. Karot ŞA-9; Hoşköy' n doğusu ve Şarköy Kanyonu'nun kuzeyinde, 100 m su derinliğinden alınmıştır. Karot ŞA-10; Hoşköy ve Marmara Adası arasında, Şarköy Kanyon ekseninin kuzeydoğu yönünde derinleşen ve derin Tekirdağ Çukuru'na açılan ayağında 245 m su derinliğinden alınmıştır.

Marmara Adası'nın kuzeybatısındaki ve 84 m su derinliğindeki ŞA-11 nolu sediment örnekleme istasyonunda zeminin sert olması nedeni ile sediment alınamamıştır. 92 m su derinliğindeki ŞA-12 nolu sediment örnekleme istasyonunda karotun kısa olması ve fazla kaba tane içermesi nedeni ile bu çalışmada kullanılmamıştır. Karot ŞA-13; Marmara Adası'nın batısında, Şarköy Kanyonu'nun meyilli güneydoğu kenarında ve 93 m su derinliğinden alınmıştır (Şekil 3.2).

Karot alma işleminde; vinç yardımıyla denize indirilen serbest düşmeli ve ağırlıklı karotiyer kullanılmıştır (Şekil 3.1). Sediment numuneleri, uzunlukları 4-6 m arasında değişen karotiyer boruları ve 10 cm çaplı karotlar ile alınmıştır. Sediment numunesi karotiyer içerisinde plastik bir i  boru yardımıyla herhangi bir bozulmaya uğramadan çıkarılmıştır.

Gemi güvertesinde takriben 1 metrelik parçalara dilimlenen karotların herbir parçasının alt ve üst kısımları kapatılarak, karotlar dik pozisyonda muhafaza edilmiştir. Sefer sonrası karotlar laboratuvar çalışmaları yapılmak üzere Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne getirilmiştir.

2 karotta (ŞA-2 ve ŞA-10) yapılan radyokarbon yaş tayinlerine göre (Uluadam 2006, Ergin vd. 2007a), bu tez çerçevesinde incelenen Şarköy Kanyonu sedimentlerinin (25-0 cm), takriben günümüzden 1175 ± 123 yıl önce   elmeye başladığı ve   elmenin 17 sene öncesine kadar da devam ettiği g r lmektedir. 0-5 cm arasındaki sediment seviyeleri ise günümüzden 234 ± 25 yıl önce   elmeye başlamıştır. Ayrıca; 20-25 cm arası derinliklerdeki sedimentlerin, günümüzden takriben 1175 ± 123 ile 940 ± 100 yılları öncesi (ortalama 1057 yıl önce)   elmiş oldukları tahmin edilmektedir.

3.2 Karot Sedimentlerinde Çoklu Element Analizleri

Bu tez çalışmasının amaç ve kapsamına uygun olarak, daha önceden proje çerçevesinde alınan ve çoklu jeokimyasal element analizleri için seçilen 10 adet karot, 5'er cm'lik dilimlere ayrılmış olup karotların üst 25 cm'lik (0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25 cm) seviyelerini temsil eden toplam 49 alt örnek seçilmiş ve öğütülmüştür. Öğütülen sediment örnekleri, MTA Analiz Laboratuvarları'nda analiz edilmiştir. Hg elementi Kömür Analizleri Laboratuvarları'nda, diğer elementler ise Jeokimya Laboratuvarları'nda analiz edilmiştir. Element tür ve konsantrasyonları, ICP/XRF yöntem ve teknikleri ile tespit edilmiştir.

XRF–Çoklu ana element analizi için, numune 60 °C'de yaklaşık 12 saat kurutulduktan sonra Retsch Çeneli kırıcıdan geçirilir ve % 85'inin tane boyu 75 mikronun altında olacak şekilde öğütülür. Kırıcıda toz haline gelen numuneden, konileme-dörtleme veya baklava yöntemi ile temsili numune alınır. Neminin giderilmesi için vezin kabında, 105 °C'deki etüvde 4 saat süre ile kurutulur, desikatörde saklanır. Kurutulmuş numuneden yaklaşık 1-1.5 g tartılarak vezin kabına alınır. Kızdırma kaybının hesaplanması için 1050 °C'daki fırında 4 saat bekletilerek kızdırma kaybı işlemi gerçekleştirilir. İşlemden sonra numune desikatöre alınır ve 2-3 saat süresince soğuması için bekletilir daha sonra numunenin tekrar tartımı alınır. Bağlayıcı olarak selüloz kullanılarak 3 g numuneye karşılık 0.9 g selüloz tartılır. Seyreltme faktörü, kütlece 10:3 olarak uygulanmaktadır. Bağlayıcının ve numunenin homojen bir şekilde karışması ve son ürünün parçacık boyutunun 150 µm'den küçük olması için pres işleminden önce, numune ve bağlayıcı bilyalı değirmende 15 dakika boyunca 235 rpm'lik dönme hızı ile karıştırılır. Homojen hale getirilmiş toz numune ve selüloz karışımı, 32 mm çapındaki PVC halkalara pres cihazı ile 350-400 kN'luk basınç uygulanarak tablet haline getirilir. XRF analiz sonuçları, Thermo ARL marka XRF Cihazının UQ programından okutulmuştur. XRF analizlerinin doğruluğu ve hassasiyetini tespit etmek için jeolojik referans örnek (STSD-3 sertifika değeri) kullanılmıştır ve replikat ölçümler de değerlendirilmiştir. (Çizelge 3.2).

ICP- Çoklu eser veya iz element analizi, dörtlü asitte (derişik per klorik asit, derişik hidroklorik asit, derişik nitrik asit, derişik hidroflorik asit) zme işlemi ile TS-ISO 14869-1'e göre modifiye edilerek çözülmüş (1gr kurutulmuş ve gtlmş numune önce nitrik asitte 2 saat bekletilerek organikler uçmakta daha sonra diğerk asitler ilave edilerek ısıtılmakta, 1 gece bekletildikten sonra tekrar ısıtılarak analiz yapılmaktadır), ICP-MS ve ICP-OES lme yöntemi ile analiz gerçekleştirilmiştir. Analizlerin doğruluğunu ve hassasiyetini tespit etmek için jeolojik referans rnek GBW07430 kullanılmış ve replikat ölçümler de değerkendirilmiştir (izelge 3.2). Bazı elementler (Mo, Cd, Sn, Bi, Te, Ge, Se, W, Ta ve Ag) lm limitlerinin altında bulundukları için değerkendirilememişlerdir (Ek-1).

Analiz sonucunda ana elementler (Na₂O, MgO, Al₂O₃, SiO₂, P₂O₅, TiO₂, Fe₂O₃, MnO, CaO, K₂O gibi) XRF tekniğeri ile eser elementler (V, Co, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, As, Mo, Cd, Hg, Sn, Sb, Bi, Te, Ga, Ge, Se, B, Li, Rb, Be, Sr, Nb, W, Ta, Zr, Ba, Hf, Th, U, Ce, Nd, Y, La, Ag gibi) ise ICP tekniğeri ile llmştir (Ek-1).

Hg analizi için numuneler, Hydra C Marka analiz cihazında EPA 7473 standardına göre analiz edilerek sonuçları ng/g (ppb) olarak verilmiş daha sonra ppm'e çevrilmiştir. Standart referans malzeme ile yapılan okumalar 1000 ng/g'dır. Cihazda yapılan okumalar 965, 966, 1080 olup sapmalar % 5 - % 10 aralığındadır. gtlen numuneler 600-800°C arası sıcaklıkta bozundurulur. Hg bileşikleri bozunmasından çıkan elementel Hg, bir altın kaplama kolon üzerinde amalgam halinde tutulur. Daha sonra 600 °C sıcaklıkta bu amalgam bozundurulur. Bunun bozunmasından tek başına Hg elementi çıkar. Bu civa buharının konsantrasyonu atomik absorbsiyon ünitesinde ölçülerek numunedeki Hg konsantrasyonu hesaplanır. Bu işlemler kapalı ortamda entegre olarak yapılır (Köker, 2017).

Çizelge 3.2 Bu çalışmada kullanılan XRF ve ICP analiz yöntemlerinin doğruluğunun uluslararası referans örnekler (STSD-3 ve GBW07430) ile karşılaştırması

Referans Malzeme: STSD-3				
Element	Sertifika değeri (%)		Bu çalışmada XRF-ölçülen (%)	Kazanım (%)
SiO ₂	48,6		49,5	102
Al ₂ O ₃	10,9		10	92
Fe ₂ O ₃	6,2		6,5	105
CaO	3,3		3,5	106
K ₂ O	1,8		1,8	100
TiO ₂	0,7		0,6	86

Referans Malzeme: GBW07430				
Element	Sertifika değeri (ppm)		Bu çalışmada ICP-ölçülen (ppm)	Kazanım %
V	105±4		91	87
Co	13,6±0,6		12,9	94
Cr	67±3		59	88
Ni	27,4±0,9		25	91
Cu	32±2		28	88
Zn	100±8		91	91
Pb	61±2		55	90
Ga	25,1±1,2		21	84
B	63±4		52	83
Rb	116±5		98	84
Sr	68±4		72	105
Nb	26±1		23,9	92
Ba	411±18		339	82
Hf	8,2±0,4		7,5	91
Th	28±2		22	80
U	5,9±0,3		4,9	83
Ce	133±5		125	94
Nd	57±4		62	108
Y	38±3		40	105
La	67±3		72	107

3.3 Elementlerarası İlişkilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

3.3.1 İlişkilendirme (korelasyon) katsayı matrisleri

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde korelasyon matrisleri hazırlanarak matriksteki korelasyon katsayıları ile parametreler arası ilişkilerin kuvveti ölçülmektedir (Davis 1986). Korelasyon, bir veri setinde herhangi iki değişken arasındaki değişimin ne derece birbirlerine bağlı olduğunu ortaya koyan istatistiksel bir hesaplama. Bu tez çalışmasında, çökel örneklerinde ölçülen kimyasal elementler arasında matematiksel-istatistiksel olası ilişkileri saptamak için Microsoft Office Excel (2003) kullanılarak korelasyon matrisi tabloları hazırlanmıştır. Program % 95 güvenilirlik düzeyinde oluşturulmuş bir ilişki katsayısı matrisi içermektedir. Korelasyon matrisine göre pozitif ve negatif korelasyon gösteren elementler tespit edilmiştir.

Korelasyon katsayısının +1, -1 veya 0'a yakınlık derecelerine göre değerlendirme yapılmıştır. Buna göre +1 veya -1'e yakınlık doğrusal ilişkiyi, +1'e yakınlık pozitif korelasyonu, -1'e yakınlık negatif korelasyonu göstermektedir. 0'a yakınlık ise, elementler arasında ilişki olmadığını göstermektedir. Jeostatistik uygulamalar için ayrıca Temur (1995), Tüysüz ve Yaylalı (2005)'dan faydalanılmıştır. Her karot için ayrı ayrı düzenlenen ilişki katsayı matrislerinde verilen (r) değerleri: + ise pozitif olanlar normal, - ise negatif olanlar italik olarak gösterilmiştir. $r \geq 0.9$ çok yüksek korelasyon veya ilişki, $0.70 < r < 0.90$ yüksek-orta korelasyon veya ilişki ve $r \leq 0.70$ ise zayıf korelasyon veya ilişki olarak yorumlanmıştır.

3.3.2 Temel bileşenler analizi (PCA)

Şarköy Kanyonu karot sedimentlerinde elementlerin bireysel dağılımlarının yanı sıra, ana ve eser elementlerin değişkenliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri, korelasyon çiftlerinin ve bir arada bulunma şekillerinin belirlenmesi, verilerin ortak bileşende toplanması için temel bileşenler analizi (PCA, Principal Component Analysis) grafikleri düzenlenmiştir. Faktör analizleri için SPSS (IBM SPSS Statistics 22/64) istatistik

programı kullanılmıştır. Faktör analizleri, 10 adet sediment karotundaki verilere ait element değişkenlerinin (ana ve eser elementler) korelasyon katsayıları ve matriksine göre hesaplanmış ve varimax rotasyon işlemine tabi tutulmuştur. Varyans yüzdeleri ve kümülatif varyanslar en az 2 faktörün yorumlanabileceğini göstermektedir. Bu faktörler elementlerin bir arada bulunma durumuna göre;

-Silikat faktörü (alüminyum silikat faktörü dahil)

-NTE (Nadir Toprak Elementleri) ve radyoaktif elementler faktörüdür.

Bazı karotlarda silikat faktörü 1. faktör iken bazı karotlarda 2. faktör grubunu oluşturmaktadır. Benzer şekilde NTE (Nadir Toprak Elementleri) ve radyoaktif element faktörü de her iki grupta bulunmaktadır. 2 faktöre ait kümülatif toplam varyans yüzdeleri 74-91 arasında değişmektedir. Tüm karotlarda 1. faktörün değişken yükleri % 42-72 ve 2. Faktörün yükleri % 19-36 arasında dağılım sergilemektedir.

3.3.3 Sedimentte ağır metal zenginleşme faktörlerinin hesaplanması

Denizlerde metal kirliliğini tespit etmek için; sediment örneğinde analiz edilen metal konsantrasyonları, jeolojik referans verileri ile karşılaştırılmaktadır. Ölçülen bu değerlerin temel/doğal değerlerden nispeten yüksek olması, bölgede ağır metal zenginleşmesinin ya da kirlenmenin varlığına işaret edebilmektedir. Genelde sedimentteki elementlerin, jeolojik ya da antropojenik zenginleşmesini ya da metal kirliliğini araştırmak için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Dung vd. 2013). Bunlar arasında; zenginleşme faktörü (Louma 1990, Covelli ve Fontolan 1997), jeobirikim indeksi (Müller 1979), kirlenme faktörü, sediment kalite indeksi (Chapman 2007), kirlilik yükü indeksi (Tomlinson vd.1980) kullanılmaktadır. Bu tez çalışmasında özellikle sedimentteki ağır metal konsantrasyonlarının referans değerlere göre nispeten alçak veya yüksek olduğunu anlayabilmek için zenginleşme faktörü (the enrichment factor; Louma 1990) ve jeobirikim indeksi (the geoaccumulation index; Müller 1969) hesaplanmıştır. Zenginleşme faktörü aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır.

Zenginleşme Faktörü: $EF = (X/Al)_{\text{örnek}} / (X/Al)_{\text{referans}}$

X: Sedimentte ölçülen element ya da ağır metal konsantrasyonudur. Referans olarak yer kabuğundaki şeyl kayaçlarının ortalaması alınmıştır. Şeyl; silt, kil, karbonat ve organik maddeden oluşan denizel çamur sedimentlerini, Al ise alüminyum silikatları temsil etmektedir. Diğer taraftan, Al, Li, Fe konservatif elementler olarak farklı tane boyunu normalleştirmek ya da eşitlemek için de kullanılmaktadır. Aynı zamanda alüminyum konsantrasyonları, sedimentin metal derişimlerini karbonat konsantrasyonlarına göre normalize etmek için de kullanılmaktadır.

EF : Zenginleşme Faktörü (Enrichment Factor)

X (örnek) : Karotun belirli bir derinliğindeki analizi yapılan metal konsantrasyonu (ppm veya %)

Al (örnek) : Aynı derinlikte analizi yapılan Al (% cinsinden)'nin konsantrasyonu (referans olarak şeyl alınmıştır)

$0.5 \leq EF \leq 1.5$: metal (litojenik) kabuksal kaynaklı; çoğunlukla jeojenik

$EF > 1.5$: metal çoğunlukla antropojenik veya jeojenik+antropojenik kaynaklıdır.

Jeobirikim indeksi de zenginleşme faktörü (EF) gibi ağır metal konsantrasyonlarının kirlilik oluşturacak düzeyde olup olmadığını belirlemek için kullanılan ve Müller (1979) tarafından belirlenen bir referanstır.

Jeobirikim indeksi: $I_{geo} = \log_2 (C_n / 1.5 B_n)$ olup,

C_n sedimentte ölçülen element konsantrasyonu, B_n ölçülen element konsantrasyonuna ait yer kabuğu, şeyl ya da çalışma alanı/noktasının jeolojik referansı yani doğal değerleridir. 1,5 rakamı litojenik faktör olup, bundan daha yüksek rakamlar antropojenik girdi ile bağlantılı olabilmektedir.

$I_{geo} < 1$ az kirlenmiş ya da kirlenmemiş

1-2 az-orta derecede kirlenmiş

2-3 orta derecede kirlenmiş

3-4 önemli derecede kirlenmiş

4-5 çok kirlenmiş

$I_{geo} > 5$ çok yüksek-aşırı derecede kirlenmeyi göstermektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Şarköy Kanyonu deniz dibi Holosen yaşlı karot sedimentleri ile ilgili bazı veriler (organik karbon, karbonat, sismik stratigrafi gibi) Uluadam (2006), Ergin vd. (2007a,b), Çorbacıoğlu (2011) tarafından yayınlanmıştır. Karotların üst kısımlarının ayrıntılı olarak incelendiği bu tez çalışmasının bulguları aşağıda sunulmaktadır.

4.1 Karot Sedimentlerinde Element Dağılımları

Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan 10 adet sediment karotunda ana, eser ve iz elementlerin dağılımları grafiksel olarak şekil 4.1-4.10'da gösterilmektedir. Çizelge 4.1'de ise tüm karotların en az, en yüksek ve ortalama element konsantrasyonlarını karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Ağır metal kirliliği çalışmalarında araştırmacılar elementlerin konsantrasyonlarını değerlendirirken, antropojenik süreçlerden etkilenmemiş doğal konsantrasyonlar olarak bazıları yerkabuğu ortalamasını bazıları ise şeyl ortalamasını kullanmaktadırlar. Granit ve bazalt türü kayaçlar yerkabuğunu oluşturan önemli birincil magmatik kayaçlardır. Şeyl ise magmatik kayaçların ayrışma ürününe ilaveten bölgesel organik madde ve biyojenik karbonat içermekte ve diyajenetik süreçlerin etkisinde oluşmuştur. Karotlarda Mg, Ca, K, Cr, Cu, Hg, Sb, B, Li, Rb, Th, U ve Mo gibi elementlerde yerkabuğu ve şeyl ortalamaları arasındaki farklar görülmektedir (Şekil 4.1-4.10).

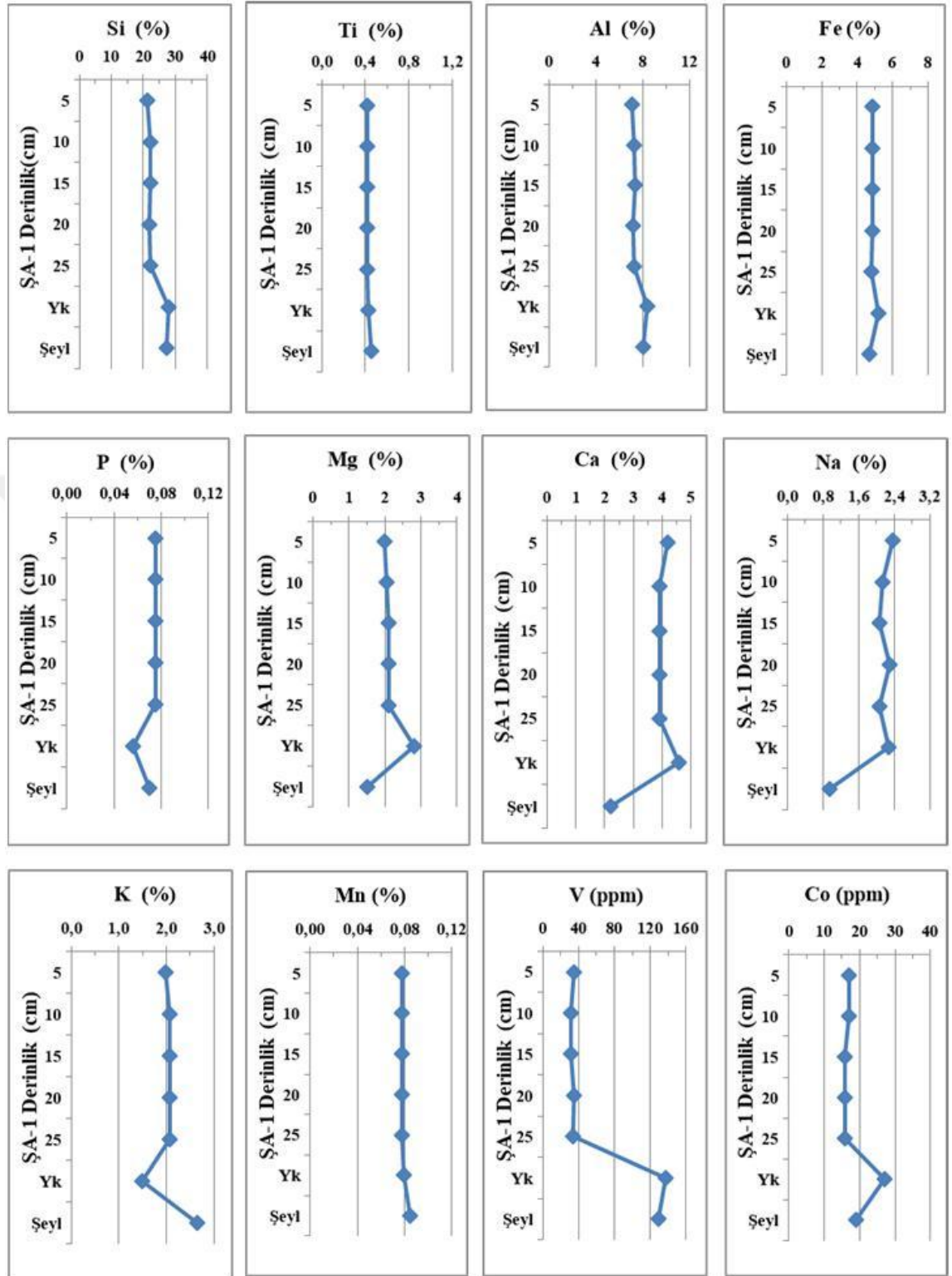
Çizelge 4.1 Şarköy Kanyonu sediment karotlarında en az, en çok ve ortalama element konsantrasyonları (Si-P arasındaki konsantrasyonlar %, diğer elementlerin konsantrasyonları ppm olarak verilmiştir)

	ŞA-1	ŞA-2	ŞA-3	ŞA-4	ŞA-5	ŞA-6	ŞA-8	ŞA-9	ŞA-10	ŞA-13	Tüm Karotlar
Si(%)	21,41-22,25 (21,96)	21,32-22,2 (21,91)	22,25-23 (22,74)	21,60-22,11 (21,88)	21,18-22,35 (21,70)	20,99-22,21 (21,65)	24,17-24,87 (24,48)	21,22-22,02 (21,59)	21,13-22,11 (21,68)	21,88-22,49 (22,24)	20,99-24,87 (22,19)
Ti(%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,36	0,36-0,42 (0,41)	0,42	0,36-0,42 (0,41)
Al(%)	7,04-7,30 (7,21)	6,83-7,09 (6,99)	6,56-6,88 (6,77)	7,25-7,36 (7,33)	6,83-7,14 (6,99)	6,62-6,99 (6,83)	6,51-6,88 (6,75)	5,87-6,35 (6,18)	6,72-7,04 (6,92)	7,36-7,62 (7,47)	5,87-7,62 (6,94)
Fe(%)	4,83-4,90 (4,88)	4,69-4,90 (4,80)	4,48-4,76 (4,64)	4,76-5,04 (4,91)	4,62-4,90 (4,77)	4,48-4,76 (4,63)	4,55-5,11 (4,85)	3,99-4,34 (4,18)	4,55-4,76 (4,64)	4,90-5,04 (4,97)	3,99-5,11 (4,72)
Mn(%)	0,08	0,08	0,08-0,15 (0,09)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08-0,70 (0,29)	0,08	0,08-0,70 (0,10)
Mg(%)	1,99-2,11 (2,07)	2,11-2,17 (2,15)	2,23-2,29 (2,28)	1,93-2,05 (1,99)	2,11	2,17-2,23 (2,18)	2,23-2,35 (2,28)	1,87-2,05 (1,97)	2,05-2,17 (2,13)	2,05-2,17 (2,11)	1,87-2,35 (2,13)
Ca(%)	3,93-4,22 (3,99)	4,43-4,65 (4,52)	4,65-5 (4,85)	3,86-4,15 (4,43)	4,15-4,65 (4,43)	4,57-4,72 (4,63)	3,72-4,15 (3,92)	6,43-8,08 (6,82)	4,29-5,00 (4,7)	3,93-4,15 (4,03)	3,72-8,08 (4,60)
Na(%)	2,08-2,37 (2,20)	2,00-2,23 (2,08)	1,78-2 (1,84)	2,15-2,45 (2,26)	1,93-2,45 (2,24)	1,93-2,37 (2,15)	1,48-1,93 (1,69)	1,78-2,00 (1,88)	1,63-2,30 (1,94)	1,85-2,08 (1,93)	1,48-2,45 (2,02)
K(%)	1,99-2,08 (2,06)	1,99-2,08 (2,06)	1,99-2,08 (2,06)	1,99-2,08 (2,01)	1,99-2,08 (2,03)	1,99-2,08 (2,01)	1,99-2,16 (2,09)	1,74-1,91 (1,84)	1,99-2,16 (2,09)	2,08-2,16 (2,09)	1,74-2,16 (2,03)
P(%)	0,075	0,075	0,07-0,15 (0,09)	0,07-0,15 (0,09)	0,075	0,075	0,149	0,075	0,075	0,075	0,08-0,15 (0,09)
V	31-35 (33,4)	27-73 (39)	32-35 (33,4)	30-63 (39,75)	33-36 (34,4)	30-35 (33)	32-89 (44,2)	24-35 (31,4)	28-35 (32,4)	31-34 (33,4)	24-89 (35,35)
Co	16-17 (16,40)	16-18 (17,2)	17-18 (17,4)	15-17 (16,5)	16-17 (16,6)	16-18 (16,8)	18-22 (20,2)	15-16 (15,4)	17-19 (18)	17,00	15-22 (17,16)
Cr	134-151 (142)	142-155 (146,4)	160-172 (165,8)	100-141 (126,5)	140-153 (146,4)	150-161 (153)	177-213 (190,6)	122-142 (134,6)	135-146 (141)	135-147 (138,6)	100-213 (148,94)
Ni	86-93 (89,20)	96-107 (100,2)	118-124 (121,2)	76-82 (78,5)	91-102 (97)	105-110 (107,2)	135-153 (144,4)	83-95 (91,4)	87-95 (92)	86-98 (89,6)	76-153 (101,53)
Cu	29-32 (30,4)	29-31 (30)	26-30 (27,6)	30-32 (31)	29-70 (38,2)	28-30 (28,4)	33-37 (35)	23-27 (25)	26-30 (28,6)	29-36 (31,2)	23-70 (30,53)
Zn	75-87 (81,40)	82-95 (86)	72-83 (77,6)	84-112 (97,5)	78-91 (85)	80-88 (84)	83-135 (103,2)	71-84 (76,4)	77-80 (77,8)	74-159 (102,2)	71-159 (86,90)
Pb	29-38 (32,80)	30-38 (33,4)	22-25 (24)	33-41 (36,75)	31-36 (33,6)	25-35 (29,8)	20-26 (22,8)	18-28 (22,8)	26-30 (28,6)	32-35 (33,4)	18-41 (29,65)
Hg	0,01-0,33 (0,14)	0,09-0,14 (0,11)	0,13-0,32 (0,23)	0,11-0,64 (0,27)	0,09-0,79 (0,32)	0,11-0,21 (0,15)	0,19-0,31 (0,24)	0,14-0,41 (0,22)	0,11-0,16 (0,13)	0,11-0,17 (0,14)	0,01-0,79 (0,19)
Ga	3-5 (3,6)	4-8 (5,4)	4	3-15 (6,75)	4-5 (4,6)	3-7 (4,4)	3-10 (5)	4-7 (4,8)	3-4 (3,8)	3-5 (4)	3-15 (4,59)
B	23-30 (27,6)	25-30 (28)	19-27 (22,6)	25-147,3 (60,08)	25-31 (27,6)	24-32 (27,2)	17-23 (20,2)	24-31 (27,6)	22-35 (28)	20-27 (24)	17-147,3 (28,66)
Li	34-36 (34,6)	34-37 (35,6)	36-38 (36,8)	25-37 (33,25)	35-37 (36)	37-40 (38)	39-43 (41,4)	32-35 (34,2)	34-39 (36,8)	35-38 (36,4)	25-43 (36,37)
Rb	85-134 (110,6)	83-99 (92,4)	93-142 (114,6)	32-112 (83,25)	82-122 (98,2)	88-139 (113,2)	73-99 (91)	66-108 (88,4)	106-128 (117,2)	86-132 (116,2)	32-142 (102,90)
Sr	213-255 (230,2)	231-262 (249,4)	198-222 (205,8)	251-276 (264)	247-262 (254,6)	249-269 (256,6)	158-181 (165,6)	336-408 (360,4)	242-317 (286,2)	232-252 (242)	158-408 (251,22)
Nb	0,8-1 (0,9)	1-2 (1,2)	0,7-1 (0,84)	0,9-10 (3,5)	0,8-1 (0,92)	0,9-2 (1,18)	0,6-2 (0,98)	0,7-1 (0,94)	0,8-1 (0,96)	0,7-1 (0,88)	0,6-10 (1,18)
Zr	23-41 (32,2)	15-29 (24,4)	19-24 (20,6)	7-49 (29,25)	24-43 (31,2)	27-31 (28,8)	21-26 (23,6)	21-33 (24,6)	26-73 (47,2)	21-36 (29)	7-73 (29,08)
Ba	86-177 (109,4)	94-107 (101,2)	93-126 (104)	75-110 (96,75)	112-216 (141,8)	105-122 (110,6)	76-104 (89,8)	97-288 (154,6)	101-146 (118,2)	109-116 (112,6)	75-288 (114,25)
Hf	0,5-0,8 (0,62)			0,6-1 (0,78)	0,6-0,8 (0,68)	0,5-0,6 (0,54)		0,5-0,6 (0,52)	0,5-0,7 (0,58)	0,5-0,7 (0,6)	0,5-1 (0,60)
Th	10-13 (11,4)	11-14 (11,6)	9-10 (9,4)	13-17 (14,5)	12-14 (12,8)	10-12 (10,8)	8-10 (9)	8-14 (11,4)	10-13 (11,6)	12-15 (14,2)	8-17 (11,61)
U	0,8-1 (0,92)	0,9-2 (1,18)	0,8-1 (0,9)	1-6 (2,25)	1	0,8-1 (0,94)	0,5-1 (0,62)	0,6-1 (0,92)	0,8-2 (1,36)	0,9-1 (0,96)	0,5-6 (1,08)
Ce	77-98 (88,6)	74-92 (78,6)	66-84 (75,4)	42-112 (84,5)	83-101 (89,8)	78-96 (85,4)	67-82 (74,8)	68-94 (79,4)	75-86 (81,6)	82-96 (91,2)	42-112 (82,90)
Nd	9-11 (10,2)	12-23 (14,8)	10-12 (11,4)	9-18 (12,75)	11-12 (11,6)	9-13 (11,4)	9-26 (13,6)	7-13 (10,8)	9-14 (11,4)	10-14 (11,2)	7-26 (11,90)
Y	25-31 (27,8)	17-29 (24,4)	24-30 (26,4)	10-31 (23,75)	27-33 (29,2)	27-31 (30)	22-32 (26,6)	22-31 (25,8)	24-27 (25,2)	25-30 (28)	10-33 (26,78)
La	35-45 (40,6)	31-42 (35,6)	31-36 (32)	29-51 (40,75)	38-47 (41,4)	36-45 (39,8)	27-37 (31,8)	29-44 (36,6)	34-40 (35,2)	37-44 (41,4)	27-51 (37,45)

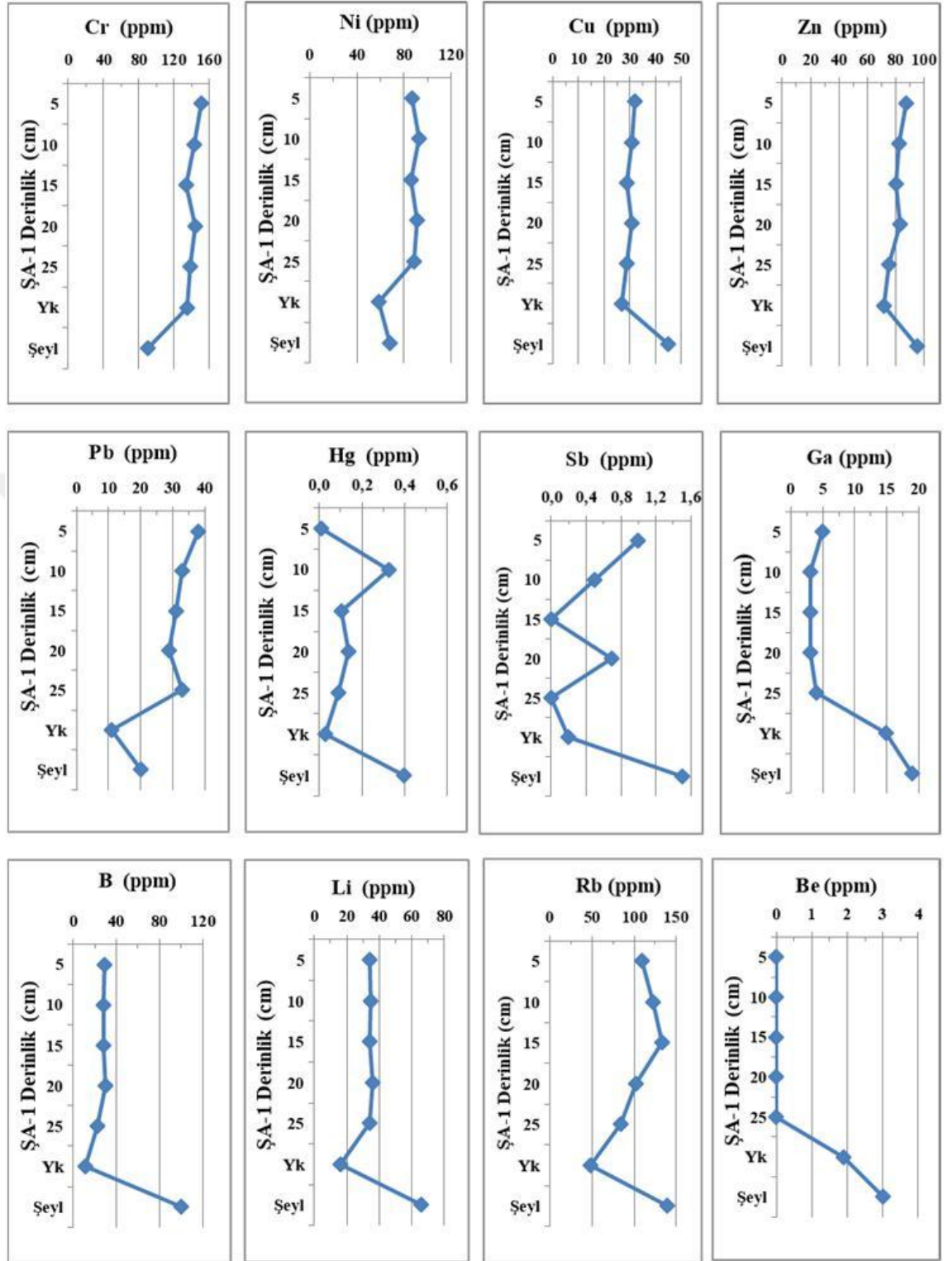
Karot ŞA-1

ŞA-1 nolu karot sedimentlerinin en az, en yüksek ve ortalama element konsantrasyonları çizelge 4.1’de, karot boyu derişim profilleri ise şekil 4.1’de gösterilmektedir.

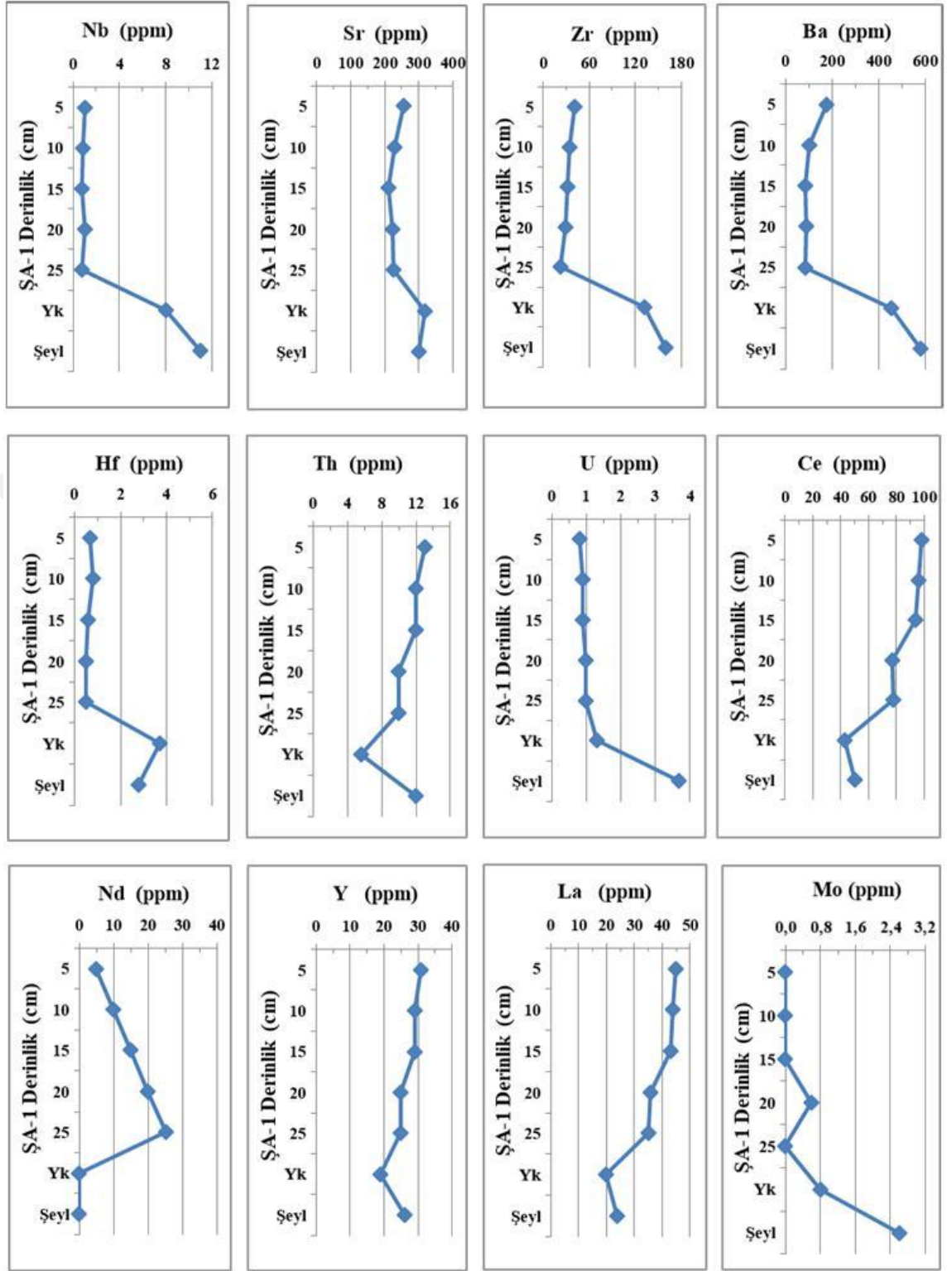
Si, Ti, Al, Fe, P, Mg, K, Mn, V, Co, Li ve Nb gibi elementlerin derişim profilleri karot boyunca (üstten alta ya da alttan üste doğru) önemli değişimler göstermemektedir. Ca, Na, Zr, Ga gibi elementlerin derişim profillerinde yüzeye doğru hafif artışlar görölmektedir. Diğer taraftan, Cr, Zn, Pb gibi elementlerin derişim profillerinin üst kısımlarında; Th, Ce, Y ve La gibi elementlerin derişim profillerinde ise karot tabanından üste doğru az da olsa artış görölmektedir. Hg, Rb karot boyunca artıp azalmaktadır; Sb ise artıp azalarak değişim göstermekte ve karotun üst kısımlarında artmaktadır. Ayrıca, bazı elementlerin derişim profilleri yerkabuğuna, bazıları şeyl ortalamalarına benzer iken, bazıları da her iki referans ortalamalarından oldukça farklıdır. Nitekim ortalama şeyl ve yerkabuğu kayaçları da bazı elementler için birbirlerinden oldukça farklıdır.



Şekil 4.1 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-1 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.1 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-1 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

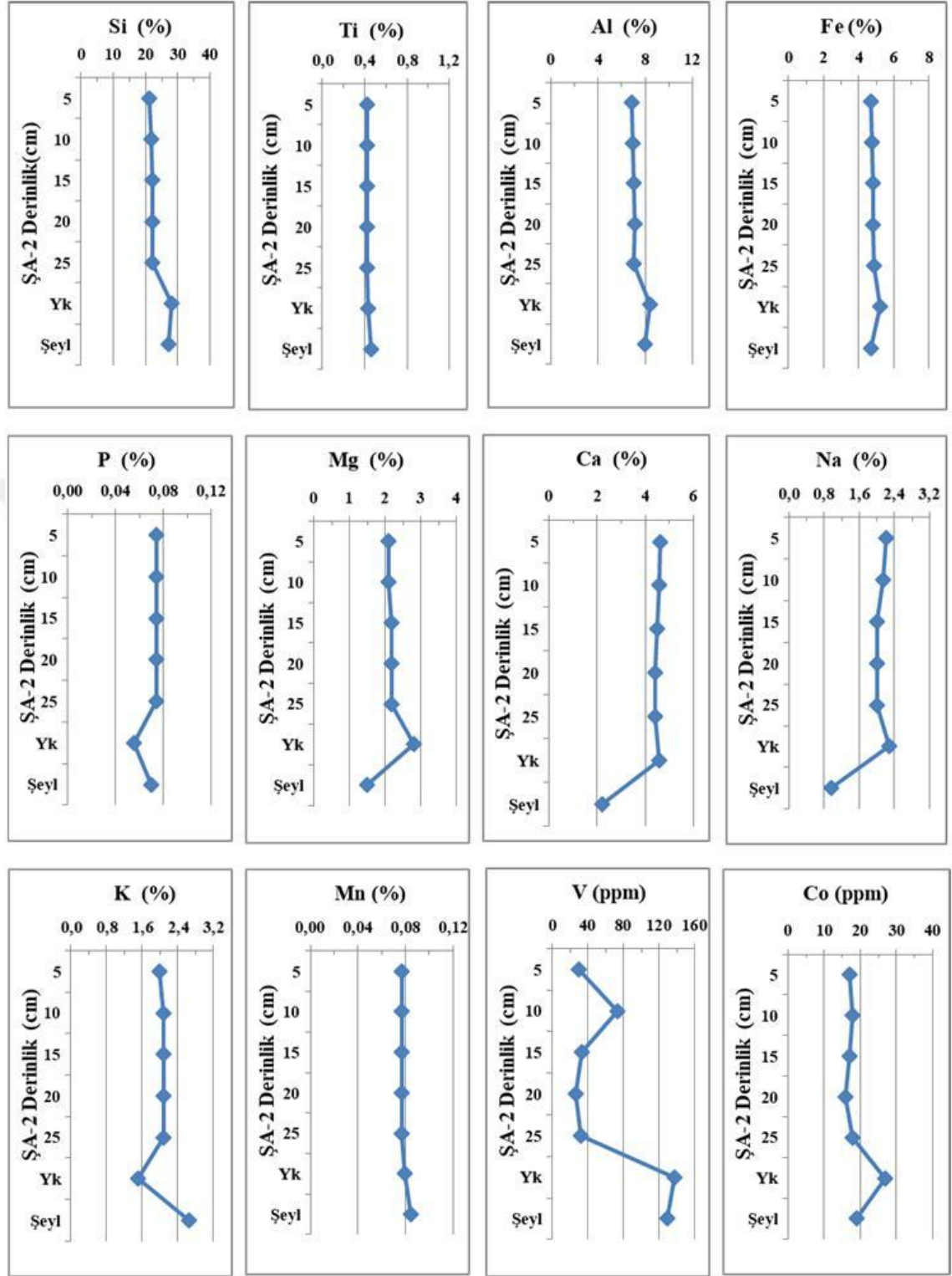


Şekil 4.1 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-1 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

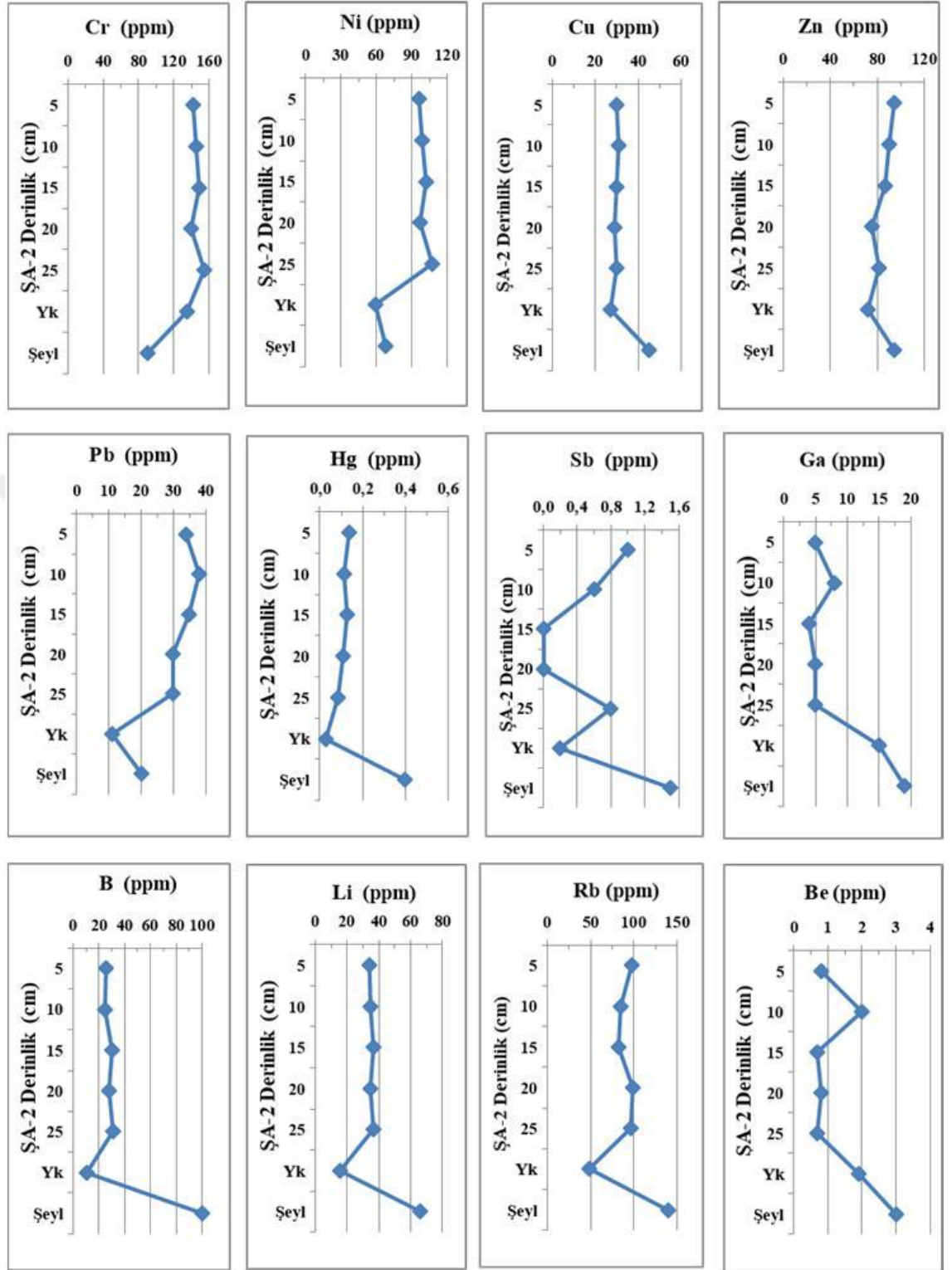
Karot ŞA-2

ŞA-2 nolu karot sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları çizelge 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.2’de ise karot boyu derişim profilleri gösterilmektedir.

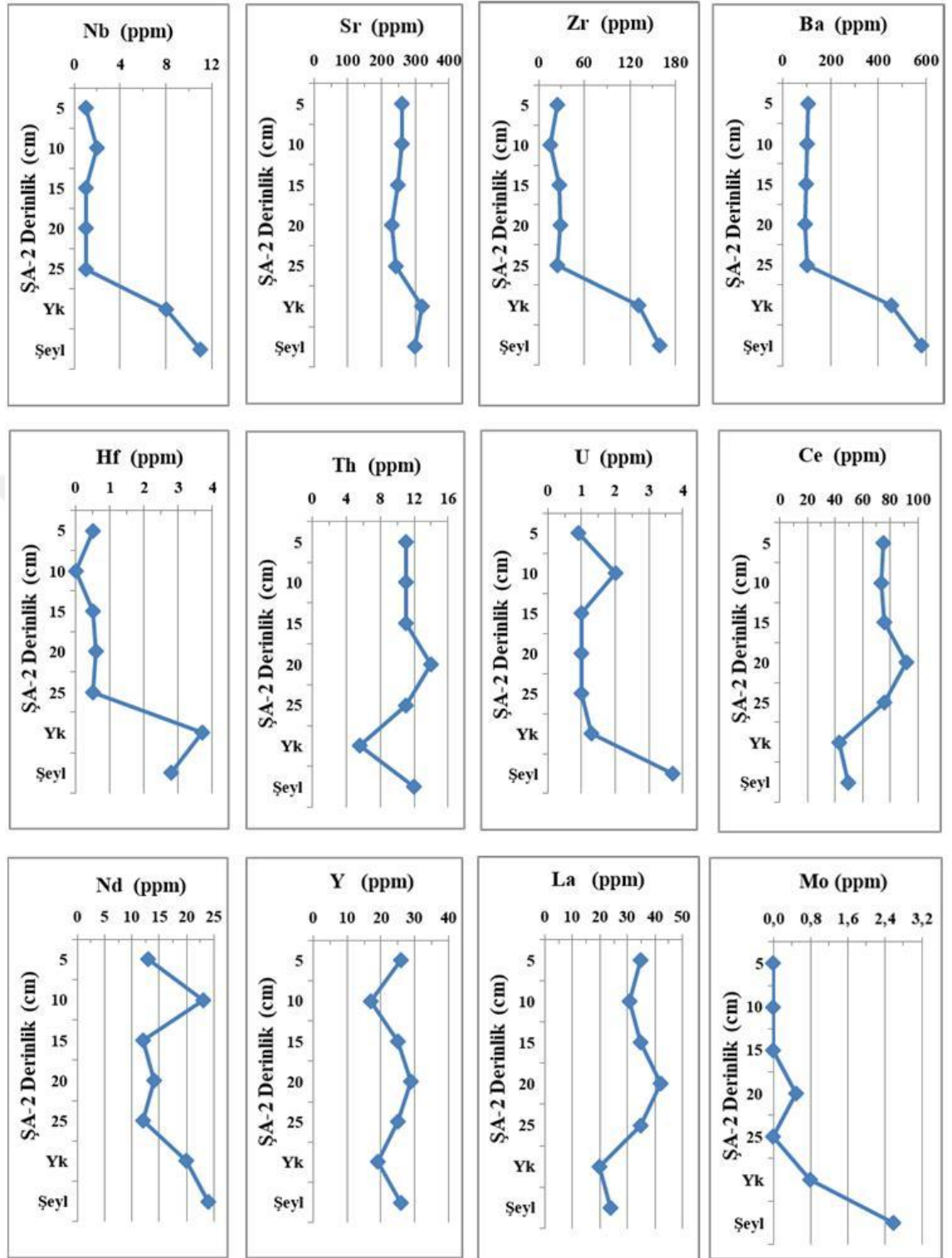
Si, Ti, Al, Fe, P, Mg, K, Mn gibi ana elementlerin; Co, Cu, Li ve Ba gibi eser elementlerin derişim profilleri genelde karot boyunca önemli değişim göstermemektedir. Cr, Ni ve Sr ise azalıp artarak çok az değişim göstermektedir. V, Pb, Ga, Nb, U ve Nd (artıp azalarak üst kısımda azalmaktadır); Rb, Th ve Ce gibi elementlerin derişim profilleri artarak veya azalarak değişim göstermektedir. Zn, Hg (karot boyunca artarak); Zr, Hf, Sb, Rb, Y ve La gibi elementlerin konsantrasyonları da karot boyunca artıp azalarak yüzeye doğru hafif artış sergilemektedirler. Diğer taraftan, karot profillerindeki bazı elementlerin konsantrasyonları yerkabuğu ve şeyl ortalamalarına benzer iken, bazıları da önemli farklar göstermektedir.



Şekil 4.2 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-2 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yer kabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.2 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-2 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

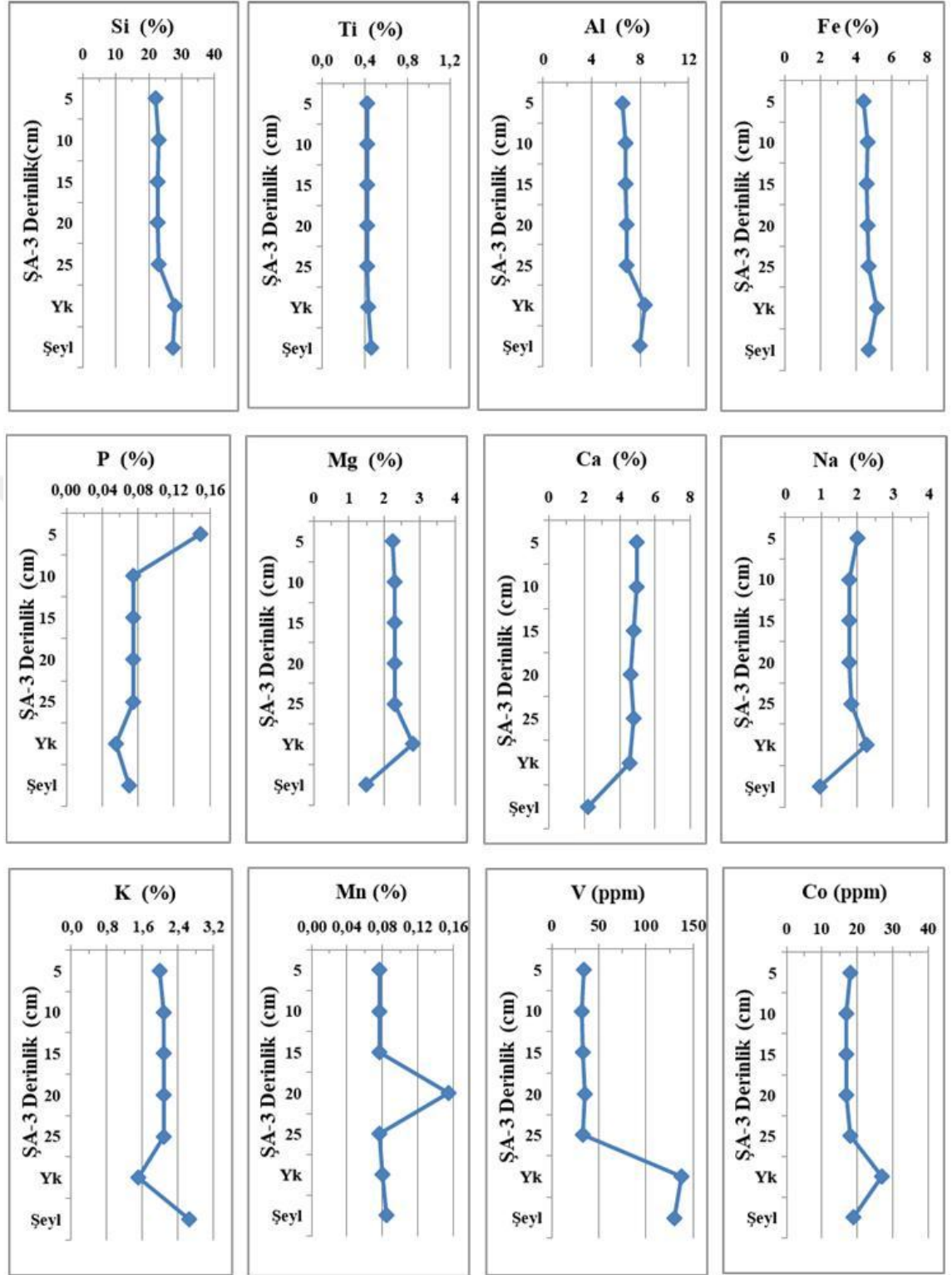


Şekil 4.2 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-2 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

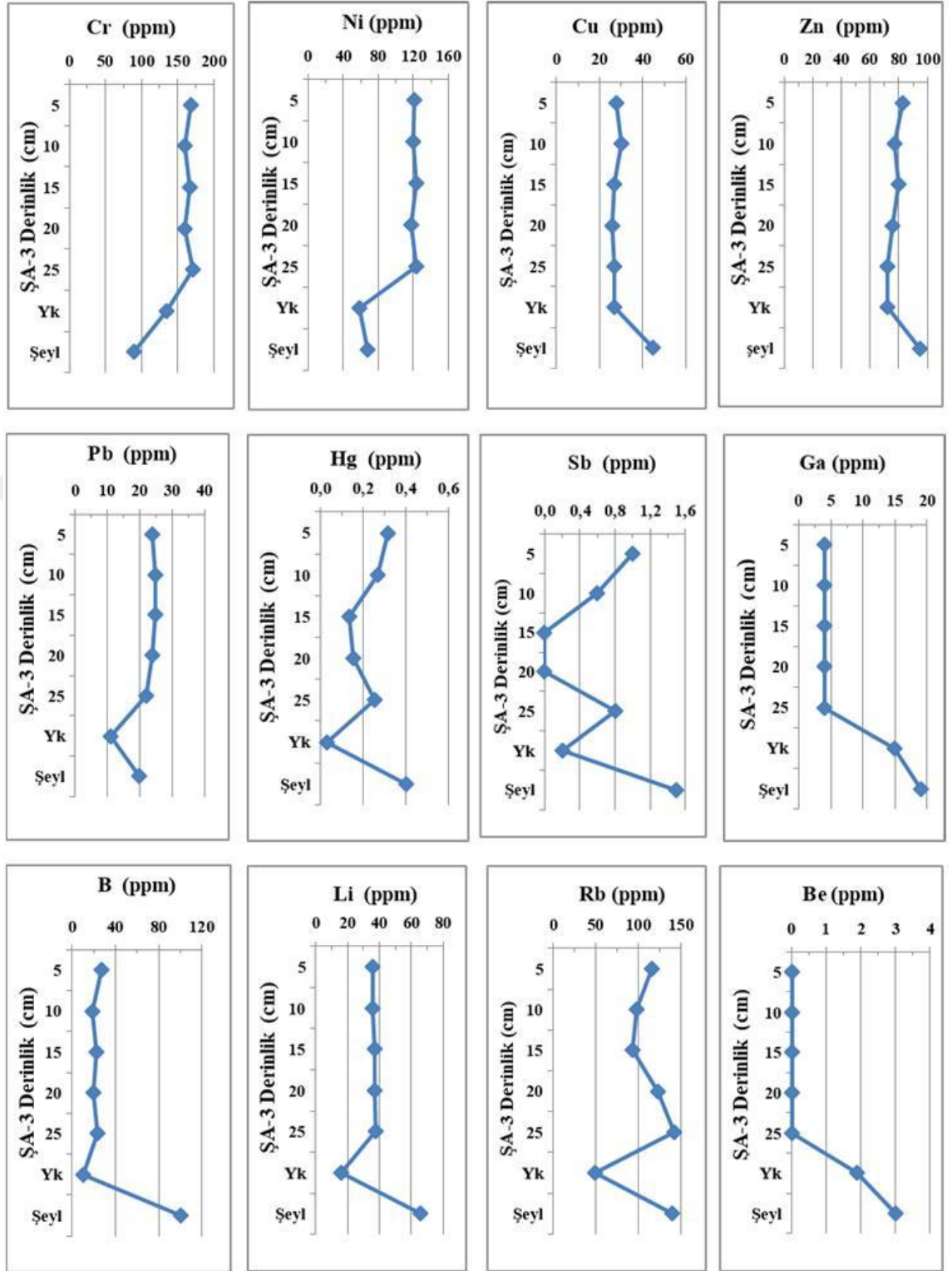
Karot ŞA-3

ŞA-3 nolu karot sedimentlerinde tespit edilen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları çizelge 4.1’de ve karot boyu derişim profilleri şekil 4.3’de sunulmaktadır.

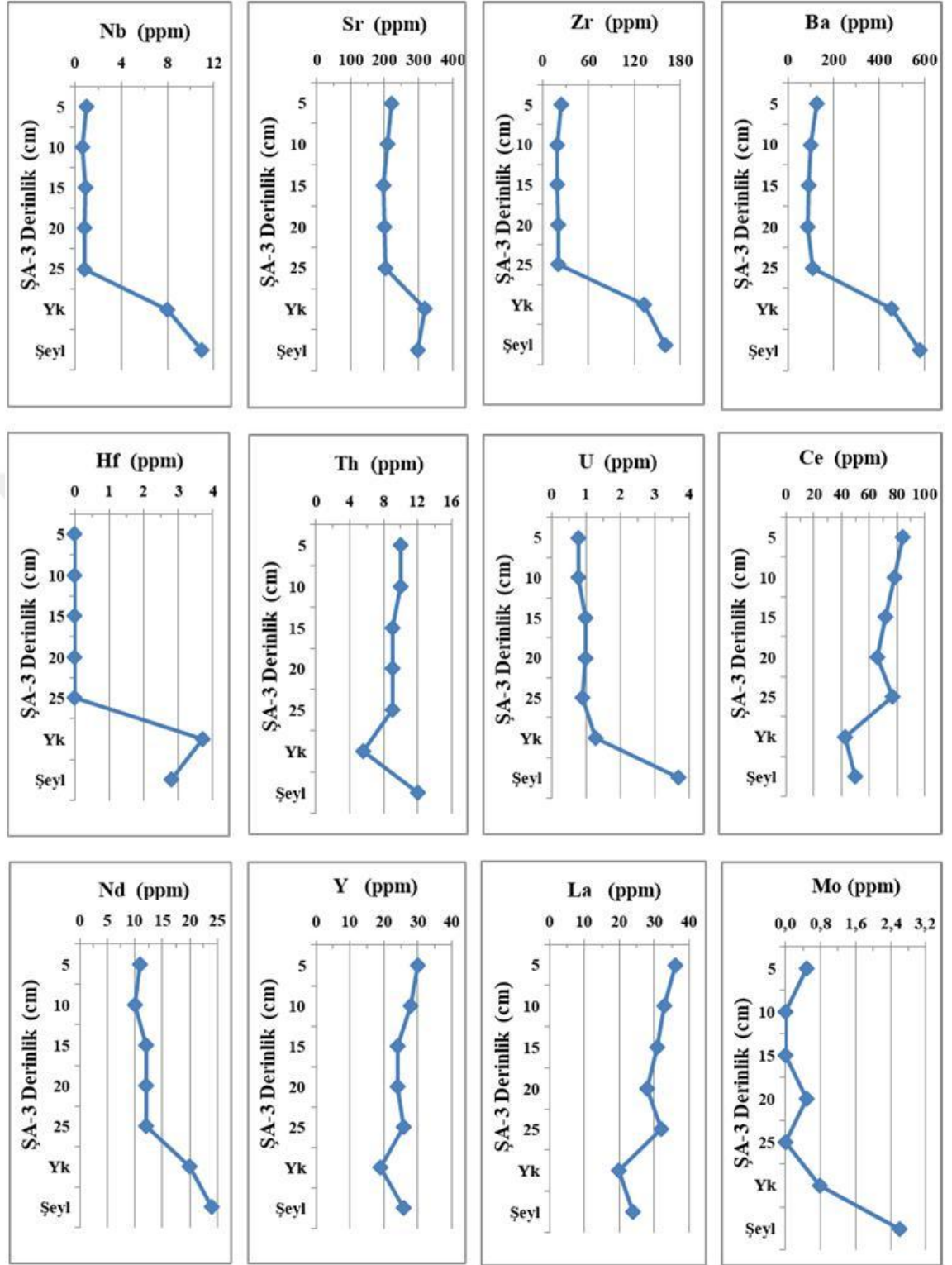
Si, Ti, Al, Fe, Mg, Ca, K, Mn (15-20 cm derinlik hariç), V, Co, Ni, Pb, Li, Ga, Nb, Sr ve Zr derişim profilleri karot boyunca (üstten alta ya da alttan üste doğru) önemli değişimler göstermemektedir (Şekil 4.3). Diğer taraftan Cr, Zn, Th, U ve Nd (hafif değişimler göstermekte); Hg, Rb, Ce, Y ve La gibi elementlerin derişim profillerinde ise karot tabanından üste doğru az da olsa bir artış görülebilmektedir. P profili sadece en üstte bir artış sergilemektedir. Sb, Rb ve Mo değişim profilleri karot boyunca değişimlerle üst seviyelerde artış göstermektedir. Bu karotta da bazı element derişimleri yerkabuğu ve şeyl ortalamalarından önemli farklar sergilemektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-3 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.3 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-3 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

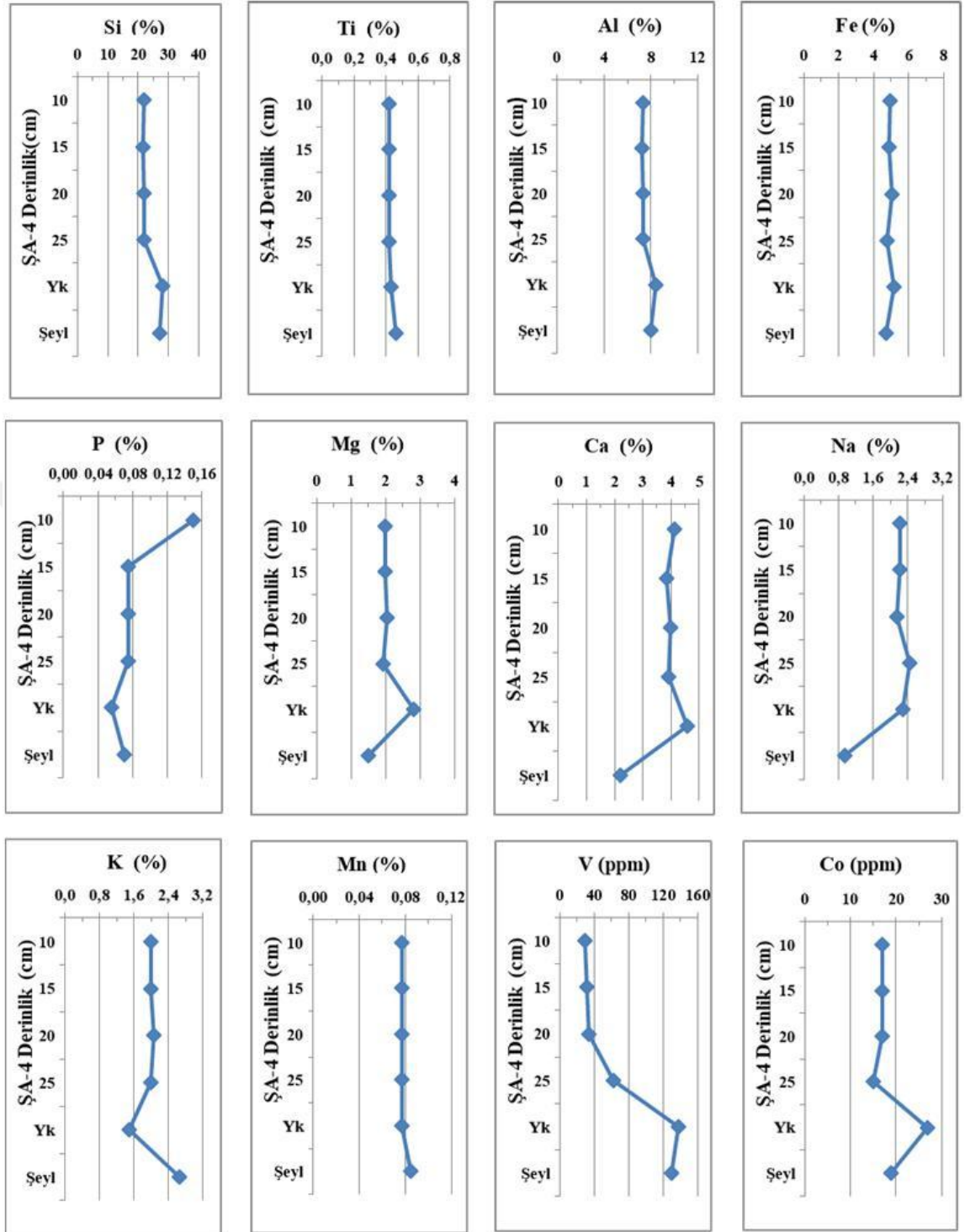


Şekil 4.3 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-3 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

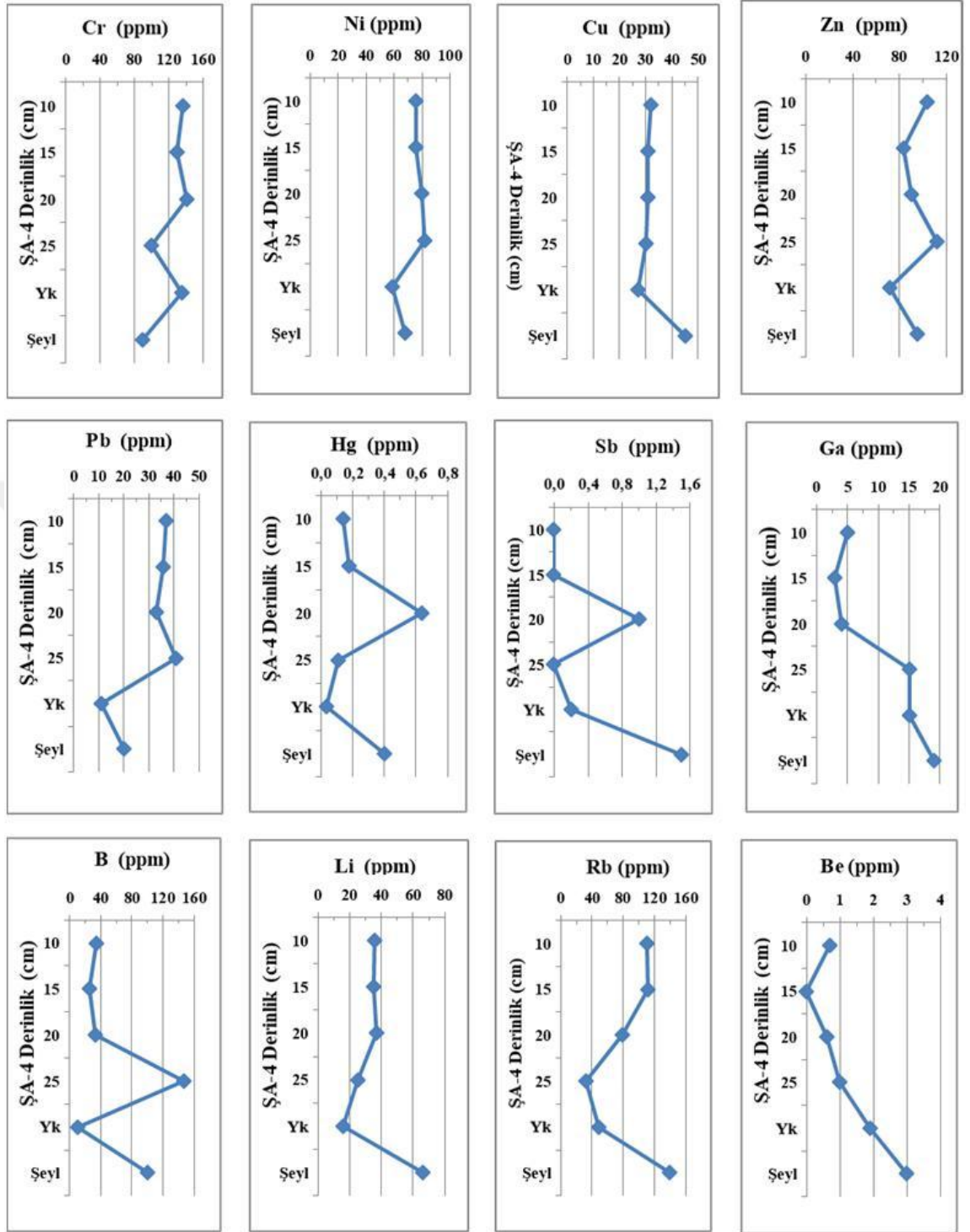
Karot ŞA-4

ŞA-4 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları çizelge 4.1’de ve karot boyu dağılımları şekil 4.4’te görülmektedir.

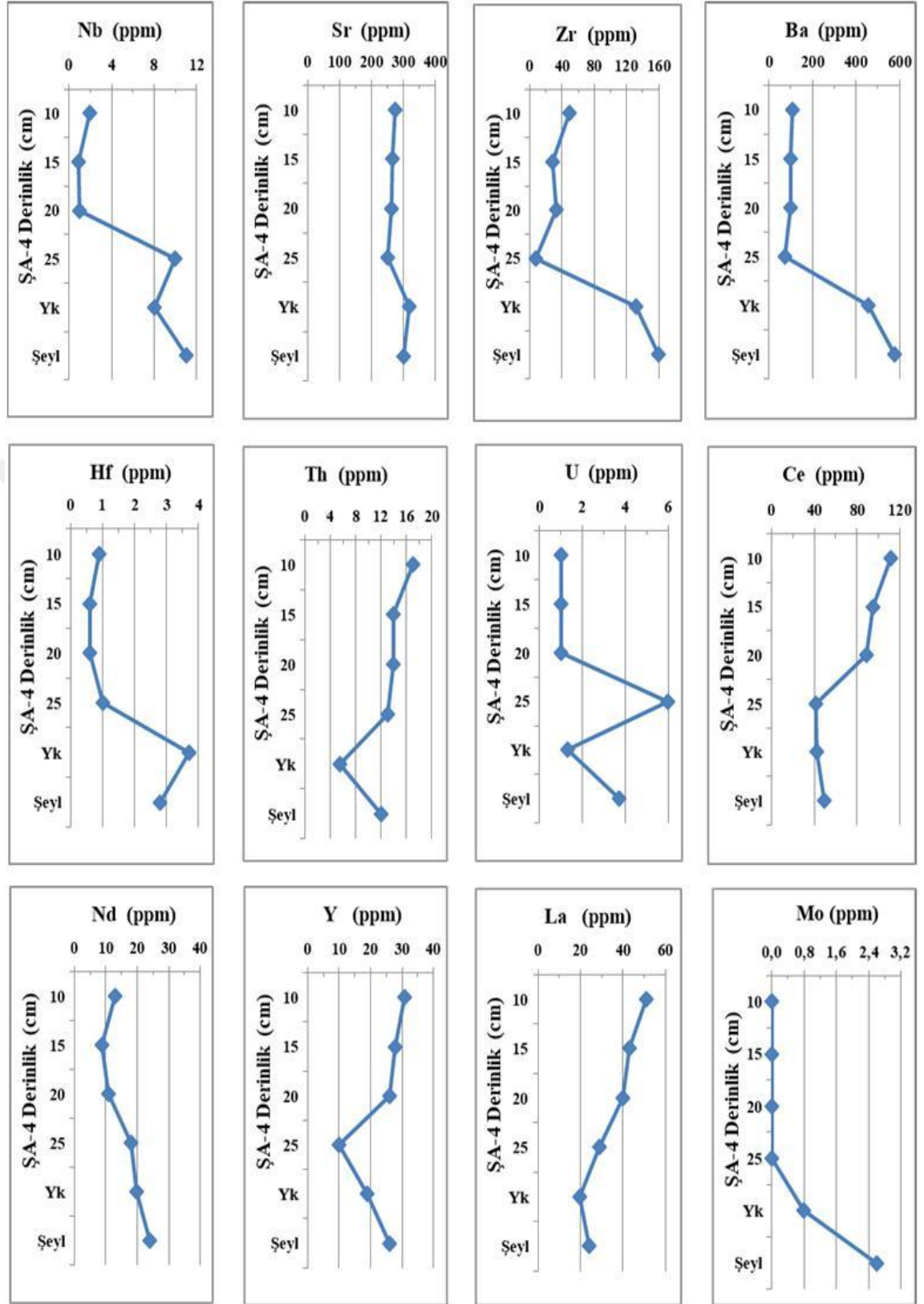
Ana elementlerden Si, Ti, Al, Fe, Mg, K, Mn ve eser elementlerden Co, Ni, Cu, Sr ve Ba’un derişim profilleri karot boyunca (alttan yani 20-25 cm’den üstte yani 5-10 cm’ye doğru) önemli değişimler göstermemektedir. Bununla beraber; bazı eser element konsantrasyonları Hg, Sb (15-20 cm derinlikte yüksek konsantrasyonda) ve Ga, B, Nb, U (20-25 cm derinlikte yüksek konsantrasyonda) üstte doğru azalarak ya da artarak değişimler sergilemektedir. Diğer taraftan, eser elementlerden Cr, Zn, Pb ve Zr (karot boyunca değişimler göstermekte ve üstte artmakta); Th, Ce, Y ve La karot boyunca üst seviyelere doğru artan konsantrasyonlar göstermektedir ki, bu değerler ana element profillerine bağlı görünmemektedir. P sadece karotun en üst seviyesinde artmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-4 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.4 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-4 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

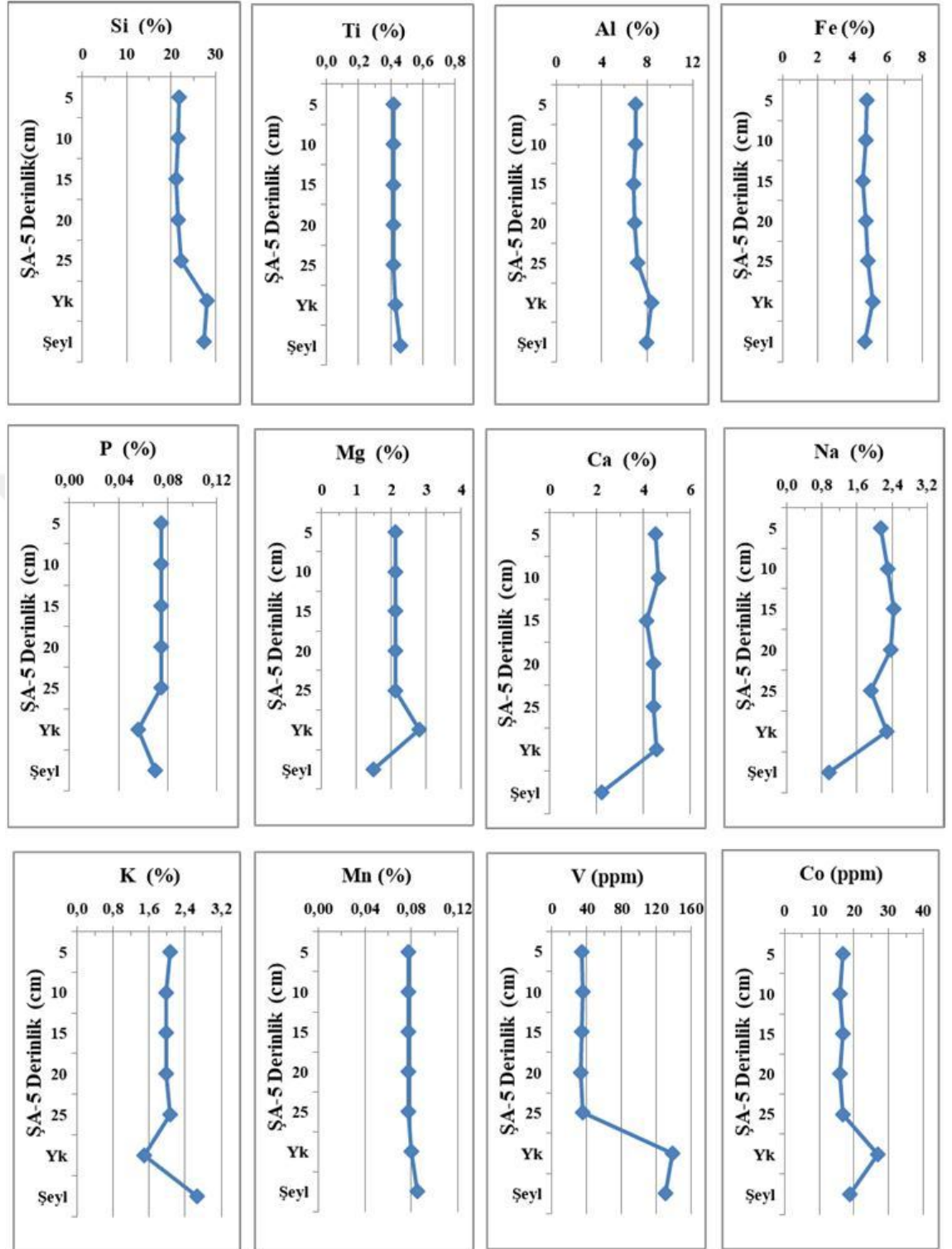


Şekil 4.4 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-4 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

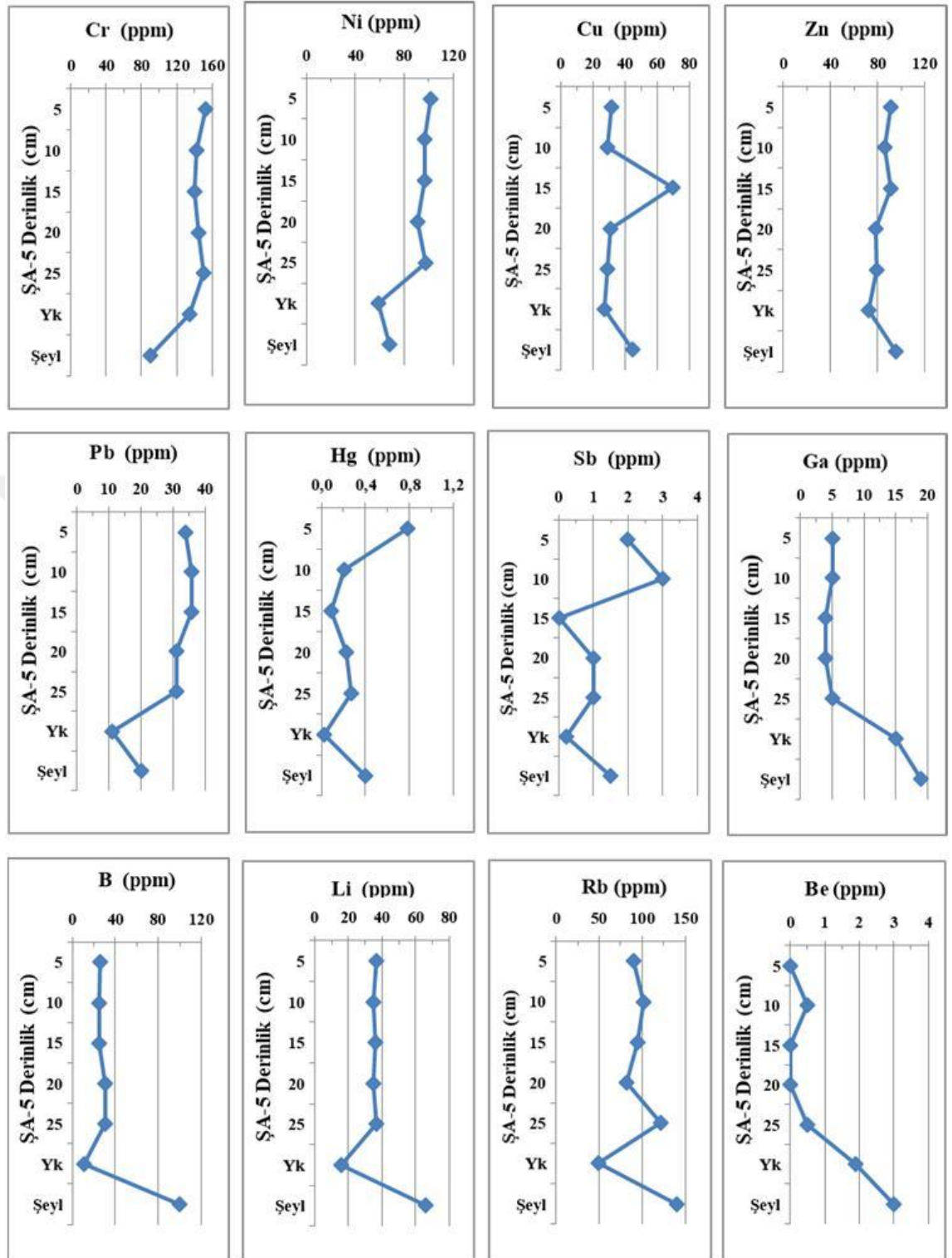
Karot ŞA-5

ŞA-5 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları çizelge 4.1’de verilmiştir. Şekil 4.5’de ise karot boyu derişim profilleri gösterilmektedir.

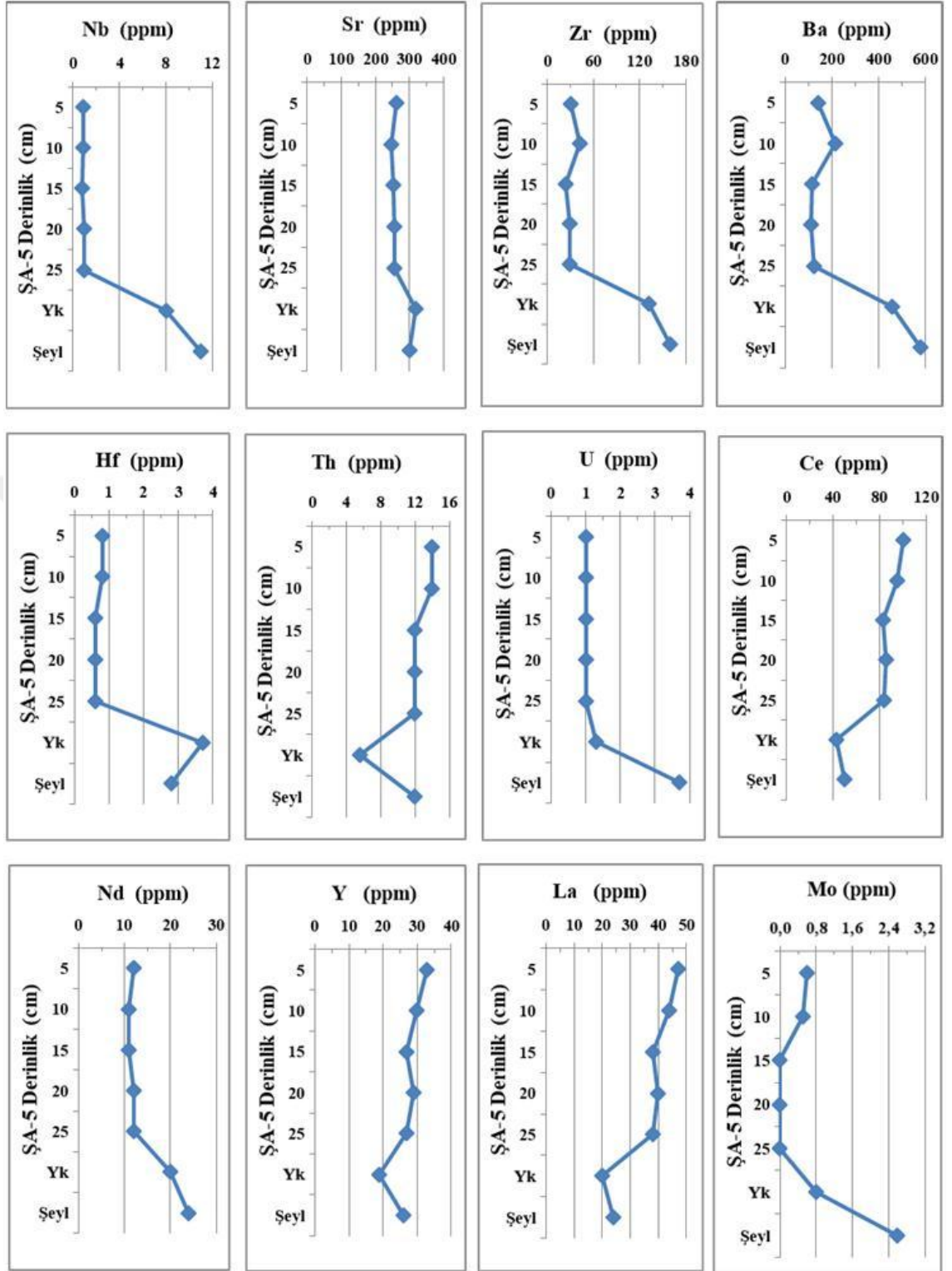
Ana elementler Si, Ti, Al, Fe, P, Mg, K, Mn ve eser elementlerden V, Co, Cu (10-15 cm hariç), Ga, Li, Nb, Sr, Hf, U ve Nd karotta genelde alttan üste doğru pek değışmeyen değerlere sahiptir (Şekil 4.5). Ca, Na, Zr, Ba ve Rb çok az azalma ya da artmayla karot boyunca değışim göstermektedir. Bununla beraber; Cr, Ni ve Zn karotun en üst seviyesinde çok az da olsa bir artış göstermektedir. Bu karotta Hg, sadece en üstte artış göstermektedir. Sb ise azalıp artarak değışim göstermektedir. Karotta üste doğru az ya da önemli artış sergileyen elementlere Th, Ce, Y ve La dahildir (Şekil 4.5). Şeyl ve yerkabuğu ortalamaları arasında fark olduğu gibi; bu iki referans kayaç ortalamaları, karottaki element değerleri ile de farklılıklar göstermektedir (Si, V, Zr, Ba, Ni, Pb, Ga, Nb, Hf, Ce, La, Nd, Be gibi) (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-5 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.5 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-5 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

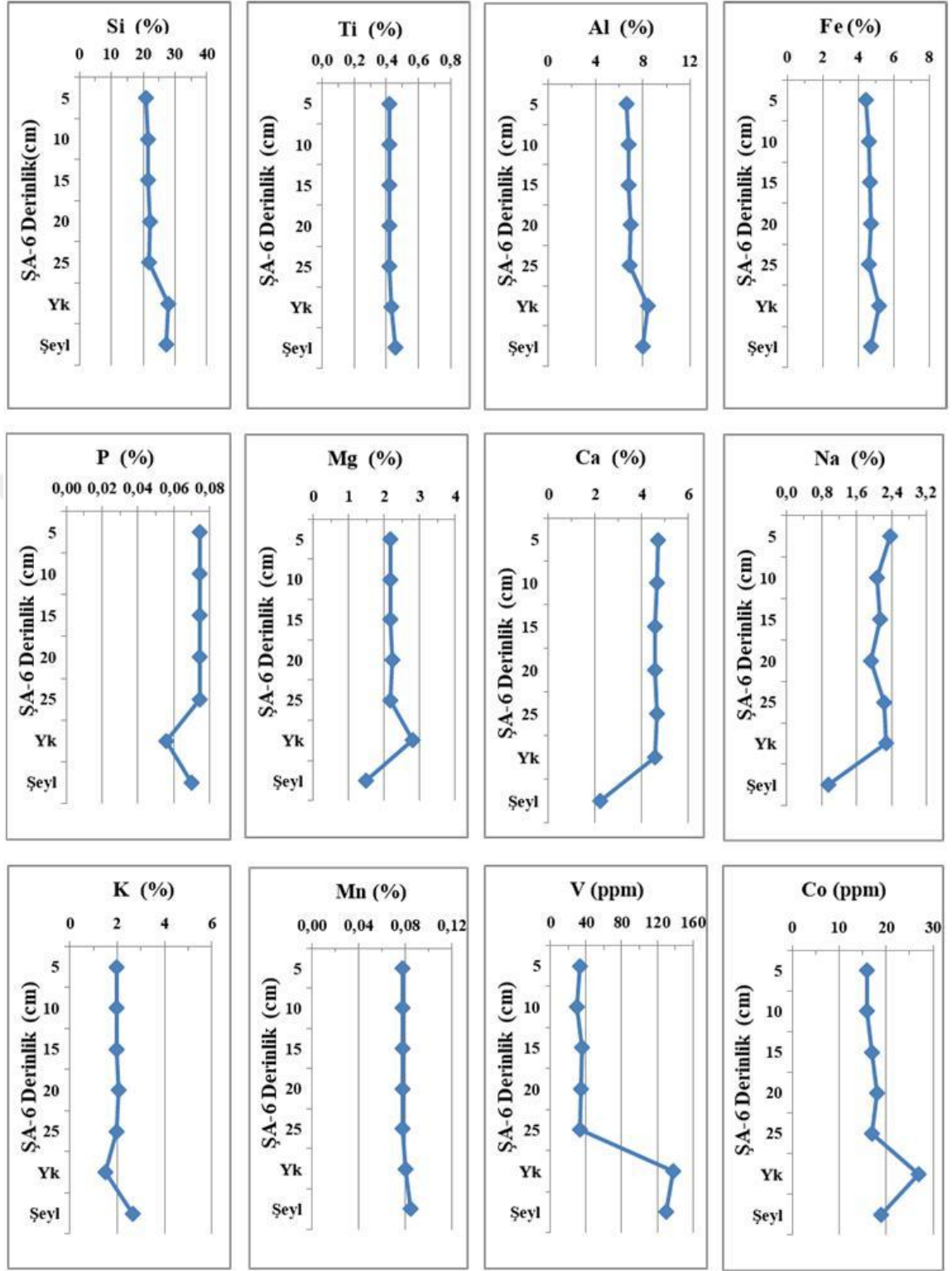


Şekil 4.5 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-5 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

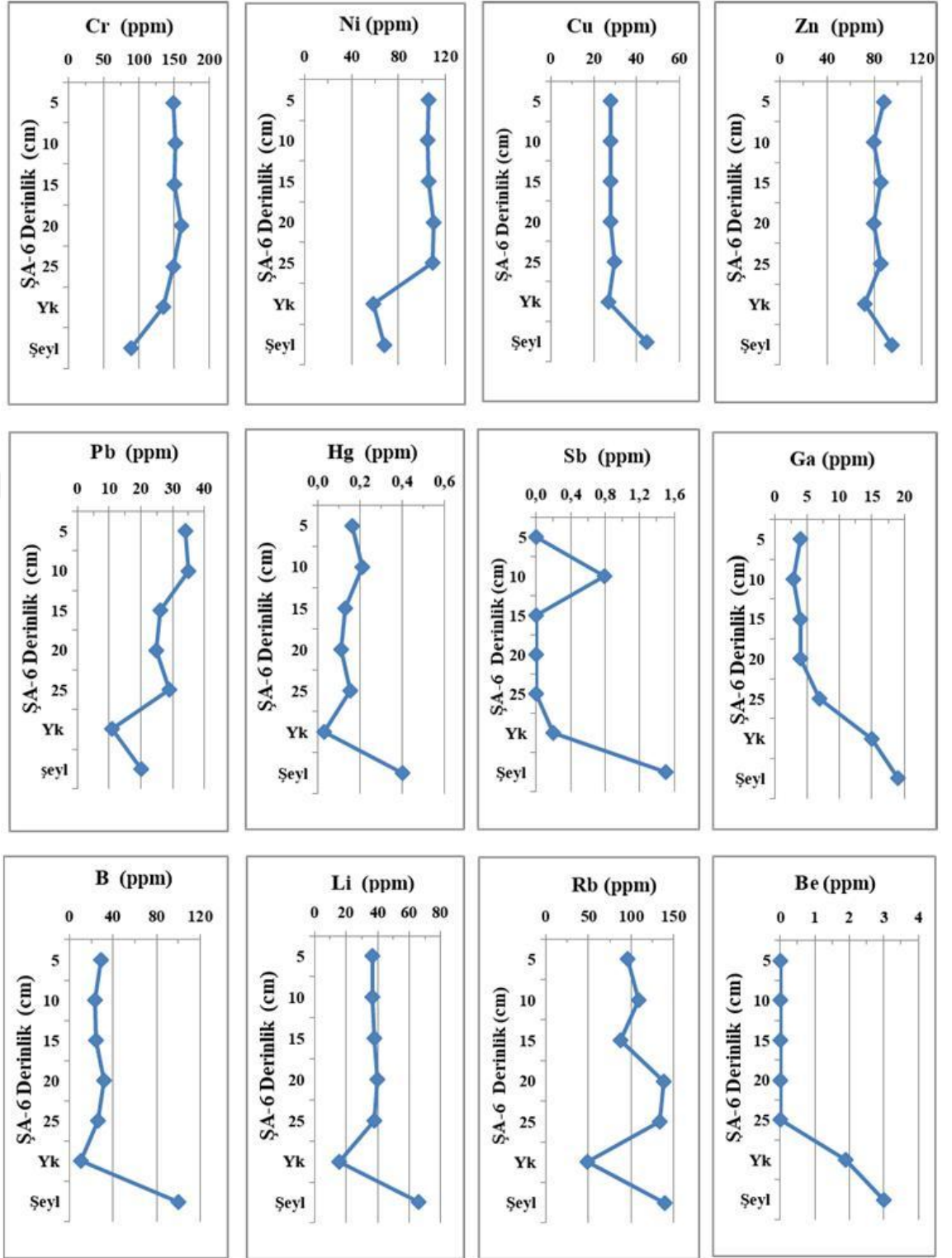
Karot ŞA-6

Çizelge 4.1’de ŞA-6 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları; şekil 4.6’da ise karot boyu derişim profilleri gösterilmektedir.

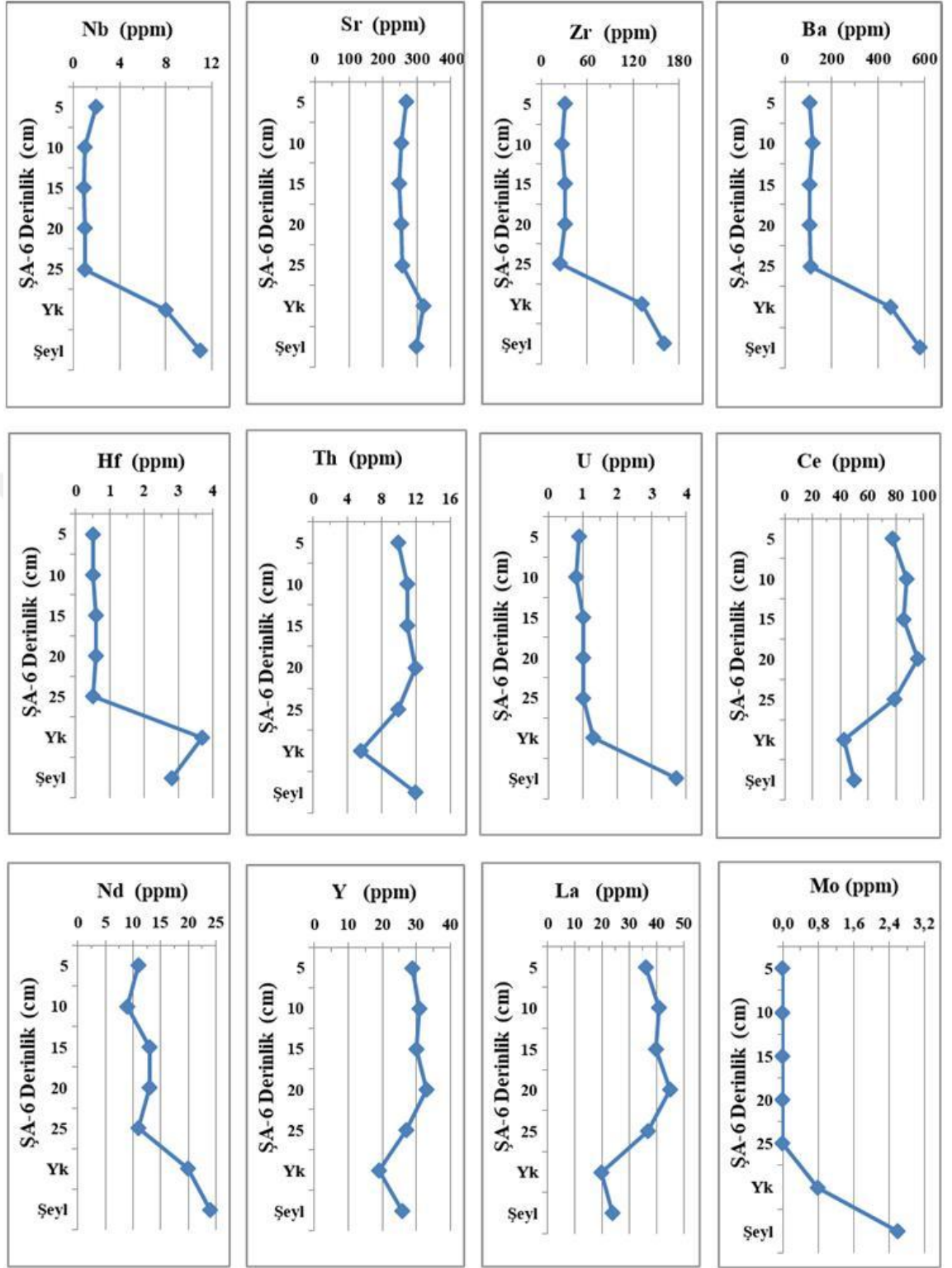
Ana elementlerin (Si, Ti, Al, Fe, P, Mg, Ca, K, Mn) ve bazı eser elementlerin (V, Cr, Ni, Cu, Li, Sr, Zr, Ba, Hf, U) derişim profilleri karot boyunca oldukça homojen görünmektedir (Şekil 4.6). Co (karot boyunca hafif azalarak), Zn (üstte artarak), Hg (üstte azalarak) hafif değişimler göstermektedir. Pb ise azalıp artarak karot boyunca değişim sergilemektedir. Th, Ce, Y ve La gibi elementler karot boyunca hafif artma veya azalma ile profil grafikleri birbirine benzerlik göstermektedir. Ayrıca, bu karotta yerkabuğu ve şeyl ortalamaları arasındaki farklar ve bu iki referansın bazı element derişim profillerindeki değerlerden farklılık sergilemesi de şekil 4.6’da görölmektedir. Örneğin; V, Ni, Pb, Zr, Ba, Hf, Ce ve La profillerine ait değerler yerkabuğu ve şeyl ortalamalarından oldukça farklıdır.



Şekil 4.6 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-6 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.6 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-6 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

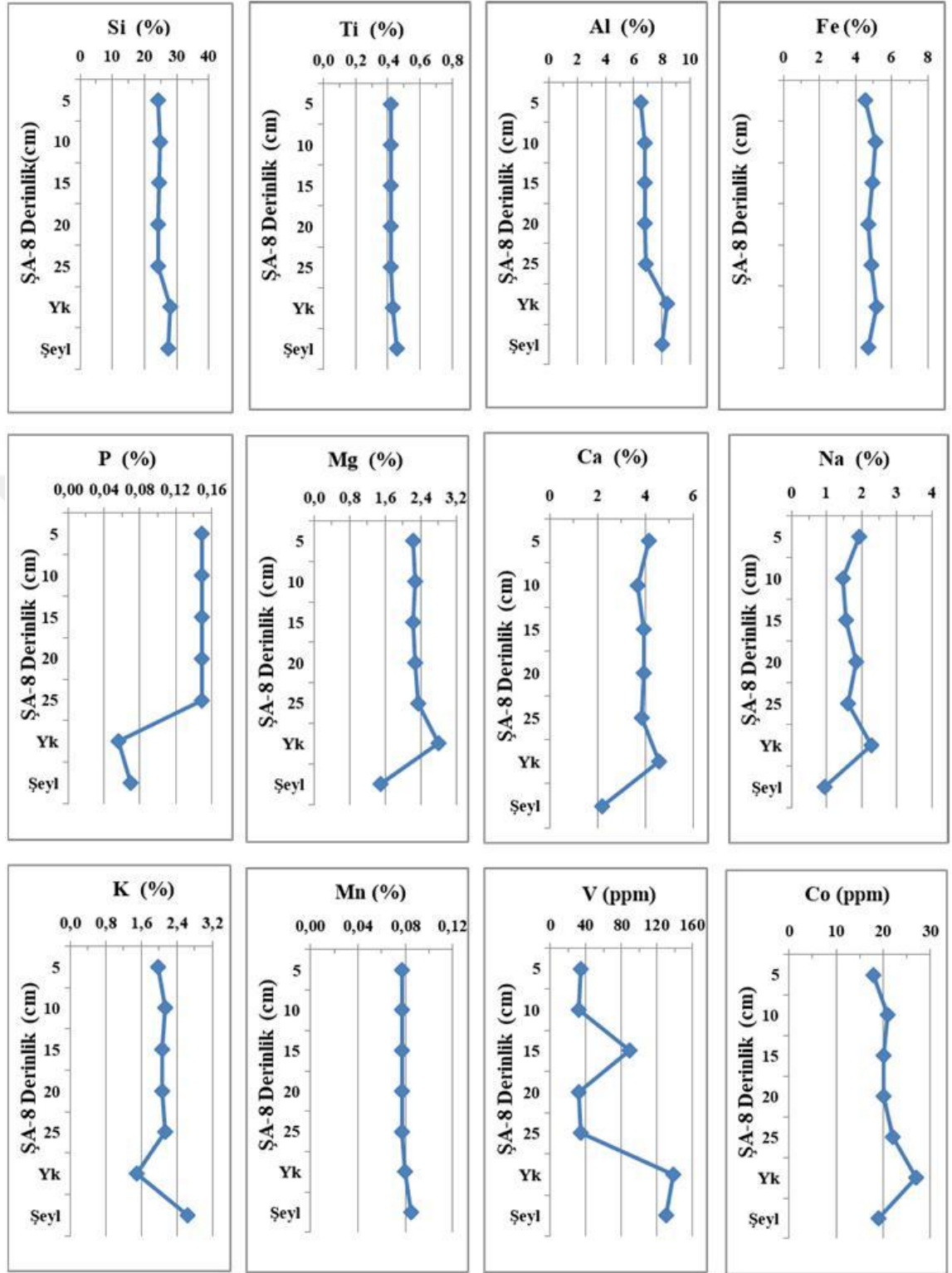


Şekil 4.6 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-6 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

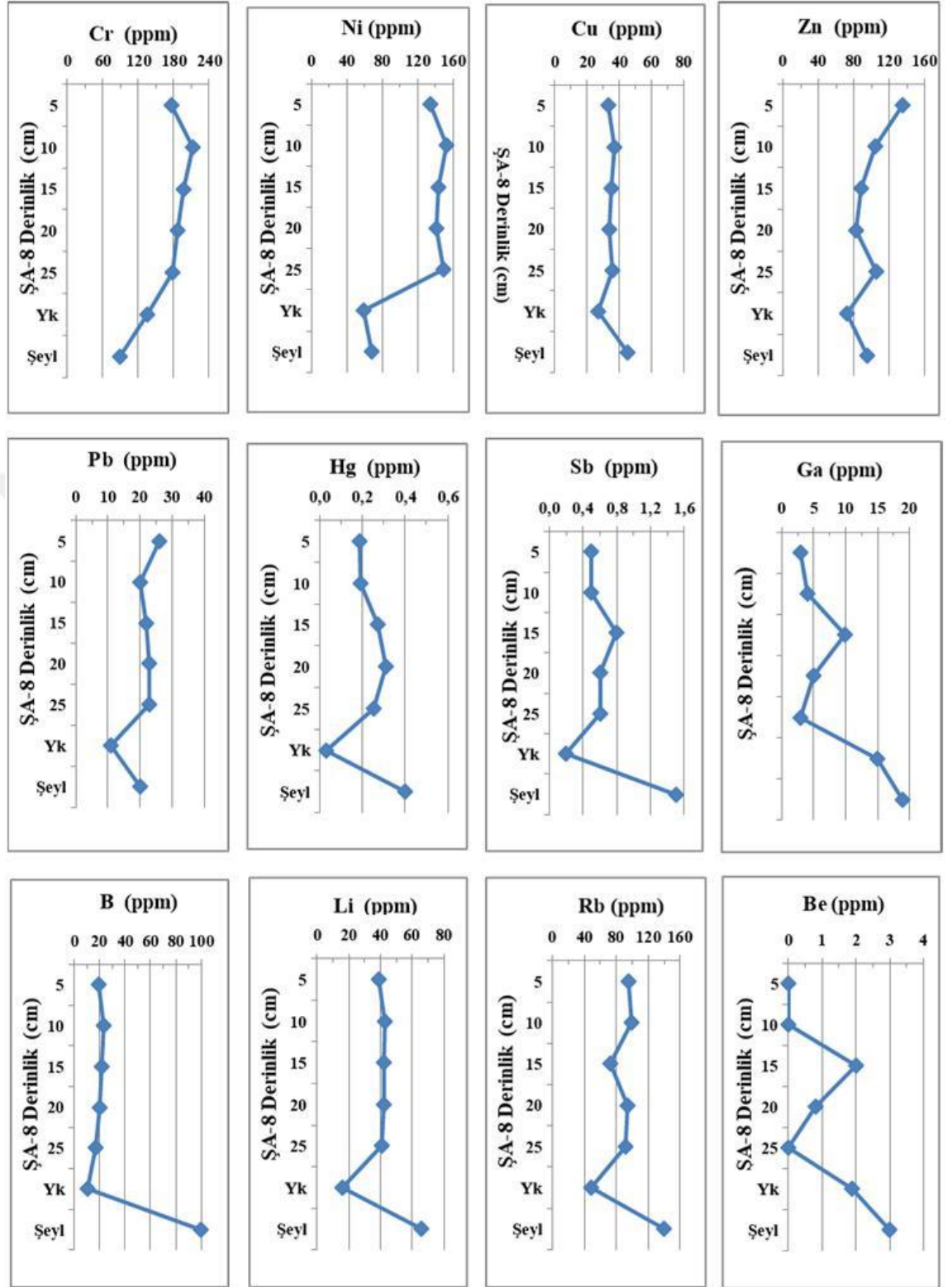
Karot ŞA-8

ŞA-8 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları çizelge 4.1’de; karot boyu derişim profilleri ise şekil 4.7’de görölmektedir.

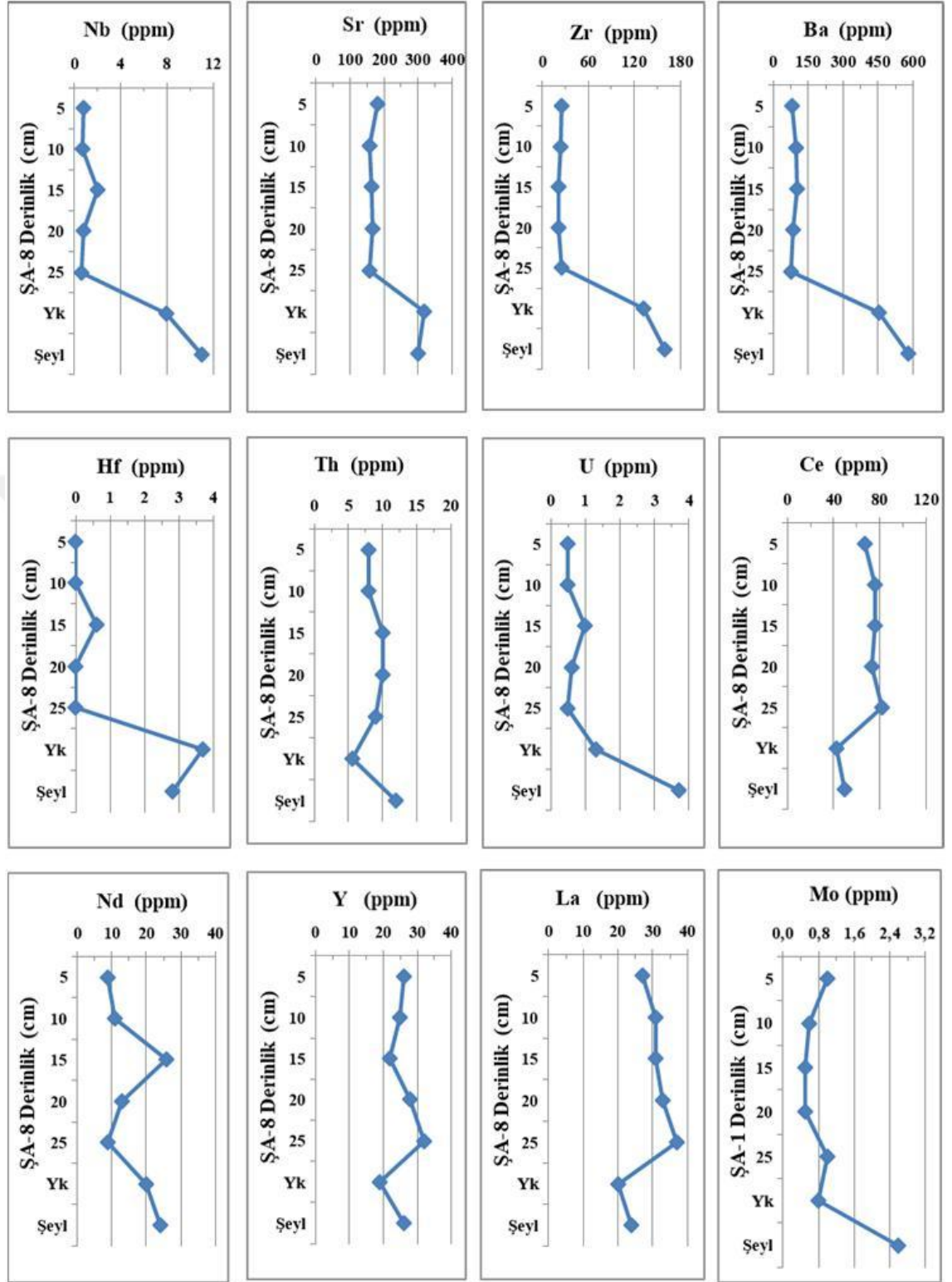
Si, Ti, Al, Fe ve K (üstte hafif azalmakta), P, Mg, Mn gibi ana elementler önemli değişimler göstermezken; Co, Cu, Li, Sr, Ba, Ce sadece en üstte çok az artarak ya da azalarak önemli değişim göstermemektedir (Şekil 4.7). Ni (azalıp artarak), Th (artıp azalarak) ve La ise yüzeye doğru hafif azalma göstermektedir. Karotun 10-15 cm aralığında V, Sb, Ga, Be, Nb, Hf, U ve Nd gibi elementlerin konsantrasyonlarında artma görölürken Rb ve Y da azalma görölmektedir. Karotun üstüne doğru Zn ve Pb’nun konsantrasyonlarında artış görölmektedir. Yerkabuğu ve şeyl ortalamaları ile element profil değerleri arasındaki farklar burada da çok belirgindir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-8 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayacık ortalaması)



Şekil 4.7 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-8 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

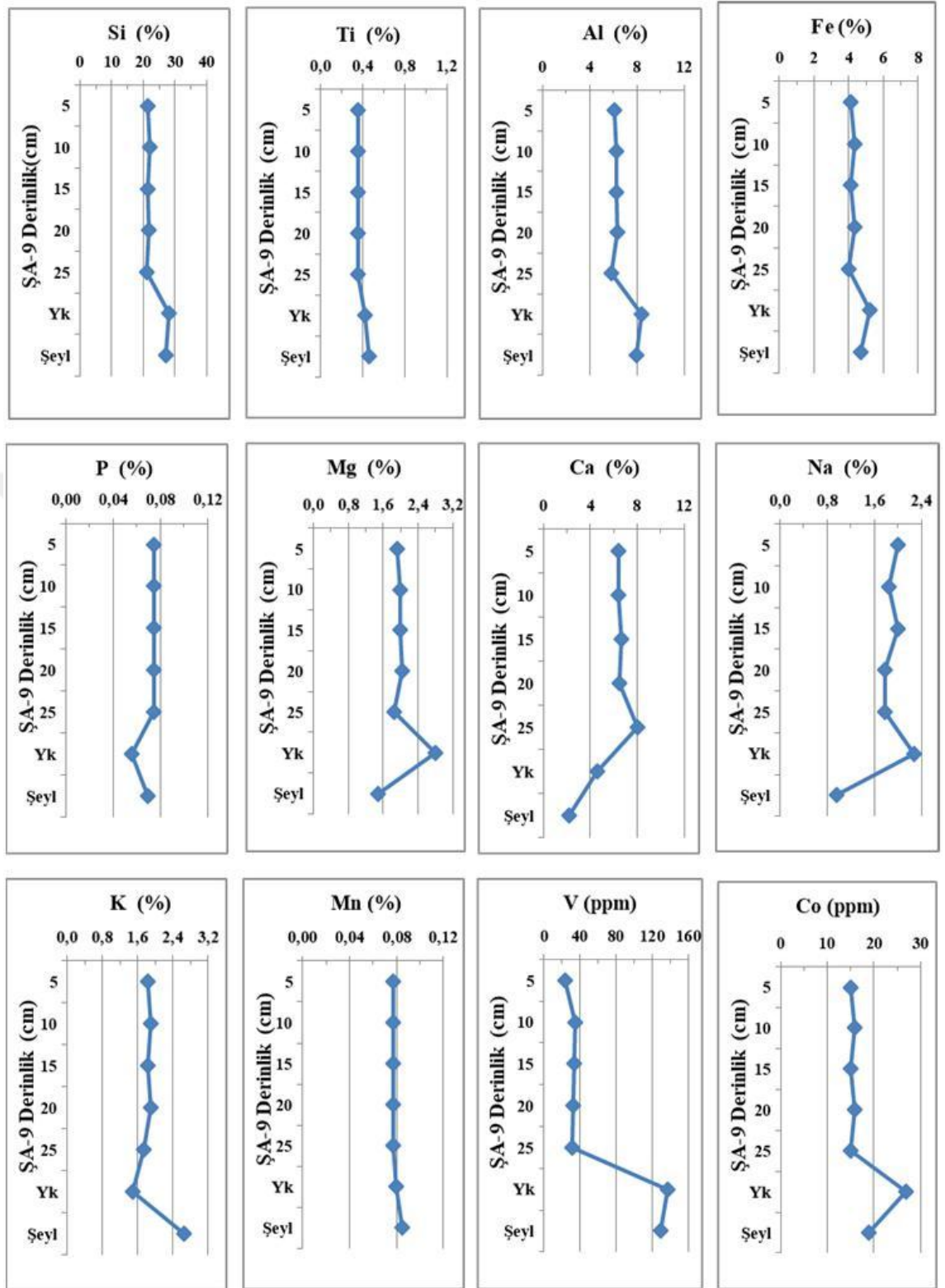


Şekil 4.7 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-8 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

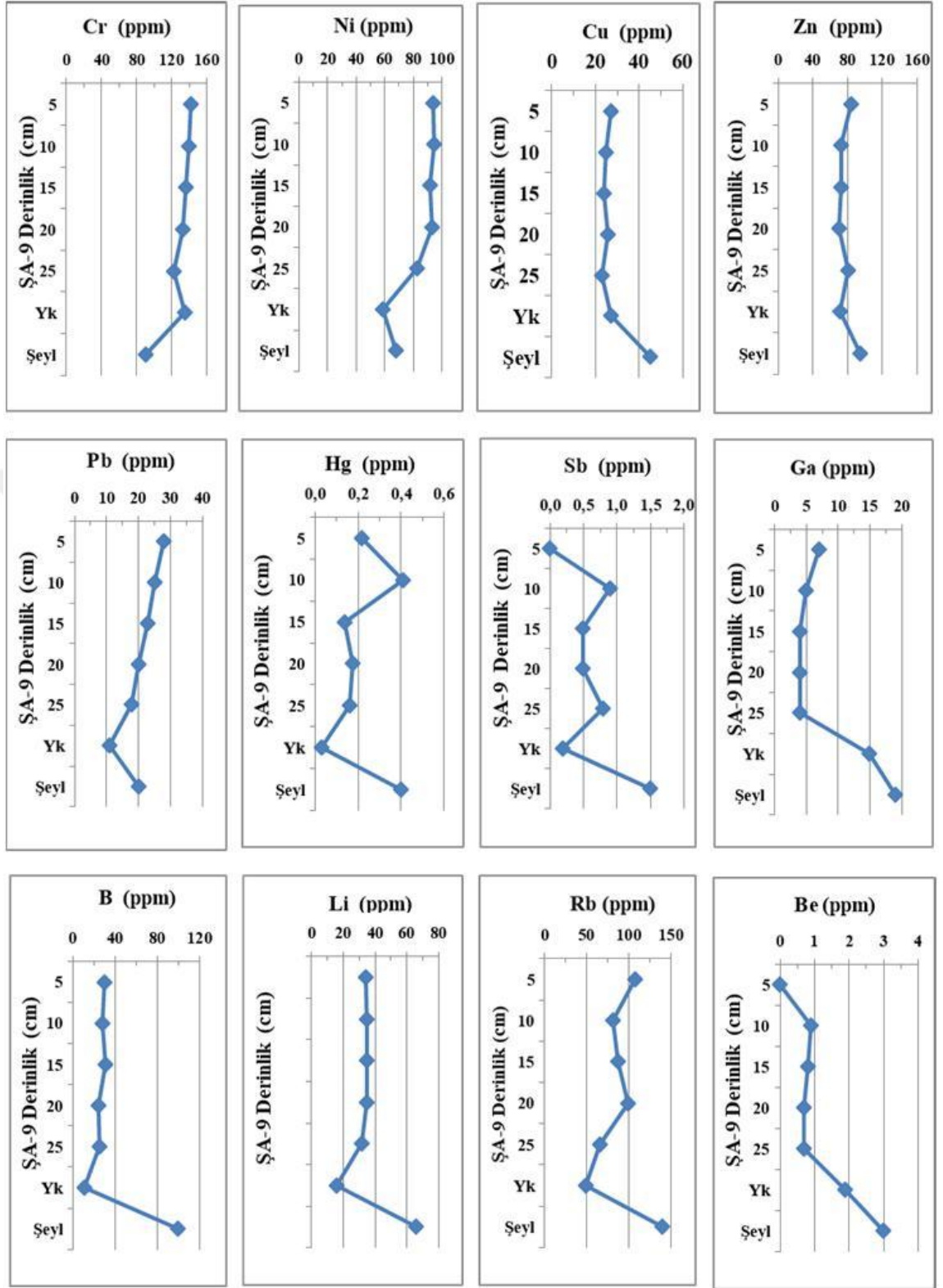
Karot ŞA-9

Çizelge 4.1’de ŞA-9 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları verilmiştir. Şekil 4.8’de ise karot boyu derişim profilleri gösterilmektedir.

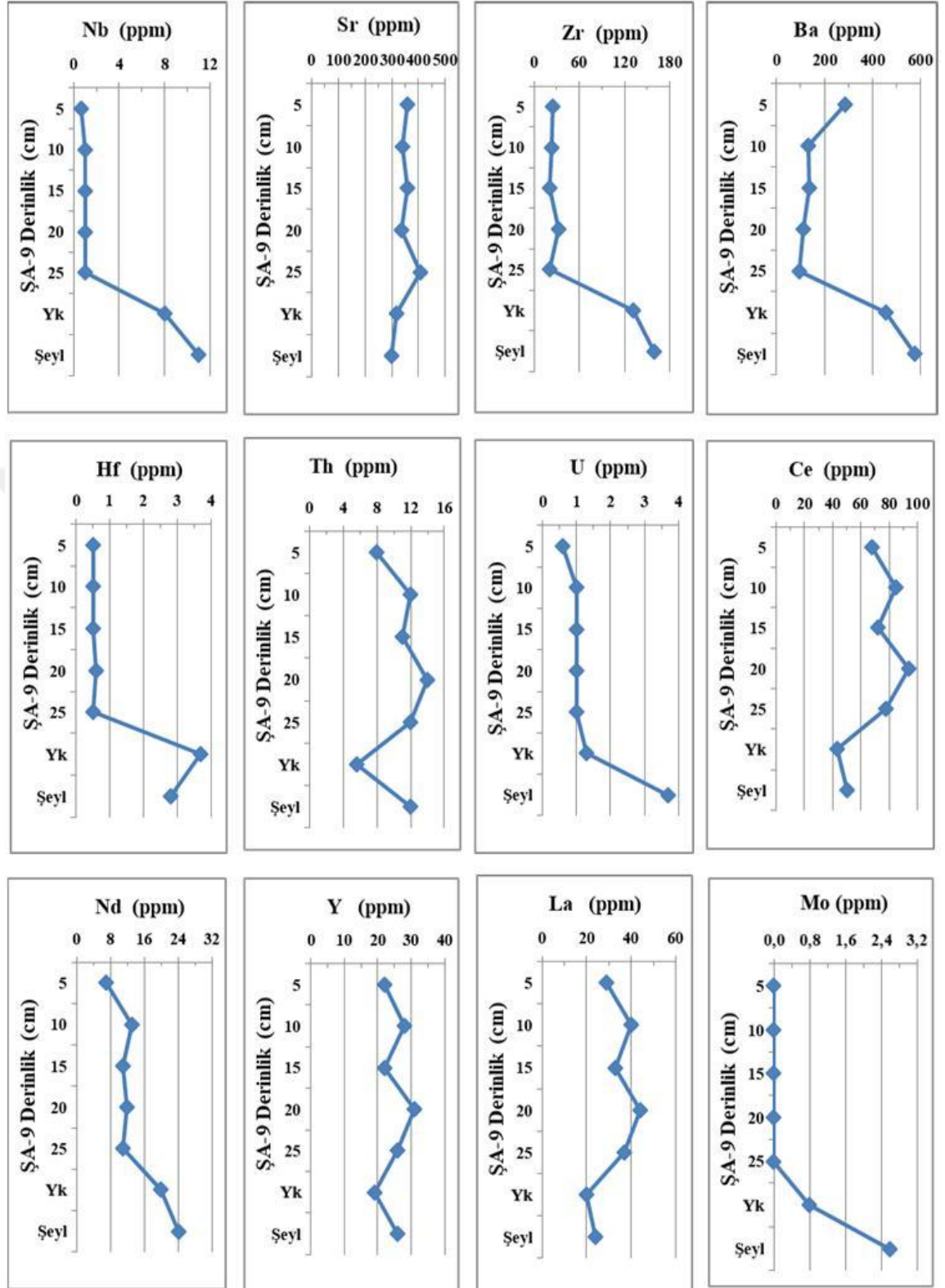
Ana elementlerin (Si, Ti, Al, Fe, P, Mg, K, Mn) ve eser elementlerin (Co, Li, Nb, Hf gibi) konsantrasyonları ve derişim profilleri karot boyunca önemli değişimler göstermemektedir (Şekil 4.8). Diğer taraftan Cr, Cu, Zn, Ni çok az; Pb (karot boyunca) ve Ba (sadece en üstte) karotta genelde üste doğru artan element konsantrasyonları ile istisna teşkil etmektedir. Th, Ce, Y ve La gibi elementlerin profil grafikleri birbirlerine benzerlik göstermektedirler. Bunların derişim profilleri aynı derinlikte artmakta yada azalmaktadır. V, U ve Nd elementlerinin konsantrasyonları karotta üstte doğru azalmaktadır. Ayrıca; Hg ve Sb, 5-10 cm derinlikte nispeten yüksek konsantrasyonlar göstermektedir. Element derişim profillerine ait değerler (Al, Ca, V, Hf, Nb, Zr, Ba, Ce, Nd, La gibi) yerkabuğu ve şeyl ortalamalarından az yada çok farklılıklar göstermektedir.



Şekil 4.8 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-9 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yer kabuğu kayaç ortalaması)



Şekil 4.8 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-9 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

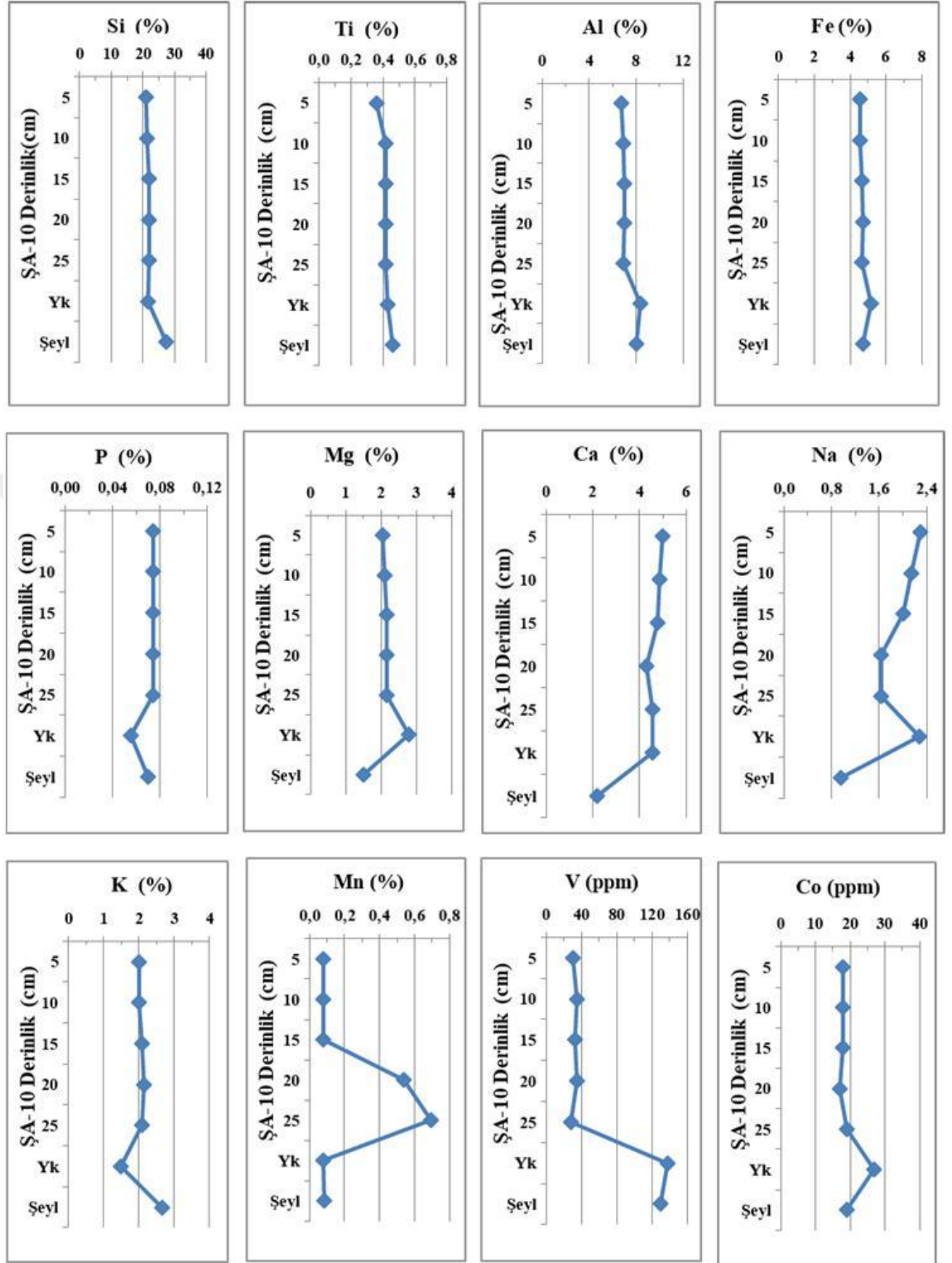


Şekil 4.8 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-9 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

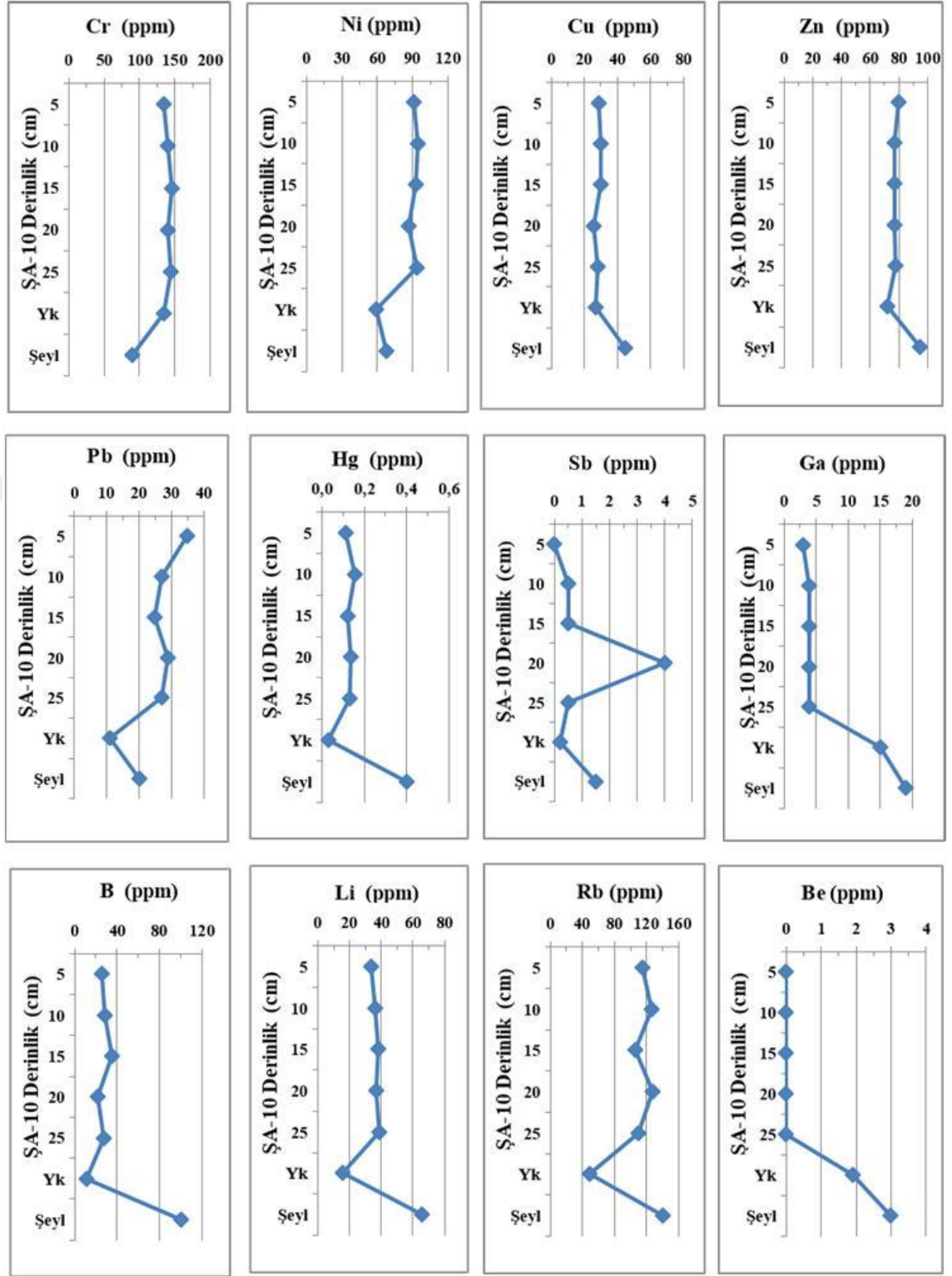
Karot ŞA-10

ŞA-10 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları çizelge 4.1’de, karot boyu derişim profilleri ise şekil 4.9’da gösterilmiştir.

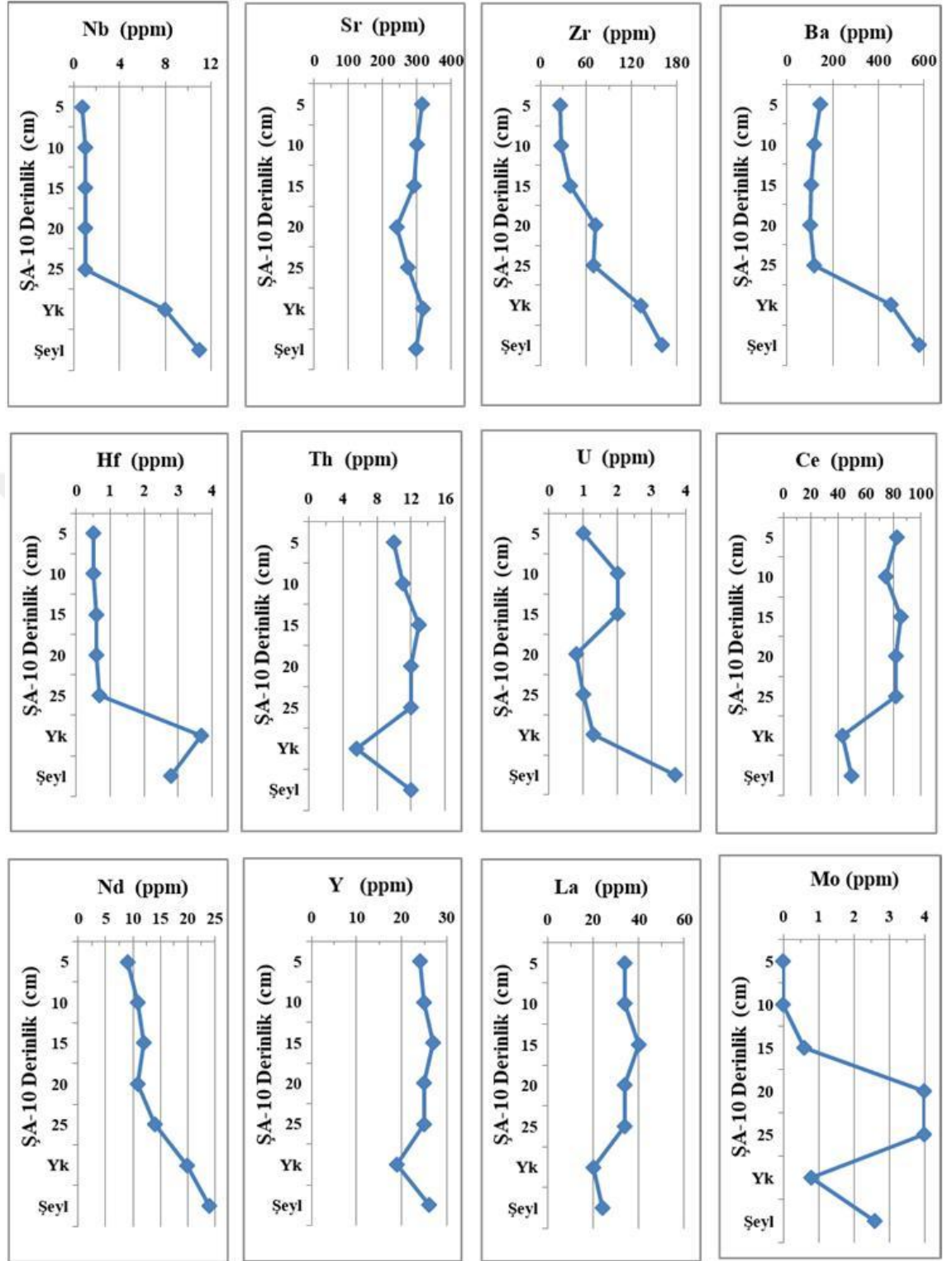
Ana elementlerden Si, Ti (sadece en üstte hafif artmakta), Al, Fe, P, Mg, K; eser elementlerden V (çok az değişim), Co, Cu, Zn, Nb, Ba, Hf derişim profilleri karot boyunca az yada çok az değişimle homojen dağılımlar sergilemektedir (Şekil 4.9). Cr, Ni, Ga, Li üstte hafif azalmakta; Zr (karot boyunca azalarak), Th, U, Nd ve Y profilleri ise alttan üste doğru hafif değişimler göstererek üstte azalma eğilimine girmektedirler. La ve Rb ise karot boyunca değişimler göstermektedir. 15-25 cm derinliklerde Mn, Mo ve Sb konsantrasyonları karotta en yüksek değerlerini göstermektedir. Ca, Na ve Pb konsantrasyonları alttan üste doğru genelde artmaktadır. Yerkabuğu ve şeyl ortalamaları gibi referans değerleri hem kendi aralarında hem de element profil değerleri ile önemli farklılıklar gösterebilmektedir. Ba, Zr, Hf, Pb, Ni gibi elementler bu farklılıklara örnek gösterilebilir.



Şekil 4.9 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-10 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkağıu kayaç ortalaması)



Şekil 4.9 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-10 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

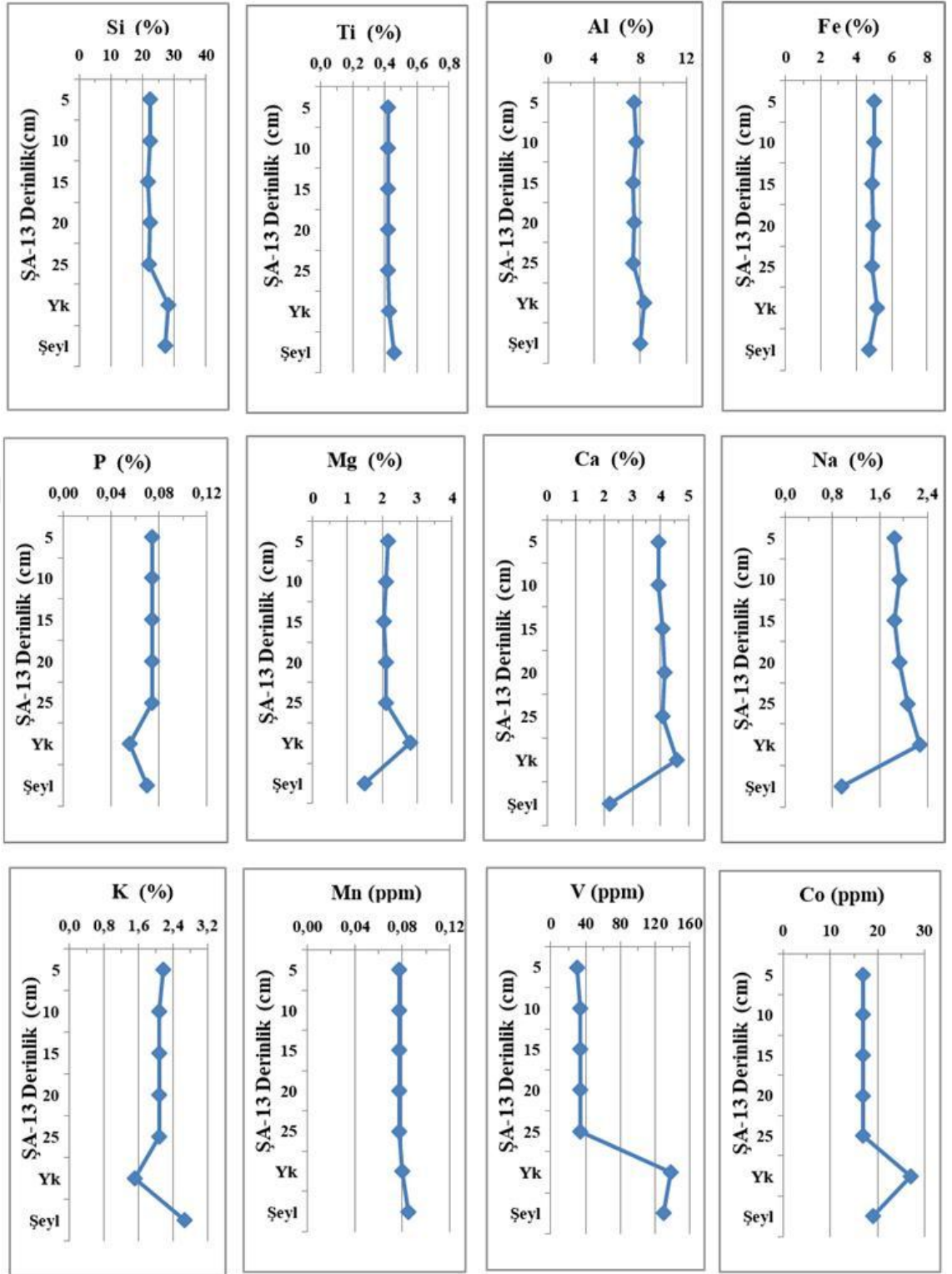


Şekil 4.9 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-10 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

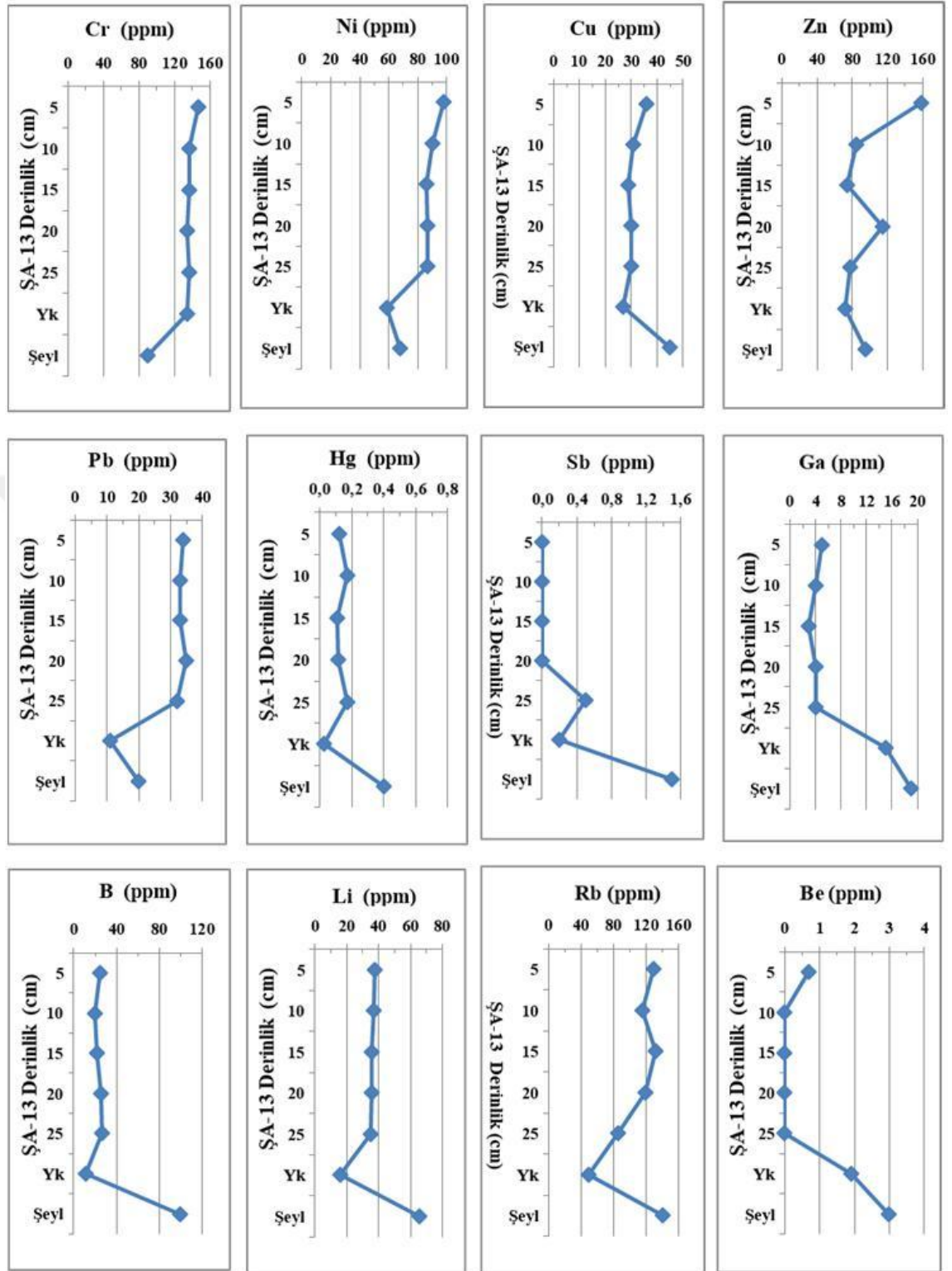
Karot ŞA-13

Çizelge 4.1’de ŞA-13 nolu karotun sedimentlerinde ölçülen ana ve eser elementlerin en az, en yüksek ve ortalama konsantrasyonları verilmiştir. Şekil 4.10’da ise karot boyu derişim profilleri gösterilmektedir.

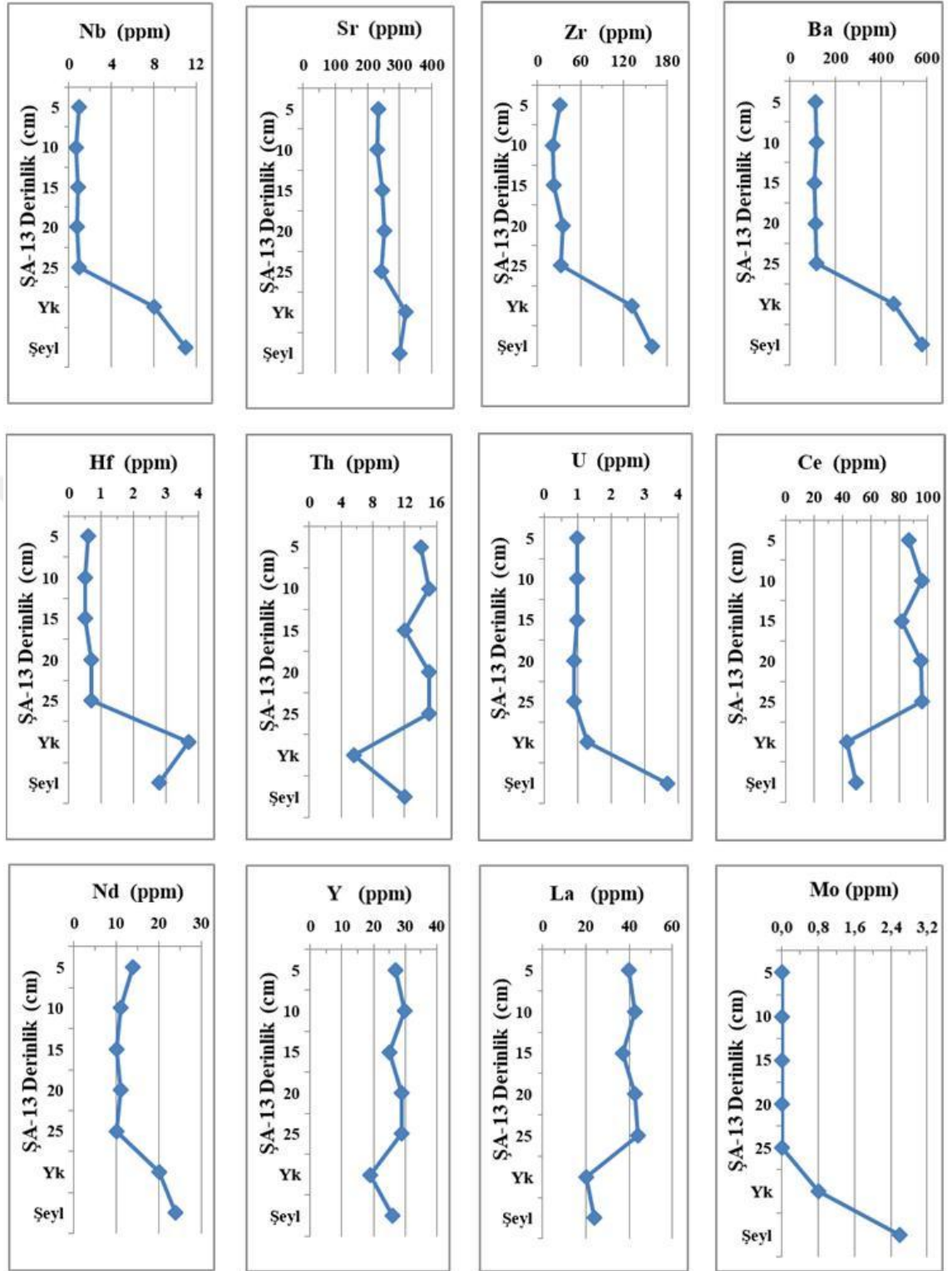
Si, Ti, Al, Fe, P, Mg, K ve Mn gibi ana elementler ile V, Co, Pb ve Zr (çok az değişim), Li, Sr, Ba, Hf ve U gibi eser elementlerin derişim profilleri karot boyunca önemli değişim göstermemektedir (Şekil 4.10). Buna karşın; Cr, Ni, Cu, Ga ve Nd derişim profillerinde üstte doğru hafif artış görölmektedir. Zn ve Rb ise karot boyunca değişimler göstererek artmaktadır. Hg, Th, Ce, Y ve La gibi elementlerin profil grafikleri birbirlerine benzerlik göstermektedir. Bu elementlerin derişim profilleri aynı derinlikte artmakta ya da azalmaktadır. Diğer karotlarda da olduğu gibi, şeyl ortalamaları ile yerkabuğu ortalamaları birbirinden farklı olup, bu iki referans değerleri karotta tespit edilen element konsantrasyonları ile de farklılık göstermektedir (V, Pb, Ga, Nb, Zr, Ba, Hf, Ce, Nd ve La gibi) (Şekil 4.10).



Şekil 4.10 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-13 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (Yk: yerkabuğu kayaç ortalama)



Şekil 4.10 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-13 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)



Şekil 4.10 Şarköy Kanyonu deniz tabanından alınan ŞA-13 nolu sediment karotunda element konsantrasyonlarının derinlikle dağılımı (devam)

4.2 Karot Sedimentlerinin Element Konsantrasyonları ile Diğer Jeolojik Kaynak Kayaç (Referans) Verilerinin Karşılaştırılması

Tüm sediment karotlarının element konsantrasyonlarının en az, en yüksek ve ortalama değerleri çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.2’de ise, bu çalışmada tespit edilen ve tüm karotlara ait element konsantrasyonları; yerkabuğu kayaçlarının ortalaması; granit, bazalt, şeyl, kumtaşı ve karbonat (kireçtaşı) kayaçlarının ortalaması karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. Şeyl türü sedimentler kayaçlar, denizel çamur ya da çamurtaşı için jeolojik-jeojenik (antropojenik etkinin olmadığı) referans (doğal temel) olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Çamur sedimentlerinin kum ve karbonat içeriğinin mineralojik ve jeokimyasal etkilerini araştırmak için de kumtaşları ve kireçtaşlarının kayaç ortalamaları dikkate alınmaktadır. Yerkabuğunu oluşturan tüm magmatik, metamorfik ve sedimenter kayaçların ortalaması ise yerkabuğu ortalaması olarak bilinmektedir.

Şarköy Kanyonu’nun tüm sediment karotlarında tespit edilen element konsantrasyonları yerkabuğu ve şeyl ortalamaları ile karşılaştırıldığında, ana elementlerde az, fakat eser elementlerde dikkate değer farklılıklar görülmektedir (Çizelge 4.2). Sadece yerkabuğu ve şeyl kayaçları arasında değil, şeyl, kumtaşı ve kireçtaşları gibi sedimenter kayaçlar arasında ve granit, bazalt gibi felsik ve mafik kayaçlar arasında da element konsantrasyonları oldukça farklıdır (Çizelge 4.2). Bu çalışmada analizi yapılan bazı elementlerin konsantrasyonları yerkabuğu ortalamasına, bazılarınıniki şeyl ortalamasına, bazılarınıniki felsik (granit)-mafik (bazalt) karışımına ve bazılarınıniki ise şeyl, kumtaşı ve kireçtaşları bileşimine benzemektedir.

Bununla birlikte; karotların silt+kil (çamur) içeriğinin oldukça yüksek olması sebebiyle ve karotlarda tespit edilen elementler şeyl ortalamaları ile karşılaştırıldığında, Pb, Ni, Cr ve Ce gibi elementlerin ortalama değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu elementlerin derinliğe göre dağılımları incelendiğinde, genellikle karotların yüzeye yakın kısımlarında element konsantrasyonlarının yüksek değerler gösterdiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2 Bu çalışmada tespit edilen Şarköy Kanyonu sediment karotlarına ait ortalama element konsantrasyonlarının diğer jeolojik referans kaynak kayaç ortalamaları (Turekian ve Wedepohl 1961, Krauskopf 1985) ile karşılaştırılması

Elementler	Tüm Karotlar	Yerkabuğu	Granit	Bazalt	Şeyl	Kumtaşı	Karbonat
Si(%)	22,19	28,07	33,96	23,00	27,30	36,80	2,40
Ti(%)	0,42	0,43	0,15	0,90	0,46	0,15	0,04
Al(%)	6,94	8,41	7,43	8,40	8,00	2,50	0,42
Fe(%)	4,72	5,20	1,37	8,60	4,72	0,98	0,38
Mn(%)	0,10	0,08	0,02	0,17	0,09	0,00X	0,11
Mg(%)	2,13	2,81	0,24	4,50	1,50	0,70	4,70
Ca(%)	4,60	4,58	0,99	7,20	2,21	3,91	30,23
Na(%)	2,02	2,28	2,46	1,90	0,96	0,33	0,04
K(%)	2,03	1,50	4,51	0,80	2,66	1,07	0,27
P(%)	0,09	0,056	0,039	0,140	0,070	0,017	0,040
V	35	138	17	250	130	20	20
Co	17	27	2,4	48	19	0,3	0,1
Cr	149	135	20	200	90	35	11
Ni	102	59	1	150	68	2	20
Cu	31	27	13	100	45	X	4
Zn	87	72	45	100	95	16	20
Pb	30	11	48	3,5	20	7	9
Hg	0,20	0,03	0,10	0,01	0,40	0,30	0,20
Ga	4,60	15	20	18	19	12	4
B	26	11	1,7	5	100	35	20
Li	37	16	22	12	66	15	5
Rb	104	49	220	30	140	60	3
Sr	251	320	250	450	300	20	610
Nb	1,20	8	24	20	11	0,0X	0,3
Zr	29	132	210	140	160	220	19
Ba	114	456	1220	300	580	X0	10
Hf	0,60	3,7	5,2	1,5	2,8	3,9	0,3
Th	12	5,6	50	1,5	12	1,7	1,7
U	1,10	1,3	3,4	0,5	3,7	0,45	2,2
Ce	83	43	170	30	50	30	10
Nd	12	20	55	20	24	15	6,2
Y	27	19	13	30	26	15	6,4
La	37	20	101	10	24	16	6,3

Elementlerin yorumlanmasında Turekian ve Wedepohl (1961), Rose vd. (1979), Mason ve Moore (1982), Krauskopf (1985)'dan faydalanılmıştır. Bu çalışmada, Şarköy karot sedimentlerinde ölçülen elementlerin konsantrasyonları ve diğer jeolojik kaynaklar ile karşılaştırılması aşağıda elementlere göre sıralanmıştır:

Silisyum (Si): Karot sedimentlerinde ölçülen Si konsantrasyonları % 20,99-24,87 arasında değişmekte olup, ortalama % 22,19'dur (Çizelge 4.1). Karotlara bakıldığında Si değerleri çoğunlukla % 21-23 arasında olup, önemli farklılıklar görülmemektedir. Sadece ŞA-8 no'lu karotta % 24'lü değerler tespit edilmiştir. Bu Si değerleri yer kabuğu, granit ve kumtaşı kayalarının altında, fakat şeyl ve karbonat kayaç karışımlarına uygun görünmektedir (Çizelge 4.2). Si konsantrasyonları değişim profillerinde derinden yüzeye doğru oldukça homojendir. Si'nin kaynağı çoğunlukla kuvars, mika ve feldispatlar olarak kabul edilebilir. Her ne kadar yeterli veri olmasa da silisli mikroorganizmalar ve amorf silisler de ilave kaynak olabilirler.

Titanyum (Ti): Ti konsantrasyonları karot sedimentlerinde % 0,36-0,42 arasında ölçülmüş olup, ortalama değer % 0,41'dir (Çizelge 4.1). Genelde Ti değerleri karotlar arasında önemli farklılıklar göstermemektedir. Ti değerlerine bakıldığı zaman yer kabuğu ve şeyl kayaç ortalamaları ile benzerlik görünmektedir (Çizelge 4.2). Titanyum değişim profilleri ayrıca karotlar boyunca önemli bir değişim göstermemektedir. Titanyum; rutil, titanit ve ilmenit gibi kendi minerallerinde bulunabileceği gibi, Al yerine piroksen, hornblend, biyotit, muskovit gibi diğer minerallerin kristal kafeslerinde de bulunabilir.

Alüminyum (Al): Karot sedimentlerinde % 5,87-7,62 arasında değişmekte olan Al konsantrasyonları (ortalama % 6,94) ölçülmüştür (Çizelge 4.1). En yüksek Al değeri % 7,62 ile ŞA-13 no'lu karotta, en düşük Al değeri ise (% 5,87) ile ŞA-9 no'lu karotta (az çakıl ve kumlu) bulunmuştur. Genelde bu Al değerleri ortalama yer kabuğu ve şeyl kayalarından biraz düşüktür, fakat şeyl-kumtaşı-kıraçtaşı karışımına benzemektedir (Çizelge 4.2). Karotlarda Al derişim profilleri alttan üste doğru oldukça homojen görünmektedir. Al genelde mika, kil ve feldispat minerallerine bağlıdır ve çok az miktarda Al-oksit olarak da bulunabilir.

Demir (Fe): Karot sedimentlerinde ölçülen Fe konsantrasyonları % 3,99-5,11 arasında değişmekte olup, ortalama % 4,72'dir (Çizelge 4.1). Sedimentlerin Fe konsantrasyonları genelde yerkabuğu ve şeyl kayaç ortalamaları ile uyum içindedir (Çizelge 4.2). Fe konsantrasyonlarının dağılımı Al, Si ve Ti konsantrasyonları dağılımına benzemektedir. Karotlarda Fe derişim profilleri alttan üste doğru oldukça homojendir. Fe ortamsal koşullara bağlı olarak sülfid, oksit, hidroksit, karbonat bileşimlerinde bulunabileceği gibi, piroksen, hornblend, mika, olivin, gibi diğer minerallerin kristal kafeslerinde de bulunabilir. Hematit, götit, limonit, ilmenit, kromit, magnetit önemli oksitli Fe minerallerindendir.

Mangan (Mn): Karot sedimentlerinde ölçülen Mn konsantrasyonları % 0,08-0,70 (800-7000 ppm) arasında değişmekte ve ortalama % 0,1 (1000 ppm)'dir (Çizelge 4.1). Mn, karotların hepsinde alttan üste doğru benzer ve homojen dağılımlar sergilemektedir. Bununla beraber, ŞA-3 nolu karotun 15-20 cm arası derinlikte % 0,15 Mn ve ŞA-10 no'lu karotun 15-20 cm (% 0,54) ve 20-25 cm derinliklerinde tespit edilen Mn (% 0,70) konsantrasyonları oldukça yüksektir. Ortalama yerkabuğu ve şeyl kayaçları bu çalışmada ölçülen Mn konsantrasyonlarına yakın değerler göstermektedir. Karbonatlar, oksitli-hidroksitli Fe mineralleri, bazı silikatlar (Mg ve Fe ile yer değiştirmiş olarak piroksen, amfibol, mika dahil), Mn-oksitler-hidroksitler ve sülfidler önemli Mn taşıyıcı bileşiklerdendir. Mn konsantrasyonları ayrıca diyajenetik olarak değişen redoks koşullarına göre sedimentte azalabilir veya artabilir.

Magnezyum (Mg): Karot sedimentlerinde % 1,87-2,35 arasında değişen (ortalama % 2,13) konsantrasyonlarda Mg ölçülmüştür (Çizelge 4.1). En yüksek Mg 8 nolu karotta, en düşük Mg ise 9 nolu karotta ölçülmüştür. Mg değerlerinde de Al dağılımlarında olduğu gibi önemli farklılıklar görülmemektedir. Mg değişim profilleri karot boyunca az değişim göstermektedir. Bu çalışmada tespit edilen Mg konsantrasyonları yerkabuğu ortalamasına yakındır, fakat şeyl ortalamasından nispeten yüksektir (Çizelge 4.2). Kil ve mika (biyotit gibi) mineralleri, karbonatlar, piroksen, amfibol ve olivin diğer Mg taşıyıcılardandır.

Kalsiyum (Ca): Karot sedimentlerinde ölçülen Ca konsantrasyonları % 3,72-8,08 arasında değişmekte olup, ortalama değer % 4,60'dır (Çizelge 4.1). En yüksek Ca konsantrasyonuna ŞA-9 nolu karotun 20-25 cm'lik sediment derinliğinde rastlanmıştır. En düşük Ca konsantrasyonu (% 3,72) ise ŞA-8 nolu karotta ölçülmüştür. Karotlar arasında bir karşılaştırma yapılır ise, Ca konsantrasyonları hemen hemen bütün karotlarda benzer dağılım göstermektedir (Çizelge 4.1). Diğer taraftan, karotlarda ölçülen Ca konsantrasyonları yer kabuğu ortalamasına oldukça yakındır ve değişen oranlarda şeyl ve kireçtaşı karışımı ile de benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.2). Karotlarda Ca derişim profilleri, alttan üst kısımlara doğru oldukça sabit ve değişmeyen değerler göstermektedir. Kalsiyuma daha çok biyojenik ve litojenik kaynaklı karbonatlarda, plajiyoklaslarda rastlanmaktadır.

Sodyum (Na): Karot sedimentlerinde ölçülen Na konsantrasyonları % 1,48-2,45 arasında değişmekte olup, ortalama % 2,02'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Na konsantrasyonu 4 nolu karotta, en düşük ise 8 nolu karotta ölçülmüştür. Karotlar boyunca Na, derişim profillerinde düzenli bir dağılım göstermektedir. 4, 5 ve 13 nolu karotlarda yüzeye doğru hafif azalma görölürken, diğer karotlarda yüzeye doğru hafif artışlar görölürmektedir. Sedimentlerin Na konsantrasyonları yer kabuğu ortalamasına benzemekle beraber ortalama şeyl oranlarına göre nispeten yüksektir (Çizelge 4.2). Plajiyoklas, deniz tuzu, amfibol önemli konsantrasyonlarda Na içerebilmektedir.

Potasyum (K): Karot sedimentlerinde ölçülen K konsantrasyonları % 1,74-2,16 arasında değişmekte olup, ortalama % 2,03'dür (Çizelge 4.1). En yüksek K konsantrasyonu 13 nolu karotta (nispeten yüksek silt ve kil miktarları), en düşük ise 9 nolu karotta (nispeten yüksek kum ve çakıl miktarları) ölçülmüştür. Genelde bu çalışma sedimentlerinin K içeriğı yer kabuğu ortalamasından yüksek, şeyl ortalamasından düşüktür (Çizelge 4.2). Potasyumun derişim profillerinde karot boyunca önemli bir derişim görölmemektedir. K daha çok, kil ve mika mineralleri ile alkali feldispatlarda bolca bulunabilmektedir.

Fosfor (P): Karot sedimentlerinde ölçülen P konsantrasyonları % 0,08-0,15 arasında değişmekte olup, ortalama % 0,09'dur (Çizelge 4.1). P derişim profilleri genellikle

karotlar boyunca düzenli bir dağılım göstermektedir. Fakat; 3 ve 4 nolu karotların 0-5 cm arası derinlikte, 8 nolu karotun ise tamamında yüksek P konsantrasyonları görülmektedir. Bunların dışında kanyon genelinde benzer dağılımlar göstermektedir. P, en fazla bazalt türü kayalarda bulunmaktadır. Karotların P konsantrasyonları genelde şeyl ortalamasına benzemektedir (Çizelge 4.2). Fosforun apatit, monazit gibi fosfat mineralleri olabileceği gibi, diğer elementlerle (Si gibi) de yer değiştirebilir. Bunların dışında P, denizel ortamlarda biyolojik üretimin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.

Vanadyum (V): Karot sedimentlerinde ölçülen V konsantrasyonları 24-89 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 35 ppm'dir (Çizelge 4.1). V değerleri yerkabuğu ve şeyl ortalamalarından oldukça düşüktür. V değişim profilleri tüm karot boyunca önemli bir değişim göstermemektedir. Yalnız 2 nolu karotun 5-10 cm'sinde (73 ppm), 4 nolu karotun 20-25 cm'sinde (63ppm) ve 8 nolu karotun 10-15 cm'sinde (89 ppm) yüksek değerler görülmektedir. V; biyotit, piroksen, amfibol, magnetit gibi minerallerde Fe ile yer değiştirebileceği gibi, organik maddeye de bağlı olarak taşınabilir. Antropojenik kaynaklı olarak petrol ve kömür yakımında yüksek konsantrasyonda V'un açığa çıktığı bilinmektedir.

Kobalt (Co): Karot sedimentlerinde ölçülen Co konsantrasyonu 15-22 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 17 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Co konsantrasyonu 8 nolu karotta (22 ppm) olup diğer karotlarda hemen hemen aynı değerleri göstermektedir (Çizelge 4.1). Kanyon genelinde Co konsantrasyonları şeyl ortalamalarına benzemektedir (Çizelge 4.2). Co profilleri genellikle karot boyunca düzenli bir dağılım göstermektedir. Amfibol, piroksen, olivin ve biyotit gibi minerallerin kristal kafeslerinde bulunabilen Co; karbonatlara, sülfütlere, organik maddelere ve Fe-Mn-oksit-hidroksitlere de bağlanabilmektedir.

Krom (Cr): Karot sedimentlerinde ölçülen Cr konsantrasyonları 100-213 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 149 ppm'dir (Çizelge 4.1). Cr konsantrasyonunun en yüksek olduğu karot 8 nolu karotta, en düşük konsantrasyon ise 4 nolu karottur. 3 nolu karotta da Cr değerleri 160'ın üstündedir. 4 nolu karotun Cr değişim profilinde değişimler gözlenirken; 1, 2, 3, 5 ve 6 nolu karotların Cr değişim profilleri, karot boyunca çok az

değişim göstermekte ve yüzeye doğru kromun artmakta olduğu görülmektedir. Kanyon genelinde Cr değerleri şeyl ortalamasından yüksektir (Çizelge 4.2). Ultramafik ve mafik kayaların Cr içerikleri oldukça yüksektir. Yüksek Cr konsantrasyonlarına kromit, piroksen, amfibol, olivin, mika ve magnetit minerallerinde de rastlanılmaktadır. Cr alüminyum silikatlarında Fe ile yer değiştirebilir (Mason ve Moore 1982).

Nikel (Ni): Karot sedimentlerinde ölçülen Ni konsantrasyonları 76-153 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 102 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Ni değeri 8 nolu karotta, en düşük değer ise 4 nolu karotta ölçülmüştür. Özellikle 3 ve 8 nolu karotlarda Ni konsantrasyonları yüksek iken (120 ppm'in üstünde) 4 nolu karotta daha düşük (76-82 ppm arasında) diğer karotlarda ise birbirine benzerdir. Ni'in değişim profilleri, Cr'nin değişim profillerine benzemektedir. Kanyon'daki karotlarda Ni konsantrasyonları yerkabuğu kayaç ortalaması ve şeyl ortalamalarına göre biraz yüksektir (Çizelge 4.1). Ultramafik kayaç minerallerinin Ni konsantrasyonları, Co ve Mg ile birlikteliği genelde yüksek olup, sülfidler de önemli Ni taşıyıcısıdır. Ni; biyotit, klorit, amfibol, piroksen, olivin gibi minerallerde de Fe ve Mg ile yer değiştirebilir.

Bakır (Cu): Karot sedimentlerinde ölçülen Cu konsantrasyonları 23-70 ppm arasında değişmekte olup, çoğu değerlerin 23-34 ppm arasında seyrettiği ve ortalama değer 31 ppm olduğu gözlemlenmektedir (Çizelge 4.1). Bakırın değişim profillerinde genelde karotun üst kısımlarına doğru Cu konsantrasyonlarında artan bir eğilim görülmektedir. Cu, kanyon genelinde birbirine yakın değerlerde olup sadece 5 nolu karotun 10-15 cm arasında yüksek (70 ppm) değer göstermektedir. Bakır konsantrasyonları yerkabuğu ortalamasına benzemekte ve granit ile bazalt kayalarının ayrışma ürün ortalamalarının karışımını temsil etmektedir (Çizelge 4.2). Bakırın önemli taşıyıcıları sülfidler, karbonatlar, organik maddeler, mafik mineraller ve Fe-Mn-oksitlerdir.

Çinko (Zn): Karot sedimentlerinde ölçülen Zn konsantrasyonları 71-159 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 87 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Zn konsantrasyonu 13 nolu karotta (159 ppm) ölçülmüştür. 4, 8 ve 13 nolu karotların Zn değişim profillerinde karot boyunca değişimler gözlenirken, özellikle 8 ve 13 nolu karotların üst kısımlarında ani artışların (135-159) olduğu görülmektedir. Karotlardaki Zn konsantrasyonları

genelde yerkabuğu ve şeyl ortalamalarına oldukça yakındır ve karotların alt seviyelerinde önemli değişimler görülmemektedir. Zn; amfibol, piroksen, feldispat, biyotit gibi minerallerde Fe ve Mg ile yer değiştirebileceği gibi, sülfütlü, karbonatlı bileşikler de vardır. Zn, Fe-Mn-oksit-hidroksitlere ve organik maddeye de bağlanabilmektedir.

Kurşun (Pb): Karot sedimentlerinde ölçülen Pb konsantrasyonları 18-41 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 30 ppm'dir (Çizelge 4.1). Pb konsantrasyonları yerkabuğu ve şeyl kayaç ortalaması ile karşılaştırıldığı zaman (3, 8 ve 9 no'lu karotlarda olduğu gibi) biraz yüksek görülmektedir. Fakat granit (48 ppm) ve bazalt (3,5 ppm) kayaçlarının karışımı bu çalışmadaki değerleri verebilmektedir. En yüksek Pb konsantrasyonu 4 nolu karotta ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Sediment karotlarında (1, 8, 9 ve 10 nolu karotlar) Pb değişim profilleri alttan üste doğru artış göstermektedir. En yüksek Pb konsantrasyonlarına karotların en üst seviyelerinde rastlanılmıştır. Kurşunun; sülfütlü ve karbonatlı bileşikler olabileceği gibi, piroksen, apatit, mika, feldispat gibi minerallerde K ve Ca ile yer değiştirebilmekte ve Fe-Mn-oksit-hidroksitler ile organik maddeye bağlanabilmektedir.

Civa (Hg): Karot sedimentleri 0,01-0,79 ppm arasında değişen konsantrasyonlarda Hg içermekte olup, ortalama Hg 0,20 ppm civarındadır (Çizelge 4.1). Nispeten yüksek Hg konsantrasyonlarına 3, 4, 5, 8 ve 9 nolu karotlarda rastlanmıştır. Düşük ortalama Hg konsantrasyonları (0,11-0,15 ppm) ise 1, 2, 6, 10 ve 13 nolu karotlarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Diğer taraftan, bazı karotların Hg derişim profillerinde alttan üste doğru az bir artış görülmekte (ŞA-1, ŞA-2, ŞA-3, ŞA-5, ŞA-6, ŞA-8, ŞA-9), bazılarında ise önemli değişim görülmemektedir. Yerkabuğunu oluşturan kayaçlarda ortalama 0,03 ppm ve özellikle de sedimenter kayaçlarda 0,20-0,40 ppm arasında değişen konsantrasyonlarda Hg bulunmaktadır (Çizelge 4.2). Şeyl ortalaması 0,40 ppm'dir. Hg, sülfütlü minerallerde ve organik maddeye bağlı olarak bulunabilir.

Lityum (Li): Karot sedimentlerinde ölçülen Li konsantrasyonları 25-43 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 36 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Li değeri 8 nolu karotta, en düşük değer ise 4 nolu karotta ölçülmüştür. Li değerleri, yerkabuğu ortalamasından

yüksek olmasına karşın şeyl ortalamasından düşüktür. Li, kanyon genelinde tüm karotlarda ve karot boyunca oldukça düzenli bir dağılım göstermektedir. Li; spodumen (piroksen minerali), karbonat ve bazı tuz mineralleri (tuzlu yeraltı salamuraları) haricinde piroksen, amfibol, kil ve mika gibi minerallerde K ve Mg ile yer değiştirerek bulunabilir.

Rubidyum (Rb): Karot sedimentlerinde ölçülen Rb konsantrasyonları 32-142 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 103 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Rb konsantrasyonu 3 nolu karotta, en düşük ise 4 nolu karotta ölçülmüştür. Rb'nin değişim profilleri karot boyunca değişimler göstermektedir (Çizelge 4.2). Karotlardaki Rb değerleri yerkabuğu ortalamasından yüksek olup ortalama sedimanter kayaç bileşimine benzemektedir (Çizelge 4.2). Granitlerdeki Rb konsantrasyonu (220 ppm) ise bazaltlardakinden (30 ppm) daha yüksektir (Çizelge 4.2). Rb; muskovit, biyotit ve alkali feldispat ve kil gibi minerallerde K ile yer değiştirerek bulunabilir.

Stronsiyum (Sr): Karot sedimentlerinde ölçülen Sr konsantrasyonları 158-408 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 251 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Sr konsantrasyonu 9 nolu karotta, en düşük Sr konsantrasyonu ise 8 nolu karotta ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Sr konsantrasyonları 8 nolu karotta (158-181 ppm arasında) bir dağılım sergilerken, 9 nolu karotta 336 ppm'den 408 ppm arasında Sr değerleri görülmektedir. 9 nolu karot hariç diğer karotlardaki Sr konsantrasyonları yerkabuğu ve şeyl ortalamalarına ya yakın ya da ortalamanın altında değerler göstermektedir (Çizelge 4.2). Sr değişim profilleri (Ca profillerine benzer) karotun üst kısımlarına doğru artan düzenli bir dağılım sergilemektedir. Sr; Ba, K ve Ca ile birlikte karbonatlarda, feldispatlarda zenginleşmektedir.

Zirkonyum (Zr): Karot sedimentlerinde ölçülen Zr konsantrasyonu 7-73 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 29 ppm'dir (Çizelge 4.1). Zr değerleri yerkabuğu, magmatik ve sedimenter kayaç ortalamalarının altındadır (Çizelge 4.2). Zirkonyumda, kanyon genelinde benzer dağılımlar görülürken sadece 10 nolu karotun 15-20 cm'si ve 20-25 cm'sinde nispeten yüksek (73-70 ppm) değerler görülmektedir. En önemli minerali Zr-silikattır. Zr daha çok granitlerde bulunmaktadır.

Baryum (Ba): Karot sedimentlerinde ölçülen Ba konsantrasyonları 75-288 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 114 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Ba konsantrasyonu 9 nolu karotta ölçülmüştür. Ba konsantrasyonları yerkabuğu, magmatik kayalar ve şeyl kayaç ortalamalarının altındadır. 5, 9 ve 10 nolu karotlarda yüzeye doğru Ba konsantrasyonları artmaktadır. Kanyon genelinde 5 ve 9 nolu karotların üst seviyeleri (5-10 cm) hariç Ba'un değişim profilleri genellikle karot boyunca düzenli bir dağılım göstermektedir. Ba; K ile birlikte muskovit, biyotit, hornblend gibi silikatlarda, Pb ve Zn ile sülfat ve sülfatlarla ve organik maddeye bağlı olarak birincil organik madde üretiminde zenginleşebilirler.

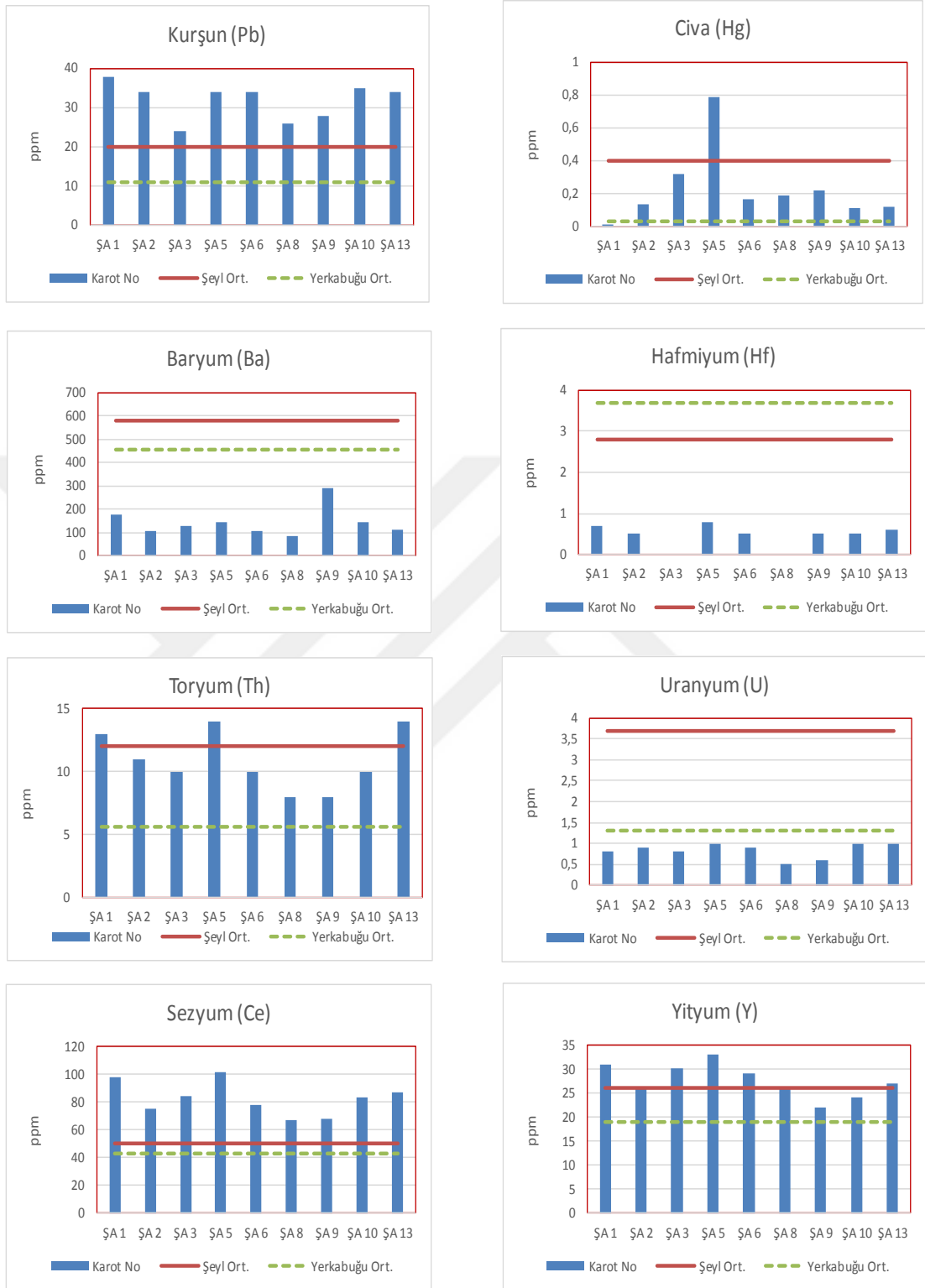
Toryum (Th): Karot sedimentlerinde ölçülen Th konsantrasyonları 8-17 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 11 ppm'dir (Çizelge 4.1). En yüksek Th konsantrasyonu 4 nolu karotun 5-10 cm'sinde görülmektedir. Th değişim profilleri boyunca, bazı karotlarda (ŞA-1, ŞA-3, ŞA-4, ŞA-5) yüzeye doğru artış görülürken, bazılarında ise karot boyunca değişim göstermektedir. Th konsantrasyonları şeyl ortalamasına benzemekle beraber, granitin ortalamasından az, bazalt ve yerkabuğu ortalamasından fazladır (Çizelge 4.2). Th; monazit, magnetit, allanit, sfen ve zirkon minerallerinde zenginleşebilmektedir.

Uranyum (U): Karot sedimentlerinde ölçülen U konsantrasyonları 0,5-6 ppm arasında değişmekte olup, ortalama 1,08 ppm'dir (Çizelge 4.1). U konsantrasyonunun çoğunlukla 0,9-1 ppm arasında değiştiği ve en yüksek değerlere ŞA-4 ve ŞA-10 nolu karotlarda ulaştığı belirlenmiştir. Karotlarda tespit edilen U konsantrasyonları ortalama yerkabuğu kayalarına benzemekle ise de, granit ve şeyl kayalarında nispeten yüksek değerler göstermektedir (Çizelge 4.2). U; V, As, P, Mo, Pb, Cu, C ile zenginleşmiş maden yataklarında; zirkon, apatit, autunit, uraninit ve allanit minerallerinde, organik madde ile bileşiklerde, fosforitlerde, karbonatlarda, vanadatlarla, limonit gibi Fe-oksitlerde ana ya da eser element olarak tespit edilmektedir.

Ayrıca incelenen karotların üst 5 cm'sine ait bazı element konsantrasyonlarının yerkabuğu ve şeyl ortalaması ile karşılaştırılması şekil 4.11'de verilmiştir.



Şekil 4.11 Çalışma alanı karot sedimentlerinin üst 5 cm seviyelerine ait bazı elementlerin ölçülen konsantrasyonlarının şeyl ve yerkabuğu ortalamaları ile karşılaştırılması



Şekil 4.11 Çalışma alanı karot sedimentlerinin üst 5 cm seviyelerine ait bazı elementlerin ölçülen konsantrasyonlarının şeyl ve yerkabuğu ortalamaları ile karşılaştırılması (devam)

4.3 Karot Sedimentlerinde Elementler Arası İlişkilerin İstatistiksel Değerlendirilmesi

4.3.1 İlişkilendirme (korelasyon) katsayı matrisleri

Bir elementin bir diğer elementle bulunuş ilişkisinin istatistiksel olarak değerlendirildiği ilişkilendirme katsayı matrisleri her bir karot ve tüm karotlar için Ek 2’de verilmiş ve ayrıca tartışılmıştır. Yöntemler bölümünde belirtildiği gibi her karot için ayrı ayrı düzenlenen ilişki katsayı matrislerinde verilen (r) değerleri: + ise pozitif (veya uyumlu) olanlar normal, - ise negatif (veya uyumsuz) olanlar italik olarak gösterilmiştir. $r \geq 0.90$ çok yüksek korelasyon veya ilişki, $0.70 < r < 0.90$ yüksek-orta korelasyon veya ilişki, $r \leq 0.70$ ise zayıf korelasyon veya ilişki olarak yorumlanmıştır. $r \geq 80$ olanlar koyu renkle gösterilerek yorumlar yapılmıştır. Elementler arası ilişkileri değerlendirmek ve yorumlamak için Rose vd. (1979), Mason ve Moore (1982), Krauskopf (1985)’dan faydalanılmıştır. Bu çalışmada hem litofil terimi (Goldschmidt’e göre elementlerin jeokimyasal sınıflandırması) hem de litojenik (kayaç ayrışmasından kaynaklanan kırıntılı deniz sedimentleri için) terimi kullanılmıştır.

Bilindiği gibi; mevcut çalışmalar günümüz denizlerinde ve özellikle de Marmara Denizi’nde (Ergin vd. 1999, Bayhan vd. 2001, Ergin vd. 2012) çökelen sedimentlerin önemli bileşenlerinin silikatlar (kuvars, feldispatlar, mika, kil mineralleri), karbonatlar, sülfidler, Al oksitler, Fe-Mn-oksit-hidroksitler, organik maddeler olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan, Al içeren silikatlar (feldispatlar, mika ve kil mineralleri gibi) alüminyum silikatlar olarak da bilinmektedirler.

Karot ŞA-1: Birincil kayaç minerallerini oluşturan litofil /litojenik silikat elementleri Si, Al, Ti, Mn, K, P ve Mg arasında kuvvetli-çok kuvvetli ve pozitif ilişkiler Ek 2a’da görülmektedir. Silikat elementleri, farklı kaynaktan gelen diğer elementler (Cr, Cu, Pb, Fe gibi) ile negatif ilişki sergilemektedirler. Litofil elementlerin Ca ve Na ile yüksek negatif ilişkileri biyojenik (organizma kabuğu) ve evaporatik (taneler arası tuzlu su) karışıma ait olabilirler. Ca birçok silikat elementleri ile negatif ilişki gösterirken; Sr, Ba, Pb gibi karbonat/biyojenik elementler ile pozitif ilişki sergilemektedir. Sr ve Ca benzer

iyon büyüklüklerine sahiptirler ve minerallerde birbirlerinin yerini alabilirler. Cu, Cr ve Zn arasındaki kuvvetli ve pozitif ilişki silikat bağlantılı görünmemektedir. U, bazı litofil elementlerle (Ti, Mn, Mg, K, P ile) pozitif ilişkili göstermektedir. U organik maddede, diyajenetik anoksik koşullarda sedimentte zenginleşebilmektedir. Radyoaktif elementler Th ve U arasında yüksek, fakat negatif ilişki olmasına karşın; Th ile Zr, Ce, Y ve La elementleri arasında pozitif ve kuvvetli ilişki mevcuttur.

Karot ŞA-2: Si, Al, Ti, Mg, K, P, Mn ve Fe arasındaki kuvvetli-çok kuvvetli ve pozitif ilişkiler (Ek 2b) silikat kökene işaret etmektedir. Bu elementlerin Ca ve Na ile yüksek negatif ilişkileri, sedimentte biyojenik (CaCO_3 'lu organizma kabuğu) ve evaporatik (NaCl 'lü taneler arası tuzlu su) malzemelerin karışımına işaret edebilirler. Bu Ca ve Na elementlerinin varlığı ve bolluğu diğer elementlerin konsantrasyonlarını seyreletmektedir. Olası antropojenik elementlerden Cu ile Pb yüksek derecede pozitif ilişki vermekte, fakat Zn ile ilişkiler oldukça zayıftır. Ni ile Cr yüksek pozitif ilişki ($r=0,97$) göstermektedir. Cr ve Ni mafik-ultramafik ve ofiyolitik kayalarda nispeten fazladır ve bu da benzer kökeni göstermektedir. Th, Ce ve La yüksek pozitif korelasyon göstermektedir. Bu durum nadir toprak elementlerinin (NTE), monazit gibi radyoaktif minerallerden kaynaklanmış olabileceğini işaret etmektedir.

Karot ŞA-3: Silikat minerallerinin etkin rolü, bu karotta da varlığını ortaya koymaktadır. Nitekim; Si, Al, Fe, Mg ve K elementleri arasındaki kuvvetli-çok kuvvetli ve pozitif ilişkiler buna işaret etmektedir (Ek 2c). Cr ve Ni ($r=0,88$) yüksek korelasyon göstermektedir ve bu birliktelik bölgedeki mafik-ultramafik kayalara bağlanabilir. Ca ve Th, Ce, Y arasındaki pozitif ve kuvvetli ilişkiler radyoaktif kaynak birlikteliğine işaret edebilir. Bu elementler; fosfat, monazit, apatit gibi minerallerden de türemiş olabilirler. Sr da radyoaktif elementlerle pozitif ve yüksek ilişki göstermektedir. Radyoaktif mineral monazitte fosfat Ca ile yer değiştirmiş ve Ce, La, Th ve Y gibi radyoaktif elementler içermiş olabilir. Ayrıca Ba; Ce, Y ve La ile yüksek ilişki göstermektedir. Radyoaktif ve nadir toprak elementleri Ce, Y, La Ba içeren kayalar veya maden-mineral yataklarından gelmiş olabilir.

Karot ŞA-4: Si-Al ($r=0,88$), K-Mg ($r=0,82$), Ti-Mn ($r=0,99$), P-Ca ($r=0,88$) elementleri arasındaki pozitif ve yüksek ilişkiler hariç, litojenik, silikat elementleri arasındaki ilişkiler oldukça düşüktür (Ek 2d). K ve Mg alüminyum silikatlarda örneğin alkali feldispat ve mikalarda bulunabilir. Ti-Mn birlikteliği bazı silikatlardan ya da bazı mineral yataklarından kısmen kaynaklanmış olabilir. Ca-P organik maddeden ya da benzer mineral kaynağından (apatit gibi) gelmiş olabilir. Fe, Mg, Co ve Cr elementleri arasında silikatlardan bağımsız yüksek ve pozitif korelasyon görülmektedir. Diğer taraftan; La-Cu-Sr-Zr-Ba-Th-Ce-Y, Y-Co-Cr-Cu-Sr-Zr-Ba-Ce ve Th-Zr-Cu-P arasındaki pozitif yüksek-çok yüksek ilişkiler silikat bağıntılarından hariç, maden-mineralleşmelere ışık tutabilirler.

Karot ŞA-5: Bu karot sedimentlerinde pozitif ve kuvvetli-çok kuvvetli Si-Al, Si-Fe, Si-K, Al-Fe ilişkileri ile kısmen de olsa Cr-Al-Fe-K-Li-Si ilişkileri (Ek 2e) silikat minerallerinin kaynağına işaret etmektedir. K ve Co pozitif ve yüksek ilişki göstermektedir. Burada Li, K ile ve Fe, Co ile diğer minerallerde yer değiştirmiş olarak bulunabilir. Bu elementler bölgedeki granitlerde ve pegmatitlerindeki mika minerallerinde bulunabilir. La-Th-Y-Ce, U- Ce-Y ilişkisi pozitif ve yüksek olup, NTE ve radyoaktif element birlikteliğine işaret edebilir. Granit türü kayaç veya pegmatitlerinde mevcut monazit grubu mineraller NTE ve radyoaktif element içerebilirler ve buralarda Th, U ve Y ile; Y ise La ile yer değiştirmiş olabilir.

Karot ŞA-6: Si-Ti-Al-Fe-Mn-P-Li-Co (K ve Mg hariç) elementleri arasındaki pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkiler (Ek 2f) silikat birlikteliğine işaret etmektedir. Ca ve Na ile diğer elementler arasında tespit edilen negatif ve yüksek ilişkiler daha çok biyojenik ve evaporitik kaynaklıdır. Mg-K-Cr-Li birlikteliği pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkiler silikat elementleri temsil etmektedir. Diğer taraftan Li-Co-Cr-Ni ile pozitif ve yüksek ilişki göstermektedir ve bu birliktelik bölgedeki maden-mineral yatakları, bazik-ultrabazik kayaçlar ve mika gibi silikat minerallerine bağlanabilir. Th-Ce-Y ve La birlikteliği NTE ve radyoaktif kaynağı işaret edebilir. Ce ve La her ikisi de Fe, Mg, K ve Cr ile pozitif ve yüksek korelasyon göstermektedir. Bazı mika türü mineraller sadece kayaçlarda değil maden-mineral yataklarında da bulunabilir. U-V ($r=0,90$) ve U-Co ($r=0,80$) arasında pozitif ve yüksek ilişki görülmektedir. Bu birlikteliğin çökelme

ortamının anoksik diyajenetik koşullarıyla da kısmen de olsa ilişkisi olabilir. Bazı mineraller ve maden yatakları da kısmen bu elementleri içerebilir.

Karot ŞA-8: Silikat elementleri (Si ve Mg hariç; Al-Ti-Fe-Mn-P-Li ve K) ve diğer eser elementler (Cu, Co, Ce ve Ni) arasında pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkiler görülmektedir (Ek 2g). Bunlar ayrıca bazı maden/mineral yataklarından da kısmen gelmiş olabilir. Pb, Na ve Ca ile pozitif yüksek ilişki göstermektedir. Bu ilişki sedimentte biyojenik karbonat veya evaporitik faktörlere bağlı olabilir.

Karot ŞA-9: Si-Al-Fe-K, Al-Mg-K-Li-Fe birlikteliği pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkilere sahiptir (Ek 2h) ve silikat kaynağı temsil etmektedir. V-Ti-U-Mn-P; Cr-Ni-Pb ilişkileri bu elementlerin maden-mineral yataklarının ürünü olabileceğini gösterebilir. Th-Ce-Y-La (kısmen U ile) arasındaki pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkiler (Ek 2h) ise NTE ve radyoaktif mineral içeren kaynaklarla izah edilebilir. U sadece Th ile pozitif ve yüksek ilişkilidir. Nadir toprak elementi içeren minerallerde U ve Th birbirleri ile yer değiştirebilmektedir.

Karot ŞA-10: Si-Ti-Al-Fe-Mg-K-P-Li arasındaki pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkiler (Ek 2i) silikatça baskın kaynakları temsil etmektedirler. Th-Si-Al-Mg-Cr-Li (Y kısmen) ilişkileri pozitif ve yüksek-çok yüksek olup (Ek 2i) silikatlı bir radyoaktif kaynağa işaret edebilir. Zn-Pb arasındaki pozitif; fakat orta-yüksek ilişki hariç, Cu-Zn-Pb birlikteliğini kanıtlayacak önemli bir ilişki tespit edilmemektedir. Cu-Ni ($r=0,80$) pozitif ve yüksek ilişki göstermektedir. Cu ve Ni birlikteliği aynı kayalardan, sülfütlü ve pegmatitli mineral yataklarından kaynaklanmış olabileceği gibi; sediment çökeltme havzasında benzer mekanizmalar (organik maddeye bağlanma gibi) sonucu da çökelmiş olabilirler.

Karot ŞA-13: Pozitif ve yüksek-çok yüksek ilişkili Si-Al-Fe birlikteliği hariç, bu karotta baskın bir silikat kaynağını (örneğin alüminyum silikatlar) destekleyecek başka ilişki tespit edilememiştir (Ek 2i). Pozitif ve yüksek ilişkili Cu-Zn birlikteliği ise Pb ile değil, kısmen K, Mg, Co, Cr ve Ni ile desteklenmektedir (Ek 2i). K, Mg, Cr, Ni ve Co elementleri mika gibi silikat minerallerinde bulunabilir. Diğer taraftan Mg, Cr ve Ni kısmen ultramafik kayalık minerallerinden kaynaklanmış olabilir. Pozitif yüksek ilişki

gösteren Th, Ce, Y ve La kısmen NTE ve radyoaktif kaynaklar (ksenotim ve monazit grubu mineraller) ile izah edilebilir. Biga Yarımadası'ndaki mevcut granit türü kayalar ve pegmatitleri bu elementlerin mineral kaynaklarını içermektedir.

4.3.2 İlişkilendirme (PCA) faktör analizleri

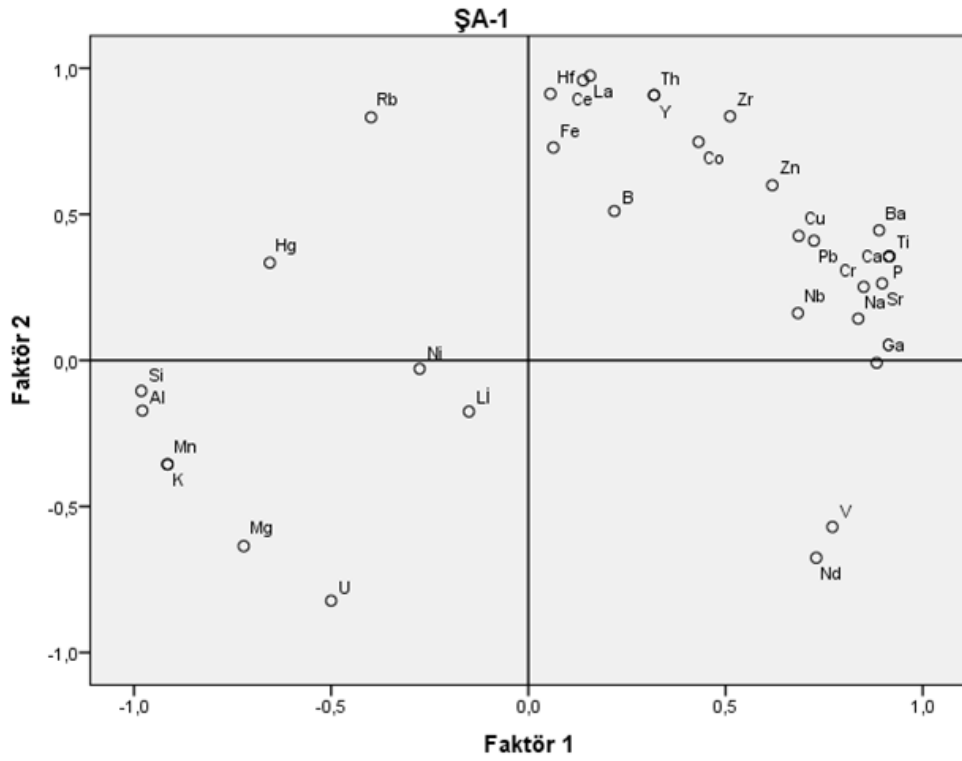
Şarköy Kanyonu karot sedimentlerinde elementlerin bireysel dağılımlarının yanı sıra, ana, eser ve iz elementlerin birbirleriyle olan ilişkileri, korelasyon çiftlerinin ve bir arada bulunma şekillerinin belirlenmesi için faktör analizi grafikleri düzenlenmiştir. Yöntemler bölümünde belirtildiği gibi varyans yüzdeleri ve kümülatif varyanslar en az 2 faktörün yorumlanabileceğini göstermektedir. Bu faktörler elementlerin bir arada bulunma durumuna göre;

-Silikat faktörü (alüminyum silikat faktörü dahil)

-NTE (Nadir Toprak Elementleri) ve radyoaktif elementler faktörüdür.

Bazı karotlarda silikat faktörü 1. faktör iken bazı karotlarda 2. faktör grubunu oluşturmaktadır. Benzer şekilde NTE (Nadir Toprak Elementleri) ve radyoaktif element faktörü de her iki grupta bulunmaktadır. 2 faktöre ait kümülatif toplam varyans yüzdeleri 74-91 arasında değişmektedir. Tüm karotlarda 1. faktörün değişken yükleri % 42-72 ve 2. Faktörün yükleri % 19-36 arasında dağılım sergilemektedir

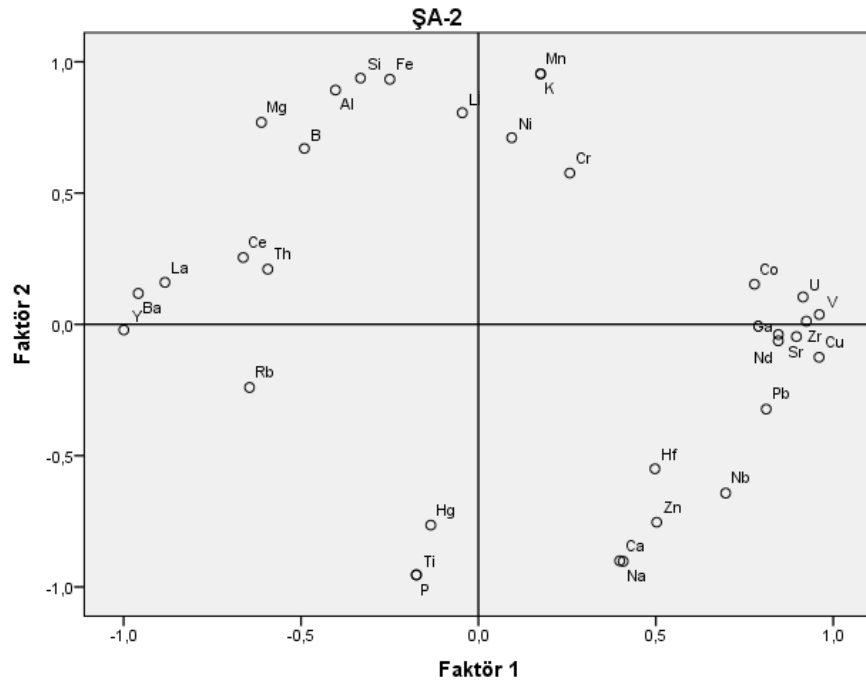
Karot ŞA-1: ŞA-1 nolu karotta toplam varyansın (% 85) % 57'si 1. faktöre ve %28'i 2. faktöre dağılmış durumdadır. Faktör-1 yükleri dağılımına göre; yüksek ve pozitif değerler Ca-Sr, P-Ti-Ba değişkenleri arasında gözlenmektedir (Şekil 4.12). Pozitif fakat nispeten düşük değerler ise Zn-Cu-Pb-Cr-V arasında belirgindir ve maden yataklarından/işletmelerinden türemiş olabilirler. Hf, Th, Ce, Y, Zr arasındaki pozitif Faktör-2 değerleri (Şekil 4.12) kısmen radyoaktif mineral kaynak/birlikteliği temsil etmektedir. Sedimentlerin kayaç oluşturan temel jeokimyasal bileşenleri (Al, Si, Mg, Mn ve K içerikli silikatlar) düşük ve negatif değerler göstermektedirler.



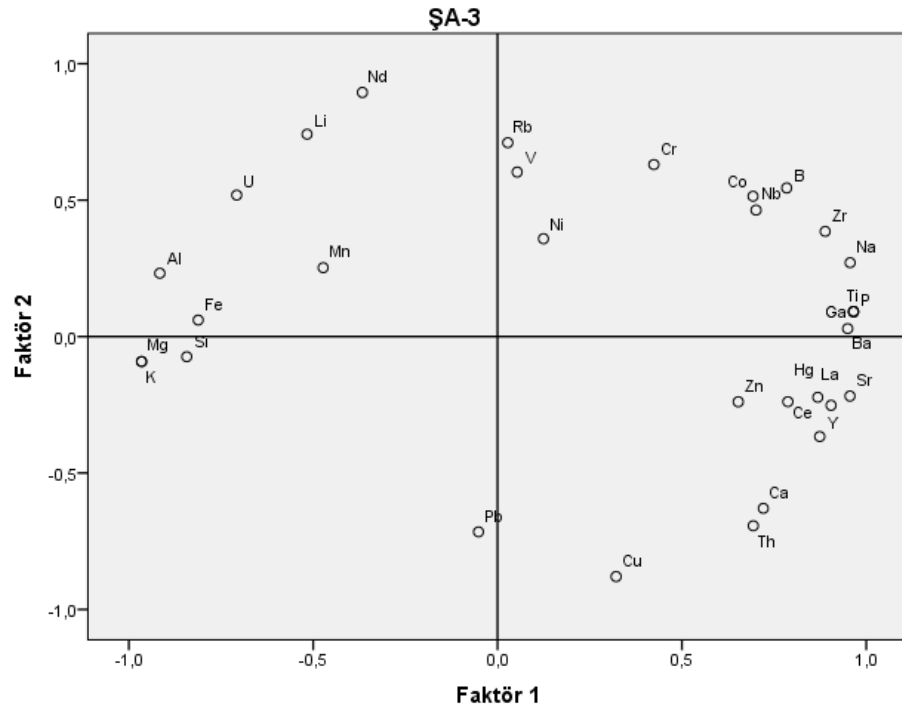
Şekil 4.12 ŞA-1 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri

Karot ŞA-2: Bu karotta toplam varyansın %53'ünü Faktör-1 ve % 25'ini Faktör-2 değerleri temsil etmektedir. Faktör-1'in değişken değerleri Cu, V, U, Pb, Zr gibi elementler için oldukça pozitif ve yüksektir (Şekil 4.13). Burada bir maden yatağı veya işletmesi faktörü olabilir. Buna karşın Faktör-2 ise çoğunlukla Si, Al, Fe, K, Mn, Li, Mg gibi silikat elementleri ile temsil edilmektedir (Şekil 4.13) ve bu pozitif değerler kısmen silikat grup faktörüne bağlanabilir.

Karot ŞA-3: Faktör-1 bu karotta toplam varyansın % 52'sini, Faktör-2 ise % 22'sini kontrol etmektedir. Faktör-1'in pozitif ve yüksek yüklü değerleri Ba, Ti, Na, Zr, Sr, Ce, La, Y, Ga ve P ile belirgin olup (Şekil 4.14), maden yatağı/işletmesi kaynağına işaret edebilir. Faktör-2 yükleri ise Li, U, Nd birlikteliğine işaret etmektedir (Şekil 4.14).



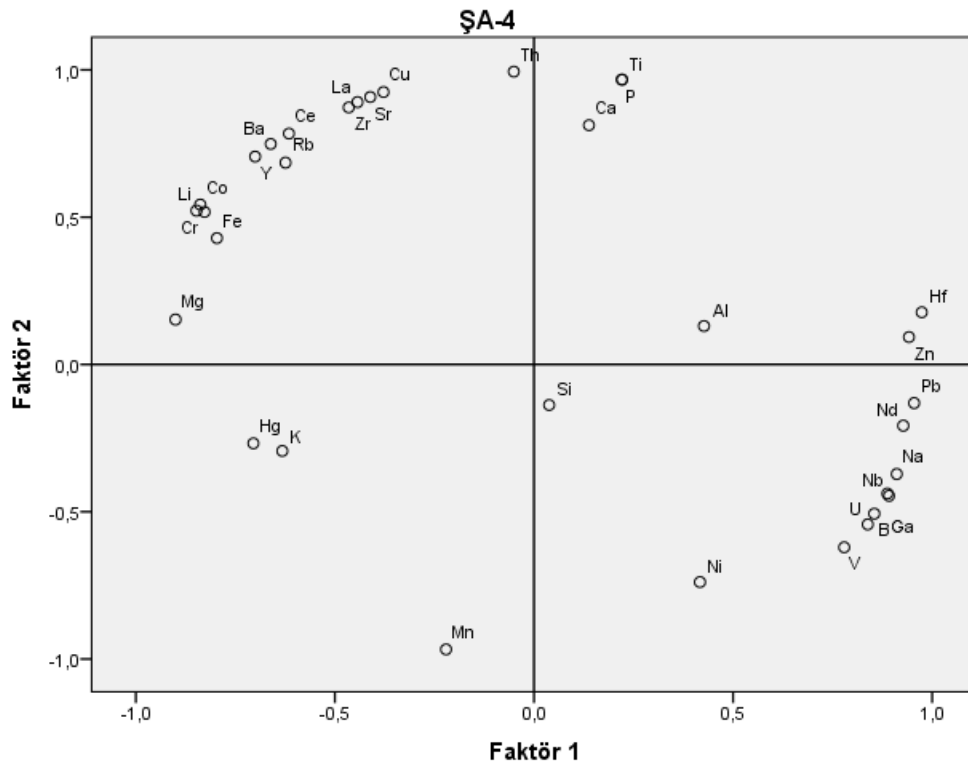
Şekil 4.13 ŞA-2 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri



Şekil 4.14 ŞA-3 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri

Karot ŞA-4: % 72 yükü Faktör-1 ve % 19 yükü Faktör-2’de tespit edilen toplam varyansın pozitif ve yüksek değerleri Faktör-1’de (Şekil 4.15) ve Hf, Zn, Pb, U, V, Ga, Nd gibi elementler (kısmen radyoaktif maden yatakları/işletmesi faktörü gibi) ile temsil edilmektedir.

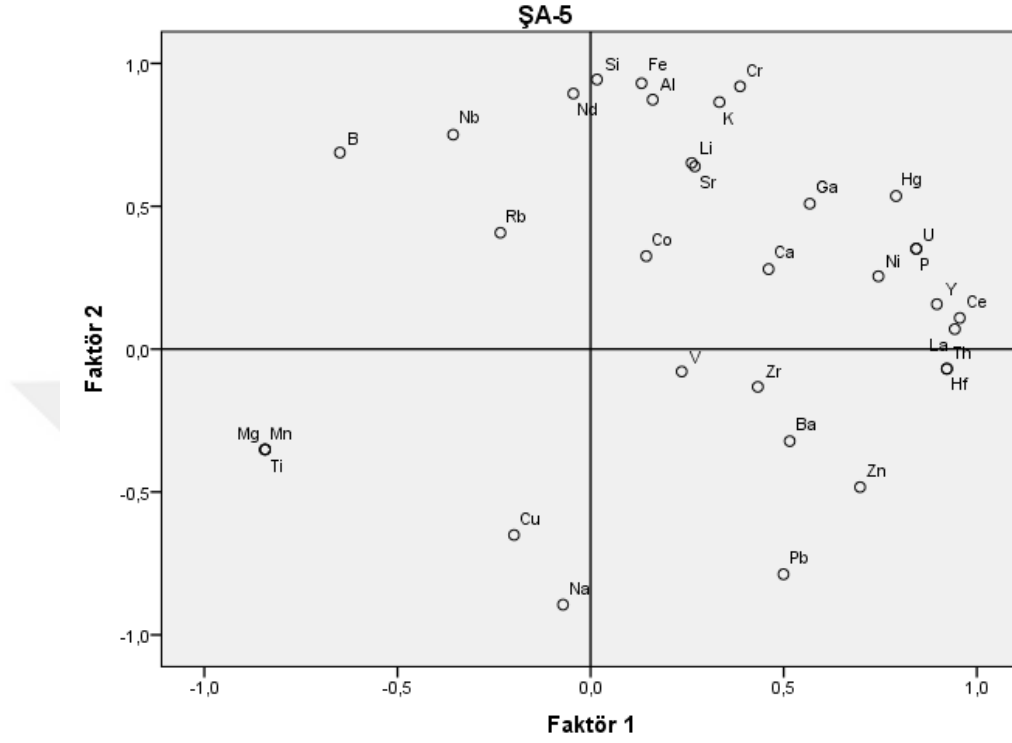
Faktör-2’de pozitif ve nispeten yüksek değerler Th, Ti, P, Ca, Cu, La, Sr, Zr, Ce, Y, Rb gibi elementlerin (Şekil 4.15) farklı kaynaklar (madencilik gibi) ile kontrol edilmiş olabileceğine işaret edebilir. Al, Si, K, Mn, Mg, Fe gibi düşük ve kısmen negatif yüklü değerler silikat minerallerine önemli derecede bağlanma olasılığını zayıflatmaktadır.



Şekil 15 ŞA-4 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri

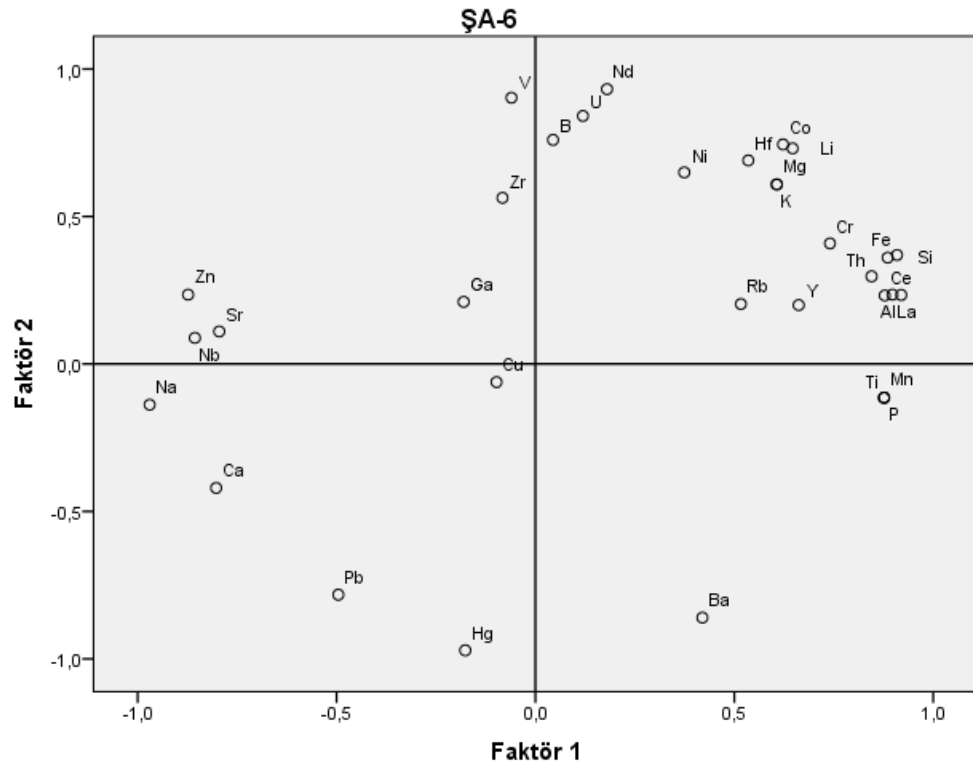
Karot ŞA-5: Toplam varyansın % 42’si F1 yükü ve % 32’si F2 yükü ile temsil edilmektedir. Ce, Y, Th, Hf, U, La ve P arasındaki ilişkilere bağlı pozitif ve yüksek değerler (Şekil 4.16) olası bir radyoaktif faktör yüküne bağlılığı göstermektedir. Bu faktör yükü silikatları yeterince temsil etmemektedir. Nitekim Si, Fe, Al ve K değerleri Faktör-1’in pozitif fakat zayıf alanlarında ya da Faktör-2’nin yüksek ve pozitif

alanlarında bulunmaktadır (Şekil 4.16). Faktör 2 yükünü, silikat grup faktörüne bağlayabiliriz.



Şekil 16 ŞA-5 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri

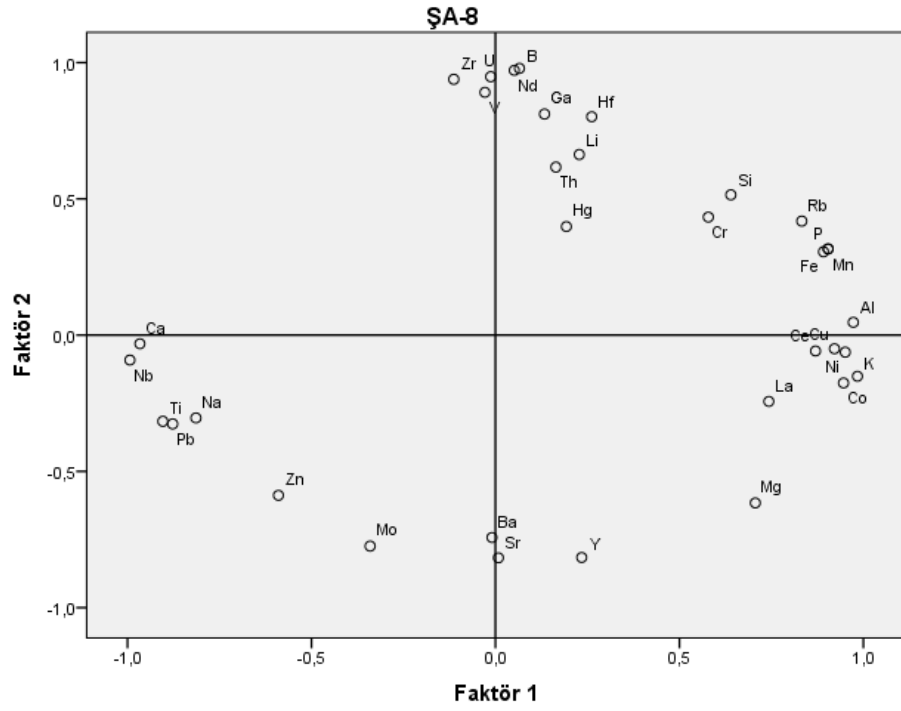
Karot ŞA-6: Toplam varyansın % 56'sı F1 ve % 21'i F2 faktör yükleri ile temsil edilmektedir. Faktör-1 silikatların etkin kontrolünü işaret etmektedir. Burada; Si, Al, Fe, Ti, Mn, P ve kısmen Mg, K ana silikat elementlerini gösterebilmektedir (Şekil 4.17). Faktör-2'nin pozitif ve yüksek yüklerini Nd, V, U, Co gibi elementler paylaşmaktadır (Şekil 4.17). Bu elementler kömür veya diğer maden yataklarından gelmiş olabilir. U, Co ve V'un varlığını anoksik diyajenetik faktöre de bağlayabiliriz.



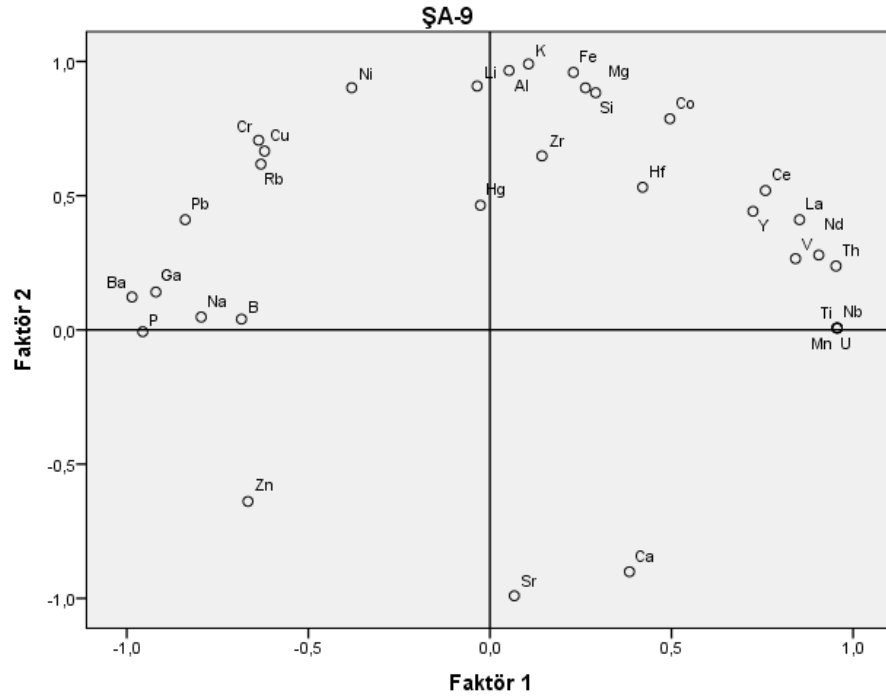
Şekil 4.17 ŞA-6 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri

Karot ŞA-8: Toplam varyansın % 56'sını oluşturan F1 yükleri; Al, K, Mn, Fe, P ve kısmen de Co, Ni pozitif ve yüksek değerler (Şekil 4.18) ile alüminyum silikat faktörüne işaret etmektedir. Co, Ni, Fe ve Cu birçok silikatın kristal kafeslerinde yer değiştirmeli bulunabilir. F2 faktör yükleri; Zr, U, Nd, Y, Hf, Ga, V ve Th gibi elementlere dağılmış bulunmakta (Şekil 4.18) ve radyoaktif bir kaynak ile ilişkilendirilebilir.

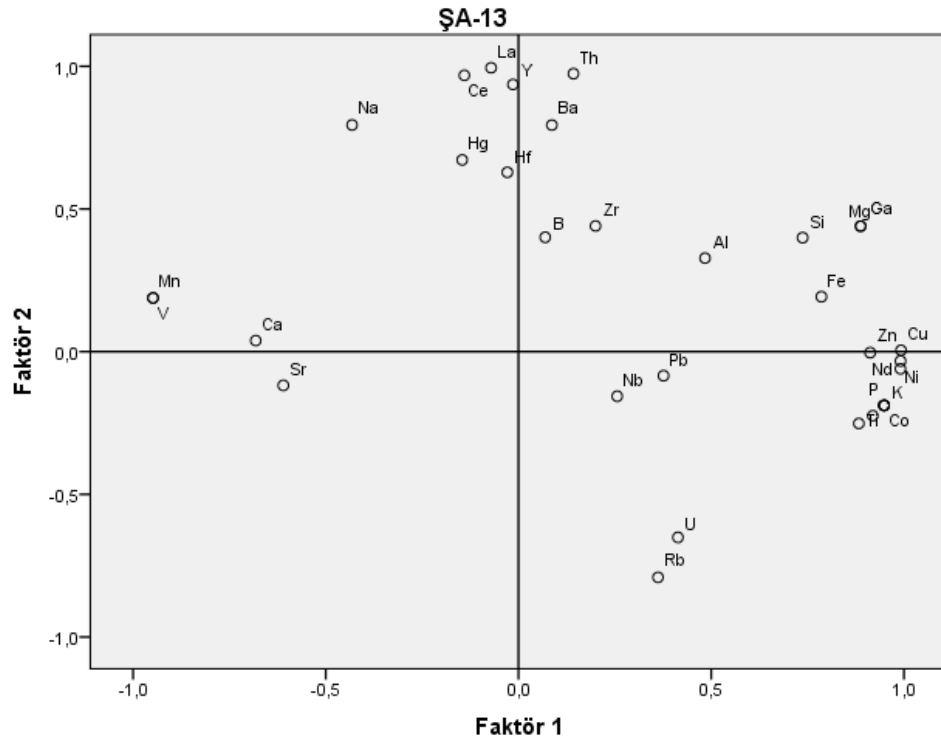
Karot ŞA-9: Toplam varyansın % 44'ünü oluşturan F1 yükleri pozitif ve yüksek olarak U, Ti, Mn, Th, V, Nb ve La gibi elementlerle (Şekil 4.19) ve nispeten düşük Ce ve Y yükleri ile kısmen radyoaktif kaynağı temsil etmektedir. Toplam varyansın % 37'lik kısmı ise F2 faktör yükleri ile K, Fe, Mg, Li, Al ve Si arasında dağılmakta (Şekil 4.19) ve bu birliktelik silikatlara bağlı olabilir.



Şekil 4.18 ŞA-8 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri



Şekil 4.19 ŞA-9 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri



Şekil 4.21 ŞA-13 Karot sedimentlerinin element faktör analizi grafikleri

4.4 Karot Sedimentlerinde Element Zenginleşme Faktörleri ve Ağır Metal Kirliliği

Çizelge 4.3, Şarköy Kanyonu sediment karotlarında tespit edilen element zenginleşme faktörlerini göstermektedir. 2 karottan (ŞA-2 ve ŞA-10) elde edilen radyokarbon yaşlarına göre (Uluadam 2006, Ergin vd. 2007a), bu tez çerçevesinde incelenen Şarköy Kanyonu sedimentlerinin (25-0 cm), takriben günümüzden 1175 ± 123 yıl önce çökelmeye başladığı ve çökelmenin karotların alındığı tarihe kadar da devam ettiği hesaplanabilmektedir. 0-5 cm arasındaki sediment seviyeleri ise günümüzden 234 ± 25 yıl önce çökelmeye başlamıştır. Ayrıca, 20-25 cm arası derinliklerdeki sedimentlerin günümüzden takriben 1175 ± 123 / 940 ± 100 yılları arasında (ortalama 1057 yıl önce) çökelmiş olmaları tahmin edilmektedir. Bu nedenle; 20-25 cm sediment derinliklerinden elde edilen element konsantrasyonları çoğunlukla kentsel, endüstriyel (sanayileşme) ve tarımsal süreçlerin en az ya da hiç olmadığı zamanı (günümüzden takriben 1057 yıl önce; jeojenik ağırlıklı; antropojenik öncesi) temsil etmektedir.

Çizelge 4.3 Şarköy karot sedimentlerinde 0-5 cm ve 20-25 cm sediment derinlikleri için elementlerin hesaplanan zenginleşme faktörleri (Faktör hesaplamaları için Luoma 1990'dan faydalanılmıştır)

Karot No	ŞA 1		ŞA 2		ŞA 3		ŞA 4		ŞA 5		ŞA 6		ŞA 8		ŞA 9		ŞA 10		ŞA 13	
Sediment derinliği(cm)	0-5	20-25	0-5	20-25	0-5	20-25	5-10	20-25	0-5	20-25	0-5	20-25	0-5	20-25	0-5	20-25	0-5	20-25	0-5	20-25
Elementler																				
Si(%)	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
Ti(%)	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	0,9	1,1	1,0	1,0
Al(%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fe(%)	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1
Mn(%)	1,0	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	9,5	1,0	1,0
Mg(%)	1,5	1,6	1,6	1,6	1,8	1,8	1,4	1,4	1,6	1,6	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,5	1,5
Ca(%)	2,2	2,0	2,5	2,3	2,8	2,5	2,0	1,9	2,3	2,2	2,6	2,4	2,3	2,0	3,8	5,0	2,7	2,4	1,9	2,0
Na(%)	2,8	2,4	2,7	2,4	2,5	2,2	2,5	2,8	2,5	2,2	3,0	2,7	2,5	2,0	2,7	2,5	2,9	2,0	2,1	2,4
K(%)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
P(%)	1,2	1,2	1,3	1,2	2,6	1,2	2,3	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	2,6	2,5	1,4	1,5	1,3	1,2	1,1	1,2
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
Co	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,0
Cr	1,9	1,7	1,8	2,0	2,3	2,2	1,6	1,2	1,9	1,9	2,0	1,9	2,4	2,3	2,1	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
Ni	1,5	1,4	1,7	1,8	2,2	2,1	1,2	1,3	1,7	1,6	1,9	1,9	2,4	2,5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4
Cu	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,7
Zn	1,0	0,9	1,2	1,0	1,1	0,9	1,2	1,3	1,1	0,9	1,1	1,1	1,7	1,3	1,2	1,2	1,0	0,9	1,8	0,9
Pb	2,2	1,8	2,0	1,7	1,5	1,3	2,0	2,2	1,9	1,7	2,1	1,7	1,6	1,3	1,8	1,2	2,1	1,6	1,8	1,7
Hg	0,0	0,2	0,4	0,2	1,0	0,7	0,4	0,3	2,2	0,8	0,5	0,4	0,6	0,7	0,7	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5
Ga	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,9	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
B	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	1,6	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Li	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6
Rb	0,9	0,7	0,8	0,8	1,0	1,2	0,9	0,2	0,7	1,0	0,8	1,1	0,8	0,8	1,0	0,6	1,0	0,9	1,0	0,7
Be	<	<	0,3	0,3	<	<	0,3	0,4	<	0,2	<	<	<	<	<	0,3	<	<	0,2	<
Sr	1,0	0,8	1,0	0,9	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0	1,1	1,0	0,7	0,6	1,6	1,9	1,3	1,1	0,8	0,9
Nb	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	1,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zr	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2
Ba	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Hf	0,3	0,2	0,2	0,2	<	<	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	<	<	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3
Th	1,2	0,9	1,1	1,0	1,0	0,9	1,5	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	1,4	1,0	1,2	1,2	1,4
U	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	1,8	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Ce	2,2	1,7	1,8	1,7	2,0	1,8	2,4	0,9	2,3	1,9	1,9	1,8	1,6	1,9	1,8	2,1	2,0	1,9	1,9	2,1
Nd	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4	0,7	0,6	0,5
Y	1,4	1,1	1,2	1,1	1,4	1,2	1,3	0,4	1,4	1,2	1,3	1,2	1,2	1,4	1,1	1,4	1,1	1,1	1,1	1,2
La	2,1	1,6	1,7	1,7	1,8	1,6	2,3	1,3	2,2	1,8	1,8	1,8	1,4	1,8	1,6	2,1	1,7	1,6	1,8	2,0

0-5 cm sediment derinliklerine ait element konsantrasyonları ise son 234 yıllık hem jeojenik hem de antropojenik süreçlerin etkilerini gösterecektir.

Birincil kayaç minerallerini oluşturan elementlerin (Si, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K ve P gibi) jeojenik element zenginleşme faktörleri ortalama yer kabuğu kayaçları için çoğunlukla 1 civarında ya da 1,5'tan küçük olup (Çizelge 4.3), bu değerler normal, doğal veya litojenik olarak kabul edilebilmektedir (Luoma 1990). Mg faktörlerinin nispeten yüksek (1,2-1,8) olması, kaynak alanda Mg içeren minerallerin daha fazla olmasına bağlanabilir. Ca (1,3-5,0) ve P (1,2-2,6) zenginleşme faktörleri de biraz yüksektir, bu da daha fazla litojenik kaynak getirisine işaret edebileceği gibi, bentik mikroorganizmaların üst sediment seviyelerindeki yaygın yaşam faaliyetlerinin ve organik maddenin parçalanmasının göstergesi olabilir. Na faktörleri (0,9-3) karotta, sediment kolonunun üstte doğru artan taneler arası gözenek sularının ve içerdikleri deniz tuzlarının fazlalığı ile ilişkilidir.

Diğer taraftan, Cu zenginleşme faktörünün (0,7-1,0) genelde düşük ($<1,5$) olmasına karşın; altta (20-25 cm) 0,7 iken, üstte (0-5 cm) 0,8 olup yukarı doğru çok az da olsa bir artış eğilimi (karot derişim profillerinde olduğu gibi) göstermektedir ki (Çizelge 4.3), bu da antropojenik bir etkinin varlığının başladığına işaret edebilir. Benzer şekilde, Zn zenginleşme faktörleri de (0,9-1,8) çoğunlukla jeojenik-antropojenik sınıra oldukça yakındır. Bununla beraber, alttaki ve üstteki değerler arasındaki fark burada daha belirgindir (0,9-1,8; 1,3-1,7; 1,0-1,2 gibi) (Çizelge 4.3). Olası antropojenik elementlerden bir diğeri, Pb zenginleşme faktörü 0,8-2,2 arasında değişmekte olup, bazı karotlarda alt ve üst değerler (1,8-2,2; 1,7-2,0; 1,7-2,1; 1,2-1,8 ve 1,6-2,1 gibi) arasındaki fark nispeten yüksektir. Alttaki düşük değerler çoğunlukla jeojenik kontrolü gösterirken, üstte doğru artan değerler antropojenik katkının da önemine işaret etmektedir. Cr (1,2-2,4) ve Ni (1,2-2,5) elementlerine ait zenginleşme faktörleri hem jeojenik alt seviyelerde hem de jeojenik+antropojenik üst seviyelerde de nispeten yüksektir (Çizelge 4.3). Bu nedenle, Cr sedimentte ve özellikle de üst karot seviyelerinde (0-5 cm) antropojenik kaynaklı bir element zenginleşmesine işaret edebilir. Hg konsantrasyonları için şeyl referanslı zenginleşme faktörleri çoğunlukla düşük (0,1-1,0) olmasına rağmen, bazı karotlarda üst seviye değerleri alt

seviyedekilerden nispeten yüksektir (0,2-0,4; 0,7-1,0; 2,0-2,6; 0,5-0,7 gibi). Burada antropojenik bir katkının rolü düşünülebilir.

Bazı nadir toprak elementleri (La, Ce gibi) yerkabuğu ortalamasına göre nispeten yüksek değerleri ile karotlardaki zenginleşme faktörleri alt ve üst seviyelerde 1,5 ve üzerindedirler (Çizelge 4.3). La (1,6-2,1; 1,6-1,8; 1,3-2,3 gibi) ve Ce (1,7-2,2; 1,8-2,0; 0,9-2,4 gibi) zenginleşme faktörleri olası bir ornatmayı veya antropojenik etkiyi işaret edebilirler.

Bu çalışmada ortalama şeyl kayaçlarını ve özellikle de sanayileşme öncesi birikmeye başlayan 20-25 cm derinlikteki sedimentleri jeojenik referans alan zenginleşme faktörüne göre (Çizelge 4.3) deniz kirliliği oluşturabilecek düzeyde derişimlere sahip elementler Cr, Ni ve Pb'dur. Her ne kadar, bu elementlerin zenginleşme faktörleri ve jeobirikim indeksleri çoğunlukla 1,5'tan yüksek ve az-orta derecede kirlenmeye işaret ediyorsa da, bu nispeten yüksek değerlerin alt seviyelerde de tespit edilmesi jeojenik zenginleşmenin antropojenik zenginleşmeden daha baskın olduğunu göstermektedir. Buna karşın; Cu, Zn ve Hg (Karot ŞA-5 hariç) elementleri için 0-5 cm seviyelerde hesaplanan jeobirikim indekslerinin genelde 2'den az, fakat 20-25 cm seviyedekilerden nispeten yüksek olması, Şarköy Kanyonu tabanının çok az-az kirlenmeye yakın olduğunun göstergesi olabilir.

5. TARTIŞMA

Marmara Denizi de dahil; denizel ortamlarda biriken sedimentlerin kaynakları genelde; terijenik-litojenik (kıyısal-karasal kayaç-maden ayrışma ürünleri, volkano-piroklastikler, fırtınalı rüzgar tozları); biyojenik-organik üretim (mikro ve makro); volkanojenik-hidrotermal; evaporitler, sülfidler, karbonatlar, Fe-Mn oksihidroksitler; diyajenetik (değişen su kimyası ve redoks koşulları), kozmojenik (mikrometeoritler) ve kısmen de bölgesel antropojenik olarak sınıflandırılabilir (Burdige 2006, Seibold ve Berger 2017). Bu kaynaklardan türeyen malzemeler çoğunlukla karada akarsu ve buzullar, denizlerde dalga ve akıntılar, atmosferde rüzgarlar ve meyilli deniz tabanında farklı süreçlere (deprem, tsunami, volkanizma, yamaç duraysızlığı, kütleli kayma ve göçme, aşırı sediment yükü, yerçekimi gibi) bağlı mekanizmalara maruz kalabilirler (Ergin vd. 1991, 1993, Meriç vd. 1995, Aksu vd. 1998, 1999, Ergin ve Bodur 1999, Çağatay vd. 2000, Bayhan vd. 2001, Tuncer vd. 2001, Algan vd. 2004, Balkıs ve Algan 2005, Sarı 2008).

Daha önceki çalışmalarda (Ergin vd. 1991a, 1993a, 1999, Ergin ve Bodur 1999, Bayhan vd. 2001, Uluadam 2006, Ergin vd. 2007a, Çorbacıoğlu 2011) da belirtildiği gibi; Şarköy Kanyonu deniz tabanında biriken geç Holosen-güncel yaşlı sedimentlerin çamur (silt+kil) oranları çoğunlukla % 80-99 arasında olup %29-53 değerlerine kadar da azalabilmektedir. Toplam karbonat konsantrasyonları çoğunlukla %12'den az olup, %7'den % 29'a kadar da değişebilmektedir. Toplam organik karbon miktarları ise %0,4-2,6 (genelde %1-2) arasında değişmektedir. Deniz tabanının üst 5 cm'sini örten sedimentler değişen oranlarda kuvars, feldispat (alkali feldispat ve plajiyoklas), kalsit, mika ve kil minerallerinden (smektit, illit, kaolinit ve klorit) oluşmaktadır. Bu nedenle, bu tez çalışmasının sediment örnekleri az karbonatlı ve silisiklastik kırıntılı çamur olarak da sınıflandırılabilir.

Çizelge 4.2'de gösterildiği gibi, Şarköy Kanyonu geç Holosen deniz sedimentlerinde tespit edilen ana element konsantrasyonları çoğunlukla yerkabuğunu oluşturan kayaçların (magmatik, sedimanter, metamorfik) ve özellikle de silisiklastik deniz çamurlarına eşdeğer kabul edilen şeyl kayaçlarının ortalama değerlerinin (Förstner ve

Wittmann 1979, Rose vd. 1979, Mason ve Moore 1982, Krauskopf 1985) aralığına düşmektedir. Mevcut jeolojik verilere göre (“1.1.2 Şarköy Kanyonu ve Çevresinin Genel Jeolojisi ve Litolojik Birimleri” bölümü), kanyonu besleyen, ayrışma sonucu sediment getiren çeşitli magmatik (granit, bazalt gibi), sedimanter (şeyl, kumtaşı, karbonat), metamorfik kayaç türlerine Marmara Denizi civarında bolca ve farklı miktarlarda rastlanılmaktadır (Anonim 2000, Ilgar vd. 2012, Şengüler 2013 gibi).

Diğer taraftan, sedimentlerdeki biyojenik ve litojenik karbonat varlığı sedimentteki Si ve Al konsantrasyonlarını az da olsa seyreltmekte ve düşürmektedir. Ca ve diğer elementler arasındaki negatif korelasyon bu ilişkilendirmeyi desteklemektedir. Ayrıca; kanyon sedimentlerinin Ti, Fe, Mn, Mg, K ve P ana element konsantrasyonları hem bazalt hem de granit karışımına işaret etmektedir. Örneğin (Çizelge 4.2); yerkabuğunda ortalama %0,43 Ti, granitte %0,15 ve bazaltta %0,90 civarındadır. Nitekim Ezine Bazaltı’nda %2,6, Tepeoba Granodiyoritinde %0,7’ye varan yüksek Ti konsantrasyonları ölçülmüştür (Engin vd. 2012). Benzer durumda yerkabuğunda ortalama %5,20 civarında bulunan Fe, granitlerde %1,37 ve bazaltlarda %8,60’dır. Yerkabuğu kayaçları, ortalama %1,50 K içermekte ve bu değer granitte % 4,51 ve bazaltta %0,8’dir. Bu nedenle, kanyon sedimentlerinin ana element konsantrasyonları kaynak olarak bölgede tek bir kayaç grubuna işaret etmemektedir.

Ana elementler arasında tespit edilen pozitif ve yüksek-çok yüksek istatistiksel ilişkilendirme katsayıları kayaç çeşitliliğine rağmen silikatça zengin karasal jeolojik kaynakların önemine (silikat/alüminyum silikat faktörü) dikkat çekmektedir. Tüm karotlarda tespit edilen Al, Si ve K değerlerinin ortalaması (%6,94; 22,19; 2,03) şeyl kayaç ortalamasına (%8; 27,3; 2,66) yakındır ki, bu da incelenen Şarköy sedimentlerinde alüminyum silikat faktörünün baskın olduğunun bir göstergesidir. Nitekim ŞA-1 ve ŞA-2 nolu ve kısmen ŞA-3, ŞA-5, ŞA-6, ŞA-9 ve ŞA-10 nolu karotlarda Si, Al, Ti, Mg, K ve P arasında ilişkilendirme katsayıları genelde $r \geq 0,80$ dir. Karotlardan elde edilen ana element derişim profillerinin oldukça homojen ve değerlerin fazla değişim göstermemesi (Şekil 4.1-4.10), kanyona taşınan karasal silisiklastik kırıntılı ve denizel biyojenik katkılı sedimentlerin zamansal kaynak, taşınma ve birikim süreçleri ile tür ve dağılımlarında önemli değişimlerin olmadığına yorumlanabilir.

Bununla beraber, Faktör-1 de tespit edilen % 42-72 arasında değişen varyans yüklerinin sadece ŞA-6, ŞA-8, ŞA-10 ve birazda ŞA-13 nolu karotlarda en yüksek değerlere sahip olması ana element dağılımlarının ortalamadan fazla sapmadığına işaret etmektedir. %16-32 arasında değişen Faktör-2 varyans yükleri ŞA-2, ŞA-5 ve ŞA-9 nolu karotlarda silikat faktörünün önemli olduğunu göstermektedir. Burada sediment çökelme noktalarındaki değişen farklı koşullar (kaynak, taşınma, çökelme ve diyajenez süreçleri gibi) sedimentte ana elementlerin dağılımını kontrol edebilmektedir.

Ana elementlerde olduğu gibi, genel olarak eser element konsantrasyonlarının önemli bir kısmının da kanyona hem granit hem de bazalt türü kayaçların ve maden/mineral yataklarının ayrışma ürünlerinden taşınmış olabileceğini göstermektedir. Örneğin; kanyon sedimentlerine ait eser elementlerden V, Co, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, Th ve U konsantrasyonları ortalama granit ve bazalt türü kayaçların değerleri arasında seyretmektedir (Çizelge 4.2). Eser elementler farklı birincil kayaç minerallerinin kristal kafeslerinde ana elementler ile yer değiştirmiş olarak bulunabileceği gibi, maden yatakları minerallerinde (Rose vd. 1979) ve sedimentlerin diğer fraksiyonlarına (organik madde, kil mineralleri, sülfidler, karbonatlar, Fe-Mn-oksihidroksitler gibi) bağlı olarak da bulunabilmektedir (Chester ve Hughes 1967, Tessier vd. 1979, Förstner ve Wittmann 1981, Chester 1990, Yücesoy ve Ergin 1992, Kıratlı ve Ergin 1996, Papadopoulos vd. 1997, Aksu vd. 1998, Adamo vd. 2005, Wang vd. 2007). Bunun sonucu olarak da, eser elementler gerek kendi aralarında gerek ise ana elementler ile yüksek ve pozitif ilişkilendirme katsayıları ($r \geq 0,80$) sergileyebilecekleri gibi, temel bileşenler analizlerinde yüksek varyans yüklü faktör grupları da oluşturabilmektedirler (Şekil 4.12-4.21). Marmara Denizi'nde antropojenik kökenli ağır metallerden sayılan Pb, Zn ve Cu, özellikle de Zn ve Pb çalışma alanı karotlarına ait her iki faktör grubunda nispeten birbirlerine yakın konumda seyretmektedirler (Şekil 4.12-4.21). U, Hf, Y, Ce, Zr ve Th gibi NTE ve radyoaktif mineral oluşturan eser elementler çoğu karotta pozitif ve yüksek ilişkilendirme katsayıları göstermekte (Ek 2) ve grafiklerde de olası radyoaktif faktöre işaret etmektedirler.

Şüphesiz birçok eser element arasında ilişkilendirme yapmak mümkündür, fakat elde edilebilecek sonuçlar ile yapılacak yorumlar bu tez çalışmasının amaç ve kapsamı dışına taşınacağından, burada tartışmalara ayrıntılar ile fazla girilmemiştir.

Çalışma alanı karotlarında tespit edilen U, Hf, Y, Ce, Zr ve Th gibi NTE ve radyoaktif mineral oluşturan eser elementlere çoğunlukla Biga Yarımadası'ndaki granit, granodiyorit ve Ezine bazaltlarında rastlanılmaktadır (Engin vd. 2012). Biga Yarımadası'nda ve özellikle Çanakkale, Balıkesir, Bursa il sınırları içerisinde çok sayıda mostra vermiş küçük veya büyük boyutlarda granit, granodiyorit, diyorit, riyolit, bazalt ve ultramafik kayalar yer almaktadır. Engin vd. 2012'nin araştırmalarına göre bu kayalarda nispeten yüksek konsantrasyonlarda Ti, Sr, Y, Zr, V, Cr, Co, Ni, Rb, Ba, La, Ce, Hf, Th ve U gibi elementler ölçülmüştür. Ayrıca, Istranca Masifi'nde yer alan metagranitler ile bunları kesen metapegmatitik dayklardan (Bedi vd. 2013) beslenen U ve Th oluşumları bulunmaktadır.

Biga Yarımadası'nda metal cevherleşmelerinin oluşumu çoğunlukla hidrotermal ve skarn kökenli olup, damar ve dissemine şeklindedir (Engin vd. 2012). Pb, Zn, Cu, Fe, Cr, Ni, Mn, Au, Ag, Hg, Mo, W ve Sb gibi metal cevherleri ile bunlara bağlı birçok eser element tespit edilmiştir. Biga Yarımadası'nda özellikle damar, skarn ve porfiri tip Cu-Pb-Zn, Mo, Hg, Sb maden yatakları Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illerinde görülmektedir (Şekil 1.10-1.14) (Anonim 2009, Engin vd. 2012). Bu yatakların çalışma alanında jeojenik metal zenginleşmesine neden oldukları büyük bir olasılıktır.

Çalışma alanı civarındaki Tersiyer kömür yataklarının da birçok elementi içerdiği düşünülürse (Tuncalı vd. 2002), bu tez kapsamında incelenen elementlerin (Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Th, U ve V) kısmen de olsa bu yataklardan hem jeojenik hem de antropojenik süreçler ile sediment çökeltme ortamına ulaşması muhtemeldir.

Sonuçta, kanyon sedimentlerine bağlı eser elementlerin çok çeşitli kayaç, maden-mineral kaynaklarından geldiği ve sedimentte farklı fraksiyonlara bağlandığı (değişen diyajenetik redoks koşullar dahil) tahmin edilmektedir. Elementler arası ilişkilerin istatistiksel değerlendirilmesi (korelasyon katsayı matrisleri ve temel bileşenler

analizleri) eser elementlerin birçok ve farklı kaynaktan gelmiş olabileceğini ya da çeşitli mekanizmalar ile birikmiş olabileceğini göstermektedir. Toplam varyans yüzdeleri % 74-91 arasında değişen iki önemli yük (Faktör 1 ve Faktör 2) daha çok silikat minerallerinin ve biraz da maden-mineral yataklarının element kaynağı olabileceğine işaret etmektedir.

Bir taraftan yerkabuğu ve şeyl ortalamaları, diğer taraftan karotların alt seviyelerindeki (20-25cm) element konsantrasyonlarına bakıldığında Şarköy Kanyonu yüzeysel (0-5cm) sedimentlerinin ve dolayısı ile de Marmara Denizi'nin batı şelfinin, ağır elementler/metaller (Zn, Cu, Pb, Hg, Cr, Ni gibi) ile kirlendiğini söylemek oldukça zordur. Kanyon sedimentlerinde şeyl referansına göre hesaplanan element zenginleşme faktörleri ve jeobirikim indeksleri çoğunlukla 2'den azdır ve bu da bölgede sanayileşme öncesi jeojenik süreçlerin etkisini göstermektedir.

Çizelge 5.1'de verilen kaynaklardan da görüleceği gibi; diğer denizel bölgelerde antropojenik süreçler ile kirlenmiş bölge sedimentlerine ait ağır metal konsantrasyonları, bu çalışma sonuçları ile karşılaştırıldığında Şarköy Kanyonu sedimentlerinin element konsantrasyonları oldukça düşüktür.

Marmara Denizi'nin batısında, Şarköy Kanyonu'nu da içine alan denizel bölgede; Bodur ve Ergin (1994), Algan vd. (2004), Çağatay vd. (2006), Sarı (2008), Anonim (2014) ve Anonim (2017b) çalışmalarında antropojenik ağır metal (özellikle Zn, Cu ve Pb) zenginleşmesine yönelik bulgular görülse de, bu tez çalışmasında ölçülen metallerin değerleri ve hesaplanan antropojenik ağır metal zenginleşme faktörleri düşüktür (<2). Buna karşın; Şarköy Kanyonu'nu güneyden etkileyebilecek Biga ve Gönen Nehirleri'nin, Balıkesir ve Bursa şehirlerinin yakınlarından taşıdığı sedimentlerde antropojenik ağır metal zenginleşme faktörlerinin çok yüksek olduğu belirtilmiştir (Sarı 2008).

Çizelge 5.1 Bu çalışmada tespit edilen minimum ve maksimum ağır metal konsantrasyonları ile araştırmacıların verilerinin karşılaştırmalı olarak gösterimi (v.y.: veri yok. Kalın ve italik rakamlar değişik seviyelerde kirlenmeye yorumlanmıştır)

Örnek/ Bölge	Elementler										Kaynak/Referans
	Al (%)	Fe (%)	Mn (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Pb (ppm)	Hg (ppm)	
Şarköy Kanyonu, Batı Marmara Denizi	5,87-7,62	3,99-5,11	800-7000	15-22	100-213	76-153	23-70	71-159	18-41	0,01-0,79	Bu çalışma
Kuzeybatı Karadeniz	v.y.	0,5-7,7	8,0-2495	0,5-83	1-120	1-204	4,0-75	1-174	2,0-43	v.y.	Kıratlı ve Ergin (1996); Secieru ve Secieru (2002);
Güney Karadeniz	v.y.	0,23-4,9	112-1064	0-20	13-224	11-202	15-82	24-138	12,0-66	v.y.	Yücesoy ve Ergin (1992)
İstanbul Büyükşehir Şelfi	0,8-8,0	2,0-4,0	100-540	v.y.	11-509	1,0-41	5,0-80	48-237	12,0-58	0,08-0,52	Algan vd. (1999)
İstanbul Haliç'i	2,3-6,6	2,60-5,51	333-565	17-31	242-485	54-167	194-3900	128-8750	124-702	v.y.	Ergin vd (1991a); Tuncer vd. (2001)
İzmit Körfezi, Doğu Marmara Denizi	1,2-9,94	1,40-6,15	112-999	11,0-105	6-406	24-108	6,5-223	25-1190	21-184	0,3-17,1	Ergin vd. (1991b); Tolun vd. (2001); Yaşar vd. (2001); Pekey (2006)
Tekirdağ Çukuru, Batı Marmara Denizi	2,49-8,67	1,34-7,13	286-6852	6,0-28	64-1276	35-191	8,0-101	20-122	8,0-61	v.y.	Yiğit (2006)
Şarköy Kanyonu'nun kuzey iç şelfi	5,09-18,91	1,4-7,0	886-1310	v.y.	v.y.	16-62	3,3-30,1	10,0-44	17-24	0,08-0,68	Kurun vd. (2007)
Şarköy Kanyonu, derin karot Sedimentleri	2,09-7,15	2,20-4,88	346-6321	22-69	78-255	40-171	13-39	40-107	10,0-45	0,11-0,15	Çorbacıoğlu (2011)
Biga, Gönen, Kocasu Nehir sedimentleri	3,26-9,39	1,36-5,34	158-2210	v.y.	41-6937	23-301	24-279	54-4716	16-153	v.y.	Sarı (2008)
Erdek Körfezi, Marmara Denizi	1,1-9,2	0,8-4,6	168-746	6,0-29	11-238	8-149	3,0-52	34-272	19-61	0,04-0,31	Balkıs ve Çağatay (2001)
Gemlik Körfezi, Marmara Denizi	0,4-18	0,6-7,6	54-2473	13-24	71-181	35-165	0,7-146	88-185	0,2-120	v.y.	Ünlü vd. (2006)
Tüm Marmara Denizi	0,74-11	0,42-7,7	100-9210	3,0-32	5,0-880	6,0-192	3,0-161	6,0-437	8,0-132	0,04-3,0	Bodur ve Ergin (1994); Algan vd. (2004); Çağatay vd. (2006)
Türkiye Limanları	4,8-5,8	v.y.	v.y.	v.y.	146-339	v.y.	17-280	86-346	26-96	v.y.	Sarı vd. (2013)
Kömür külleri, Türkiye geneli	2,9-14,12	2,3-11,40	218-1589	v.y.	119-695	79-1986	39-136	71-404	39-118	v.y.	Bayat (1998)
Ege Denizi	3,95-10,2	0,5-6,64	103-2920	2,0-41	9,0-312	9,0-406	3,0-200	19-656	9,0-359	v.y.	Vousinou-Taliadori (1983); Ergin vd. (1993b); Papadopoulos vd. (1997); Kanellopoulos vd. (2006)
İzmir Körfezi					29-600		15-80	50-300	14-113	0,05-1,5	Aksu vd. (1998); Küçüksezgin vd. (2006)
İskenderun Körfezi, Doğu Akdeniz	1,1-9,4	1,5-9,0	281-1130	6,0-99	70-694	179-808	9,0-39	30-117	10,0-61		Ergin vd. (1996)
Napoli Limanı, İtalya	v.y.?	v.y.	95-535	1,9-7,2	10-161	v.y.	40-415	41-1196	37-314		Adamo vd. (2005)
Venedik Körfezi, Kuzey İtalya	v.y.	0,28-2,86	v.y.	5,0-14	4,0-120	13-51	2,0-45	2,0-450	10,0-68	v.y.	Donazzolo vd. (1981)
Skagerrak, Kuzey Denizi	v.y.	3,25-3,89	370-1037	20-52	80-104	50-78	24-62	120-223	65-182	v.y.	Müller ve Irion (1984)
Eckernförder Körfezi, Baltık Denizi	5,24-6,54	2,70-3,66	468-1562	7,5-16,2	30-49	23-43	20-44	87-285	35-107	0,05-0,76	Ergin (1990)
Restonguet Haliç'i, İngiltere	v.y.	v.y.	v.y.	v.y.	1060	v.y.	4500	3000	1620	v.y.	Thornton vd. (1975)
Yerkabuğu ortalaması	8,41	5,2	800	27	135	59	27	72	11	0,03	Krauskopf (1985)

Sedimentin nehirlerdeki uzun taşıma süreci ve Marmara Denizi'nde zıt yönlü çift akıntı sisteminin (Beşiktepe vd. 1994) olması sebebiyle; denizdeki metal derişimlerini seyrelttiğı tahmin edilmektedir. Ayrıca bilindiğı gibi deniz suyuna karışan çözülmüş elementlerin suda konaklama süreleri birbirinden çok farklıdır. Çoğunlukla binlerce, milyonlarca yıl sürmektedir. Marmara Denizi'nde, özellikle çalışma alanını besleyen akarsuların ağzında ve açıklarında, akıntı hızlarının 2-10 cm/sn olduğu düşünülürse suda çözülmüş elementler akıntılarla, 60-250 m arası değişen su derinliğı ve 20 km uzunluğundaki çalışma alanından uzaklaşmış olmalıdır.

Bununla beraber; büyük bir olasılıkla, bazı karot profillerinde alttan (takriben 1057 yıl önce çökelmeye başlayan 20-25 cm seviyeleri) üste (takriben son 234 yılda çökelen 0-5 cm seviyeleri) doğru az da olsa artış eğilimi gösteren Zn, Cu, Pb, Hg, Cr ve Ni gibi ağır metallerin derişimleri (her ne kadar kirlilik düzeyinde olmasa da) jeolojik süreçlere ilaveten kısmen antropojenik etkileri de göstermektedir.

6. SONUÇLAR

Marmara Denizi'nin batısında, Karadeniz-Ege Denizi arasında geçiş bölgesi olan Şarköy Denizaltı Kanyonu'nda, deniz dibine çökelen Geç Holosen yaşlı sedimentlerde jeojenik ve olası antropojenik ağır metal zenginleşmesinin araştırılmasına yönelik bu çalışmada, 10 farklı noktada sediment karotları alınmış, karotların üst 25 cm'si 5'er cm dilimler halinde jeokimyasal yöntemler ile incelenmiş ve sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. Şarköy Kanyonu'nda takriben son 1057 radyokarbon yılında deniz dibine çökelen ve üst 25 cm'si incelenen karot sedimentleri, çoğunlukla ve farklı oranlarda litojenik ve karasal kırıntılılar (silikat, alüminyum silikatlar) ve az miktarda da karbonatlı denizel biyojenik malzemelerden oluşan çamur olarak tanımlanabilir.
2. Sedimentlerde tespit edilen elementler ve özellikle de bu tez çalışmasına konu olan ağır metal konsantrasyonları, çoğunlukla yerkabuğunu oluşturan çeşitli magmatik kayaların ortalama element derişimleri arasında yer almaktadır. Bu da, baskın olarak Marmara Denizi kıyıardı kayalarının ayrışma ürünlerinin doğal bir karışımını temsil etmektedir.
3. Birincil kayaç oluşturan Si, Al, Ti, Fe, P, Mg, Ca, Na ve K gibi ana elementlerin konsantrasyonları çoğunlukla şeyl ve bölgesel derin karot element konsantrasyonları gibi jeolojik referans verilerine benzemekte ve karot boyunca dikkate değer önemli değişimler göstermemektedir. Bu durum kanyon tabanında biriken kırıntılıların zamansal kaynak, taşınma ve birikim süreçleri ile tür ve dağılımlarında önemli değişimlerin olmadığına işaret edebilir (silikat/alüminyum silikat faktörü). Benzer şekilde; eser element konsantrasyonlarının da büyük bir kısmı bölgede yaygın jeolojik kaynak kayaçlar ile mevcut maden/mineral yataklarının ayrışma ve taşınma ürünleri ile izah edilebilir. Bu elementler ana elementlerden bağımsız, çoğunlukla referans değerlerden nispeten düşük fakat karot boyunca az miktarda değişim göstermektedir. U, Hf, Y, Ce, Zr ve Th gibi elementler arası ilişkiler jeojenik+antropojenik kaynaklı maden/mineral (radyoaktif) faktörüne bağlanabilir. Karotlarda, çoğu kez üst seviyelere doğru ve özellikle de takriben son 234 yılda artış eğilimi gösteren Zn, Pb, Hg, Cr, Cu ve

Ni gibi ağır metal konsantrasyonları, jeolojik kayaç+maden yatak faktörlerine ilaveten az da olsa antropojenik etkilerin işareti olabilir.

5. Şeyl referanslarına göre hesaplanan element zenginleşme faktörleri ve jeobirikim indekslerinin çoğunlukla 1,5 değerinin altında olması jeojenik etkenlerin antropojenik etkilerden daha baskın olduğuna işaret etmektedir. Bununla beraber; bazı sedimentlerde element (Cr, Ni, Cu, Zn ve Pb) zenginleşme faktörleri 1,5-2,4 arasında değişmekte ve bunun da kısmen antropojenik kaynaklar ile izah edilebileceği düşünülmektedir. Her ne kadar Şarköy Kanyonu ve yakın civarına ulaşması muhtemel inorganik-ağır metal kirleticilerinin varlığı yüksek olsa da, bu çalışmada tespit edilen element konsantrasyonları ve jeobirikim indeksleri ile Şarköy Kanyonu ve yakın civarının ağır metaller ile kirlendiğini söylemek oldukça zor görünmektedir.

Özetlemek gerekir ise; Marmara Denizi'ni çevreleyen karasal bölgelerde kayaç ve maden-mineral yataklarının (kömür dahil) ayrışma ürünleri; artan evsel-kentsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlere bağlı antropojenik kaynaklı akarsu ve atık su-deşarj girdileri; Ege Denizi ve Karadeniz su girişlerinden kirletici katılımları ve atmosferik kirletici girdileri, hakim denizel akıntı sitemleri ile Şarköy Kanyonu tabanına ulaşmakta ve burada çeşitli fraksiyonlara ve süreçlere bağlı olarak çökelmektedir. Alüminyum silikatlar (mika ve kil mineralleri dahil), organik maddeler, sülfidler, karbonatlar ve Fe-Mn-oksi-hidroksitler önemli ağır metal bağlayıcıları-taşıyıcıları olarak tahmin edilmektedir.

Şarköy Kanyonu'nda çevre-deniz kirliliğine yönelik (çevre etkisinin kronolojisini ortaya çıkarmak) amaçlar ile gelecekte yapılması önerilen çalışmalarda dikkat edilmesi önem arz eden ve düşünülen işler: Gönen ve Biga akarsularının ağızlarından başlayarak açık denize ve farklı yönlerde doğru, uygun alet ve yöntemler ile doku ve yapısı bozulmamış bölgelerde, daha sık sediment örneklemek; örnekleri, 1'er cm dilimler halinde analiz ederek Pb ve Cs izotopları ile tarihlendirmek; XRF ve ICP ile element analizleri yapmak; organik karbon, karbonat ve tane boyu analizleri yapmak ve analiz sonuçlarını çeşitli matematiksel, grafiksel ve istatistiksel yöntemler ile yorumlamak olarak belirtilebilir.

KAYNAKLAR

- Abu-Hilal A.H. and Badran, M.M. 1990. Effect of pollution source on metal concentration in sediment cores from the Gulf of Aqaba (Red Sea). *Mar. Pol. Bull.*, 21, 190–197.
- Adamo, P., Arienzo, M., Imperato, M., Naimo, D., Nardi, G. and Stanzione, D. 2005. Distribution and partition of heavy metals in surface and sub-surface sediments of Naples city port. *Chemosphere*, 61, 800-809.
- Akçay, E.A., Dönmez, M., Ilgar, A., Duru, M. ve Pehlivan, Ş. 2008. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi. Bandırma-H19 serisi, No:103, MTA Yayını, Ankara.
- Aksu, A.E., Yaşar, D. and Mudie, P.J. 1995. Origin of late glacial-Holocene hemipelagic sediments in the Aegean Sea: clay mineralogy and carbonate cementation. *Marine Geology*, 123, 33-59.
- Aksu, A.E., Yaşar, D. and Uslu, O. 1998. Assessment of Marine Pollution in İzmir Bay: Heavy Metal and Organic Compound Concentrations in Surficial Sediments. *Tr. J. Of Engineering and Environmental Science*, 22, 387-415.
- Aksu, A.E., Hiscott, R.N. and Yaşar, D. 1999. Oscillating Quaternary water levels of the Marmara Sea and vigorous outflow into the Aegean Sea from the Marmara Sea-Black Sea drainage corridor. *Marine Geology*, 153, 275-302.
- Aksu, A.E., Colon, T.J., Hiscott, R.N. and Yaşar, D. 2000. Anatomy of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea. Western Turkey; Extensional Basins Above a Continental Transform, *GSA TODAY*.
- Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Mudie, P.J., Gillespie, H., Abrajano, T. and Yaşar, D. 2002. Last glacial–Holocene paleoceanography of the Black Sea and Marmara Sea: stable isotopic, foraminiferal and coccolith evidence. *Marine Geology*, 190, 119-149.
- Akyürek, B. ve Soysal, Y. 1978. Kırkağaç-Soma (Manisa) Savaştepe-Korucu-Ayvalık (Balıkesir)-Bergama (İzmir) civarının jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Enst. Rap.*, 6432 (yayımlanmamış).
- Algan, O., Çağatay M.N., Sarıkaya, H.Z., Balkıs, N. and Sarı, E. 1999. Pollution monitoring using marine sediments: A case study on the İstanbul Metropolitan area. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*, 23, 39-48.
- Algan, O., Balkıs, N., Çağatay, M.N. and Sarı, E. 2004. The sources of metal contents in the shelf sediments from the Marmara Sea, Turkey. *Environmental Geology*, 46, 932-950.

- Ambraseys, N. 2002. The Seismic Activity of the Marmara Sea Region over the Last 2000 Years. Bulletin of the Seismological Society of America, 92 (1), 1-18.
- Anonim. 1993. EİEİ (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) Türkiye Akarsularında Sediment Gözlemleri ve Sediment Taşınım Miktarları. EİEİ Genel Müdürlüğü, Yayın No: 93-59, 615.
- Anonim. 2000. 1/1 000 000 Ölçekli Türkiye Metaloneji Haritası, MTA, Ankara
- Anonim. 2004a. Türkiye Çevre Atlası. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü, Çevre Envanteri Dairesi Başkanlığı, 457, Ankara.
- Anonim. 2004b. Marmara Denizi'nin batimetrik haritası, MTA Genel Müdürlüğü Deniz Araştırmaları Koor., Ankara
- Anonim. 2009. Türkiye Yeraltı kaynakları (illere göre), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Yer Bilimleri ve Kültür Serisi, 5, 602, Ankara.
- Anonim. 2011. Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Araştırma Altyapısı Başvuru Formu – 2011 Mardep-Proje metni.
- Anonim. 2012. Biga Yarımadası'nın Genel ve Jeolojik Özellikleri (Yüzer, E., Tunay, G., Editörler). MTA-İTÜ, MTA Özel Yayın Serisi-28, Ankara.
- Anonim. 2014. TÜBİTAK-MAM ve ÇŞB-ÇYGM 2014. Deniz ve Kıyı Suları Kalite Durumlarının Belirlenmesi ve Sınıflandırılması Projesi (DeKoS). ÇTÜE 5118703, Rapor No. ÇTÜE.13.155 (Sonuç Raporu), Gebze-Kocaeli.
- Anonim. 2017a. ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM (2017). Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (2014-2016). ÇTÜE 5148704, Rapor No. ÇTÜE.16.330 (Marmara Denizi Sonuç Raporu, 2016), Gebze-Kocaeli.
- Anonim. 2017b. ÇŞB-ÇEDİDGM ve TÜBİTAK-MAM 2017. Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı (2014-2016). Marmara Denizi Özet Raporu, Ankara.
- Anonim. 2018. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Atıksu Arıtımı Eylem Planı (2008-2012), <http://styd.cevreorman.gov.tr>, Erişim Tarihi: 03.01.2018
- Anonymous. 1984. UNEP/ECE/UN/FAO/UNESCO/WHO/IAEA Pollutants from land-based sources in the Mediterranean. UNEP Regional Seas Reports and Studies, No.32, 99, Kenya.
- Atabey, E. 2005. Tıbbi Jeoloji, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No.88, 194, Ankara.
- Atabey, E. 2010. Türkiye'de İnsan Kaynaklı (Antropojenik) Unsurlar ve Çevresel Etkileri. MTA Yer Bilimleri ve Kültür Serisi-7, 286, Ankara.

- Atalık, E. 1992. Depositional systems of the Osmancık formation in the Thrace Basin. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Aydın, Y. 1974. Etude pétrographique et géochimique de la partie centrale du Massif d'Istranca (Turquie). Ph.D. Thesis, Université de Nancy, 131.
- Aydın, Y. 1982. Yıldız Dağları (Istranca) Masifinin Jeolojisi. Doçentlik tezi, İTÜ Maden Fakültesi, 106.
- Aydın, Y. 1988. Yıldız Dağları Masifi'nin Jeolojisi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2, 61-74.
- Aysal, N., Yılmaz Şahin, S., Güngör, Y., Peytcheva, I., Öngen, S. 2018. Middle Permian-early Triassic magmatism in the Western Pontides, NW Turkey: Geodynamic significance for the evolution of the Paleo-Tethys. Journal of Asian Earth Sciences. 164, 83-103.
- Balkıs, N. and Çağatay, M.N. 2001. Factors controlling metal distributions in the surface sediments of the Erdek Bay, Sea of Marmara, Turkey. Environment International, 27, 1-13.
- Balkıs, N. ve Algan, O. 2005. Marmara Denizi yüzey sedimentlerinde (Şelf Alanı) metallerin birikimi ve denetleyen mekanizmalar. In: Güven, K.C. ve Öztürk, B. (Editörler), Deniz Kirliliği. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜFDAV) Yayınları No.21, 177-204, İstanbul.
- Barut, İ.F., Ergin, M., Meriç, E., Avşar, N., Nazik, A. and Suner, F. 2017. Contribution of natural and anthropogenic effects in the Iznik Lake bottom sediment: Geochemical and microfauna assemblages evidence. Quaternary International, <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.10.26>
- Baştürk, Ö., Ediger, D., Gaines, A.F., Hatipoğlu, E., Kubilay, N., Polat, Ç., Salihoğlu, İ., Saydam, C., Tuğrul, S., Yemenicioğlu, S., Yılmaz, K. ve Yılmaz, A. 1991. Marmara Denizi'nin Kimyasal Oşinografisi. VII. Kimya ve Kimya Mühendisliği Sempozyumu, 2-5 Nisan, Gazimagosa, KKTC.
- Bayat, O. 1998. Characterisation of Turkish fly ashes. Fuel, 77(9/10), 1059-1066.
- Bayhan, E., Ergin, M., Temel, A. and Keskin, Ş. 2001. Sedimentology and mineralogy of surficial bottom deposits from the Aegean–Çanakkale–Marmara transition (Eastern Mediterranean): effects of marine and terrestrial factors. Marine Geology, 175, 297-315.
- Bedi, Y., Vasilev, E., Dabovski, C., Ergen, A., Okuyucu, C., Doğan, A., Tekin, U.K., İvanova, D., Boncheva, İ., Lakova, I., Sachanski, V., Kuşcu, İ., Tuncay, E., Demiray, D.G., Soykan, H. and Göncüoğlu, M.C. 2013. New age data from the tectonostratigraphic units of the Istranca “Massif” in NW Turkey: a correlation with SE Bulgaria. Geologica Carpathica, 64, 255-277.

- Bedi, Y. Ergen, A., Doğan, A., Tuncay, E., Bozkurt, A., Tekin, U.K., Okuyucu, C. ve Göncüoğlu, M.C. 2015. Istranca Kristalen Kompleksi'nin tektonostratigrafik özellikleri (KB Türkiye-GD Bulgaristan). MTA 80. Yıl Sempozyumu, 99.
- Bedi, Y., Doğan, A., Tekin, U.K., Aydın, A., Erdoğan, K. 2017. Istranca Kristalen Kompleksi'nin (Kuzeybatı Türkiye) Üst Kretase Stratigrafisi ve Güneydoğu Bulgaristan'daki istifler ile korelasyonu. 70. TJK Bildiri Özleri, 638.
- Beşiktepe, Ş.T., Sur, H.İ., Özsoy, E., Latif., M.A., Oğuz, T. and Ünlüata, Ü. 1994. The circulation and hydrography of the Marmara Sea. Prog. Oceanog., 34, 285-334.
- Bingöl, E. 1968. Contribution al' étude géologique de la partie centrale et Sud-Est du Massif de Kazdağ (Turquie). These, L' Univ., 190, Nancy, Fransa.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. 1973. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun bazı özellikleri. Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Dergisi, MTA yayınlar, 70-76.
- Bodur, M.N. and Ergin, M. 1994. Geochemical characteristics of the Late Holosen sediments from the Sea of Marmara. Chemical Geology, 115, 73-101.
- Boer, N.P. 1954. Report on a geological reconnaissance in Turkish Trace September-December; G. A. Report No. 25373 (yayınlanmamış).
- Burdige D. 2006. Geochemistry of Marine Sediments. Princeton University Press, New Jersey.
- Chapman, P.M. 2007 Determining when contamination is pollution-weight of evidence determinations for sediments and effluents. Environmental International, 33, 4, 492-501.
- Chatalov, G. 1980. Two facies types of Triassic in Strandza Mountain, SE Bulgaria. Riv. Ital. Paleont. 85, 3-4, 1029-1046.
- Chester, R. and Hughes, M.J. 1967. A chemical technique for the separation of ferromanganese minerals, carbonate minerals and adsorbed trace elements from pelagic sediments. Chemical Geology, 2, 249-262.
- Chester, R. 1990. Marine Geochemistry. Unwin Hyman Ltd. London.
- Covelli, S. and Fontolan, G. 1997. Application of a normalization procedure in determining regional geochemical baselines. Environmental Geology 30, 1/2.

- Çağatay, M.N., Görür, N., Algan, A., Eastoe, C.J., Tchapygala, A., Ongan, D., Kuhn, T. and Kuşçu, İ. 2000. Late Glacial-Holocene palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and the Black Sea. *Marine Geology*, 167, 191-206.
- Çağatay, M.N., Balkıs, N., Sancar, Ü., Çakır, Z., Yücesoy-Eryılmaz, F., Eryılmaz, M., Sarı, E., Erel, L., Akçar, S. ve Biltekin, D. 2006. Marmara Denizi Çökel Jeokimyası Atlası. TÜBİTAK Projesi 103Y053 Sonuç Raporu, 81, Ankara.
- Çağatay, M.N., Uçarkuş, G., Eriş, K.K., Henry, P., Gasperini, L. and Polonia, A. 2015. Submarine canyons of the Sea of Marmara. 123-135. In CIESM Monograph 47 (Briand, F., Ed.) Submarine canyon dynamics in the Mediterranean and tributary seas- CIESM Publisher, Monaco.
- Çağlayan, A., Şengün, M. and Yurtsever, A. 1988. Main fault systems shaping the Istranca Massif, Turkey. Middle East Technical University, Journal of Pure and Applied Sciences, Series A "Geosciences", 21, 145-154.
- Çağlayan, M. A. ve Yurtsever, A. 1998. Burgaz-A3, Edirne-B2 ve B3; Burgaz-A4 ve Kırklareli-B4; Kırklareli-B5 ve B6; Kırklareli-C6 paftaları, 1:100 000 ölçekli açınimsa nitelikli Türkiye jeoloji haritaları (No: 20, 21, 22, 23), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Çorbacıoğlu, A. 2011. Şarköy Kanyonu (Batı Marmara Şelfi) Holosen Sedimentlerinin Jeokimyası. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 73, Ankara.
- Davis, J.C. 1986. Statistics and data analysis in geology. John Wiley and Sons Inc. 646, New York.
- Delaloye, M. and Bingöl, E. 2000. Granitoids from western and northwestern Anatolia: geochemistry and modeling of geodynamic evolution. *International Geology Review*, 42, 241-268.
- Donazzolo R., Merlin O.H., Vitturi L.M., Orio A.A., Pavoni, B., Perin G. and Rabitti S. 1981. Heavy metal contamination in surface sediments from the Gulf of Venice, Italy. *Mar.Pollut.Bull.*, 12(12), 417-425.
- Dönmez, M., Akçay, E.A., Genç, S.C. ve Acar, Ş. 2005. Biga Yarımadası'nda Orta-Üst Eosen volkanizması ve denizel ignimbiritler. *MTA Dergisi*, 131, 49-61.
- Dönmez, M., Akçay, E.A., Duru, M., Ilgar, A. ve Pehlivan, Ş. 2008. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi. Çanakkale-H17 serisi, No:101, MTA Yayını, Ankara.

- Dung, T., Cappuyns, V., Swennen, R. and Phung, N. 2013. From geochemical background determination to pollution assessment of heavy metals in sediments and soils. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 12(4), 335-353.
- Duru, M., Pehlivan, Ş., Dönmez, M., Ilgar, A. ve Akçay, E.A. 2007. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, Bandırma-H18 Paftası, No:102 ve Balıkesir-İ19 Paftası, No:96, MTA Yayını, Ankara.
- Ehrmann, W., Schmiel, G., Hamann, Y., Kuhnt, T., Hemleben, C., Wolfig and Siebel, W. 2007. Clay minerals in late glacial and Holocene sediments of the northern and southern Aegean Sea. *PALAEO*, 249, 36-57.
- Elmas, A. ve Meriç, E. 1996. Geç Miyosen'den Günümüze Marmara-Akdeniz Bağlantısı ve Bunu Denetleyen Tektonizma. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 8(1), 113-129.
- Emre, H., Öztürk, H., Çiftçi, Y., Işık, A. ve Hanılçı, N. 2000. Marmara Denizi Havzasında Madencilik Faaliyetleri, Yüzey Suları ve Denizel Ortam Üzerine Etkileri. *Marmara Denizi Sempozyumu Bildiriler Kitabı*.
- Engin, T., Özkan Y.Z., Sarı, R., Şen, P., Gedikoğlu, A. ve Özpeker. (Editörler: Yüzer, E., Tunay, G.) 2012. Biga Yarımadası'nın Genel ve Ekonomik Jeolojisi, MTA Özel Yayın Serisi-28, 207-272.
- Ercan, T. ve Türkecan, A. 1984. Batı Anadolu-Ege Adaları-Yunanistan ve Bulgaristan'daki plütonların gözden geçirilişi. *Ketin Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 189-208.
- Ergin, M. 1990. Pre-Civilizational and Civilizational Layers in two sediment cores from the western Baltic Sea. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 8(1), 41-50.
- Ergin, M., Bodur, M.N. and Ediger, V. 1991a. 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.
- Ergin, M., Saydam, C., Baştürk, Ö., Erdem, E. and Yörük, R., 1991b. Heavy metal concentrations in surface sediments from the two coastal inlets (Golden Horn Estuary and Izmit Bay) of the northeastern Sea of Marmara. *Chemical Geology*, 91, 269-285.
- Ergin, M., Bodur, M.N., Ediger, V. and Yılmaz, A. 1993a. Organic carbon distribution in the surface sediments of the Sea of Marmara and its control by the inflows from adjacent water masses. *Marine Chemistry*, 41, 311-326.

- Ergin, M., Bodur, M.N., Ediger, V., Yemenicioğlu, S., Okyar, M. and Kubilay, N.N. 1993b. Sources and dispersal of heavy metals in surface sediments along the eastern Aegean shelf. *Bollettino Oceanologia Teorica Applicata*, 11(1), 27-44.
- Ergin, M. 1994. Possible sources and mechanisms of manganese enrichment in the deep-sea sediment of the Marmara trough depressions (NE-Mediterranean, Turkey), *Oceanologica Acta*, 17(5), 535-546.
- Ergin, M., Bodur, M.N., Yıldız, M., Ediger, D., Ediger, V., Yemenicioğlu, S. and Yücesoy, F. 1994. Sedimentation rates in the sea of Marmara: a comparison of results based on organic carbon-primary productivity and Pb-210 dating. *Continental Shelf Research*, 14(12), 1371-1387.
- Ergin, M. 1995. Marmara Denizi Genç (Holosen) çökellerindeki manganez ve organik karbon çoğalmaları: Karadeniz sularının muhtemel etkileri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 10, 224-229.
- Ergin, M., Kazan, B., and Ediger, V. 1996. Source and depositional controls on heavy metal distribution in marine sediments of the Gulf of İskenderun, Eastern Mediterranean. *Marine Geology*, 133, 223-239.
- Ergin, M., Kazancı, N., Varol, B., İleri, Ö. and Karadenizli, L. 1997. Sea level changes and related depositional environments on the southern Marmara shelf. *Marine Geology*, 140, 391-403.
- Ergin, M., Kapur, S., Karakaş, Z., Akca, E., Kangal, Ö. and Keskin, Ş. 1999. Grain size and clay mineralogy of Late Quaternary sediments on a tectonically active shelf, the southern Sea of Marmara: clues to hydrographic, tectonic and climatic evolution. *Geological Journal*, 34, 199-210.
- Ergin, M. and Bodur, M. N. 1999. Silt/Clay fractination in surficial Marmara sediments: implication for water movement and sediment transport paths in a semi-enclosed and two layered flow system (northeastern Mediterranean Sea). *Geo-Marine Letters*, 18(3), 225-233.
- Ergin, M. 2005. Karadeniz, Ege Denizi ve Akdeniz sedimentlerinde jeolojik ve antropojenik ağır metal kirliliği. İn: *Deniz Kirliliği* (edit.; Güven, K.C. ve Öztürk, B.). Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜFEDAV) Yayınları No.21, 161-176, İstanbul.
- Ergin, M., Uluadam, E., Keskin, Ş., Sarıkavak, K. ve Hakyemez, Y. 2007a. Şarköy Denizaltı Kanyonunda (Güneybatı Marmara Denizi) Geç Kuvaterner tektonizma ve Deniz Seviyesi Değişim Süreçlerinin Araştırılması. TÜBİTAK YDABÇAG-102Y113 Proje Sonuç Raporu.

- Ergin, M., Uluadam, E., Sarıkavak, K., Keskin, Ş., Gökaşan, E. and Tur, H. 2007b. Late Quaternary sedimentation and tectonics in the submarine Şarköy Canyon, western Marmara Sea (Turkey). In: Taymaz, T., Yılmaz, Y. Dilek, Y. (Eds.), The Geodynamics of the Aegean and Anatolia, Geological Society, London, Spec.Publ., 291, 231-257.
- Ergin, M., Bayhan, E. and Temel, A. 2012. Clay mineral distribution in last Glacial-Holocene sediment cores from the eastern Marmara Sea (Çınarcık Basin-İzmit Gulf Transition), NW-Turkey: Multisources and transport paths in a two-way flow system. *Quaternary International*, 261, 53-74.
- Eriş, K.K. ve Çağatay, M.N. 2008. Marmara Denizi'nde Orta Pleyistosen'den günümüze deniz seviyesi değişimleri ve Akdeniz ve Karadeniz ile su geçişleri. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Poster, s: 61, Ankara.
- Förstner, U. and Reineck, H. E. 1974. Die Anreicherung von Spurenelementen in den rezenten Sedimenten eines Profilkernes aus der Deutschen Bucht. *Senckenbergiana Marit.*, 6, 175-184.
- Förstner, U. and Wittmann, G.T.W. 1979. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer, 486, Heidelberg.
- Förstner, U. and Wittmann, G.T.W. (eds) 1981. Metal pollution in the environment, Berlin Heidelberg New York. Springer, 486.
- Garipağaoğlu, N. 2016. Marmara Havzası'nda Kentleşme - Atık Su İlişkileri ve Alıcı Ortam Üzerindeki Etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 34, 147-159.
- Gazioğlu, C., Gökaşan, E., Algan, O., Yücel, Z., Tok, B. and Doğan, E. 2002. Morphologic features of the Marmara Sea from multi-beam data. *Marine Geology*, 190, 397-420.
- Gazioğlu, C., Yücel Z. Y. and Doğan, E. 2005. Morphological features of major submarine landslides of Marmara Sea using multibeam data. *Journal of Coastal Research* 21(4), 664-673.
- Goldschmidt, V.M. 1937. The principles of distribution of chemical elements in minerals and rocks. *J. Chem. Soc. London*, 1937, 655-673.
- Gökaşan, E. 2000. Marmara Denizi'nin Jeolojik Özellikleri. *Marmara Denizi'nin Jeolojik Oşinografisi* (Editörler: Ertugrul Doğan, Ajun Kurter), 177-393.
- Gökaşan, E., Ustaömer, T., Gazioğlu, C., Yücel, Z.Y., Öztürk, K., Tur, H., Ecevitoglu, B. and Tok, B. 2003. Morpho-tectonic evolution of the Marmara Sea inferred from multi-beam bathymetric and seismic data. *Geo-Marine Letters*, 23, 19-33.

- Gökaşan, E., Tur, H., Ergin, M., Görüm, T., Batuk, F.G., Sağcı, N., Ustaömer, T., Emem, O. and Alp, H. 2010. Late Quaternary evolution of the Çanakkale Strait region (Dardanelles, NW Turkey): implications of a major erosional event for the postglacial Mediterranean-Marmara Sea connection. *Geo-Mar Lett*, 30, 113-131.
- Görür, N., Çağatay, M.N., Sakıncı, M., Sümengen, M., Şentürk, K., Yaltırak, C. and Tchaplalyga, 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.
- Guieu, C., Martin, J.-M., Tankere, S.P.C., Mousty, F., Trinchnerini, P., Bazot, M. and Dai, M.H. 1998. On trace metal geochemistry in the Danube River and western Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 47, 471–485.
- Güven, K.C. 2005. Denizde Petrol Kirliliği. İn: Deniz Kirliliği (edit.; Güven, K.C. ve Öztürk, B.). Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜF Dav) Yayınları No.21, 99-146, İstanbul.
- Güven, K.C. ve Öztürk B. 2005. (Editörler) Deniz Kirliliği, TÜDAV Yayınları, No.21, 512, İstanbul.
- Hart, B.T. and Lake, P.S. 1987. İn: Hutchinson, T.C., Meema, K.M., (Eds.), Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment, SCOPE, John Wiley & Sons. Chichester, 360.
- Hiscott, R. N. and A. E. Aksu 2002. Late Quaternary history of the Marmara Sea and Black Sea from high-resolution seismic and gravity-core studies. *Marine Geology* 190, 261-282.
- Holmes, A.W. Jr. 1961. A stratigraphic review of Thrace. American Overseas Petroleum Ltd. (Unpublished company report).
- İlgar, A., Demirci, E.S. ve Demirci, Ö. 2012. Biga Yarımadası tersiyer sedimanter istifinin stratigrafisi. Yüzer ve Tunay (ed). Biga Yarımadası'nın Genel ve Ekonomik Jeolojisi. Özel yayın serisi 28, 75-120
- İmık, M. 1988. Kırklareli-C2-3 Paftası ve İzahnamesi, 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- İnci, U. 1984. Neogene oil shale deposits of Demirci and Burhaniye regions. 27th International Geological Congress, Abs., VII, 13-16, 57.
- Kanellopoulos, T.D., Angelidis, M.O., Karageorgis, A.P., Kaberi, H., Kapsimalis, V. and Anagnostou, C. 2006. Geochemical composition of the uppermost prodelta sediments of the Evros River, northeastern Aegean Sea. *Journal of Marine Systems*, 63(1-2), 63-78.

- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako ve M. ve Demir, O. 1983. Tekirdağ-Şarköy- Keşan-Enez bölgesinin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi, 1771, 71, Ankara (yayımlanmamış).
- Kıratlı, N. and Ergin, M. 1996. Partitioning of heavy metals in surface Black Sea sediments. *Applied Geochemistry*, 6(11), 775-788.
- Komatina, M.M. 2004. Tıbbi Jeoloji: Jeolojik Ortamların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri. (Örgün Y., Bayrak D., Türkçeye Çeviri), *Developments in Earth & Environmental Sciences*, 2, Elsevier, Amsterdam, 496 (TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Çeviri Serisi No.2).
- Köker, A. 2017. Sözlü görüşme. MTA Genel Müdürlüğü, Maden Analizleri ve Teknoloji Dairesi.
- Krauskopf, K.B. 1985. *Introduction to Geochemistry*. International Series in the Earth and Planetary Sciences. 1st Edn. McGraw-Hill, 617, Tokyo.
- Krushensky, R.D. 1976. Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar-Yeşiller area, northwest Anatolia Turkey. *Bulletin Volcanologique*, 40, 336–360.
- Kurun, A., Balkıs, H. and Balkıs, N. 2007. Accumulations of total metal in dominant shrimp species (*Palaemon adspersus*, *Palaemon serratus*, *Parapenaeus longirostris*) and bottom surface sediments obtained from the Northern Inner Shelf of the Sea of Marmara. *Environ Monit Assess* 135, 353–367.
- Küçüksezgin, F., Kontas, A., Altay, O., Uluturhan, E. and Darılmaz, E. 2006. Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. *Environment International*, 32, 41- 51.
- Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, M.N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R. and Tok, B. 2001. The active main Marmara Fault. *Earth and Planetary Science Letters* 192, 595-616.
- Lepland, A., J. Andersen, T., Lepland A., H. Arp, H.P., Alve, E., D. Breedveld, G. and Rindby, A. 2010. Sedimentation and chronology of heavy metal pollution in Oslo harbor, Norway. *Marine Pollution Bulletin*, 60, 1512-1522.
- Leven, E.J.A. and Okay, A.İ. 1996. Foraminifera from the exotic Permo-Carboniferous limestone blocks in the Karakaya Complex, Northwestern Turkey. *Rivista Italiana di Paleont. E Strat.* 102, 139-174.
- Liu, WX., Li, XD, Shen, ZG, Wang, DC., Wai, OW. and Li, YS. 2003. Multivariate statistical study of heavy metal enrichment in sediments of the Pearl River Estuary. *Environmental Pollution*, 121, 377-388.

- Lorenzo, F., Alonso A., Pellicer M.J., Page's J.L. and Pe'rez-Arlucea, M. 2007. Historical analysis of heavy metal pollution in three estuaries on the north coast of Galicia (NW Spain). *Environ Geol.*, 52, 789–802.
- Luoma, S.N. 1990. Processes affecting metal concentrations in estuarine and coastal sediments. In: Furness, R., Rainbow, P. (Eds.), *Heavy Metals in the Marine Environment*. CRC Press, Boca Raton, FL, 51–66.
- Mason, B. and Moore, C.B. 1982. *Principles of Geochemistry*. John Wiley & Sons, 344, Hong Kong.
- McHugh, C.M.G., Leonardo, S., Cormier, M.H., Dutton, J., Çağatay, M.N., Polonia, A., Ryan, W.B.F. and Görür, N. 2006. Submarine earthquake geology along the North Anatolian Fault in the Marmara Sea, Turkey: a model for transform basin sedimentation. *Earth and Planetary Science Letters*, 248, 661–684.
- Meriç, E., Yanko, V., Toker, V., Avşar, N., Sakınç, M., Nazik, A., Çetin, O. ve Koral, H. 1995. Kuvaterner döneminde Akdeniz ile Marmara Denizi arasındaki bağlantılar hakkında bazı düşünceler. *Trakya Havzası Jeolojisi Sempozyumu*, 30 Mayıs–3 Haziran, 40, Lüleburgaz-Kırklareli.
- Mudie, P.J., Rochon, A. and Aksu, A.E. 2002. Pollen stratigraphy of Late Quaternary cores from Marmara Sea: land sea correlation and paleoclimatic history. *Marine Geology* 190, 233-260.
- Müller, G. 1969. Index of geoaccumulation in sediments of the Rhine River. *Geojournal* 2, 108–118.
- Müller, G. 1979. Heavy metals in the sediment of the Rhine-Changes seity. 1971. *Umsch Wiss Tech* 79, 778-783.
- Müller G. and İrion G., 1984. Chronology of heavy metal contamination in sediments from the Skagerrak (North Sea). *Mitt. Geol.-Paleont. Inst. Univ. Hamburg*, 56, 413-421.
- Natal'in, B.A., Sunal, G., Gün, E., Wang, B. And Zhiqing, Y. 2016. Precambrian to early cretaceous rocks of the Strandja Massif (NW Turkey): evolution of a long lasting magmatic arc. *Pagination not final (cite DOI)*, 53(11), 1312-1335.
- Okay, A.İ. 1988. Çan-Yenice-Biga arasının jeolojisi ve tektoniği. *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Arama Grubu Raporu No: 2544* (yayımlanmamış).
- Okay, A.İ., Siyako, M. and Bürkan, K.A. 1990. Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve tektonik evrimi: *TPJK Bülteni*, 83-121.
- Okay, A.İ., Siyako, M. and Bürkan, K. A. 1991. Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula. In: DEWEY, J. F. (de) *Special Issuse on tectonics, Bulletin of the Technical University of İstanbul*, 44, 191-255.

- Okay, A.İ. ve Tansel, İ. 1992, Pontid-İçi Okyanusu'nun üst yaşı hakkında Şarköy'ün kuzeyinden (Trakya) yeni bir bulgu. MTA Dergisi, 114, 21-24.
- Okay, A.İ., Demirbağ, E., Kurt, H., Okay, N. and Kuşçu, İ. 1999. An active, deep marine strike – slip basin along the North Anatolian fault in Turkey. *Tectonics*, 18(1), 129–147.
- Okay, A.İ., Kaşlılar-Özcan, A., İmren, C., Boztepe-Güney, A., Demirbağ, E. and Kuşçu, İ. 2000. Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study. *Tectonophysics* 321, 189–218.
- Okay, A.İ., Satır, M., Tüysüz, O., Akyüz, S. and Chen, F. 2001. The tectonics of the Strandja Massif; late Variscan and mid- Mesozoic deformation and metamorphism in the northern Aegean. *International Journal of Earth Sciences*, 90(2), 217-233.
- Okay A.İ. and Göncüoğlu, M. C. 2004. The Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts, *Turkish Journal of Earth Science*. TÜBİTAK, 13(2), 77-96.
- Okay A.İ., Tüysüz O. and Kaya, Ş. 2004. From transpression to transtension: changes in morphology and structure around a bend on the North Anatolian Fault in the Marmara region. *Tectonophysics*, 391, 1-4, 259-282.
- Okay, N. and Ergün, B. 2005. Source of the basinal sediments in the Marmara Sea investigated using heavy minerals in the modern beach sands. *Marine Geology*, 216, 1-5.
- Okuş, E., Balkıs, N., Müftüoğlu, E. and Aksu, A. 2007. Metal (Pb, Cd and Hg) inputs via the rivers to the Southern Marmara Sea Shelf, Turkey. *J. Black Sea/Mediterranean Environment*, 13, 35-38.
- Önal, G., Yüce, A.E., Boylu, F., Tarkan, M., Fişne, A., Kökkılıç, O., Avşaroğlu, N., Kür, M., Binici, P. ve Karaoğlu, M. 2012a. Biga Yarımadası'nın Metalik Maden İşletmeleri. İn: Biga Yarımadası'nın Genel ve Jeolojik Özellikleri (Yüzer, E., Tunay, G., Editörler). MTA-İTÜ, MTA Özel Yayın Serisi-28, 317-322, Ankara.
- Önal, G., Sirkeci, A.A., Tunçdemir, H., Özer, M., Fişne, A., Demirbuğan, A., Civelekoğlu, S. ve Şahin, N. 2012b. Biga Yarımadası'nın Kömür Madeni İşletmeleri. İn: Biga Yarımadası'nın Genel ve Jeolojik Özellikleri (Yüzer, E., Tunay, G., Editörler). MTA-İTÜ, MTA Özel Yayın Serisi-28, 323-326, Ankara.
- Önem, Y. 1974. Gelibolu Yarımadası ve Çanakkale dolaylarının jeolojisi. TPAO Arama Grubu Arşivi (yayımlanmamış) Rap. No:877, 30.

- Özsoy, E., Oğuz, T., Latif, M. A. and Ünlüata, Ü. 1986. Oceanography of the Turkish Straits-First Annual Report. v.1: Physical Oceanography of the Turkish Straits. Institute of Marine Sciences, METU, 2, 269, İçel, Turkey.
- Özsoy, E., Oğuz, T., Latif, M.A., Ünlüata Ü., Sur, H.İ. and Beşiktepe, Ş. 1988. Oceanography of the Turkish Straits-Second Annual Report. Volume I. Physical Oceanography of the Turkish Straits, Institute of Marine Sciences, METU, Erdemli, İçel.
- Özşahin, E. 2015. Şarköy Deresi (Şarköy)-Bağlar Deresi (Marmara Ereğlisi) arasındaki Marmara Denizi Akaçlama Havzasının (Tekirdağ) jeomorfolojik özellikleri. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3, 10, 360-393.
- Palmer, C.A., Tunvalı, E. and Finkelman, R. B. 1999. The Distribution of Trace Elements in Turkish Lignites in Western Anatolia and Thrace Basin. Proceedings of the 16th Annual International Pittsburgh Coal Conference. ISBN 1890977-16-0 CDROM. 49p.
- Papadopoulos, D., Pantazi, C., Savvides, C., Haralambous, K.J., Papadopoulos, A. and Loizidou, M. 1997. A study on heavy metal pollution in marine sediments and their removal from dredged material Journal of Environmental Science and Health. Part A: Environmental Science and Engineering and Toxicology, 32, 2, 347-360.
- Pehlivan, Ş., Duru, M., Kanar, F. ve Kandemir, Ö. 2011. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 156, Bandırma-H20 paftası, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Pehlivan, Ş. ve Duru, M. 2014. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No: 203, Bandırma-G19 paftası, MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Pekey, H. 2006. Heavy Metal Pollution Assessment in Sediments of the Izmit Bay. Turkey Environmental Monitoring and Assessment, 123(1-3), 219-231.
- Perinçek, D., Ataş, N., Karatut, Ş. ve Erensoy, E. 2015. Trakya Havzasında, Danişmen Formasyonu içindeki linyit katmanlarının potansiyelini kontrol eden jeolojik faktörler. MTA Dergisi, 150, 79-110.
- Picket, E.A., Robertson, A.H.F. and Dixon, 1995. The Karakaya Complex, NW Turkey: A Paleo-Tethyan accretionary complex. in Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E. and Örçen, S., (eds), Geology of the Black Sea Region. MTA, Special Publ. 11-18.
- Rose, A.W., Hawkes, H.E. and Webb, J.S. 1979. Geochemistry in mineral exploration. London-New York-Toronto-Sydney-San Francisco: Academic Press London, 657. ISBN 0-12-596250-9.
- Saka, K. 1979. Edremit Körfezi ve civarı Neojeni'nin jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Arama Grubu Rap. No: 1341, 17.

- Sakıncı, M. ve Yaltırak, C. 1997. Trakya güneyi sahillerinin Pleyistosen paleocoğrafyası ve evrimi, Güney Trakya sahillerinin denizel Pleyistosen çökelleri ve Paleocoğrafyası. Maden Tetkik ve Arama Dergisi 119, 43-62.
- Sakıncı, M., Yaltırak, C. and Oktay, F.Y. 1999. Palaeogeographical evolution of the Thrace Neogene Basin and the Tethian-Paratethian relations at northwest Turkey (Thrace). *Palaeo* 3. 153, 17-40
- Saltık, O. 1974. Şarköy-Mürefte sahaları Jeolojisi ve Petrol Olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi (yayımlanmamış) Rap. No. 879, 24.
- Saner, S. 1980. Batı Pontidler'in ve komşu havzaların oluşumlarının levha tektoniği kavramı ile açıklaması: KB Türkiye. MTA Dergisi, 93/94, 1-19.
- Saner, S. 1985. Saros Körfezi dolayının çökeltme istifleri ve tektonik yerleşimi, Kuzeydoğu Ege Denizi, Türkiye. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 1-10.
- Sarı, E. and Çağatay, M.N. 2001. Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environment International*, 26,169-173.
- Sarı, E. 2008. Sources and distribution of heavy metals in river sediments from the southern drainage basin of the Sea of Marmara, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17(12a), 2007-2019.
- Sarı, E., Ünlü, S., Balcı N., Apak, R., Kurt, M.A. and Koldemir, B. 2013. Evaluation of Contamination by Selected Elements in a Turkish Port. *Pol. J. Environ. Stud.*, 22(3), 841-847.
- Sarı, R., Küçükkefe, Ş., Bademler, F., Öner, T. ve Avşar M. 2015. Biga Yarımadası ve güneyinin metalik maden potansiyeli. MTA 80. Yıl Sempozyumu. Akıllı, H., Çalık, A., Sümer, E.Ö., Şen, P. ve Yavaş, F. (Editörler) 151-156. Ankara.
- Sato, T., Kashara, J., Taymaz, T., Ito, M., Kamimura, A., Hayakawa, T. and Tan, O. 2004. A study of microearthquake seismicity and focal mechanisms within the Sea of Marmara (NW Turkey) using ocean bottom seismometers (OBSs). *Tectonophysics*, 391, 303-314.
- Secieru, D. and Secieru, A. 2002. Heavy Metal Enrichment of Man-made Origin of Superficial Sediment on the Continental Shelf of the North-western Black Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54, 513-526.
- Seeber, L., Emre, Ö., Cormier, M-H., Sorlien, C.C., Mc Hugh, CM. G., Polonia, A., Özer, N. and Çağatay, N. 2004. Uplift and subsidence from oblique slip: the Ganos- Marmara bend of the North Anatolian Transform, western Turkey. *Tectonophysics*, 391, 239-258.
- Seibold, E. and Berger, W. 2017. Sources and Composition of Marine Sediments. In: *The Sea Floor*. Springer Textbooks in ESSE, Springer, Cham.

- Seidemann, D.E. 1991. Metal pollution in sediments of Jamaica Bay, New York, USA- An Urban Estuary. *Environmental Management*, 15(1), 73-81.
- Siegel, F.R. 2002. *Environmental Geochemistry of Potentially Toxic Metals*. Springer, Heidelberg, 218.
- Siyako, M., Burkan, K.A. ve Okay, A.İ. 1989. Biga ve Gelibolu yarımadalarının Tersiyer jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. *Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni*, 1/3, 183-199.
- Siyako, M. 2005. Trakya ve Yakın Çevresinin Tersiyer Stratigrafisi. TPAO Arama Dairesi Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 4608, 104, Ankara.
- Siyako, M. 2006b. Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri (Tersiyer Bölümü). Stratigrafi Komitesi, Litostratigrafi Birimleri Serisi-2. MTA Genel Müdürlüğü yayını.70, Ankara.
- Smith, A.D., Taymaz, T., Oktay, F., Yüce, H., Alpar, B., Başaran, H., Jackson, J.A., Kara, S., Şimşek, M. 1995. High-resolution seismic profiling in the Sea of Marmara (northwest Turkey): Late Quaternary sedimentation and sea-level changes. *Geological Society of America Bulletin* 107(8), 923-936.
- Sümengen, M., Terlemez, İ., Şentürk, K., Karaköse, C., Erkan, E.N., Ünay, E., Gürbüz, M. ve Atalay, Z. 1987. Gelibolu Yarımadası ve güneybatı Trakya Tersiyer havzasının stratigrafisi, sedimantolojisi ve tektoniği. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü*, (yayımlanmamış) teknik rapor no: 8218.
- Sümengen, M. ve Terlemez, İ. 1991. Güneybatı Trakya yöresi Eosen çökellerinin stratigrafisi. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 113, 17-30.
- Şahin, S.Y., Aysal, N., Güngör, Y., Peytcheva, I. And Neubauer, F. 2014. Geochemistry and U-Pb zircon geochronology of metagranites in Istranca (Strandja) Zone , NW Pontides, Turkey: Implications for the geodynamic evolution of Cadomian orogeny. *Gondwana Research*, 26, 755-771.
- Şenel, M. 2002. MTA 1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası (İstanbul paftası; Türkecan, A. ve İzmir paftası; Konak, N.)
- Şengüler, İ. 2013. Ergene (Trakya) Havzası'nın jeolojisi ve kömür potansiyeli. *Maden Tetkik ve Arama Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 16, 109-114
- Şentürk, K. ve Okay, A.İ. (1981-1982). Saroz Körfezi doğusunda yüksek basınç metamorfizması. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 97/98, 152-155, Ankara.
- Şentürk, K. ve Okay, A. 1984. Saroz Körfezi doğusunda yüksek basınç metamorfizması. *MTA Dergisi*, 97/98, 152-155.

- Şentürk, K. ve Karaköse, C. 1987. Çanakkale Boğazı ve dolayının jeolojisi. MTA Raporu 9333, Ankara (yayınlanmamış).
- Şentürk, K., Sümengen, M., Terlemez, İ. 1998. 1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları (Çanakkale-G17 ve Bandırma-G18 paftaları), MTA Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Teksöz, G., Yetiş, U., Tuncel, G. and Balkas, T.I. 1991. Pollution chronology of the Golden Horn sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 22,9, 447-451.
- Tessier A., Campbell, P.G.C. and Bisson M. 1979. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, 51(7), 844-851.
- Temur, S. 1995. Jeolojide Veri Analizleri: Ders Notları. Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayın No. 21, 376, Konya.
- Thornton I, Watling H. and Darracott, A. 1975. Geochemical studies in several rivers and estuaries for oyster rearing. *Sci. Technol. Environ.*, 4, 325-345.
- Tolun, L.G., Okay, O.S., Gaines, A.F., Tolay, M., Tüfekçi, H. and Kıratlı, N. 2001. The pollution status and the toxicity of surface sediments in İzmit Bay (Marmara Sea), Turkey. *Environment International*, 26, 163-168.
- Tomlinson, D.L., Wilson, J.G., Harris, C.R. and Jeffney, D.W. 1980. Problems in the assessment of heavy metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgol. Wiss. Meeresunters*, 33, 566-572.
- Topcuoğlu, S., Kırbaşoğlu, Ç., Güngör, N. 2002. Heavy metals in organisms and sediments from Turkish Coast of the Black Sea, 1997–1998. *Environment International*, 27(7), 521-526.
- Tramonte, K.M., Figueira, R.C.L., Majer, A.P., de Lima Ferreira, P.A., Batista, M.F., Ribeiro, A.P. and de Mahiques, M.M. 2018. Geochemical behavior, environmental availability, and reconstruction of historical trends of Cu, Pb, and Zn in sediment cores of the Cananéia-Iguape coastal system, Southeastern Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 127, 1-9.
- Tuncalı, E., Çiftçi B., Yavuz N., Toprak, S., Köker A., Gencer Z., Hasan, A. ve Şahin N. 2002. Türkiye Tersiyer Kömürlerinin Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 401, Ankara.
- Tuncer, G., Karakaş, T., Balkaş, T.I., Gökçay, C.F., Aygin, S., Yurteri, C. and Tuncel, G. 1998. Land-based sources of pollution along the Black Sea coast of Turkey: concentrations and annual loads to the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 36, 409-423.

- Tuncer, G., Tuncel, G. and Balkaş, T.I. 2001. Evolution of Metal Pollution in the Golden Horn (Turkey) Sediments Between 1912 and 1987. *Marine Pollution Bulletin*, 42, 5, 350-360.
- Turekian, K.K. and Wedepohl, K. 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Geological Society of America Bulletin* 72, 175-192.
- Tüysüz, N. ve Yaylalı, G. 2005. Jeostatistik: Kavramlar ve Bilgisayarlı Uygulamalar. KTÜ Matbaası, Yayın No.220, 61, 382, Trabzon.
- Uluadam, E. 2006. Şarköy Denizaltı kanyonunda (Batı Marmara Denizi) Geç Kuvaterner Sedimentasyon: Tektonik ve Deniz Seviyesi Değişim Süreçlerinin Etkilerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 70, Ankara.
- Ünal, O.T. 1967. Trakya jeolojisi ve petrol imkanları. TPAO Arama Grubu Arşivi, (yayınlanmamış) teknik rapor, 391, Ankara.
- Ünay, E. and De Bruijn, H. 1984. One some Neogene rodent assamlages from both sides of the Dardanelles, Turkey. *Newsletter in Stratigraphy*, 13, 119-132.
- Ünlü, S., Alpar, B., Aydın, Ş., Akbulak, C., Balkıs, N., Barut, İ., Meriç, E., Aksu, A. and Kırbaşoğlu, Ç. 2006. Anthropogenic pollution in sediments from the Gulf of Gemlik (Marmara Sea, Turkey); cause-result relationship. *Fresenius Environmental Bulletin*, 15(12a.), 1521-1530
- Ünlüata, U., Oğuz, T., Latif, M.A. and Özsoy, E. 1990. On the physical oceanography of the Turkish Straits. In L. J. Pratt (Ed.), *The physical oceanography of sea straits*, 25-60, Dordrecht: Kluwer.
- Üşümezsoy, Ş. 1982. Igneous and metamorphic geology and mineralization of Istranca region (Geotectonic setting and mineralization of the Istranca masif). *İstanbul University Earth Sciences Review*, 3, (1-2), 227-294.
- Voutsinou-Taliadouri, F. 1983. Metal concentration in polluted and unpolluted Greek sediments: a comparative study. *VI's Journ. Etud. Pollut.*, 245-259, Cannes.
- Wang, X.-C., Feng, H. and Ma, H.-Q. 2007. Assessment of Metal Contamination in Surface Sediments of Jiaozhou Bay, Qingdao, China. *Clean- Soil, Air, Water*, 35(1), 62-70.
- Windom, H.L., Tankere, S.P.C., Guieu, C., Coquery, M., Campbell, M. and Horvat, M. 1998. Assessment of metal contamination of the Black Sea. In: *Black Sea Pollution Assessment* (Mee, L.D., Topping, G., Editörler), United Nations Publications, GEF Black Sea Enviromental Programme, 83-102, New York.
- Wong, H.K., Ulug, A., Lüdmann, T. and Özel, E. 1990. Neotectonic Structure of the Sea of Marmara. *Mitt. Geol. Palaeont. Inst. Univ.*, 69, 99-116, Hamburg.

- Wong, H.K., Lüdmann, T., Ulug, A. and Görür, N. 1995. The Sea of Marmara: a plate boundary sea in an escape tectonic regime. *Tectonophysics*, 244(4), 197-290.
- Yalçın, T. ve Sarp, S. 2012. Biga Yarımadası Termal Sularının Jeokimyasal ve Jeotermal Potansiyeli. Editörler: Yüzer E ve Tunay G. Biga Yarımadası'nın Genel ve Ekonomik Jeolojisi, 289-301, Ankara, MTA Özel Yayın Serisi.
- Yalçiner, A.C., Alpar, B., Altınok, Y., Özbay, İ. and Imamura, F. 2002. Tsunamis in the Sea of Marmara: Historical documents for the past, models for the future. *190(1-2)*, 445-463.
- Yaltırak, C. 1995. Gaziköy-Mürefte (Tekirdağ) Arasının Sedimenter ve Tektonik Özellikleri. *TPJD Bülteni-C.6/1*, 93-112.
- Yaltırak, C. 1995a. Gelibolu Yarımadası'nda Pliyo-Kuvaterner Sedimentasyonunu Denetleyen Tektonik Mekanizma. Nezihi Canıtez Sempozyumu, 12-14 Nisan, Jeofizik, 10, 103-106, İstanbul.
- Yaltırak, C. 1995b. Ganos sisteminin tektonik özellikleri. Trakya Havzası Jeolojisi Sempozyumu, 30 Mayıs-3 Haziran, Lüleburgaz-KIRKLARELİ, 35.
- Yaltırak, C. 1995c. Gaziköy-Mürefte Arasının Sedimentolojisi ve Tektoniği. *TPJD Bülteni*, 6(1), 93-112.
- Yaltırak, C. 1996. Ganos Fay Sistemi'nin Tektonik Tarihi. *TPJD Bülteni*, 8(1), 137-156.
- Yaltırak, C., Alpar, B. and Yüce, H. 1998. Tectonic elements controlling the evolution of the Gulf of Saros (Northeastern Aegean Sea). *Tectonophysics*, 300(1-4), 227-248.
- Yaltırak, C., Sakıncı, M. and Oktay, F.Y. 2000a. Westward propagation of North Anatolian fault into northern Aegean: Timing and kinematics. *Comment, Geology*, 28(2), 187-188.
- Yaltırak, C., Alpar, B., Sakıncı, M. and Yüce, H., 2000b. Origin of the Strait of Çanakkale (Dardanelles): Regional tectonics and the Mediterranean-Marmara incursion. *Marine Geology* 164, 139-156.
- Yaltırak, C., Sakıncı, M., Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Galleb, B. and Ulgen, 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.
- Yaşar, D., Aksu, A.E. and Uslu, O. 2001. Anthropogenic pollution in İzmit Bay: Heavy metal concentrations in surface sediments. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences*, 25, 299-313.

- Yiğit, F. 2006. Tekirdağ Çukuru'nun (Batı Marmara Denizi) Geç Kuvaterner Sedimentolojisi ve İnorganik Jeokimyası). Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 239, Ankara.
- Yiğiterhan, O. and Murray, J.W. 2008. Trace metal composition of particulate matter of the Danube River and Turkish rivers draining into the Black Sea. *Marine Chemistry*, 111(1-2), 63-76.
- Yücesoy, F. and Ergin, M. 1992. Heavy-metal geochemistry of surface sediments from the southern Black Sea shelf and upper slope. *Chemical Geology*, 99, 265-287.
- Zitter, T.A.C., Grall, C., Henry, P., Özeren, M.S., Çağatay, M.N., Şengör, A.M.C., Gasperini, L., Mercier de Lépinay, B. and Géli, L. 2012. Distribution, morphology and triggers of submarine mass wasting in the Sea of Marmara. *Marine Geology*, 329-331, 58-74.

EKLER

EK 1 Şarköy Kanyonu sediment karotlarında ölçülen element konsantrasyonları (Si-P arasındaki konsantrasyonlar %, diğer elementlerin konsantrasyonları ppm olarak verilmiştir)

EK 2 Karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matris tabloları

EK 1 Şarköy Kanyonu sediment karotlarında ölçülen element konsantrasyonları

MTA No	GM 165	GM 164	GM 161	GM 159	GM 166	GM 30	GM 1	GM 49	GM 27	GM 58	GM 151	GM 110	GM 112	GM 111	GM 149
Karot No			ŞA 1					ŞA 2					ŞA 3		
Sed(cm)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
Ort. Derinlik	2	7	12	17	22	2	7	12	17	22	2	7	12	17	22
Si(%)	21,41	22,16	22,25	21,88	22,11	21,32	21,69	22,16	22,16	22,21	22,25	22,91	22,72	22,81	23,00
Ti(%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Al(%)	7,04	7,25	7,30	7,20	7,25	6,83	6,93	7,04	7,09	7,04	6,56	6,77	6,77	6,88	6,88
Fe(%)	4,90	4,90	4,90	4,90	4,83	4,69	4,76	4,83	4,83	4,90	4,48	4,69	4,62	4,69	4,76
Mn(%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,15	0,08
Mg(%)	1,99	2,05	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,17	2,17	2,17	2,23	2,29	2,29	2,29	2,29
Ca(%)	4,22	3,93	3,93	3,93	3,93	4,65	4,57	4,50	4,43	4,43	5,00	5,00	4,79	4,65	4,79
Na(%)	2,37	2,15	2,08	2,30	2,08	2,23	2,15	2,00	2,00	2,00	2,00	1,78	1,78	1,78	1,85
K(%)	1,99	2,08	2,08	2,08	2,08	1,99	2,08	2,08	2,08	2,08	1,99	2,08	2,08	2,08	2,08
P(%)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,15	0,07	0,07	0,07	0,07
V	35	31	32	35	34	30	73	33	27	32	34	32	33	35	33
Co	17	17	16	16	16	17	18	17	16	18	18	17	17	17	18
Cr	151	143	134	144	138	142	146	149	140	155	169	160	168	160	172
Ni	87	93	86	91	89	96	99	102	97	107	121	120	123	118	124
Cu	32	31	29	31	29	30	31	30	29	30	28	30	27	26	27
Zn	87	82	80	83	75	95	90	87	76	82	83	77	80	76	72
Pb	38	33	31	29	33	34	38	35	30	30	24	25	25	24	22
As	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mo	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hg	0,01	0,33	0,11	0,14	0,09	0,14	0,11	0,13	0,11	0,09	0,32	0,27	0,13	0,16	0,25
Sn	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Sb	1	0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	0,6	<0,5	<0,5	0,8
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Te	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ga	5	3	3	3	4	5	8	4	5	5	4	4	4	4	4
Ge	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Se	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
B	29	28	28	30	23	26	25	30	28	31	27	19	23	20	24
Li	34	35	34	36	34	34	35	37	35	37	36	36	37	37	38
Rb	109	123	134	102	85	98	85	83	99	97	116	98	93	124	142
Be	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	2	0,7	0,8	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sr	255	231	213	224	228	262	262	250	231	242	222	208	198	199	202
Nb	1	0,9	0,8	1	0,8	1	2	1	1	1	1	0,7	0,9	0,8	0,8
W	<15	<15	<15	<15	<15	<15	26	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Ta	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zr	41	35	32	30	23	25	15	28	29	25	24	19	19	20	21
Ba	177	104	86	92	88	107	104	97	94	104	126	103	93	90	108
Hf	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,5	<0,5	0,5	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Th	13	12	12	10	10	11	11	11	14	11	10	10	9	9	9
U	0,8	0,9	0,9	1	1	0,9	2	1	1	1	0,8	0,8	1	1	0,9
Ce	98	96	94	77	78	75	74	76	92	76	84	78	72	66	77
Nd	11	9	9	11	11	13	23	12	14	12	11	10	12	12	12
Y	31	29	29	25	25	26	17	25	29	25	30	28	24	24	26
La	45	44	43	36	35	35	31	35	42	35	36	33	31	28	32
Ag	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

EK 1 Şarköy Kanyonu sediment karotlarında ölçülen element konsantrasyonları (devam)

MTA No	GM 50	GM 107	GM 59	GM 180	GM 73	GM 62	GM 78	GM 70	GM 64	GM 153	GM 163	GM 154	GM 158	GM 156	GM 80	GM 152	GM 4	GM 18	GM 155
Karot No	ŞA 4				ŞA 5				ŞA 6				ŞA 8						
Sed(cm)	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
Ort. Derinlik	7	12	17	22	2	7	12	17	22	2	7	12	17	22	2	7	12	17	22
Si(%)	21,88	21,60	22,11	21,93	21,88	21,55	21,18	21,55	22,35	20,99	21,55	21,69	22,21	21,79	24,17	24,87	24,68	24,36	24,31
Ti(%)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Al(%)	7,36	7,25	7,36	7,36	7,04	6,99	6,83	6,93	7,14	6,62	6,83	6,83	6,99	6,88	6,51	6,83	6,77	6,77	6,88
Fe(%)	4,97	4,90	5,04	4,76	4,83	4,76	4,62	4,76	4,90	4,48	4,62	4,69	4,76	4,62	4,55	5,11	4,97	4,76	4,90
Mn(%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Mg(%)	1,99	1,99	2,05	1,93	2,11	2,11	2,11	2,11	2,11	2,17	2,17	2,17	2,23	2,17	2,23	2,29	2,23	2,29	2,35
Ca(%)	4,15	3,86	4,00	3,93	4,50	4,65	4,15	4,43	4,43	4,72	4,65	4,57	4,57	4,65	4,15	3,72	3,93	3,93	3,86
Na(%)	2,23	2,23	2,15	2,45	2,15	2,30	2,45	2,37	1,93	2,37	2,08	2,15	1,93	2,23	1,93	1,48	1,56	1,85	1,63
K(%)	1,99	1,99	2,08	1,99	2,08	1,99	1,99	1,99	2,08	1,99	1,99	1,99	2,08	1,99	1,99	2,16	2,08	2,08	2,16
P(%)	0,15	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
V	30	32	34	63	34	36	34	33	35	33	30	35	34	33	34	32	89	32	34
Co	17	17	17	15	17	16	17	16	17	16	16	17	18	17	18	21	20	20	22
Cr	136	129	141	100	153	143	140	145	151	150	153	151	161	150	177	213	197	187	179
Ni	76	76	80	82	102	97	97	91	98	106	105	106	110	109	135	153	144	141	149
Cu	32	31	31	30	32	29	70	31	29	28	28	28	28	30	33	37	35	34	36
Zn	104	84	90	112	91	86	91	78	79	88	80	86	80	86	135	104	88	83	106
Pb	37	36	33	41	34	36	36	31	31	34	35	26	25	29	26	20	22	23	23
As	<0,5	<0,5	<0,5	11	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,1	0,6	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1	0,6	0,5	0,5	1
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hg	0,14	0,17	0,64	0,11	0,79	0,21	0,09	0,23	0,27	0,16	0,21	0,13	0,11	0,15	0,19	0,19	0,27	0,31	0,25
Sn	<15	<15	<15	<10	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Sb	<0,5	<0,5	1	<0,1	2	3	<0,5	1	1	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	0,5	0,5	0,8	0,6	0,6
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<10	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Te	<10	<10	<10	0,09	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ga	5	3	4	15	5	5	4	4	5	4	3	4	4	7	3	4	10	5	3
Ge	<0,5	<0,5	<0,5	<10	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Se	<10	<10	<10	<0,5	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
B	35	25	33	147,3	26	25	25	31	31	29	24	25	32	26	19	23	22	20	17
Li	36	35	37	25	37	35	36	35	37	37	37	38	40	38	39	43	42	42	41
Rb	110	112	79	32	90	102	95	82	122	96	109	88	139	134	96	99	73	95	92
Be	0,7	<0,5	0,6	1	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	2	0,8	<0,5
Sr	276	266	263	251	262	247	252	257	255	269	253	249	255	257	181	158	164	166	159
Nb	2	0,9	1	10	0,9	0,9	0,8	1	1	2	1	0,9	1	1	0,8	0,7	2	0,8	0,6
W	<15	<15	<15	<10	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	24	<15	<15
Ta	<0,5	<0,5	<0,5	0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zr	49	28	33	7	31	43	24	29	29	31	27	31	31	24	25	24	22	21	26
Ba	110	100	102	75	142	216	117	112	122	106	122	105	109	111	82	101	104	86	76
Hf	0,9	0,6	0,6	1	0,8	0,8	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	<0,5	<0,5	0,6	<0,5	<0,5
Th	17	14	14	13	14	14	12	12	12	10	11	11	12	10	8	8	10	10	9
U	1	1	1	6	1	1	1	1	1	0,9	0,8	1	1	1	0,5	0,5	1	0,6	0,5
Ce	112	95	89	42	101	95	83	86	84	78	88	86	96	79	67	76	76	73	82
Nd	13	9	11	18	12	11	11	12	12	11	9	13	13	11	9	11	26	13	9
Y	31	28	26	10	33	30	27	29	27	29	31	30	33	27	26	25	22	28	32
La	51	43	40	29	47	44	38	40	38	36	41	40	45	37	27	31	31	33	37
Ag	<1	<1	<1		<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

EK 1 Şarköy Kanyonu sediment karotlarında ölçülen element konsantrasyonları (devam)

MTA No	GM60	GM13	GM8	GM36	GM21	GM85	GM75	GM71	GM74	GM109	GM61	GM76	GM79	GM63	GM72
Karot No			ŞA 9					ŞA 10					ŞA 13		
Sed(cm)	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25
Ort. Derinlik	2	7	12	17	22	2	7	12	17	22	2	7	12	17	22
Si(%)	21,41	22,02	21,51	21,79	21,22	21,13	21,46	21,88	22,11	21,83	22,49	22,44	21,88	22,39	22,02
Ti(%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
Al(%)	6,14	6,30	6,24	6,35	5,87	6,72	6,88	7,04	7,04	6,93	7,51	7,62	7,36	7,51	7,36
Fe(%)	4,13	4,34	4,13	4,34	3,99	4,55	4,55	4,69	4,76	4,69	5,04	5,04	4,90	4,97	4,90
Mn(%)	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,54	0,70	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Mg(%)	1,93	1,99	1,99	2,05	1,87	2,05	2,11	2,17	2,17	2,17	2,17	2,11	2,05	2,11	2,11
Ca(%)	6,43	6,43	6,65	6,50	8,08	5,00	4,86	4,79	4,29	4,57	3,93	3,93	4,07	4,15	4,07
Na(%)	2,00	1,85	2,00	1,78	1,78	2,30	2,15	2,00	1,63	1,63	1,85	1,93	1,85	1,93	2,08
K(%)	1,83	1,91	1,83	1,91	1,74	1,99	1,99	2,08	2,16	2,08	2,16	2,08	2,08	2,08	2,08
P(%)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
V	24	35	34	33	31	31	35	33	35	28	31	34	34	34	34
Co	15	16	15	16	15	18	18	18	17	19	17	17	17	17	17
Cr	142	140	136	133	122	135	140	146	140	144	147	137	137	135	137
Ni	94	95	92	93	83	91	95	93	87	94	98	90	86	87	87
Cu	27	25	24	26	23	29	30	30	26	28	36	31	29	30	30
Zn	84	73	73	71	81	80	77	77	77	78	159	85	74	115	78
Pb	28	25	23	20	18	35	27	25	29	27	34	33	33	35	32
As	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Mo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,6	4	4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hg	0,22	0,41	0,14	0,17	0,16	0,11	0,16	0,12	0,14	0,13	0,12	0,17	0,11	0,11	0,17
Sn	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Sb	<0,5	0,9	0,5	0,5	0,8	<0,5	0,5	0,5	4	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
Bi	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Te	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ga	7	5	4	4	4	3	4	4	4	4	5	4	3	4	4
Ge	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Se	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
B	30	28	31	24	25	26	29	35	22	28	25	20	22	26	27
Li	34	35	35	35	32	34	36	38	37	39	38	37	36	36	35
Rb	108	81	87	100	66	115	127	106	128	110	129	115	132	119	86
Be	<0,5	0,9	0,8	0,7	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Sr	359	341	358	336	408	317	303	293	242	276	235	232	247	252	244
Nb	0,7	1	1	1	1	0,8	1	1	1	1	1	0,7	0,9	0,8	1
W	<15	<15	17	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
Ta	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zr	25	23	21	33	21	26	27	40	73	70	32	21	23	36	33
Ba	288	135	139	114	97	146	119	107	101	118	112	116	109	111	115
Hf	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,7	0,7
Th	8	12	11	14	12	10	11	13	12	12	14	15	12	15	15
U	0,6	1	1	1	1	1	2	2	0,8	1	1	1	1	0,9	0,9
Ce	68	85	72	94	78	83	75	86	82	82	87	96	82	95	96
Nd	7	13	11	12	11	9	11	12	11	14	14	11	10	11	10
Y	22	28	22	31	26	24	25	27	25	25	27	30	25	29	29
La	29	40	33	44	37	34	34	40	34	34	40	43	37	43	44
Ag	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

EK 2a ŞA-1 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	It(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1.00																															
It(%)	0.91	1.00																														
Al(%)	0.99	0.93	1.00																													
Fe(%)	-0.25	-0.25	-0.23	1.00																												
Mn(%)	0.91	0.99	0.93	-0.25	1.00																											
Mg(%)	0.75	0.87	0.81	-0.38	0.88	1.00																										
Ca(%)	-0.91	-0.99	-0.93	0.25	-0.99	-0.88	1.00																									
Na(%)	-0.92	-0.74	-0.90	0.49	-0.74	-0.65	0.74	1.00																								
K(%)	0.91	0.99	0.93	-0.25	0.99	0.88	-0.99	-0.74	1.00																							
P(%)	0.91	0.99	0.93	-0.25	0.99	0.88	-0.99	-0.74	0.99	1.00																						
V	-0.74	-0.49	-0.67	-0.18	-0.49	-0.12	0.49	0.67	-0.49	-0.49	1.00																					
Co	-0.48	-0.61	-0.57	0.41	-0.61	-0.92	0.61	0.45	-0.61	-0.61	-0.20	1.00																				
Cr	-0.90	-0.78	-0.93	0.35	-0.78	-0.82	0.78	0.92	-0.78	-0.78	0.51	0.71	1.00																			
Ni	0.22	0.43	0.17	0.04	0.43	0.06	-0.43	0.02	0.43	0.43	-0.26	0.26	0.19	1.00																		
Cu	-0.79	-0.67	-0.81	0.58	-0.67	-0.79	0.67	0.90	-0.67	-0.67	0.33	0.75	0.95	0.30	1.00																	
Zn	-0.75	-0.71	-0.75	0.81	-0.71	-0.75	0.71	0.87	-0.71	-0.71	0.26	0.64	0.80	-0.03	0.90	1.00																
Pb	-0.66	-0.87	-0.73	-0.03	-0.87	-0.89	0.87	0.39	-0.87	-0.87	0.18	0.74	0.61	-0.31	0.47	0.41	1.00															
Hg	0.57	0.58	0.51	0.21	0.58	0.12	-0.58	-0.34	0.58	0.58	-0.76	0.28	-0.17	0.82	0.04	-0.12	-0.36	1.00														
Ga	-0.79	-0.88	-0.81	-0.25	-0.88	-0.69	0.88	0.49	-0.88	-0.88	0.58	0.41	0.61	-0.45	0.38	0.31	0.89	-0.69	1.00													
B	-0.40	-0.29	-0.37	0.95	-0.29	-0.33	0.29	0.67	-0.29	-0.29	0.09	0.30	0.47	0.08	0.68	0.86	-0.09	0.08	-0.19	1.00												
Li	0.02	0.38	0.06	0.38	0.38	0.25	-0.38	0.34	0.38	0.38	0.12	-0.10	0.22	0.72	0.38	0.24	-0.62	0.47	-0.56	0.54	1.00											
Rb	0.27	0.05	0.26	0.76	0.05	-0.14	-0.05	-0.14	0.05	0.05	-0.68	0.26	-0.21	-0.16	0.03	0.35	-0.08	0.35	-0.43	0.53	-0.07	1.00										
Sr	-0.88	-0.90	-0.93	0.08	-0.90	-0.91	0.90	0.73	-0.90	-0.90	0.45	0.76	0.90	-0.04	0.77	0.62	0.89	-0.32	0.86	0.14	-0.21	-0.28	1.00									
Nb	-0.80	-0.56	-0.78	0.56	-0.56	-0.56	0.56	0.96	-0.56	-0.56	0.55	0.46	0.89	0.26	0.93	0.85	0.22	-0.10	0.28	0.74	0.56	-0.11	0.61	1.00								
Zr	-0.62	-0.74	-0.65	0.78	-0.74	-0.86	0.74	0.65	-0.74	-0.74	-0.03	0.80	0.68	-0.13	0.78	0.92	0.60	-0.04	0.36	0.71	-0.07	0.54	0.63	0.61	1.00							
Ba	-0.90	-0.98	-0.93	0.31	-0.98	-0.94	0.98	0.76	-0.98	-0.98	0.41	0.74	0.85	-0.28	0.76	0.77	0.88	-0.43	0.83	0.34	-0.29	-0.01	0.94	0.62	0.81	1.00						
Th	-0.38	-0.67	-0.43	0.58	-0.67	-0.79	0.67	0.29	-0.67	-0.67	-0.29	0.75	0.38	-0.35	0.44	0.64	0.69	-0.06	0.38	0.40	-0.46	0.66	0.50	0.19	0.89	0.70	1.00					
U	0.55	0.80	0.59	-0.53	0.80	0.87	-0.80	-0.43	0.80	0.80	0.10	-0.76	-0.51	0.40	-0.53	-0.71	-0.79	0.20	-0.53	-0.40	0.47	-0.51	-0.64	-0.30	-0.91	-0.83	-0.98	1.00				
Ce	-0.20	-0.51	-0.26	0.58	-0.51	-0.72	0.51	0.14	-0.51	-0.51	-0.47	0.75	0.26	-0.24	0.36	0.55	0.60	0.12	0.22	0.35	-0.43	0.74	0.38	0.07	0.83	0.57	0.98	-0.92	1.00			
Nd	-0.66	-0.41	-0.62	-0.41	-0.41	-0.10	0.41	0.55	-0.41	-0.41	0.95	-0.17	0.50	-0.10	0.27	0.08	0.22	-0.64	0.61	-0.14	0.10	-0.86	0.48	0.46	-0.18	0.34	-0.41	0.22	-0.57	1.00		
Y	-0.38	-0.67	-0.43	0.58	-0.67	-0.79	0.67	0.29	-0.67	-0.67	-0.29	0.75	0.38	-0.35	0.44	0.64	0.69	-0.06	0.38	0.40	-0.46	0.66	0.50	0.19	0.89	0.70	0.99	-0.98	0.98	-0.41	1.00	
La	-0.24	-0.52	-0.29	0.66	-0.52	-0.72	0.52	0.21	-0.52	-0.52	-0.44	0.75	0.30	-0.21	0.43	0.62	0.56	0.13	0.19	0.45	-0.34	0.77	0.38	0.16	0.88	0.58	0.98	-0.92	0.99	-0.56	0.98	1.00

EK 2b ŞA-2 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1,00																															
Ti(%)	0,84	1,00																														
Al(%)	0,97	0,84	1,00																													
Fe(%)	0,95	0,78	0,88	1,00																												
Mn(%)	0,84	0,99	0,84	0,78	1,00																											
Mg(%)	0,94	0,61	0,91	0,88	0,61	1,00																										
Ca(%)	-0,95	-0,77	-0,96	-0,94	-0,77	-0,91	1,00																									
Na(%)	-0,99	-0,79	-0,97	-0,93	-0,79	-0,97	0,95	1,00																								
K(%)	0,84	0,99	0,84	0,78	0,99	0,61	-0,77	-0,79	1,00																							
P(%)	0,84	0,99	0,84	0,78	0,99	0,61	-0,77	-0,79	0,99	1,00																						
V	-0,29	0,26	-0,29	-0,26	0,26	-0,60	0,35	0,38	0,26	0,26	1,00																					
Co	-0,13	0,13	-0,30	0,10	0,13	-0,33	0,18	0,21	0,13	0,13	0,61	1,00																				
Cr	0,46	0,41	0,25	0,66	0,41	0,37	-0,37	-0,42	0,41	0,41	0,06	0,73	1,00																			
Ni	0,64	0,53	0,45	0,81	0,53	0,56	-0,57	-0,60	0,53	0,53	-0,07	0,59	0,97	1,00																		
Cu	-0,42	0,00	-0,53	-0,31	0,00	-0,65	0,54	0,50	0,00	0,00	0,85	0,85	0,36	0,16	1,00																	
Zn	-0,84	-0,69	-0,92	-0,78	-0,69	-0,81	0,94	0,85	-0,69	-0,69	0,35	0,41	-0,05	-0,28	0,68	1,00																
Pb	-0,52	-0,10	-0,55	-0,59	-0,10	-0,69	0,70	0,57	-0,10	-0,10	0,78	0,40	-0,10	-0,29	0,82	0,73	1,00															
Hg	-0,63	-0,62	-0,58	-0,80	-0,62	-0,48	0,75	0,57	-0,62	-0,62	-0,03	-0,37	-0,58	-0,70	0,09	0,66	0,55	1,00														
Ga	-0,38	0,15	-0,33	-0,32	0,15	-0,66	0,33	0,47	0,15	0,15	0,93	0,51	-0,11	-0,20	0,70	0,25	0,59	-0,14	1,00													
B	0,81	0,44	0,69	0,86	0,44	0,90	-0,75	-0,83	0,44	0,44	-0,60	0,00	0,68	0,80	-0,42	-0,54	-0,63	-0,50	-0,71	1,00												
Li	0,81	0,67	0,65	0,85	0,67	0,75	-0,66	-0,79	0,67	0,67	-0,17	0,31	0,84	0,90	0,00	-0,38	-0,23	-0,49	-0,39	0,88	1,00											
Rb	-0,09	-0,40	-0,02	0,02	-0,40	0,11	-0,18	0,05	-0,40	-0,40	-0,60	-0,36	-0,27	-0,16	-0,64	-0,32	-0,79	-0,28	-0,27	0,08	-0,37	1,00										
Sr	-0,81	-0,53	-0,88	-0,74	-0,53	-0,86	0,91	0,84	-0,53	-0,53	0,57	0,53	-0,02	-0,25	0,82	0,97	0,84	0,56	0,46	-0,62	-0,37	-0,45	1,00									
Nb	-0,31	0,25	-0,28	-0,29	0,25	-0,61	0,34	0,40	0,25	0,25	0,99	0,53	-0,04	-0,15	0,79	0,31	0,75	-0,03	0,96	-0,66	-0,25	-0,53	0,53	1,00								
Zr	0,45	-0,06	0,47	0,35	-0,06	0,72	-0,46	-0,54	-0,06	-0,96	-0,72	-0,10	0,05	-0,89	-0,47	-0,72	0,07	-0,94	0,64	0,26	0,42	-0,67	-0,95	1,00								
Ba	-0,71	-0,59	-0,83	-0,47	-0,59	-0,72	0,66	0,75	-0,59	-0,59	0,32	0,70	0,25	0,07	0,65	0,75	0,33	0,06	0,38	-0,36	-0,29	0,10	0,75	0,29	-0,57	1,00						
Th	0,36	0,25	0,56	0,20	0,25	0,41	-0,51	-0,40	0,25	0,25	-0,35	-0,80	-0,60	-0,40	-0,79	-0,76	-0,55	-0,17	-0,15	0,00	-0,25	0,48	-0,77	-0,25	0,46	-0,74	1,00					
U	-0,22	0,34	-0,19	-0,21	0,34	-0,54	0,26	0,31	0,34	0,34	0,99	0,53	0,00	-0,10	0,77	0,23	0,72	-0,09	0,95	-0,60	-0,18	-0,56	0,46	0,99	-0,93	0,22	-0,22	1,00				
Ce	0,43	0,27	0,61	0,27	0,27	0,50	-0,57	-0,47	0,27	0,27	-0,43	-0,82	-0,54	-0,33	-0,84	-0,80	-0,62	-0,19	-0,24	0,10	-0,17	0,49	-0,83	-0,34	0,55	-0,77	0,99	-0,31	1,00			
Nd	-0,34	0,22	-0,27	-0,35	0,22	-0,63	0,34	0,42	0,22	0,22	0,96	0,40	-0,20	-0,29	0,68	0,24	0,69	0,00	0,97	-0,74	-0,38	-0,43	0,46	0,98	-0,91	0,22	-0,10	0,98	-0,20	1,00		
Y	0,31	-0,20	0,37	0,24	-0,20	0,59	-0,41	-0,40	-0,20	-0,20	-0,97	-0,77	-0,25	-0,09	-0,95	-0,48	-0,81	0,02	-0,84	0,48	0,03	0,66	-0,68	-0,93	0,95	-0,47	0,58	-0,92	0,65	-0,85	1,00	
La	0,42	0,08	0,57	0,29	0,08	0,60	-0,56	-0,49	0,08	0,08	-0,72	-0,87	-0,46	-0,25	-0,98	-0,74	-0,77	-0,12	-0,55	0,30	-0,08	0,62	-0,85	-0,65	0,79	-0,71	0,90	-0,62	0,94	-0,52	0,87	1,00

EK 2c ŞA-3 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1																															
Ti(%)	0.52	1.00																														
Al(%)	0.92	0.48	1.00																													
Fe(%)	0.98	0.61	0.94	1.00																												
Mn(%)	0.14	-0.24	0.46	0.22	1.00																											
Mg(%)	0.93	0.27	0.91	0.88	0.25	1.00																										
Ca(%)	-0.44	-0.22	-0.75	-0.50	-0.72	-0.37	1.00																									
Na(%)	-0.79	0.06	-0.78	-0.71	-0.34	-0.94	0.51	1.00																								
K(%)	0.93	0.27	0.91	0.88	0.25	0.99	-0.57	-0.94	1.00																							
P(%)	-0.93	-0.27	-0.91	-0.88	-0.25	-0.99	0.57	0.94	-0.99	1.00																						
V	-0.38	-0.20	0.00	-0.26	0.78	-0.29	-0.37	0.24	-0.29	0.29	1.00																					
Co	-0.35	0.59	-0.37	-0.24	-0.41	-0.61	0.29	0.84	-0.61	0.61	0.08	1.00																				
Cr	-0.22	0.62	-0.22	-0.17	-0.59	-0.33	0.08	0.55	-0.33	0.33	-0.10	0.78	1.00																			
Ni	0.13	0.65	0.00	0.11	-0.75	0.05	0.11	0.18	0.05	-0.05	-0.50	0.50	0.88	1.00																		
Cu	-0.03	-0.22	-0.40	-0.13	-0.59	-0.15	0.88	0.08	-0.15	0.15	-0.75	-0.06	-0.25	-0.04	1.00																	
Zn	-0.90	-0.77	-0.88	-0.96	-0.22	-0.73	0.49	0.49	-0.73	0.73	0.15	-0.02	0.01	-0.17	0.21	1.00																
Pb	-0.26	-0.91	-0.33	-0.40	0.00	0.00	0.28	-0.31	0.00	0.00	-0.18	-0.75	-0.59	-0.43	0.40	0.64	1.00															
Hg	-0.37	0.18	-0.59	-0.32	-0.50	-0.65	0.80	0.74	-0.65	0.65	-0.26	0.70	0.24	0.09	0.61	0.15	-0.27	1.00														
Ga	-0.90	-0.18	-0.89	-0.84	-0.28	-0.99	0.56	0.97	-0.99	0.99	0.28	0.69	0.40	0.02	0.13	0.66	-0.09	0.69	1.00													
B	-0.69	0.22	-0.64	-0.63	-0.45	-0.77	0.27	0.87	-0.77	0.77	0.19	0.82	0.84	0.54	-0.20	0.43	-0.38	0.43	0.81	1.00												
Li	0.59	0.81	0.73	0.67	0.13	0.53	-0.72	-0.28	0.53	-0.53	0.10	0.22	0.48	0.33	-0.67	-0.75	-0.73	-0.41	-0.46	0.06	1.00											
Rb	0.21	0.76	0.35	0.37	0.26	-0.04	-0.37	0.30	-0.04	0.04	0.41	0.66	0.39	0.14	-0.48	-0.61	-0.95	0.24	0.12	0.28	0.64	1.00										
Sr	-0.77	-0.24	-0.89	-0.75	-0.39	-0.92	0.80	0.87	-0.92	0.92	0.01	0.57	0.17	-0.09	0.49	0.61	0.04	0.86	0.92	0.57	-0.67	-0.02	1.00									
Nb	-0.87	-0.21	-0.72	-0.84	-0.20	-0.78	0.14	0.74	-0.78	0.78	0.42	0.48	0.57	0.24	-0.32	0.73	0.00	0.13	0.78	0.87	-0.16	-0.02	0.50	1.00								
Zr	-0.76	0.09	-0.69	-0.65	-0.16	-0.92	0.37	0.98	-0.92	0.92	0.40	0.84	0.50	0.07	-0.06	0.41	-0.39	0.68	0.95	0.83	-0.20	0.43	0.81	0.72	1.00							
Ba	-0.64	0.13	-0.77	-0.59	-0.55	-0.86	0.73	0.94	-0.86	0.86	-0.08	0.83	0.50	0.24	0.38	0.39	-0.29	0.91	0.89	0.75	-0.36	0.23	0.92	0.52	0.88	1.00						
Th	-0.50	-0.42	-0.75	-0.54	-0.41	-0.61	0.93	0.49	-0.61	0.61	-0.32	0.17	-0.22	-0.27	0.84	0.53	0.37	0.79	0.58	0.11	-0.87	-0.35	0.85	0.08	0.40	0.67	1.00					
U	0.32	0.01	0.61	0.33	0.56	0.56	-0.92	-0.58	0.56	-0.56	0.44	-0.46	-0.05	0.00	-0.82	-0.24	0.00	-0.95	-0.57	-0.23	0.60	0.04	-0.84	0.00	-0.48	-0.80	-0.91	1.00				
Ce	-0.50	0.11	-0.75	-0.51	-0.78	-0.71	0.89	0.78	-0.71	0.71	-0.41	0.69	0.47	0.37	0.63	0.38	-0.12	0.91	0.74	0.62	-0.42	0.00	0.86	0.36	0.66	0.94	0.76	-0.89	1.00			
Nd	0.14	0.38	0.46	0.22	0.38	0.25	-0.85	-0.13	0.25	-0.25	0.54	0.10	0.43	0.30	-0.96	-0.28	-0.46	-0.64	-0.22	0.24	0.80	0.45	-0.58	0.29	-0.03	-0.39	-0.92	0.84	-0.57	1.00		
Y	-0.57	-0.10	-0.78	-0.56	-0.51	-0.77	0.90	0.76	-0.77	0.77	-0.24	0.56	0.15	-0.02	0.68	0.43	0.00	0.95	0.78	0.44	-0.64	-0.02	0.96	0.27	0.68	0.91	0.91	-0.96	0.92	-0.73	1.00	
La	-0.61	-0.02	-0.84	-0.62	-0.77	-0.77	0.91	0.79	-0.77	0.77	-0.38	0.63	0.44	0.32	0.62	0.52	0.00	0.86	0.78	0.64	-0.51	-0.12	0.89	0.45	0.66	0.92	0.78	-0.86	0.99	-0.58	0.92	1.00

EK 2d ŞA-4 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1																															
Ti(%)	0,00	1																														
Al(%)	0,88	-0,33	1,00																													
Fe(%)	0,34	-0,29	0,10	1,00																												
Mn(%)	0,00	0,99	-0,33	-0,29	1,00																											
Mg(%)	0,36	0,00	0,00	0,96	0,00	1,00																										
Ca(%)	0,47	-0,88	0,68	0,49	-0,88	0,24	1,00																									
Na(%)	-0,08	0,19	-0,96	0,19	-0,94	-0,28	1,00																									
K(%)	0,73	0,33	0,33	0,68	0,33	0,82	0,10	-0,58	1,00																							
P(%)	0,00	-0,99	0,33	0,29	-0,99	0,00	0,88	-0,19	-0,33	1,00																						
V	0,19	0,42	0,33	-0,85	0,42	-0,76	-0,34	0,93	-0,25	-0,42	1,00																					
Co	-0,15	-0,33	-0,33	0,88	-0,33	0,82	0,29	-0,96	0,33	0,33	-0,99	1,00																				
Cr	0,12	-0,35	-0,09	0,97	-0,35	0,91	0,43	-0,99	0,53	0,35	-0,95	0,96	1,00																			
Ni	0,64	0,56	0,56	-0,42	0,56	-0,27	-0,23	0,58	0,33	-0,56	0,83	-0,78	-0,61	1,00																		
Cu	-0,09	-0,82	0,00	0,72	-0,82	0,50	0,72	-0,71	0,00	0,82	-0,86	0,82	0,80	-0,82	1,00																	
Zn	0,33	-0,34	0,70	-0,57	-0,34	-0,70	0,39	0,77	-0,39	0,34	0,70	-0,76	-0,66	0,50	-0,26	1,00																
Pb	-0,22	-0,05	0,15	-0,93	-0,05	-0,99	-0,13	0,96	-0,76	0,05	0,80	-0,86	-0,92	0,35	-0,49	0,80	1,00															
Hg	0,80	0,52	0,42	0,40	0,52	0,58	-0,06	-0,27	0,94	-0,52	0,09	0,00	0,21	0,63	-0,32	-0,19	-0,51	1,00														
Ga	0,22	0,21	0,45	-0,83	0,21	-0,81	-0,15	0,95	-0,33	-0,21	0,98	-0,99	-0,93	0,77	-0,73	0,84	0,87	-0,01	1,00													
B	0,76	-0,65	0,88	0,46	-0,65	0,28	0,93	-0,20	0,34	0,65	-0,13	0,11	0,33	0,11	0,47	0,46	-0,14	0,27	0,02	1,00												
Li	0,71	-0,17	0,52	0,87	-0,17	0,85	0,56	-0,70	0,87	0,17	-0,47	0,52	0,73	0,06	0,43	-0,23	-0,76	0,71	-0,45	0,70	1,00											
Rb	-0,86	-0,51	-0,60	-0,12	-0,51	-0,28	0,05	-0,05	-0,78	0,51	-0,40	0,32	0,10	-0,85	0,51	-0,14	0,19	-0,94	-0,33	-0,32	-0,55	1,00										
Sr	-0,21	-0,78	-0,13	0,68	-0,78	0,48	0,63	-0,71	-0,06	0,78	-0,89	0,84	0,79	-0,88	0,99	-0,33	-0,49	-0,39	-0,77	0,35	0,34	0,60	1,00									
Nb	0,16	0,22	0,39	-0,87	0,22	-0,84	-0,19	0,97	-0,38	-0,22	0,98	-0,99	-0,95	0,74	-0,75	0,82	0,89	-0,05	0,99	-0,03	-0,51	-0,28	-0,78	1,00								
Zr	0,02	-0,76	0,05	0,81	-0,76	0,61	0,72	-0,78	0,14	0,76	-0,89	0,86	0,87	-0,76	0,99	-0,31	-0,60	-0,18	-0,77	0,51	0,55	0,39	0,97	-0,79	1,00							
Ba	-0,07	-0,58	-0,14	0,87	-0,58	0,73	0,54	-0,90	0,23	0,58	-0,98	0,96	0,94	-0,80	0,94	-0,54	-0,74	-0,11	-0,91	0,33	0,35	0,38	0,95	-0,92	0,97	1,00						
Th	-0,04	-0,96	0,19	0,51	-0,96	0,24	0,85	-0,44	-0,19	0,96	-0,65	0,58	0,58	-0,71	0,94	0,08	-0,20	-0,45	-0,47	0,60	0,30	0,54	0,92	-0,48	0,91	0,78	1,00					
U	0,15	0,33	0,33	-0,88	0,33	-0,82	-0,29	0,96	-0,33	-0,33	0,99	-0,99	-0,96	0,78	-0,82	0,76	0,86	0,00	0,99	-0,11	-0,52	-0,32	-0,84	0,99	-0,86	-0,96	-0,58	1,00				
Ce	-0,20	-0,61	-0,23	0,79	-0,61	0,64	0,50	-0,85	0,10	0,61	-0,97	0,95	0,90	-0,88	0,95	-0,53	-0,67	-0,24	-0,90	0,25	0,42	0,51	0,97	-0,90	0,96	0,99	0,80	-0,95	1,00			
Nd	0,56	-0,04	0,65	-0,69	-0,04	-0,74	0,14	0,87	-0,30	0,04	0,88	-0,91	-0,81	0,70	-0,53	0,95	0,83	-0,03	0,96	0,29	-0,29	-0,31	-0,60	0,94	-0,57	-0,75	-0,22	0,91	-0,76	1,00		
Y	-0,22	-0,51	-0,30	0,82	-0,51	0,70	0,41	-0,89	0,16	0,51	-0,99	0,98	0,92	-0,87	0,91	-0,63	-0,73	-0,18	-0,95	0,18	0,44	0,48	0,94	-0,95	0,93	0,99	0,73	-0,98	0,99	-0,83	1,00	
La	-0,23	-0,75	-0,16	0,69	-0,75	0,49	0,59	-0,73	-0,05	0,75	-0,91	0,86	0,81	-0,90	0,99	-0,37	-0,51	-0,38	-0,80	0,32	0,33	0,60	0,99	-0,80	0,97	0,96	0,90	-0,86	0,98	-0,63	0,95	1,00

EK 2e ŞA-5 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1.00																															
Ti(%)	-0.23	1.00																														
Al(%)	0.98	-0.25	1.00																													
Fe(%)	0.97	-0.30	0.98	1.00																												
Mn(%)	-0.23	0.99	-0.25	-0.30	1.00																											
Mg(%)	0.23	-0.99	0.25	0.30	-0.99	1.00																										
Ca(%)	0.41	-0.22	0.37	0.59	-0.22	0.22	1.00																									
Na(%)	-0.98	0.24	-0.97	-0.92	0.24	-0.24	-0.35	1.00																								
K(%)	0.86	-0.61	0.82	0.80	-0.61	0.61	0.18	-0.89	1.00																							
P(%)	-0.23	0.99	-0.25	-0.30	0.99	-0.99	-0.22	0.24	-0.61	1.00																						
V	0.25	0.20	0.39	0.24	0.20	-0.20	0.52	-0.35	0.08	0.20	1.00																					
Co	0.31	-0.41	0.20	0.12	-0.41	0.41	-0.54	-0.43	0.67	-0.41	-0.08	1.00																				
Cr	0.86	-0.68	0.84	0.88	-0.68	0.68	0.40	-0.83	0.94	-0.68	-0.03	0.40	1.00																			
Ni	0.35	-0.71	0.40	0.30	-0.71	0.71	0.12	-0.48	0.70	-0.71	0.39	0.70	0.54	1.00																		
Cu	-0.68	0.19	-0.77	-0.83	0.19	-0.79	-0.89	0.58	-0.39	0.19	-0.25	0.42	-0.63	0.01	1.00																	
Zn	-0.46	-0.53	-0.41	-0.48	-0.53	0.53	-0.23	0.33	0.00	-0.53	0.10	0.44	-0.15	0.67	0.56	1.00																
Pb	-0.64	-0.09	-0.53	-0.64	-0.09	0.09	-0.08	0.52	-0.40	-0.09	0.42	0.04	-0.53	0.38	0.33	0.84	1.00															
Hg	0.43	-0.97	0.46	0.52	-0.97	0.97	0.38	-0.42	0.72	-0.97	-0.14	0.34	0.82	0.67	-0.42	0.33	-0.10	1.00														
Ga	0.70	-0.41	0.82	0.74	-0.41	0.41	0.72	-0.76	0.67	-0.41	0.72	0.17	0.65	0.70	-0.63	0.07	0.04	0.53	1.00													
B	0.57	0.29	0.46	0.56	0.29	-0.29	0.03	-0.45	0.26	0.29	-0.36	-0.12	0.38	-0.51	-0.47	-0.91	-0.98	-0.10	-0.12	1.00												
Li	0.64	-0.56	0.56	0.51	-0.56	0.56	-0.20	-0.72	0.91	-0.56	0.00	0.91	0.73	0.76	0.01	0.24	-0.20	0.58	0.46	0.08	1.00											
Rb	0.66	0.30	0.66	0.51	0.30	-0.30	0.10	-0.74	0.47	0.30	0.69	0.37	0.26	0.33	-0.17	-0.25	-0.14	-0.19	0.58	0.20	0.46	1.00										
Sr	0.38	-0.74	0.28	0.40	-0.74	0.74	-0.09	-0.32	0.64	-0.74	-0.67	0.42	0.74	0.26	-0.20	0.01	-0.51	0.77	0.02	0.35	0.58	-0.33	1.00									
Nb	0.70	0.13	0.67	0.77	0.13	-0.13	0.47	-0.56	0.33	0.13	-0.10	-0.33	0.53	-0.38	-0.81	-0.90	-0.90	0.10	0.22	0.90	0.00	0.21	0.29	1.00								
Zr	0.07	0.02	0.27	0.23	0.02	-0.02	0.89	-0.07	-0.15	0.02	0.73	-0.62	-0.02	0.09	-0.59	-0.02	0.31	0.07	0.61	-0.30	-0.42	0.12	-0.50	0.12	1.00							
Ba	-0.08	0.00	0.12	0.04	0.00	0.00	0.73	0.04	-0.21	0.00	0.81	-0.47	-0.15	0.24	-0.35	0.23	0.57	0.02	0.58	-0.55	-0.37	0.14	-0.60	-0.17	0.95	1.00						
Th	0.03	-0.61	0.20	0.18	-0.61	0.61	0.72	-0.07	0.17	-0.61	0.48	-0.17	0.27	0.58	-0.39	0.51	0.51	0.60	0.67	-0.61	0.00	-0.13	-0.02	-0.22	0.75	0.79	1.00					
U	0.23	-0.99	0.25	0.30	-0.99	0.99	0.22	-0.24	0.61	-0.99	-0.20	0.41	0.68	0.71	-0.19	0.53	0.09	0.97	0.41	-0.29	0.56	-0.30	0.74	-0.13	-0.02	0.00	0.61	1.00				
Ce	0.12	-0.80	0.26	0.28	-0.80	0.80	0.67	-0.12	0.31	-0.80	0.23	-0.08	0.46	0.59	-0.45	0.47	0.32	0.80	0.62	-0.47	0.13	-0.27	0.28	-0.11	0.58	0.58	0.95	0.80	1.00			
Nd	0.70	-0.41	0.61	0.74	-0.41	0.41	0.18	-0.59	0.67	-0.41	-0.48	0.17	0.82	0.00	-0.58	-0.51	-0.87	0.57	0.17	0.76	0.46	-0.02	0.83	0.76	-0.30	-0.52	-0.17	0.41	0.09	1.00		
Y	0.07	-0.85	0.18	0.26	-0.85	0.85	0.59	-0.04	0.29	-0.85	-0.04	-0.11	0.49	0.46	-0.45	0.40	0.18	0.85	0.44	-0.34	0.10	-0.46	0.47	-0.02	0.42	0.38	0.84	0.85	0.96	0.26	1.00	
La	0.06	-0.79	0.20	0.24	-0.79	0.79	0.67	-0.05	0.25	-0.79	0.18	-0.14	0.42	0.53	-0.44	0.46	0.32	0.78	0.55	-0.47	0.06	-0.35	0.29	-0.11	0.57	0.57	0.94	0.79	0.99	0.09	0.97	1.00

EK 2f ŞA-6 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1.00																															
Ti(%)	0.83	1.00																														
Al(%)	0.99	0.88	1.00																													
Fe(%)	0.95	0.83	0.93	1.00																												
Mn(%)	0.83	0.99	0.88	0.83	1.00																											
Mg(%)	0.71	0.25	0.66	0.68	0.25	1.00																										
Ca(%)	-0.86	-0.80	-0.82	-0.97	-0.80	-0.53	1.00																									
Na(%)	-0.87	-0.75	-0.88	-0.90	-0.75	-0.75	0.80	1.00																								
K(%)	0.71	0.25	0.66	0.68	0.25	0.99	-0.53	-0.75	1.00																							
P(%)	0.83	0.99	0.88	0.83	0.99	0.25	-0.80	-0.75	0.25	1.00																						
V	0.28	0.00	0.16	0.36	0.00	0.30	-0.48	0.00	0.30	0.00	1.00																					
Co	0.89	0.53	0.82	0.85	0.53	0.80	-0.79	-0.67	0.80	0.53	0.64	1.00																				
Cr	0.73	0.36	0.70	0.73	0.36	0.96	-0.58	-0.87	0.96	0.36	0.12	0.71	1.00																			
Ni	0.72	0.31	0.68	0.53	0.31	0.72	-0.39	-0.41	0.72	0.31	0.43	0.85	0.57	1.00																		
Cu	0.18	0.25	0.22	-0.08	0.25	-0.25	0.13	0.25	-0.25	0.25	0.00	0.13	-0.36	0.46	1.00																	
Zn	-0.63	-0.60	-0.68	-0.63	-0.60	-0.60	0.48	0.90	-0.60	-0.60	0.43	-0.32	-0.78	-0.18	0.30	1.00																
Pb	-0.78	-0.52	-0.69	-0.81	-0.52	-0.59	0.84	0.52	-0.59	-0.52	-0.82	-0.93	-0.49	-0.68	-0.10	0.09	1.00															
Hg	-0.53	-0.12	-0.41	-0.55	-0.12	-0.62	0.59	0.27	-0.62	-0.12	-0.93	-0.85	-0.44	-0.68	0.01	-0.14	0.91	1.00														
Ga	0.19	0.15	0.19	-0.04	0.15	-0.15	0.08	0.29	-0.15	0.15	0.26	0.28	-0.32	0.58	0.96	0.44	-0.28	-0.25	1.00													
B	0.27	-0.31	0.18	0.20	-0.31	0.82	-0.07	-0.24	0.82	-0.31	0.41	0.57	0.68	0.66	-0.21	-0.12	-0.38	-0.64	-0.02	1.00												
Li	0.87	0.46	0.80	0.83	0.46	0.91	-0.73	-0.73	0.91	0.46	0.55	0.98	0.84	0.85	0.00	-0.44	-0.85	-0.80	0.13	0.69	1.00											
Rb	0.70	0.43	0.72	0.45	0.43	0.64	-0.24	-0.51	0.64	0.43	-0.07	0.62	0.59	0.87	0.51	-0.48	-0.34	-0.24	0.49	0.46	0.66	1.00										
Sr	-0.68	-0.92	-0.70	-0.80	-0.92	-0.12	0.86	0.68	-0.12	-0.92	-0.11	-0.41	-0.26	-0.02	0.03	0.50	0.51	0.13	0.10	0.43	-0.33	-0.06	1.00									
Nb	-0.81	-0.99	-0.85	-0.83	-0.99	-0.22	0.83	0.73	-0.22	-0.99	-0.06	-0.53	-0.33	-0.27	-0.22	0.55	0.55	0.15	-0.13	0.34	-0.44	-0.35	0.95	1.00								
Zr	-0.11	-0.39	-0.21	0.12	-0.39	0.39	-0.21	-0.11	0.39	-0.39	0.50	0.17	0.35	-0.14	-0.84	0.04	-0.26	-0.48	-0.65	0.51	0.26	-0.45	0.12	0.34	1.00							
Ba	0.07	0.38	0.20	0.01	0.38	-0.13	0.11	-0.33	-0.13	0.38	-0.92	-0.37	0.09	-0.28	0.03	-0.67	0.55	0.80	-0.25	-0.46	-0.30	0.23	-0.26	-0.32	-0.56	1.00						
Th	0.73	0.53	0.70	0.85	0.53	0.80	-0.79	-0.94	0.80	0.53	0.16	0.64	0.90	0.30	-0.53	-0.80	-0.54	-0.40	-0.51	0.38	0.73	0.29	-0.57	-0.53	0.45	0.11	1.00					
U	0.53	0.25	0.44	0.49	0.25	0.38	-0.53	-0.13	0.38	0.25	0.90	0.80	0.18	0.72	0.38	0.30	-0.90	-0.91	0.59	0.39	0.68	0.32	-0.19	-0.28	0.12	-0.75	0.13	1.00				
Ce	0.75	0.56	0.74	0.84	0.56	0.81	-0.76	-0.96	0.81	0.56	0.07	0.63	0.92	0.32	-0.49	-0.86	-0.49	-0.33	-0.49	0.37	0.72	0.36	-0.57	-0.55	0.37	0.20	0.99	0.08	1.00			
Nd	0.48	0.13	0.35	0.56	0.13	0.53	-0.64	-0.27	0.53	0.13	0.96	0.79	0.39	0.52	-0.13	0.16	-0.91	-0.98	0.12	0.53	0.73	0.06	-0.22	-0.18	0.58	-0.82	0.43	0.87	0.35	1.00		
Y	0.46	0.25	0.44	0.60	0.25	0.75	-0.53	-0.80	0.75	0.25	0.00	0.40	0.87	0.10	-0.75	-0.78	-0.27	-0.23	-0.74	0.44	0.55	0.14	-0.33	-0.24	0.60	0.16	0.94	-0.13	0.93	0.27	1.00	
La	0.78	0.60	0.77	0.86	0.60	0.82	-0.77	-0.97	0.82	0.60	0.07	0.65	0.92	0.36	-0.44	-0.86	-0.51	-0.34	-0.44	0.37	0.74	0.41	-0.58	-0.58	0.33	0.21	0.99	0.11	0.99	0.35	0.91	1.00

EK 2g ŞA-8 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La	
Si(%)	1.00																																
Ti(%)	0.60	1.00																															
Al(%)	0.51	0.95	1.00																														
Fe(%)	0.90	0.81	0.81	1.00																													
Mn(%)	0.60	0.99	0.95	0.81	1.00																												
Mg(%)	-0.07	0.53	0.73	0.33	0.53	1.00																											
Ca(%)	-0.77	-0.83	-0.87	-0.93	-0.83	-0.58	1.00																										
Na(%)	-0.86	-0.69	-0.73	-0.97	-0.69	-0.25	0.84	1.00																									
K(%)	0.55	0.80	0.93	0.84	0.80	0.79	-0.94	-0.78	1.00																								
P(%)	0.60	0.99	0.95	0.81	0.99	0.53	-0.83	-0.69	0.80	1.00																							
V	0.37	0.23	0.07	0.27	0.23	-0.53	0.07	-0.38	-0.15	0.23	1.00																						
Co	0.39	0.83	0.96	0.75	0.83	0.85	-0.84	-0.70	0.97	0.83	-0.08	1.00																					
Cr	0.98	0.51	0.42	0.82	0.51	-0.09	-0.75	-0.76	0.49	0.51	0.21	0.30	1.00																				
Ni	0.72	0.75	0.86	0.93	0.75	0.62	-0.97	-0.89	0.97	0.75	-0.05	0.88	0.67	1.00																			
Cu	0.74	0.71	0.82	0.93	0.71	0.57	-0.95	-0.92	0.94	0.71	-0.01	0.85	0.68	0.99	1.00																		
Zn	-0.45	-0.87	-0.69	-0.53	-0.87	-0.20	0.51	0.38	-0.41	-0.87	-0.39	-0.47	-0.39	-0.36	-0.30	1.00																	
Pb	-0.92	-0.83	-0.79	-0.97	-0.83	-0.30	0.95	0.88	-0.80	-0.83	-0.18	-0.68	-0.89	-0.88	-0.88	0.61	1.00																
Hg	-0.11	0.59	0.43	0.03	0.59	0.20	-0.05	0.10	0.08	0.59	0.30	0.25	-0.18	-0.08	-0.15	-0.83	-0.09	1.00															
Ga	0.47	0.38	0.16	0.34	0.38	-0.51	-0.04	-0.36	-0.10	0.38	0.95	-0.06	0.35	-0.01	0.00	-0.61	-0.32	0.47	1.00														
B	0.87	0.28	0.09	0.57	0.28	-0.48	-0.43	-0.52	0.10	0.28	0.39	-0.08	0.91	0.31	0.33	-0.35	-0.67	-0.14	0.54	1.00													
Li	0.85	0.88	0.78	0.88	0.88	0.28	-0.88	-0.74	0.71	0.88	0.19	0.62	0.83	0.76	0.73	-0.79	-0.96	0.33	0.40	0.66	1.00												
Rb	-0.23	-0.27	-0.13	-0.21	-0.27	0.40	-0.11	0.32	0.12	-0.27	-0.98	0.00	-0.05	0.07	0.05	0.43	0.10	-0.43	-0.91	-0.20	-0.13	1.00											
Sr	-0.66	-0.93	-0.98	-0.91	-0.93	-0.66	0.94	0.83	-0.96	-0.93	-0.08	-0.94	-0.58	-0.93	-0.91	0.64	0.88	-0.28	-0.17	-0.24	-0.84	0.10	1.00										
Nb	0.36	0.17	-0.02	0.20	0.17	-0.63	0.14	-0.29	-0.25	0.17	0.99	-0.20	0.23	-0.14	-0.11	-0.40	-0.14	0.32	0.97	0.46	0.18	-0.95	0.01	1.00									
Zr	-0.29	-0.38	-0.08	-0.09	-0.38	0.37	0.03	-0.07	0.20	-0.38	-0.40	0.20	-0.32	0.19	0.23	0.76	0.26	-0.67	-0.66	-0.54	-0.49	0.36	0.05	-0.51	1.00								
Ba	0.89	0.36	0.17	0.64	0.36	-0.50	-0.41	-0.63	0.13	0.36	0.63	-0.01	0.86	0.33	0.36	-0.42	-0.67	-0.05	0.73	0.96	0.66	-0.46	-0.31	0.67	-0.52	1.00							
Th	0.00	0.56	0.37	0.08	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.55	0.17	-0.10	-0.11	-0.16	-0.83	-0.12	0.96	0.69	0.00	0.33	-0.65	-0.24	0.56	-0.72	0.14	1.00						
U	0.36	0.31	0.10	0.25	0.31	-0.52	0.06	-0.30	-0.17	0.31	0.97	-0.09	0.22	-0.09	-0.07	-0.54	-0.20	0.47	0.99	0.43	0.27	-0.96	-0.09	0.98	-0.59	0.64	0.69	1.00					
Ce	0.34	0.80	0.93	0.71	0.80	0.76	-0.72	-0.71	0.89	0.80	0.12	0.96	0.20	0.80	0.78	-0.47	-0.60	0.31	0.09	-0.15	0.53	-0.23	-0.89	-0.01	0.21	0.00	0.28	0.09	1.00				
Nd	0.46	0.36	0.15	0.33	0.36	-0.52	-0.02	-0.37	-0.11	0.36	0.96	-0.06	0.33	-0.02	0.00	-0.58	-0.30	0.44	0.99	0.52	0.37	-0.93	-0.15	0.98	-0.62	0.72	0.67	0.99	0.10	1.00			
Y	-0.57	0.09	0.30	-0.20	0.09	0.85	-0.07	0.25	0.35	0.09	-0.68	0.47	-0.57	0.13	0.09	0.12	0.24	0.16	-0.72	-0.83	-0.23	0.51	-0.18	-0.75	0.49	-0.88	-0.07	-0.67	0.41	-0.72	1.00		
La	0.00	0.74	0.86	0.42	0.74	0.89	-0.55	-0.35	0.76	0.74	-0.12	0.89	-0.10	0.58	0.52	-0.51	-0.36	0.54	-0.09	-0.43	0.38	-0.04	-0.75	-0.23	0.12	-0.33	0.41	-0.09	0.89	-0.10	0.70	1.00	

EK 2h ŞA-9 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La	
Si(%)	1.00																																
Ti(%)	0.32	1.00																															
Al(%)	0.83	0.13	1.00																														
Fe(%)	0.96	0.21	0.90	1.00																													
Mn(%)	0.32	0.99	0.13	0.21	1.00																												
Mg(%)	0.77	0.29	0.96	0.87	0.29	1.00																											
Ca(%)	-0.68	0.30	-0.90	-0.75	0.30	-0.76	1.00																										
Na(%)	-0.19	-0.59	0.16	-0.20	-0.59	-0.03	-0.48	1.00																									
K(%)	0.94	0.13	0.94	0.99	0.13	0.89	-0.83	-0.08	1.00																								
P(%)	0.32	0.99	0.13	0.21	0.99	0.29	0.30	-0.59	0.13	1.00																							
V	0.56	0.94	0.39	0.43	0.94	0.49	0.00	-0.41	0.38	0.94	1.00																						
Co	0.91	0.41	0.69	0.93	0.41	0.72	-0.45	-0.54	0.87	0.41	0.54	1.00																					
Cr	0.52	-0.53	0.67	0.54	-0.53	0.45	-0.92	0.67	0.62	-0.53	-0.21	0.22	1.00																				
Ni	0.73	-0.30	0.88	0.77	-0.30	0.72	-0.99	0.45	0.84	-0.30	0.01	0.49	0.94	1.00																			
Cu	0.33	-0.71	0.53	0.51	-0.71	0.42	-0.77	0.31	0.57	-0.71	-0.54	0.29	0.74	0.75	1.00																		
Zn	-0.73	-0.74	-0.75	-0.72	-0.74	-0.85	0.40	0.27	-0.70	-0.74	-0.87	-0.70	-0.09	-0.38	0.11	1.00																	
Pb	0.24	-0.73	0.35	0.23	-0.73	0.09	-0.72	0.77	0.32	-0.73	-0.47	-0.07	0.93	0.75	0.68	0.27	1.00																
Hg	0.73	0.02	0.33	0.58	0.02	0.15	-0.37	-0.10	0.55	0.02	0.23	0.60	0.49	0.49	0.21	-0.16	0.45	1.00															
Ga	-0.06	-0.94	-0.01	-0.02	-0.94	-0.24	-0.42	0.56	0.05	-0.94	-0.81	-0.21	0.67	0.45	0.73	0.65	0.86	0.31	1.00														
B	-0.08	-0.44	0.15	-0.17	-0.44	-0.06	-0.44	0.96	-0.06	-0.44	-0.23	-0.48	0.66	0.44	0.16	0.18	0.76	0.08	0.48	1.00													
Li	0.78	0.09	0.98	0.81	0.09	0.91	-0.92	0.33	0.87	0.09	0.38	0.56	0.74	0.90	0.49	-0.72	0.45	0.31	0.03	0.34	1.00												
Rb	0.19	-0.67	0.57	0.40	-0.67	0.49	-0.78	0.47	0.48	-0.67	-0.51	0.12	0.71	0.73	0.93	0.04	0.62	-0.08	0.60	0.28	0.56	1.00											
Sr	-0.84	0.03	-0.98	-0.92	0.03	-0.91	0.94	-0.18	-0.96	0.03	-0.25	-0.70	-0.76	-0.93	-0.67	0.63	-0.47	-0.41	-0.16	-0.16	-0.95	-0.66	1.00										
Nb	0.32	0.99	0.13	0.21	0.99	0.29	0.30	-0.59	0.13	0.99	0.94	0.41	-0.53	-0.30	-0.71	-0.74	-0.73	0.02	-0.94	-0.44	0.09	-0.67	0.03	1.00									
Zr	0.40	-0.04	0.56	0.64	-0.04	0.67	-0.43	-0.37	0.62	-0.04	-0.04	0.62	0.14	0.38	0.64	-0.36	-0.11	-0.08	-0.02	-0.54	0.40	0.62	-0.59	-0.04	1.00								
Ba	-0.18	-0.98	0.03	-0.10	-0.98	-0.17	-0.46	0.72	-0.01	-0.98	-0.85	-0.36	0.69	0.46	0.74	0.62	0.86	0.07	0.95	0.60	0.10	0.72	-0.17	-0.98	0.00	1.00							
Th	0.43	0.87	0.27	0.44	0.87	0.48	0.17	-0.81	0.35	0.87	0.78	0.67	-0.50	-0.18	-0.36	-0.75	-0.77	0.00	-0.84	-0.76	0.14	-0.37	-0.16	0.87	0.43	-0.89	1.00						
U	0.32	0.99	0.13	0.21	0.99	0.29	0.30	-0.59	0.13	0.99	0.94	0.41	-0.53	-0.30	-0.71	-0.74	-0.73	0.02	-0.94	-0.44	0.09	-0.67	0.03	0.99	-0.04	-0.98	0.87	1.00					
Ce	0.65	0.61	0.46	0.70	0.61	0.61	-0.10	-0.81	0.62	0.61	0.60	0.89	-0.22	0.11	0.03	-0.70	-0.50	0.25	-0.53	-0.78	0.29	-0.08	-0.42	0.61	0.68	-0.64	0.90	0.61	1.00				
Nd	0.62	0.93	0.33	0.50	0.93	0.44	0.07	-0.62	0.42	0.93	0.96	0.68	-0.28	-0.04	-0.49	-0.82	-0.53	0.35	-0.77	-0.45	0.27	-0.55	-0.22	0.93	0.08	-0.88	0.87	0.93	0.75	1.00			
Y	0.59	0.54	0.34	0.64	0.54	0.48	-0.01	-0.87	0.55	0.54	0.50	0.87	-0.26	0.03	0.04	-0.57	-0.50	0.29	-0.45	-0.85	0.16	-0.12	-0.33	0.54	0.66	-0.60	0.86	0.54	0.98	0.70	1.00		
La	0.60	0.73	0.37	0.62	0.73	0.53	0.02	-0.85	0.53	0.73	0.69	0.84	-0.32	-0.01	-0.13	-0.71	-0.60	0.24	-0.64	-0.80	0.21	-0.24	-0.31	0.73	0.56	-0.75	0.95	0.73	0.99	0.83	0.97	1.00	

EK 21 ŞA-10 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1,00																															
Ti(%)	0,80	1,00																														
Al(%)	0,95	0,85	1,00																													
Fe(%)	0,95	0,58	0,85	1,00																												
Mn(%)	0,63	0,40	0,38	0,69	1,00																											
Mg(%)	0,96	0,88	0,94	0,88	0,60	1,00																										
Ca(%)	-0,88	-0,60	-0,73	-0,89	-0,81	-0,76	1,00																									
Na(%)	-0,88	-0,66	-0,71	-0,88	-0,92	-0,85	0,93	1,00																								
K(%)	0,93	0,53	0,82	0,98	0,67	0,80	-0,94	-0,86	1,00																							
P(%)	0,80	0,99	0,85	0,58	0,40	0,88	-0,60	-0,66	0,53	1,00																						
V	0,17	0,26	0,32	0,01	-0,42	0,02	-0,14	0,18	0,14	0,26	1,00																					
Co	-0,26	0,00	-0,28	-0,26	0,18	0,00	0,36	0,00	-0,42	0,00	-0,83	1,00																				
Cr	0,69	0,79	0,78	0,57	0,27	0,86	-0,32	-0,52	0,42	0,79	-0,14	0,33	1,00																			
Ni	-0,36	0,18	-0,22	-0,53	-0,28	-0,09	0,59	0,33	-0,66	0,18	-0,32	0,78	0,35	1,00																		
Cu	-0,37	-0,13	-0,32	-0,69	-0,78	-0,37	0,87	0,75	-0,79	-0,13	-0,01	0,42	0,14	0,80	1,00																	
Zn	-0,74	-0,94	-0,86	-0,51	-0,16	-0,77	0,53	0,48	-0,50	-0,94	-0,56	0,27	-0,68	-0,06	0,07	1,00																
Pb	-0,66	-0,93	-0,79	-0,45	-0,17	-0,81	0,33	0,45	-0,34	-0,93	-0,16	-0,18	-0,92	-0,41	-0,19	0,88	1,00															
Hg	0,22	0,67	0,28	-0,06	0,08	0,26	-0,24	-0,18	-0,01	0,67	0,51	-0,10	0,17	0,30	0,04	-0,70	-0,53	1,00														
Ga	0,80	0,99	0,85	0,58	0,40	0,88	-0,60	-0,66	0,53	0,99	0,26	0,00	0,79	0,18	-0,13	-0,94	-0,93	0,67	1,00													
B	-0,04	0,24	0,19	-0,16	-0,49	0,18	0,50	0,31	-0,31	0,24	-0,11	0,45	0,65	0,70	0,82	-0,24	-0,58	-0,06	0,24	1,00												
Li	0,80	0,81	0,77	0,72	0,63	0,93	-0,57	-0,79	0,59	0,81	-0,29	0,37	0,92	0,21	-0,19	-0,62	-0,82	0,20	0,81	0,33	1,00											
Rb	0,02	0,12	-0,02	-0,08	0,05	-0,15	-0,33	-0,04	0,10	0,12	0,69	-0,64	-0,50	-0,38	-0,40	-0,27	0,17	0,65	0,12	-0,68	-0,38	1,00										
Sr	-0,89	-0,60	-0,75	-0,90	-0,77	-0,76	0,99	0,91	-0,95	-0,60	-0,19	0,42	-0,31	0,62	0,86	0,55	0,32	-0,23	-0,60	0,49	-0,55	-0,33	1,00									
Nb	0,80	0,99	0,85	0,58	0,40	0,88	-0,60	-0,66	0,53	0,99	0,26	0,00	0,79	0,18	-0,13	-0,94	-0,93	0,67	0,99	0,24	0,81	0,12	-0,60	1,00								
Zr	0,83	0,52	0,62	0,88	0,94	0,76	-0,93	-0,98	0,88	0,52	-0,22	-0,05	0,40	-0,45	-0,83	-0,34	-0,29	0,05	0,52	-0,42	0,69	0,05	-0,91	0,52	1,00							
Ba	-0,94	-0,90	-0,98	-0,80	-0,39	-0,91	0,76	0,71	-0,79	-0,90	-0,43	0,35	-0,71	0,22	0,36	0,92	0,79	-0,45	-0,90	-0,09	-0,72	-0,16	0,78	-0,90	-0,62	1,00						
Th	0,86	0,78	0,93	0,78	0,31	0,93	-0,53	-0,62	0,68	0,78	0,06	0,00	0,93	0,00	-0,10	-0,74	-0,84	0,09	0,78	0,46	0,87	-0,37	-0,54	0,78	0,53	-0,86	1,00					
U	-0,12	0,34	0,16	-0,35	-0,68	0,04	0,50	0,46	-0,43	0,34	0,38	0,12	0,42	0,67	0,84	-0,47	-0,58	0,40	0,34	0,82	0,08	-0,15	0,48	0,34	-0,60	-0,17	0,27	1,00				
Ce	0,29	-0,19	0,26	0,50	0,09	0,26	-0,10	-0,18	0,41	-0,19	-0,36	0,00	0,31	-0,35	-0,14	0,22	0,05	-0,85	-0,19	0,25	0,24	-0,72	-0,13	-0,19	0,25	-0,08	0,45	-0,24	1,00			
Nd	0,62	0,74	0,57	0,53	0,65	0,80	-0,44	-0,72	0,39	0,74	-0,45	0,58	0,84	0,39	-0,10	-0,49	-0,76	0,25	0,74	0,32	0,96	-0,39	-0,41	0,74	0,62	-0,54	0,70	0,07	0,10	1,00		
Y	0,56	0,61	0,75	0,44	-0,16	0,66	-0,11	-0,18	0,33	0,61	0,20	0,00	0,86	0,22	0,33	-0,67	-0,81	0,04	0,61	0,77	0,62	-0,46	-0,14	0,61	0,07	-0,66	0,88	0,63	0,42	0,45	1,00	
La	0,28	0,25	0,49	0,25	-0,40	0,38	0,17	0,11	0,13	0,25	0,11	0,00	0,66	0,18	0,47	-0,34	-0,52	-0,28	0,25	0,82	0,35	-0,63	0,13	0,25	-0,18	-0,36	0,69	0,61	0,61	0,18	0,92	1,00

EK 2i ŞA-13 karot sedimentlerinde elementler arası ilişkilendirme katsayı matrisi

	Si(%)	Ti(%)	Al(%)	Fe(%)	Mn(%)	Mg(%)	Ca(%)	Na(%)	K(%)	P(%)	V	Co	Cr	Ni	Cu	Zn	Pb	Hg	Ga	B	Li	Rb	Sr	Nb	Zr	Ba	Th	U	Ce	Nd	Y	La
Si(%)	1.00																															
Ti(%)	-0.49	1.00																														
Al(%)	0.90	-0.21	1.00																													
Fe(%)	0.93	-0.56	0.92	1.00																												
Mn(%)	-0.49	0.99	-0.21	-0.56	1.00																											
Mg(%)	0.78	-0.79	0.49	0.71	-0.79	1.00																										
Ca(%)	-0.49	0.58	-0.35	-0.75	0.58	-0.33	1.00																									
Na(%)	-0.24	0.46	-0.28	-0.41	0.46	0.00	0.30	1.00																								
K(%)	0.49	-0.99	0.21	0.56	-0.99	0.79	-0.38	-0.46	1.00																							
P(%)	-0.49	0.99	-0.21	-0.56	0.99	-0.79	0.58	0.46	-0.99	1.00																						
V	-0.49	0.99	-0.21	-0.56	0.99	-0.79	0.58	0.46	-0.99	0.99	1.00																					
Co	0.49	-0.99	0.21	0.56	-0.99	0.79	-0.38	-0.46	0.99	-0.99	-0.99	1.00																				
Cr	0.41	-0.98	0.15	0.52	-0.98	0.74	-0.67	-0.43	0.98	-0.98	-0.98	0.98	1.00																			
Ni	0.67	-0.95	0.45	0.76	-0.95	0.86	-0.76	-0.41	0.95	-0.95	-0.95	0.95	0.95	1.00																		
Cu	0.66	-0.97	0.41	0.72	-0.97	0.89	-0.70	-0.37	0.97	-0.97	-0.97	0.97	0.97	0.99	1.00																	
Zn	0.72	-0.89	0.40	0.65	-0.89	0.84	-0.35	-0.44	0.89	-0.89	-0.89	0.89	0.89	0.86	0.89	1.00																
Pb	0.61	-0.29	0.47	0.44	-0.29	0.31	0.20	-0.54	0.29	-0.29	-0.29	0.29	0.13	0.26	0.28	0.66	1.00															
Hg	0.04	0.29	0.18	0.10	0.29	0.12	-0.37	0.72	-0.29	0.29	0.29	-0.29	-0.18	-0.07	-0.10	-0.42	-0.70	1.00														
Ga	0.78	-0.79	0.49	0.71	-0.79	0.99	-0.33	0.00	0.79	-0.79	-0.79	0.79	0.74	0.86	0.89	0.84	0.31	0.12	1.00													
B	-0.06	-0.19	-0.44	-0.34	-0.19	0.36	0.51	0.49	0.19	-0.19	-0.19	0.19	0.11	0.02	0.12	0.33	0.15	-0.14	0.36	1.00												
Li	0.72	-0.78	0.67	0.88	-0.78	0.62	-0.78	-0.72	0.78	-0.78	-0.78	0.78	0.77	0.88	0.84	0.74	0.42	-0.22	0.62	-0.38	1.00											
Rb	0.21	-0.39	0.26	0.36	-0.39	-0.06	-0.21	-0.99	0.39	-0.39	-0.39	0.39	0.35	0.34	0.29	0.41	0.58	-0.77	-0.06	-0.46	0.66	1.00										
Sr	-0.48	0.47	-0.57	-0.72	0.47	-0.51	0.98	0.15	-0.47	0.47	0.47	-0.47	-0.57	-0.68	-0.62	-0.24	0.29	-0.53	-0.51	0.50	-0.68	-0.05	1.00									
Nb	-0.36	-0.51	-0.69	-0.38	-0.51	0.27	0.06	0.16	0.51	-0.51	-0.51	0.51	0.55	0.30	0.36	0.29	0.27	-0.16	0.27	0.66	-0.10	-0.19	0.11	1.00								
Zr	0.21	-0.25	-0.17	-0.11	-0.25	0.48	0.48	0.34	0.25	-0.25	-0.25	0.25	0.13	0.12	0.22	0.50	0.43	-0.25	0.48	0.95	-0.20	-0.31	0.49	0.47	1.00							
Ba	0.33	0.12	0.42	0.35	0.12	0.37	-0.47	0.64	-0.12	0.12	0.12	-0.12	-0.05	0.13	0.11	-0.17	-0.47	0.95	0.37	-0.09	-0.02	-0.69	-0.61	-0.23	-0.12	1.00						
Th	0.59	0.09	0.51	0.38	0.09	0.54	-0.06	0.63	-0.09	0.09	0.09	-0.09	-0.14	0.09	0.12	0.15	0.10	0.59	0.54	0.33	-0.07	-0.63	-0.18	-0.26	0.44	0.76	1.00					
U	0.12	-0.41	0.29	0.46	-0.41	0.00	-0.75	-0.75	0.41	-0.41	-0.41	0.41	0.50	0.48	0.39	0.15	-0.08	-0.12	0.00	-0.78	0.72	0.68	-0.66	-0.14	-0.76	-0.13	-0.56	1.00				
Ce	0.39	0.37	0.41	0.20	0.37	0.28	0.08	0.74	-0.37	0.37	0.37	-0.37	-0.41	-0.18	-0.16	-0.14	-0.05	0.68	0.28	0.23	-0.29	-0.73	-0.08	-0.38	0.30	0.78	0.96	-0.62	1.00			
Nd	0.73	-0.95	0.48	0.76	-0.95	0.86	-0.61	-0.50	0.95	-0.95	-0.95	0.95	0.90	0.97	0.98	0.95	0.48	-0.26	0.86	0.10	0.88	0.44	-0.51	0.26	0.25	-0.03	0.09	0.39	-0.46	0.98	-0.08	1.00
Y	0.53	0.28	0.58	0.38	0.28	0.35	-0.09	0.61	-0.28	0.28	0.28	-0.28	-0.31	-0.05	-0.05	-0.06	0.00	0.70	0.35	0.09	-0.11	-0.62	-0.24	-0.48	0.19	0.82	0.96	-0.67	0.99	-0.13	0.95	1.00
La	0.39	0.27	0.34	0.17	0.27	0.37	0.08	0.78	-0.27	0.27	0.27	-0.27	-0.31	-0.11	-0.08	-0.06	-0.06	0.67	0.37	0.56	-0.29	-0.78	-0.07	-0.24	0.41	0.78	0.97	-0.67	0.99	-0.13	0.95	1.00

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özlem ARGUN AKTAN

Doğum Yeri : SİVAS

Doğum Tarihi : 08-04-1978

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : Orta düzeyde *ingilizce*

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ankara Ayrancı Lisesi (1995)

Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü (2001)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Genel Jeoloji Ana Bilim Dalı (2011-2019)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

ODTÜ, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü (Araştırma Görevlisi) (2002-2004)

MTA Genel Müdürlüğü, Çevresel Etütler ve Değerlendirme Koordinatörlüğü, (2006-2016)

MTA Genel Müdürlüğü, Çevre Araştırmaları Dairesi Başkanlığı, (2016-....)

Yayınları (Science Citation Index'tekiler ve diğerleri)

Ulusal Tebliğ Listesi

1. Doğan, M., Doğan, U., Özbay, S., Eroğlu, M., Hondu, A., **Argun, Ö.**, Aydoğdu, N., Kökçü, M., Öndoğan, E. ve Şen, Y. 2000. Piroksen Standartlarının Yapı Formüllerinin Yeniden Hesaplanması, 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, Poster, 397-398, Ankara.
2. Ergin, M., Doğan, A.U., Keskin, Ş., Doğruel, Z., Özbay, S., Duymaz, Ç., Yıldırım, Y., Albayrak, H., Aydoğdu, N., **Argun, Ö.** ve Saraçoğlu, B. 2000. Antalya Körfezi Plajlı Kıyılarında Sedimentolojik ve Jeomorfolojik Çalışmalar, I. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, 30 Mayıs-2 Haziran, ODTÜ, Poster, 283-284, Ankara.
3. Ergin, M. ve **Argun Aktan, Ö.** 2017. Şarköy Kanyonu (Batı Marmara Denizi) Geç Holosen Karot Sedimentlerinde Olası Antropojenik ve Jeojenik Ağır Metal Zenginleşmelerinin Araştırılması, 70. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 10-14 Nisan, ODTÜ, Bildiri Özetleri Kitabı, 92-93, Ankara