

77253

**İNEBOLU ŞELFİ VE KITA YAMACI OKSİK
ANOKSİK SEDİMENTLERİNİN SEDİMENTOLOJİK
VE JEOKİMYASAL İNCELENMESİ**

**Dokuz Eylül Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü**

77253

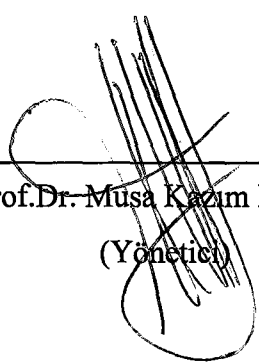
**Doktora Tezi
Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı**

Şükriye DUMAN

**Ekim, 1998
İZMİR**

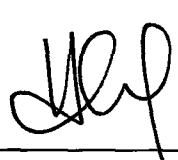
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, görünüm ve içerik açısından bir Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Musa Kazım Düzbastılar
(Yönetici)


Prof. Dr. Cahit Helvacı
(Jüri Üyesi)


Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu
(Jüri Üyesi)


Prof. Dr. Cahit Helvacı

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasına olanak sağlayan Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü müdürü Prof.Dr. Orhan Uslu'ya; tezi yöneten ve beni yönlendiren danışmanım Prof.Dr. Musa Kazım Düzbastılar'a; Kanada Newfoundland Memorial Üniversitesi'nde element analizlerinin yapılmasını sağlayan Piri Reis Denizcilik ve Deniz Kaynakları Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı'na; element analizlerinin yapılması ve sonuçların değerlendirilmesiyle yakından ilgilenen Prof.Dr. Ali Aksu'ya; çalışmada kullanılan sediment örneklerinin alınması esnasında özveriyle çalışan R/V K.Piri Reis personeline ve tüm çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Araştırma Fonundan sağlanan 0921.94.02.02 no'lu proje desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

Şükriye DUMAN

ÖZET

Orta Karadeniz şelfi ve kıta yamacından alınan yüzey sedimentlerinin majör, minör ve iz elementlerinin dağılımı Karadeniz'in oksijenli ve oksijensiz ortam koşullarıyla bu bölgeye boşalan akarsuların neden olduğu etkileri yansıtmaktadır.

Orta Karadeniz'in kıta sahanlığı ve kıta yamacının üst kesimlerinde siltli kil ile silt aralığında değişen tane boyu dağılımına sahip 85 örnekte element jeokimyası analizleri yapılmıştır. X-ray floresans yöntemi ile tüm örneklerde toplam 30 adet majör, minör ve iz element (Al, As, Ba, Ca, Ce, Cl, Cr, Cu, Fe, Ga, K, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sr, Th, Ti, U, V, Y, Zn, Zr) analizi yapılmıştır.

Tane boyu, karbonat, organik karbon ve majör, minör ve iz element dağılımları deniz taban topoğrafyası, hidrografik koşullar ve çalışma alanı çevre jeolojisine bağlı olarak değişim göstermektedir.

Sediment örneklerinde %48'e ulaşan karbonat içerikleri büyük oranda bentik organizma kavrı kırıkları ve kokkolit kaynaklıdır. Organik karbon içerikleri %0.34-1.77 arasında değişmekte ve esas olarak Karadeniz'in birincil üretimini yansıtmakla birlikte kara kökenli dış kaynağı da işaret etmektedir.

Bilinen bazı tane boyu parametrelerinin kullanılmasıyla net sediment taşınma yönlerinin belirlenmesine ilişkin model çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen model Orta Karadeniz Şelf alanı için geçerli olan sediment taşınma yönleri ve olası depolanma merkezleri hakkında ön bilgilere ulaşılmasını sağlamıştır.

Element konsantrasyonları genel olarak kara ortamına ilişkin jeokimyasal ayrışma etkilerini göstermektedir. Dünya genelinde kullanılan sedimanter oluşuklara ait referans değerleri ve yakın çevredeki diğer verilerle kıyaslandığında Orta Karadeniz şelf sedimentlerinde As, Cr, Cu, Pb ve Zn değerlerinin bir dereceye kadar yüksek olduğu saptanmıştır. Bunda şelf ortamına boşalan akarsuların drenaj alanlarında yer alan metal içeriği zengin kayalar ve bunlarla ilişkili mineral yataklarındaki aktivitelerin birinci derecede etkin olduğu belirlenmiştir.

Sediment jeokimyasına ilişkin çok değişkenli faktör analizleri sonucunda Orta Karadeniz Şelf ve yamacı için geçerli üç temel faktör belirlenmiştir. Bunlardan birincisi detritik klastik malzemeyi temsil eden alüminosilikat faktörüdür. Diğer faktörler ise çalışma alanı batısında yer alan akarsulardan kaynaklanan aşırı sediment deşarjı ve oksijensiz derin deniz suyudur. Faktör analizleri sedimentte uranyum zenginleşmesinin kum boyutlu malzeme ile yakından ilişkili olduğunu göstermiştir.

ABSTRACT

Distribution of major, minor and trace elements in surface sediment of the continental shelf and upper slope of the Turkish continental margin of the southern Black Sea reflect the influences of discharge from the Central Anatolian rivers and oxic-anoxic conditions of the Black Sea.

A narrow variety of sediment types (silty clay to silt) was obtained at eighty-five stations on the southern Black Sea shelf and upper slope and analyzed their elemental geochemistry. Concentrations of 30 major, minor and trace elements (Al, As, Ba, Ca, Ce, Cl, Cr, Cu, Fe, Ga, K, Mg, Mn, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sc, Si, Sr, Th, Ti, U, V, Y, Zn, Zr) were determined in all samples by X-ray fluorescence.

Distribution of grain size, carbonates, organic carbon and major, minor, trace elements show marked changes in the topography, hydrographic conditions and land geology of the region studied.

Sediments constituted up to %48 CaCO_3 , mainly of biogenic origin from the shell remains of benthic organisms and coccoliths. Organic carbon contents of the surface sediments (%0.34-1.77) usually reflect the prevailing primary productivities in the Black Sea although significant terrigenous influences also inferred.

Grain size trends in associated with net sediment transport pathways are applied, using some commonly used grain size parameters. The pattern gives a

preliminary estimation of sediment transport directions and also main depositional areas of central Black Sea shelf area.

The element concentrations largely indicate the influences from the geochemical weathering of terrigenous sources on land. In comparison with the average sedimentary rocks and other modern sediments from the adjacent regions, the concentrations of As, Cr, Cu, Pb and Zn are somehow higher in the surface sediments from the southern Black Sea. This is thought to reflect the possible contribution from metal-rich rocks and associated economic mineral deposits in the catchment areas of rivers which drain this part of the coast.

Multivariate factor analysis of sediment geochemistry was used to identify three grouping of samples (factors) on the shelf and slope. The first factor is an aluminosilicate factor that represents detrital clastic material. The other factors comprise excess sediment discharges from western streams and anoxic deep water. Multivariate factor analyses also show that uranium concentrations in the sediment appear to be controlled by sand fraction of sediment.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
İçindekiler.....	vi
Tablo Listesi.....	x
Şekil Listesi.....	xi

Bölüm Bir

GİRİŞ

1. Giriş.....	1
1.1 Karadeniz Şelfi'nin Fizyografya ve Batimetrisi.....	1
1.2 Karadeniz'in Hidrografik Özellikleri	4
1.3 Karadeniz'in Yapısal Özellikleri ve Çalışma Bölgesi Yakın Çevresinin Jeolojisi.	6
1.3.1 Karadeniz'in Genel Stratigrafisi ve Sedimanter Fasiyesler.....	6
1.3.2 Karadeniz'in Orijini ve Tektonik Gelişimi.....	7
1.3.3 Çalışma Bölgesinin Çevre Jeolojisi.....	11

Bölüm İki

KULLANILAN YÖNTEMLER

2. Kullanılan Yöntemler.....	13
2.1 Örneklemme	13
2.2 Laboratuvar Yöntemleri	16
2.2.1 Tane Boyu Analizleri.....	16
2.2.1.1 Elek Analizi.....	16

2.2.1.2 Hidrometre Analizi	17
2.2.1.3 Tane Boyu İstatiksel Parametrelerinin Hesabı.....	18
2.2.2 Karbonat Analizleri.....	18
2.2.3 Organik Karbon Analizleri.....	19
2.2.4 Element Analizleri.....	20

Bölüm Üç

ORTA KARADENİZ ŞELFİ YÜZEY SEDİMENTOLOJİSİ

3. Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentolojisi.....	21
3.1 Giriş.....	21
3.2 Yüzey Sedimentlerinin Dokusal Sınıflaması.....	21
3.3 Tane Boyu İstatistiksel Parametreleri.....	26
3.3.1 Ortalama Tane Boyu.....	26
3.3.2 Standart Sapma (Boylanma, Sorting).....	28
3.3.3 Skewness (Çarpıklık).....	29
3.4 Sediment Taşınma Yönü Modeli.....	30
3.5 Sedimentolojik Değerlendirme.....	34

Bölüm Beş

ORTA KARADENİZ ŞELF SEDİMENTLERİNDE KARBONAT İÇERİĞİ

5. Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinin Karbonat İçeriği.....	45
5.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinde Karbonat Dağılımı.....	45
5.2 Orta Karadeniz Karot Örneklerinde Karbonat Dağılımı.....	46

Bölüm Altı

ORTA KARADENİZ ŞELF VE KITA YAMACI SEDİMENTLERİNİN İNORGANİK JEOKİMYASI

6. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Sedimentlerinin İnorganik Jeokimyası.....	48
6.1.Orta Karadeniz Şelf Sedimentlerinde Majör, Minör ve İz Elementlerin Dağılımı.....	48
6.2 Karot Örneklerinde Element Dağılımları.....	67
6.2.1 R305 No'lu Karot Örneğinde Element Dağılımı.....	68
6.2.2 R302 No'lu Karot Örneğinde Element Dağılımı.....	72
6.2.3 Karot Verilerinin Değerlendirilmesi ve Derin Deniz Suyu Özellikleri.....	75

Bölüm Yedi

SEDİMENTOLOJİK VE JEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

7. Sedimentolojik ve Jeokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi.....	79
7.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentleri.....	79
7.2 R305 no'lu Karot Örneği.....	84
7.3 R302 no'lu Karot Örneği.....	88
7.4 Element Dağılımlarını Etkileyen Faktörler.....	91

7.4.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinin Jeokimyasal Faktörleri.....	93
7.4.2 R305 No’lu Karot Örneğinde Jeokimyasal Faktörler.....	99
7.4.3 R302 No’lu Karot Örneğinde Jeokimyasal Faktörler.....	101

Bölüm Sekiz

SONUÇLAR

8. Sonuçlar.....	105
Kaynaklar.....	109



TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Örnekleme lokasyonları ve su derinlikleri.....	14
Tablo 3.1 Yüzey sediment örneklerinin tane boyu verileri, karbonat ve org-C içerikleri	35
Tablo 3.2 R302 No'lu karot örneklerinin tane boyu verileri. karbonat ve orgC içerikleri	38
Tablo 3.3 R305 NO'lu karot örneklerinin tane boyu verileri. karbonat ve org-C içerikleri	38
Tablo 6.1 Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde saptanan element konsantrasyonlarının sedimanter kayalara ait ortalama şeyl değerleri ile karşılaştırılması.	49
Tablo 6.2 Bu çalışma kapsamında elde edilen element analiz sonuçları ile diğer çalışmalara ilişkin verilerin karşılaştırılması	51
Tablo 7.1 Elementlerarası önemli ilişki sayılarının karşılaştırılması.....	86
Tablo 7.2 Güncel denizel sedimentlerde faktör analizleri sonucunda saptanmış olan element grupları (Siegel et al., 1995).....	93
Tablo 7.3. Yüzey ve karot örneklerinde elementlerin dağılımını etkileyen faktörler. Negatif değerler aynı faktör grubunda olumsuz etkinliği, parantez içindeki değerler grupla bağlantılı fakat düşük etkili (<0.70) ilişkiyi simgelemektedir.....	95
Tablo 7.4. R305 no'lu karot örneklerinde saptanmış olan faktör puanları.	100
Tablo 7.5. R302 no'lu karot örneklerinde saptanmış olan faktör puanları.	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Çalışma alanı bulduru haritası	2
Şekil 1.2 Çalışma alanı batimetri haritası	3
Şekil 1.3. R302 Nolu istasyona ait fiziksel parametreler.....	4
Şekil 1.4. Karadeniz’de genel akıntı sistemi.....	5
Şekil 1.5 Orta Karadeniz Şelfinde Oksijenli ve oksijensiz ortamların alansal dağılımı	6
Şekil 1.6. Permo-Trias ve Paleosen dönemi boyunca Türkiye ve Karadeniz bölgesinin paleocoğrafik geçmişi (Degens et al., 1986).	9
Şekil 1.7. Karadeniz abisal kesimi için ideal olarak şekillendirilmiş stratigrafik kolon. Temel hidrografik ve tektonik gelişmeler de ayrıca şematik olarak özetlenmiştir. (Zonnenshain & Le Pichon, 1986).	10
Şekil 1.8. Çalışma alanı çevresinin basitleştirilmiş jeolojik haritası (Boztuğ & Yılmaz, 1995)	11
Şekil 2.1 Orta Karadeniz şelfi örnekleme istasyonları.....	14
Şekil 3.1 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde kum yüzdesi dağılımları...22	
Şekil 3.2 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde silt yüzdesi dağılımları.22	
Şekil 3.3 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde kil yüzdesi dağılımları.....23	
Şekil 3.4 R302 karot örneğinde kum, silt ve kil dağılımları.....24	
Şekil 3.5 R305 karot örneğinde kum, silt ve kil dağılımları.....25	
Şekil 3.6 Yüzey sedimentlerinin dokusal tip sınıflaması (Shepard 1954).26	
Şekil 3.7. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde tane boyu dağılımları.27	
Şekil 3.8. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde mean değerlerinin çalışma alanı genelindeki dağılımları.28	
Şekil 3.9. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde standart sapma (boylanma) değerlerinin çalışma alanı genelindeki dağılımları.....29	
Şekil 3.10. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde skewness değerlerinin çalışma alanı genelindeki dağılımları.30	

Şekil 3.11. Orta Karadeniz Şelfi sediment taşınma modeli	34
Şekil 4.1 Orta Karadeniz şelfinde organik karbon dağılımı	40
Şekil 4.2 R302 no'lu karotta organik karbon ve karbonat dağılımı.....	42
Şekil 4.3 R305 no'lu karotta organik karbon ve karbonat dağılımı.....	43
Şekil 5.1 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde karbonat dağılımı	45
Şekil 6.1 Yüzey, Karot-R302 ve Karot R305 sediment örneklerinde saptanan ortalama element değerlerinin ortalama şeyl değerleri ile ilişkisini gösteren normalize edilmiş çubuk diyagramı.	50
Şekil 6.2 Yüzey sedimentlerinde Fe konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	52
Şekil 6.3 Yüzey sedimentlerinde Sr konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	52
Şekil 6.4 Yüzey sedimentlerinde Na konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	53
Şekil 6.5 Yüzey sedimentlerinde As konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	53
Şekil 6.6 Yüzey sedimentlerinde Ca konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....	54
Şekil 6.7 Yüzey sedimentlerinde Ce konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	55
Şekil 6.8 Yüzey sedimentlerinde Cl konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....	55
Şekil 6.9 Yüzey sedimentlerinde Cr konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....	56
Şekil 6.10 Yüzey sedimentlerinde Cu konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	56
Şekil 6.11 Yüzey sedimentlerinde Mg konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge- li alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.	56

- alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.57
- Şekil 6.12 Yüzey sedimentlerinde Mn konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.57
- Şekil 6.13 Yüzey sedimentlerinde Nb konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.58
- Şekil 6.14 Yüzey sedimentlerinde Pb konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.59
- Şekil 6.15 Yüzey sedimentlerinde S konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.59
- Şekil 6.16 Yüzey sedimentlerinde Sc konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.60
- Şekil 6.17 Yüzey sedimentlerinde Si konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....61
- Şekil 6.18 Yüzey sedimentlerinde V konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.61
- Şekil 6.19 Yüzey sedimentlerinde Al konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölge alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....62
- Şekil 6.20 Yüzey sedimentlerinde Ba konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölge alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....62
- Şekil 6.21 Yüzey sedimentlerinde Ga konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölge alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....63
- Şekil 6.22 Yüzey sedimentlerinde K konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölge alanlar

- minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....63
- Şekil 6.23 Yüzey sedimentlerinde Ni konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....64
- Şekil 6.24 Yüzey sedimentlerinde P konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....64
- Şekil 6.25 Yüzey sedimentlerinde Rb konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....65
- Şekil 6.26 Yüzey sedimentlerinde Th konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....65
- Şekil 6.27 Yüzey sedimentlerinde Ti konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....65
- Şekil 6.28 Yüzey sedimentlerinde U konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....66
- Şekil 6.29 Yüzey sedimentlerinde Y konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....66
- Şekil 6.30 Yüzey sedimentlerinde Zn konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....66
- Şekil 6.31 Yüzey sedimentlerinde Zr konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.....67
- Şekil 6.32 R305 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Organik karbon ve karbonat değerleri %, element değerleri ppm'dir. Gölgeli alan anoksik ortamı simgelemektedir.70
- Şekil 6.32 (devam) R305 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Element değerleri ppm'dir. Gölgeli alan anoksik ortamı

simgelemektedir.....	71
Şekil 6.33 R302 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Organik karbon ve karbonat değerleri %, element değerleri ppm'dir. Gölge alan anoksik ortamı simgelemektedir.	73
Şekil 6.33 (devam) R302 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Element değerleri ppm'dir. Gölge alan anoksik ortamı simgelemektedir.....	74
Şekil 7.1 Yüzey sedimentlerinde kum ve Ce ilişkisi	80
Şekil 7.2 Yüzey sedimentlerinde kum ve U ilişkisi.....	81
Şekil 7.3 Yüzey sedimentlerine ait verilerin Cluster analizi.	83
Şekil 7.4 R305 no'lu karot örneklerine ait verilerin Cluster analizi.	87
Şekil 7.5 R302 no'lu karot örneklerine ait verilerin Cluster analizi.	90
Şekil 7.6 Yüzey sedimentlerinde alüminosilikat faktöründe etkin olan karakteristik element (Al, K, Si, Ti, Y, Zr) dağılımları. Gölge alanlar yüksek konsantrasyonları işaret etmektedir.	96
Şekil 7.7 Yüzey sedimentlerinde suboksik faktörde etkin olan karakteristik (As, Cu, Pb, Zn, Fe) elementler ve S dağılımları. Gölge alanlar yüksek konsantrasyonları işaret etmektedir	98

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1 Giriş

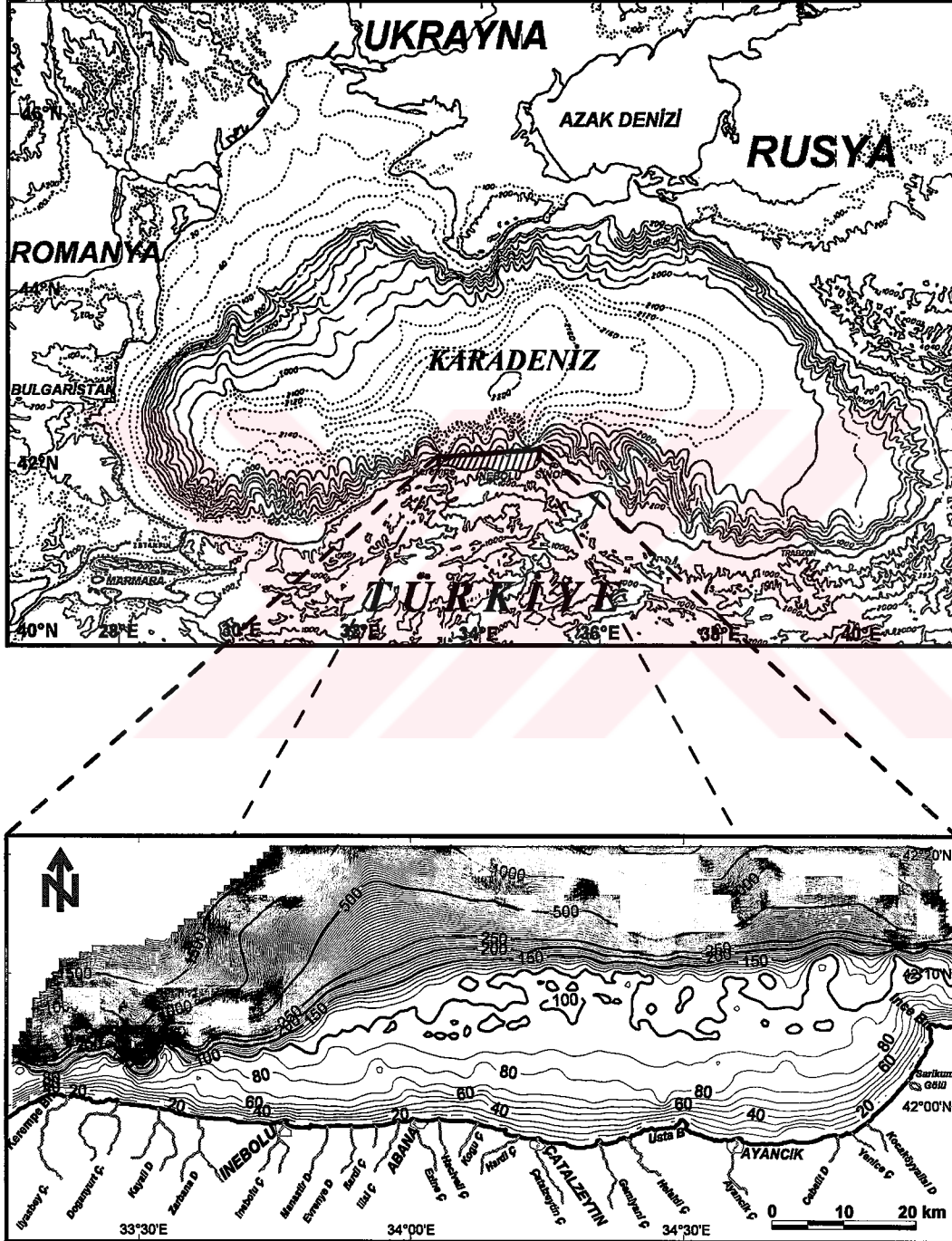
Karadeniz'in güncel sedimentlerinin petroloji ve jeokimyasına ilişkin çok sayıda çalışmalar yapılmış ve sonuçları yayınlanmış (Ross & Degens, 1974; Degens et al., 1987; Hay, 1988; Hay et al., 1990) olmasına rağmen Karadeniz'in Anadolu kıyılarındaki sedimentlere ilişkin çalışmalar sınırlıdır. Yücesoy & Ergin (1992) çalışmalarında tüm Karadeniz kıyısını kapsayan ancak sınırlı sayıda örnek üzerinde yapılmış olması nedeniyle bölgesel detaylardan yoksun olan bir çalışmayı ağır metaller kapsamında gerçekleştirmişlerdir.

Bu çalışmanın temel amacı majör, minör ve iz elementlerin Karadeniz Şelf ve Kıta yamacındaki yüzey sedimentlerine geçiş yollarının araştırılması ve sözkonusu elementlerin esas kaynaklarının saptanması esasına dayalıdır. Karadeniz kendine özgü koşulları ve dünya genelinde en büyük hacimli anoksik ortama sahip olması nedeniyle diğer denizlerden önemli farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle bölgesel litolojik farklılıkları, genişçe taban topoğrafyası ve bağlantılı hidrodinamik ve biyolojik koşulları ile Karadeniz'in daha iyi tanınmasına olanak sağlayacak bir laboratuvar alanı olarak seçilen Kerempe-İnce Burun arasındaki şelf alanında yapılan sedimentolojik ve jeokimyasal çalışmalar bu çalışmanın esasını oluşturmaktadır.

1.1 Karadeniz Şelfi'nin Fizyografya ve Batimetrisi

Çalışma alanını oluşturan Orta Karadeniz Şelfi, Karadeniz'in orta bölümünde Kerempe Burnu ile Sinop İnce Burun arasında yer almaktadır. 41°55'-42°15' Kuzey enlemleri ve 33°20'-35°00' Doğu boylamları arasında doğuya doğru

genişleyerek 20km'nin üzerinde boyutlara ulaşan bu bölge aynı zamanda Kuzey Karadeniz'e kıyasla son derece dar şelf yapısına sahip olan Güney Karadeniz genelinde ender olan geniş şelflerden birisidir (Şekil 1.1).

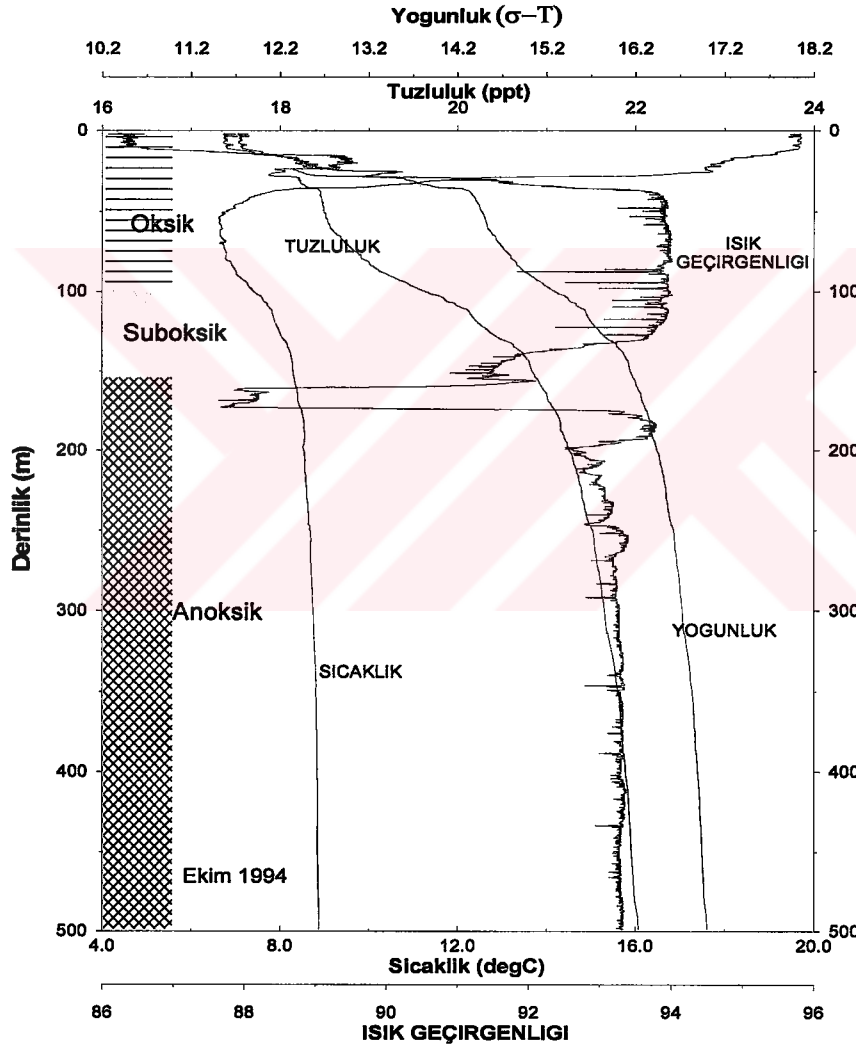


Şekil 1.1 Çalışma alanı bulduru haritası

Şekil 1.2 Çalışma alanı batimetri haritası

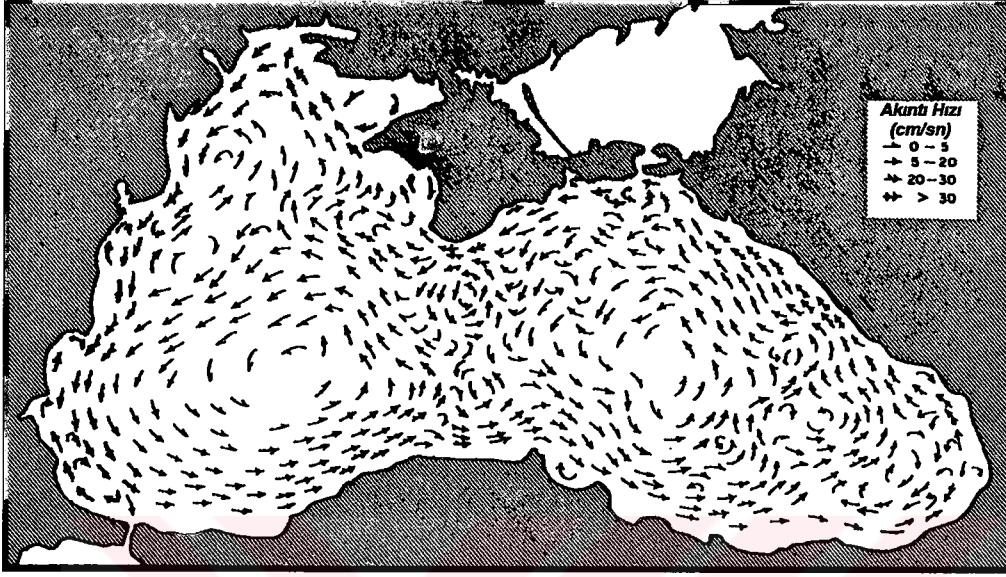
1.2 Karadeniz'in Hidrografik Özellikleri

Karadeniz'in hidrografisi üzerine yapılmış kapsamlı çalışmaların başlıcaları Neumann (1942), Degens & Ross (1974), Stanev (1988), Honjo et al., (1988), Murray & İzdar (1989), Murray (1991), Oğuz et al., (1994) olarak örneklenebilir. Bu bölümde yukarıda sözü edilen çalışmalardan elde edilmiş veriler kısaca sunulmaya çalışılmış ve Şekil 1.3'te çalışma bölgesine ait karakteristik sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk profilleri verilmiştir.



Şekil 1.3. R302 Nolu istasyona ait fiziksel parametreler.

Karadeniz'in su sirkülasyonu genel anlamda, iki adet büyük ölçekli siklonik ve çok sayıda orta ölçekli antisiklonik döngülerin kontrolündedir (Shimkus & Trimonis, 1974; Oğuz et al., 1994; Şekil 1.4).



Şekil 1.4. Karadeniz'de genel akıntı sistemi.

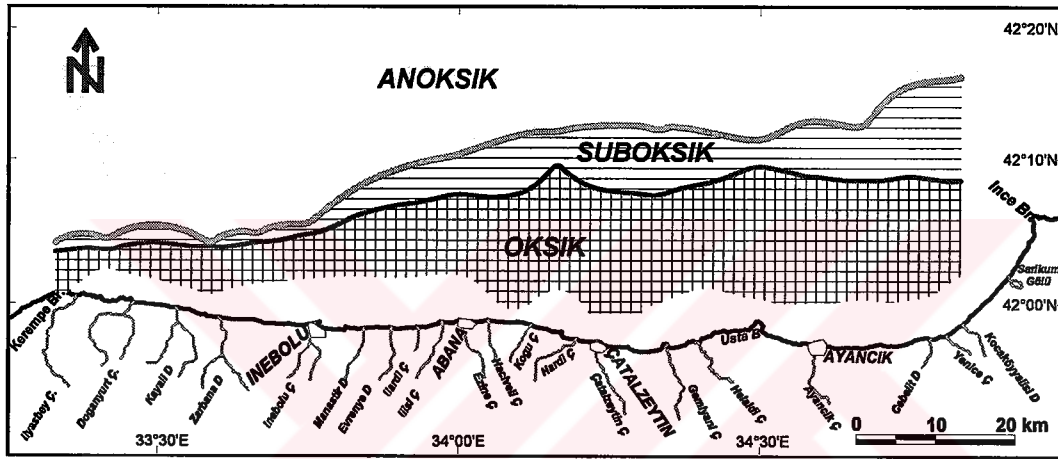
Tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk gibi fiziksel parametrelere dayalı olarak Karadeniz baseninde yar alan su kütlesi üç farklı bölüme ayrılmıştır. Tuzluluk değerlerinin %0 17-18.5 arasında değiştiği 0-150m su derinlikleri arasında yer alan üst katman; sıcaklığın 6.5-8°C arasında değiştiği 100-200m su derinliklerinde yer alan soğuk ara tabaka ve genelde kıyı yakınlarında 200m ve basen ortalarında 100m su derinliğinin altında yer alan ve tuzluluk ve sıcaklığın sırasıyla %0 21 ve 8.5°C'nin üzerinde olduğu dip suyu.

Son yıllarda Karadeniz'in oşinografisi üzerine yapılan kapsamlı çalışmalar yoğunluk (σ -T) verilerinin oksijenli ve oksijensiz ortam sınırlarının saptanması için ideal bir belirteç olduğunu göstermiştir (Oğuz et al., 1993).

Buna göre σ -T'nin 15.4 olduğu su derinliklerine kadar olan su kütlesi oksijenli ortamı göstermektedir. σ -T'in 15.4-16.2 arasındaki değerlerine karşılık gelen su kütlesi ise suboksik zon olarak adlandırılan oksikjenli ve oksijensiz ortam arasındaki geçiş zonudur. σ -T'nin 16.2'den daha büyük olduğu derin sular ise

tamamen oksijensiz olup anoksik ortamı göstermektedir (Şekil 1.3).

Çalışma alanındaki örnekleme istasyonlarında R/V K.Piri Reis olanaklarıyla kayıtlanmış olan CTD profilleri değerlendirilerek Orta Karadeniz Şelfinde deniz tabanının oksijenli, geçiş ve oksijensiz ortamları haritalanmıştır (Şekil 1.5). Bu haritadaki bilgiler tamamen ölçüm dönemi için geçerli olup burada belirlenmiş olan sınırların atmosferik koşullara göre kara veya deniz yönlü hareketleri söz konusudur.



Şekil 1.5 Orta Karadeniz Şelfinde Oksijenli ve oksijensiz ortamların alansal dağılımı

1.3 Karadeniz'in Yapısal Özellikleri ve Çalışma Bölgesi Yakın Çevresinin Jeolojisi

1.3.1 Karadeniz'in Genel Stratigrafisi ve Sedimanter Fasiyesler.

Karadeniz'in kıta yamacı ve abisal düzlüğünde yer alan sedimanter istifler; dokuz farklı litolojik ünitelerden oluşmaktadır. Bu üniteler ise kendi aralarında alt kimyasal fasiyes (Geç Miyosen - Kromeriyen) ve üst terrijen fasiyesi (Elsteriyen - Holosen) olmak üzere iki alt bölüme ayrılmaktadır (Degens et al., 1986). Litolojik ünitelerin en yaşlısı sıg ve tatlı su ortam ürünü olan sideritik kumtaşlarından oluşmaktadır. Bu kumtaşlarını üstleyen breşli dolomitaşları sıklıkla açık hava

etkisinde gelişen evaporitik koşulları simgeleyen çeşitli kabuk, pellet ve oolit arakatkıları içerirler (Stoffers & Müller, 1978). Derin basene doğru bu seviye, sığ sularda depolanmış olan ve kısmen tuzlu - denizel ortam ürünü dolomitik silttaşlarına dereceli olarak geçiş göstermektedir (Schrader, 1978).

Dolomitik silttaşları'nın üzerinde sapropelik kil ve masif mikrit (ünite VII-ünite III) ardalanması yer alır. Sapropelik fasiyesin yüzlerce metre derinliğe ulaşabilen nisbeten derin anoksik sularda çökeldiği, mikritin ise oksijenli sığ suların ürünü olduğu kabul edilmektedir. Heriki fasiyesin de Karadeniz genelindeki piknoklin salınımlarının sonucunda depolanmış olduğu öne sürülmektedir (Degens et al., 1978). Bu ardışıklığın başlangıcında ortamdaki tuzluluğun azalarak yerini tatlı su koşullarına bıraktığı ve bu koşulların da masif mikritin üst seviyelerine değin egemen olduğu ifade edilmiştir (Schrader, 1978; Deuser et al., 1978). Bu üniteleri üstleyen küçük ölçekli karbonat katmanları, karbonatsız sapropelik seviyeler, piritli laminalar, oyucu organizmaların yer aldığı tabakalar ve iri taneli sediment tabakalarının ardışıklı diziliminden oluşan ünitenin çökelişi ile kimyasal fasiyes son bulmuştur. En üstte yer alan terrijen fasiyes yörede etkin olan belli başlı üç buzul döneminin (Elsteriyen, Saaliyen ve Weichseliyen) ürünü olup; türbidit olarak yorumlanmış silt, kumlu silt ve kum tabakaları içeren çamur katmanlarından ibarettir (Stoffers & Müller, 1972).

1.3.2 Karadeniz'in Orijini ve Tektonik Gelişimi

Tetis sistemi içerisinde yer alan Karadeniz'in tektonik gelişimi üzerine çeşitli spekülatif görüşler vardır. Bu görüşler Karadeniz'in Tetis Okyanusu'nun gerçek bir kalıntısı ya da esas olarak bir yay-gerisi baseninden şekillenmiş bir okyanus olup olmadığı şeklinde çeşitlenmekle birlikte son yıllarda genel bir görüş birliği sağlanmıştır. Adamia et al., (1974), Letouzey et al., (1977; 1978), Dewey & Şengör (1979), Şengör & Yılmaz (1981), Dercourt et al., (1986), Ricou et al., (1986), Görür (1988) çalışmalarında dalma-batma zonu ve orojenez arasındaki etkileşimler ve levha sınırlarındaki karmaşıklıkları da değerlendirerek tüm Tetis kuşağı içerisinde Karadeniz'in levha tektoniği ile ilgili evrimini detaylı olarak tartışmışlardır. Tüm bu çalışmalarda ortaya konulan ortak görüşe göre; Karadeniz

Rodop-Pontid levhasını kuzeyden altlayan Neo-Tetis'in Kretase dönemindeki hareketleri sonucunda meydana gelmiş bulunan bir yay-gerisi basenidir.

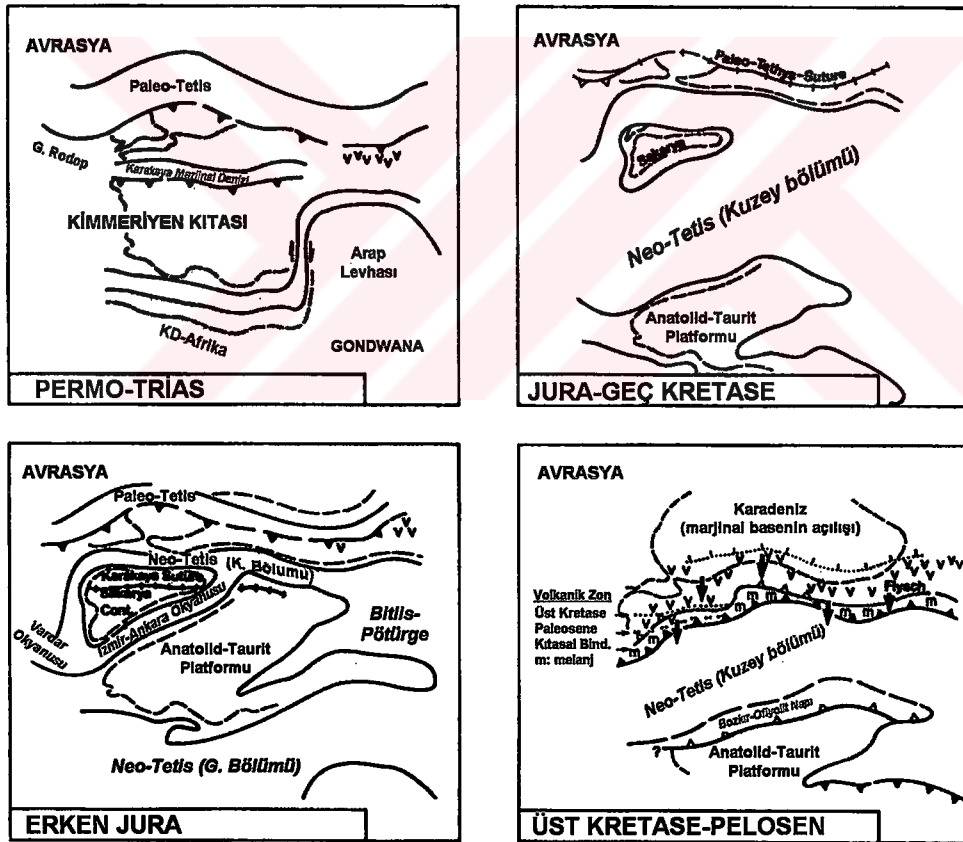
Karadeniz bölgesinin tektonik gelişiminin erken dönemleri Permo-Trias döneminde Paleo-Tetis'in Kuzey Türkiye altına güney yönlü dalışı ile karakteristiktir (Şekil 1.6). Geç Trias döneminde kapanmış olan kısa ömürlü Karakaya marjinal denizinin açılışı da bu döneme rastlamaktadır. Yine bu dönemde Neo-Tetis (İlk Akdeniz) in açılımı başlamış ve bu şekilde Kuzey Yunanistan'dan Tibet'e kadar uzanan Kimmeriyen kıtasının Gondwana'dan ayrılışı gerçekleşmiştir.

Kimmeriyen kıtasının parçalanması Neo-Tetis'in kuzey parçasının oluşmaya başladığı Alt Jura dönemine tekabül etmektedir (Şekil 1.6). Ayrıca bu dönem Sakarya ve Anatolid-Tauride kıtalarıyla bağlantılı olan Vardar, Inter-Pontid, İzmir-Ankara ve Inter-Tauride okyanuslarının oluşumunu da kapsamaktadır. Orta Jura'da Paleo-Tetis son bularak kapanmış ve Neo-Tetis çok kollu kuzey ve tek elemanlı güney parçalarına ayrılmıştır.

Alt Kretase'de Neo-Tetis'in Avrasya, Sakarya ve Anatolid-Tauride kıtalarını kuzey yönlü altlayarak tahrip etmesi en belirgin olaydır (Dercourt et al., 1986) (Şekil 1.6). Bu olay güney yönlü olarak klastik sediment dağılımı, fliş çökelimi ve çok yaygın volkanizma eşliğinde gelişmiştir. Volkanik faaliyetler esas olarak Kampaniyen ve Maastrichtiyen'da başlamış ve Paleosen'e kadar devam etmiştir.

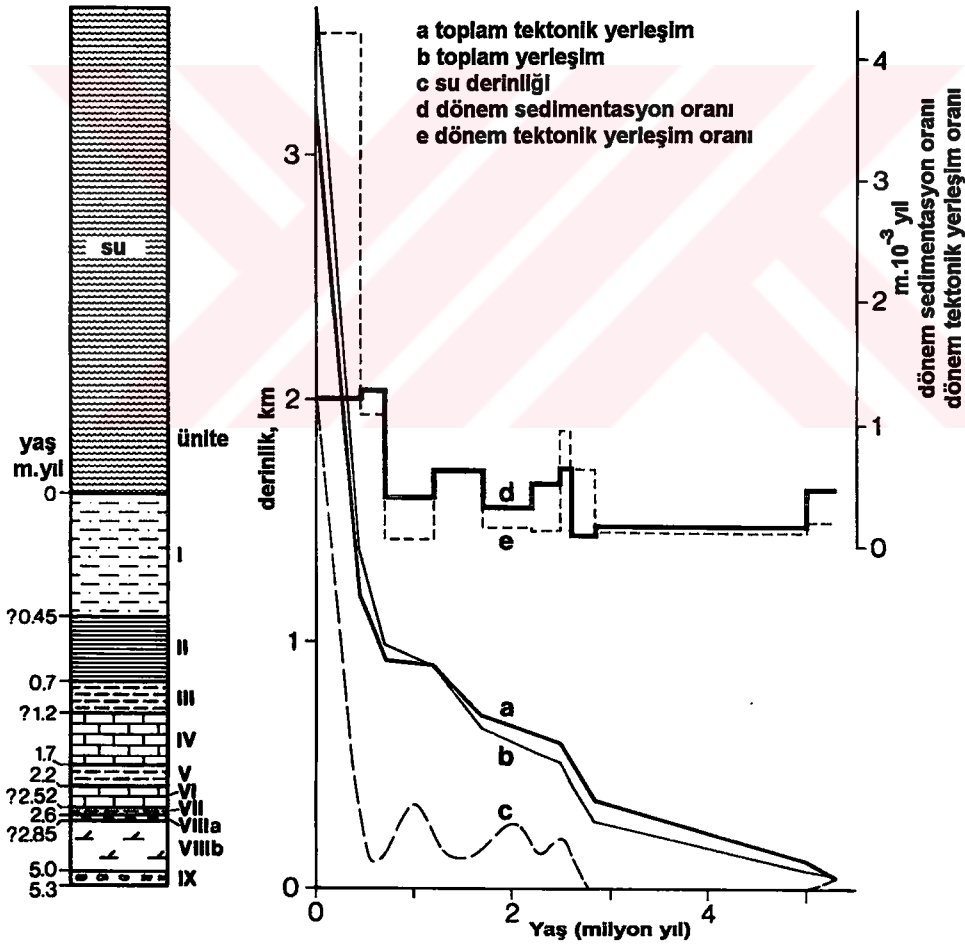
Üst Kretase döneminde yay-gerisi uzanımının bir sonucu olarak Rodop-Pontid yayının arkasında Karadeniz açılmaya başlamıştır (Letouzey et al., 1977, 1978; Şengör & Yılmaz, 1981; Dercourt et al., 1986; Görür, 1988; Şekil 1.6). Bununla beraber bu iç denizin batı kesimi Paleosen-Eosen dönemi boyunca kapalı kalarak; Kretase andezitlerini üstleyen radiolaritler, türbiditler ve pelajik kireçtaşları ile karakteristik Srednogoric (Bulgaristan) bölgesinin oluşumuna neden olmuştur (Aiello et al., 1977). Pontidlerin kuzey yönlü bindirme ve Kafkasların güneysel hareketleri şeklinde gelişen kıtasal sıkıştırma etkileri dışında Karadeniz bölümü aşırı çevre etkisinde kalmamıştır (Letouzey et al., 1977, 1978). Bu alanla ilgili

olan daha sonraki (Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner) gelişmeler alansal çökme ile karakteristiktir. Kuvaterner dönemi Karadeniz ve çevresinde (Hazar denizi ve Aral Gölünü de kapsamına alan) Akçağlıyan denizel transgresyonu (Pretigliyen; 2.6×10^6 yıl BP) ile başlamıştır (Degens & Paluska, 1979). Şekil 1.7'den görüleceği üzere tamamen sıg su koşulları yaklaşık 2×10^6 yıl egemen olmuş ve bu dönemde iklimsel değişimlerin etkisiyle denizel ve gölsel ortam koşulları dönüşümlü olarak aktif olmuştur. Kromeriyen'de (yaklaşık 0.5×10^6 yıl BP) başlayan ve günümüzde de etkisini sürdüren tektonik aktivite Karadeniz genelinde hızlı bir basen çöküşüne neden olmuştur. Öyle ki Karadeniz baseninin orta kesimlerinde tesbit edilen Kuvaterner temel seviyesi (Akçağlıyan transgresyonu) güncel deniz seviyesinin 3000 m altında yer almaktadır (Degens et al., 1986; Şekil 1.7).



Şekil 1.6. Permo-Trias ve Paleosen dönemi boyunca Türkiye ve Karadeniz bölgesinin paleocoğrafik geçmişi (Degens et al., 1986).

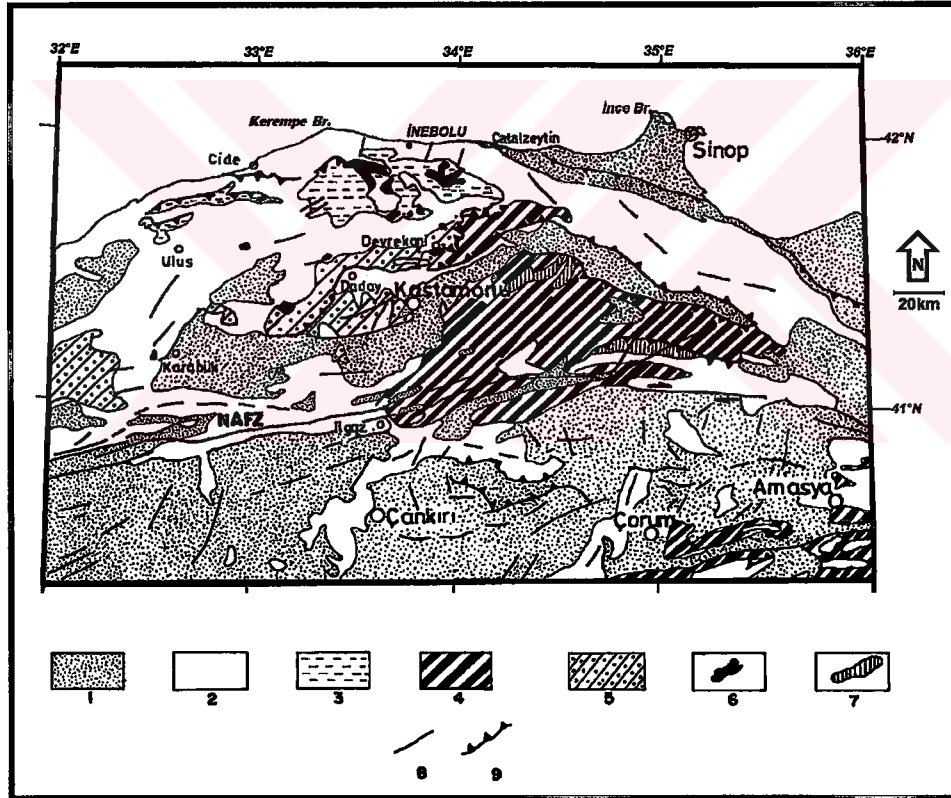
Karadeniz baseninin çökme mekanizması henüz net bir şekilde çözümlenmiş değildir. Spekülatif açıklamalardan birisi Kuzey Anadolu fayının aktivitesi ile yakından ilişkilidir. Bu aktivite Avrasya ve Afrika levhalarının güney-kuzey yaklaşımları sonucu bu fay boyunca gelişen sağ yönlü ötelenme şeklindedir. Levhalar arasındaki dalma batma aktivitesi Karadeniz'deki okyanusal kabukta nedeni henüz kesin olarak saptanamayan büyük ölçekli soğumaya ve deniz tabanı açılımında duraksamalara da neden olacak şekilde Kromeriyen'den günümüze değin dereceli olarak sönümlenmektedir. Özellikle kabuktaki bu soğuma belki de bugüne değin görülmemiş ölçüde büyük boyutlu basenel çökme aktivitesine de neden olabilecektir (Degens et al., 1986).



Şekil 1.7. Karadeniz abisal kesimi için ideal olarak şekillendirilmiş stratigrafik kolon. Temel hidrografik ve tektonik gelişmeler de ayrıca şematik olarak özetlenmiştir. (Zonnenshain & Le Pichon, 1986).

1.3.3 Çalışma Bölgesinin Çevre Jeolojisi

Çalışma bölgesinin güneyini ve doğusunu sınırlayan kara alanında Türkiye'nin önemli tektonik birliklerinden biri olan ve Karadeniz'in güneyini şekillendirmiş bulunan Pontidler'in Kastamonu yöresindeki Daday-Devrekani masifi yer almaktadır. Daday-Devrekani masifi yaklaşık 150km uzunlukta ve 50km genişliğinde KD-GB uzanımlı dikdörtgen şekilli bir alanda mostra veren çeşitli metamorfik kayalardan oluşmaktadır (Boztuğ & Yılmaz, 1995), (Şekil 1.8). Bu masifi oluşturan birimler yer yer Orta Jura yaşlı Kastamonu granitoyid kuşağının çeşitli plütonları tarafından da kesilmektedir.



Şekil 1.8. Çalışma alanı çevresinin basitleştirilmiş jeolojik haritası (Boztuğ & Yılmaz, 1995)

1) Tersiyer örtü; (sedimanter ve volkanik); 2) Kretase birimleri (sedimanter ve volkano sedimanter); 3) Trias-Jura (sedimanter ve lokal denizel volkanik arakatlılar); 4) Permo-Triyas-Üst Kretase ofiyolit ve epiofiyolitleri; 5) Paleozoyik ve daha yaşlı metasedimanter; 6) Jura yaşlı granitoyid; 7) Okyanusal ultramafit; 8) Fay; 9) Kuzey Anadolu fay zonuyla ilişkili bindirme fayı.

Daday-Devrekani masifinin KD kesimlerinde yüzeylenen en yaşlı birim yüksek dereceli metasedimentlerden oluşan Prekambriyen yaşlı metasedimanter grubudur. Bu grup başlıca sillimanit-mika gnays, amfibol gnays, amfibolit, kalk-silikatik gnays, kalksilikatik mermer ve diyopsit mermer türü kayalardan oluşmaktadır (Yılmaz 1981).

Çalışma alanının güneyini sınırlayan kara bölgesinin ortalarında yer alan Göynükdağı sahası kontak metamorfik kayaların en iyi gözlendiği yerdir. Bu bölgedeki Göynükdağı metamorfikleri başlıca mikaşist, benekli hornfels, benekli arduvaz, fillit ve mermer türü kayalardan oluşmaktadır (Yılmaz & Boztuğ, 1987).



BÖLÜM İKİ

KULLANILAN YÖNTEMLER

2 Kullanılan Yöntemler

2.1 Örnekleme

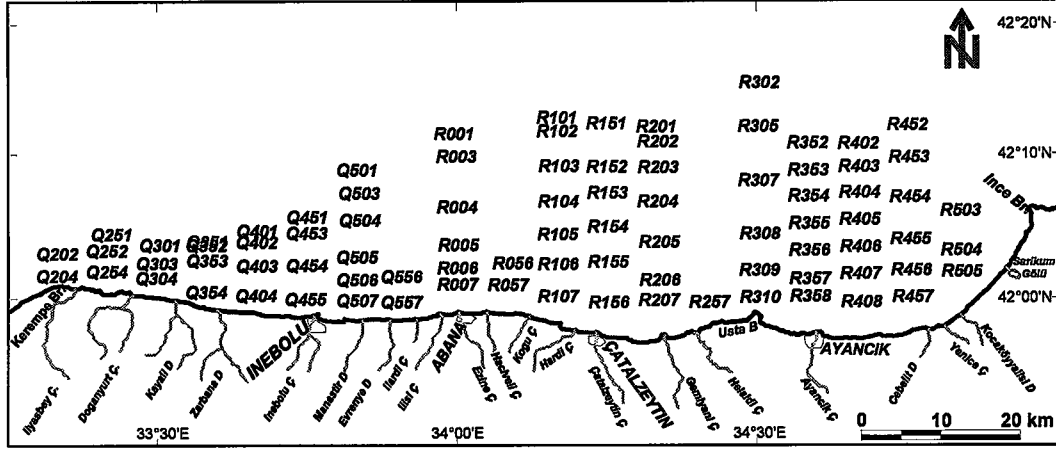
Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü başlısı Araştırma Gemisi Koca Piri Reis ile Ekim 1994, Ocak 1995 ve Şubat 1996 dönemlerinde gerçekleştirilen muhtelif seyirler sırasında alınan grab ve gravite karot örneklerinin alansal dağılımı Şekil 2.1, lokasyon ve derinlik bilgileri de Tablo 2.1 de verilmiştir.

Örnekleme istasyon konumlarının belirlenmesinde, Trimble GPS kullanılmış ve elde edilen konum bilgileri su derinliği verileriyle birlikte Trimble HydroNav navigasyon yazılımında değerlendirilmiştir.

Toplam 85 istasyonda “Van Veen Grab” kullanılarak alınan yüzey sediment örneklerine ilave olarak 940m ve 261m su derinliklerinden iki adet uzun ve geniş çaplı (4.5”) karot örneği alınmıştır.

Jeokimyasal analizler için, alınan yüzey örneklerinin üstten ilk 1 cm lik kısmı, karot örneklerinin her 10 cm lik kısmı plastik kaşıkla toplanarak plastik torbalara konmuş ve sedimentte mikrobiyolojik alterasyonları önlemek için (Rapin et al., 1986) laboratuvar çalışmalarına kadar dondurucuda saklanmıştır.

Geri kalan örnekler sedimentolojik çalışmalar, karbonat içeriği ve organik karbon tayini için ayrılmış ve polietilen kavanozlarda saklanmıştır.



Şekil 2.1 Orta Karadeniz şelfi örnekleme istasyonları

Tablo 2.1 Örnekleme lokasyonları ve su derinlikleri

Doğu	Kuzey	İstasyon	Derinlik(m)
33°20.18'D	42°03.52'K	Q202	106
33°20.15'D	42°01.85'K	Q204	54
33°25.62'D	42°04.94'K	Q251	170
33°25.11'D	42°03.71'K	Q252	100
33°25.10'D	42°02.18'K	Q254	54
33°30.43'D	42°04.09'K	Q301	103
33°30.10'D	42°02.75'K	Q303	77
33°30.02'D	42°01.62'K	Q304	51
33°35.13'D	42°04.34'K	Q351	203
33°35.03'D	42°04.07'K	Q352	93
33°35.08'D	42°02.94'K	Q353	75
33°34.95'D	42°00.60'K	Q354	48
33°40.09'D	42°05.09'K	Q401	200
33°40.04'D	42°04.25'K	Q402	100
33°40.02'D	42°02.50'K	Q403	75
33°39.90'D	42°00.30'K	Q404	52
33°45.10'D	42°06.08'K	Q451	290
33°45.00'D	42°04.90'K	Q453	101
33°45.00'D	42°02.50'K	Q454	75
33°44.85'D	42°00.00'K	Q455	54
33°50.01'D	42°09.50'K	Q501	203
33°50.30'D	42°07.80'K	Q503	125
33°50.30'D	42°05.80'K	Q504	100
33°50.00'D	42°03.10'K	Q505	86
33°50.00'D	42°01.40'K	Q506	75
33°50.00'D	41°59.85'K	Q507	52
33°54.40'D	42°01.60'K	Q556	73
33°54.40'D	41°59.70'K	Q557	55

Tablo 2.1 Örnekleme lokasyonları ve su derinlikleri (devamı)

Doğu	Kuzey	İstasyon	Derinlik(m)
33°59.08'D	42°12.1'K	R001	218
34°00.00'D	42°10.4'K	R003	151
34°00.10'D	42°06.7'K	R004	106
34°00.10'D	42°03.9'K	R005	92
34°00.00'D	42°02.2'K	R006	75
34°00.00'D	42°01.0'K	R007	51
34°05.50'D	42°02.5'K	R056	80
34°05.00'D	42°00.9'K	R057	52
34°10.10'D	42°13.2'K	R101	214
34°10.10'D	42°12.2'K	R102	150
34°10.20'D	42°09.6'K	R103	100
34°10.10'D	42°07.0'K	R104	106
34°10.00'D	42°04.6'K	R105	91
34°10.00'D	42°02.4'K	R106	76
34°10.00'D	42°00.0'K	R107	51
34°15.00'D	42°12.7'K	R151	204
34°15.00'D	42°09.5'K	R152	105
34°15.00'D	42°07.6'K	R153	102
34°15.00'D	42°05.1'K	R154	94
34°15.00'D	42°02.5'K	R155	82
34°15.00'D	41°59.5'K	R156	48
34°20.00'D	42°12.4'K	R201	219
34°20.10'D	42°11.3'K	R202	105
34°20.10'D	42°09.4'K	R203	102
34°20.00'D	42°06.9'K	R204	100
34°20.10'D	42°03.9'K	R205	90
34°20.10'D	42°01.1'K	R206	75
34°20.00'D	41°59.6'K	R207	56
34°25.00'D	41°59.4'K	R257	50
34°30.15'D	42°16.5'K	R302	940
34°30.18'D	42°03.5'K	R305	261
34°30.10'D	42°08.3'K	R307	101
34°30.10'D	42°04.4'K	R308	94
34°30.00'D	42°01.7'K	R309	82
34°30.00'D	41°59.7'K	R310	50
34°35.00'D	42°11.0'K	R352	107
34°35.00'D	42°09.0'K	R353	105
34°35.00'D	42°07.1'K	R354	102
34°35.00'D	42°05.1'K	R355	96
34°35.00'D	42°03.1'K	R356	86
34°35.00'D	42°01.0'K	R357	68
34°35.00'D	41°59.7'K	R358	51

Tablo 2.1 Örnekleme lokasyonları ve su derinlikleri (devamı)

Doğu	Kuzey	İstasyon	Derinlik(m)
34°40.00'D	42°10.9'K	R402	104
34°40.00'D	42°09.2'K	R403	111
34°40.00'D	42°07.3'K	R404	98
34°40.00'D	42°05.3'K	R405	97
34°40.00'D	42°03.3'K	R406	89
34°40.00'D	42°01.3'K	R407	75
34°40.00'D	41°59.2'K	R408	49
34°44.90'D	42°12.2'K	R452	111
34°45.00'D	42°09.8'K	R453	104
34°45.00'D	42°06.9'K	R454	98
34°45.00'D	42°03.8'K	R455	89
34°45.00'D	42°01.5'K	R456	75
34°45.10'D	41°59.5'K	R457	52
34°50.10'D	42°05.3'K	R503	85
34°50.00'D	42°02.9'K	R504	78
34°50.00'D	42°01.3'K	R505	54

2.2 Laboratuvar Yöntemleri

2.2.1 Tane Boyu Analizleri

Tane boyu analizleri TSE (1975) e göre, 63 mikrondan büyük kısım için standart kuru elek tekniği ile, 63 mikrondan küçük kısım için ise hidrometre tekniği ile gerçekleştirilmiştir. Elek analizi ve hidrometre analizi sonuçları yarı logaritmik kağıda işlenerek tane boyu dağılımı ortaya konmuştur.

2.2.1.1 Elek Analizi

Etüvde kurutulan sediment örneği 0.1 gr hassasiyetli terazide tartılmış ve killerin topaklaşmasını engellemek üzere sodyum heksametafosfat ilavesiyle çözülünceye kadar su içersinde bekletilmiştir.

Suda çözülen örnek 63 mikron açıklığa sahip elekten geçirilmiş, elek altı materyal hidrometre analizi için ayrılmıştır. Elek üstünde kalan sediment etüvde

kurutulmuş ve 1, 0.5, 0.25, 0.125 mm açıklığa sahip eleklerden oluşturulan elek takımında elenmiş, her elek üzerinde kalan miktar tartılmıştır.

Toplam örnek ağırlığı esas alınarak her elekte kalan malzemenin ve 63 mikronluk elekten geçen miktarın yüzdesi ve her elekten geçen toplam malzemenin yüzdesi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar yarı logaritmik kağıt üzerine işlenmiştir.

2.2.1.2 Hidrometre Analizi

Elek analizinde elde edilen 63 mikrondan küçük boyutlu malzeme bir litrelik mezüre boşaltılarak, saf su ile bir litreye tamamlanmış ve mekanik karıştırıcı yardımıyla karıştırılmıştır.

Mezürün ağzı lastik bir tıpa ile kapatılarak, homojen bir süspansiyon oluşana kadar çalkalanmıştır. Çalkalama işlemi durdurulur durdurulmaz mezür düz bir yüzeye konarak süre ölçer çalıştırılmıştır. Hidrometre süspansiyona daldırılarak serbest yüzmeye bırakılmıştır. Süre ölçere bakılarak ½, 1, 2, 4, 8, 15 ve 30. dakikalarda 1, 2, 3, 4, 5. saatlerde hidrometre okumaları alınmış ve okumalara 1 veya 2 gün süreyle devam edilmiş ve her okumada süspansiyon sıcaklığı not edilmiştir.

Ön işlemler sonucunda elde edilen numune ağırlığı esas alınarak, ilgili eşdeğer tane çapından daha küçük tanelerin yüzdesi (K) aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$K = \left(\frac{100G_s}{W_b(G_s - 1)} \right) (R_h + M_t)$$

G_s : Bağlı yoğunluk

W_b : Örneğin toplam ağırlığı

R_h : Hidrometre okuması

M_t : Sıcaklık düzeltmesi

2.2.1.3 Tane Boyu İstatistiksel Parametrelerinin Hesabı

Tane boyu istatistiksel parametreleri, aşağıda gösterilen Folk (1980) matematiksel eşitlikleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Mean (Ortalama) tane boyu:

$$M_z = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

İçerikli grafik standart sapma:

$$\sigma = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

İçerikli grafik skewness (çarpıklık):

$$S_{k1} = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{84} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{84} - \Phi_{16})} + \frac{\Phi_5 + \Phi_{95} - 2\Phi_{50}}{2(\Phi_{95} - \Phi_5)}$$

Kurtosis (sivrilik):

$$K_G = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44(\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

2.2.2 Karbonat Analizleri

Karbonat analizleri için değişik yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada Grimaldi et al., (1966) ve Carver (1971) yöntemlerinin kombinasyonu olan Piper (1977)'ye ait yöntem kullanılmıştır. Oldukça hızlı ve doğru olan bu yöntemde hassasiyet % 1 dir.

Bu yöntemle göre; kuru örnek üzerine 20 ml HCl ilave edilmiş ve 90°C'ye ısıtılmıştır. pH kontrolü sonucu pH=2'nin altına düşmediğinde bu işlem tekrarlanmıştır. Soğutmadan sonra bromofenol mavi indikatörü ilave edilmiş ve fazlalık asit mavi renk görülünceye kadar NaOH ile geri titrasyona tabi tutulmuştur. Karbonat yüzdesi aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$CaCO_3(\%) = 100 \times 0.05 \frac{V_a N_a - V_b N_b}{W}$$

Va: asit hacmi (ml)
 Vb: baz hacmi (ml)
 Na: asit normalitesi
 Nb: baz normalitesi
 W: örnek ağırlığı(gr)

2.2.3 Organik Karbon Analizleri

Toplam organik karbon analizleri Gaudette et al., (1974)'e ait ıslak oksidasyon yöntemi ile yapılmıştır.

Bu yöntemle göre; 0.5 gr elenmiş kuru sedimente 10 ml 1.0N $K_2Cr_2O_4$ çözeltisi ilave edilmiş ve karıştırılmıştır. 20 ml konsantre H_2SO_4 ilavesinden sonra 1 dakika daha karıştırılarak, 30 dakika beklendikten sonra saf su ile 200 ml'ye seyreltilmiş ve 10 ml % 85 H_3PO_4 , 0.2 gr NaF ve 15 damla difenilamin indikatörü ilave edilmiştir. Çözelti 0.5 N demirli amonyum sülfat katkısı ile yeşil renk elde edilinceye kadar geri titrasyona tabi tutulmuştur.

Analiz sonucu aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$C_{org}(\%) = 10\left(1 - \frac{T}{S}\right)1.0N(0.003)\frac{100}{W}$$

T : örnek titrasyonu, ml ferrous çözeltisi
 S : standardizasyon blank titrasyonu
 0.003 : 12/4: meq karbon ağırlığı
 1.0 N : $K_2Cr_2O_4$ normalitesi
 10 : $K_2Cr_2O_4$ hacmi (ml)
 W : örnek ağırlığı (gr)

2.2.4 Element Analizleri

Majör, minör ve iz elementlerin saptanması için kurutularak agat havanda toz haline getirilmiş 4gr sediment örneği 0.7gr fenolik reçine ile karıştırılmıştır. Karışım tamamen homojen hale geldikten sonra XRF plakaları hazırlanmış ve bu örnekler 200°C'de 15 dakika kurutulmuşlardır. Kurutulan bu örnekler içindeki elementler özellikle ağır elementlere duyarlı XRF ARL+ ardışıklı dalgaboyu spektrometrede analiz edilmiştir. 7.471 keV'tan (20°-50° 2 θ) yüksek enerji seviyeleri için 74kV ve 40mA güç ayarında sintilasyon dedektörü kullanılmıştır. 6.398 keV'tan (50°-150° 2 θ) düşük enerji seviyeleri için 30kV ve 100mA güç ayarında orantılı-akım dedektörü kullanılmıştır (Longerich, 1993). Sıkça rastlanılan elementler 4-6sn ve Rb, Y ve Nb gibi eser elementler 100s'lik zaman aralıklarıyla taranmıştır. Elde edilen verilere, emisyon enerjileri Fe'den fazla olan elementler için Compton düzeltmesi ve Fe de dahil olmak üzere emisyon enerjileri Fe'den düşük olan elementler için La Chance-Trail algoritması kullanılarak matris düzeltmesi uygulanmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

ORTA KARADENİZ ŞELFİ YÜZEY SEDİMENTOLOJİSİ

3 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentolojisi

3.1 Giriş

Karadeniz'in güncel sedimentleri Ross & Degens (1974) çalışmasıyla ilk defa kapsamlı olarak sunulmuştur. Ross & Degens (1974) Karadeniz'in güncel (Holosen) sedimentlerini üç litostratigrafik üniteye ayırmıştır. En üstte yer alan Ünite I açık ve koyu renkli mikraolaminaların dönüşümlü çökmesinden oluşmuştur. Bu ünitenin alt sınırını beyaz laminaları meydana getiren kokkolit *Emiliana huxleyi*'lerin ilk görüldüğü seviyeler oluşturur. Ünite II karbonatça daha fakir, ince taneli, organikçe zengin sapropel içeren ve hemen Ünite I'in altında yer alan ince ve koyu laminaların oluşturduğu birimdir. Ünite III koyu ve açık renkli lutitlerden oluşan ve göl ortamında çöktüğü öne sürülen birimdir.

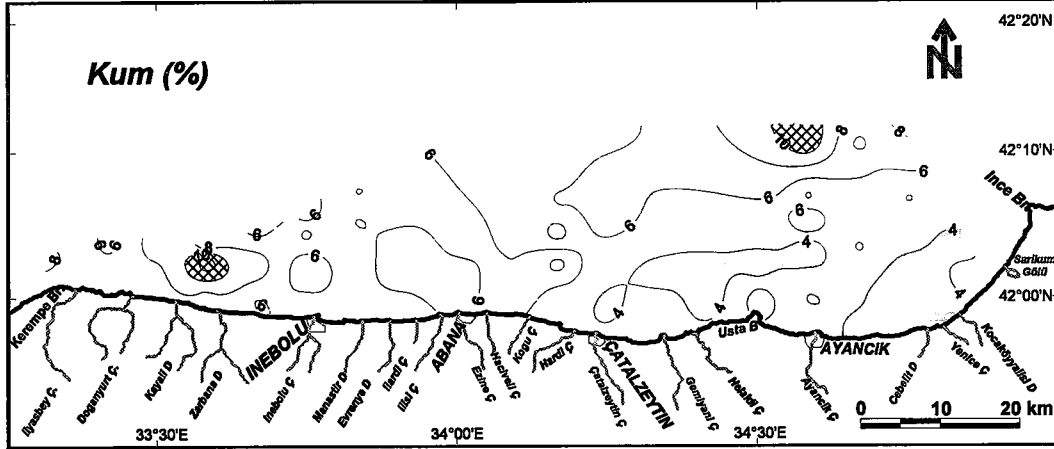
Bu çalışma kapsamında değerlendirilen yüzey sedimentleri esas olarak Ünite I içersinde yer almaktadır. Ancak örnekleme yapılan istasyonlar büyük oranda oksijenli ortamda yer aldığı için lamina içeren örnekler sınırlı sayıdadır.

Karot örneklerinde yapılan analizlerde Ünite I ve Ünite II zaman dilimlerine karşılık gelen örneklerden elde edilen sonuçlar izleyen bölümlerde ayrıca sunulacaktır.

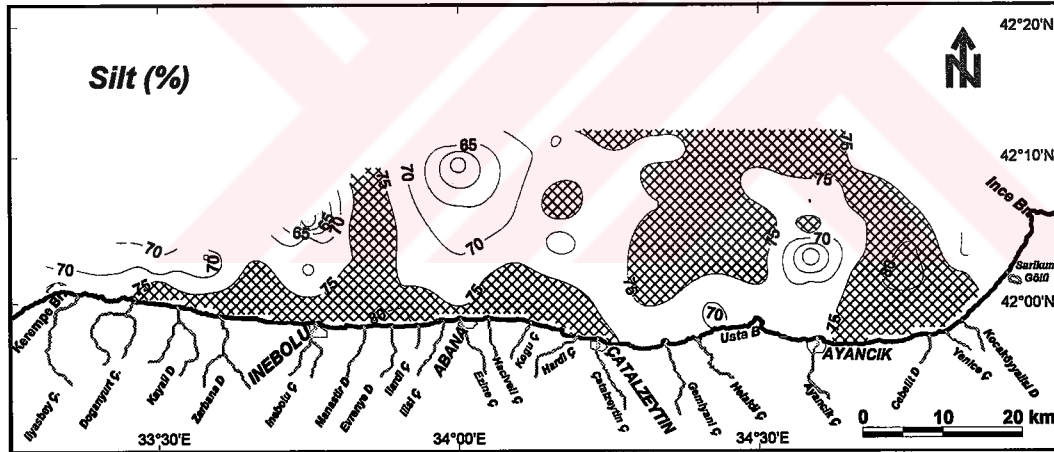
3.2 Yüzey Sedimentlerinin Dokusal Sınıflaması

Yüzey sedimentlerindeki kum yüzdeleri %2 ile %14 arasında (Şekil 3.1)

değişmektedir. Şelf genelinde %4 ile %6 arasında değişen kum yüzdeleri Kerempe yakınlarındaki kanyon üst sınırlarında ve Ayancık açıklarında yüksekçe değerler (%10) göstermektedir.



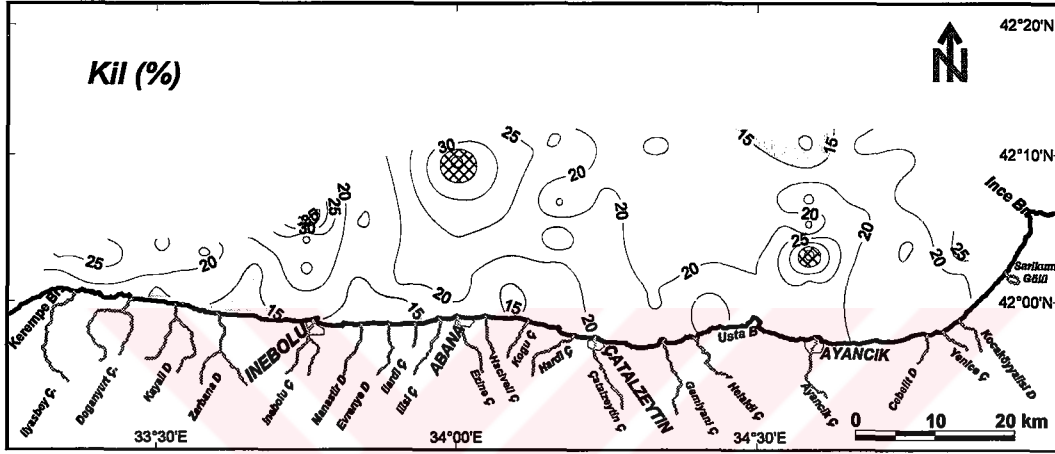
Şekil 3.1 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde kum yüzdesi dağılımları.



Şekil 3.2 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde silt yüzdesi dağılımları.

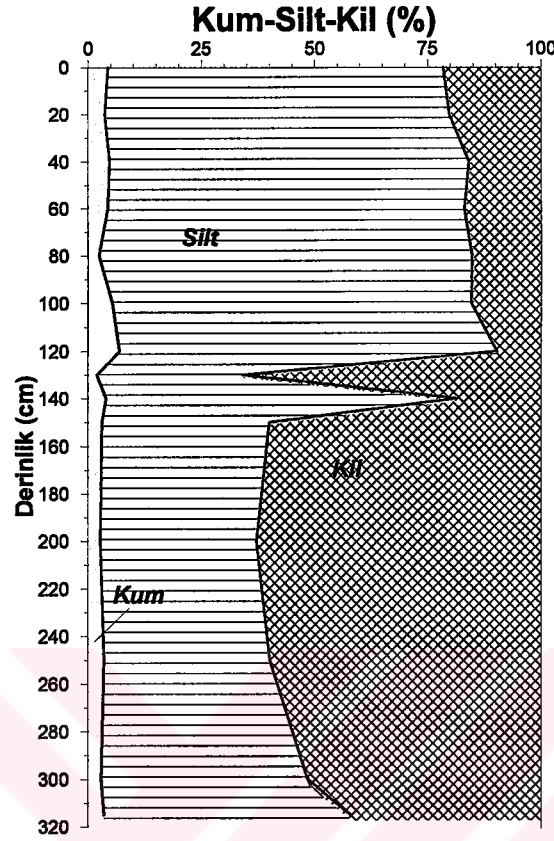
Batıda Doğanyurt önlerindeki kanyon civarında kara kökenli malzeme girdisi nedeniyle normal olan bu yüksek değerler Ayancık açıklarında anomali teşkil etmektedirler. Heriki karot örneğinde kum değerleri %5 civarında değişmekte ve genelde tüm karot boyunca %5'in üzerine nadiren çıkmaktadır. Maksimum, minimum ve ortalama kum yüzdeleri R302 ve R305 No'lu karotlar için sırasıyla %6.88, %1.87, %3.78 ve %5.78, %1.35, %3.45'tir. Derin sudan (940m) alınan R302 no'lu karot örneğinde tabandan itibaren 140cm karot derinliğine kadar

hemen hemen sabit olan kum yüzdesi bu seviyede yarı yarıya azalarak daha sonra karot için geçerli maksimum değerine ulaşmakta ve 80cm'de göreceli bir düşüşten sonra ani bir yükselmeye maksimuma yakın ($\sim 5\%$) değerlerde sabitlenmektedir (Şekil 3.4). 261m su derinliğinden alınan R305 no'lu karot örneğinde tabanda maksimum olan kum miktarı yüzeye doğru göreceli olarak azalarak 80cm'de minimuma düştükten sonra karot yüzeyinde yine maksimum değerlere ($\sim 5\%$) ulaşır (Şekil 3.5).



Şekil 3.3 Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde kil yüzdesi dağılımları.

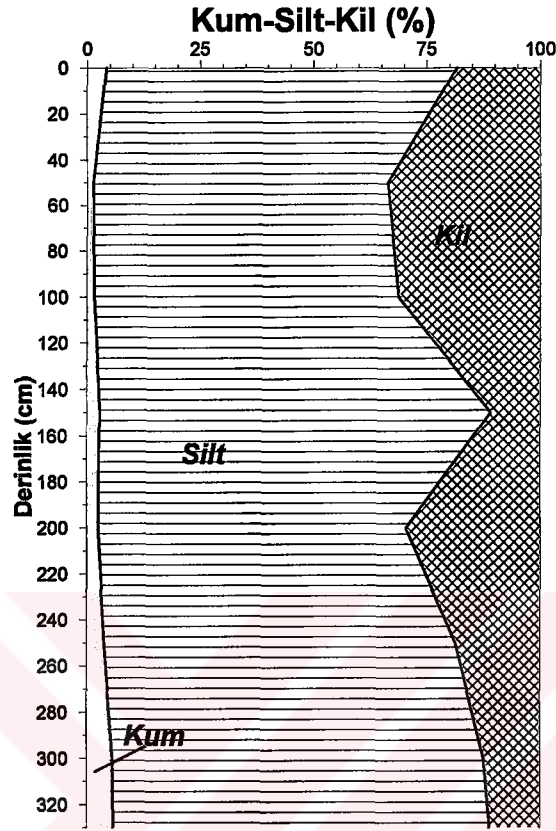
Yüzey sedimentlerindeki silt yüzdeleri yüksekçe olup $50\%-82\%$ arasında değişmektedir (Şekil 3.2). Silt dağılım haritasına bakıldığında açıktan kıyılara doğru genel bir artış eğilimi görülmektedir. Çalışma alanının orta açıklarında görülen 50% civarındaki değerler saha genelinde $70\%-75\%$ arasındadır. 80% 'nin üzerindeki silt içerikleri İnebolu'nun doğusunda Manastır ve Evrenye dereleri önlerinde ve Ince Burun - Ayancık Deresi hattının orta kesimlerinde yer almaktadır (Şekil 3.2). Maksimum, minimum ve ortalama silt yüzdeleri R302 ve R305 No'lu karotlar için sırasıyla 83.41% , 32.22% , 62.25% ve 86.3% , 60.02% , 75.19% 'dur. Sığ ortamdan alınan R305 No'lu karot örneğinde silt içeriğindeki değişimler ortalama değer civarında maksimum ve minimum arasındaki salınımlar şeklinde gerçekleşirken (Şekil 3.5), derin su ortamını temsil eden R302 no'lu karot örneğinde tabandan 150cm derinliğe kadar minimuma yakın değerlerde neredeyse sabit olan silt içerikleri bu seviyede ani bir ötelenme ile üst seviyelerde maksimum değerlere yakın içerikler göstermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 R302 karot örneğinde kum, silt ve kil dağılımları

Kil içerikleri %9 ile %45 arasında büyük bir değişim aralığı göstermektedir (Şekil 3.3). Silt dağılımının aksine kil içeriklerinde kıyıda açığa doğru genel bir artış eğilimi vardır. Bu eğilim kum içeriğinin yüksekçe olduğu Ayancık açıkları için geçerli görünmemektedir. Yüksek değerler (>%30) orta Abana açıklarındaki derin sularda, düşük değerler Doğanyurt ile Abana arasındaki sahil şeridinde (<%15) yer almaktadır. Çalışma alanı doğu yarısında Çatalzeytin-İnce Burun arasındaki kıyı yakınında %20 civarında ortalama kil dağılımı görülmektedir (Şekil 3.3). Maksimum, minimum ve ortalama kil yüzdeleri R302 ve R305 No'lu karotlar için sırasıyla %65.91, %9.71, %33.96 ve %33.61, %10.90, %20.72'dir. Sığ ortamdan alınan R305 No'lu karot örneğinde kil içeriğindeki değişimler silt dağılımına benzer şekilde ortalama değer civarında maksimum ve minimum arasındaki salınımlar şeklinde gerçekleşirken (Şekil 3.5), derin su ortamını temsil eden R302 no'lu karot örneğinde silt içeriklerinin dağılım eğiliminin aksine tabandan 150cm derinliğe kadar maksimuma yakın değerlerde artış eğiliminde kil

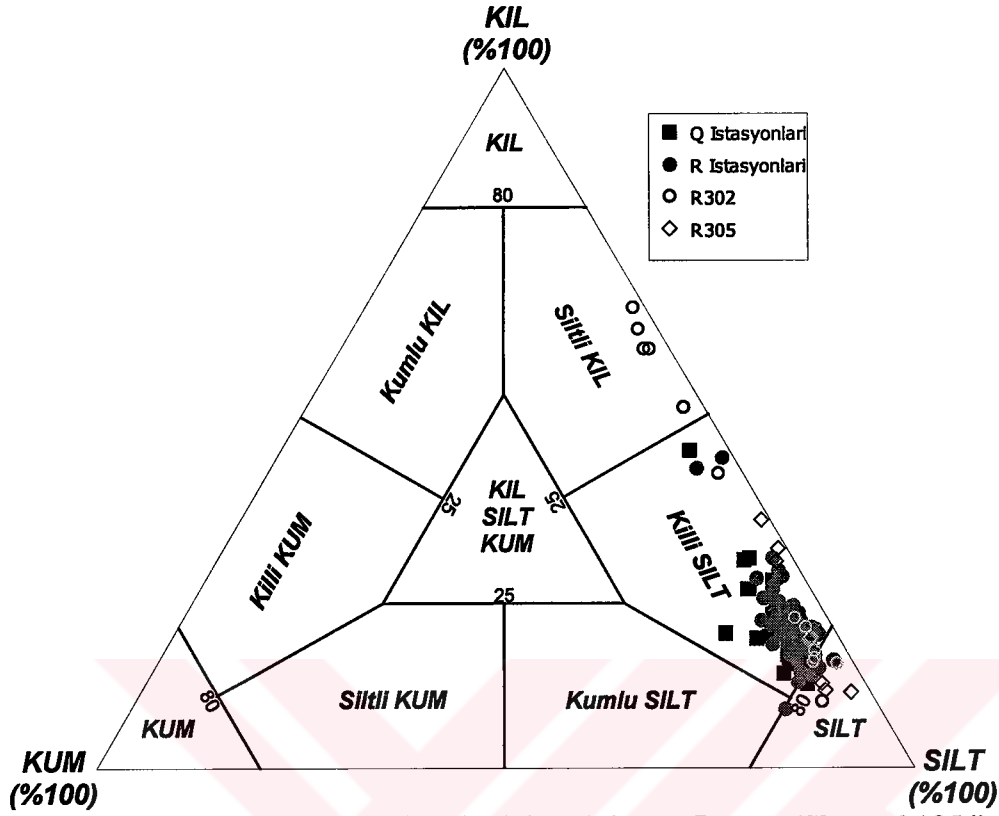
içerikleri bu seviyede ani bir ötelenme ile üst seviyelerde minimum değerlere yakın içerikler göstermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.5 R305 karot örneğinde kum, silt ve kil dağılımları

Kum, silt ve kil dağılımlarına ilişkin kapsamlı yorumlar Bölüm 3.5’de değinilen değerlendirme kapsamında verilmiştir.

Kum, silt ve kil ana bileşenlerini içeren Shepard (1954) dokusal sınıflamasına göre Orta Karadeniz Şelfi yüzey sedimentlerinin tamamına yakın bölümü killi silt olup dokusal sınıflandırma diyagramında silt sahasına yakın bölümde yoğunlaşma görülmektedir. Derin su ortamından alınan R302 no’lu karot örneğine ait örneklerden bir kısmı siltli kil alanındaki yegane değerler olurken R305 no’lu karota ait örneklerin tamamına yakın bölümü silt ve killi silt sınırı civarında yoğunlaşmıştır (Şekil 3.6).



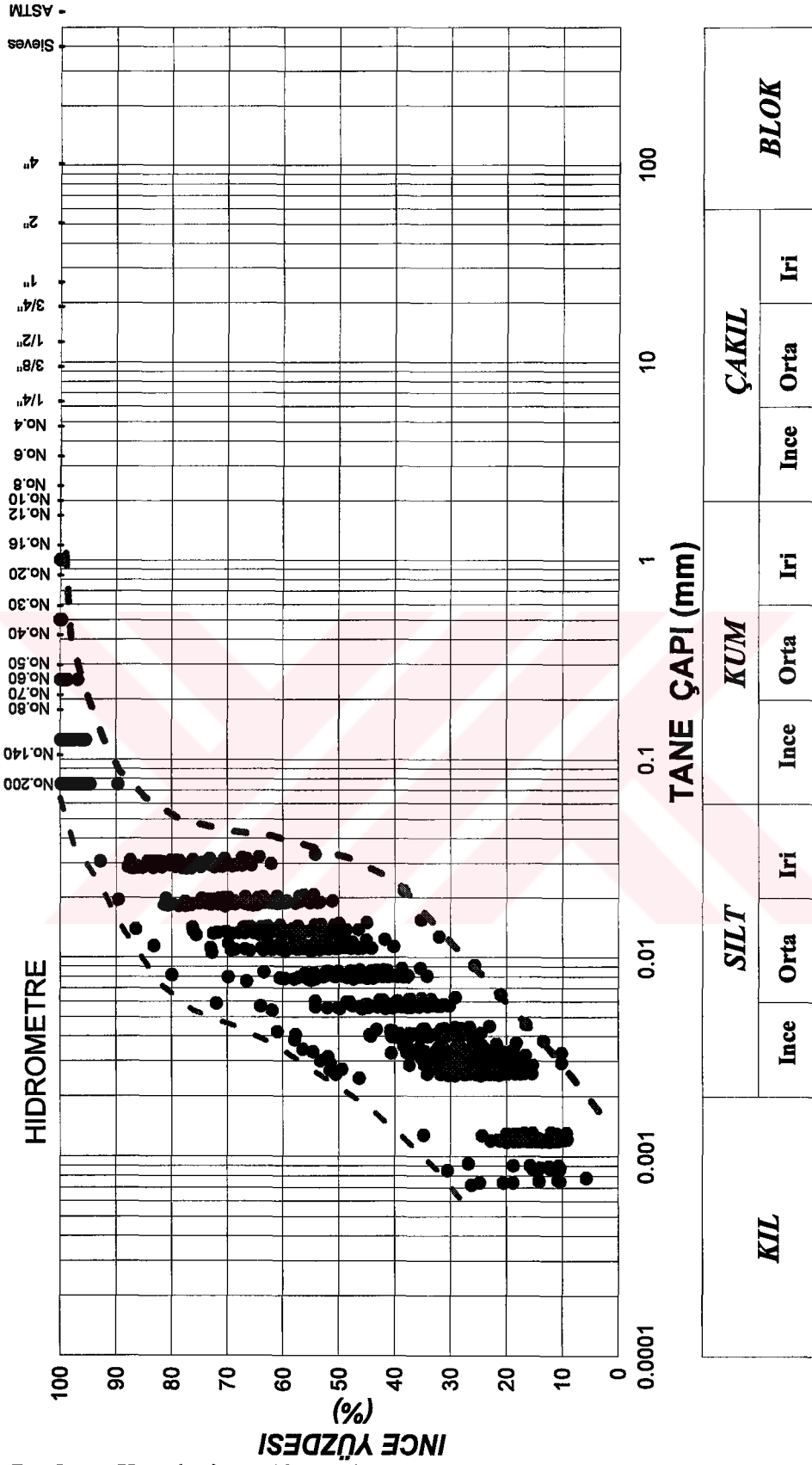
Şekil 3.6 Yüzey sedimentlerinin dokusal tip sınıflaması (Shepard 1954).

3.3 Tane Boyu İstatistiksel Parametreleri

3.3.1 Ortalama Tane Boyu

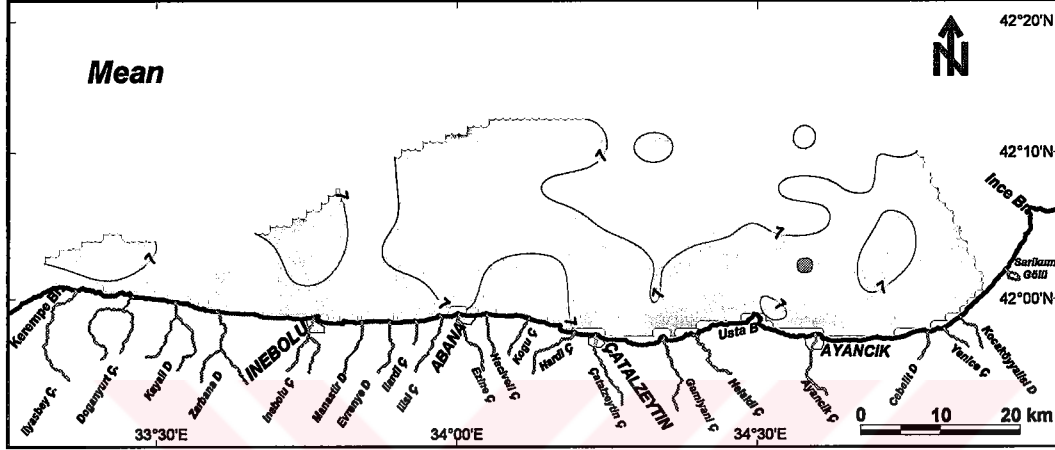
Her bir sediment örneğinin tane boyu dağılım parametreleri plotlandığında tüm değerler kil, silt ve ince kumdan oluşan başlıca üç tane boyu menziline yer almaktadır (Şekil 3.7). İncelenen tüm sediment örneklerinin hemen tamamına yakın bölümünde silt boyutu egemendir. Ortalama tane boyunun belirlenmesinde, uç değerlerin etkisini de kapsaması nedeniyle medyan ve moda göre tane boyu ölçütünü daha güçlü yansıtan “Mean” tane boyu ölçüsü tercih edilmiştir.

TANE BOYU DAĞILIMI



Şekil 3.7. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde tane boyu dağılımları.

Orta Karadeniz Şelf'inde 5.75 ile 8.53 arasında değişen mean tane boyu batıdan doğuya ve alanın doğu yarısında açıktan kıyıya doğru artma eğilimindedir. Şelfin hemen tamamını silt boyutlu taneler (ϕ 4-8) kaplamaktadır (Şekil 3.8). Çalışma bölgesinin doğusunda Ayancık Çayı açıklarında egemen olan kil boyutlu malzeme muhtemel bir depolanma merkezini göstermektedir.



Şekil 3.8. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde mean değerlerinin çalışma alanı genelindeki dağılımları.

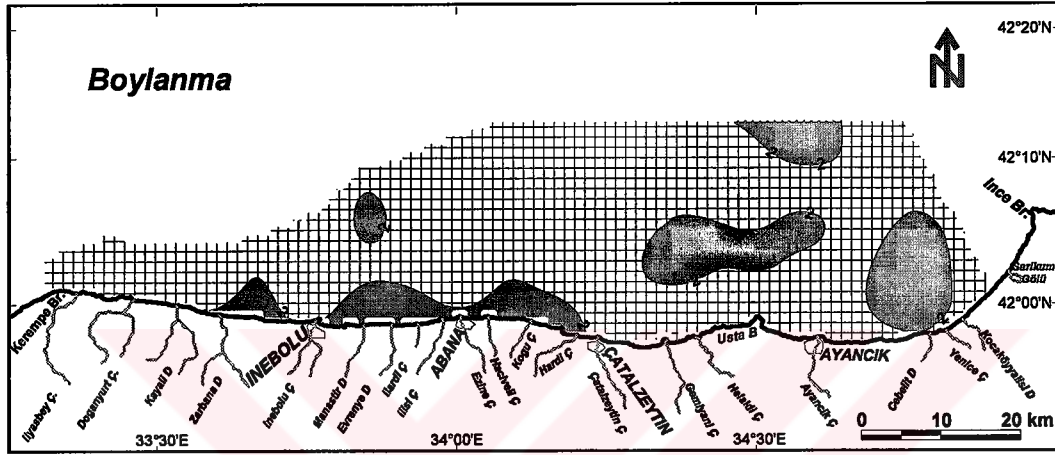
3.3.2 Standart Sapma (Boylanma, Sorting)

Standart sapma, tanenin taşınması ve depolanması süresince, akıntı hareketleri tarafından şekillendirilen birikimin birbirine benzeme derecesidir. Boylanma tanelerin aşınarak, parçalanarak aynı boya indirilmesi veya akışkan gücüne göre belirli boydaki tanelerin seçilmesi, diğerlerinin taşınarak ortamdan uzaklaştırılması ile gerçekleşir.

Nicel ölçüleri aşağıda verilen boylanma derecesi, tanelerin bileşimi, fiziksel ve kimyasal özellikleri, tane boyu, birikim ortamın enerjisi ve yoğunluğu tarafından denetlenmektedir.

	σ
Çok İyi Boylanmış	<0.35
İyi Boylanmış	0.35-0.50
Orta Boylanmış	0.50-1.00
Kötü Boylanmış	1.00-2.00
Çok Kötü Boylanmış	2.00-4.00

Çalışma alanında örneklenen sedimentlerin standart sapması (boylanma), 1.73-2.59 arasında değişmektedir ve Folk (1980) sınıflamasına göre iki grupta dağılım göstermektedir (Şekil 3.9). Çalışma alanı doğu yarısının açık-orta ve kıyı kesimlerinde yamalar halinde ve İnebolu Çatalzeytin arasında kıyı yakınlarında sedimentler 1.00-2.00 arası değerlerle kötü boylanma göstermektedir. Bunun dışındaki alanlarda ise 2.00-4.00 standart sapma değerleriyle çok kötü boylanmış sedimentler yer almaktadır.



Şekil 3.9. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde standart sapma (boylanma) değerlerinin çalışma alanı genelindeki dağılımları.

3.3.3 Skewness (Çarpıklık)

Skewness, tane boyu dağılım eğrisindeki simetrinin ince malzeme veya kaba malzeme lehine bozulmasıdır, diğer bir anlamda sedimentteki ince veya kaba tanenin baskınlığını gösterir. Folk (1980) skewness sınıflaması aşağıda verilmiştir.

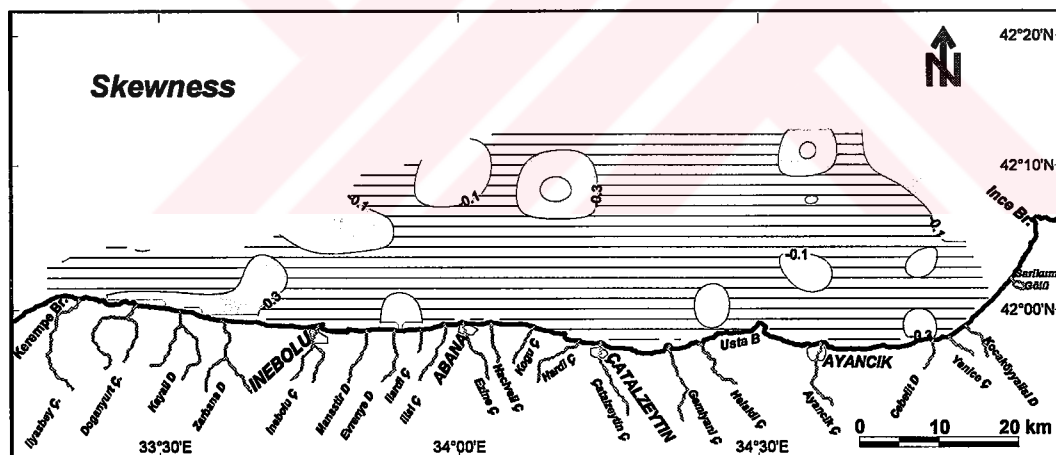
	S_k
Kuvvetli ince çarpıklık	+1.0 ile +0.3
İnce çarpıklığı	+0.3 ile +0.1
Yaklaşık bakışimli	+0.1 ile -0.1
Kaba çarpıklığı	-0.1 ile -0.3
Kuvvetli kaba çarpıklık	-0.3 ile -1.0

Skewness depolanma ortamı türünün saptanması için hassas bir parametredir (Friedman, 1967; Chappell, 1967). Tane boyu dağılım eğrisindeki ince malzemeyi

temsil eden kısım skewnessi etkilemektedir (Friedman, 1961). Tane boyu dağılım eğrilerindeki kuvvetli kaba çarpıklığı (negatif skewness) ortam enerjisinin yüksekliğinden dolayı ince malzemenin yıkanmasından kaynaklanabilmektedir. Ayrıca bölgeye ilave bir ince malzeme girdisinde skewness pozitif değerler gösterir (Mc Kinney & Friedman, 1970).

Orta Karadeniz Şelf sedimetlerinde hesaplanan skewness değerleri -0.8 ile 0.23 arasında değişmektedir (Şekil 3.10) ve Folk (1980) sınıflamasına göre üç grupta dağılım göstermektedir.

Batı sahillerinde ve orta kısım açıklarında <-0.30 değerlerle yamalı bir dağılım modeli veren kuvvetli kaba malzeme baskınlığı, çalışma alanı genelinde görülen kaba malzeme baskınlığına $(-0.10-0.30)$ geçiş göstermektedir. Çalışma alanı orta ve doğu kısımlarının açıklarında ve doğu yarısının kıyı ve orta kısımlarında parçalı olarak kaba-ince malzeme eşitliğine geçilmektedir.



Şekil 3.10. Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde skewness değerlerinin çalışma alanı genelindeki dağılımları.

3.4 Sediment Taşınma Yönü Modeli

Herhangi bir depolanma ortamında çökelen sedimentlerin tane boyu dağılımları çeşitli lokasyonlar arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Bu eğilim tanenin parçalanması, seçimli taşınımı gibi işlev farklılıklarından ve ayrıca lokal olarak

üretmiş sediment partiküllerinden sorumludur. Taşınma modeliyle ilişkili olabilen bazı özel tane boyu dağılımları, sadece eski ortamların incelenmesinde değil güncel ortamlardaki sediment hareketlerinin değerlendirmesinde de çok önemlidir (Gao & Collins, 1992).

Pekçok araştırmacı net sediment taşınımıyla ilgili tane boyu dağılımlarını tanımlamaya çalışmıştır. İlk araştırmalarda, tane boyunun, taşınım doğrultusuyla azaldığı kabul edilmiştir (Pettijohn et al., 1972). Bu türden bir tane boyu incelmesi her zaman geçerli değildir; plajlarda taşınma doğrultusunda hem incelme (Self, 1977), hem de kabalaşma (Nordstrom, 1981) gözlenmiştir. Bununla beraber, sadece tane boyu parametrelerini kullanarak net taşınma yolunu saptamada bazı belirsizlikler mevcuttur (Gao & Collins, 1992).

McLaren (1981) sediment taşınımıyla ilişkili olarak, mean, sorting ve skewness'deki değişiklikleri araştırmak amacıyla uygun bir model geliştirmiştir. Bu araştırmacı taşınma yolu boyunca biriken sedimentlerin ince veya kaba olabilmesine rağmen daha iyi sorting, ve daha yüksek pozitif skewness gösterebildiği sonucuna varmıştır. Bu model doğal sedimentler ortamları tamamen yansıtmamakla beraber, böyle bir çalışma taşınımın sebep olduğu mean, sorting, skewness kombinasyonlarında sistematik değişikliklerin olabileceğini göstermiştir. McLaren & Bowles (1985) bu modeli geliştirerek net taşınım doğrultusuyla ilişkili olması gereken iki durumu ileri sürmüştür; i) akıntının aşağı kısımlarındaki sedimentler daha iyi sorting, daha ince tane ve daha negatif skewness, ii) akıntının aşağı kısımlarındaki sedimentler daha iyi sorting, daha kaba tane ve daha pozitif skewness göstermektedir.

Gao & Collins (1991)'e göre, McLaren yöntemi tartışılmalıdır; bu yöntemde taşınma koşullarındaki tane boyu parametrelerinin dağılım modeli, taşınma olmadığından farklıdır. İşlem birkaç örnekleme hattında iki boyutlu olarak tekrarlanabilecekken McLaren yöntemi temelde bir boyutludur. Gao & Collins (1991), daha anlamlı olması için veriyi iki boyutlu olarak değerlendirmiştir, bu yöntemde göre; ilk aşamada yüksek sorting değerlerinden alçağa doğru çizilen vektör yönleri komşu lokasyon vektörleriyle kıyaslanmaktadır, daha sonra her bir

lokasyonda tek bir vektör kalacak şekilde diğerleriyle toplanmaktadır, son aşamada vektör ortalamaları alınarak verideki bozukluklar filtrelenmektedir.

Bu çalışmada sediment taşınma modelini kurmak için Gao & Collins (1992)'e ait yöntem kullanılmıştır. Mean, sorting ve skewness dikkate alındığında, bir noktadan (X_1) diğerine (X_2) net taşınımın olduğu kabul edilen iki tane boyu eğilimi ortaya çıkmaktadır;

Durum 1: $\sigma_1 \geq \sigma_2, \mu_1 \geq \mu_2$ ve $Sk_1 \leq Sk_2$

Durum 2: $\sigma_1 \geq \sigma_2, \mu_1 \leq \mu_2$ ve $Sk_1 \geq Sk_2$

σ : Sorting

μ : Mean

Sk: Skewness

1 ve 2 indisleri örnekleme istasyonlarını temsil etmektedir.

Örnekleme gridinde ilk aşama herbir örneği komşusuyla kıyaslayarak trend vektörlerini saptamaktır. Komşu istasyonu tanımlamak için örnekleme aralığını temsil eden karakteristik mesafe çok önemlidir. Eğer iki istasyon arasındaki mesafe karakteristik mesafeden küçük ise diğer istasyonlara ait tane boyu parametreleri dikkate alınır. İki istasyon arasında durum 1 ya da durum 2 trendlerinden herhangi biri mevcut ise daha yüksek sorting değerleriyle (vektör yönü yüksek sorting değerinden düşüğe doğrudur) istasyon için boyutsuz trend vektörleri saptanır.

Herbir örnekleme istasyonunda, birden fazla vektör büyüklüğü ortaya çıkabilir. Böyle bir istasyonda tek bir vektör oluşturmak için vektörler toplanır:

$$\bar{R}(x, y) = \sum_{i=1}^n \bar{r}(x, y)_i \quad (1)$$

n: istasyon için tanımlanan trend vektörü sayısı

$\bar{r}(x, y)$: trend vektörü

$\vec{R}(x, y)$: trend vektörleri toplamı

Toplama işlemiyle gerçek olmayan verilerin azaltılmasına rağmen, $\vec{R}(x, y)$ doğru değerlerin yanında gerçek dışı verileri de kapsamaktadır.

Her bir istasyonda vektör gürültülerini yok etmek için yuvarlatma işlemi uygulanır. Gerçek dışı verilere ait çeşitli bileşenlerin düzenli bir model göstermediği kabul edilmektedir. Bu yüzden gerçek dışı veriler komşu istasyon değerleriyle birlikte değerlendirilerek yok edilmektedir. Yuvarlatma işlemi aşağıdaki matematik eşitlikle yapılmaktadır:

$$\vec{R}_{av}(x, y) = \frac{1}{k+1} \left[\vec{R}(x, y) + \sum_1^k \vec{R}_j \right] \quad (2)$$

$\vec{R}_j$: (1) eşitliğiyle komşu istasyon için saptanmış toplam vektör

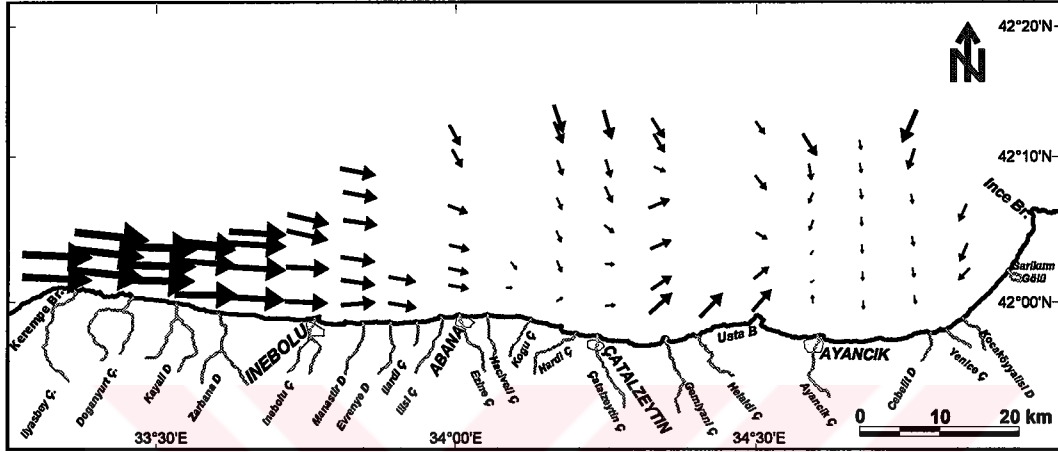
$\vec{R}_{av}(x, y)$: taşınma vektörü

Taşınma vektörü, bileşke vektörü oluşturur ve taşınma vektörlerinin düzenlenmesinde uygun bir model oluşturduğunda net taşınma yollarını temsil etmektedir.

Gao & Collins (1992)'nin sediment taşınım modelini kurmak için önerdiği matematiksel eşitliklerin, Orta Karadeniz Şelf sediment örneklerinde saptanan tane boyu parametrelerine uygulanması sonucunda belirlenen sediment taşınma yönleri ve büyüklükleri Şekil 3.11 de gösterilmiştir.

Orta Karadeniz şelfinde, sediment taşınmasının genelde batıdan doğuya doğru, azalan şiddette olduğu gözlenmektedir. Kerempe Burnundan itibaren Abana önlerine kadar kıyıya paralel ve alan geneli için maksimum şiddetli taşınma vektörleri doğuya yöneliktirler. Abana Çatalzeytin arasındaki bölgede açık denizden kıyıya doğru yönelik güneydoğu ve güney yönlü taşınma vektörleri ile birleşen bu vektörlerin şiddetleri minimum düzeye inmekte ve muhtemelen kıyıya yakın bir depolanma merkezi oluşumuna neden olmaktadır. Çatalzeytin ve Usta Burnu arasında taşınma vektör şiddetleri göreceli bir artışla kuzeydoğuya

yöneliktir. Usta Burun ve İnce Burun arasındaki tüm vektörler açıktan kıyıya yönelik olup güney yönlü bir taşınımı işaretlemektedir. Vektör şiddetlerinin son derece düşük olması Ayancık Çayı ile Cebelit Deresi arasındaki kıyı açıklığındaki kesimin Orta Karadeniz şelfinin önemli bir depolanma merkezi olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.11. Orta Karadeniz Şelfi sediment taşınma modeli

3.5 Sedimentolojik Değerlendirme

Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde yapılan tane boyu analizlerinin sonuçları 3.1-3.10 no'lu şekiller ve 3.1-3.3 no'lu tablolar kapsamında sunulmuştur. Çalışma alanındaki sedimentler siltli kil ve silt aralığında değişen ince taneli malzemelerden oluşan bir dokudadır. Sediment örneklerinin düşük olan kum fraksiyonları üzerinde yapılan mikroskopik etüdler değişen oranlarda terrijen ve biyojenik materyalin varlığını göstermiştir.

Pelecipod, gastropod ve bryozoalar temel biyojenik unsurları oluştururken, kuvars, feldspat, mika, metamorfik ve karbonat kaya parçacıkları terrijen kökenli materyali temsil etmektedirler.

Saha genelinde yüksekçe olan çamur (silt+kil) yüzdeleri çok sayıda akarsu kaynağından yüksek oranlarda sediment taşınımının olduğunu göstermektedir. Kum yüzdelerinin yüksekçe olduğu lokasyonlar topoğrafik özelliklerin yanında

muhtemel yüksek enerji koşulları ile ilişkilidir. Batıda Doğanyurt ve doğuda İnce Burun kuzeybatısındaki derin sularda yer alan bu lokasyonlar sediment taşınım modeline göre kuvvetli taşınma vektörleri ile karakteristiktir (Şekil 3.11). Bu yörelerde yüksek kum yüzdelерinin saptanması düşük deniz koşullarında bu ortamlara taşınmış iri taneli malzemenin akıntılar etkisiyle yeniden işlenmesi şeklinde açıklanabilir.

Derin sulardaki değerler hariç tutulduğunda ince taneli malzemenin genelde çalışma alanı doğusunda yüksekçe olması sediment taşınım modeli sonuçlarıyla uyum göstermektedir. Şekil 3.11’de verilen sediment taşınım modeli İnce Burun ile Usta Burnu arasındaki hattın çalışma alanı için karakteristik depolanma ortamı olduğunu önermektedir.

Karot örneklerindeki tane boyu dağılımları R305’te ortalama değerler civarında salınımlar göstermesine karşın R302’de özellikle silt ve kil içeriklerinde belirgin değişimler göstermektedir. R302 no’lu karotun üst bölümünde görülen lamine birimlerin başladığı seviye olan 120cm’nin hemen altında tane boyu dağılımında görülen bu ani değişikliğin deniz ortamında meydana gelen önemli değişikliklerle yakından ilişkili olması muhtemeldir. Bu konudaki yorumlar izleyen bölümlerdeki bulgular ile birlikte yapılacağından burada sadece konunun önemine değinmekle yetinilmiştir.

Tablo 3.1 Yüzey sediment örneklerinin tane boyu verileri, karbonat ve org-C içerikleri

İstasyon	Mean	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Karbonat (%)	Org-C (%)	Sınıflama
Q202	7.31	8.12	66.3	25.61	24.08	0.72	Killi SİLT
Q204	6.61	7.82	75.8	16.4	20.87	0.73	Killi SİLT
Q251	7.23	5.58	71.1	23.28	22.74	1.16	Killi SİLT
Q252	7.67	5.83	64.3	29.88	21.66	0.73	Killi SİLT
Q254	6.95	6.86	71.3	21.89	20.28	0.91	Killi SİLT
Q301	6.72	10.3	70.9	18.77	20.04	0.77	Killi SİLT
Q303	7.16	7.74	66.6	25.67	19.31	0.88	Killi SİLT
Q304	6.54	7.2	77.8	14.99	19.34	0.84	Killi SİLT
Q351	6.89	5.77	76	18.26	21.68	1.06	Killi SİLT
Q352	7.54	6.34	63.9	29.8	20.77	0.58	Killi SİLT

Tablo 3.1 Yüzey sediment örneklerinin tane boyu verileri, karbonat ve org-C içerikleri (devamı)

İstasyon	Mea n	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Karb onat (%)	Org- C (%)	Sınıflama
Q353	6.75	13.8	66.7	19.49	23.2	0.76	Killi SİLT
Q354	6.57	7.66	76.5	15.9	20.42	0.94	Killi SİLT
Q401	7.11	5.32	73.4	21.26	21.68	1.24	Killi SİLT
Q402	6.99	6.88	73.8	19.35	22.21	0.72	Killi SİLT
Q403	6.29	9.5	76.6	13.86	20.22	0.83	Killi SİLT
Q404	6.63	5.97	79.3	14.7	19.81	1.01	Killi SİLT
Q451	8.14	5.3	49.5	45.25	23.29	0.75	Killi SİLT
Q453	6.81	8.65	72.3	19.03	23.13	0.9	Killi SİLT
Q454	7.61	4.33	68.8	26.89	21.45	1.1	Killi SİLT
Q455	6.81	6.42	76.5	17.1	21.12	0.98	Killi SİLT
Q501	6.61	6.88	77.9	15.23	22.2	1.47	Killi SİLT
Q503	6.71	8.28	76.6	15.09	47.38	0.9	Killi SİLT
Q504	6.8	5.84	79.9	14.26	22.57	0.92	Killi SİLT
Q505	6.89	6.87	75.3	17.89	21.63	0.69	Killi SİLT
Q506	6.53	6.64	79.7	13.68	21.1	0.83	Killi SİLT
Q507	6.59	6.59	79.1	14.35	20.97	1.03	Killi SİLT
Q556	7.2	4.28	74.4	21.36	21.7	0.97	Killi SİLT
Q557	6.27	7.38	80.3	12.33	22.46	0.7	SİLT
R001	7.25	5.37	70.5	24.18	22.29	1.59	Killi SİLT
R003	8.11	5.74	51.4	42.87	23.38	0.64	Killi SİLT
R004	7.39	6.19	66.7	27.17	23.12	1.02	Killi SİLT
R005	7.18	6.76	68.9	24.39	23.22	0.7	Killi SİLT
R006	7.1	5.32	75	19.65	23.52	0.59	Killi SİLT
R007	7.41	4.87	72.5	22.67	23.56	0.97	Killi SİLT
R056	6.91	6.03	76.2	17.79	23.86	1.05	Killi SİLT
R057	6.55	7.48	78.5	14.06	23.79	1.11	Killi SİLT
R101	6.75	5.12	79.7	15.22	22.48	1.6	Killi SİLT
R102	7.44	4.88	69.1	25.98	24.48	1.01	Killi SİLT
R103	7.28	4.55	73.4	22.09	24.55	0.59	Killi SİLT
R104	6.47	6.31	80.2	13.5	21.39	0.73	SİLT
R105	7.73	2.86	67.1	30.03	23.08	0.84	Killi SİLT
R106	6.75	8.96	73.2	17.8	23.25	0.99	Killi SİLT
R107	6.92	4.67	78.2	17.16	22.1	1.01	Killi SİLT
R151	7.01	4.53	76.7	18.73	22.59	1.42	Killi SİLT
R152	6.96	6.63	74.2	19.16	24.08	1.14	Killi SİLT
R153	6.88	7.81	71.6	20.56	23.76	0.94	Killi SİLT
R154	6.93	6.74	72	21.23	23.16	0.63	Killi SİLT
R155	7.32	4.59	73	22.45	22.92	1.22	Killi SİLT
R156	7.35	3.59	74.1	22.34	23.55	0.63	Killi SİLT
R201	6.77	6.48	76.8	16.68	22.3	1.77	Killi SİLT

Tablo 3.1 Yüzey sediment örneklerinin tane boyu verileri, karbonat ve org-C içerikleri (devamı)

İstasyon	Mea n	Ku m (%)	Silt (%)	Kıl (%)	Karbo nat (%)	Org- C (%)	Sınıflama
R202	7.16	6.23	70.9	22.85	24.23	0.84	Kıllı SİLT
R203	6.65	7.01	77.4	15.56	23.75	1.21	Kıllı SİLT
R204	7.05	5.46	74.8	19.75	22.29	0.5	Kıllı SİLT
R205	6.66	4.95	80.2	14.8	21.31	0.95	SİLT
R206	7.28	2.79	77.3	19.96	21.82	1.07	Kıllı SİLT
R207	6.92	5.64	74.8	19.54	22.13	0.54	Kıllı SİLT
R257	7.64	3.07	68.9	28.05	24.14	0.8	Kıllı SİLT
R305	7.08	4.22	77.4	18.38	21.79	1.55	Kıllı SİLT
R307	6.85	6.78	73.6	19.6	22.06	0.86	Kıllı SİLT
R308	6.96	5.03	77.7	17.23	23.34	0.87	Kıllı SİLT
R309	7.23	3.06	76.8	20.11	22.1	0.94	Kıllı SİLT
R310	6.93	7.23	71.7	21.05	24.34	0.34	Kıllı SİLT
R352	5.75	11.9	79.4	8.78	24.29	0.55	Kumlu SİLT
R353	6.67	7.48	76.1	16.47	23.82	0.56	Kıllı SİLT
R354	7.68	3.56	69.3	27.1	21.72	0.78	Kıllı SİLT
R355	6.35	8.39	79.2	12.37	22.42	0.79	Kıllı SİLT
R356	8.53	1.9	53.8	44.32	21	0.86	Kıllı SİLT
R357	7.19	5.19	71.1	23.71	20.93	1.11	Kıllı SİLT
R358	7.26	3.78	73	23.23	23.79	0.91	Kıllı SİLT
R402	7.07	5.41	73.6	20.99	23.76	0.56	Kıllı SİLT
R403	6.76	7.17	75	17.81	23.09	1.08	Kıllı SİLT
R404	7.07	4.86	76.4	18.78	23.34	0.84	Kıllı SİLT
R405	7.13	4.08	74.3	21.58	22.37	0.88	Kıllı SİLT
R406	6.9	6.31	74	19.65	21.59	0.95	Kıllı SİLT
R407	6.91	4.6	79.1	16.34	22.28	1	Kıllı SİLT
R408	7.06	4.1	77.2	18.65	22.55	0.88	Kıllı SİLT
R452	7.04	8.63	70.2	21.18	42.99	0.52	Kıllı SİLT
R453	6.9	7.29	73.4	19.29	24.52	0.93	Kıllı SİLT
R454	7.23	3.87	74.9	21.26	23.86	0.77	Kıllı SİLT
R455	6.75	5.05	80.5	14.42	22.94	0.88	SİLT
R456	7.11	2.8	81.7	15.46	22.9	1.01	SİLT
R457	7.16	2.57	78.3	19.15	24.47	0.88	Kıllı SİLT
R503	7.53	4.96	69.4	25.6	24.25	0.91	Kıllı SİLT
R504	7.61	3.08	69.6	27.28	22.82	0.88	Kıllı SİLT
R505	7.03	4.63	76.2	19.19	23.13	0.8	Kıllı SİLT

Tablo 3.2 R302 No'lu karot örneklerinin tane boyu verileri. karbonat ve orgC içerikleri

Karot No	Derinlik k (cm)	Mean Φ	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Karbonat (%)	Org-C (%)	Sınıflama
R302	0	7,25	4,37	74,05	21,58	23,5	2,36	Kıllı SİLT
R302	20	7,065	4,52	76,13	20,22	23,38	2,36	Kıllı SİLT
R302	40	6,88	4,67	79,42	15,91	20,37	2,54	Kıllı SİLT
R302	60	6,86	4,25	78,82	16,93	21,09	2,69	Kıllı SİLT
R302	80	6,84	2,35	82,49	15,16	20,63	3,04	SİLT
R302	100	6,68	5,34	79,36	15,3	18,95	6,48	Kıllı SİLT
R302	120	6,48	6,88	83,41	9,71	48,56	3,21	SİLT
R302	130	9,6	1,87	32,22	65,91	17,68	1,71	Siltli KİL
R302	140	9,32	3,97	77,46	18,57	22,64	1	Kıllı SİLT
R302	150	9,04	2,99	37,02	59,99	15,71	1,17	Siltli KİL
R302	200	9,06	2,69	34,42	62,89	16,89	0,98	Siltli KİL
R302	250	9,08	3,51	36,62	59,87	15,03	0,85	Siltli KİL
R302	300	8,62	2,92	45,58	51,5	16,62	0,9	Siltli KİL
R302	315	8,16	3,51	54,54	41,95	14,79	0,98	Kıllı SİLT

Tablo 3.3 R305 NO'lu karot örneklerinin tane boyu verileri. karbonat ve org-C içerikleri

Karot No	Derinlik (cm)	Mean Φ	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Karbonat (%)	Org-C (%)	Sınıflama
R305	0	7,08	4,22	77,40	18,38	21,79	1,55	Kıllı SİLT
R305	50	7,49	1,35	65,03	33,62	24,56	1,77	Kıllı SİLT
R305	100	7,9	1,58	67,22	31,2	22,11	1,64	Kıllı SİLT
R305	150	7,84	2,79	86,30	10,91	21,59	1,38	SİLT
R305	200	7,78	2,49	67,96	29,55	20,64	1,24	Kıllı SİLT
R305	250	7,13	3,81	77,60	18,59	20,75	0,49	Kıllı SİLT
R305	300	6,58	5,63	82,01	12,36	21,75	0,54	SİLT
R305	330	6,48	5,78	83,05	11,17	21,94	0,63	SİLT

BÖLÜM DÖRT

ORTA KARADENİZ ŞELF VE KITA YAMACI SEDİMENTLERİNDE ORGANİK KARBON

4 Orta Karadeniz Şelf Sedimentlerinde Organik Karbon

4.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinde Organik Karbon Dağılımı

Teorik olarak denizel ortamdaki organik madde otokton ve allokton olmak üzere iki kaynakla ilişkilidir. Otokton bileşenler, ekosistemdeki fitoplankton, makrofit, bentik - pelajik fauna ve bakterileri içeren organik girdilerden kaynaklanmaktadır. Planktonların fotosentezi denizel organik maddenin ana kaynağıdır ve denizlereki birincil üretimin % 90'ından fazlasını oluşturabilir (Nienhuis, 1981). Planktonların bolluğu ve dağılımı nutrientlerin bolluğuna bağlıdır (Ward, 1985).

Allokton bileşenler, deniz dışı kaynaklıdır ve denize başlıca nehirler ve rüzgar ile taşınmaktadır, karasal bitki ve toprak artıklarına ilave olarak şehir ve endüstriyel boşalımlar gibi insan kökenli girdileri kapsamaktadır. Kara kökenli organik madde, çözünmüş organik bileşenler ve askıdaki parçacıklardır.

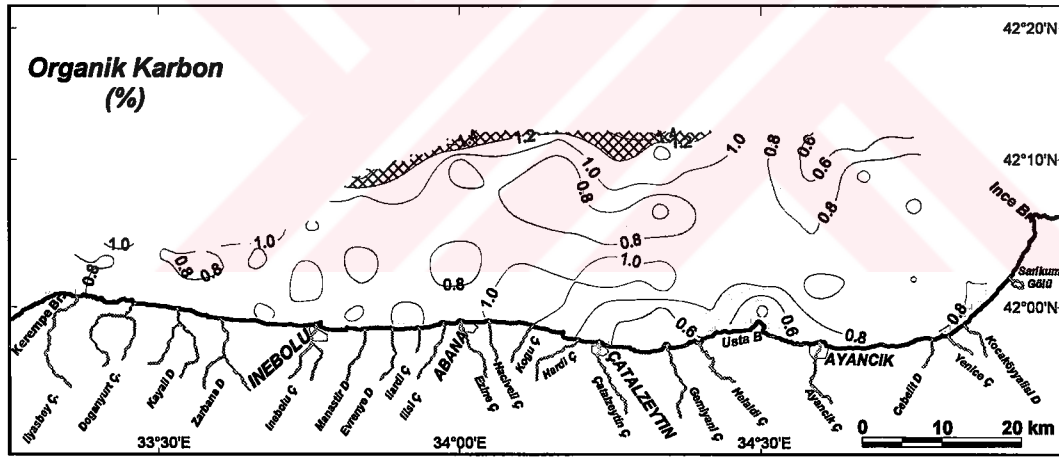
Organik madde sedimentasyonu başlıca, besin zinciri ve su filtreleyerek besin toplayan organizmaların sebep olduğu aktif taşınma, çözünmüş organik maddenin mineral parçacıklarına bağlanması veya organik kolloidlerin pıhtılaşması tarafından denetlenir (Bordovskiy, 1965). Denizel ortamda organik madde, önemli mikrobik bozulmaya uğrayabilir, daha sağlam moleküllerce zenginleşebilir.

Dünya genelinde, ortalama organik madde değerleri şeyllerde %2.1, karbonatlarda % 0.29 ve kumtaşlarında % 0.05 dir. Tüm dünya sedimentlerinde

saçılmış olarak bulunan organik madde miktarı total 3.8×10^{15} tondur ve bunun 3.6×10^{15} tonu şeyllere aittir (Degens, 1965).

Çalışma alanından alınan yüzey örneklerinde toplam organik karbon içerikleri %0.34 ile %1.77 (ortalama %0.9) arasında değişmektedir (Şekil 4.1, Tablo 3.1). Bu değerler Güney Karadeniz için daha önce saptanmış olan verilerle uyumludur (%1-2, Rozanov et al., 1974; Shimkus & Trimonis, 1974; %0.4-4.0, Duman, 1992; %0.13-3.09, Yücesoy & Ergin, 1992) ancak Ege Denizi ve Akdeniz için saptanmış olan değerlere göre yüksektir (%0.28-0.80; Emelyanov, 1972; Voitsinou-Taliadouri & Satsmadjis, 1982).

Bu farklılık genelde Karadeniz’de nisbeten yüksek ($52-250 \text{ gm}^{-2}\text{yıl}^{-1}\text{C}$; Sorokin, 1964) fakat Ege Denizi ve Akdeniz sularında düşük ($24-25 \text{ gm}^{-2}\text{yıl}^{-1}\text{C}$; Murdoch & Onuf, 1974) olan birincil üretim oranlarıyla açıklanabilir.



Şekil 4.1 Orta Karadeniz şelfinde organik karbon dağılımı

Yüzey sedimentleri genelinde çalışma alanı açıklarında yüksekçe olan toplam organik karbon ($>1\%$) değerlerinin Karadeniz’in anoksik olan derin su ortamıyla ilişkili olduğu saptanmıştır (Şekil 4.1). Organik karbon değerlerinin S ile yüksek (0.72) korelasyonlar (Ek 4) vermesi bu görüşü kanıtlar niteliktedir. Oksijenli ortam içersinde yüksekçe olan toplam organik karbon değerlerinin ($\sim 1\%$) sediment taşınım modeli çalışmaları kapsamında saptanmış olan depolanma alanlarında yoğunlaştığı tesbit edilmiştir. Toplam organik karbon değerleri kum ve kil boyutlu malzeme ile negatif korelasyonlar vermesine karşın çok düşük

(0.20) de olsa pozitif korelasyonlar vermesi organik maddenin en azından belirli bir bölümünün kara kökenli olduğunu önermektedir. Yüksekçe değerlerin gözlendiği sözkonusu depolanma merkezlerinde iyi korunmuş olmaları, mikrobik parçalanmaya karşı kara kökenli organik maddenin denizel organik maddeye göre daha dirençli olduğunu göstermektedir Glenn & Arthur, (1985).

4.2 Orta Karadeniz Karot Örneklerinde Organik Karbon Dağılımı

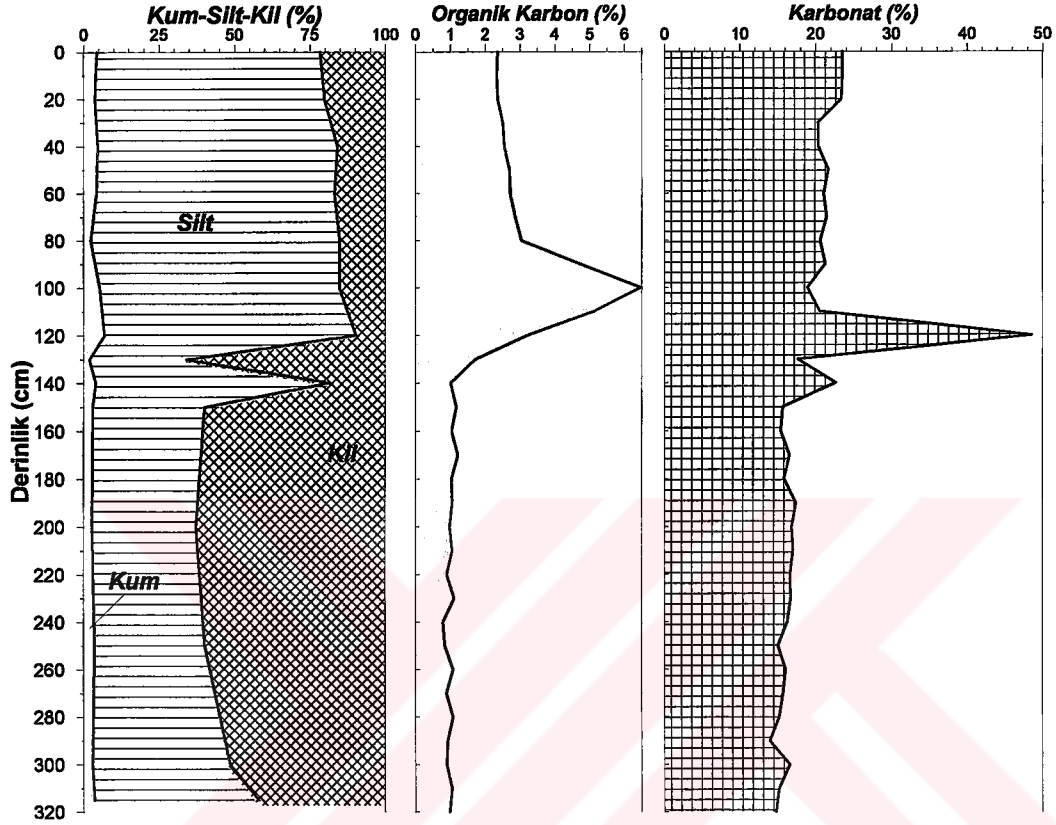
Depolanma esnasında ve depolanan sedimentin gömülme öncesinde oluşan fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere erken diyajenez adı verilir (Brooks, 1978).

Erken diyajenez sırasında organik maddenin bozunmasında temel faktörler, biyolojik unsurlardır; bunların en önemlileri bentik fauna ve mikroorganizma bolluğudur (Bordovskiy, 1965). Organik madde bozunmasındaki en önemli unsur olan bakteriler, sedimentin artan derinliği ile sayı ve tip olarak değişim gösterirler (Bordovskiy, 1965; Moore, 1969; Brooks, 1978). Bakteriler ve sebep olduğu bozunma, aktif yeniden işlenme zonu olan sediment yüzey kısımlarında çok boldur (Bordovskiy, 1965).

Yeniden işlenme zonunun aşağısında, sediment serbest oksijen içermez ve aerobik bakteriler logaritmik olarak azalır. Bu zonda sülfat iyonlarının bakteriyal indirgenme reaksiyonları en iyi yüzeyin 50 cm aşağısında gelişir ve 10 m ye kadar devam eder, zonun ilk birkaç santimetresindeki biyoturbasyon sülfat aktivite seviyesini kontrol etmede büyük rol oynamaktadır. Biyolojik sülfat indirgenmesi anoksik bir işlemdir, ancak diyajenetik ortamlarda olağandır (Leeder, 1992). Sonuç olarak; genellikle organik madde miktarları derinlikle azalır.

R302 No'lu karota ait sediment örneklerinde toplam organik karbon miktarları %1.93 ortalama değerle % 0.78-6.47 arasında değişmektedir (Şekil 4.2, Tablo 3.2). Karotun taban ve 120cm arasındaki seviyelerde %1 civarındaki minimum değerler gözlenirken, 120cm'den başlayan ani artışlarla 20cm lik bölüm içersinde maksimum değerlere ulaşılır. 100cm den itibaren hızla azalan toplam organik

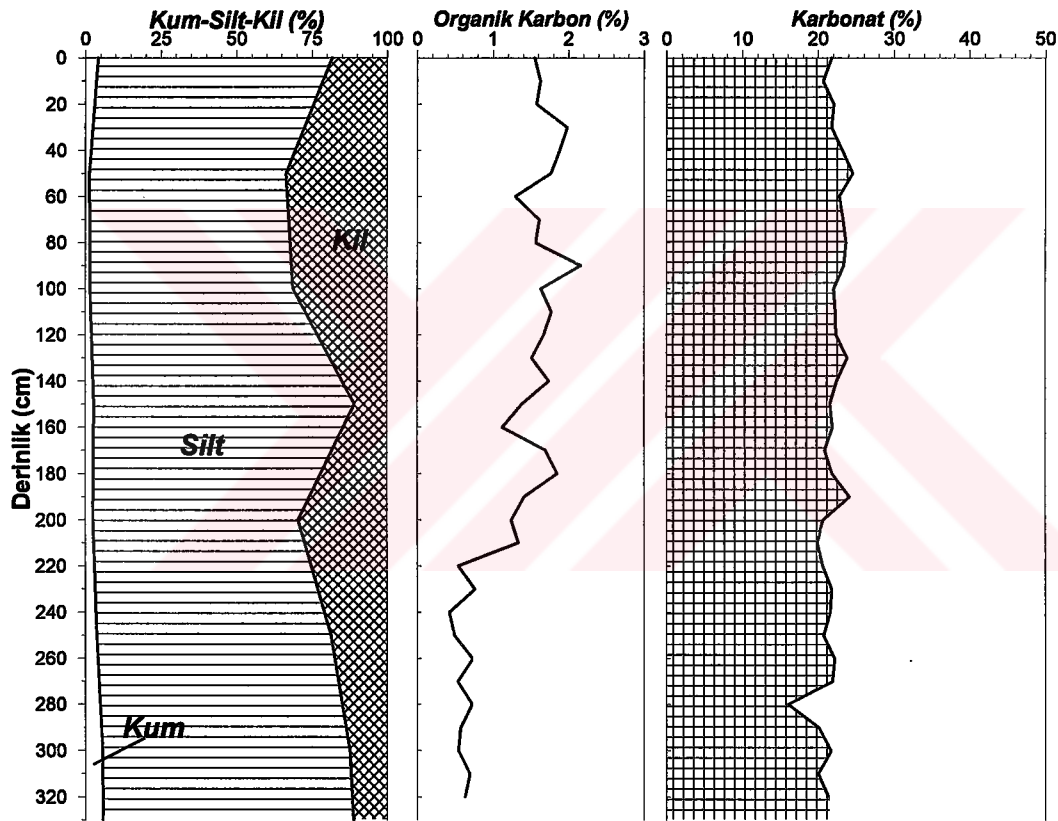
karbon değerleri yüzeye yaklaştıkça ortalama değer civarında konsantrasyonlar gösterir.



Şekil 4.2 R302 no'lu karotta organik karbon ve karbonat dağılımı

Toplam organik karbon dağılımı izleyen bölümlerde kapsamlı olarak değinilecek olan element analiz sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde; karot örneğinin alındığı su derinliğinde (940m) anoksik ortama geçiş dönemine ilişkin önemli bulgulara erişilmektedir. Bu aşamada 120cm'lerde meydana gelen aşırı toplam organik karbon içeriği artışının tamamen anoksik ortam koşullarına geçişle ilişkili olduğu önerisiyle yetinilmiş olup bu konudaki detay tartışmalar element analiz sonuçlarıyla birlikte yapılacaktır. 120cm'nin altındaki toplam organik karbon dağılımı karakteristik şelf verileriyle uyumlu olup oksijenli ortamda gelişen bir depolanmayı önermektedir.

Toplam organik karbon değerlerinin kum ve silt boyutlu malzeme ile yüksek sayılabilecek korelasyonlar vermesi (sırasıyla 0,57 ve 0,60; Ek 5) bu lokasyonda gözlenen toplam organik karbonun önemli bir kısmının kara kökenli olduğunu önermektedir. Karadeniz baseni yüzey sedimentlerine ilişkin çalışmaları kapsamında Deuser (1972), Calvert & Fontugne (1987) nin sapropel içerisindeki terrijen kaynaklı $\delta^{13}\text{C}$ 'a ilişkin bulguları da gözönünde tutulduğunda burada saptanmış bulunan yüksek organik karbonun Hay (1988) in de önerdiği gibi dış kaynaklı organik maddeden kaynaklandığı görüşü ağırlık kazanmaktadır.



Şekil 4.3 R305 no'lu karotta organik karbon ve karbonat dağılımı

R305 No'lu karota ait sediment örneklerinde toplam organik karbon miktarları %1.27 ortalama değerle % 0.42-2.16 arasında değişmektedir (Şekil 4.3, Tablo 3.3). Karotun taban ve 220cm arasındaki seviyelerde %0.6 civarındaki minimum değerler gözlenirken, 210-220cm'lerde başlayan ötelenmelerle %1-2 arasında yüksek değerlere ulaşmaktadır. Toplam organik karbon değerlerindeki bu ötelenmenin diğer karot örneğinde olduğu gibi burada da anoksik koşulların

yerleşmesiyle ilişkili olduğu önerilmektedir.

Bu karot örneğindeki toplam organik karbon değerleri R302 no'lu karot örneğinin aksine yalnızca kil boyutlu malzeme ile pozitif korelasyon (0.64; Ek 6) vermektedir. Buradan hareketle sık ortamda yer alan bu lokasyondaki organik maddenin önemli bir bölümünün denizel olabileceği önerilmiştir.



BÖLÜM BEŞ

ORTA KARADENİZ ŞELF VE KITA YAMACI SEDİMENTLERİNİN KARBONAT İÇERİĞİ

5 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinin Karbonat İçeriği

5.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinde Karbonat Dağılımı

Orta Karadeniz Şelfi ve kıta yamacı yüzey sedimentlerinde toplam karbonat içeriği %19.3-%47.4 (ortalama %23.1) arasında değişmektedir (Şekil 5.1, Tablo 3.1). Alan genelinde ortalama değer civarında dağılım gösteren toplam karbonat içerikleri İnebolu ve İnce Burun açıklarındaki birkaç istasyonda maksimum değerlerle karakteristiktir. Çalışma alanı batısında kıyıdan açığa doğru artış gösteren dağılım modeli doğu bölümde karbonat değerlerinin kıyı ve açıktan şelf ortalarına doğru azalma eğiliminde olduğunu göstermektedir. Ek 3'te verilen korelasyon katsayıları matrisinde toplam karbonat tane boyu parametreleriyle önemli korelasyonlar vermemekle birlikte kum ve kil ile çok düşük pozitif korelasyonlar göstermektedir. Buradan kara kökenli ve denizel karbonat

Yüksek karbonat değerlerinin derin sulardan alınan örneklerde yer alması bu şelfin sığ bölümlerine kıyasla daha hareketsiz olan derin su ortamlarına yüzeyden çökelen denizel karbonatların daha iyi korunduğunu önermektedir. Bunun yanında sözkonusu yüksek değerlerin Karadeniz genelinde su ortamına ait oksik anoksik sınırın yakınlarında yer alan ve partiküllerce zengin olan katmanın deniz tabanına temas ettiği zonlarda gözlenen element zenginliği ile de ilişkili olduğu gözönünde bulundurulmalıdır (Kempe et al., 1991).

Çalışma alanı doğu kıyısına yakın bölümlerde yer alan yüksek değerlerin kara kaynaklı karbonatlarla ilişkili olduğu önerilebilir. Batı sahillerinde gözlenen minimum değerlerin bu yöredeki akarsu deşarjlarıyla yakından ilgisi olduğu sanılmaktadır. Düşük değerlerin özellikle Doğanyurt Çayı, Kayalı Dere ve Zarbana Derelerinin önlerinde yer alması bu derelere normal yüklerinin dışında girdilerin olduğunu önermektedir.

5.2 Orta Karadeniz Karot Örneklerinde Karbonat Dağılımı

İstasyon no R302 karotu sediment örneklerinde toplam karbonat miktarının % 19.17 lik ortalama değer ile %14.01-48.56 arasında değiştiği saptanmıştır (Şekil 4.2, Tablo 3.2). Karotun tabanı (320cm) ile 130cm arasındaki seviyelerde %20'nin altında ve ortalama değer civarında karbonat içerikleri yer almaktadır. 130cm de ani bir artışla 120cm de karot genelindeki maksimum değere ulaşıldıktan sonra 110cm'den itibaren ortalama değer üzerinde olan karbonat içerikleri saptanmıştır. Karbonat içeriklerinde gözlenen göreceli değişikliğin meydana geldiği bu seviye (120cm) anoksik koşulların yerleşmesiyle eş zamanlıdır.

Maksimum değer görüldüğü 120-140cm seviyeleri hariç tutulduğunda 940m su derinliğinden alınmış olan R302 no'lu karot örneğindeki karbonat içeriklerinin karot derinliğiyle ters orantılı olarak azalma eğiliminde olduğu saptanmıştır (Şekil 4.2). Ek 5'te verilen korelasyon katsayıları matrisi tablosunda karbonat'ın silt (0.79) ve kum (0.39) tane boyutları ile yüksek sayılabilecek pozitif korelasyonlar vermesi karot genelinde yüzeye doğru görülen karbonat içeriği artışının büyük

oranda tane boyu ile ilişkili olduğunu önermektedir. Şekil 3.4'ten görüleceği üzere R302 no'lu karotun üst seviyelerine doğru kum ve silt miktarlarında göreceli artışlar saptanmıştır. Buradan hareketle R302 no'lu karotun alındığı ortama sağlanan dış kaynaklı malzeme miktarında zamana bağlı bir artış olduğu söylenebilir. Bu konu izleyen bölümde yer alan jeokimyasal verilerin değerlendirilmesinden sonra daha kapsamlı olarak tartışılacaktır.

R305 no'lu örnekleme istasyonda 261m su derinliğinden alınan karota ait sediment örneklerinde saptanan karbonat miktarları karot boyunca %21.81 ortalama değer ile %16.04-24.56 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 4.3, Tablo 3.3). Karot genelinde ortalama değer civarında artış ve azalmalar gösteren verilerde minimum ve maksimum değerler sırasıyla 280cm ve 190cm'lerde yer almaktadır.

Maksimum ve minimum değerler hariç tutulduğunda R305 no'lu karot örneği karbonat değerlerinde R302 no'lu karota benzer şekilde karot tabanından karot yüzeyine doğru az da olsa göreceli bir artış söz konusudur. Bu artış eğiliminde ilginç olan nokta organik karbon değerlerinde ani bir ötelenmenin olduğu 220cm seviyelerinin karbonat içeriği açısından da önemli bir dönüm noktası olduğudur. Söz konusu bu seviyeye kadar genelde ortalama değer ve altında veriler saptanmışken bu seviyenin üst kısımlarında ortalama değer üzerinde olan karbonat içerikleri tesbit edilmiştir. Organik karbon verilerine göre bu seviyede (220cm) başladığı öne sürülen anoksik koşulların karbonat verilerinde de göreceli bir artışa neden olduğu düşünülmektedir.

Ek 6 kapsamında verilen R305 no'lu karot örneğine ait verilerin korelasyon katsayıları matrisi tablosunda karbonat ile kum ve silt arasındaki negatif korelasyonların aksine kil boyutlu malzeme ile önemsiz de olsa pozitif (0.40) bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu karot örneğindeki sedimentlerin ayrıca organik karbon ile de önemli pozitif (0.53, Ek 6) korelasyon vermesi buradaki karbonatlar üzerindeki biyojenik etkinin R302'deki karota kıyasla daha fazla olduğunu önermektedir.

BÖLÜM ALTI

ORTA KARADENİZ ŞELFİ VE KITA YAMACI SEDİMENTLERİNİN İNORGANİK JEOKİMYASI

6 Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Sedimentlerinin İnorganik Jeokimyası

6.1 Orta Karadeniz Şelf Sedimentlerinde Majör, Minör ve İz Elementlerin Dağılımı

Çalışma alanındaki istasyonlarda (Şekil 2.1) örneklenen yüzey sedimentlerinde yapılan majör, minör ve iz element analizlerine ait sonuçlar Ek. 1 kapsamında verilmiştir.

Bu çalışma kapsamında Orta Karadeniz şelfi genelinde yapılan element analiz sonuçlarından tamamını içeren herhangi bir çalışma olmaması nedeniyle sözkonusu verilerin büyük bir bölümü sedimanter kayalara ait ortalama şeyl değerleriyle (Turekian & Wedephol, 1961) kıyaslanmış (Tablo 6.1, Şekil 6.1) olup Karadeniz’de yapılan benzer çalışmalara ait literatür verilerinden derlenen sınırlı sayıda element için de bölgesel karşılaştırmalar yapılabilmektedir. Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn için elde edilebilen bu veriler ve bunlara karşılık gelen çalışma alanı verilerinin mukayesesine ilişkin sonuçlar Tablo 6.2 kapsamında sunulmuştur.

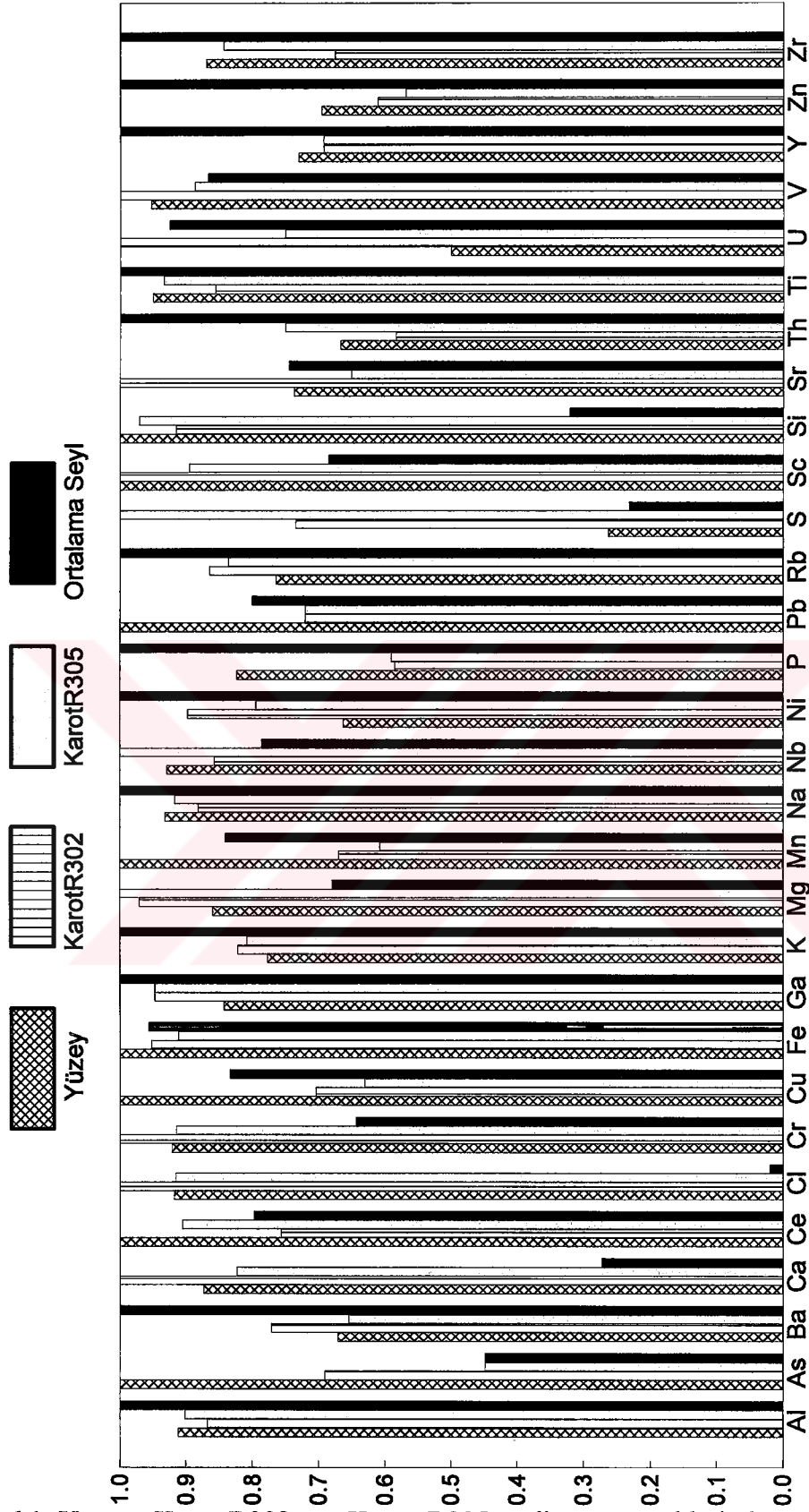
Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinin element içerikleri sedimanter kayalar için verilen ortalama değerlerle kıyaslandığında genel olarak Fe, Na, ve Sr dışında diğer tüm elementlerin belirgin farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Tablo 6.1). Yüksekçe olan bazı lokal akarsu girdileri ile litojenik ve biyojenik katkıların tür ve farklılığının neden olduğu artış ve azalışlardan kaynaklanan

önemsiz konsantrasyon değişimleri hariç tutulduğunda Fe, Na ve Sr içeriklerinin şelf genelindeki dağılımları ortalama şeyl değerlerinden önemli farklılıklar göstermemektedir. Analizleri yapılan diğer elementlerden As, Ca, Ce, Cl, Cr, Cu, Mg, Mn, Nb, Pb, S, Sc, Si ve V ortalama şeyl değerlerinden yüksek konsantrasyonlar verirken Al, Ba, Ga, K, Ni, P, Rb, Th, Ti, U, Y, Zn ve Zr 'un yüzey sedimentlerindeki genel dağılımları ortalama şeyl değerlerinin altında kalan oranlardadır (Tablo 6.1).

Tablo 6.1 Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerinde saptanan element konsantrasyonlarının sedimanter kayalara ait ortalama şeyl değerleri ile karşılaştırılması.

Element	Yüzey Min-Maks. (ppm)	Yüzey Ort (ppm)	Karot R302 Min-Maks. (ppm)	R302 Ort. (ppm)	Karot R305 Min-Maks. (ppm)	R305 Ort. (ppm)	Şeyl* Ort. (ppm)	(Karot Ort. (ppm))
Al	54587-84837	72903	24968-81433	69361	61714-80913	72105	80000	70733
As	2-59	29	7-47	20	9-20	13	13	16
Ba	306-530	389	347-590	447	342-420	379	580	413
Ca	42704-156468	70758	34932-268815	81089	58116-99042	66753	22100	73921
Ce	21-140	74	0-111	56	28-111	67	59	61
Cl	4796-17146	8665	6079-17679	9441	6751-12544	8641	180	9041
Cr	98-165	129	96-155	140	121-136	128	90	134
Cu	27-325	54	32-49	38	28-40	34	45	36
Fe	40259-69401	49348	30929-55566	46982	42215-47250	44950	47200	45966
Ga	12-20	16	8-21	18	16-20	18	19	18
K	16299-22840	20195	10580-24910	21354	18963-22713	20995	26000	21174
Mg	15642-21996	18993	9909-25819	21450	20540-23530	22105	15000	21777
Mn	478-2740	1011	411-932	676	527-786	614	850	645
Na	6653-12234	8944	5365-11862	8457	8323-9433	8803	9600	8630
Nb	8-16	13	6-14	12	12-16	14	11	13
Ni	29-62	45	49-74	61	47-58	54	68	58
P	369-951	576	342-471	409	372-455	413	700	411
Pb	12-38	25	7-39	18	15-20	18	20	18
Rb	78-122	107	69-139	121	101-129	117	140	119
S	1047-10408	2721	395-17601	7612	7537-12073	10366	2400	8989
Sc	12-31	19	12-31	19	4-24	17	13	18
Si	78676-256620	227954	94542-231491	208494	200832-238979	221397	73000	214946
Sr	187-605	297	166-2574	403	225-382	262	300	332
Th	4-12	8	0-11	7	7-12	9	12	8
Ti	3651-4768	4370	2323-4513	3938	3855-4540	4297	4600	4118
U	0-6	2	0-13	4	0-5	3	3.7	3
V	122-168	143	121-185	150	126-138	133	130	142
Y	16-21	19	11-22	18	15-19	18	26	18
Zn	40-150	66	23-68	58	48-61	54	95	56
Zr	90-184	139	21-138	108	115-145	135	160	121

*(Turekian & Wedephol, 1961); İtalik karekter yüzey sedimentlerinde R305 no'lu istasyon ortalamalarına göre yüksek değerleri, koyu karekter ortalama şeyl'e kıyasla yüksek olan ortalama element değerlerini simgelemektedir.



Şekil 6.1 Yüzey, Karot-R302 ve Karot R305 sediment örneklerinde saptanan ortalama element değerlerinin ortalama şeyl değerleri ile ilişkisini gösteren normalize edilmiş çubuk diyagramı.

Tablo 6.2 Bu çalışma kapsamında elde edilen element analiz sonuçları ile diğer çalışmalara ilişkin verilerin karşılaştırılması

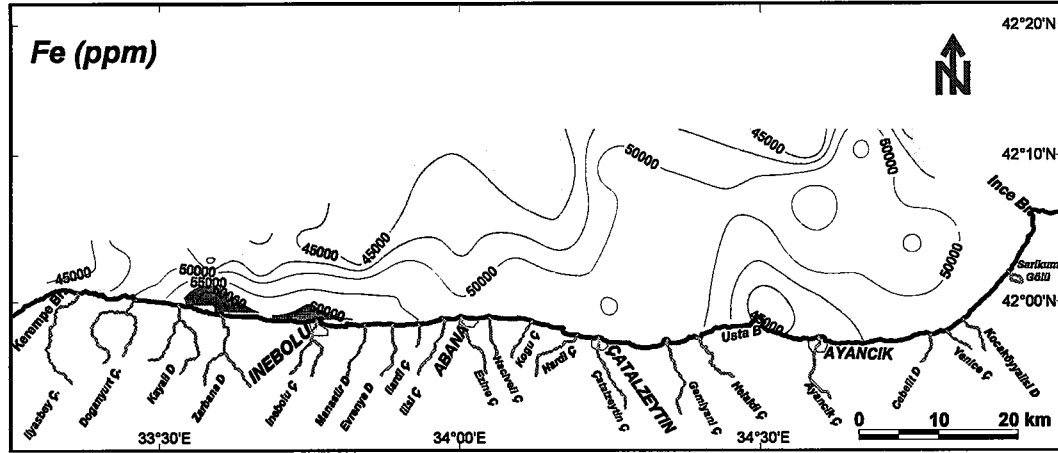
	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (%)	Mn (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	CaCO ₃ (%)
1	98-165	27-325	4-7	480-2740	29-62	12-38	40-150	19-47
2	96-155	32-49	3.3-5.5	411-972	49-74	7-39	23-68	14-49
3	121-136	28-40	4.2-4.7	527-786	46-58	14-20	48-61	16-24
4	13-224	15-82	0.23-4.90	112-1064	11-202	12-66	24-138	1-39
5	12-236	24-61	2.27-4.84	310-852	10-228	7-33	59-145	-
6	69-485	28-101	1.97-7.11	235-1102	47-463	10-85	51- 693	-
7	20-300	7-40	-	200-1000	10-150	5-70	-	-
8	242-485	333-3900	2.60-3.80	333-565	98-167	124-702	450-8,750	15
9	100	48	5.18	850	55	20	90	-
10	19-166	4-30	0.80-4.6	167-2920	14-306	10-120	24-98	1-77
11	340-551	39-103	5.31-6.31	1103-2091	157-326	-	107-133	26-45
12	90	45	4.72	850	68	20	95	-
13	35	5	0.98	50	2	7	16	-
14	11	4	0.38	1,1	20	9	20	-

1=Bu çalışma - yüzey örnekleri; 2=Bu çalışma - Karot R302; 3=Bu çalışma - Karot R305; 4=Güney Karadeniz (Yücesoy & Ergin, 1992); 5=Güney Karadeniz (Hirst, 1974); 6=Güney Karadeniz (Baykut et al., 1982); 7= Güney Karadeniz (Çağatay et al., 1987); 8= Haliç ve İstanbul Boğazı (Ergin et al., 1991); 9= Kıyı yakını sedimentleri (Wedepohl, 1960); 10= Ege Denizi (Smith & Cronan, 1975, ve Voutsinou-Taliadori, 1983); 11= Kuzeydoğu Akdeniz (Shaw & Bush, 1978); 12=Ortalama şeyl (Turekian & Wedepohl, 1961); 13=Ortalama kumtaşı (Turekian & Wedepohl, 1961); 14= Ortalama kireçtaşı (Turekian & Wedepohl, 1961)

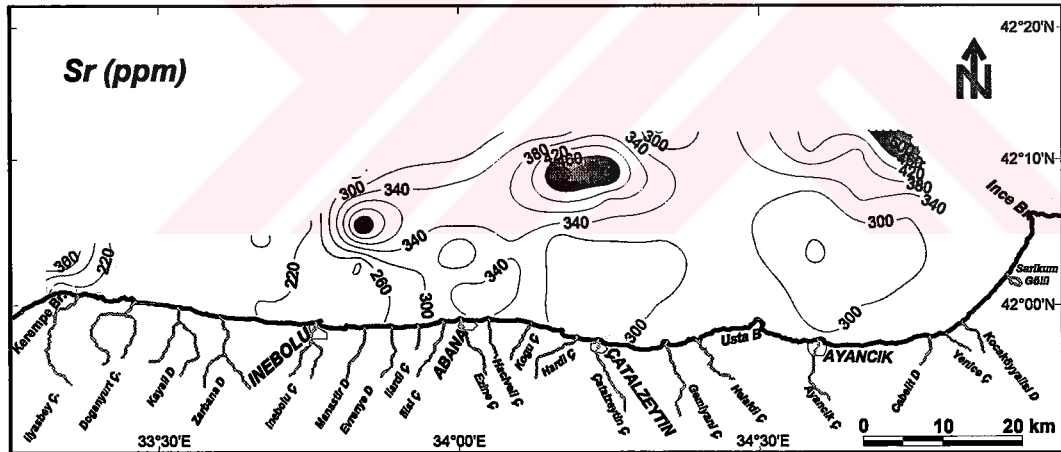
Yüksek Fe konsantrasyonlarının (>60000ppm) görüldüğü yerler çalışma alanı batı kıyısı ile sınırlıdır (Şekil 6.2). Genelde birkaç akarsu kaynağıyla (Kayalı Dere, Zarbana Deresi ve İnebolu Çayı) bağlantılı olduğu görülen yüksek demir konsantrasyonları yörede yer alan ekonomik mineral yataklarıyla yakından ilişkilidir. Çalışma alanının diğer bölümlerinde ortalama şeyl değeri civarında dağılım gösteren Fe konsantrasyonu kıyı ve açıktan orta kesimlere doğru artma eğilimindedir.

Şeyl ortalama değerleri civarında konsantrasyonlar gösteren Sr değerleri Fe'in aksine çalışma alanı batısında en düşük ve orta bölümde yer alan İnebolu-Çatalzeytin açıklarında yüksektir (Şekil 6.3). Suda bulunan stronsiyumun büyük

bölümü hayvan ve bitki iskeletlerinin oluşmasında sindirim ve salgı organı hücrelerinde kullanılır. Ayrıca ortamda stronsiyum varlığı aragonit çökelimine de neden olur. Trimonis (1974) güney Karadeniz kıyı yakını sedimentlerinde önemli miktarlarda biyojenik aragonit varlığına değinmektedir.



Şekil 6.2 Yüzey sedimentlerinde Fe konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

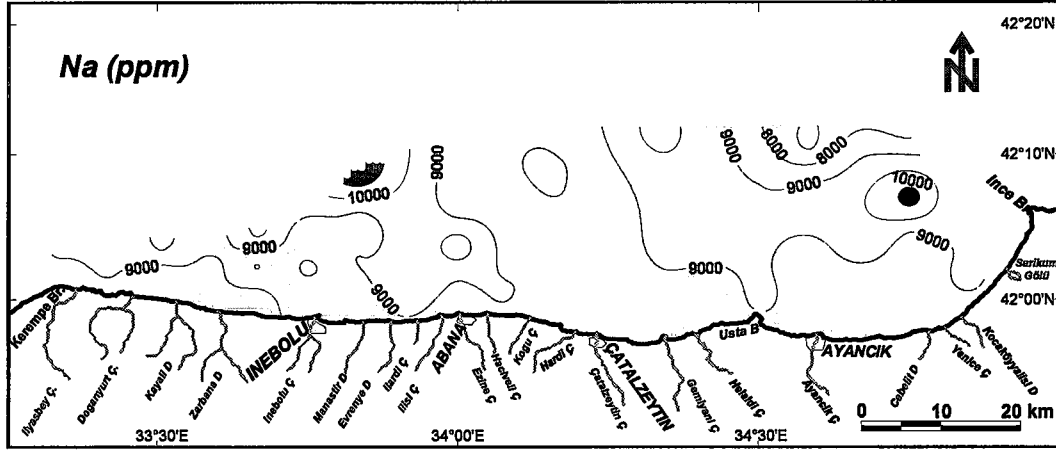


Şekil 6.3 Yüzey sedimentlerinde Sr konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Ortalama şeyl değeri civarında olan yüzey sedimentleri Na konsantrasyonu alansal dağılımı Şekil 6.4’de verilmiştir.

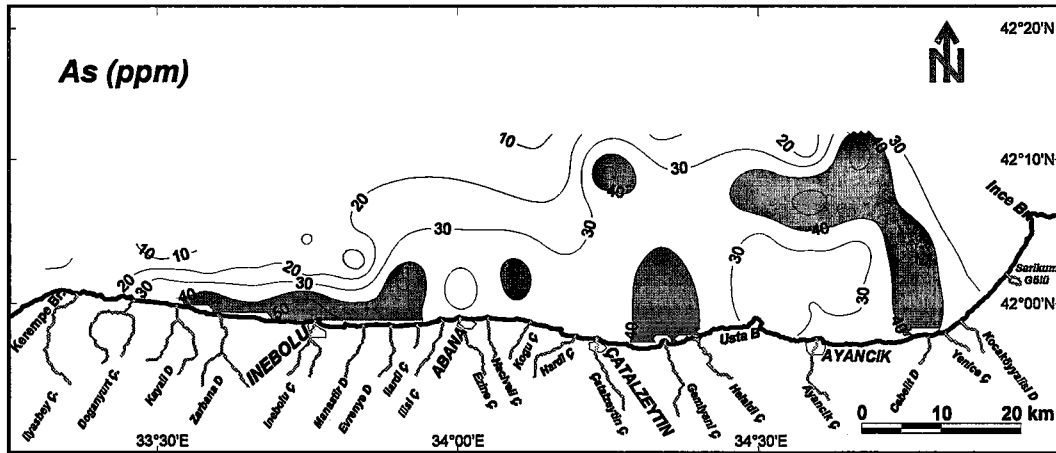
Ortalama şeyl değerinden yüksek konsantrasyonların saptandığı elementlerden As, Ca, Ce, Cl, Cr, Cu, Mg, Mn, Nb, Pb, S, Sc, Si ve V konsantrasyonlarının alansal dağılımları Şekil 6.5 - Şekil 6.18 kapsamında verilmiştir. Bölgeye dökülen

çok sayıda akarsu kaynağının element yüklerine ait bilgi olmamasına rağmen As, Cr, Cu, Mn, Pb, S, Si gibi elementlerin alan genelinde gösterdikleri anomalilerin büyük ölçüde jeolojik kaynaklar ve bunların ayrışma ürünleriyle yakından ilişkili olduğu görülmektedir.



Şekil 6.4 Yüzey sedimentlerinde Na konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Örneğin çalışma alanı batı kıyısında saptanmış olan nisbeten yüksek Cr (>140ppm, Tablo 6.1, Şekil 6.9), Cu (>100ppm, Tablo 6.1, Şekil 6.10) ve S (Tablo 6.1; Şekil 6.15) demir örneğinde olduğu gibi muhtemelen yörede yer alan ekonomik mineral yataklarıyla yakından ilişkilidir (Gümüş, 1979).

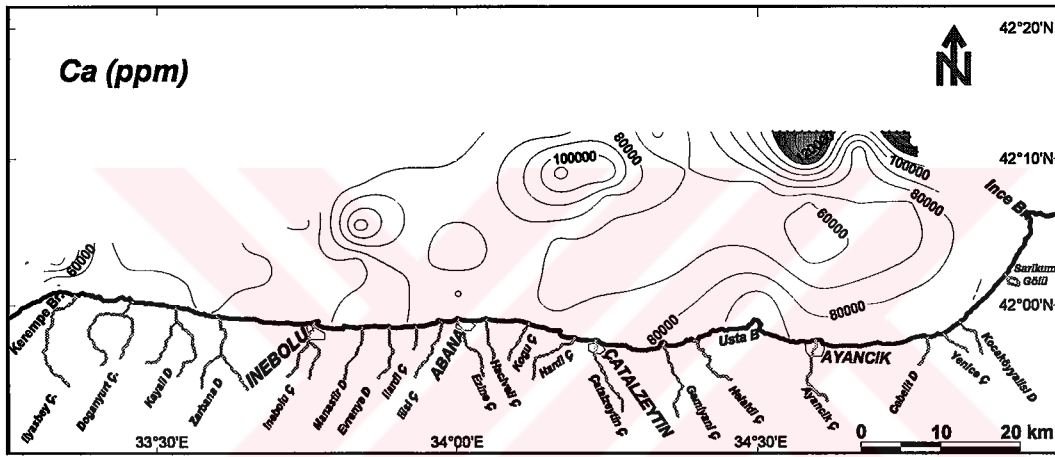


Şekil 6.5 Yüzey sedimentlerinde As konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Çalışma alanı genelinde ortalama şeyl değerine (13ppm, Tablo 6.1) göre yüksek dağılımlar gösteren arsenik konsantrasyonları Kerempe Burnu - Abana

hattı açığında minimum değerlerdedir (Şekil 6.5.). Saha genelindeki maksimum değerler (>40ppm) doğuda Cebelit Deresi, Yenice Çayı ve Kocaköyyalısi dereleri ve batıda Kayalı Dere, Zarbana Deresi ve daha çok İnebolu Çayı ile ilişkili görünmektedir.

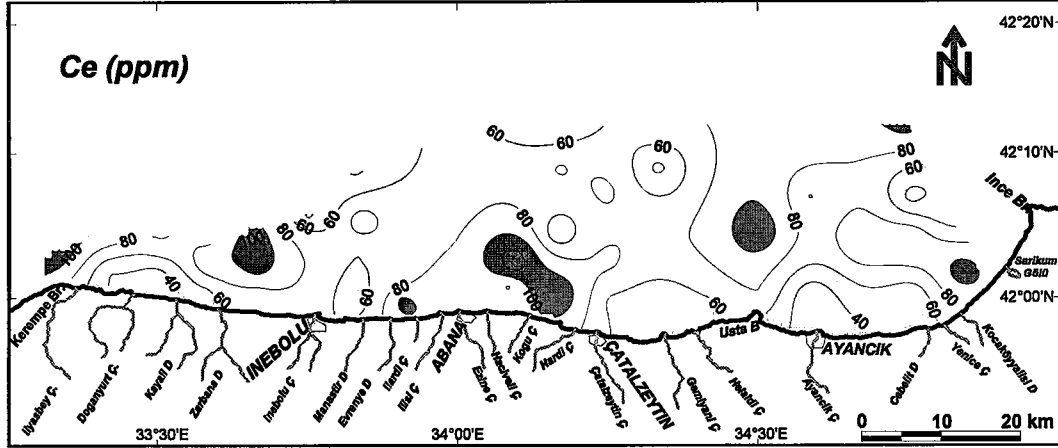
Ca konsantrasyonları batıda Kerempe Burnu civarı haricinde minimum değerleri (~50000ppm, Şekil 6.6) gösterirken doğu kıyıları ve açıklarında yüksek değerlerine (>80000ppm) ulaşmaktadır. Doğu kıyılardaki yüksek değerler kara kökenli karbonat girdisinin batıya kıyasla daha fazla olduğunu önermektedir.



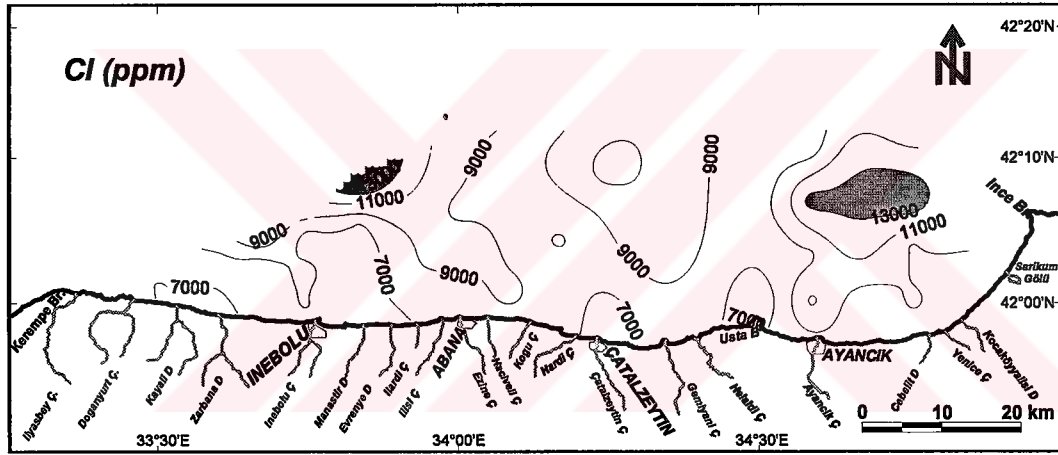
Şekil 6.6 Yüzey sedimentlerinde Ca konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Şeyl ortalama değerleri üstünde genel dağılım gösteren Ce anomali değerleri (>100ppm, Şekil 6.7) daha çok çalışma alanı orta bölümünde yer alan Abana civarındaki kıyı yakını bölgesinde yoğunlaşmıştır. Çalışma alanının doğu ve batı bölümünde kıyı yakınlarında hernasılsa ortalama şeyl değeri (59ppm) altında olan minimum konsantrasyonlar izlenmektedir.

Cl değerlerinin alansal dağılımı kıyıdan açığa doğru genel bir artış göstermektedir (Şekil 6.8). Alan genelinde düşük olan verilerin kıyı yakınındaki sığ ortamlarda yer alması büyük ölçüde Karadeniz'in oşinografik özellikleriyle bağlantılıdır. Daha az tuzlu olan yüzey sularına akarsuların yapmış olduğu seyreltici etki bir ölçüde sedimentin Cl içeriğine de yansımaktadır.



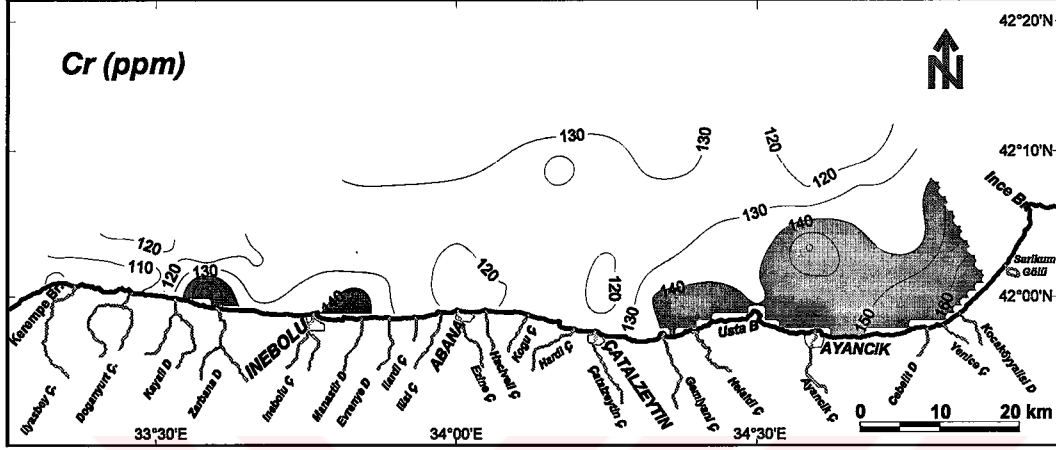
Şekil 6.7 Yüzey sedimentlerinde Ce konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



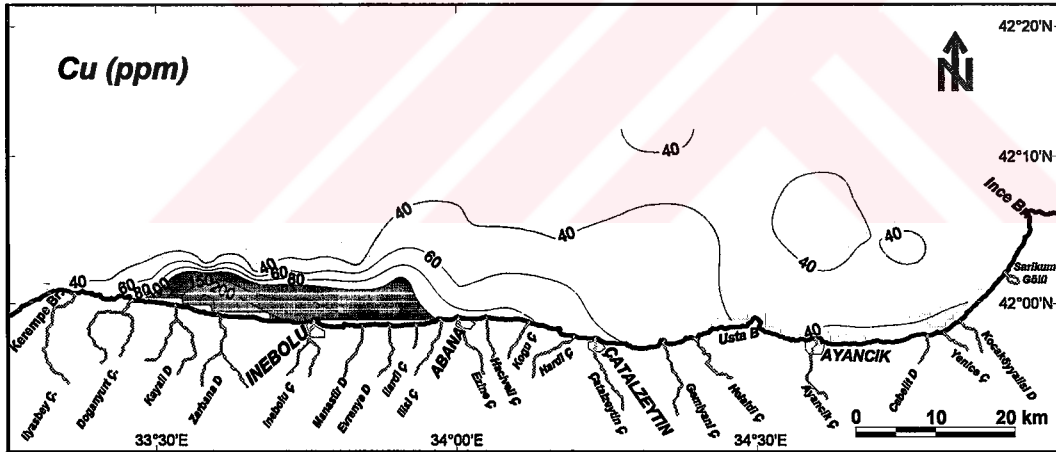
Şekil 6.8 Yüzey sedimentlerinde Cl konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Cr'un şelf genelindeki dağılımı (Şekil 6.9) alanın batı ve doğusunda yer alan akarsuların önemli katkılarını önermektedir. Genelde belirli akarsu açıklarında odaklanan yüksek değerler (>140ppm) özellikle batıda Kayalı Dere, Zarbana Deresi ve İnebolu Çayı, Manastır Çayı ile doğuda Gemiyani Çayı'ndan itibaren tüm akarsuların yüksek oranda Cr taşıdıklarını göstermektedir. Leoni & Sartori (1996) çalışmalarında akarsu ağızlarındaki bu Cr yoğunlaşmasının tatlı su ile tuzlu su ara yüzeyinde oluşan flokleşme fenomeni ile bağlantılı olduğunu önermişlerdir. Diğer yanda Shaw & Bush (1978), Bodur & Ergin (1988) denizel sedimentlerdeki Cr'un başlıca kaynağının ofiyolit grubu kayalar olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 6.2'den görüleceği üzere Orta Karadeniz şelf sedimentlerindeki Cr konsantrasyonu minimum değerinin (98ppm) kıyı yakını sedimentlere ilişkin ortalama Cr değeri (100ppm) ile aynı olması ve Akdeniz ve Haliç örnekleri dışında diğer tüm referanslara ait minimum değerlerin (12-69ppm) üzerinde olması bu görüşü doğrular niteliktedir.



Şekil 6.9 Yüzey sedimentlerinde Cr konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

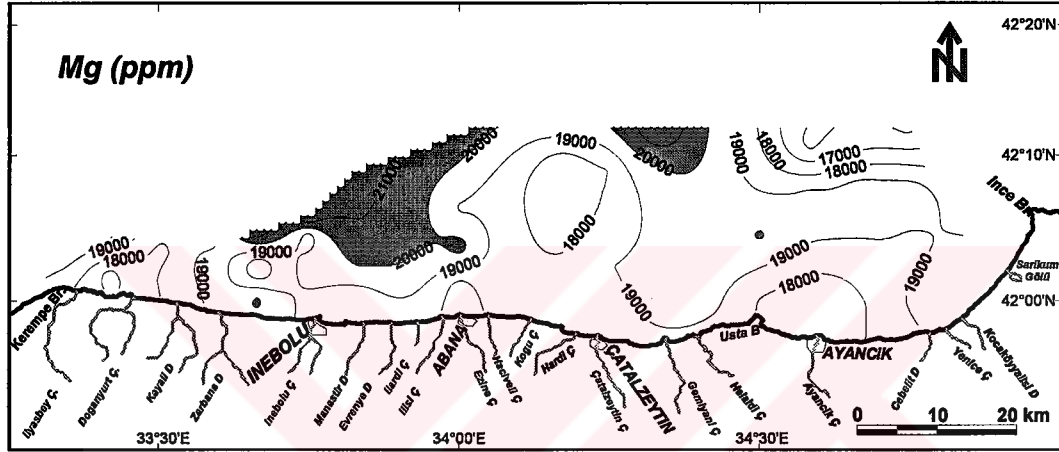


Şekil 6.10 Yüzey sedimentlerinde Cu konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

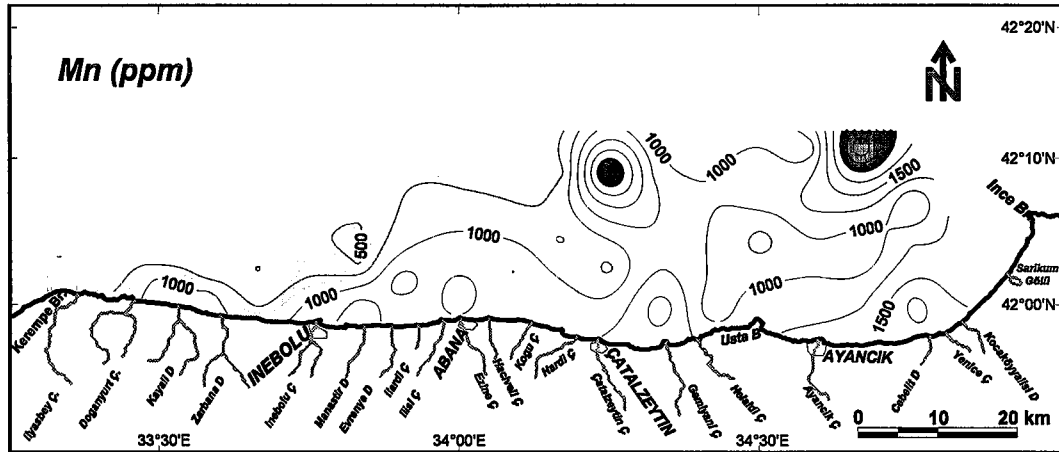
Çalışma bölgesinin önemli bir bölümünde ortalama şeyl (45ppm) ve kıyı yakını sedimentleri (48ppm) standart değerleri (Tablo 6.2) altında konsantrasyonlar gösteren Cu dağılımı haritasında (Şekil 6.10) standart değerlerden yaklaşık 6 kat fazla olan değerler batıda Kayalı Dere ve Zarbana Deresi yakınlarında yer almaktadır. Kirliliği tartışılmaz olan Haliç örneğindeki (Tablo 6.2; 333ppm) minimum Cu konsantrasyonlarına yakın olan buradaki değerler (Tablo 6.2;

325ppm) muhtemelen sözkonusu derelere bırakılan atıklarla yakından ilişkilidir.

Çalışma bölgesinin hemen tamamında ortalama şeyl değeri üzerinde dağılım gösteren Mg konsantrasyonlarında (Şekil 6.11) 20000ppm'in üzerindeki maksimum değerler İnebolu açıklarında odaklanmaktadır. Minimum değerlerin kıyı yakınlarında yer alması tuzluluğu daha yüksek olan derin suların alan genelinde yüksekçe olan Mg konsantrasyonları üzerindeki etkisini işaret etmektedir.



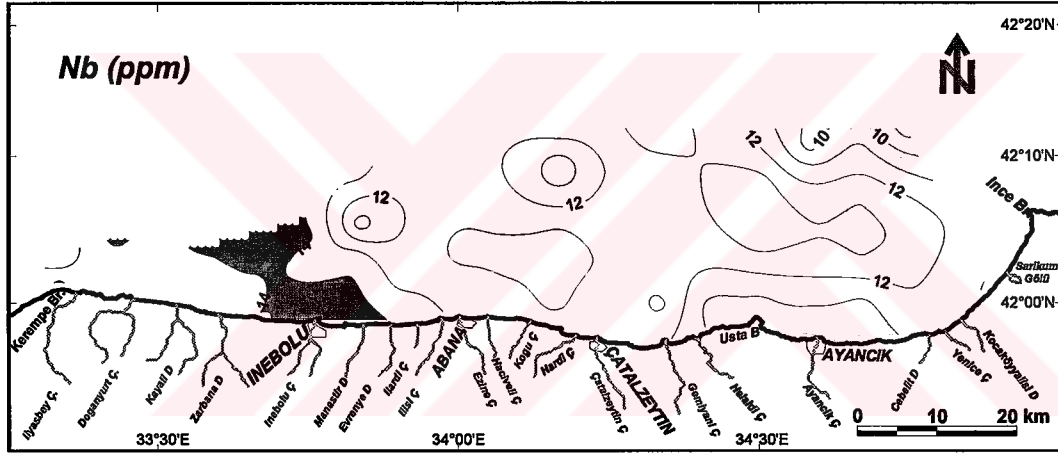
Şekil 6.11 Yüzey sedimentlerinde Mg konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



Şekil 6.12 Yüzey sedimentlerinde Mn konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Mn konsantrasyonları İnebolu açıklarında derin suda yer alan minimum (<500ppm) değer haricinde alan genelinde ortalama şeyl değerinin biraz üzerinde

dağılım göstermektedir (Şekil 6.12). Maksimum değerlerin ($>2000\text{ppm}$) Çatalzeytin ve Ayancık açıklarında sadece iki lokasyonla sınırlı kalması önceki araştırmacılar (Arthur et al., 1988; Murray et al., 1989) tarafından öne sürülen oksik-anoksik ara yüzeyindeki Mn mineralizasyonu görüşünün tartışmalı olduğunu göstermektedir. Karadeniz genelinde yapılan benzer çalışmalarda elde edilen maksimum Mn konsantrasyonlarının (Tablo 6.2; $\sim 1000\text{ppm}$) bu çalışma kapsamında yüzey sedimentlerinde saptanan ortalama Mn değeri (Tablo 6.1; 1011ppm) civarında yer alması bu bölgedeki Mn dağılımının Karadeniz genelinde anomali teşkil ettiğini önermektedir. Şekil 6.12’de verilen Mn dağılım haritası da bölgenin doğu bölümünde yer alan Tersiyer sedimanter-vulkanik materyalle (Şekil 1.8) bağlantılı bir Mn beslenmesinin söz konusu olduğunu göstermektedir.

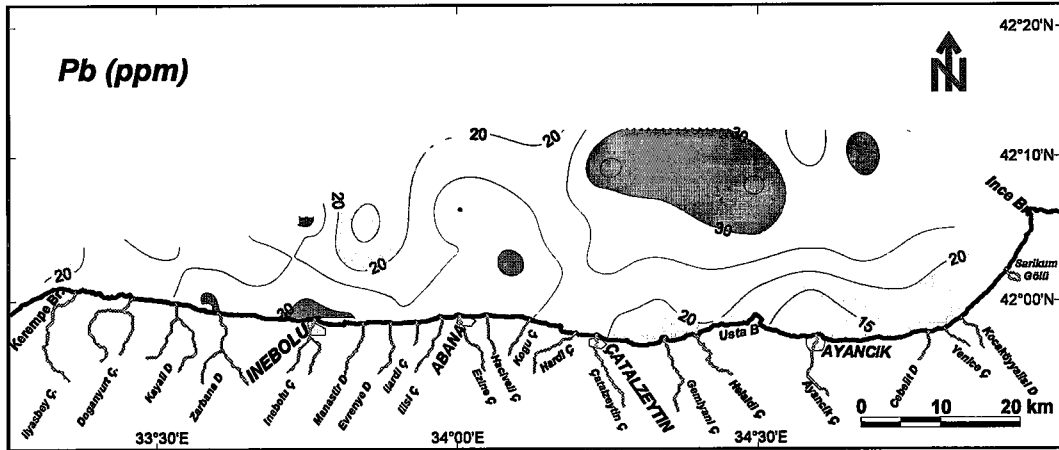


Şekil 6.13 Yüzey sedimentlerinde Nb konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Ortalama şeyl değerinin biraz üzerinde Nb içeriklerine sahip olan yüzey sedimentlerinde maksimum konsantrasyonları yalnızca İnebolu yakını ve açıkları ile sınırlıdır (Şekil 6.13). Buradan batı ve doğu yönlü olarak göreceli azalan Nb konsantrasyonları Ayancık açıklarında ortalama şeyl değerinin altına düşer.

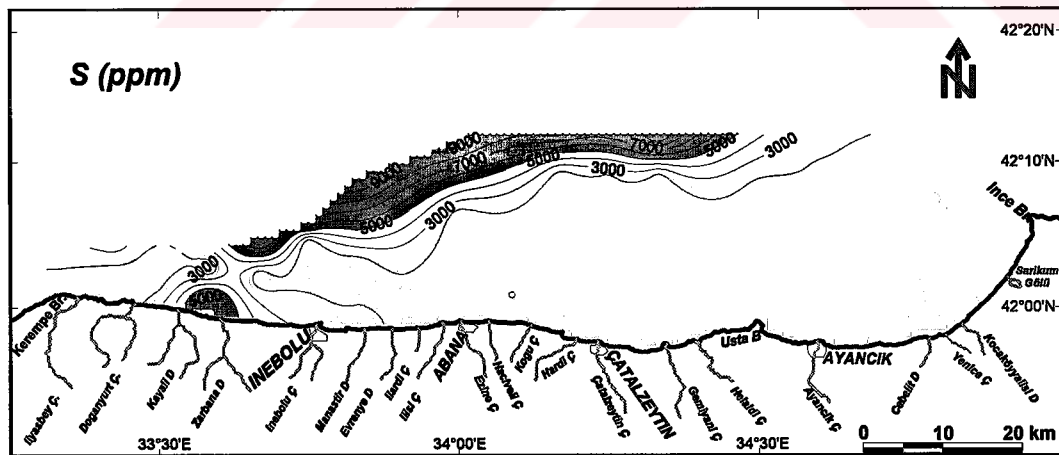
Ortalama şeyl değerinin yaklaşık iki misli olan yüksek Pb konsantrasyonları Zarbana Deresi ve İnebolu Çayı arasındaki sahil şeridi ve Çatalzeytin-Ayancık açıklarında yer almaktadır (Şekil 6.14). Tablo 6.2’de yer alan diğer verilerle kıyaslandığında genelde düşük olan Pb’un karasal kaynağı olarak batı sahilinde

yer alan akarsular görülmektedir.



Şekil 6.14 Yüzey sedimentlerinde Pb konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

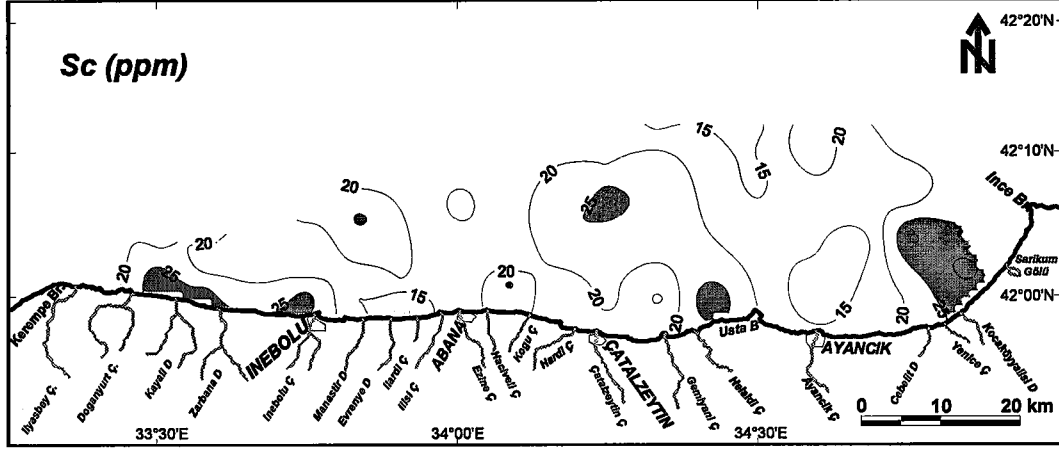
Orta Karadeniz şelfinde S dağılımı anoksik ortam etkisini net bir şekilde göstermektedir (Şekil 6.15). S değerleri suboksik zondan itibaren su derinliğine bağlı olarak net bir konsantrasyon artışı göstererek anoksik ortamda 10000ppm üzerinde içeriklere ulaşır. Bunun dışında tüm saha genelinde ortalama şeyl değeri civarında görülen S değerlerinin sığ sulardaki dağılım modelinde Kayalı Dere ve



Şekil 6.15 Yüzey sedimentlerinde S konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Zarbana Deresi açıklarında görülen yüksek değerler anomali oluşturmaktadır. Fe ve Cu örneğinde olduğu gibi söz konusu derelerin S yüklerinde de alan genelinde hiçbir akarsuda görülmeyen bir fazlalık söz konusudur. Bu alandaki S fazlalığının

yörede yer alan ekonomik mineral yataklarındaki işletme aktivitelerinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

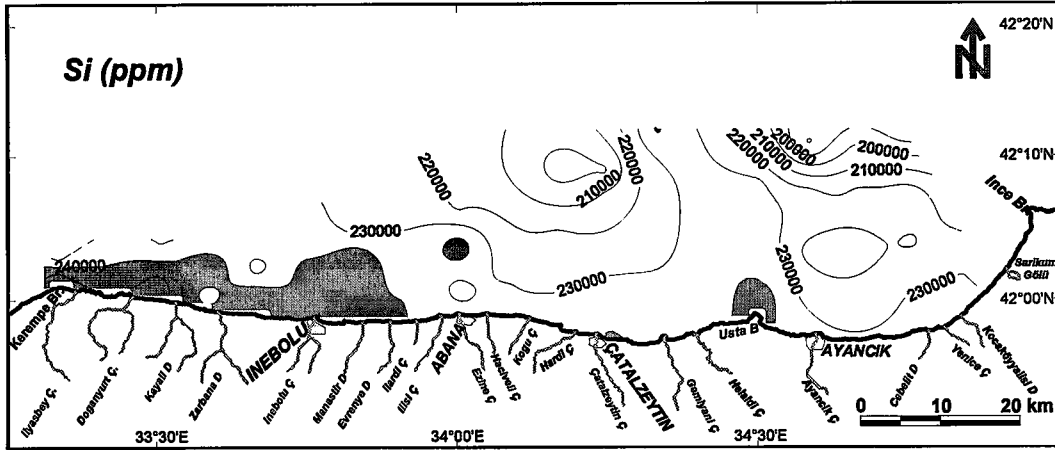


Şekil 6.16 Yüzey sedimentlerinde Sc konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

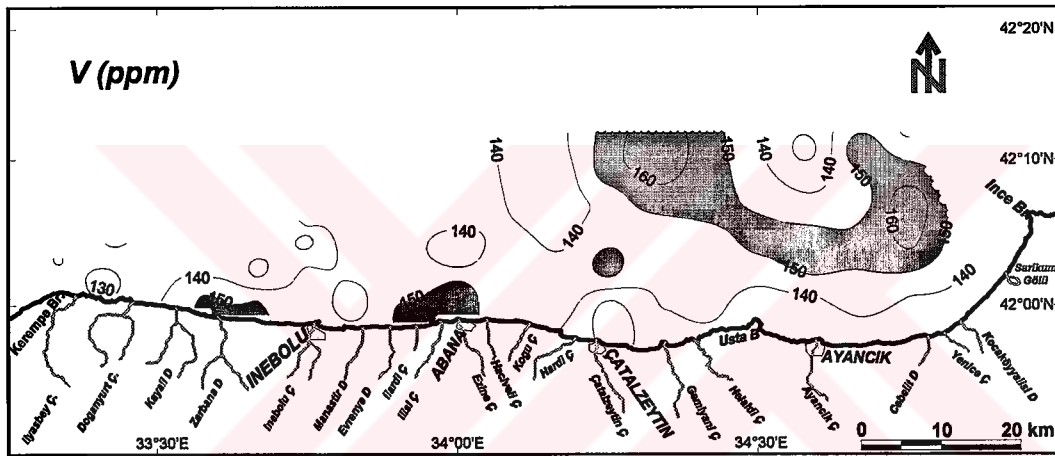
Ortalama şeyl değeri üzerinde konsantrasyonlar içeren Sc değerleri alan genelinde değişik lokasyonlarda yoğunlaşmış maksimum zonları oluşturmaktadır (Şekil 6.16). Karasal kaynak olarak batıda Kayalı Dere, Zarbana Deresi ve İnebolu Çayı yer alırken doğuda Sinop Yarımadası bağlantılı akarsuların daha etkin katkısı olduğu saptanmıştır.

Si değerleri batıdan doğuya ve kıyıdan açığa doğru genel bir azalma eğilimi gösterirler (Şekil 6.17). Ortalama şeyl değerlerine göre en az iki kat fazla olan Si içeriğinde temel tüm akarsuların etkisi belirgin olmasına karşın batı bölümünde yer alan akarsu katılımlarında doğuya kıyasla bir fazlalık söz konusudur.

Ortalama şeyl değerleri civarında değerler içeren V dağılım haritasında batı sahilinde ve doğu bölümü açıklarında nisbeten yüksek dağılımlar saptanmıştır (Şekil 6.18).



Şekil 6.17 Yüzey sedimentlerinde Si konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

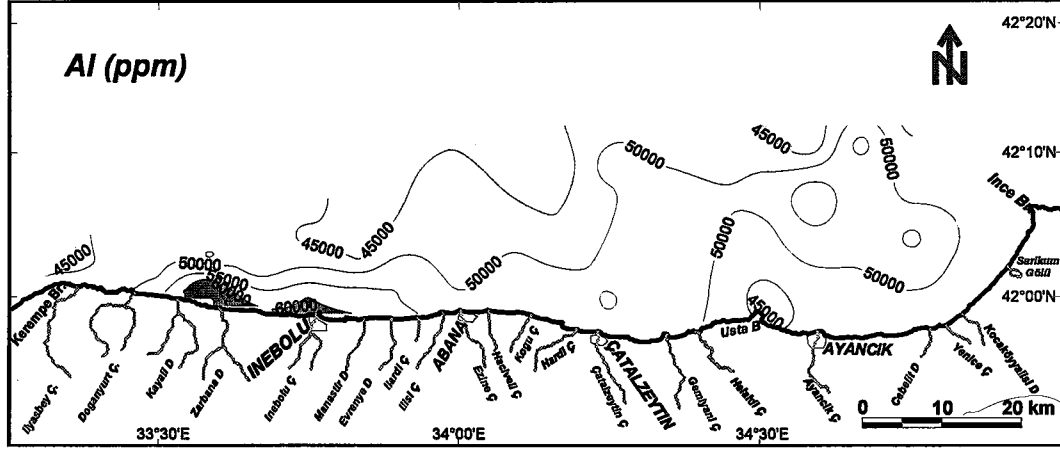


Şekil 6.18 Yüzey sedimentlerinde V konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Gölge alanlar ortalama şeyl değerinden düşük, koyu alanlar maksimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Ortalama şeyl değeri altında kalan değerlerin saptandığı elementlerden Al (Şekil 6.19), K (Şekil 6.22), Th (Şekil 6.26), Ti (Şekil 6.27), Y (Şekil 6.29), Zn (Şekil 6.30) ve Zr (Şekil 6.31) benzer dağılım trendi göstermektedirler.

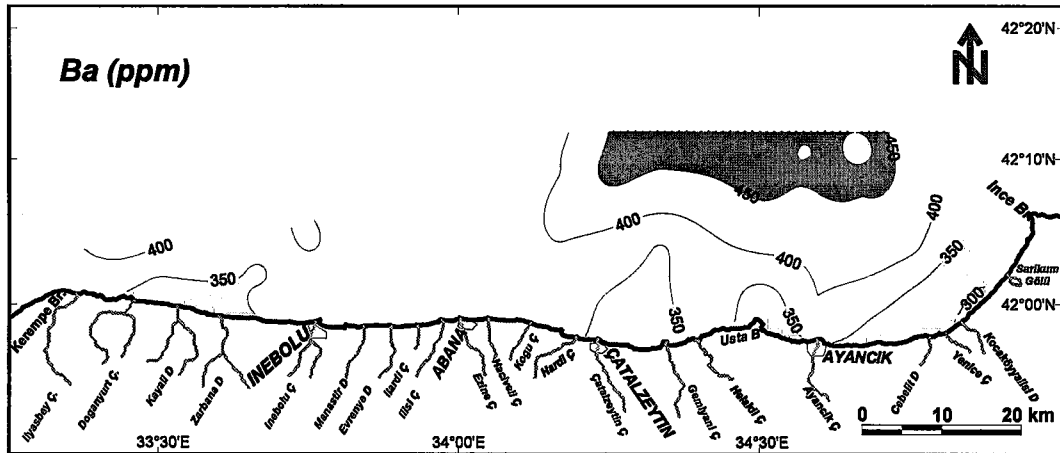
Çalışma alanı batısında yer alan akarsuların yakınlarında ortalama şeyl değerlerine yakın olan maksimum değerler yer alırken doğuya doğru gidildikçe yüksek değerlerin yoğunlaştığı orta kesimden kıyı ve açığa doğru element içeriklerinde belirgin azalma eğilimi vardır. Bunlardan Al ve Zn üzerinde daha önceki birçok elementte olduğu gibi Kayalı ve Zarbana derelerinin etkisi açık olarak görülürken, Kerempe Burnu yakınlarında yer alan ve hiçbir element üzerinde önemli etkisi görülmeyen İlyasbey Çayı'nın Zr'un maksimum

değerleriyle doğrudan ilişkisi olduğu saptanmıştır.

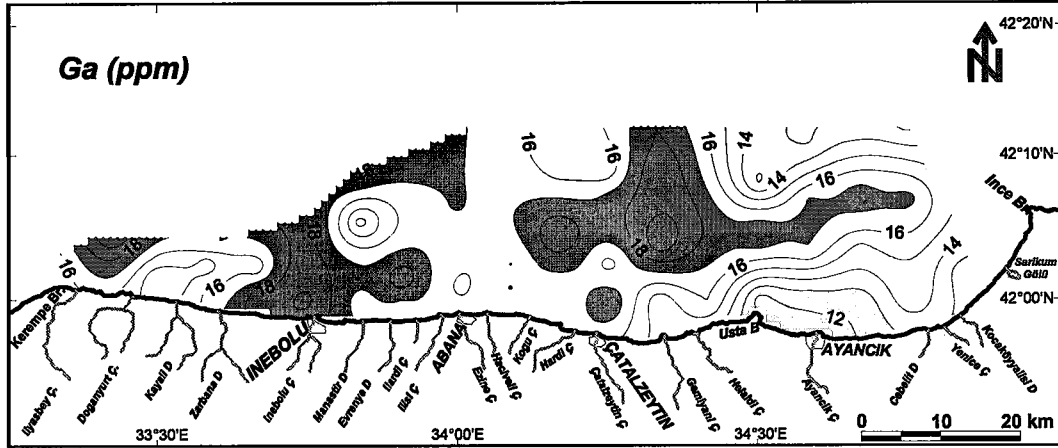


Şekil 6.19 Yüzey sedimentlerinde Al konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Ba değerleri (Şekil 6.20) kıyıdan açığa doğru artma eğilimi göstermektedirler. Barit-Ba'un denizel ortamdaki birincil üretimle yakından ilişkisi olduğu (De Lange et al., 1997) gözönüne alınırsa buradaki Ba dağılımının biyolojik aktivite etkisinde şekillenmiş olduğu önerilebilir.

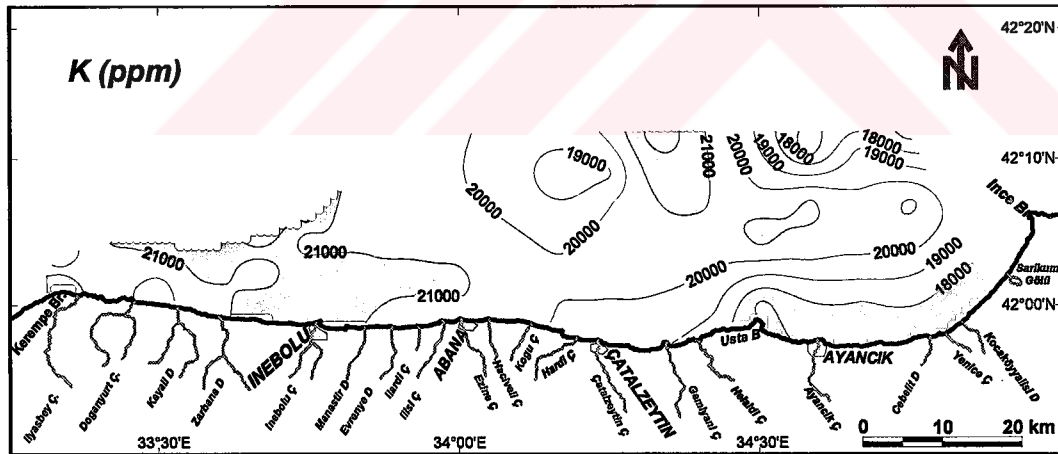


Şekil 6.20 Yüzey sedimentlerinde Ba konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



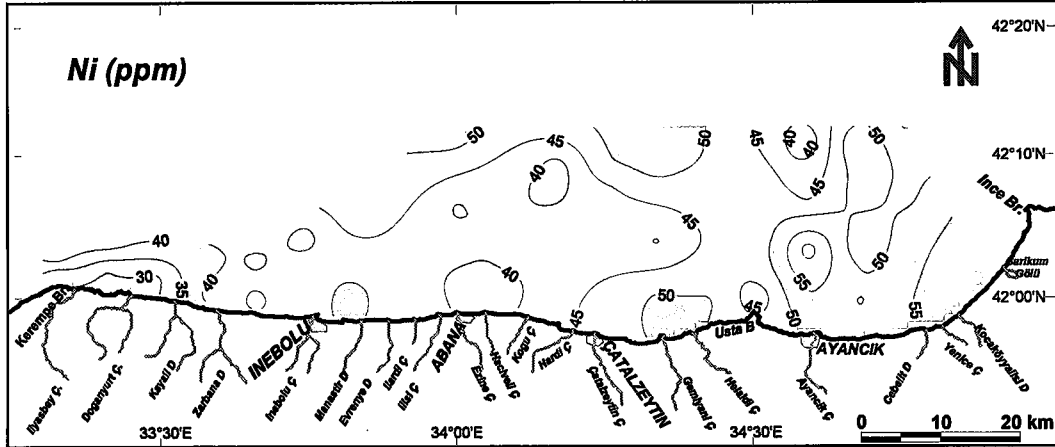
Şekil 6.21 Yüzey sedimentlerinde Ga konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Ga (Şekil 6.21), P (Şekil 6.24) ve Rb (Şekil 6.25) konsantrasyonları çalışma alanı doğusunun orta bölümlerinde yoğunlaşan bir dağılım göstermektedirler.



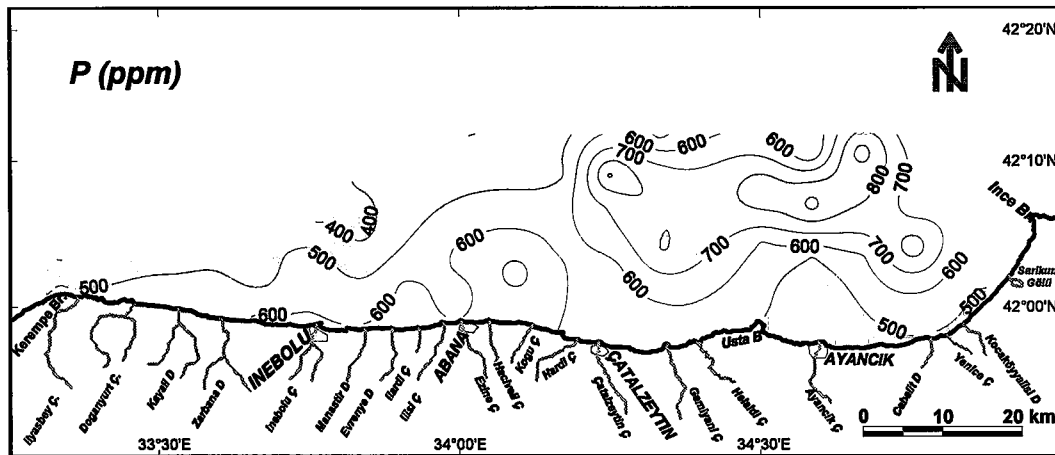
Şekil 6.22 Yüzey sedimentlerinde K konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

Ni konsantrasyonu alansal dağılımında (Şekil 6.23) element içeriklerinde doğu yönlü bir artış söz konusudur. Bunda muhtemelen yörede yer alan ekonomik mineral yataklarıyla ilişkili ayrışma ürünleri etkin olmaktadır.

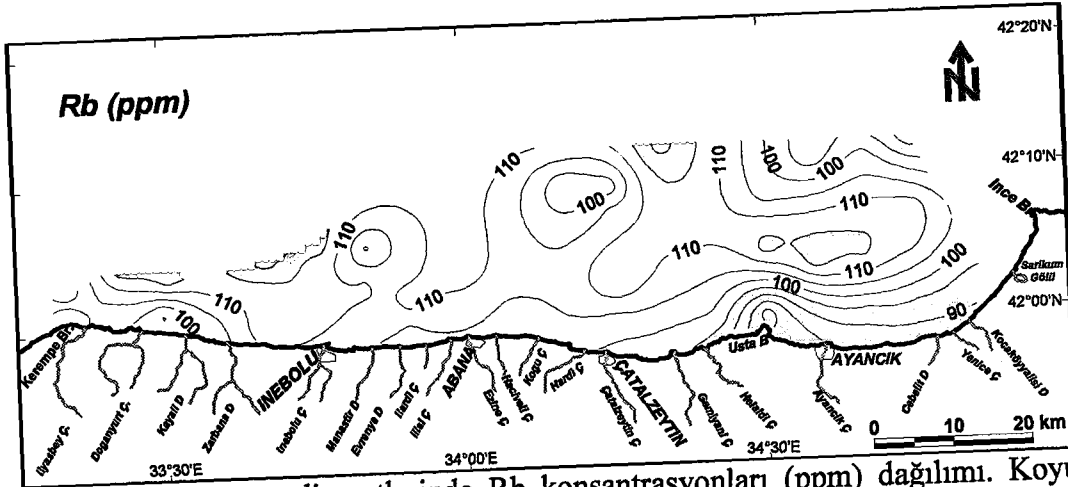


Şekil 6.23 Yüzey sedimentlerinde Ni konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

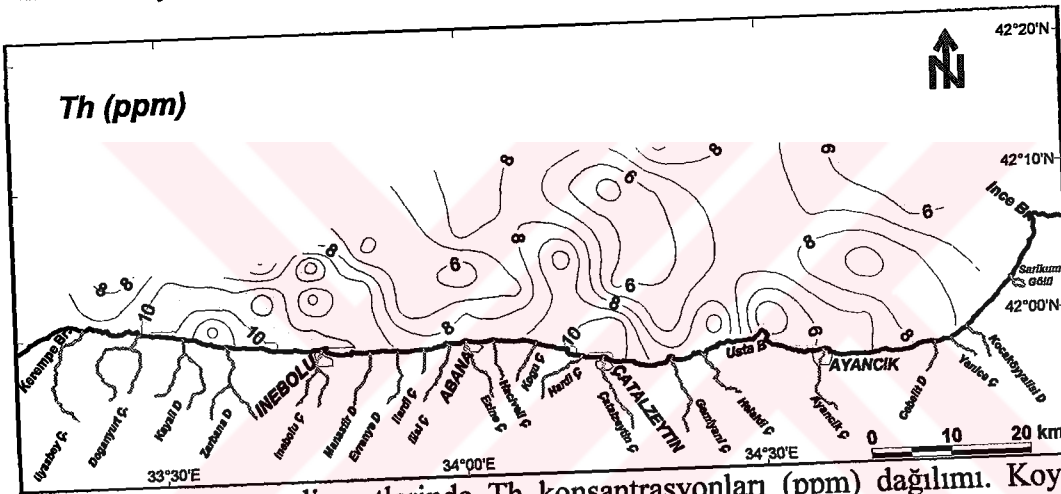
U içerikleri (Şekil 6.28) alansal dağılımında çalışma alanının sadece doğu ve batı sınırlarında açıkta yer alan iki lokasyon ile Abana ve Ayancık açıklarında lokal olarak saçılmış ortalama şeyl değerine yakın olan yüksekçe değerler gözlenirken diğer bölümlerde 1-2ppm mertebesinde neredeyse yok denecek değerler saptanmıştır.



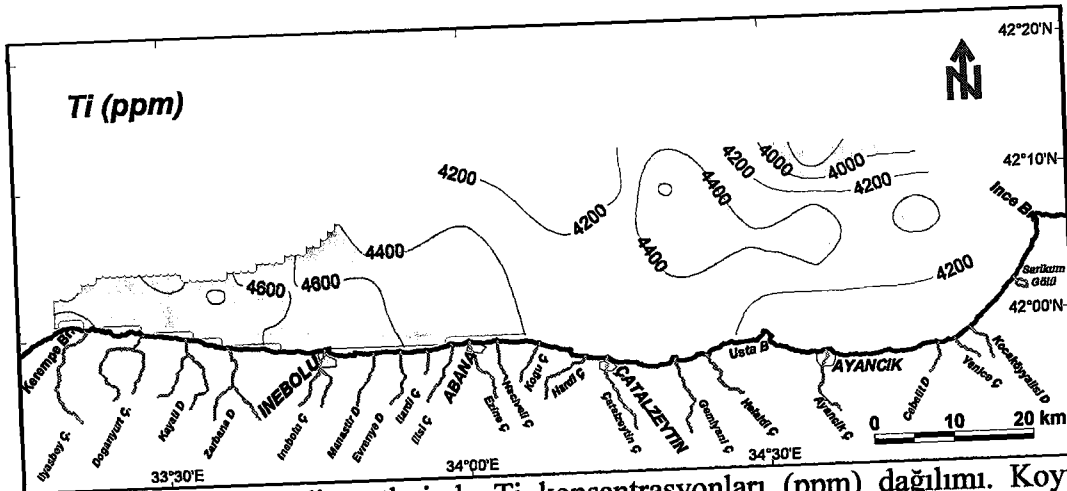
Şekil 6.24 Yüzey sedimentlerinde P konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



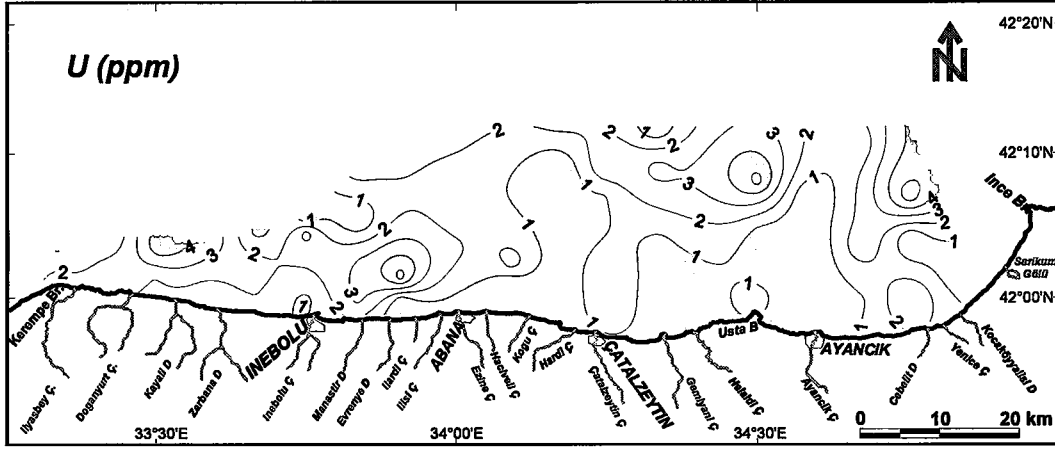
Şekil 6.25 Yüzey sedimentlerinde Rb konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



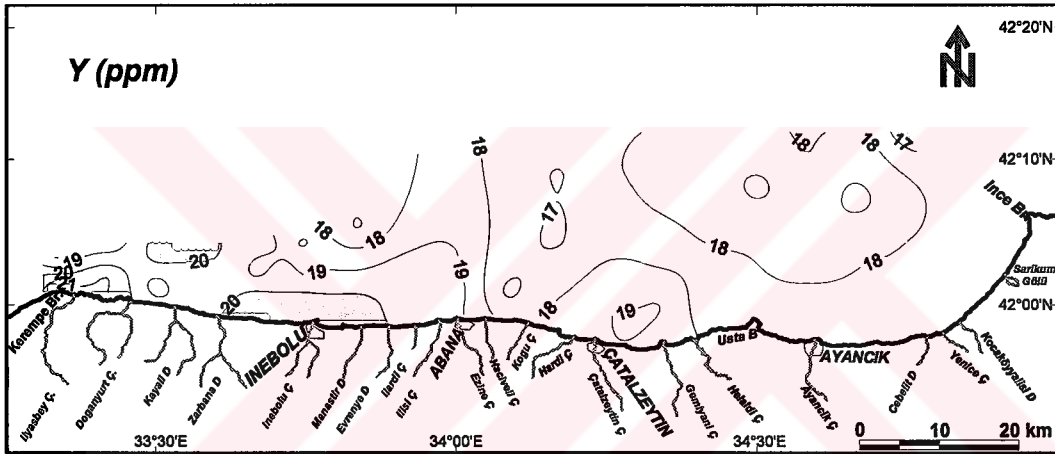
Şekil 6.26 Yüzey sedimentlerinde Th konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



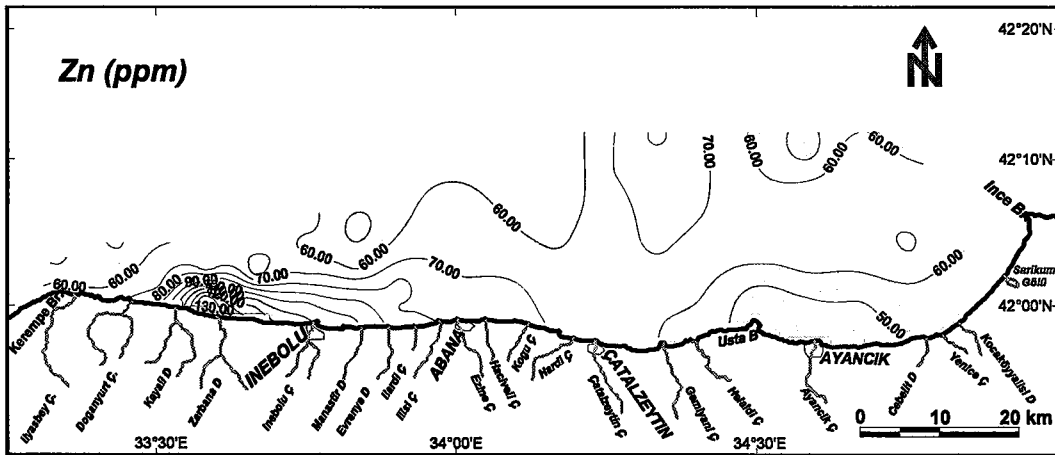
Şekil 6.27 Yüzey sedimentlerinde Ti konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



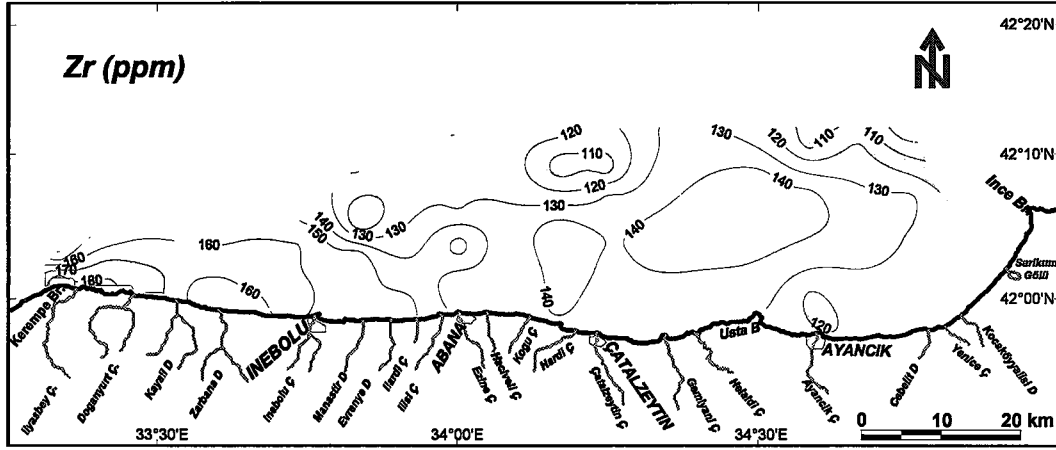
Şekil 6.28 Yüzey sedimentlerinde U konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



Şekil 6.29 Yüzey sedimentlerinde Y konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



Şekil 6.30 Yüzey sedimentlerinde Zn konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.



Şekil 6.31 Yüzey sedimentlerinde Zr konsantrasyonları (ppm) dağılımı. Koyu alanlar maksimum (ortalama şeyl değerinden düşük), gölgeli alanlar minimum konsantrasyonları temsil etmektedir.

6.2 Karot Örneklerinde Element Dağılımları

Bu çalışma kapsamında yapılan analizler şelf kırılma noktasının hemen açığında 261m su derinliğinden alınan R305 no'lu ve kıta yamacının 960m su derinliğinden alınan R302 no'lu karot örneğinden alınan sediment örnekleri üzerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1).

Karadeniz sedimentlerinin kimyası üzerine çoğunlukla Rus araştırmacılar tarafından benzer konuda gerçekleştirilen ilk çalışmaların büyük bir bölümü bazı sınırlı sayıda element üzerinde yapılmış ve belirli konularda odaklanmıştır. Örneğin Glagoleva (1960a, 1960b) çalışmaları sınırlı sayıda elementin inorganik jeokimyası ve organizmaların kimyasal etkileri üzerinde yoğunlaşırken, Starik et al., (1959, 1961) Kochenov et al., (1965), Baturin et al., (1967), uranyum ve minör metaller, Ostruomov & Volkov (1957), Pilipchuck & Volkov (1966a, b) Pilipchuck (1968) bazı özel veya sınırlı sayıda element kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Karadeniz baseni genelinde gerçekleştirilen daha sonraki çalışmalar Hirst (1974), Rozanov et al., (1974), Çağatay et al., (1987), Barnes & Lochran (1991), Yücesoy & Ergin (1992) majör element jeokimyası, Ross & Degens (1974), Hay et al., (1991), Duman (1994), geç Kuvaterner stratigrafisi, Müller & Stoffers

(1974), Shimkus & Trimonis (1974) mineraloji ve petrografi üzerinde odaklanmıştır.

Bu çalışma kapsamında alınan karot sediment örnekleri kapsamında majör, minör ve iz elementlerden oluşan toplam 30 elementin toplam içerikleri belirlenmiş ve bu elementlerin karot genelinde yer alan oksik ve anoksik ortamlara ait farklı sedimanter birimler içerisindeki dağılımları incelenmiş ve elementlerarası korelasyonları yapılarak Karadeniz'deki ortamsal değişikliklerin element dağılımları üzerindeki etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır.

6.2.1 R305 No'lu Karot Örneğinde Element Dağılımı

Şelf kenarının hemen açığında 261m su derinliğinden alınan R305 no'lu karot örneğinde Karadeniz genelinde yer alan stratigrafik ünitelerin net ayrımını yapmaya elverişli bir yapılanma mevcut değildir. Türbidit arakatkılarının olmadığı klasik Karadeniz sedimentlerinde en üstte yer alan karbonatça zengin kokolitli seviyenin net olarak belirlenememesi kara kökenli taşınımın fazlalılığı ile yakından ilişkilidir. Bu karotun 220cm'sinden başlayarak üst seviyelere doğru ender olarak görülen laminalar şeklindeki karbonat (muhtemel kokolit) seviyelerinin bozulmamış olmaları anoksik ortamın bu lokasyonda yerleşik olduğunu önermektedir.

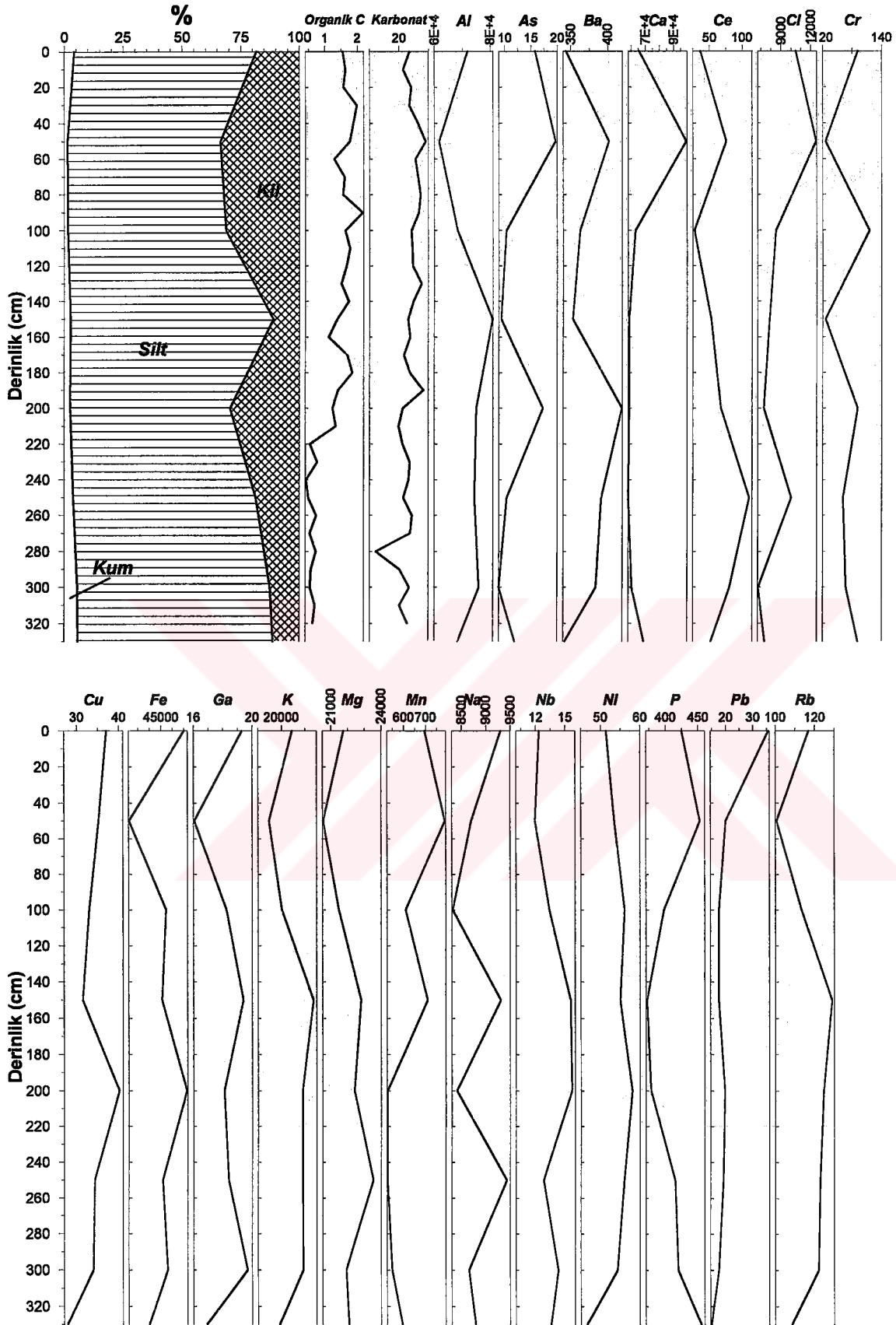
R305 no'lu karot örneğinde konsantrasyonları saptanan elementlerin düşey dağılımı Şekil 6.32 kapsamında verilmiştir. Karot genelinde her element için hesaplanan ortalama değerler ortalama şeyl standart değerleriyle kıyaslandığında (Tablo 6.1); As, Ga ve U elementlerinin şeyl değerleriyle benzer; Ca, Ce, Cl, Cr, Mg, Nb, S, Sc, Si ve V değerlerinin ortalama şeylden yüksek ve Al, Ba, Cu, Fe, K, Mn, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sr, Th, Ti, Y, Zn, Zr değerlerinin ortalama şeyl değerinin altında olduğu saptanmıştır.

As, Ca, Cl, Cu, Mn, Pb, karot genelinde yüzeye doğru artma eğilimi gösteren elementlerdir. Karot derinliğine bağlı olarak konsantrasyon artışı gösteren elementlerin en belirginini U olup bu eğilim karotun üst seviyelerinde ters yönlü

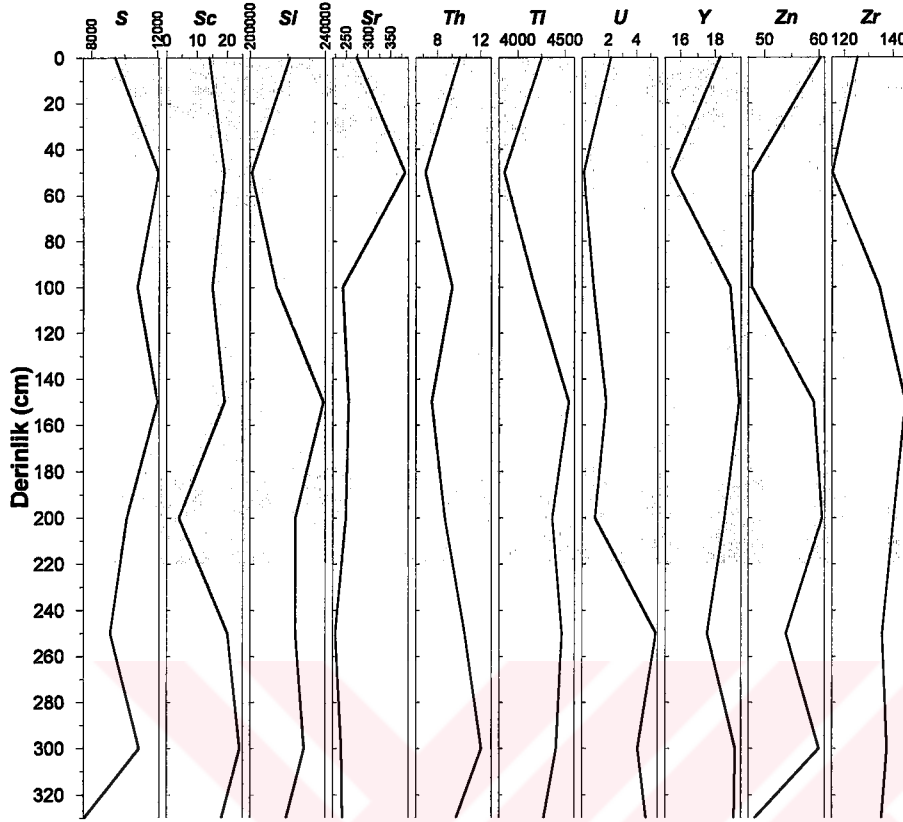
olarak değişmektedir. Genel olarak karot derinliğiyle konsantrasyonun artma eğiliminde olduğu diğer elementler arasında Al, Ce, Mg, Si ve Ti en belirginler olarak yer almaktadır (Şekil 6.32).

Organik karbon verilerinde net artışın gözlemlendiği ve anoksik koşullara geçişin gerçekleştiği 220cm derinliği ve civarında element konsantrasyonlarının düşey dağılımlarında belirgin değişiklikler meydana gelmektedir. Örneğin karotun 220cm'den daha derin olan bölümlerinde yer alan oksijenli ortam sedimentlerinde Al, Ba, Ce, Cu, Fe, K, Mg, Nb, Ni, Rb, Si, Ti, Zn ve Zr elementlerinde üst seviyelere doğru genel artma eğilimi varken Mn, P, ve Sc'da durum ters yönlü olarak azalma lehine değişmektedir. Anoksik ortam sedimentlerinde her iki grupta yer alan elementlerin hemen tamamı için bu davranış tamamen tersine dönmektedir. Oksijenli ortamda oksik-anoksik sınırına doğru artış gösteren (Al, Ba, Ce, Cu, Fe, K, Mg, Nb, Ni, Rb, Si, Ti, Zn, Zr) element konsantrasyonları anoksik ortamda yukarı yönlü azalmakta, oksijenli ortamda oksik-anoksik sınıra doğru yükseldikçe azalma gösteren (Mn, P, Sc) element konsantrasyonları karot yüzeyine doğru göreceli olarak artmaktadır.

R305 no'lu karot genelinde yer alan anoksik (0-220cm) ve oksik (220-330cm) ortam türünü sedimentlerde organik karbon içeriklerinin yanında S, Mn ve P elementlerinin karot boyunca gösterdikleri dağılım biçimleri dip suyunun oksijenli ve oksijensiz dönemlerine ilişkin belirleyici kriterler olarak görünmektedir.



Şekil 6.32 R305 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Organik karbon ve karbonat değerleri %, element değerleri ppm'dir. Gölge alan anoksik ortamı simgelemektedir.



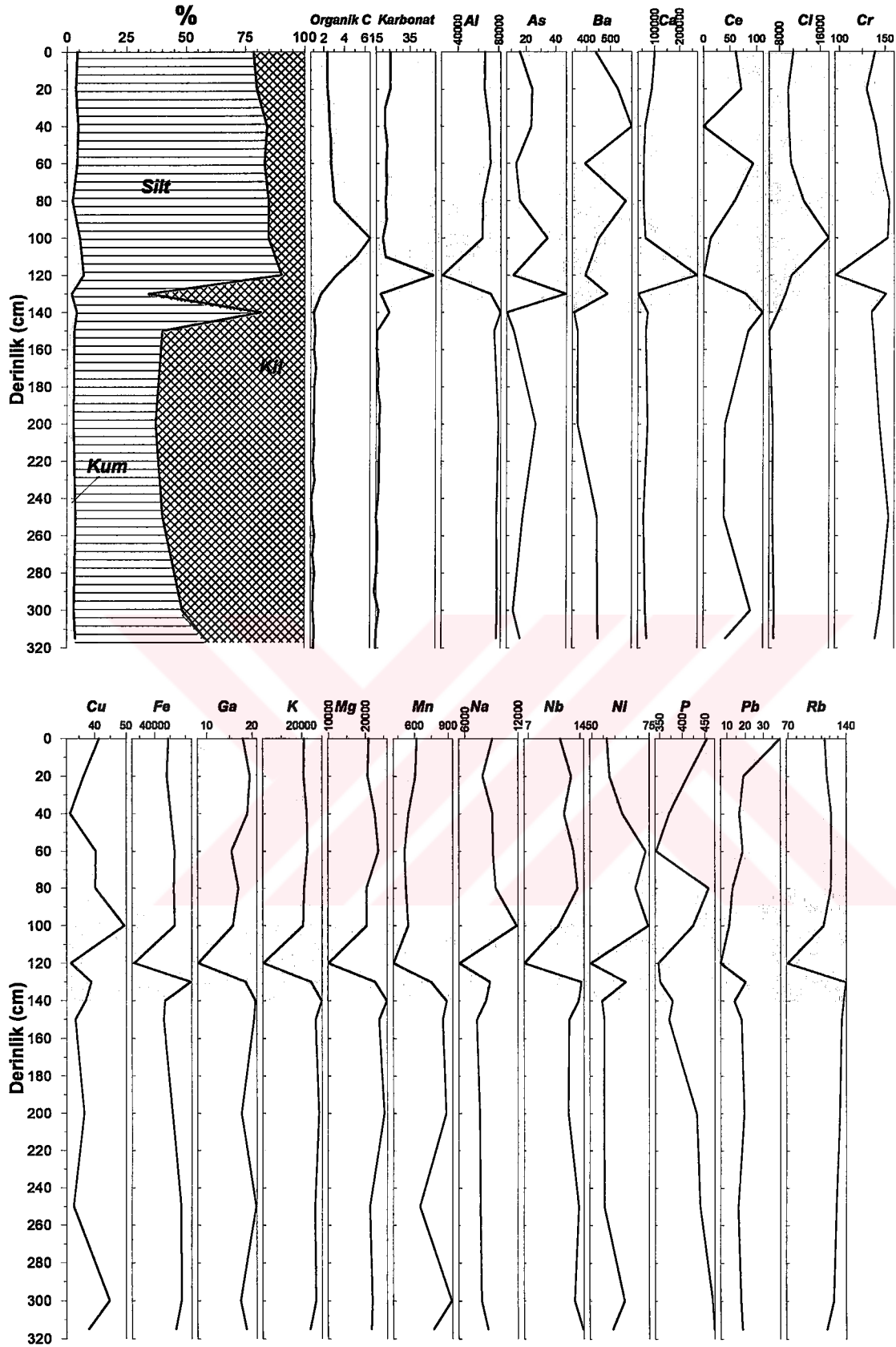
Şekil 6.32 (devam) R305 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Element değerleri ppm'dir. Gölgeli alan anoksik ortamı simgelemektedir.

Anoksik ortama geçişin gerçekleşmesinden sonra S, Mn ve P içeriklerinde belirgin zenginleşmeler görülür. Diğer taraftan, yine anoksik ortam ürünü olan Akdeniz sapropelinden S1 içersinde Mn oranlarında azalma olduğu belirtilmiştir (Pruysers et al., 1991). Ayrıca Calvert & Pedersen (1993), anoksik dip sularının yer aldığı ortamda Mn içeriklerinin azaldığını ve oksijenli derin deniz sedimentlerinde zenginleştiğini saptamış olup, sedimentlerde Mn zenginleşmesinin oksijenleşen dip su koşulları için güvenilir bir gösterge olduğunu önermektedir. R305 no'lu karotun anoksik seviyeleri içersindeki Mn dağılımlarında gözlenen ve en üst seviyelerde azalmayla sonuçlanan artma-azalma salınımları bu ortama ait dip sularında zaman zaman suboksik koşulların egemen olmasına rağmen son dönemde anoksik koşulların yerleştiğini önermektedir.

6.2.2 R302 No'lu Karot Örneğinde Element Dağılımı

Orta Karadeniz kıta yamacı 940m su derinliğinden alınan R302 no'lu karot örneğinde de R305 no'lu karotta olduğu gibi Karadeniz genelinde yer alan stratigrafik ünitelerin net ayrımını yapmaya elverişli bir yapılanma mevcut değildir. Türbidit arakatkılarının olmadığı klasik Karadeniz sedimentlerinde en üstte yer alan karbonatça zengin kokolitli seviyenin net olarak belirlenememesi kara kökenli taşınımın fazlalılığı ile yakından ilişkilidir. R305 no'lu karottan farklı olarak bu karotun 120. cm'sinde yaklaşık 5cm kalınlıkta çok iyi tabakalanmış ince laminalardan oluşan kokolit seviyesi tesbit edilmiştir. Bu seviyenin hemen üzerinde görünür kokolit laminaları içermeyen siyah laminalardan oluşmuş karakteristik sapropelik seviye yer alır. Daha üst seviyelerde laminalar türbidit arakatkılarla devam etmektedir. 120cm'nin altında herhangi bir lamina veya tabakalanma gözlenmemiş olup bu seviyeler muhtemelen oksijenli ortam ürünü denizel sedimentlerden oluşmaktadır.

R302 no'lu karot örneğinde konsantrasyonları saptanan elementlerin düşey dağılımı Şekil 6.33 kapsamında verilmiştir. Karot genelinde her element için hesaplanan ortalama değerler ortalama şeyl standart değerleriyle kıyaslandığında (Tablo 6.2); Ga ve U elementlerinin şeyl değerleriyle benzer; As, Ca, Cl, Cr, Mg, Nb, S, Sc, Si, Sr ve V değerlerinin ortalama şeylden yüksek ve Al, Ba, Ce, Cu, Fe,



Şekil 6.33 R302 no'lu karot örneğinde elementlerin düşey dağılımı. Organik karbon ve karbonat değerleri %, element değerleri ppm'dir. Gölge alan anoksik ortamı simgelemektedir.

R305 no'lu karotta olduğu gibi, R302 karot genelinde yer alan anoksik (0-140cm) ve oksik (140-320cm) ortam ürünü sedimentlerde organik karbon içeriğinin yanında S, Mn ve P, Na, Cl elementleri ile As, Cu, Ni gibi kalkofil elementlerde karot boyunca sergilenen dağılım biçimi dip suyunun oksijenli ve oksijensiz dönemlerine ilişkin belirleyici kriterler olarak görünmektedir.

Anoksik ortama geçişin gerçekleşmesinden sonra S ve P'un yanısıra As, Cu, Ni gibi kalkofil elementlerin içeriklerinde belirgin zenginleşmeler görülür. Bu karotta Mn dağılımında görülen anoksik sedimentler kapsamındaki belirgin azalma eğilimi Calvert & Pedersen (1993) bulgularıyla son derece uyumlu olup aynı seviyelerde artış trendi gösteren S verileriyle birlikte anoksik dip su ortamını simgelemektedir (Şekil 6.33). Söz konusu araştırmacılara göre Mn içeriklerindeki zenginleşme doğrudan oksijenli dip suları ile ilişkilidir. R302 no'lu karotta 140cm'nin altında yer alan seviyelerde daha yüksek olan Mn konsantrasyonu ortamın anoksik hale gelmesiyle birlikte ani bir düşüşle anoksik ortamı temsil eden minimum değerlerine erişmektedir (Şekil 6.33, Ek 2).

Kokkolitçe zengin laminaların yer aldığı 120cm seviyelerinde Cl, S ve Sc gibi birkaç element dışında diğer tüm elementlerde görülen düşük konsantrasyon pikleri bu seviyedeki materyalin %50'ye (Tablo 3.2) yakın kısmını oluşturan karbonatın neden olduğu seyrelme etkisini simgelemektedir. Buradan hareketle

Karadeniz kıta yamacı ve şelf bölümlerinin 200m'den derin bölümlerinde tamamen anoksik koşulların egemen olduğu günümüze değin yapılan çok sayıda araştırma kapsamında ortaya konulmuştur (Codispoti et al., 1988; Luther & Church, 1988; Murray & İzdar, 1989; Murray et al., 1989; Friederich et al., 1990; Lyons, 1991). Buradan hareketle R302 ve R305 no'lu karot örneklerinin alındığı lokasyonların günümüz koşullarında tamamen anoksik ortam içersinde yer aldığı konusu tartışılmaz olup bu bölümde sözkonusu lokasyonlarda anoksik koşullara geçiş ile ilişkili olarak element dağılımlarında gözlenen farklılıklar araştırılmıştır.

Anoksik koşulların mevcudiyeti, su ortamında oksijen ile bağlantılı reaksiyonların yokluğu ve H_2S 'li indirigen ortamın varlığıyla doğrudan ilişkilidir. Heriki karot örneğinde üst seviyelerde sıkça görülen türbidit arakatlı lamine seviyeler örnekleme lokasyonlarında (940m ve 260m su derinlikleri) önceleri oksijenli olan dip suyu ortamının son dönemlerde oksijensiz ortama dönüştüğünü göstermektedir.

Organik karbon içeriği açısından alt seviyelere kıyasla zenginleşmelerin görüldüğü lamine üst seviyelerde Cl, Na, S ve P ile birlikte As, Cu ve Ni gibi kalkofil elementlerde belirgin konsantrasyon artışları saptanmıştır. Özellikle R302 no'lu karot örneğinde gözlenen belirgin Cl ve Na zenginleşmesi dip suyu ortamının tuzluluğunda belirgin artışların olduğunu göstermektedir (Şekil 6.33). Kokkolit laminalarının yoğun olduğu karbonat maksimum (~%50) seviyenin (Karot R302; 120cm) hemen üzerinde yer alan Cl ve Na maksimum değerleri Karadeniz'in önemli oranlarda tuzlu yüzey suyu istilasına maruz kaldığını ve bu tuzlu suyun zamanla basen derinliklerine ulaştığını göstermektedir. Anoksik koşullarla birlikte karbonat içeriğinde görülen zenginleşme doğrudan kokkolit içeren sedimentlerle ilişkili olup R302 no'lu karotun yer aldığı 940m su derinliğinde anoksik koşulların yerleşimi hernasılsa kokkolitli seviye Unite I'in başlangıç dönemine karşılık gelmektedir. Karadeniz güncel sedimentlerinin en üstünde yer alan Ünite I'in başlangıç dönemi çeşitli araştırmacılara göre günümüzden 1000–1700 yıl öncesine rastlamaktadır (Degens et al., 1980; Calvert, 1987; Hay et al., 1991; Duman, 1994; Glenn & Gagnon, 1994). Bu üniteye adını veren kokkolit *E. huxleyi*'nin yaşayabildiği en düşük tuzluluğun %0 11 ile sınırlı

olduğu (Emery & Hunt, 1974) gözönüne alınırsa, R302 no'lu karot örneğinde kokkolit laminalarının bolca görüldüğü 120cm seviyelerinde yer alan sedimentlerin çökelme döneminde Karadeniz yüzey suyu tuzluluğunda önceki dönemlere kıyasla önemli artışların olduğu ve bu tuzlu suların zamanla kıta yamacının derin kesimlerine ulaştığı görüşü bu karotta yapılan element analizlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Anoksik ortam sedimentlerinde özellikle As, Cu ve Ni gibi elementlerde görülen zenginleşmelerin (Şekil 6.32, Şekil 6.33) organik karbon ve S içerikleriyle ilişkili olduğu saptanmıştır. Ek 5 ve Ek 6'da yer alan korelasyon katsayıları matrislerinde organik karbon ile As (0.40-0.56), Cu (0.63-0.33) ve Ni (0.73-0.20) ilişkisinin, S ile aynı elementlerin ilişkilerine (As: 0.40-0.11; Cu: 0.39-0.27; Ni: 0.66-0.57) kıyasla biraz daha kuvvetli olduğu görülmektedir. Söz konusu elementlerde görülen zenginleşmelerin doğrudan organik karbon veya anoksik koşulların yalnızca birinin denetiminde olduğu sonucuna varmak mümkün olmamakla birlikte heriki parametrenin ortak etkilerinden söz etmek daha yerinde olacaktır.

Kükürt karot örneklerinin anoksik seviyelerinde belirgin zenginleşme gösteren elementlerdendir. Karadeniz'in anoksik sedimentlerinde yapılan mikroskobik etüdlere pirit framboidlerinin bolca görüldüğü ve bunların özellikle silt ve çok ince kum boyutlu fekal pelletlerle birlikte yer aldığı belirtilmiştir (Pilska, 1991). R302 no'lu karot örneğinde S ile organik karbon ve silt-kum arasında belirlenen yüksek korelasyon katsayıları (0.86, 0.71, 0.49; Ek 5) bu ortamdaki S'ün büyük oranda pirit framboidleriyle ilişkili olduğunu önermektedir. Sedimentlerdeki minör ve iz element zenginleşmelerinde sülfat indirgenmesi ve bunu izleyen sülfid oluşum mekanizması önemli rol oynamaktadır (Emerson et al., 1983). Sülfat indirgenmesinin su ve sediment geçiş zonunda veya deniz suyunun oksik-anoksik geçişlerinde meydana geldiği çeşitli çalışmalar kapsamında ayrıntılı olarak belirlenmiştir (Calvert, 1990; Henneke et al., 1991; Pruyers et al., 1991).

Karot genelindeki bollukları gözönüne alındığında Mn içeriğinde gözlenen belirgin düşme eğiliminin tamamen anoksik ortam koşulları etkisinde geliştiği

gözlenmiştir. R302 no'lu karot örneğinde anoksik ortam ürünü olan üst seviyelerde net azalmalar gösteren Mn içeriği R305 no'lu karotta yer alan anoksik sedimentlerde ardışıklı olarak artma ve azalma eğilimindedir. R305 no'lu lokasyonda Mn zenginleşmelerinde gözlenen bu salınımlar şelf yakınlarında yer alan bu lokasyonda anoksik koşullara geçişin ani olmadığını ve ortamın zaman zaman suboksik koşulların etkisinde kaldığını önermekle birlikte karot yüzeyine doğru gözlenen Mn azalması günümüz koşullarında anoksik ortam etkisinin daha belirgin olduğunu göstermektedir (Şekil 6.32).



BÖLÜM YEDİ

SEDİMENTOLOJİK VE JEOKİMYASAL VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

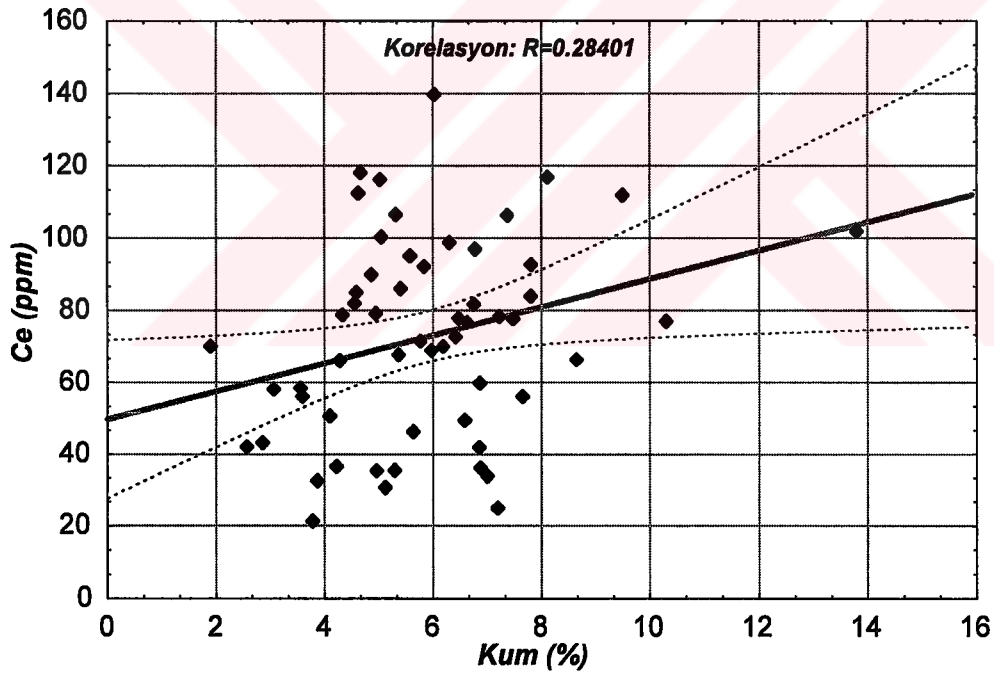
7 Sedimentolojik ve Jeokimyasal Verilerin Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında yapılan analizler sonucu elde edilen sedimentolojik (Tablo 3.1; 3.2; 3.3) ve jeokimyasal verilerin (Ek1; 2; 3) değerlendirilmesini kolaylaştırmak amacıyla tüm veriler Statistica (Statistica for windows, Release 4.5, StatSoft Inc. 1993) programı aracılığı ile istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu program kapsamında önce veriler arasındaki korelasyonları gösteren korelasyon matrisleri (Ek4; 5; 6) oluşturulmuş daha sonra bu matrislerden hareketle Principle Component Analizleri yapılarak elementler ve sedimentolojik parametreler arasında ortak özellik gösterenler ayırd edilmeye çalışılmıştır. Daha sağlıklı yorumların yapılabilmesi için yüzey ve karot örneklerine ait veriler birbirlerinden bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

7.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentleri

Yüzey sedimentlerinde tane boyu ve jeokimyasal verilerin birbirleri üzerindeki etkilerini özetleyen tablo Ek 4 kapsamında verilmiştir. Önemli korelasyonların yalnızca kum boyutlu malzeme ile Al, Ce, K, Nb, Si, Ti, U, Y ve Zr gibi litofil elementler arasında saptanabilmiş olması sediment tane boyu ile element içerikleri arasındaki ilişkinin daha çok kum boyutunda ağırlık kazandığını göstermektedir. Nisbeten iri tane boyutuyla birlikte özellikle karbonat, organik karbon, S ve Cl parametreleriyle elementler arasında önemli korelasyonların saptanmış olması örnekleme alanında etkin olan farklı özelliklerdeki deniz suyu ortamsal parametrelerinin (tuzluluk, redoks potansiyeli, oksijenli-oksijensiz ortam gibi) element dağılımları üzerinde belirleyici etkisi olduğunu göstermektedir.

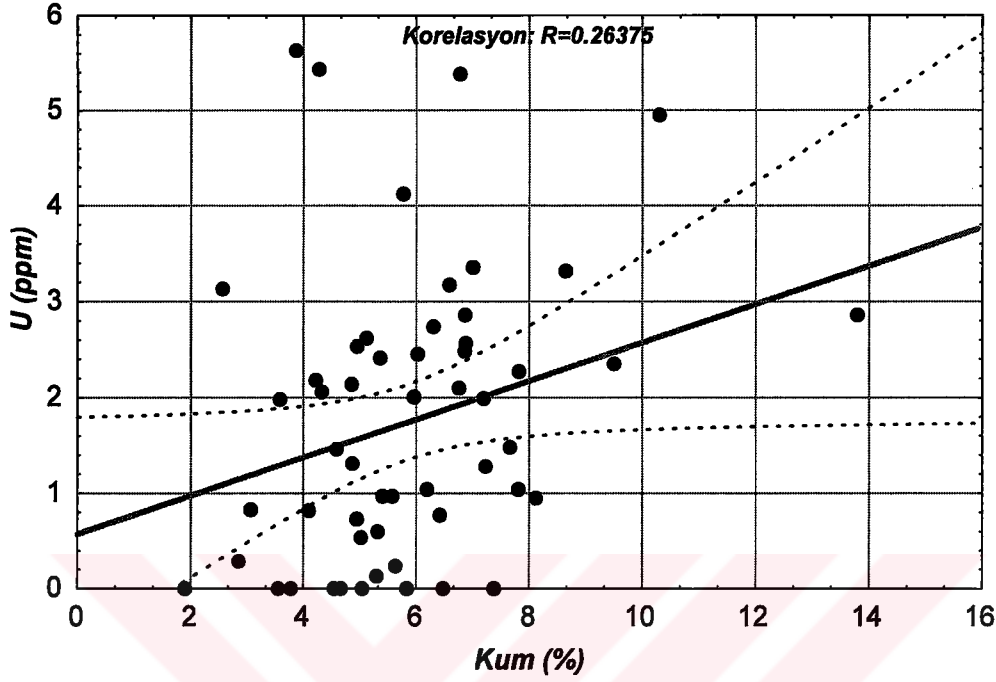
Tüm korelasyon katsayıları genelinde düşük olmalarına rağmen kum ile Al(R=0.31), Ce(R=0.28), K(R=0.23), Nb(R=0.35), Si(R=0.31), Ti(R=0.38), U(R=0.26), Y(R=0.34), ve Zr(R=0.46); silt ile As(R=0.25), Cu(R=0.23), Fe(R=0.21), Mn(R=0.17), P(R=0.19) ve Zn(R=0.18); kil ile Ba(R=0.16), Cr(R=0.13), Ni(R=0.21) ve Rb(R=0.14) arasında diğerlerine kıyasla yüksek olan değerler saptanmıştır. Bu da Cu, Fe, Cr, Zn, Ni gibi ağır metallerin kil mineralleri ve/veya kil-silt boyutlu malzeme ile doğrudan ilişkili olduklarını önermektedir. Sedimentin kil, silt gibi ince fraksiyonundaki metal zenginliğinin, bu fraksiyonun geniş yüzey alanları ve özellikle kil minerallerinin yüksek soğurma kapasitesiyle yakından ilişkili olduğu görüşü çok sayıda çalışmanın önemli sonuçlarını oluşturmaktadır (Förstner & Wittmann, 1979; Farrah et al., 1980; Thorne & Nickless, 1981; Emelyanov & Shimkus, 1986; Cauwet, 1987).



Şekil 7.1 Yüzey sedimentlerinde kum ve Ce ilişkisi

Yüzey sedimentlerinin tamamına yakın bölümünde %1.9 ile %13.8 arasında değişen ve ortalama %6 değer ile içerik açısından en düşük tane boyutunu oluşturan kum boyutlu sedimentlerin bir bölümünü kavkı kırıkları ile kokkolit topları oluşturmaktadır. Korelasyon katsayıları matrisinde (Ek 4) kum boyutu ile Ce(R=0.28; Şekil 7.1) ve U(R=0.26; Şekil 7.2) arasında önemli korelasyonlar saptanırken aynı elementlerin silt ve kil ile sırasıyla Ce(R=0.10, -0.18) ve

U(R=0.07, 0.0) göreceli düşük korelasyonlar vermesi bu elementlerin zenginleşme koşulları hakkında önemli ipuçları vermektedir.



Şekil 7.2 Yüzey sedimentlerinde kum ve U ilişkisi

Karadeniz’de Uranyum üzerine yapılan çalışmalar organikçe zengin olan anoksik ortam sedimentlerinin uranyum açısından zengin olduklarını ve uranyum kaynağının da Karadeniz suyunun kendisi olduğunu ortaya koymuştur (Kochenov et al., 1965; Degens et al., 1977; Anderson, 1987). Bu çalışmada şelf genelinde önemli bir bölümü oksik ve suboksik ortamdan alınan yüzey sedimentlerinde organik karbon ile U arasında R=0.08 gibi önemsiz ancak pozitif bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Buraya kadar elde edilmiş olan veriler U zenginleşmesinde anoksik ortam ve organik madde etkisinin yanında kaba tane boyutunun da önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer yandan Anderson & Fleisher (1991) Karadeniz sedimentlerindeki uranyumun su sütunu içerisindeki çökeltmeden tamamen bağımsız olarak sediment bünyesindeki işlevler sonucu zenginleştiğini ve bunun da genel olarak sediment boşluk suyu içerisinde meydana geldiğini belirtmişler ve Karadeniz sedimentlerindeki uranyum konsantrasyonlarını denetleyen iki temel faktör önermişlerdir. Bunlar 1) U çökmesi için sedimanter ortamda indirgen koşulların olması gerektiği ve 2) otojenik uranyum

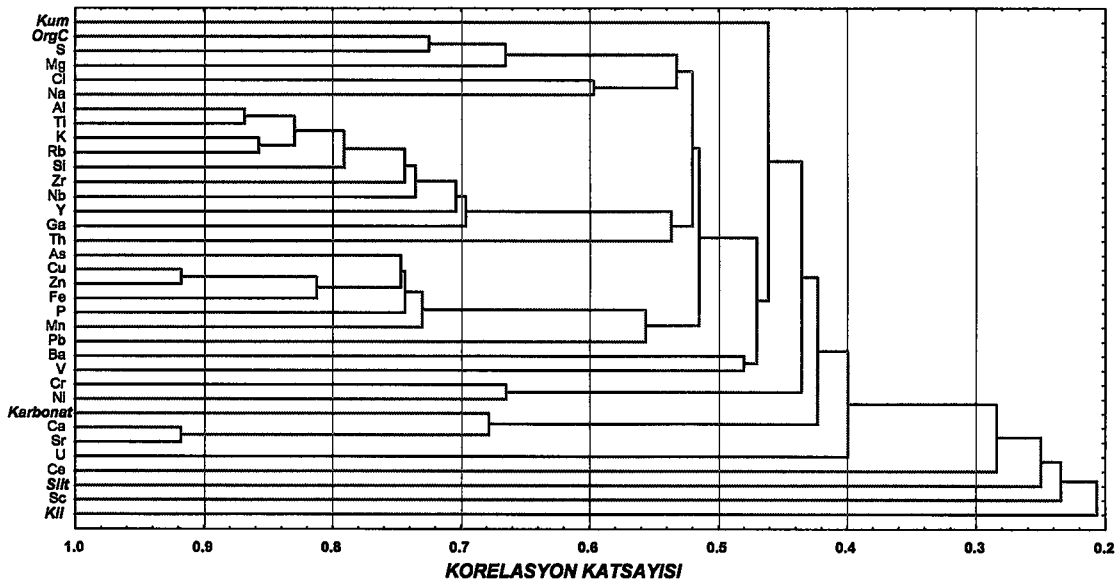
zenginleşmesinin büyük ölçüde sedimentasyon oranının düşük olmasına bağlı olduğudur. Sedimentte boşluk oranının artmasında ve dolayısı ile sediment içerisinde uranyum çökelişi ve zenginleşmesi için daha elverişli koşulların yaratılmasında kaba tane boyutunun önemli bir etken olduğu bu çalışma kapsamında saptanmış diğer bir bulgu olarak ortaya çıkmaktadır.

Yüzey sedimentlerinde karbonat içerikleri önemli korelasyonların görüldüğü Ca, Sr, Mn, Ni, Cr ve Cl ile düşük pozitif korelasyon veren sınırlı sayıda element dışında hemen tüm elementlerle güçlü negatif ilişki göstermektedir (Ek 4). Ca($R=0.68$) ve Sr($R=0.64$) ile karbonat arasındaki güçlü pozitif korelasyon katsayıları özellikle Sr ile kuvvetli biyolojik etkiyi yansıttığının yanında birbirinden bağımsız olan analiz sonuçlarının tutarlılığını göstermektedir. Karbonat içeriklerinin diğer elementler üzerinde genelde seyreltici etkisi olduğu benimsenmiş olmasına rağmen (Yücesoy & Ergin, 1992; Bodur & Ergin, 1994) önemli sayılabilecek ($R=0.3$ - $R=0.68$) korelasyonlu Ca, Sr, Mn, Ni ve Cl yanında As, Ba, Cr, Ga, Mg, Pb, Rb gibi elementlerle çok düşük de olsa pozitif ilişki göstermesi karbonatla bu elementlerin tümü arasında kökensel bir ilişkinin kanıtı olarak yorumlanmamalıdır. Karadeniz güncel sedimentlerinde en üstte yer alan kokolitli seviyenin karbonatça zengin olduğu ve karbonatın önemli bir bölümünü kokolitlerin oluşturduğu bilinmektedir. Diğer yandan karbonatın kil boyutu ile ($R=0.20$) düşük de olsa pozitif korelasyon göstermesi karbonat parçacıklarında kil boyutunun daha baskın olduğunu önermektedir. Çok küçük boyutlu kokolitlerden oluşan karbonat partiküllerinin çökme esnasında ortamdaki elementleri soğurması nedeniyle söz konusu element korelasyonlarının elde edilmesi doğal bir sonuçtur.

Analizleri yapılan elementlerin kendi arasındaki korelasyonlar incelendiğinde (Ek 4) önemli bir çoğunluk arasında pozitif korelasyonlar olduğu görülmüştür. Örneğin Al, 15 elementle oluşturduğu korelasyonla ilk sırada yer alırken; K 14 element; 12 elementle Nb, Pb, ve Rb; 11 elementle Cl, Y ve Zn'yi azalan miktarlarda diğer elementler izlemektedir (Tablo 7.1; Ek 4). Diğerleriyle en az ilişki gösteren elementlerden U yalnızca Y ile kuvvetli korelasyon verirken Ce analizleri yapılan diğer elementlerin hiçbirisi ile önemli korelasyon göstermeyen

element olarak saptanmıştır.

Elementler arasındaki ilişkilerin bir bütün olarak daha iyi sunulması için yüzey sedimentlerine ait tüm verilere cluster analizi uygulanmış ve bu analiz sonucu Şekil 7.3 kapsamında sunulmuştur. Cluster analizlerinin jeolojik verilerin sınıflandırılması için en doğru ve objektif bir yöntem olduğu bilinmektedir (Swan & Sandilands, 1996). Elementlerarası korelasyonların şiddetini gösteren cluster analiz sonuçları elementlerin yarısını aşkın bölümünde önemli gruplanmaların ($R=0.7$) olduğunu göstermiştir (Şekil 7.3). Örneğin Al, Ti, K, Rb, Si, Zr, Nb, Y, Ga ve Th en önemli grubu oluşturan elementlerdir ve bu elementlerin tamamı en fazla silikatların içinde veya silikatlarla birlikte bulunan litofil elementler grubuna dahildir (Goldschmidt, 1954). İkinci önemli grubu oluşturan elementler arasında Cu, Zn ve As ile birlikte Fe, P ve Mn yer alırken, Ca ile Sr ve Cr ile Ni bağımsız iki ayrı grubu oluşturmaktadır. İkinci grubu oluşturan elementlerden Cu, Zn ve As sülfid mineralleri ve dolayısı ile sülfid cevherlerinde en fazla rastlanılan kalkofil elementlerdir. Yine bu grup içerisinde yer alan Fe ve P esas olarak siderofil elementlerden olup Mn'nın da dahil olduğu kalkofil elementler arasında da bulunabilmektedir.



Şekil 7.3 Yüzey sedimentlerine ait verilerin Cluster analizi.

Korelasyon katsayıları önemli sayılabilecek diğer bir grubu organik karbonla bağlantılı gözükten S, Mg, Cl ve Na gibi litofil (S hariç) elementler oluşturmaktadır. U, Ce ve Sc çok düşük korelasyon katsayılarıyla elementlerarası korelasyon göstermeyen elementler grubunu oluşturmaktadır. Elementlerin bu tip gruplanmaları, nicelik gösteren bir ilişkiden ziyade bir eğilimi ifade etmektedirler. Değişik gruplar bazen üst üste binebilmektedir. Bu da bir elementin değişik gruplarda gözükmesi ile belirir. Kabaca nitelik ifade eden ve elementlerin jeolojik davranışlarını göstermesi bakımından son derece yararlı olan bu gruplanmalara ilişkin ortamsal yorumlar izleyen bölümlerdeki element dağılımlarını etkileyen faktörler bölümünde yapılacağından burada esas olarak elementlerin gruplandırılması yapılmıştır.

7.2 R305 no'lu Karot Örneği

R305 no'lu karot örneğinden alınan sedimentlerde tane boyu ve jeokimyasal verilerin birbirleri üzerindeki etkilerini özetleyen tablo Ek 5 kapsamında verilmiştir. Yüzey sedimentlerinde elementlerle sediment tane boyu arasında yalnızca kum ile sınırlı olan önemli korelasyonların (Ek 4) aksine 260m su derinliğinden alınan R305 no'lu karot örneğinde silt ağırlıklı olmak üzere (12) tüm tane boylarında önemli korelasyonlar saptanmıştır. Kil ile önemli ilişkisi olan element sayısı 5 iken, kum ile önemli korelasyon veren elementler U ve Th ile sınırlıdır (Ek 6). Al, Ga, K, Mg, Na, Rb, Si, Ti, U, V, Y ve Zr gibi hemen tamamını litofil elementlerin oluşturduğu (Ga kalkofil) grup ile silt ve kum boyutu arasında görülen korelasyonlar silt boyutu için çok belirgin olup genellikle 0.60'ın üzerindedir. Çoğunluğu dış kökenli olan bu elementlerin silt boyutu ile ağırlıklı ilişki göstermeleri şelfin hemen açığında yer alan bu karot lokasyonunda kara kökenli materyal temininin daha çok silt boyutunda olduğunu göstermektedir. Yüzey sedimentleri kapsamında yapılan değerlendirmelerde benzer ilişkinin kum boyutunda daha ağırlıklı olarak saptanmış olması kara kökenli melzeme boyutunda açık deniz yönlü bir azalmanın olduğunu göstermektedir.

Kum boyutlu malzeme ile en önemli korelasyonun U ($R=0.83$; Ek 6) arasında saptanmış olması tane boyundaki artışın U zenginleşmesinde önemli rolü

olduğunu göstermektedir. Aynı elementin silt boyutu ile de önemli korelasyon ($R=0.68$; Ek 6) vermesine karşın kil ($R=-0.72$; Ek 6), karbonat ($R=-0.48$; Ek 6) ve organik karbon ($R=-0.93$) ile kuvvetli negatif ilişkiler göstermesi bu görüşü doğrular niteliktedir. Burada sözkonusu edilen Uranyum'un iç kökenli olduğu varsayımı unutulmamalıdır. Bu durumda yüzey sedimentlerinde olduğu gibi şelf açığında ve anoksik koşulların yerleşmekte olduğu bir lokasyonda elde edilen bu ortak bulgular, U zenginleşmesinin indirgenme koşullarından çok tane boyu dağılımı ve boşluk oranı gibi sedimentolojik parametrelerle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Karbonat ve organik karbon verilerinin kendi arasında ($R=0.53$; Ek 6) ve Ca, Sr ve Mn gibi biyolojik etkinliği gösteren elementlerle yüksek pozitif ilişkiler göstermeleri şelf açığındaki bölge için denizel kaynaklı organik madde girdisinin önemli olduğunu önermektedir.

Karot genelinde yapılan analizler sonucu saptanan elementlerin kendi arasındaki korelasyonlar incelendiğinde (Ek 6) önemli bir çoğunluk arasında kuvvetli pozitif korelasyonlar olduğu görülmüştür. Ancak elementlerin bireysel olarak önemli korelasyon gösterdiği diğer element sayılarında yüzey sedimentlerindeki ilişkilerine kıyasla göreceli bir azalma saptanmıştır. Örneğin en fazla korelasyonlu element olan Al ile önemli korelasyon gösteren diğer element

Tablo 7.1 Elementlerarası önemli ilişki sayılarının karşılaştırılması

Element	Yüzey	Karot No R305	Karot No R302
Al	15	12	8
As	9	3	1
Ba	5	3	1
Ca	3	4	2
Ce	0	3	0
Cl	11	4	5
Cr	4	1	3
Cu	7	5	4
Fe	8	11	3
Ga	12	10	0
K	14	11	8
Mg	9	9	6
Mn	8	4	7
Na	7	1	5
Nb	12	8	2
Ni	6	2	6
P	8	1	0
Pb	12	1	2
Rb	12	12	5
S	7	1	4
Sc	2	0	0
Si	9	12	8
Sr	4	3	2
Th	6	2	7
Ti	9	13	2
U	1	4	6
V	9	10	1
Y	11	9	8
Zn	11	9	5
Zr	7	11	6
Toplam	236	179	117

R305 no'lu karot örneğine ait sedimentolojik ve jeokimyasal analiz sonuçlarının değerlendirildiği cluster analiz diyagramı Şekil 7.4'de verilmiştir. Yüzey örneklerine ait cluster diyagramından belirli ayrıcalıklar gösteren R305 no'lu karot örnekleri cluster diyagramında korelasyon katsayılarının ($R=0.70$) yüksek oluşu ve iki ana grubun varlığı göze çarpmaktadır (Şekil 7.4). Örneğin Al, K, Rb, Si, Ti, Mg, Zr, V, Nb, Y, ve Ga ($R=0.80$) korelasyon katsayıları ile en önemli grubu oluşturan elementlerdir ve bu elementlerin tamamı en fazla silikatların içinde veya silikatlarla birlikte bulunan litofil elementler grubuna dahildir. Benzer ilişkinin Şekil 7.3'de verilen yüzey sedimentleri için de geçerli olması şelfin hemen açığında yer alan bu ortamda da dış kökenli malzeme girdisinin önemli bir etken olduğunu göstermektedir. Ga ile birlikte Zn'nin ağırlıkta olduğu Fe, Th Na ve Cr'nin yer aldığı elementler birinci gruba bağlantılı bir alt grubu işaret etmektedir. Ga ve Zn gibi kalkofil elementlerin daha baskın olduğu bu alt grubun diğer elemanları daha çok litofil elementlerden oluşmakta ve siderofil grubun temel elemanı olan Fe'yi de kapsamaktadır (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 R305 no'lu karot örneklerine ait verilerin Cluster analizi.

Ca, Sr ve Mn gibi litofil element grubundan olan fakat denizel ortam söz konusu olduğunda aynı zamanda biyolojik aktivitenin bir göstergesi olan elementler (Norman & De Deckker, 1990) ikinci önemli grubu oluşturmaktadır. İkinci grubun tali elementleri veya bu gruba bağlantılı bir alt grup gibi görülen

Cl, As, P, Ba, Ni, Cu, S ve Pb elementleri arasında çoğunluk kalkofil (As, Cu, Ni, Pb ve S) elementler lehinedir. Siderofil element olan P'nin denizel ortam söz konusu olduğunda biyolojik indikatör olduğu bilinmektedir (Odada, 1990). Karbonat'ın Ca, Sr ve Mn gibi biyolojik indikatör elementleriyle korelasyonlu olması muhtemelen deniz yüzeyindeki kokkolit aktivitesiyle yakın ilişkilidir. Diğer yandan anoksik ortamda yüksek olan organik karbon içeriklerinin biyolojik indikatör P ile birlikte As, Cu ve Ni gibi anoksik ortamda zenginleşme eğiliminde olan elementlerle yer alması indirgen ortam etkisini simgelemektedir. Krom ile As, Cu, Ni ve Zn gibi kalkofil elementlerin hümik madde (Calvert & Pedersen, 1993) ve sülfidlerle birlikte bulunma eğilimi (Jacobs et al., 1985; Moore et al., 1988) ve doğu Akdeniz'de sülfidçe zengin sapropeller içinde bolca bulundukları bilinmektedir (Pruysers et al., 1991).

Buraya kadar elde edilen veriler değerlendirildiğinde şelf açığında yer alan R305 no'lu karot lokasyonu için dış kökenli materyal girdisinin önemli bir parametre olduğu ikincil etkinin anoksik koşulların neden olduğu indirgen ortam özellikleriyle karbonat ağırlıklı biyolojik katkının bir kombinasyonu olduğu ortaya çıkmaktadır.

7.3 R302 no'lu Karot Örneği

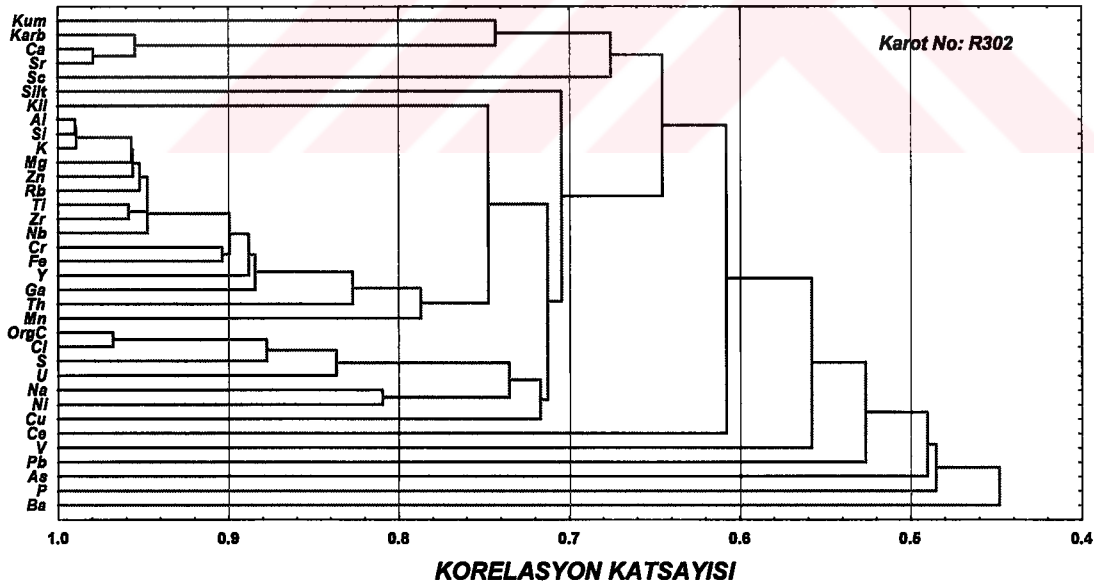
R302 no'lu karot örneğinden alınan sedimentlerde tane boyu ve jeokimyasal verilerin birbirleri üzerindeki etkilerini özetleyen tablo Ek 5 kapsamında verilmiştir. Yüzey sedimentlerinde elementlerle sediment tane boyu arasında yalnızca kum ile sınırlı olan önemli korelasyonların (Ek 4) aksine kıta yamacının 940m su derinliğinden alınan R302 no'lu karot örneğinde daha çok kil ağırlıklı olmak üzere silt ve kum tane boylarında önemli korelasyonlar saptanmıştır. Ancak R305 no'lu karot örneğindeki (Ek 6) kıyasla her üç tane boyu için saptanan önemli korelasyon katsayılarında göreceli bir azalma söz konusudur (Ek 5). Al, K, Mg, Mn, Si, Th, Y ve Zr gibi litofil elementlerin kil boyutu ile önemli korelasyon oluşturması, R302 no'lu karot örneklerini yüzey örnekleri ve daha sığ ortamdan alınan R305 no'lu karot örneklerinden ayıran en belirgin özelliktir. Söz konusu elementler yüzey ve R305 no'lu karot örneklerinde daha çok silt ve kum

boyutlarıyla bağlantılı görülürken R302 no'lu karotta durum tamamen tersine dönmekte ve aynı elementler kum ve silt boyutları için negatif korelasyonlar vermektedir. Çoğunluğu dış kökenli olan bu elementlerin kil boyutu ile ağırlıklı ilişki göstermeleri kıta yamacının derin bölümlerinde yer alan bu karot lokasyonunda kara kökenli materyal temininin esas olarak kil boyutlu malzeme denetiminde olduğunu göstermektedir. Yüzey sedimentleri ve R305 no'lu karot örneklerinde benzer ilişkinin sırasıyla kum ve silt boyutunda daha ağırlıklı olarak saptanmış olması kara kökenli malzeme boyutunda açık deniz yönlü bir azalmanın olduğunu göstermektedir.

Yüzey sedimentleri ve R305 no'lu karot örneklerinde olduğu gibi kum boyutlu malzeme ile önemli korelasyon veren elementler arasında yer alan U ($R=0.48$; Ek 5) zenginleşmesi için kum boyutlu tane içeriğinin önemli bir faktör olduğu görülmektedir. Uranyum silt boyutu ile düşük de olsa pozitif korelasyon ($R=0.32$; Ek 5) vermesinin yanında kil boyutu ile ($R=-0.33$; Ek 5) negatif ve karbonat ($R=0.09$; Ek 5) ile çok düşük pozitif ilişki göstermektedir. Yüzey ve R305 no'lu karot örneklerinin aksine organik karbon ile ($R=0.89$) ile kuvvetli pozitif ilişki göstermesi muhtemelen kıta yamacı derinliklerinde şelf yakınlarına kıyasla düşük olan sedimentasyon oranı ile yakından ilişkilidir.

Karot genelinde yapılan analizler sonucu saptanan elementlerin kendi arasındaki korelasyonlar incelendiğinde (Ek 5) önemli bir çoğunluk arasında kuvvetli pozitif korelasyonlar olduğu görülmüştür. Ancak elementlerin bireysel olarak önemli korelasyon gösterdiği diğer element sayılarında yüzey sedimentleri ve R305 no'lu karot örneklerine kıyasla göreceli bir azalma saptanmıştır. Tablo. 7.1'den görüleceği üzere elementlerarası korelasyonların sayısında kıyıda açıkta doğru net bir azalma eğilimi mevcuttur. Bu eğilim sedimanter ortamda etkin olan faktörlerin eksilmesi ve örtüşmesindeki azalmanın bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Buna göre şelf sedimentlerinde karasal girdiler, dalga ve akıntı işlevleri, biyolojik aktiviteler ve oksik-suboksik-anoksik koşulların örtüşen etkileri ağırlıkta iken, açık denizde daha çok deniz suyu ortamsal parametrelerinin etkin olduğu sonucu çıkmaktadır.

R302 no'lu karot örneğine ait sedimentolojik ve jeokimyasal analiz sonuçlarının değerlendirildiği cluster analiz diyagramı Şekil 7.5'de verilmiştir. Yüzey örneklerine ve R305 no'lu karot örneklerine ait cluster diyagramlarından belirli ayrıcalıklar gösteren R302 no'lu karot örnekleri cluster diyagramında korelasyon katsayılarının ($R=0.80$; Ek 5) yüksek oluşu ve belirgin üç grubun varlığı göze çarpmaktadır (Şekil 7.5). R305 no'lu karot örneğinden farklı olarak karbonat, Ca ve Sr'nin baskın olduğu biyolojik etkileri simgeleyen grup element sayılarının az olmasına rağmen nicelik açısından etkin bir gruptur. Al, Si, K, Mg, Zn, Rb, Ti, Zr, Nb, Y, Ga, Th ve Mn korelasyon katsayıları çoğunlukla ($R=0.90$) olan dış kökenli elementlerin oluşturduğu diğer baskın grubu oluşturmaktadır. Bu elementlerin tamamına yakın bölümü en fazla silikatların içinde veya silikatlarla birlikte bulunan litofil elementler grubuna dahildir. Benzer ilişkinin Şekil 7.3 ve Şekil 7.4'de verilen yüzey örnekleri ve R305 no'lu karot örnekleri için de geçerli olması, kıta yamacı derinliklerinde yer alan bu ortamda da dış kökenli malzeme girdisinin önemli bir etken olduğunu ve ağırlıklı olarak kil boyutlu malzemeyle bulunduklarını göstermektedir (Ek 5; Şekil 7.5).



Şekil 7.5 R302 no'lu karot örneklerine ait verilerin Cluster analizi.

Silt ve kum tane boyutu ile yüksek korelasyonlu olan organik karbonun aynı zamanda Cl, S, U, Na, Ni, Cu ve daha az oranlarda V, Pb, As, P, Ba gibi çoğunluğu anoksik ortamda zenginleşme eğiliminde olan elementlerle yer alması

indirgen ortam etkisini simgelemektedir. R302 no'lu karot örneklerinde saptanan organik karbonun önceki örneklerin aksine kil boyutu dışındaki iri taneli malzeme ile kuvvetli korelasyon vermesi Pilskaln (1991)'in Karadeniz bulgularıyla uyum içindedir. Pilskaln (1991) Karadeniz'in genelde hareketsiz olan derin deniz ortamında sediment-su ara yüzeyinde yer alan henüz çökelmemiş partiküller arasında ayrık halde bulunan organikçe zengin parçacıkların (organizma dışıkları vb.) sedimentlere karışmasının hemen akabinde topaklaşarak daha büyük taneleri oluşturduğunu saptamıştır.

Buraya kadar elde edilen veriler değerlendirildiğinde kıta yamacı derin bölümünde yer alan R302 no'lu karot lokasyonu için dış kökenli materyal girdisinin önemli bir parametre olduğu ikincil etkinin anoksik koşulların neden olduğu indirgen ortam özellikleriyle karbonat ağırlıklı biyolojik katkının bir kombinasyonu olduğu ortaya çıkmaktadır. R302 no'lu karot örneğinin temsil ettiği kıta yamacının derin kesimlerini şelf ve R305 no'lu karotun alındığı şelf öntü bölgesinden ayıran en önemli özellikler, kara kökenli girdilerin daha çok kil boyutlu materyal etkisinde gerçekleşmesi, sedimentasyon oranının düşüklüğü ve bununla bağlantılı olarak biyolojik kökenli karbonat etkisinin yüksekliğidir.

7.4 Element Dağılımlarını Etkileyen Faktörler

Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı yüzey sedimentleri ile Holosen yaşlı karot sedimentlerinde kimyasal elementlerin alansal ve düşey dağılımlarının araştırılması bu çalışmanın esasını oluşturmaktadır. Buradaki temel hedefler, sediment jeokimyası ve kaynak kayalarla olan ilişkilerin saptanması, sedimanter işlevler ve deniz suyu ortamsal parametrelerin etkisi, kimyasal elementlerin dağılımında biyolojik katkı etkilerinin belirlenmesidir. Bu bölüme kadar bireysel ve olası yakın bağlantıları genelinde değinilen sedimentolojik ve jeokimyasal veriler "Statistica" yazılımı ile istatistik değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Bu aşamada "Principle Component" faktör analizleri aracılığı ile kimyasal elementler özgün gruplara ayrılmıştır. "Varimax Rotasyonlu R-Mod" ile belirlenen faktörler yardımıyla kimyasal veriler arasında yakın ve/veya kesin olan ilişkiler saptanarak bu verilerin Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı genelindeki dağılımlarını

denetleyen etmenler araştırılmıştır.

Çok sayıda araştırmacı tarafından güncel denizel sedimentlerde elementlerarası ilişkilerin belirlenmesi için yapılan faktör analiz sonuçlarına ilişkin bazı önemli referanslar Tablo 7.2’de sunulmuştur (Siegel et al., 1995). Tablo 7.2 faktörlerin saptanması aşamasında ne tür sorunlarla karşılaşıldığını göstermesi açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Örneğin “alüminosilikat” olarak saptanan grup birbirinden tamamen farklı element gruplarını içerebilmektedir. Bu nedenle “alüminosilikat” tanımı yerine bu kategoriye dahil olan elementlerin muhtemel kaynak kaynaç elementleri olarak tanımlanmasının daha yerinde olacağı önerilmiştir (Siegel et al., 1995).

Bir element topluluğu yorumlayanın arzusuna göre birden fazla kaynağı işaret edebilmektedir. Örneğin Tablo 7.2’de Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni ve V Spencer et al., (1968)’e göre oksitlenme potansiyelini gösterirken, diğer bir araştırma sonucuna göre ağır mineral etkisini işaret etmektedir. Benzer şekilde Al, K, Zr, Fe, Ti, V, Ni, Co ve Cr Norman & De Deckker (1990) tarafından yeniden işlenmiş terrijen kil olarak tanımlanırken bunun yerine ağır mineral katkılı yeniden işlenmiş kil olarak da adlandırılabilmiştir.

Faktör yorumlamalarında genelleme yapılmasının gerekli olduğunu vurgulayan Siegel et al., (1995) otojenik seyrelmiş illit-glaukonit faktörü olarak tanımlanmış B, Na, K, Mg, Sr element grubunun, tuzluluk indikatörü olan B’nin mutlak katkısı olmak koşuluyla kil mineralleri/paleotuzluluk olarak nitelenmesini önermişlerdir.

Sedimentlerin jeokimyasal araştırmaları kapsamında kimyasal faktörler için çok sayıda özel, alternatif veya genel tanım yapılmıştır. Bununla beraber en gerçekçi sonuç, çalışılan bölgenin sedimentolojik ve jeolojik sistemine ait gözlenmiş ve/veya ölçülmüş parametreler, sediment kaynağı ile iklimsel ve deniz seviye değişimleri gibi diğer parametrelerin saptanmasına odaklanandır.

Tablo 7.2 Güncel denizel sedimentlerde faktör analizleri sonucunda saptanmış olan element grupları (Siegel et al., 1995)

Element Grupları	Tanımlanan Faktör	Önerilen Faktör	Kaynak
Al, Cr, Co, Fe, Mg, Na, Ti, V	Aluminosilikat	Bazik kaynak kayaç	Moore (1963)
Al, K, Na, Cu, B, Ba, Pb	Aluminosilikat	Felsik kaynak kayaç	Riley & Chester (1976)
Mg, Cr, Ni	Bazik magmatik faz		Odada (1990)
Al, Fe, Ti, V, Zn, Li, Be, K	Terrijen Faz		Odada (1990)
Al, K, Zr, Fe, Ti, V Ni, Co, Cr	Terrijen kil (işlenmiş)		Norman & deDecker (1990)
Al, Si	Aluminosilikat		El-Sayed (1988)
Ti, Al, K, Cr, Ni, Co	Ağır mineraller	Bazik kaynak kayaç	Riley & Chester (1976)
Ca, Sr	Karbonat		Spencer et al., (1968)
Ca, CO ₂ , Sr	Karbonat		Riley & Chester (1976)
Ca, Mg, Na, Fe, Mn	Karbonat		El-Sayed (1988)
Ca, Sr, P	Biyolojik		Odada (1990)
Ca, Sr, Mn	Biyolojik		Norman & deDecker (1990)
Fe, Ca, P, CO ₂ , Sr	Aragonit-pH	Biyolojik	Ahrens (1968)
Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, V	Fe-Mn oksit		Ahrens (1968)
Fe, Co, P, V, Mn	Oksit		Riley & Chester (1976)
Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, V	Oksitlenme potansiyeli		Spencer vd (1968)
Mn, Co, Ni, Cu	Hidrojenik faz		Odada (1990)
Mn, P	Soğurma		Riley & Chester (1976)
B, Na, K, Mg, Sr	İllit-glaukonit	Kil mineralleri	Ahrens (1968)
K, Fe, Mn	Feldspat, kil mineralleri		El Sayed (1988)

7.4.1 Orta Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinin Jeokimyasal Faktörleri

Yüzey sedimentlerinde tesbit edilebilen 5 faktör, veriler arasındaki varyansın (farklılıklar) %69'unu kontrol etmektedir (Tablo 7.3). Karot örneklerine göre (R305-%90; R302-%82, Tablo 7.3) düşük olan toplam varyans değeri şelf sedimentlerinde element dağılımlarını etkileyen faktör sayısının fazlalığından kaynaklanmaktadır. Karasal girdi, oksijenli-geçiş-oksjensiz ortam, denizel ortam parametreleri, biyolojik etkiler, dalga-akıntı işlevleri gibi çok sayıda parametrenin örtüşen etkilerinin faktör analizlerini olumsuz yönde etkilemesi ve bu nedenle etki oranları düşük olan çok sayıda faktörün elde edilmesi doğal bir sonuçtur.

Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde belirgin olan beş faktör etkinliklerine göre alüminosilikat-karbonat, suboksik, anoksik, biyolojik ve tane boyu faktörleri olarak sıralanmaktadır (Tablo 7.3). %27 lik varyans ile en baskın faktörü oluşturan alüminosilikat faktörü yorum aşamasında herhangi bir tereddüte gerek olmaksızın doğrudan tanımlanmış olup silikat ve karbonat bağlantılı öğeleri içeren iki kutuplu bir faktördür. Açıkça sediment bünyesindeki temel elementler

silikat ve karbonat fazlarının relatif oranları tarafından denetlenmektedir. Benzer çalışmaların hemen tamamında görülen bu faktörle bağlantılı elementler arasında Al, K, Nb, Si, Ti, Y ve Zr yer almaktadır (Ek 7). Karbonat içeriğinin alüminosilikat faktörü üzerinde kesin bir seyreltme etkisi vardır. Bu ilişki faktör analizleri matrisinde yüksek negatif değerler veren karbonat, Ca ve Sr ile karakteristiktir.

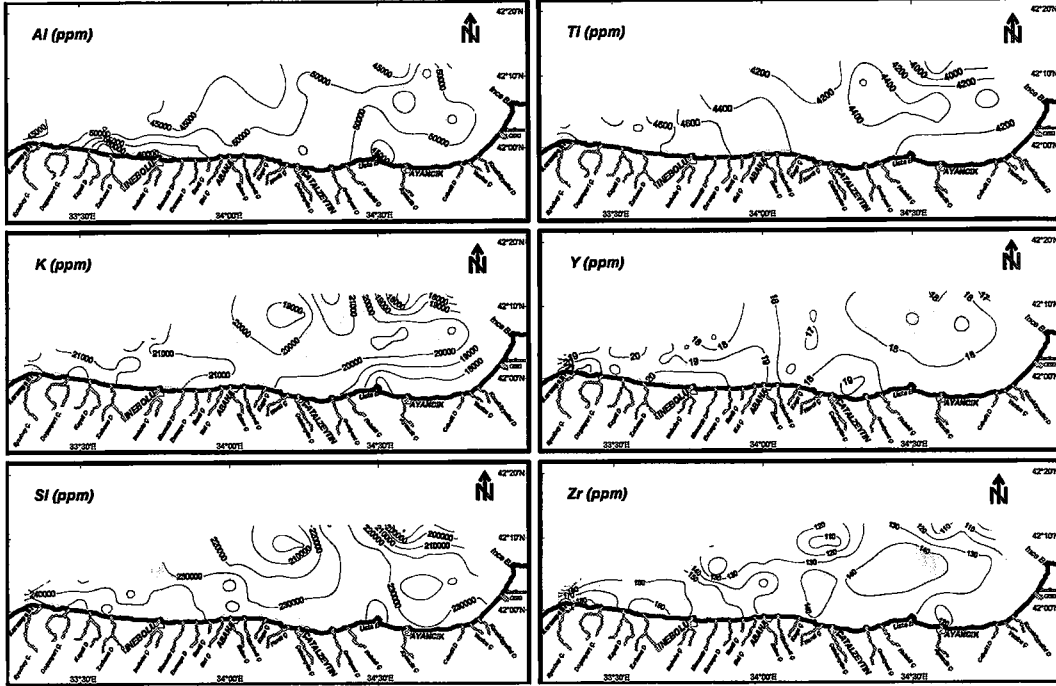
Bu faktörü oluşturan elementlerin çevre jeolojisiyle olan yakın ilişkisi Orta Karadeniz şelf sedimentlerinde en baskın etkinin dış kaynaklı materyal girdisi olduğunu göstermektedir. Çalışma alanı çevresinde yer alan kayaçlar esas olarak sedimanter ve volkanik (Triyas-Tersiye) birimler ile yeşil şist ve/veya glokofanitik yeşil şist fasiyesi metamorfizmasından etkilenmiş Permo-Triyas Kretase öfiyolit ve epiöfiyolitlerinden oluşmaktadır (Şekil 1.8), (Boztuğ & Yılmaz, 1995).

Yöredeki kaynak kayaçlardan Daday-Devrekani metasedimanter grubunda yer alan karakteristik mineral toplulukları kuvars, K-feldspat, plajiyoklaz, biyotit, diyopsit, kalsit, hornblend, granat, sillimanit, titanit kombinasyonlarından oluşmaktadır. Samatlar grubunda arduvaz, kuvarsit, rekristalize kireçtaşı ve dolomit türü litoloji hakimdir. Çangal metaöfiyolitinin başlıca mineralleri ise serpantin, kromit, talk, piroksen, kalsit, Fe-Mg klorit ve tremolit ile albit, kuvars, ve aktinolitir. Abana yakınlarında yer alan Göynükdağı yöresindeki Göynükdağı kontakt halesi kayaçları benekli hornfels, benekli şist, mikaşist ve fillit türü kayaçlardan oluşmaktadır. Bu kayaçlarda Boztuğ & Yılmaz (1995) tarafından saptanan hakim mineraller arasında muskovit, biyotit, granat, pirit, serisit ve klorit yer almaktadır.

Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde birinci derece etkin olan alüminosilikat faktörünü denetleyen elementlerin alansal dağılımları esas olarak çalışma alanı batı yarısında yer alan kaynakları göstermektedir (Şekil 7.6).

Tablo 7.3. Yüzey ve karot örneklerinde elementlerin dağılımını etkileyen faktörler. Negatif değerler aynı faktör grubunda olumsuz etkinliği, parantez içindeki değerler grupla bağlantılı fakat düşük etkili (<0.70) ilişkiyi simgelemektedir.

Faktör No	Şelf Sedimentleri	Vary. %	Karot R305	Vary. %	Karot R302	Vary. %
1	Al,K,Nb,Si,Ti,Y Zr(Ga,Th,U) -Ca, -Sr Kum,-Karb Alüminosilikat -Karbonat	27	Al,Ga,K,Mg,Nb, Rb,Si,Ti,V,Zn,Zr -Ca, -P, -Sr Silt,-Karb Alüminosilikat -Karbonat	44	Al,K,Mg,Nb,Si,Th Ti,Zn,Zr -Ca, -P, -Sr, -V (Kil), -Karb Alüminosilikat -Karbonat	47
2	As,Fe,Mn,P,Pb (Ba,Cu,V,Zn) Suboksik (Oksitlenme Potansiyeli) (İndirgen Ortam)	15	Ba, Cu (As,Ni,Fe,S) -Sc,-U Kil,-Silt,-Kum (OrgC) Anoksik -Oksik (Tane Boyu)	18	Cl,Na,S,U (As,Cr,Cu,Ni,) (-Mn,-Th,-Y) OrgC(Silt, Kum) Anoksik (Uranyum) -Oksik	15
3	Mg,S (Cl,Ga,K,Na,Rb) OrgC Anoksik (Karbon-Sülfid) (Klorit)	12	Th,U (Cr,Fe,Mg,P,Ti,Y) -Mn,-S,-Sr Kum,-OrgC Uranyum (Oksik)	11	Fe (As,Ba,Cr,Cu) (Nb,Ni,Ti,V) Demir	8
4	(Ba,Ce) (K,Rb,U) (-Cr,-Cu,-Fe,-Ni) Kum Baryum- Seryum (Biyolojik)	8	Ce,Ba,(Sc) (K,Mg,U,V) -Cr,-Y (Kum) (-Karb,-OrgC) Seryum-Baryum	9	(Ba,P) (Ca,Cl,Sr,U) -Ce,-K,-Mg,-Si (Kum) Baryum (Biyolojik)	6
5	Silt, (Kum) -Kil Tane boyu	7	Pb (As,Cl,Cu,Fe,Ga) (Mn,Na,Zn) (-Nb,-Y,-Zr) Kurşun	8	Silt, (Kum) -Kil Tane Boyu	6
Toplam		69		90		82



Şekil 7.6 Yüzey sedimenterinde alüminosilikat faktöründe etkin olan karakteristik element (Al, K, Si, Ti, Y, Zr) dağılımları. Gölge alanlar yüksek konsantrasyonları işaret etmektedir.

Şekil 7.6'dan görüleceği üzere Alüminosilikat faktöründe etkin olan hemen tüm elementler tartışmasız bir şekilde dış kökenli beslenmeyi işaret etmektedir. Bu elementler tarafından sergilenen özgün dağılım motiflerinin sedimentolojik parametrelerden derlenmiş olan orta Karadeniz şelfi sediment taşınım modeli (Şekil 3.11) ile uyumlu olması dikkat çekicidir. Element konsantrasyonlarının doğuya yönelik dil biçimli yüksek değerleri sediment taşınım modelinden saptanmış olan depolanma merkezlerinde yoğunlaşmaktadır.

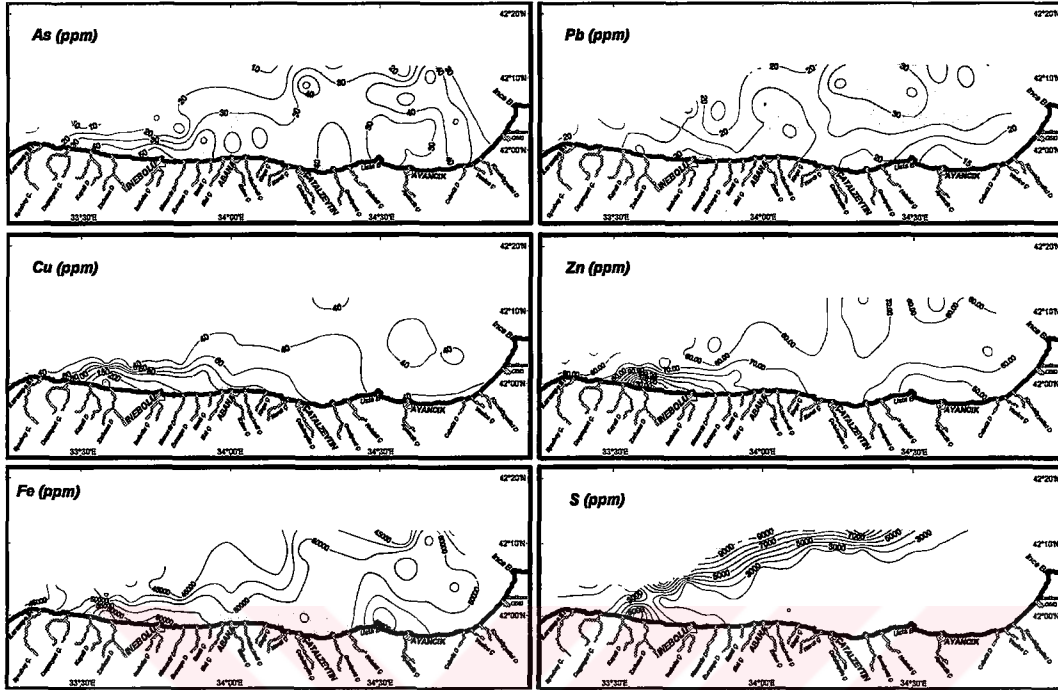
İkinci önemli faktör olarak tesbit edilen suboksik faz aslında hem indirgen ve hemde yükseltgen ortamlara özgün element gruplarından oluşmaktadır. Bu nedenle ikinci faktörün tanımlanması tartışmalıdır. Faktörü etkileyen elementler As, Fe, Mn, P, Pb öncü olmak üzere Ba, Cu, V ve Zn'nin de dahil olduğu bir grubu oluşturmaktadır. Bunlardan kalkofil elementlerden olan As, Cu, Pb ve Zn sülfitlerle yakından ilişkilidirler ve indirgen ortam elementleri olarak bilinirler (Jacobs et al., 1985; Moore et al., 1988; Calvert & Pedersen, 1993; Siegel et al., 1995). Diğer yanda Fe, P, V ve Mn oksitleyici koşullara daha yatkın olan elementlerdir (Spencer et al., 1968; Riley & Chester, 1976). Şelf genelinde oksik

ve anoksik ortamların dağılımı gözönüne alındığında oksijenli alanların bariz üstünlüğü söz konusudur (Şekil 1.5). Diğer taraftan Karadeniz’de anoksik (indirgen ortam) koşulların özgün elementi olan S’nin bu faktör içersinde yer almaması da As, Cu, Pb ve Zn gibi kalkofil elementlerin kuvvetli etkisini daha da ilginç kılmaktadır. İkinci faktörün indirgen ortam temsilcisi kalkofil elementlerine (As, Cu, Pb ve Zn) Fe ve S’ün ilavesiyle hazırlanan element dağılım haritaları Orta Karadeniz şelfindeki bu çelişkiyi açıklar niteliktedir (Şekil 7.7).

Şekil 7.7’den görüleceği üzere çalışma alanı batısında S ile birlikte As, Cu, Pb ve Zn elementleri lehine yüksek oranlı bir karasal katkı sözkonusudur. Zarbana Deresi deşarjı ile yakın ilişkisi olduğu açıkça görülen aşırı element konsantrasyonları ortalama şeyl değerleri ile kıyaslandığında As, Cu, Pb ve Zn maksimum değerlerinin şeyle göre sırasıyla 4.5, 7, 2, 1.5 misli değerlere ulaştığı hesaplanmıştır. Zarbana Deresi yakınlarında yer alan Cu-Pirit madenlerindeki işletmelerinden kaynaklandığı tahmin edilen bu element fazlalıkları Orta Karadeniz’in oksijenli ortamlarında dahi anoksik ortam parametrelerine uygun verilerin eldesine neden olmaktadır. Buradan hareketle %15 gibi önemli bir varyansı olan ikinci parametrenin suboksik olarak tanımlanmasının yerinde olacağı düşünülmüştür (Tablo 7.3). Zarbana Deresi ve yakınlarında, anoksik ortam için tanımlı olan S konsantrasyonunun varlığı da orta Karadeniz şelf genelinde 100m su derinlikleri civarında doğal olarak bulunan suboksik koşulların muhtemelen kontrolsüz deşarjlar nedeniyle batı kıyılarına kadar ulaştığının diğer bir kanıtı olarak görülmektedir (Şekil 7.7). Diğer taraftan sözkonusu elementlerin de şelf genelindeki dağılımlarının sediment taşınma modeliyle (Şekil 3.11) uyumlu olması modelin hazırlanma aşamasındaki sedimentolojik parametre seçimlerinin orta Karadeniz örneği içinde uygun olduğunu göstermektedir.

Şelf sedimentlerinde etkin olan üçüncü faktör yalnızca Mg ve S ile karakteristik olup %12 lik bir varyansı oluşturmaktadır. Aynı faktörde önemsiz de olsa pozitif katkısı olan elementler arasında Cl, Ga, K, Na ve Rb yer almaktadır. S elementindeki katılımı nedeniyle sülfid fazında bir katkı söz konusudur. Organik karbonunda pozitif katılımıyla bu faktör için anoksik ortam etkisi baskın görünmektedir. Mg’un tek ve yüksek katkısı yöresel olarak Klorit faktörüyle

ilişkilendirilmiştir (Tablo 7.3).



Şekil 7.7 Yüzey sedimentlerinde suboksik faktörde etkin olan karakteristik (As, Cu, Pb, Zn, Fe) elementler ve S dağılımları. Gölge alanlar yüksek konsantrasyonları işaret etmektedir

Üçüncü faktöre benzer şekilde yöreye özgü olarak adlandırılan Baryum-Seryum faktöründe özgün katkısı olan hiçbir element yoktur. Varyansı %8 olan ve kum tane boyutunda da pozitif etkinin görüldüğü dördüncü faktörde Ba, Ce, K, Rb, U gibi elementler pozitif etkilenen elementler olarak yer alır (Tablo 7.3). Krom, Cu, Fe ve Ni gibi dış kökenli ve indirgen ortam elementlerinin ters etkileşimi bu faktörün tanımlanabilmesi için belirleyici kriterler olarak düşünülmüştür. Baryum'un Cu ile birlikte etkin olduğu koşullar Siegel et al., (1995) tarafından indirgeyici ortam şeklinde değerlendirilmiş, aksi durumlarda ise Ba'un biyolojik etkileşimi gündeme getirilmiştir.

Silt (0.9) ve kil(-0.95) boyutlu materyalin yüksek pozitif ve negatif katılımı dışında yalnızca kum boyutunun önemsiz pozitif katkısı (Ek 7) %7 varyanslı beşinci faktör için en uygun tanımın tane boyu faktörü olabileceğini göstermektedir (Tablo 7.3). Pozitif katılımın nisbeten iri tane boyutunda odaklanması bu faktörün ortam enerjisiyle de bağlantılı olabileceğini

önermektedir.

7.4.2 R305 No'lu Karot Örneğinde Jeokimyasal Faktörler

Toplam varyansın %90 olduğu R305 no'lu karot örneğinde %44 varyanslı alüminosilikat faktörü yüksek oranda dış kökenli kaynağı temsil etmektedir. Al, Ga, K, Mg, Nb, Rb, Si, Ti, V, Zn ve Zr gibi oldukça geniş bir yelpazede katılımın sağlandığı silikat faktörü şelf örneklerinde olduğu gibi karbonat faktöründen olumsuz etkilenmektedir (Tablo 7.3). Ca, Sr ve P gibi biyolojik faktör göstergesi olan elementlerin yüksek negatif katılımına karşın etkin elementlerin faktör matris değerleri 0.70'in çok üzerindedir (Ek 8). Yüzey örneklerinden oluşan şelf sedimentlerinde alüminosilikat faktörü üzerindeki tane boyutu katkısı yalnızca kum boyutunda gerçekleşirken R305 no'lu karot örneğinde silt ağırlıklı pozitif bir katkı sözkonusudur. Önemsiz de olsa kum boyutlu malzeme katkısı da hissedilmektedir. Buradan hareketle şelf açığındaki bölge için kara kökenli malzeme taşınımının genelde silt boyutunda gerçekleştiği önerilebilir.

Baryum ve Cu elementlerinin baskın olduğu ikinci faktörün %18 varyans ile anoksik ortam etkisini gösterdiği saptanmıştır (Tablo 7.3). R305 no'lu karota ait faktör matrisindeki katsayılar gözününe alındığında ikinci faktör için As, Ni, Fe ve S elementlerinde (<0.70) düşük fakat ihmal edilmemesi gereken pozitif katılımlar saptanmıştır (Ek 8). Silikatlarla bağlantılı dış kökenli elementlerin hemen tamamına yakın bölümü bu faktörü olumsuz etkilemektedir. Sc ve U ters etkileşim veren iki önemli elementtir. Faktör 2'nin temel unsurlarını oluşturan kalkofil elementlerin (As, Ba, ve Cu) indirgen özellikleri S katkısıyla da desteklendiğinde bu faktör için anoksik etki tanımının yerinde olacağı düşünülmüştür. Faktör 2 üzerindeki organik karbonun düşük de olsa pozitif katılımı anoksik etkiyi desteklemektedir. Diğer taraftan anoksik faktör paunlarının karot seviyelerindeki dağılımları R305 no'lu karot genelinde belirgin bir farklılığı işaret etmektedir (Tablo 7.4). Karot derinliklerinde negatif olan faktör 2 puanları 200cm'den itibaren yüksek pozitif değere dönüşerek üst seviyelerde pozitif olarak devam etmektedir. Yüzey ve 150cm'deki oksik ortamı temsil eden negatif değerlerin aynı faktör kapsamında negatif puanları olan silt etkisinde geliştiği için

ihmal edilmiştir. Bu seviyelerdeki belirgin silt artışı (Şekil 3.4) faktör 2'nin eğilimlerini olumsuz etkilemektedir.

Tablo 7.4. R305 no'lu karot örneklerinde saptanmış olan faktör puanları.

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Derinlik (cm)	<i>Alüminosilikat</i>	<i>Anoksik</i>	<i>U</i>	<i>Ce-Ba</i>	<i>Pb</i>
0	-0,12490	-0,11228	0,29018	-0,99558	2,28515
50	-1,84237	0,31939	-1,42417	0,84361	0,06169
100	-0,29597	0,62333	-0,09165	-1,40822	-0,93721
150	1,48319	-1,03887	-1,63428	-0,10978	-0,21185
200	0,80091	1,99512	0,27660	0,03549	-0,30586
250	0,26444	-0,09011	0,89668	1,73588	0,28219
300	0,51620	-0,48134	0,54884	0,46289	-0,25579
330	-0,80150	-1,21525	1,13782	-0,56429	-0,91832

İkinci faktör kapsamında tane boyu verilerinin de kendi aralarında gruplanma gösterdikleri saptanmıştır. Kil boyutlu materyal pozitif puanla baskın etki gösterirken kum ve silt boyutlu malzeme yüksek sayılabilecek negatif puanlarla karakteristiktir (Ek 8). Diğer bir anlamda R302 no'lu karot örneklerinde tane boyu etkisi, anoksik-oksik fazların oluşturduğu iki kutuplu bir faktör olarak saptanmış olan faktör 2'nin gizli faktörü olarak tesbit edilmiştir. Baskın olan anoksik faktörün gölgesinde kalan tane boyu faktörü dolaylı olarak U dağılımını etkilemektedir. Uranyum'un faktör 2 kapsamındaki davranışları daha çok iri taneli sediment boyutuyla bağlantılı görülmektedir. Önceki çalışmalarda belirtilen (Çağatay et al., 1987; Anderson & Fleshier, 1991) Uranyum ile organik karbon ve anoksik ortam yakın ilişkisi henedense Orta Karadeniz şelf açığı için geçerli görünmemektedir.

Uranyum ve Th elementlerinin baskın olduğu %11 varyanslı faktör 3'ün özgün elementleri arasında düşük (<0.70) fakat pozitif puanlarla Cr, Fe, Mg, P, Ti ve Y elementleri yer alır (Ek 8). Organik karbon ve S'nin negatif ilişki gösterdiği bu faktörün anoksik karşıtı bir ortamı temsil edebileceği gözönüne alındığında oksik veya suboksik koşulların etkinliği gündeme gelmektedir. Mn'in kuvvetli negatif puanı tereddütsüz anoksik ortamı simgelemekte olmasına rağmen faktör kapsamındaki diğer parametreler dikkate alındığında oksik özellikler ağırlıktadır. Faktör puanlarının gösterildiği Tablo 7.4'de faktör 3'e karşılık gelen değerlerin

oksijenli ortam karşıtlarının da pozitif olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu faktör kapsamında oksik etkinliğe değinmek yerinde olacaktır. Ancak Uranyum ve Th'un daha baskın olması nedeniyle faktör 3 uranyum faktörü olarak adlandırılmıştır. Tane boyu parametreleriyle olan ilişkileri dikkate alındığında, kum boyutunun ezici pozitif üstünlüğü sözkonusudur. Uranyum üzerine daha önce yapılan tartışmalarda olduğu gibi burada da kum boyutlu malzemenin U üzerinde önemli etkisi olduğu saptanmıştır. Diğer yanda organik karbonun yüksek ve önemli negatif puan ile göstermiş olduğu U karşıtı etki dikkat çekicidir (Ek 8).

Yüzey sedimentlerinde olduğu gibi R305 no'lu karot örneğinde de dördüncü faktör Ce-Ba baskınlığındadır. %9 Varyans ile etkin olan Ce-Ba faktörü ile organik karbon ve karbonat arasındaki ters ilişki, yüzey sedimentlerinde Ba ağırlıklı olarak değinilen biyolojik faktör kavramının R305 no'lu karot örnekleri için sözkonusu olmadığını önermektedir. Kum boyutlu sedimentlerin olumlu katkısının görüldüğü Ce-Ba faktörünün puanları hayli düşük fakat pozitif olan diğer elementleri arasında K, Mg, U ve V yer almaktadır.

R305 no'lu karot örneğinde en karakteristik dağılımı sergileyen (Şekil 6.32) Pb elementi muhtemelen bu özgün dağılım modeli nedeniyle %8 varyans ile beşinci faktörün yüksek pozitif puanlı yegane elementini oluşturmaktadır (Ek 8). Zorunlu olarak Pb faktörü olarak adlandırılan beşinci faktörde pozitif puanlı elementlerin (As, Cl, Cu, Fe, Ga, Mn, Na, Zn) büyük çoğunluğu Pb'nin de üyesi olduğu kalkofil elementler grubundandır. Tane boyu parametreleri, karbonat ve organik karbonun bu faktör üzerinde belirgin etkileri yoktur.

7.4.3 R302 No'lu Karot Örneğinde Jeokimyasal Faktörler

Toplam varyansın %82 olduğu R302 no'lu karot örneğinde %47 varyanslı alüminosilikat faktörü yüksek oranda dış kökenli kaynağı temsil etmektedir. Al, K, Mg, Nb, Si, Th, Ti, Zn ve Zr gibi oldukça geniş bir yelpazede katılımın sağlandığı silikat faktörü şelf ve R305 no'lu karot örneklerinde olduğu gibi karbonat faktöründen olumsuz etkilenmektedir (Tablo 7.3). Ca, P, Sr ve V gibi biyolojik faktör göstergesi olan elementlerin yüksek negatif katılımına karşın

etkin elementlerin faktör matris değerleri Al, Si, Zn ve Zr dışında 0.70'in altındadır (Ek 9). Yüzey örneklerinden oluşan şelf sedimentlerinde ve R305 no'lu karot örneklerinde alüminosilikat faktörü üzerindeki tane boyutu katkısı sırasıyla kum ve silt boyutunda gerçekleşirken R302 no'lu karot örneğinde kil ağırlıklı pozitif bir katkı sözkonusudur (Tablo 7.5). Buradan hareketle kıta yamacının derin kesimleri için kara kökenli malzeme taşınımının genelde kil boyutunda gerçekleştiği önerilebilir.

Sodyum, Cl, U ve S elementlerinin baskın olduğu ikinci faktörün %15 varyans ile anoksik ortam etkisini işaret ettiği saptanmıştır (Tablo 7.3). R302 no'lu karota ait faktör matrisindeki katsayılar gözününe alındığında ikinci faktör için Ni, Cr, Cu ve As elementlerinde (<0.70) düşük fakat ihmal edilmemesi gereken pozitif katılımlar saptanmıştır (Ek 9). Silikatlarla bağlantılı dış kökenli elementlerin hemen tamamına yakın bölümü bu faktörü olumsuz etkilemektedir. Mn, Th, ve Y ters etkileşim veren üç önemli elementtir. Bu faktörün temel unsurlarını oluşturan kalkofil elementlerin (As, ve Cu) indirgen özellikleri S katkısıyla desteklendiğinde R305 no'lu karot örneğinde olduğu gibi kıta yamacının derin kesiminden alınan R302 no'lu karotta da faktör 2 için anoksik etki tanımının yerinde olacağı düşünülmüştür. Organik karbonun kuvvetli pozitif katılımı anoksik etkiyi desteklemektedir. Th ve Y ile birlikte 0.70 değerine yakın önemli puanlar gösteren Mn elementinin negatif katkısı, faktör 2'nin anoksik nitelenmesinde etkin olan diğer bir parametredir. Denizel ortamda Mn zenginleşmesinin oksijenli ortamla doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir (Calvert & Pedersen, 1993). Diğer taraftan anoksik faktör paunlarının karot seviyelerindeki dağılımları R302 no'lu karot genelinde belirgin bir farklılığa işaret etmektedir (Tablo 7.5). Karot derinliklerinde negatif olan faktör 2 puanları 100cm'den itibaren yüksek pozitif değere ötelenerek üst seviyelerde pozitif olarak devam etmektedir.

R305 no'lu karotta faktör 3'ün özgün tanımını oluşturan uranyum faktörü R302 no'lu karot örneğinde anoksik faktörün gölgesinde kalmış önemli bir faktördür. Uranyum'un kum ve silt tane boyutuyla birlikte yüksek puanlı olması uranyum ve iri tane boyu arasındaki yakın ilişkinin R302 no'lu karot kapsamında da geçerli

olduğunu göstermektedir. Uranyum'un özellikle kum boyutu ile olan yakın bağlantısına önceki bölümlerde yeterince değinilmişti. Burada enteresan olan anoksik faktör içersindeki Uranyum ile organik karbonun yüksek katılımlarının örtüşmesidir. Bu sonuç uranyum ve organik karbonun bu ilişkisi daha önceki araştırmacılar tarafından sıkça önerilen sonuçlarla uyumludur (Koczy, 1957; Kochenov et al., 1965; Dorta & Rona, 1971; Kolodny & Kaplan, 1973; Mo et al., 1973; Degens et al., 1977; Huh et al., 1987; Anderson, 1987). Ancak iki elementin aynı ortam içersinde benzer eğilimi göstermeleri her zaman o elementlerin kendi ralarında yakın ilişkisi olduğunu göstermez. Şayet bu geçerli olsaydı bu çalışma kapsamında tüm örneklerde uranyum-organik karbon ilişkisinin saptanması gerekliydi; ki pek şiddetli olmasa dahi yüzey ve R305 no'lu karot örneklerinde tesbit edilenler bunun tersi yönündedir (Ek 7 ve Ek 8). Burada muhtemelen sedimentasyon oranının düşük olması nedeniyle U ve organik karbon içeriklerinde zenginleşme görülmektedir. Anderson & Fleisher (1991) orta Karadeniz'de Sinop açıklarında şelften derin denize kadar tüm ortamlardaki uranyum çökeliminin ortamsal koşullardan bağımsız olarak benzer oranlarda gerçekleştiğini göstermişlerdir. Ancak uranyum zenginleşmesinde sedimentasyon oranının yüksekliğine bağlı olarak azalma olduğunu da ayrıca belirtmişlerdir. Bunlara ilave olarak sediment tane boyu dağılımının ve özellikle kum boyutlu malzemenin uranyum zenginleşmesinde önemli rol oynadığını belirtmek gereklidir.

Tablo 7.5. R302 no'lu karot örneklerinde saptanmış olan faktör puanları.

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Derinlik (cm)	Alüminosilikat	Anoksik	Suboksik	Ba	Tane Boyu
0	0,41912	0,58058	-0,70079	0,26605	1,13477
20	0,25744	0,04796	-0,01898	0,17925	0,91649
40	0,81625	0,40812	-0,41272	0,81800	0,75300
60	0,47887	0,96267	0,56485	-0,63672	0,66152
80	0,17561	0,71086	0,99381	0,17205	0,72732
100	0,05470	2,58921	-0,48544	0,31746	-1,37306
120	-3,35571	-0,02623	0,15952	0,97584	0,22625
130	0,26350	-0,20910	2,30298	-0,56575	-1,74100
140	-0,53125	-0,32615	-0,42182	-2,89913	0,93805
150	0,08496	-0,72347	-2,03942	-0,24131	-1,25260
200	0,01656	-0,64219	-0,83625	-0,40687	-1,39051
250	0,58142	-1,15656	0,30768	0,86563	-0,30686
300	0,10549	-1,13256	0,80399	-0,04430	0,24647
320	0,63304	-1,08314	-0,21743	1,19980	0,46017

Demir elementinin en fazla etkin olduğu %8 varyanslı faktör 3'ün özgül elementleri arasında düşük (<0.70) fakat pozitif puanlarla As, Ba, Cr, Cu, Nb, Ni, T, ve V elementleri yer alır (Ek 9). Bu faktördeki element puanları gözününe alındığında yaklaşık ortamsal parametreleri tanımlayabilecek herhangi bir baskın element saptanamamıştır (Tablo 7.5). Faktör puanı en kuvvetli ve pozitif olan Fe'in reaktif (hidroksit, karbonat ve sülfid gibi otojenik minerallere bağlı) ve reaktif olmayan (klastik minerallere bağlı) türleri Karadeniz güncel çökellerinin önemli bir bölümünü (%3-7) oluşturmaktadır (Rozanov et al., 1974; Çağatay, 1987). Karadeniz'in derin düzlüklerinde, toplam demirin yaklaşık %75'ini oluşturan reaktif demirin %50'den fazlası demir sülfidlerden (hidrotroilit+pirit) oluşmuştur. Rozanov et al., (1974), reaktif demirin %20sinin anoksik ortamda indirgenerek sülfidlere dönüştüğünü ve sülfidlerin büyük bölümünün de çökeller içinde, organik maddenin sağladığı indirgeyici ortamda diyajenetik olarak oluştuğunu belirtmişlerdir. Görüldüğü üzere her ortamda bolca bulunabilen Fe elementinin bu özelliği nedeniyle faktör 3'ün demir olarak saptanması uygun olacaktır.

Yüzey sedimentlerinde ve R305 no'lu karot örneğinden farklı Ce ile ters etkileşim gösteren Ba'un düşük paunla özgül element olarak görüldüğü dördüncü faktör %6 varyans değeriyle baryum faktörü olarak adlandırılmıştır. Bu faktör içersinde baryuma düşük puanlarla eşlik eden diğer elementlerin (Ca, Sr, Cl, U, -Ce, -K, -Si; Ek 9) ağırlıklı olarak biyolojik etkileri göstermesi Baryum faktöründe biyolojik etkileşimi önermektedir. Yüzey ve diğer karot (R305) örneklerinde olduğu gibi Ba bağlantılı bu faktör de kum boyutlu malzeme ile yakınlık göstermektedir. Ancak bu ilişkinin faktör özelliklerini ne ölçüde etkilediği saptanamamıştır.

Yüzey örneklerindeki kadar yüksek olmasa da önemli sayılabilecek katılımın silt boyutlu malzeme (0.65) ile sınırlı olduğu beşinci faktörün varyansı %6 dır. Element katılımlarının (Ek 9) çok düşük olduğu bu faktör tane boyu olarak adlandırılmıştır (Tablo 7.3).

BÖLÜM SEKİZ

SONUÇLAR

8 Sonuçlar

Orta Karadeniz Şelfi yüzey sedimentlerinin dokusal sınıflamadaki yeri siltli kil, killi silt ve silt aralığıdır. Çalışma alanını doğu ve batı sınırlarında iri malzeme içeriği genel dağılıma göre anomali teşkil etmektedir.

Orta Karadeniz Şelfinde sediment taşınımı genelde batıdan doğuya doğrudur. İnebolu-İnce Burun arasında açık denizden kıyıya doğru düşük şiddetli genel bir taşınım sözkonusudur. Sediment taşınım yönleri Karadeniz'in genel sirkülasyon modeliyle uyumlu olarak Çatalzeytin ve Ayancık açıklarında iki depolanma alanı oluşturmaktadır. Bunlardan Çatalzeytin açıklarında yer alan depolanma alanında antisiklonik, Ayancık açıklarında yer alan depolanma alanında ise düşük şiddetli siklonik hareketin varlığı sözkonusudur.

Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde ortalama %0.9 ile %0.34-%1.77 arasında değişen organik karbon içerikleri, açık denizden kıyıya doğru azalma eğilimi gösteren bir dağılımdadır. Sediment taşınım modeliyle uyumlu olarak depolanma merkezlerinde nisbeten yüksek değerler gözlenmiştir. Şelf açığından alınan R305 no'lu karot örneğinde toplam organik karbon miktarları %1.27 ortalama değer ile %0.42 ve %2.16 arasında değişirken, kıta yamacının 940m derinliğinden alınan R302 no'lu karot örneğinde %1.93 ortalama değer ile %0.78 ve %6.47 arasında dağılım göstermektedir. Karot örneklerinin alt seviyelerinde düşük olan organik karbon içerikleri R305 no'lu karotta 220cm ve R302 no'lu karotta 140cm seviyelerinde ani bir ötelenme göstererek şelf ortalama değerlerinin üzerinde dağılım gösterirler. Organik karbon içeriklerinde görülen ani artışların doğrudan anoksik koşulların yerleşimi ile bağlantılı olduğu saptanmıştır.

Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinde toplam karbonat içeriği ortalama %23.1 değerle %19.3 ve %47.4 arasında değişmektedir. Çalışma alanı batısında kıyıdan açığa doğru artış gösteren dağılım modeli doğu bölümde karbonat değerlerinin kıyı ve açıktan şelf ortalarına doğru azalma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Şelf açığından alınan R305 no'lu karot örneğinde toplam karbonat içerikleri %22 ortalama değer ile %16 ve %25 arasında değişirken, kıta yamacının 940m derinliğinden alınan R302 no'lu karot örneğinde %19 ortalama değer ile %14 ve %49 arasında dağılım göstermektedir. Karbonat düşey dağılımında şelf önünde 261m su derinliğinden alınan karot örneğinde belirgin bir eğilim görülmemesine karşın kıta yamacının derin bölümünden alınan karot örneğinde üst seviyelere doğru net bir artış söz konusudur. Daha derinde yer alan R302 no'lu karot örneğinde karot tabanından 130cm seviyelerine kadar genelde ortalama değer civarında olan karbonat içerikleri 120cm de maksimum değere ulaştıktan sonra üst seviyelere doğru ortalama değer üzerinde dağılımlar gösterir. Karbonat içeriğinin karot genelinde göreceli olarak yükseldiği bu seviye anoksik koşulların yerleşimiyle eş zamanlıdır.

Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacı sedimentlerindeki majör, minör ve iz elementlerin dağılımı bu şelfe boşalan çok sayıda akarsu etkisiyle birlikte Karadeniz'in oksik-anoksik seviyelerinin etkilerini yansıtmaktadır. Orta Karadeniz şelfi yüzey sedimentlerinin element içerikleri sedimanter kayalar için verilen ortalama değerlerle kıyaslandığında genel olarak Fe, Na, ve Sr dışında diğer tüm elementlerin belirgin farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Analizleri yapılan diğer elementlerden As, Ca, Ce, Cl, Cr, Cu, Mg, Mn, Nb, Pb, S, Sc, Si ve V ortalama şeyl değerlerinden yüksek konsantrasyonlar verirken Al, Ba, Ga, K, Ni, P, Rb, Th, Ti, U, Y, Zn ve Zr 'un yüzey sedimentlerindeki genel dağılımları ortalama şeyl değerlerinin altında kalan oranlardadır. Elementlerin yüzey sedimentlerindeki konsantrasyonlarına ait dağılım motifleri, sediment tane boyu parametrelerinden saptanmış olan Orta Karadeniz şelfi sediment taşınma modeliyle uyumludur.

Sediment jeokimyasına ilişkin çok değişkenli faktör ve cluster analizleri Orta Karadeniz şelf ve kıta yamacındaki özgün faktörlerin Alüminosilikat, Karbonat,

oksik ve anoksik ortam ile tane boyu parametrelerinden oluştuğunu göstermiştir. Bunların yanında U, Fe, Ba, Pb gibi elementlere özgü alt faktörlerin etkinliği de saptanmıştır.

Şelf, şelf önü ve kıta yamacı derinliğinde en yüksek varyanslarla (sırasıyla %27, %44 ve %47) baskın olan alüminosilikat faktörü doğrudan dış kaynaklı etkiyi simgelemektedir. Karbonat faktörü ile kuvvetli ters yönlü ilişkisi olan bu faktör kapsamında; şelfte kum, şelf önünde silt, kıta yamacı derinliklerinde kil tane boyutu özgün tane boyutları olarak ortaya çıkmaktadır. Oksik ve anoksik faktörlerden oluşan iki kutuplu diğer faktör de sırasıyla %15, %18 ve %15'lik varyans değerleriyle suboksik ve anoksik koşullar öncülüğünde şelf, şelf önü ve kıta yamacı için özgün olan ikinci faktörü temsil etmektedir. Doğrudan oksik koşulları işaret eden bir faktör en azından şelf için dahi saptanamamıştır. Bunda en büyük etkenin çalışma alanı batısında yer alan ve daha çok Zarbana Deresi odaklı akarsu deşarjlarının etkin olduğu saptanmıştır. Genelde anoksik ortam koşullarıyla ilişkili elementlerin ağırlıkta olduğu (As, Cu, Pb ve Zn) element konsantrasyonlarında saptanan yüksek içerikler (ortalama şeyl değerlerine göre sırasıyla 4.5, 7, 2, 1.5 kat) yine aynı kaynaklı S deşarjı ile birleştiğinde orta Karadeniz şelfinin oksijenli bölümlerinin anoksik parametrelerle istilasında etkin olan kaynağı oluşturmaktadır. Çalışma alanı batısında oksijenli ortam aleyhine olan bu olumsuz girdiler sediment taşınma modeliyle de saptanmış olduğu şekliyle doğu yönlü ötelenmektedir. Muhtemelen yöredeki maden işletmelerinden kaynaklanan kontrolsüz deşarjların sürmesi durumunda Orta Karadeniz şelfinin zaten kısıtlı olan oksijenli ortamlarını anoksik bir gelecek beklemektedir.

Şelf, şelf önü ve kıta yamacında etkin olan üçüncü, dördüncü ve beşinci faktörlerde varyansların belirgin bir şekilde azaldığı tesbit edilmiştir. Genelde kendi gruplarının en yüksek puanlı elementleriyle simgelenen bu faktörler bazı istisnalar dışında her üç ortamda da aynıdır. Üçüncü faktörde şelf sedimentleri için Mg, şelf önü için U ve kıta yamacı için Fe karakteristiktir. Ce ile birlikte Ba elementi her üç ortamda da dördüncü faktöre hakim olan elementtir. Şelf için Pb'nin özgün element olduğu beşinci faktörde şelf ve kıta yamacı için karakteristik olan parametre tane boyudur.

Uranyum ile kum boyutu arasındaki yakın ilişki kum boyutlu malzemenin uranyumun zenginleşmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir.

Ortam enerjisiyle bağlantılı olan parametrelerin etkisi %6-7 varyanslı tane boyu faktörü tarafından temsil edilmektedir.



KAYNAKLAR

- Aiello, E., Bartolini, G., Beccaletti, M., Goev, P., Karagjuleva, J., Kostadinov, V. & Manetti, P. (1977). Sedimentary features of the Srednogorie zone (Bulgaria). An Upper Cretaceous intra-arc basin. Sedimentary Geology, 19(1): 39-68
- Anderson, R.F. (1987). Redox behavior of uranium in an anoxic marine basin. Uranium 3, 145-164.
- Anderson, R.F. & Fleisher, M. Q. (1991). Uranium precipitation in Black Sea sediments. in Black Sea Oceanography. (Eds: E. İzdar & J.W. Murray) NATO ASI Series C, 351: 443-458
- Arthur, M.A., Broda, J.E., Dean, W.E., Derman, A.S., Gagnon, A.R., Hay, B., Konuk, Y.T., Honjo, S., Neff, E.D., Pilskaln, C.H. & Briskin, M. (1988). Black sediments. In: S. Honjo, B.J. Hay & Shipboard P (Editors), Temporal and spatial variability in sedimentation in the Black Sea. Cruise Report, R/V Knorr 134-8. Black Sea Leg 1. Woods Hole Oceanographic Institution Technical Report WHOI-88-35. Piri Reis International Contribution Series Number 6:pp.109-129.
- Barnes, C. E. & Lochran, J.K. (1991). Geochemistry of uranium in Black Sea sediments. Deep Sea Res. 38: S1237-S1254.
- Baturin, G. A., Kochenov, A.V., & Shimkus, K.M. (1967). Urani redkiye metally kotonkakh donnykh osadkov Chernogo i Srdizemnogo morei (Uranium and minor metals in cores of bottom sediments of the Black and Mediterranean Seas) Geokhimiya, no.1: 41-49.

- Baykut, F., Aydın, A. & Artüz, İ. (1982). Black Sea: in the scientific point of view. İstanbul Univ., Eng. Publ. No.3004, İstanbul, 288 p.
- Bodur, M.N. & Ergin, M. (1988). Heavy metal associations in Recent inshore sediments from the Mersin. Boll. Ocean. Teor. Appl., 6(1): 15-34.
- Bodur, M.N. & Ergin. (1994). Geochemical characteristics of the recent sediments from the Sea of Marmara. Chemical geology, 115: 73-101.
- Bordovskiy, O.K. (1965). Accumulation and transformation of organic substances in marine sediments. Summary and introduction. Marine Geology, 3, 3-4.
- Boztuğ, D. & Yılmaz, O. (1995). Daday-Devrekani masifi metamorfizması ve jeolojik evrimi, Kastamonu bölgesi, Batı Pontidler, Türkiye. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 38:1, 33-52.
- Brooks, J. (1978). Environmental Biochemistry and Geomicrobiology. The aquatic environment. In W.E. Krumbein (Ed.), Diagenesis of organic matter. Some microbial, chemical and geochemical studies on sedimentary organic matter. (1,pp.287-350). Collingwood: Ann Arbour Sci. Publishers Inc.
- Calvert, S.E. (1987). Carbon accumulation rates and the origin of Holocene sapropel in the Black Sea. Geology, 15, 918-921.
- Calvert, S.E & Fontugne, M.R. (1987). Stable carbon isotopic evidence for the origin of the organic matter in the Holocene Black Sea sapropel, Chem. Geol., 66: 315-322
- Calvert, S.E. (1990). Geochemistry and origin of the Holocene sapropel in the Black Sea. In: V. Ittekkot, S. Kempe, W. Michaelis and A. Spitzzy (Editors), Facets of Organic Biogeochemistry. Springer, Berlin, pp. 326-352.

- Calvert, S.E. & Pedersen, T.F. (1993). Geochemistry of recent oxic and anoxic marine sediments implication for geological record. Mar. Geol., 100: 53-66
- Carver, R.E. (1971). Procedures in sedimentary petrology. J. Wiley & Sons, Inc, New York, 594p
- Cauwet, G. (1987). Influence of sedimentological features on the distribution of trace metals in marine sediments. Mar. Chem., 22: 221-234.
- Chappell, J. (1967). Recognizing fossil strand-lines from grain size analysis. J.Sedimentary Petrology, 37, 401-424.
- Codispoti, L.A., Friederich, G.E., Millero, F.J., Murray, J.W. & Kerkhof, L. (1989). An oxygen/sulphide null zone at oxic/anoxic interface in the Black Sea, EOS, 69, 1242
- Çağatay, N., Saltoğlu, T. & Gedik, A. (1987). Geochemistry of the Recent Black Sea sediments. Geol. Eng., 30-31:47-64.
- Degens, E.T. (1965). Geochemistry of sediments. Englewood Cliffs, NC: Prentice-Hall.
- Degens, E.T. & Paluska, A. (1979). Tectonic and climatic pulses recorded in Quaternary sediments of the Caspian - Black Sea region. Sedimentary Geology, V23: 149-163
- Degens, E.T & Ross, D.A. (1974). The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology. Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem. 20: 633p
- Degens, E.T., Khoo, R. & Michaelis, W. (1977). Uranium anomaly in Black Sea sediments. Nature (London) 269: 566-569

- Degens, E.T, Stoffers P., Golubic S. & Dickman M.D. (1978). Varve chronology: Estimated rates of sedimentation in the Black Sea basin, Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 42B, Ed. by D.A Ross et al.,: 499-508
- Degens, E.T., Michaelis, W., Garrasi, C., Mopper, K., Kempe, S. & Ittekkot, V.A. (1980). Varve chronolgy and early diagenetic alterations or organic substances in Holocene Black Sea sediments. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte, pp 65-86.
- Degens, E.T., Wong H.K. & Wiesner, M.G. (1986). The Black Sea Region: Sedimentary facies, tectonics and oil potential. In Biogeochemistry of Black Shales, Ed. E.T. Degens et al., SCOPE/UNEP Sonderb& Heft 60: 127-149
- De Lange, G.J., Langareis, C., Thomson, J., Rohling, E., Corselli, C., Michard, A., Rossignol-Strick, M., Paterne, M., & Anastasakis, A. (1997). Paleoceanography in the Eatern Mediterranean during the last 10,000 years. MAST Programme, Abstracts Volume, Progress in Oceanography of the Mediterranean Sea, International Conference, Rome, November 17-19, 1997:43-44
- Dercourt, J., Zonnenshain, L.P., Ricou, L.E., Kasmin, V.G., le Pichon, X., Knipper, A.L., Grandjacquet, C., Sbortshikov, I.M., Geyssant, J., Lepvrier, C., Pechersky, D.H., Boulin, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lauer, J.P. & Biju-duval, B. (1986). Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias. Tectonophysics, 123, 241-315
- Deuser, W.G. (1972). Late Plesitocene and Holocene history of the Black Sea as indicated by stable isotope studies, J. Gephys. Res., 77: 1071-1077
- Deuser, W.G., Degens, E.T. & Stoffers, P. (1978). O¹⁸ and C¹³ contents of carbonates from deep sea drilling sites in the Black Sea. In: Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 42B, Ed. by D.A Ross et al.,: 612-624

Dewey, J.F. & Şengör, A.M.C. (1979). Aegean and surrounding regions: complex multiplate and continuum tectonics in a convergence zone. Geol. Soc. Amer. Bull., 90, Pt. 1: 84-92

Dorta, C.C., & Rona, E. (1971). Geochemistry of uranium in the Cariaco Trench. Bull. Mar. Sci. 21, 754-765.

Duman, M. (1992). Güney Karadeniz Baseninin Geç Kuvaterner Dönemi Jeolojik Evrimi. DEÜ Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü. Doktora Tezi. 101s.

Duman, M. (1994). Late Quaternary chronology of the southern Black Sea basin. Geo-Marine Letters, 14: 272-278.

EİE (1988). 1985 Su yılı akım değerleri. Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü Yayın No: 88-42.

El Sayed, M.K. (1988). Application of factor analysis to the geochemical data Alexandra shelf sediments. Rapp. Comm. Int. Mer. Medit., 31, 108.

Emelyanov, E.M. (1972). Principal types of Recent bottom sediments in the Mediterranean Sea – Their mineralogy and Geochemistry. In. The Mediterranean Sea. A Natural Sedimentation Laboratory. D.J. Stanley (Editor), Dowden, Hutchinson & Ross, Strousburg, Pa., pp. 355-386.

Emelyanov, E.V. & Shimkus, K.M. (1986). Geochemistry and sedimentology of the Mediterranean Sea. Reidel, Dordrecht, 553p

Emerson, S., Jacobs, L. & Tebo, B. (1983). The behaviour of trace metals in marine anoxic waters: solubilities at the oxygen-hydrogen sulphide interface. In: C.S. Wong, E. Boyle, K.W. Bruland, J.D. Burton & E.D. Goldberg (Editors), Trace Metals in Sea Water. Plenum, New York, pp. 579-608.

- Emery, K.O. & Hunt, J.M. (1974). Summary of Black Sea Investigations. In "The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology" (Eds. E.T. Degens & D.A. Ross) Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem. 20: 575-590
- Ergin, M., Saydam, C., Baştürk, Ö., Erdem, E. & Yörük R. (1991). Heavy metal concentrations in surface sediments from the two coastal inlets (Golden Horn Estuary and İzmit Bay) of the northeastern Sea of Marmara. Chem. Geol., 91: 269-285.
- Farrah, H., Hatton, D. & Pickering, W.F. (1980). The affinity of metal ions for clay surfaces. Chem. Geol., 28: 55-68
- Folk, R.L. (1980). Petrology of Sedimentary Rocks. Austin, Texas: Hemphill Publishing Company. 184pp.
- Förstner, U. & Wittmann, G.T.W. (1979). Metal pollution in the Aquatic environment. Springer, Heidelberg, 486p
- Friederich, G.E., Codispoti, L.A. & Sakamoto, C.M. (1990). Bottle and pumpcast data from the 1988 Black Sea Expedition. Monterey Bay Aquarium Research Institute Technical Report No. 90-3.
- Friedman, G.M. (1961). Distinction between dune, beach and river sands from textural characteristics. J. Sedimentary Petrology, 37, 514-529.
- Friedman, G.M. (1967). Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. J. Sedimentary Petrology, 37, 327-354.
- Gao, S. & Collins, M. (1991). A critique of the McLaren Method for defining sediment transport paths: discussion. J. Sedimentary Petrology, 61, 143-146.

- Gao, S. & Collins, M. (1992). Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of transport vectors. Sedimentary Geology, 80, 1-14.
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L., Folger, D.W. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. J.Sedimentary Petrology, 44, 249-253.
- Glagoleva, M. A. (1960a). Vliyanye donnykh organizmov na razmeshcheniye elementov v sovremennykh osadkakh Chernogo morya: Akad. Nauk SSSR Doklady, V. 135, no.5, p. 1233-1236: Engl. transl.. 1961, The influence of bottom organisms on the distribution of the elements in recent sediments of the Black Sea: Am. Geol. Inst., v.135, nos. 1-6: p.1091-1093.
- Glagoleva, M. A. (1960b). Zakonomernosti raspredeleniya elementov v sovremennykh osadkakh Chernogo morya: Akad. Nauk SSSR Doklady, V. 136, no. 1, p. 195-198: Engl. transl. (1961, Regularities in the distribution of chemical elements in modern sediments of the Black Sea: Am. Geol. Inst., V. 136, nos. 1-6.
- Glenn, C.R., & Arthur, M.A. (1985). Sedimentary and geochemical indicators of productivity and oxygen contents in modern and ancient basins: The Holocene Black Sea as the "type" anoxic basin. Chemical Geology, V48: 325-354
- Glenn, A. J. & Gagnon, A.R. (1994). Radiocarbon chronology of Black Sea sediments. Deep-Sea Research I, 41, No 3, pp 531-557.
- Goldschmidt, V.M. (1954). Geochemistry. Oxford University Press.
- Görür, N. (1988). Timing of opening of the Black Sea basin. Tectonophysics, 147: 247-262

Grimaldi, F.S. et al. (1966). Determination of Carbon Dioxide in limestone and dolomite by acid-base titration. U.S. Geol. Prof. Paper 550-B: 186-188

Gümüş, A. (1979). Metalik maden yatakları. Çağlayan basımevi. İstanbul. 548p

Hay, B.J. (1988). Sediment accumulation in the central western Black Sea over the past 5100 years. Paleoceanography, V3, No 4: 491-508

Hay, B.J., Arthur, M.A., Dean, W.E., Neff, E.D. & Honjo, S. (1991). Sediment deposition in the Late Holocene abyssal Black Sea with climatic and chronological implications. Deep-Sea Res. 38: S1211-S1235

Henneke, E., Luther, G.W. & De Lange, G.J. (1991). Determination of inorganic sulphur speciation with polarographic technique: some preliminary results for hypersaline anoxic sediments. Mar. Geol., 100: 115-123

Hirst, D.M. (1974). Geochemistry of sediments from eleven Black Sea cores. In: E.T. Degens & D.A. Ross (Editors), The Black Sea – Geology-Chemistry-Biology. Am. Assoc. Pet. Geol., Mem. No.20, pp.430-455.

Honjo, S., Hay, B.J., & Members of the Scientific Shipboard Party, (1988). Temporal and spatial variability in sedimentation in the Black Sea. Cruise Report, R/V Knorr 134-8. Black Sea Leg 1. Woods Hole Oceanographic Institution Technical Report WHOI-88-35. Piri Reis International Contribution Series Number 6.

Huh, C.A., Zahnle, D.L., Small, L.F., & Noshkin, V.E. (1987). Budgets and behaviors of uranium and thorium series isotopes in Santa Monica Basin sediments. Geochim. Cosmochim. Acta 51, 1743-1754.

Jacobs, L., Emerson, S. & Skei, J. (1985). Partitioning and transport of metal across the O₂/H₂O interface in a permanently anoxic basin. Framvaren Fjord, Norway. Geochim. Cosmochim. Acta, 49: 1433-1444.

- Kempe, S., Diercks, A.R., Liebezeit, G., & Prange, A. (1991). Geochemical and structural aspects of the pycnocline in the Black Sea (R/V Knorr 134-8 Leg 1, 1988). in Black Sea Oceanography. (Eds: E. İzdar & J.W. Murray) NATO ASI Series C, 351: 89-110
- Kochenov, A. V., Baturin, G.N., Kovaleva, S.A., Yemel'yanov, Ye. M. & Shimkus, K. M. (1965). Uranium and organic matter in the sediments of the Black and Mediterranean Seas (abstr.): Geokhem Internat, 2: 212
- Koczy, F.F., Tomic, E. & Hecht, F. (1957). Zur geochemie des urans im Ostseebecken. Geochim. Cosmochim. Acta 11, 86-102.
- Kolodny, Y., & Kaplan, I.R. (1973). deposition of uranium in the sediment and interstitial water of an anoxic fjord. In: Proc. Symp. Hydrogeochemistry and Biogeochemistry (ed. E. Ingerson), Vol. 1, The Clarke Co., Washington, D.C., pp. 418-442.
- Leeder, M.R. (1992). Sedimentology. London: Chapman & Hall.
- Leoni, L., & Sartori, F. (1996). Heavy metals and Arsenic in sediments from the continental shelf of the Northern Tyrrhenian/Eastern Ligurian Sea. Marine Environmental Research, V41, No 1: 73-98.
- Letouzey, J., Bijou-Duval, B., Dorkei, A., Gonnard, R., Krischev, K., Montadert, L., & Sungurlu, O. (1977). The Black Sea: a marginal basin. Geophysical and geological data. In "Structural History of the Mediterranean Basins" (Eds. B. Bijou-Duval & L. Montadert), Editions Technip, Paris, 363-376.
- Letouzey, J.R., Gonnard R. & Montadert, L. (1978). Black Sea: geological setting and recent deposits distribution from seismic reflection data. In: Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 42B, Ed. by D.A ROSS et al.,: 1077-1084

- Longerich, H.P. (1993). Application of a new treated LiF crystal to X-ray fluorescence analysis of geological samples. X-Ray Spectrometry, 22: 114-118.
- Luther, G.W. & Church, T.M. (1988). Sulfur speciation and possible sulfide oxidation in the water column of the Black Sea. EOS, 69, 1242
- Lyons, T.W. (1991). Upper Holocene sediments of the Black Sea. Summary of Leg 4 Box cores (1988 Black Sea Oceanographic Expedition). in Black Sea Oceanography. (Eds: E. İzdar & J.W. Murray) NATO ASI Series C, 351: 401-441
- Mc Kinney, T.F. & Friedman, G.M. (1970). Continantal shelf sediments of Long Island, New York. J. Sedimentary Petrology, 40, 213-248.
- Mc Laren, P. (1981). An interpretation of trends in grain size measurements. J. Sedimentary Petrology, 51, 611-624.
- Mc Laren, P. & Bowles, D. (1985). The effects of sediment transport on grain size distributions. J. Sedimentary Petrology, 55, 457-470.
- Mo, T., Suttle, A.D., & Sackett, W.M. (1973). Uranium concentration in marine sediment . Geochim. Cosmochim. Acta 11, 86-102.
- Moore, J.N., Ficklin, W.H. & Johns, C. (1988). Partitioning of arsenic and metals in reducing sulphidic sediments. Environ. Sci. Technol., 22: 232-437
- Moore, J.R. (1963). Chemical composition of sediments from Buzzard Bay, Massachusetts. Journal of Sedimentary Petrology, 33, 511-558.
- Moore, L.R. (1969). Organic Geochemistry. In G. Eglinton & M.T.J. Murphy (Eds.), Geomicrobiology and geomicrobiological attack on the sedimented organic matter. (pp. 265-302). Newyork: Springer-Verlag.

- Murdoch, W.W. & Onuf, C.P. (1974). The Mediterranean as a system, Part I. Large ecosystems. *Int. J. Environ. Stud.*, 5: 275-284
- Murray, J. (1991). Black Sea Oceanography. Results from the 1988 Black Sea Expedition. *Deep Sea Research*, V38, Supplementary Issue No. 2A
- Murray, J. & İzdar, E. (1989). The 1988 Black Sea Oceanographic Expedition Overview and new discoveries. *Oceanography Magazine*, 2: 15-21.
- Murray, J.W., Jannasch, H.W., Honjo, S., Anderson, R.F., Reeburgh, W.S., Top, Z., Friedrich, G.E., Codispoti, L.A. & İzdar, E. (1989). Unexpected changes in the oxic/anoxic interface in the Black Sea. *Nature* (London), 338(6214): 411-413.
- Müller, G. & Stoffers, P. (1974). Mineralogy and Petrology of Black Sea Basin Sediments, In: "The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology" (Eds. E.T. Degens & D.A. Ross) *Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem.* 20: 200-248.
- Neumann, G. (1942). Die absolute topographie des physikalischen meeresniveaus und die oberflächensdrömungen des schwarzen meers. *Annalen der Hydrographic und Maritimen Meteorologie* 70. 265-282.
- Nienhuis, P.H. (1981). Marine Organic Chemistry. In E.K Duuroma & R. Dawson (Eds.), *Distribution of organic matter in living marine organisms*. (pp. 31-69). Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. Co.
- Nordstrom, K.F. (1981). Differences in grain size distribution with shoreline position in a spit environment. *Northeastern Geol.*, 3, 252-258.
- Norman, M.D. & de Deckker, P. (1990). Trace metals in lacustrine and marine sediments: A case study from the Gulf of Carpentaria, northern Australia. *Chemical Geology*, 82, 299-318.

Odada, E.O. (1990). Geochemistry of sediments from the Romanche Fracture Zone, equatorial Atlantic. Marine Geology, 92, 291-312.

Oğuz, T., Beşiktepe, Ş et al., (1993). ComsBlack 92A Physical and Chemical Intercalibration Workshop. IOC Workshop Report No. 98. IMS-METU, Erdemli, Turkey 15-29 January 1993.

Oğuz, T., Aubrey, D.G., Latun, V.S., Demirov, E., Koveshnikov, L., Sur, H.I., Diaconu, V., Beşiktepe, Ş., Duman, M., Limeburner, Eremeev, V. (1994). Mesoscale circulation and thermohaline structure of the Black Sea observed during HydroBlack'91. Deep-Sea Research I, V41, No.4: 603-628.

Ostroumov, E. A., & I. I. Volkov. (1957). K voprosu o vzaimosvyazi fosfora, vanadiya i organicheskogo veschestva v otlozheniyakh Chernogo morya (On the relationship of phosphorus, vanadium, and organic matter in the Black Sea sediments): Geokhimiya v 6: 518-528.

Pettijohn, F.G., Potter, P.D. & Siever, R. (1972). Sand and Sandstone. New York: Springer-Verlag, 618p.

Pilipchuk, M.F. (1968). Raspredeleniye titana v sovremennykh osadkakh Chernogo morya: Akad. Nauk SSSR Doklady, v. 180, no. 3, p. 715-718; Engl. transl. (1968, Distribution of titanium in recent Black Sea sediments: Am. Geol. Inst., v. 180, nos. 1-6: 199-202.

Pilipchuk, M. F., & Volkov, I. I. (1966a). Raspredeleniye molibdena v sovremennykh osadkakh Chernogo morya: Akad. Nauk. SSSR Doklady, v. 167, no. 5, p. 1143-1146; Engl. transl. (1966, Distribution of molybdenum in recent Black Sea sediments; Am. Geol. Inst., V. 167, nos. 1: 152-157.

Pilipchuk, M. F., & Volkov, I. I. (1966b). Volfram V sovremennykh osadkakh Chernogo morya: Akad. Nauk SSSR Doklady, v. 167, no. 2, p. 430-433; Engl. transl. (1966, Tungsten in recent Black Sea sediments: Am. Geol. Inst., v. 167,

nos. 1: 143-145.

Pilskaln, C.H. (1991). Biogenic aggregate sedimentation in the Black Sea Basin. in Black Sea Oceanography. (Eds: E. İzdar & J.W. Murray) NATO ASI Series C, 351: 293-306.

Piper, D.J.W. (1977). Manuel of sedimentological techniques. Dept. of Geology and Oceanography, Dalhousie Univ., Halifax, Nova Scotia, 106pp

Pruysers, P.A., De Lange, G.J., & Middelburg, J.J. (1991). Geochemistry of eastern Mediterranean sediments: Primary sediment composition and diagenetic alterations. Mar. Geol., 100: 137-154

Rapin, R., Tessier, A., Campbell, P.G.C., Carignan, R. (1986). Potential artifacts in the determination of metal partitioning in sediments by a sequential extraction procedure. Environ. Sci. Tech., 20, 836-840.

Riley, J.P. & Chester, R. (editors) (1976). Chemical Oceanography, V6 (2nd Ed.), New York: Academic Press, 414p.

Ross, D.A. & Degens, E.T. (1974). Recent sediments of the Black Sea. In "The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology" (Eds. E.T. Degens & D.A. Ross) Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem. 20: 183-199

Rožanov, A.G., Volkov, I.I. & Yagodinskaya, T.A. (1974). Forms of iron in the surface layer of Black Sea sediments. In "The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology" (Eds. E.T. Degens & D.A. Ross) Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem. 20: 532-541.

Schrader, H.J. (1978). Quaternary through Neogene history of the Black Sea, deduced from paleoecology of diatoms, siliciflagellates, ebridians, and chrysomonads. In. Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 42B, Ed. by D.A. Ross et al.,: 789-901

- Self, R.P. (1977). Longshore variation in beach sands, Nautla area, Veracruz, Mexico. J. Sedimentary Petrology, 47, 1437-1443.
- Shaw, H.F. & Bush, P.R. (1978). The mineralogy and geochemistry of the recent surface sediments of the Cilicia Basin, NE Mediterranean. Mar. Geol., 27:115-136.
- Shepard, F.P. (1954). High velocity turbidity currents, a discussion. Royal Soc. London, Proc., 222, 323-326.
- Shimkus, K.M. & Trimonis, E.S. (1974). Modern sedimentation in Black Sea. In "The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology" (Eds. E.T. Degens & D.A. Ross) Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem. 20: 249-278.
- Siegel, F.R., Gupta, N., Shergill, B., Stanley, D.J. & Gerber, C. (1995). Geochemistry of Holocene sediments from the Nile Delta. Journal of Coastal Research, 11,2: 415-431.
- Smith, P.A. & Cronan, D.S. (1975). Chemical composition of Aegean Sea sediments. Mar. Geol., 18: M7-M11.
- Sorokin, Yu. I. (1964). On the primary production and bacterial activities in the Black Sea. J. Cons. Int. Explor. Mer, 29: 41-65.
- Spencer, D.W., Degens, E.T. & Kulbicki, G. (1968). Factors affecting element distribution in sediments. In: Ahrens, L.H.(Ed), Origin and Distribution of the Elements, Oxford: Pergamon Press, 981-998pp.
- Stanev, E.V. (1988). Numerical study on the Black Sea circulation. Mitteilungen der Instituts für Meereskunde der Universität Hamburg, No. 28. 232p.
- Starik, I. Ye. et al., (1959). Raspredeleniye radioelementov v osadkakh Chernogo morya: Akad. Nauk SSSR Doklady, v. 129, no. 5, p. 1142-1145; Engl. transl.

- (1960, Distribution of radio elements in the Black Sea sediments: Am. Geol. inst., v.129, nos. 1-6: 1043-1045.
- Starik, I. Ye. et al., (1961). Radioaktivnost' osadkov Chernogo morya: Akad. Nauk SSSR Doklady, v.139, no.6, p. 145-1459; Engl. transl. (1963, Radioactivity of the Black Sea sediments: Am. Geol. Inst., V. 139, nos. 1-6: 704-707.
- Stoffers, P. & Müller, G. (1972). Clay mineralogy of Black Sea Sediments: Sedimentology, V18: 113-121
- Stoffers, P. & Müller, G. (1978). Mineralogy and lithofacies of Black Sea sediments. Leg 42B. Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 42B, Ed. by D.A Ross et al.,: 373-412
- Swan, A.R.H. & Sandilands, M. (1996). Introduction to geological data analysis. Blackwell Science: 446p
- Şengör, A.M.C. & Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75: 181-241.
- Thorne, L.T. & Nickless, G. (1981). The relation between heavy metals and particle size fraction within the seven estuary (UK) inter-tidal sediments. Sci. Total Environ. (19: 207-213.
- Trimonis, E. S. (1974). Some caharacteristics of carbonates in Black Sea. In "The Black Sea - Geology, Chemistry and Biology" (Eds. E.T. egens & D.A. Ross) Amer. Assoc. Petr. Geol. Mem. 20: 279-295.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü). (1975). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Deneyleri. Ankara.
- Turekian, K.K. & Wedepohl. K.H. (1961). Distribution of the elements in some

- major units of the earth's crust. Bull. Geol. Soc. Am., 72: 175-192.
- Voutsinou-Taliadouri, F. & Satsmadjis, J. (1982). Concentration of some metals in Aegean sediments. Rev. Int. Ocenogr. Med., 66/67: 71-76.
- Voutsinou-Taliadouri, F. (1983). Metal concentration in polluted and unpolluted Greek sediments: a comparative study. Viès Journ. Étud. Pollut., Cannes, 1982, pp. 245-259.
- Ward, B.B. (1985). Light and substrate concentrations relationship with ammonium assimilation and oxidation rates. Marine Chemistry, 16, 301-316.
- Wedepohl, K. H. (1960). Distribution of the elements in the near shore sediments. Geochim. cosmochim. Acta, 18: 200
- Yılmaz, O. (1981). Daday-Devrekani masifi Ebrek metamorfizminin petrografisi ve tüm kayaç kimyası. Yerbilimleri, 5-6, 101-135.
- Yılmaz, O. & Boztuğ, D. (1987). Göynükdağı (Kastamonu) yöresinin jeolojik ve mineralojik-petrografik incelenmesi. Doğa, TU Müh. ve Çevre Dergisi, 11, 1, 91-114.
- Yücesoy, F. & Ergin, M. (1992). Heavy-metal geochemistry of surface sediments from the southern Black Sea shelf and upper slope. Chemical Geology, 99, 265-287.
- Zonnenshain, L.P. & Le Pichon, X. (1986). Deep basin of the Black and Caspian Sea as remnants of Mesozoic back-arc basins. Tectonophysics, 123: 181-211

EKLER



Ek 1. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Yüzey Sedimetlerinde Element Konsantrasyonları (ppm).

İstasyon	Al	As	Ba	Ca	Ce	Cl	Cr	Cu	Fe	Ga
Q202	69273	24.25	368.22	87985	116.81	6681	115	26.83	41869	15.75
Q204	84251	14.3	387	49814	92.71	5837	98	36.67	45367	15.54
Q251	75096	17.01	443.87	49408	95.11	6849	123	32.88	47989	20.15
Q254	75858	11.6	367.4	52063	41.82	5466	107	34.29	45286	17.35
Q301	74099	1.78	398.01	42704	76.98	5392	125	34.75	47909	16.49
Q304	77803	35.25	336.03	55492	24.98	7089	105	68.74	49835	13.97
Q351	74434	11.88	384.08	45102	71.5	7775	109	31.24	47169	17.34
Q353	82778	11.59	389.52	49465	101.9	4796	113	34.94	43979	14.48
Q354	77690	46.63	309.05	48370	56.06	8203	165	324.79	69401	16.2
Q401	81737	11.87	381.11	53339	106.48	11192	124	38.69	48385	17.41
Q403	69319	21.34	339.63	47190	111.83	5158	119	30.26	44912	15.39
Q404	84837	39.29	361.82	53402	68.9	6519	126	185.71	56623	18.67
Q451	78112	16.19	402.64	47613	35.44	8607	125	37.21	47148	18.31
Q453	74080	21.95	409.71	55639	66.32	6023	125	33.33	43015	18.34
Q454	82192	14.5	389.61	54843	78.75	7535	126	49.32	49068	18.71
Q455	80564	58.54	359.46	54305	72.7	7079	135	169.01	60173	19.22
Q501	70635	17.26	376.69	63003	36.14	17146	133	34.88	44579	18.58
Q504	71394	22.61	361.68	106837	92.17	6728	125	30.01	42299	13.51
Q505	79637	3.14	375.82	53931	59.85	5596	120	32.48	43737	16.81
Q507	79110	42.33	351.86	65349	49.48	5259	147	134.09	58403	16.61
Q556	78064	54.36	370.8	68775	66.06	8678	128	108.23	54772	18.83
Q557	79085	42.04	373.25	68536	106.3	7146	125	109.55	54706	16.76
R001	68672	13	384.63	65765	67.67	9508	139	36.74	44814	17.18
R004	72120	27.3	390.62	72521	69.98	8582	126	40.91	47078	17.06
R005	79465	32.3	386.25	59794	81.7	10549	120	42.54	46611	16.15
R007	77256	22.11	378.4	80805	89.94	7825	115	60.97	48928	15.82
R056	74961	44.43	388.84	75098	139.73	8854	128	55.52	51398	15.91
R057	77324	41.2	382.58	70269	77.68	9593	120	74.69	52325	17.09
R101	65261	8.91	384.04	66737	30.63	8539	141	32.73	44886	15.61

Ek 1. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Yüzey Sedimetlerinde Element Konsantrasyonları(ppm), (Devamı)

İstasyon	Al	As	Ba	Ca	Ce	Cl	Cr	Cu	Fe	Ga
R103	61861	12.1	398.98	114218	82.02	9393	116	29.73	42164	15.48
R105	70999	26	400.91	68791	43.16	6746	126	39.64	45417	19.16
R107	75277	34.74	386.3	69186	118.05	7963	126	69.03	52378	16.09
R152	64499	56.15	464.83	109997	76.83	12026	123	35.93	52903	15.2
R153	68876	33.46	435.45	75947	84.04	9891	130	34.18	49171	17.11
R155	74328	35.68	368.15	64173	85	7957	119	53.64	51169	15.6
R156	74604	30.61	334.65	74014	56.04	6346	116	50.02	49351	18.02
R201	78897	16.77	488.73	56678	77.85	10538	137	47.86	47511	18.03
R203	75675	31.9	443.85	75804	33.93	10483	132	34.06	50115	18.77
R205	75014	40.09	343.89	61885	79.13	10911	122	51.64	54730	19.81
R207	72478	50.53	337.4	76633	46.3	8338	143	46.9	54213	14.25
R257	70976	36.7	394.53	83998	58.15	7635	144	43.61	49601	15.95
R305	71927	15.84	344.12	65855	36.58	10487	132	37.05	46990	19.3
R307	73929	50.38	460.93	65778	97	7929	127	34.34	51057	12.79
R308	77964	26.2	420.45	66879	116.15	7403	132	38.69	47928	17.97
R310	66727	22.57	306.43	98799	78.41	5599	139	30.32	43049	11.59
R352	54773	11.64	445.81	153208	92.95	7653	113	32.82	40259	12.94
R354	74783	57.5	442.71	59751	58.36	13664	121	47.63	59199	16.99
R356	69368	27.74	407.39	57086	70.09	8656	162	41.45	52891	16.86
R358	63733	30.38	400.19	75817	21.33	11445	143	38.79	46385	12.53
R402	63448	56.68	530.17	73126	86.06	12092	111	37.69	57059	14.22
R404	72752	44.45	447.02	72625	78.24	13683	132	39.15	51356	17.51
R406	69784	23.82	432.8	61835	98.8	11684	143	39.72	50678	14.69
R408	64579	29.82	361.71	81662	50.63	7350	148	38.27	48022	12.26
R452	54587	18.63	403.69	156468	110.32	9507	123	28.73	43271	12.66
R454	74542	36.97	428.87	68928	32.53	14669	136	36.02	48694	17.28
R455	70044	52.68	414.83	67028	100.28	8897	131	41.43	56449	15.73
R457	66423	46.42	328.66	84395	42.07	9268	156	38.28	49554	14.87
R503	67608	14.95	366.51	83392	35.28	10856	157	37.11	49053	14.75
R505	65706	31.47	305.68	86623	112.41	7977	161	38.57	48269	12.41

Ek 1. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Yüzey Sedimetlerinde Element Konsantrasyonları (ppm),(devamı).

İstasyon	K	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S
Q202	19225	19771	497	8891	12	44.07	396	15.23	94.22	2341
Q204	22015	18683	613	9593	14.14	31.01	503	21.28	109.65	1083
Q251	21187	20154	621	8700	14.2	46.09	435	24.83	117.37	3719
Q254	20164	16694	614	8863	13.56	29.92	491	21.87	103.59	1047
Q301	21324	17797	520	7707	13.58	39.09	431	26.94	117.6	1283
Q304	19640	18033	1092	10034	13.06	28.74	539	20.91	94.6	1827
Q351	21015	18655	593	8253	14.72	40.15	455	21.88	113.28	2967
Q353	21747	19638	504	9312	13.4	38.29	499	24.09	110.76	1151
Q354	20360	19120	1121	9134	13.38	40.72	573	30.87	103.17	8225
Q401	22840	21536	603	10414	15.56	42.22	497	26.22	122.03	9259
Q403	19909	16824	490	7801	14.06	39.13	429	20.83	109.94	1218
Q404	21889	20194	690	9486	13.77	46.4	588	27.85	113.67	3178
Q451	22107	21639	583	8946	13.89	43.13	402	32.97	120.06	6493
Q453	20287	18597	502	8156	14.28	38.41	485	24.78	111.53	1072
Q454	21901	19399	702	9206	13.13	41.55	583	25.48	113.79	1490
Q455	21465	18844	1038	8496	15.47	41.78	597	30.77	110.75	2713
Q501	20744	21287	752	12234	13.31	49.19	409	16.04	112.7	10133
Q504	19958	20957	494	8381	10.53	47.97	369	12.43	98.92	5159
Q505	21393	20303	478	9021	13.87	41.85	447	16.66	110.6	1208
Q507	21127	18062	1370	8786	14.18	38.45	578	29.5	106.7	2150
Q556	21315	19720	1426	9279	12.55	41.97	613	23.97	111.33	1900
Q557	20666	18779	1047	9096	13.77	44.2	622	24.82	104.05	1900
R001	20132	20768	668	8450	12.36	52.8	401	20.02	114.5	9755
R004	20239	18905	836	8449	12.75	39.5	538	30.45	112	1285
R005	20912	20352	1164	10682	13.28	41.64	623	24.75	112.05	1528
R007	21050	17541	848	8772	12.6	38.79	565	26.91	107.63	1362
R056	20797	18378	1258	8498	13.36	41.49	739	32.2	106.99	1741
R057	20701	18790	1235	9114	12.63	37.95	682	27.32	102.83	2047
R101	19751	19986	627	8214	13.06	49.48	438	17.33	112.97	9569

Ek 1. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Yüzey Sedimetlerinde Element Konsantrasyonları(ppm), (Devamı)

İstasyon	K	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S
R103	18389	17097	669	7919	10.15	37.84	481	22.88	95.38	1388
R105	19714	17709	724	8136	13.36	41.86	578	22.5	105.68	1300
R107	19976	18235	1160	8536	13.13	43.34	608	24.32	104.73	1631
R152	18783	18042	2482	8720	12.07	48.95	926	37.92	97.66	1823
R153	19847	18211	1650	8338	12.32	43	724	27.29	106.87	1511
R155	20972	18971	698	8261	12.91	43.6	557	26.48	115.2	1170
R156	19666	18734	1101	8668	12.17	46.99	541	20.56	102.43	1073
R201	22745	21996	807	10506	13.61	54.03	468	30.27	122.29	10408
R203	21513	19934	1091	9748	12.59	51.69	755	30.92	114.46	1543
R205	20651	19224	1229	9332	12.26	39.5	807	26.09	109.79	1735
R207	19721	19271	1657	8802	13.23	51.26	586	19.46	101.76	1346
R257	19228	19208	853	8409	10.63	50.73	565	22.35	98.52	1336
R305	20894	21747	695	9305	12.35	51.43	425	35.63	116.9	9432
R307	19927	18722	1245	8958	13.51	49.26	882	36.33	103.06	1477
R308	21294	20088	650	9157	13.64	47.12	596	29.67	116.92	1508
R310	16708	17904	1190	9199	10.79	42.1	515	17.52	78.06	1121
R352	16399	15729	825	6653	9.68	36.13	487	21.06	91	2170
R354	21174	19472	1331	9644	12.56	44.04	936	26.19	108.9	1918
R356	20169	18678	939	8569	12.79	62.21	490	24.44	117.29	1197
R358	17982	17144	1160	8656	11.12	54.73	431	12.54	93.05	1417
R402	19119	16728	2740	8610	11.19	54.95	951	32.7	101.78	1750
R404	20164	19948	1441	9854	12.9	51.35	806	29.23	110.72	1664
R406	20066	18662	770	9515	13.16	47.14	598	27.87	114.95	1483
R408	17693	17926	1261	7971	10.61	49.74	500	16.5	92.76	1279
R452	16299	15642	1834	7205	8.36	44.23	634	24.55	85.27	1677
R454	21202	19983	711	11614	12.1	49.2	631	27.12	112.04	1449
R455	20264	18630	1254	8454	12.78	51.78	869	24.74	109.94	1601
R457	18048	19209	1835	8776	11.85	54.79	555	18.91	92.98	1502
R503	19482	18545	1397	9076	11.68	55.24	643	27.07	103	1484
R505	17565	19808	1281	9119	11.17	59.3	513	16.74	93.11	1324

Ek 1. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Yüzey Sedimetlerinde Element Konsantrasyonları (ppm),(devamı).

İstasyon	Sc	Si	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr
Q202	18	224785	375.9	9.27	4308	0.95	129	17.87	47.45	138.13
Q204	15	256620	206.71	9.25	4734	2.27	135	21.38	60.81	183.74
Q251	20	231818	210.41	6.87	4596	0.97	143	18.11	61.86	153.72
Q254	16	242903	209.28	8.8	4504	2.48	126	21.12	55.71	178.66
Q301	19	230863	186.59	10.09	4637	4.95	137	20.68	60.9	162.11
Q304	28	252801	220.62	10.95	4504	1.99	137	18.55	65.8	172.51
Q351	22	226784	197.65	8.9	4520	4.12	138	20.5	63.25	156.09
Q353	15	251767	203.57	11.16	4642	2.86	135	19.83	61.6	169.75
Q354	26	236311	204.04	7.6	4424	1.48	153	19.33	150.45	149.25
Q401	20	241277	226.58	6.78	4768	0.6	137	19.34	68.44	157.82
Q403	15	225688	207.05	11.85	4492	2.35	126	18.71	53.75	166.58
Q404	23	248671	221.16	10.19	4612	2.01	152	20.79	116.5	159.29
Q451	23	235312	207.95	8.23	4567	0.13	143	18.12	65.84	144.5
Q453	16	230942	227.85	11.95	4484	3.32	125	19.06	57.54	158.41
Q454	16	243072	226.56	7.45	4661	2.06	143	18.82	68.54	158.63
Q455	27	240168	224.49	10.22	4685	0.77	142	20.78	104.45	161.3
Q501	16	225096	250.83	6.56	4270	2.56	140	17.28	57.01	130.7
Q504	26	221349	517.88	5.8	4371	0	148	16.89	46.12	108.55
Q505	21	248335	216.66	9.74	4693	2.86	142	18.68	54.64	158.08
Q507	15	242623	248.91	9.83	4741	3.17	137	20.52	96.68	149.89
Q556	21	235371	275.89	6.17	4422	5.43	142	19.98	83.32	143.14
Q557	12	240606	270.23	8.12	4550	0	153	19.55	79.19	155.16
R001	17	218820	258.72	8.4	4155	2.41	144	18.29	54.69	130.22
R004	14	219405	375.87	8.32	4441	1.04	148	18.72	66.72	129.05
R005	16	246880	257.92	5.16	4512	2.1	129	19.02	66.19	155.36
R007	16	227261	357.18	8.01	4515	1.31	157	19.44	71.99	132.06
R056	16	224294	347.46	6.68	4373	2.45	151	17.12	66.95	131.13
R057	26	230960	348.08	8.04	4403	0	140	16.78	74.37	134.94
R101	15	207965	268.04	7.84	4120	2.62	137	17.37	52.22	131.63

Ek 1. Orta Karadeniz Şelfi ve Kıta Yamacı Yüzey Sedimetlerinde Element Konsantrasyonları(ppm), (Devamı).

İstasyon	Sc	Si	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr
R103	20	195079	520.29	6.13	4046	0	134	16.94	50.44	104.19
R105	25	222515	279.63	10.74	4247	0.29	136	16.89	58.43	150.2
R107	16	230824	281.83	9.61	4297	0	147	18.09	66.22	141.69
R152	20	199168	516.77	4.31	4084	3.11	157	17.83	68.28	105.67
R153	26	212352	374.7	5.86	4294	1.04	141	17.35	64.9	130.05
R155	22	226078	269.35	5.73	4251	1.46	157	18.19	67.74	138.07
R156	21	239702	296.04	11.06	4325	1.98	122	18.96	63.44	136.04
R201	14	241787	251.7	9.29	4386	0	166	18.06	82.44	130.09
R203	24	227716	364.53	6.22	4636	3.36	164	18.58	75.35	132.1
R205	22	227277	291.9	5.67	4426	0.73	140	17.57	70.92	145.01
R207	14	233044	301.91	6.14	4340	0.24	140	19.09	60.94	135.28
R257	29	234144	312.31	9.65	4282	0.83	143	17.4	58.14	133.79
R305	14	221183	273.34	10.08	4251	2.18	129	18.32	60.35	125.45
R307	14	232343	315.66	7.73	4278	5.38	146	19.23	62.47	146.58
R308	15	235749	296.83	7.89	4403	0.54	153	18.16	68.11	145.15
R310	19	245643	335.97	3.81	4078	1.28	133	17.65	40.06	133.46
R352	24	178676	429.15	6.39	3651	1.88	125	17.91	44.42	106.57
R354	19	226437	265.63	6.84	4490	0	142	18.56	67.73	143.9
R356	16	216140	255.94	8.54	4402	0	159	19	66.46	136.47
R358	12	226310	283.34	6.35	4041	0	136	17.33	48.22	117.52
R402	17	201619	374.08	5.4	3989	0.97	158	18.73	66.2	121.17
R404	19	222670	345.46	6.6	4295	2.14	142	19.21	69.56	131.88
R406	12	216853	273.15	9.75	4273	2.74	152	18.16	64.7	135.9
R408	16	224230	302.62	6.81	4119	0.82	142	17.52	47.12	122.87
R452	25	178766	605.36	5.5	3848	4.08	137	16.29	53.69	89.93
R454	17	228451	308.32	5.62	4511	5.63	168	18.6	65.22	132.12
R455	31	218742	293.8	7.99	4307	0	162	17.9	71.61	128.59
R457	21	231556	312.07	8.95	4128	3.13	137	17.37	55.34	122.41
R503	22	215471	341.72	6.32	4335	2.53	144	17.2	65.1	118.5
R505	31	230004	314.93	7.24	4119	0	140	17.18	53.45	126.52

Ek 2. R302 no'lu Karot Örneğinde Element Konsantrasyonları (ppm)

Derinlik	Al	As	Ba	Ca	Ce	Cl	Cr	Cu	Fe	Ga
0	66553	15.96	438.02	101832	61.02	10778	139	41.29	45819	17.92
20	66023	24.27	532.56	88722	71.09	9768	130	36.4	45230	19.45
40	70761	23.47	589.78	61982	0.01	9882	140	32.05	46841	18.87
60	71922	13.36	393.63	57229	93.3	10321	146	40.29	48625	15.36
80	64389	15.96	564.27	56960	59.2	12776	155	40.14	48202	16.89
100	64091	34.44	450.76	63189	13.6	17679	153	49.43	48501	15.7
120	24968	11.53	394.67	268815	0.01	10398	96	32.31	30929	8.12
130	71994	46.7	487.49	34932	79.75	9278	151	38.89	55566	18.48
140	81433	7.08	347.05	72880	111.11	7709	135	37.12	44382	20.71
150	75500	11.87	362.97	65598	84.63	6079	137	33.84	43793	20.36
200	79721	26.45	362.85	73101	40.65	6766	144	36.61	47645	17.6
250	77775	17.82	444.77	56471	39.12	6741	154	33.25	51492	20.87
300	78251	11.41	445.66	63923	88.8	7021	144	44.7	51571	17.42
320	77668	16.08	449.37	69613	41.87	6984	139	37.99	49145	18.72

Derinlik	K	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S
0	20592	20865	617	9071	11.32	56.57	455	39.25	114.27	11745
20	20470	20602	607	7999	12.82	57.65	412	19.16	116.78	11794
40	21227	22552	545	9106	11.82	63.26	371	16.78	121.95	12394
60	21406	23570	510	9129	13.12	73.46	342	18.75	121.92	12433
80	20584	20247	521	9449	13.66	68.91	458	13.01	121.45	11425
100	20332	20338	542	11862	11.05	74.48	424	11.1	112.7	17601
120	10580	9909	411	5365	6.44	49.44	347	6.53	69.16	9447
130	22287	22659	744	8814	14.22	64.8	351	20.28	139.38	9397
140	24910	25819	884	8344	13.84	54.44	379	14.14	136.85	3840
150	23399	23749	850	7340	12.54	55.44	371	18.1	134.45	3667
200	24257	25122	880	7660	12.44	55.37	432	19.45	132.26	933
250	23301	21224	647	7753	13.86	55.44	440	16.3	128.09	395
300	23513	21967	932	7900	13.3	64.24	468	17.81	124.99	808
320	22101	21678	767	8604	14.45	59.17	471	18.76	117.03	683

Ek 2. R302 no'lu Karot Örneğinde Element Konsantrasyonları (ppm), (devamı)

Derinlik	Sc	Si	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr
0	20	207260	377.5	8.41	3965	5.38	121	15.03	55.14	101.42
20	18	206530	355.16	6.31	3951	3.7	136	17.15	53.36	106.18
40	16	217654	234.43	6.94	4114	2.97	125	18.39	59.76	115.13
60	14	214999	226.24	7.32	4280	5.34	150	16.63	60.8	117.43
80	19	199262	226.88	2.87	3999	3.64	148	15.95	60.8	108.47
100	24	201208	243.92	2.62	3911	13.16	185	16.16	54.96	98.72
120	31	94542	2573.55	0.01	2323	2.44	140	10.7	23.01	21.17
130	21	214396	165.76	11.19	4050	4.4	165	20.16	61.99	127.36
140	28	229376	218.38	9.11	3808	0.01	155	19.55	60.1	112.62
150	13	217555	207.04	8.7	3666	3.76	148	19.4	61.49	108.06
200	23	228864	215.49	10.94	3887	2.84	152	17.44	63.64	105.89
250	12	228134	183.66	9.23	4224	0.67	161	20.39	67.76	126.13
300	14	227649	203.92	9.71	4446	1.46	165	20.51	68.16	126.9
320	17	231491	210.96	9.82	4513	4.48	155	22.36	60.47	137.58

Ek 3. R305 no'lu Karot Örneğinde Element Konsantrasyonları (ppm)

Derinlik-cm	Al	As	Ba	Ca	Ce	Cl	Cr	Cu	Fe	Ga
0	71927	15.84	344.12	65855	36.58	10487	132	37.05	46990	19.3
50	61714	19.7	402.11	99042	76.1	12544	121	35.23	42215	16.06
100	68442	10.4	363.01	63212	27.53	8527	136	32.99	45419	18.25
150	80913	9.4	353.34	58771	53.18	7901	121	31.42	45076	19.39
200	75066	17.29	419.69	58770	67.68	7321	132	40.18	47250	18.1
250	74342	10.42	391.72	58116	111.1	10043	127	34.27	45137	18.4
300	75942	8.92	384.05	60506	80.85	6751	128	34.01	45576	19.69
330	68316	11.93	341.97	68851	52.31	7398	132	27.79	43980	16.91

Derinlik(cm)	K	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S
0	20894	21747	695	9305	12.35	51.43	425	35.63	116.9	9432
50	18963	20540	786	8702	11.96	53.49	453	20.01	100.63	12073
100	20022	21466	609	8323	13.42	56.11	398	17.61	113.32	10791
150	22713	22798	709	9308	15.59	55.01	372	17.55	128.95	12008
200	21791	22410	527	8407	15.72	58.1	378	19.73	124.7	10143
250	21799	23530	527	9433	12.84	56.07	415	19.26	122.94	9137
300	21846	21909	548	8655	14.35	54.36	420	17.61	122.15	10875
330	19829	22079	594	8790	13.6	46.61	455	14.88	108.45	7537

Derinlik(cm)	Sc	Si	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr
0	14	221183	273.34	10.08	4251	2.18	129	18.32	60.35	125.45
50	19	200832	382.29	6.88	3855	0.22	126	15.49	47.79	115.24
100	15	214082	241.64	9.36	4174	0.92	128	18.89	47.6	134.38
150	19	238979	255.71	7.47	4540	1.83	136	19.42	59.11	145.06
200	4	224092	248.5	8.7	4365	1.03	138	18.55	60.62	140.18
250	20	224026	224.73	10.51	4467	5.39	137	17.55	53.89	135.62
300	24	228593	238.94	12.06	4404	4.09	135	19.17	60.02	137.51
330	18	219175	241.38	9.71	4273	4.68	132	19.09	48.13	135.3

Correlations (yüzey.sta)
Marked correlations are significant at $p < .05000$
N=59 (Casewise deletion of missing data)

Correlations (yüzey.sta)																																					
Marked correlations are significant at p < .05000																																					
N=59 (Casewise deletion of missing data)																																					
Kum	Silt	Silt	Kil	Kil	Karb	OrgC	Al	As	Ba	Ca	Ce	Cl	Cr	Cu	Fe	Ga	K	Mg	Mn	Na	Nb	Ni	P	Pb	Rb	S	Sc	Si	Sr	Th	Ti	U	V	Y	Zn	Zr	
Kum	0,08																																				
Silt	0,08																																				
Kil	-0,39	-0,95																																			
Karb	-0,22	-0,14	0,20																																		
OrgC	-0,08	0,22	-0,18	-0,15																																	
Al	0,31	0,03	-0,12	-0,48	0,07																																
As	-0,24	0,25	-0,15	0,10	-0,21	-0,05																															
Ba	-0,02	-0,17	0,16	0,25	0,15	-0,09	0,12																														
Ca	-0,30	0,14	-0,03	0,68	-0,20	-0,63	0,23	-0,03																													
Ce	0,28	0,10	-0,18	0,07	-0,14	0,14	0,06	0,13	0,05																												
Cl	-0,34	0,06	0,06	0,29	0,29	-0,28	0,26	0,42	0,18	-0,23																											
Cr	-0,36	-0,02	0,13	0,12	0,14	-0,35	0,17	-0,22	0,19	-0,24	0,19																										
Cu	0,08	0,23	-0,24	-0,40	0,03	0,39	0,40	-0,32	-0,24	-0,06	-0,14	0,28																									
Fe	-0,15	0,21	-0,14	-0,29	-0,03	0,22	0,75	0,02	-0,19	-0,01	0,16	0,30	0,75																								
Ga	-0,10	-0,08	0,10	-0,21	0,40	0,48	-0,09	0,16	-0,45	-0,12	0,12	-0,20	0,17	0,13																							
K	0,23	-0,07	-0,01	-0,41	0,37	0,83	-0,18	0,24	-0,67	0,10	0,01	-0,34	0,19	0,16	0,67																						
Mg	-0,07	-0,04	0,06	0,00	0,48	0,35	-0,20	0,01	-0,18	-0,06	0,28	0,15	-0,01	-0,11	0,39	0,50																					
Mn	-0,21	0,17	-0,09	0,30	-0,20	-0,37	0,73	0,24	0,41	-0,05	0,37	0,21	0,09	0,51	-0,29	-0,41	-0,32																				
Na	0,02	0,11	-0,11	-0,05	0,18	0,35	0,03	0,10	-0,17	-0,18	0,60	-0,01	0,04	0,03	0,20	0,35	0,53	-0,02																			
Nb	0,35	0,00	-0,11	-0,54	0,24	0,69	-0,12	0,04	-0,79	0,15	-0,21	-0,25	0,26	0,18	0,51	0,73	0,20	-0,34	0,15																		
Ni	-0,49	-0,05	0,21	0,37	0,19	-0,50	0,20	0,24	0,32	-0,11	0,44	0,66	-0,17	0,09	-0,17	-0,30	0,29	0,34	0,06	-0,39																	
P	-0,12	0,19	-0,14	0,19	-0,18	-0,05	0,74	0,47	0,17	0,16	0,39	-0,06	0,08	0,58	-0,03	-0,04	-0,25	0,72	0,08	0,13																	
Pb	0,07	-0,10	0,07	-0,02	0,19	0,27	0,34	0,47	0,17	0,13	0,21	-0,05	0,25	0,48	0,35	0,41	0,05	0,29	0,07	0,31	-0,02	0,56															
Rb	0,07	-0,17	0,14	-0,35	0,52	0,51	-0,27	0,36	-0,67	0,06	0,16	-0,13	0,00	0,06	0,70	0,86	0,50	-0,41	0,22	0,66	-0,02	-0,09	0,42														
S	-0,02	0,08	-0,07	-0,17	0,72	0,05	-0,29	-0,01	-0,19	-0,19	0,31	0,19	0,17	-0,04	0,27	0,30	0,66	-0,25	0,32	0,20	0,19	-0,36	0,04	0,38													
Sc	-0,13	0,07	-0,02	0,05	-0,11	-0,02	0,23	-0,21	0,14	-0,07	-0,08	0,08	0,23	0,23	0,06	-0,11	0,05	0,11	-0,12	-0,16	0,00	0,15	-0,06	-0,20	-0,06												
Si	0,31	0,05	-0,14	-0,42	-0,16	0,79	-0,11	-0,38	-0,52	0,00	-0,45	-0,19	0,28	0,03	0,11	0,41	0,23	-0,34	0,34	0,46	-0,43	-0,25	0,33	0,05	-0,47	-0,18	0,13	-0,64	0,36	-0,53	0,36						
Sr	-0,21	0,12	-0,04	0,64	-0,13	-0,55	0,26	0,21	0,92	0,14	0,28	0,03	-0,25	-0,12	-0,31	-0,48	-0,16	-0,42	-0,15	-0,69	0,25	0,33	-0,05	0,23	0,00	-0,04	0,36	-0,53	0,36	0,65	-0,55	0,36					
Th	0,26	-0,04	-0,05	-0,43	0,06	0,33	-0,27	-0,19	-0,50	-0,01	-0,52	-0,15	0,12	-0,10	0,23	0,24	-0,05	-0,47	-0,23	0,44	-0,28	-0,38	-0,05	0,23	0,00	-0,04	0,36	-0,53	0,36	0,65	-0,55	0,36					
Ti	0,38	-0,08	-0,05	-0,52	0,00	0,87	-0,20	-0,08	-0,65	0,08	-0,32	-0,32	0,25	0,13	0,48	0,80	0,23	-0,45	0,23	0,73	-0,51	-0,14	0,19	0,55	-0,04	0,00	0,65	-0,55	0,36	0,65	-0,55	0,36					
U	0,26	0,12	-0,20	-0,16	0,08	0,13	-0,08	0,06	-0,22	-0,19	0,00	-0,09	-0,03	-0,08	0,07	0,17	-0,02	-0,04	0,17	0,20	-0,15	0,05	0,19	0,17	-0,08	-0,19	0,11	-0,19	0,09	0,20	-0,02	-0,06	0,65	0,40	-0,09	0,36	
V	-0,21	0,07	0,00	0,11	0,22	0,04	0,33	0,48	0,09	0,12	0,35	0,24	0,17	0,41	0,03	0,23	0,14	0,23	0,19	-0,06	0,40	0,40	0,42	0,26	0,06	0,07	-0,23	0,23	-0,34	-0,34	0,65	0,40	-0,09	0,36	0,43		
Y	0,34	-0,01	-0,10	-0,61	-0,12	0,62	-0,01	-0,04	-0,59	0,02	-0,35	-0,31	0,35	0,27	0,24	0,50	-0,09	-0,16	0,06	0,61	-0,40	-0,03	0,23	0,34	-0,11	-0,22	0,52	-0,54	0,35	0,65	0,40	-0,09	0,36	0,43	0,70		
Zn	0,09	0,18	-0,20	-0,39	0,15	0,51	0,42	-0,06	-0,35	-0,02	0,00	0,20	0,92	0,81	0,36	0,44	0,10	0,13	0,16	0,40	-0,12	0,25	0,51	0,28	0,18	0,21	0,25	-0,26	0,11	0,39	0,03	0,36	0,43	0,70	0,23		
Zr	0,46	-0,07	-0,09	-0,67	-0,13	0,73	-0,22	-0,18	-0,80	0,10	-0,50	-0,43	0,22	0,04	0,29	0,52	-0,04	-0,44	0,10	0,74	-0,65	-0,18	0,00	0,33	-0,12	-0,07	0,74	-0,79	0,54	0,74	0,23	-0,33	0,36	0,43	0,70	0,23	

Ek 4. Karadeniz Şelfi Yüzey Sedimentlerinde Elementlerarası Korelasyon Matrisi

Ek 5. R302 No'lu Karot Sedimentlerinde Elementlerarası Korelasyon Matrisi

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

Correlations (r302.sia)
Marked correlations are significant at p < .05000
N=13 (Casewise deletion of missing data)

Ek 7. Yüzey Sedimentlerinde Saptanan Faktör Matrisi

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Kum	0.4014	-0.1386	-0.1378	0.4065	0.3766
Silt	-0.0660	0.1056	0.1175	-0.0455	0.9019
Kil	-0.0680	-0.0533	-0.0639	-0.0897	-0.9527
Karbonat	-0.7186	0.0725	-0.0635	0.1844	-0.1692
OrgC	0.0062	-0.0418	0.8062	-0.0185	0.1099
Al	0.8554	0.1225	0.1799	0.1119	0.0918
As	-0.1351	0.7672	-0.2448	-0.2979	0.1932
Ba	-0.1816	0.5137	0.2251	0.5511	-0.3054
Ca	-0.8420	0.0282	-0.2316	-0.0394	0.1592
Ce	0.0556	0.1404	-0.1848	0.3783	0.1518
Cl	-0.4624	0.4087	0.5464	0.0500	-0.0408
Cr	-0.3034	0.0540	0.1892	-0.7143	-0.1102
Cu	0.4535	0.3541	-0.0043	-0.6404	0.2884
Fe	0.2592	0.7712	-0.0510	-0.5153	0.1279
Ga	0.4578	0.1624	0.4852	0.0730	-0.2374
K	0.7097	0.2018	0.5223	0.2807	-0.1069
Mg	0.0917	-0.1214	0.7993	-0.0693	-0.0625
Mn	-0.4356	0.6577	-0.2631	-0.1499	0.1380
Na	0.0935	0.1321	0.5583	0.0854	0.1867
Nb	0.8157	0.0786	0.2446	0.1672	-0.0080
Ni	-0.5802	0.1648	0.3317	-0.3194	-0.2476
P	-0.1778	0.8699	-0.1853	0.1443	0.1010
Pb	0.2062	0.7377	0.1723	0.1788	-0.1572
Rb	0.5101	0.1503	0.6485	0.2619	-0.3196
S	0.0120	-0.1945	0.8084	-0.2080	0.0839
Sc	-0.0340	0.1083	-0.1308	-0.3974	0.0539
Si	0.7192	-0.2183	-0.0650	-0.0819	0.1917
Sr	-0.7879	0.2256	-0.1510	0.1556	0.1162
Th	0.5701	-0.3461	-0.0934	-0.0428	-0.0555
Ti	0.8547	0.0274	0.1117	0.1754	-0.0236
U	0.2175	0.0414	0.0688	0.2821	0.1870
V	-0.1528	0.6252	0.3203	-0.0398	-0.0678
Y	0.7811	0.1392	-0.1283	0.1060	0.0575
Zn	0.5221	0.5724	0.1629	-0.4634	0.1804
Zr	0.9079	-0.1643	-0.1624	0.1557	0.0412

Ek 8. R305 No'lu Karot Sedimentlerinde Saptanan Faktör Matrisi

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Kum	0.1536	-0.5697	0.6763	0.0367	0.1006
Silt	0.5742	-0.7348	0.2611	-0.0358	0.0484
Kil	-0.4528	0.7943	-0.2723	-0.0336	-0.0696
Karbonat	-0.7733	-0.1239	-0.5406	-0.0048	-0.0188
OrgC	-0.2576	0.3602	-0.7018	-0.4533	0.2268
Al	0.9600	-0.1464	0.0275	0.0819	0.0649
As	-0.5295	0.5401	-0.2395	0.0437	0.3428
Ba	-0.0158	0.7220	-0.0760	0.6087	-0.1643
Ca	-0.8382	0.0169	-0.4401	0.1484	0.0461
Ce	0.0469	0.0252	0.1809	0.9631	-0.0351
Cl	-0.6287	0.0955	-0.3687	0.2720	0.4971
Cr	-0.0172	0.3239	0.6722	-0.6133	-0.0624
Cu	0.1421	0.8173	-0.0594	0.1467	0.4656
Fe	0.6657	0.3869	0.3669	-0.3240	0.3545
Ga	0.7951	-0.1503	0.0980	-0.1471	0.3268
K	0.9440	-0.0543	0.0219	0.2207	0.1118
Mg	0.7140	-0.1478	0.3474	0.3494	-0.0115
Mn	-0.4190	-0.2402	-0.7710	-0.1622	0.3130
Na	0.2540	-0.5347	-0.0439	0.3381	0.5901
Nb	0.7868	0.1345	-0.0953	-0.0989	-0.4209
Ni	0.4658	0.6651	-0.2740	0.2772	-0.0812
P	-0.8378	-0.3539	0.2628	0.1307	0.1057
Pb	-0.0516	0.1325	0.0203	-0.2457	0.9415
Rb	0.9631	0.0414	0.0656	0.1165	0.0818
S	0.1192	0.1832	-0.8568	0.1153	-0.0541
Sc	-0.1506	-0.7650	-0.0650	0.3403	-0.0734
Si	0.9203	-0.3102	0.0672	0.0054	0.0191
Sr	-0.6594	0.1176	-0.6268	0.1525	0.1983
Th	0.2083	-0.1671	0.7888	0.0353	0.1180
Ti	0.8924	-0.2360	0.2767	0.1164	-0.0296
U	0.1662	-0.5382	0.7067	0.3695	-0.0269
V	0.7894	0.0572	0.2799	0.4078	-0.1676
Y	0.6899	-0.2681	0.3075	-0.5042	-0.2317
Zn	0.7494	0.1238	0.0280	0.0690	0.4761
Zr	0.8558	-0.1086	0.1851	-0.0769	-0.4012

Ek 9. R302 No'lu Karot Sedimentlerinde Saptanan Faktör Matrisi

	Faktör 1	Faktör 2	Faktör 3	Faktör 4	Faktör 5
Kum	-0.5958	0.4134	-0.2819	0.2531	0.2756
Silt	-0.2695	0.6502	-0.0433	-0.0094	0.6578
Kil	0.2945	-0.6492	0.0585	-0.0062	-0.6482
Karbonat	-0.8868	0.1746	0.0486	0.1208	0.2727
OrgC	-0.1769	0.9166	0.0086	0.2151	-0.0955
Al	0.7375	-0.2875	-0.1167	-0.5292	0.0252
As	0.1003	0.3498	0.4109	0.1665	-0.5842
Ba	-0.3236	0.2759	0.3488	0.4972	0.3691
Ca	-0.8966	-0.0001	-0.1174	0.2633	0.2004
Ce	0.2545	-0.2269	0.1382	-0.7404	0.1553
Cl	-0.4671	0.8087	0.1357	0.2106	0.0758
Cr	-0.2349	0.6172	0.5083	0.0422	0.0248
Cu	-0.5938	0.5488	0.1988	0.0370	0.0912
Fe	0.0198	0.1641	0.9221	0.0444	-0.0569
Ga	0.5529	-0.3171	-0.2211	-0.3917	0.1869
K	0.5268	-0.2907	-0.1474	-0.7306	0.0091
Mg	0.5172	-0.0569	-0.1922	-0.7610	0.0394
Mn	-0.1135	-0.6439	-0.1917	-0.5175	-0.1973
Na	0.0553	0.9247	0.1226	0.0115	0.1027
Nb	0.5162	-0.3107	0.4202	-0.4605	0.2406
Ni	-0.4379	0.6885	0.3711	0.1485	0.1255
P	-0.584	-0.0134	-0.0143	0.4183	0.3634
Pb	0.3547	-0.0211	-0.1319	0.0047	0.2703
Rb	0.2589	-0.2081	0.1077	-0.8232	-0.1204
S	-0.2476	0.8465	0.1282	0.1512	0.1629
Sc	-0.9006	0.1920	0.0285	-0.0720	0.0572
Si	0.7849	-0.1947	-0.1012	-0.4718	0.1537
Sr	-0.9188	0.0213	0.01764	0.2771	0.1116
Th	0.5866	-0.5577	0.00681	-0.3577	-0.1482
Ti	0.5309	0.0530	0.41286	0.0746	0.5927
U	0.0427	0.8171	-0.0903	0.2579	-0.2983
V	-0.8292	0.1806	0.2325	0.0291	-0.2351
Y	0.2110	-0.6835	0.1583	-0.1776	-0.0008
Zn	0.8183	-0.2116	0.1150	-0.3592	-0.0153
Zr	0.8944	-0.1909	0.1843	-0.2262	0.0573