

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İZMİR KÖRFEZİ'NİN SEDİMANTOLOJİK,
MİNERALOJİK VE JEOFİZİK ETÜDÜ**

Müge ATALAR

Kasım, 2013

İZMİR

İZMİR KÖRFEZİ'NİN SEDİMANTOLOJİK, MİNEROLOJİK VE JEOFİZİK ETÜDÜ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

**Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği
Programı**

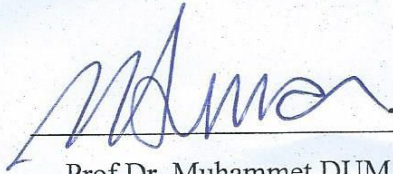
Müge ATALAR

Kasım, 2013

İZMİR

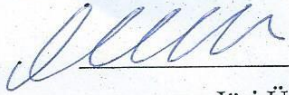
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

MÜGE ATALAR tarafından PROF. DR. MUHAMMET DUMAN yönetiminde hazırlanan “İZMİR KÖRFEZİ’NİN SEDİMANTOLOJİK, MİNEROLOJİK VE JEOFİZİK ETÜDÜ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

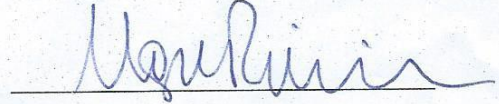

Prof.Dr. Muhammet DUMAN

Yönetici

Prof. Dr. Digen YILGAN


Jüri Üyesi

Prof. Dr. İsmail İNCE


Jüri Üyesi

Prof.Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bilgi ve tecrübesiyle bana her zaman yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Muhammet DUMAN' a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam için gereken örnek alımında bulunmuş olan R. V. K Piri Reis gemi ekibine, alınan örneklerde yapılan analiz aşamalarında ve değerlendirmesinde, element analizlerinin yaptırılması aşamasındaki maddi manevi desteğinin esirgemeyip bana ışık tutan sevgili hocam Filiz KÜÇÜKSEZGİN ve Tolga GÖNÜL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince desteğini asla esirgememiş olan sevgili babam Kamil ATALAR' a, ne zaman ihtiyaç duysam yanımda bulunan Araş. Gör. Özde BAKAK, Aysun KARAKAYA, Ezgi TALAS, Gülçen YILMAZ ve Neşe TALAS' a sonsuz teşekkür ederim.

Müge ATALAR

İZMİR KÖRFEZİ'NİN SEDİMANTOLOJİK, MİNERALOGİK VE JEOFİZİK ETÜDÜ

ÖZ

İzmir Körfezi, Ege Denizi'nin büyük ölçekli körfezlerinden biri olup ince taneli sedimentlerin hakim olduğu doğal bir denizel çökeltme ortamıdır. Bu çalışma kapsamında İzmir Körfezi güncel sedimentlerinin petrografik, jeokimyasal ve jeofiziksel özellikleri araştırılmıştır. Ağır metal düzeyleri 2009 yılında İzmir Körfezinden alınmış bulunan yüzey ve karot sediment örneklerinden belirlendi. Jeokimyasal çalışmalarla ilişkili olarak on sekiz yüzey örneği ve üç karot örneğinde toplam otuz iki element analizi yapılmıştır. Buna göre İzmir Körfezi yüzey sedimentlerinin toplam organik karbon bağlantılı olarak gelişen As, Cr, Cu, Co, P, Pb, V, Zn ve Ti gibi ağır metallerce belirli bir zenginleşme gösterdiği saptanmıştır. Gediz Nehri'nin güncel ağzının güney kesimlerinde görülen ve Cr, Cu, Pb ve Zn gibi ağır metallerle belirlenen zenginleşme Gediz Nehri'nin drenaj alanındaki sanayi etkisini yansıtmakta ve bu nehrin Orta Körfez'in önemli antropojenik kaynaklarından biri olduğuna işaret etmektedir. Karot örneklerinden elde edilen sanayileşme öncesi referans element değerleri kullanılarak bölgeye ait muhtelif kirlenme faktörleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma alanından kaydedilen yüksek ayrımlı sığ sismik veriler kullanılarak alınan örneklerin depolanma ortamlarıyla ilişkisi belirlenmiş ve özellikle güncel sediment verilerinin değerlendirilmesi sağlanmıştır. Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn en yüksek konsantrasyonları endüstriyel faaliyetler nedeniyle iç körfezde bulunduğu belirlendi. Buna karşılık dış körfezde Al, Co, Fe ve Mn jeokimyasal yapısı nedeniyle düşük seviyede, gözlenmiştir. As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn karotların üst tabakasında dünya geneli referans değerlerinin daha üstünde olduğu hesaplanmıştır. Zenginleşme faktörü, Mn , Pb , Zn , Cu, Cr ve As açısından yüksek olduğu ve bunların antropojenik kaynaklar tarafından oluştuğu ileri sürülmüştür. İzmir İç Körfezi'nde çökellerinde USEPA sayısal Tortu Kalite Yönergeleri (SQG) hesaplamalarına göre, Cu ile Ni yüksek, Cr, Pb ve Zn orta derecede kirli olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ege Denizi, element, kirlenme, sediment, sığ sismik.

MINERALOGICAL SEDIMANTOLOGICAL AND GEOPHYSICAL INVESTIGATION OF IZMIR BAY

ABSTRACT

The Gulf of Izmir is one of the great natural and polluted bays of the eastern Aegean Sea and is a depositional environment of fine-grained sediment. The petrographic, geochemical and geophysical properties of the Izmir Gulf recent sediments were investigated. Izmir Gulf the levels of heavy metals were determined in surface and core sediments sampled in 2009 from the Izmir Bay. The concentrations of thirty two elements were analyzed on eighteen surface and three core samples. Accordingly, surface sediments in inner Izmir Bay display significant enrichments in As, Cr, Cu, Co, P, V, Zn and Ti associated with notably high concentrations of total organic carbon. The zone of moderate enrichments in Cr, Cu, Pb and Zn south of the present-day mouth of Gediz River suggests that discharge from this river is one of the major sources of anthropogenic input into the Outer Izmir Bay and probably reflects the large quantities of industrial discharge into Gediz River along its course. Pre-industrial elemental concentrations were obtained using core samples and these values are evaluated for comparison of various contamination factors for the region. Using high resolution subbottom profiler data recorded from the area, the evaluations of sedimentary environment and particular relationship of core samples were established. The highest concentrations of As, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn were found in the inner bay due to industrial activities. In contrast, maximum levels of Mn, Co, Fe and Al were observed in the outer bay, due to geochemical structure. Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cr and Co levels in the upper layer of core sediments were higher than the mean background values of bottom sediments. The enrichment of Cr, Mn, Pb, Zn, Cu and As in the bay seems to be driven by anthropogenic sources. It was found that the sediments in Izmir Inner Bay were generally polluted heavily with Cu, As, Ni, Cr, Pb and moderately with Zn according to the numerical Sediment Quality Guidelines (SQG) of the USEPA.

Keywords: Element, Aegean Sea, pollution, sediment, shallow seismic.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii

BÖLÜM BİR-GİRİŞ 1

1.1 Çalışma Alanı	1
1.2 Amaç	2
1.3 İzmir Körfezi ve Çevresinin Jeolojisi	3
1.3.1 İzmir Körfezi.....	5
1.3.1.1 Körfezin Morfolojik yapısı	6
1.3.1.2 İzmir Körfezini Sınırlayan Faylar	7
1.3.2 Bornova Düzlüğü	8
1.3.3 Karşıyaka - Bostanlı Düzlüğü	9

BÖLÜM İKİ - UYGULANAN YÖNTEMLER..... 10

2.1 Örneklemeye.....	10
2.1.1 Karot Alma (Gravity Corer) Yöntemi.....	11

2.1.2 Yüzey Örneği Alma (Grap Sampler)	12
2.1.3 Sismik Yöntemler	13
2.2 Laboratuvar Yöntemleri.....	13
2.2.1 Tane Boyu Analizi	13
2.2.1.1 Elek Analizi.....	15
2.2.1.2 Hidrometre Analizi.....	16
2.2.2 Karbonat Analizi	17
2.2.3 Organik Karbon Analizleri	18
2.2.3.1 Demir Amonyum Sülfatla Titrasyon Yöntemi.....	19
2.2.3.2 Organik Karbon Analizleri Spektrofotometre Yöntemi.....	20
2.2.4 Element Analizleri	21
2.2.4.1 I_{geo} Değerlerinin Hesaplanması	22
2.2.4.2 Ef (Zenginleşme) Değerlerinin Hesaplanması	23
2.2.4.3 Cf- Cd (Kirlilik) Değerlerinin Hesaplanması.....	24
2.2.4.4 SQG - TEL - PEL Değerlerinin Hesaplanması	25
2.2.5 Faktör Analizi	26

BÖLÜM ÜÇ - BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER..... 29

3.1 Tane Boyu Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi	29
3.2 Kalsiyum Karbonat Analizi Sonuçlarının Değerlendirmesi	31
3.3 Organik Karbon Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi	31
3.4 Element Analizi Sonuçlarının Değerlendirmesi	33
3.4.1 Güncel Sedimentlerde Arsenik (As) Sonuçlarının Değerlendirilmesi	35
3.4.2 Güncel Sedimentlerde Bakır (Cu) Sonuçlarının Değerlendirilmesi ...	37
3.4.3 Güncel Sedimentlerde Krom (Cr) Sonuçlarının Değerlendirilmesi....	39

3.4.4 Güncel Sedimentlerde Demir (Fe) Sonuçlarının Değerlendirilmesi...	41
3.4.5 Güncel Sedimentlerde Nikel (Ni) Sonuçlarının Değerlendirilmesi	43
3.4.6 Güncel Sedimentlerde Mangan (Mn) Değerlendirilmesi.....	45
3.4.7 Güncel Sedimentlerde Kurşun (Pb) SonuçlarınınDeğerlendirilmesi..	47
3.4.8 Güncel Sedimentlerde Çinko (Zn) Sonuçlarının Değerlendirilmesi...	49
3.4.9 Güncel Sedimentlerde Alüminyum (Al) Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	51
3.4.10 Diğer Element Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	52
3.4.11 Jeokümülyasyon İndeksi (I_{geo}) Sonuçlarının Değerlendirmesi	54
3.4.12 Tel - Pel Sonuçlarının Değerlendirilmesi	55
3.5 Faktör Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	57
3.6 Sismik Verinin Değerlendirmesi.....	61
BÖLÜM DÖRT – SONUÇLAR.....	65
KAYNAKLAR	69

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Çalışma alanı ve örnekleme noktaları.....	2
Şekil 1.2 İzmir Körfezi jeolojik haritası ve fayların konumları	6
Şekil 1.3 İzmir Körfezi' nin batimetri haritası. Shod verilerinden sayısallaştırmayla elde edilmiştir.....	7
Şekil 2.1 Örnekleme noktaları (IK) ve karot (TR) noktaları.....	11
Şekil 2.2 R / V / K Piri Reis Araştırma gemisi serbest düşüş örnekleycisi (Gravity Corer) ve alınan üç karot örneğinin görünümü	12
Şekil 2.3 Kullanılan yüzey örnekleycisi' nin (grap sampler) fotoğrafı	13
Şekil.2.4 Dane boyu analizinde kullanılan a) elek seti b) dereceli silindir	14
Şekil 2.5 Elek analizi aşamaları a) analiz için ayrılmış örnekler b) 200 nolu elek c) 200 nolu elek altı hidrometre malzemesi d) yıkamalı elek ile hazırlanmış örnekler ...	15
Şekil 2.6 Hidrometre deney aşamaları a) yıkamayla ayrılan ince malzeme b) etüv, c) 50 gr alınmış örnekler d) sodyum hexa meta fosfat, e) 40 gr tuz ile hazırlanan çözelti, f) hidrometre	16
Şekil 2.7 Karbonat analizi aşamaları, a) elenmiş örnekler b) 20 ml asitli örnekler c) ph 2 den küçük olan örneklerin süzülme aşaması, d) metil orange eklenmiş örnek, e) süzme işlemindeki örnekler, f) titrasyon aleti ve titrasyon işlemi	18
Şekil 2.8 Organik karbon hazırlık aşamaları a) kullanılan kimyasallar, b) örnek ve eklenecek NaF, c) asit eklenmiş örnek, d) saf su eklenmiş halleri e) demir amonyum sülfat çözeltisi f) sonuç.....	20
Şekil 2.9 Organik karbon spektrofotometrik yöntem a) kimyasal işlem b) asitle bekletilmesi, c) süzme, d) saf su eklenmesi, e) süzülen örnekler f) spektrofotometre	21
Şekil 2.10 Metal analizleri için hazırlanmış örnekler	22
Şekil 3.1 Yüzey sedimanlarının tane boyu dağılımları x: kum, y: kil, z: silt.....	29
Şekil 3.2 Çalışma alanı yüzey örneklerindeki tane boyu değerlendirmeleri a) kum oranının %' si b) silt oranının %' si c) kil oranının %' si d) Karotlardaki kum - silt-kil % değerlerinin derinliğe göre değişimi	30
Şekil 3.3 Çalışma alanındaki CaCO ₃ yüzdelilerinin yüzey dağılım haritası	31
Şekil 3.4 Yüzey örneklerinde ve karotlardaki organik karbon yüzde dağılımları	32

Şekil 3.5 Değerlendirmesi yapılan ağır metallerin karotlardaki derinliğe bağlı dağılımları ve belirlenen lokal değerin gösterimi	35
Şekil 3.6 As değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	36
Şekil 3.7 Cu değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	38
Şekil 3.8 Cr değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	40
Şekil 3.9 Fe değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	42
Şekil 3.10 Ni değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	44
Şekil 3.11 Mn değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	46
Şekil 3.12 Pb değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	48
Şekil 3.13 Zn değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları	50
Şekil 3.14 Derinliğe bağlı olarak değişen Al üç karottaki gösterimi	51
Şekil 3.15 Diğer elementlerin karotlardaki dağılımı. Kırmızı dış körfezi Tr13, Mavi orta körfezi Tr 21 ve Yeşil iç körfezi Tr24 temsil etmektedir	55
Şekil 3.16 Faktör analizinin karot derinliğine bağlı değişim grafikleri	57
Şekil 3.17 Faktör 1 analizinin yüzey dağılım haritası ve karottaki derinliğe bağlı değişimi.	58
Şekil 3.18 Faktör 2 analizinin yüzey dağılım haritası, karottaki derinliğe bağlı değişimi ve üç karottaki element değerleri tablosunun gösterimi.	59
Şekil 3.19 Faktör 3 analizinin yüzey dağılım haritası ve karottaki derinliğe bağlı değişimi.	60
Şekil 3.20 İç körfezden alınan karota denk gelen 10 kHz Stratabox sismik kesitinin görüntüsü.	61

Şekil 3.21 Orta körfezden alınan karota denk gelen 3,5 kHz pinger sismik kesitinin görüntüsü.....	62
Şekil 3.22 Dış körfezden alınan karota denk gelen 3.5 kHz pinger sismik kesitinin görüntüsü.....	62
Şekil 3.23 Orta ve dış körfez stratabox veiler	64

TABLÖLER LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 Örnekleme noktası koordinatları ve derinliği	10
Tablo 2.2 Alfabetik sıraya göre elde edilen elementlerin iki standarta göre sonuçların vermektedir	22
Tablo 3.1 Sedimentteki (mg kg^{-1} cinsinden kuru ağırlık) değerlerinde ağır metal konsantrasyonları ve bu ölçümlerdeki TEL, PEL ve SQG değerlerinin diğer bölgelerle karşılaştırılması.	34
Tablo 3.2 Metal içeriklerine ait tespit edilen lokal ve aynı elementlerin dünya genelinde kabul edilen referans değerleri ile hesaplanmış I_{geo} , Ef, Cf verileri özet tablosu	54
Tablo 3.3 İzmir Körfezi ağır metal konsantrasyonlarının (mg kg^{-1} kuru ağırlığı) ve organik karbon konsantrasyonlarının (mg C g^{-1} kuru ağırlık) gösterildiği tablo. ΣTu : Turekian ve Wedepohl (1961), Bg: Kartotların en derin noktalarına göre alınmış referans değerler, SQG mg C^{-1}	56

BÖLÜM BİR

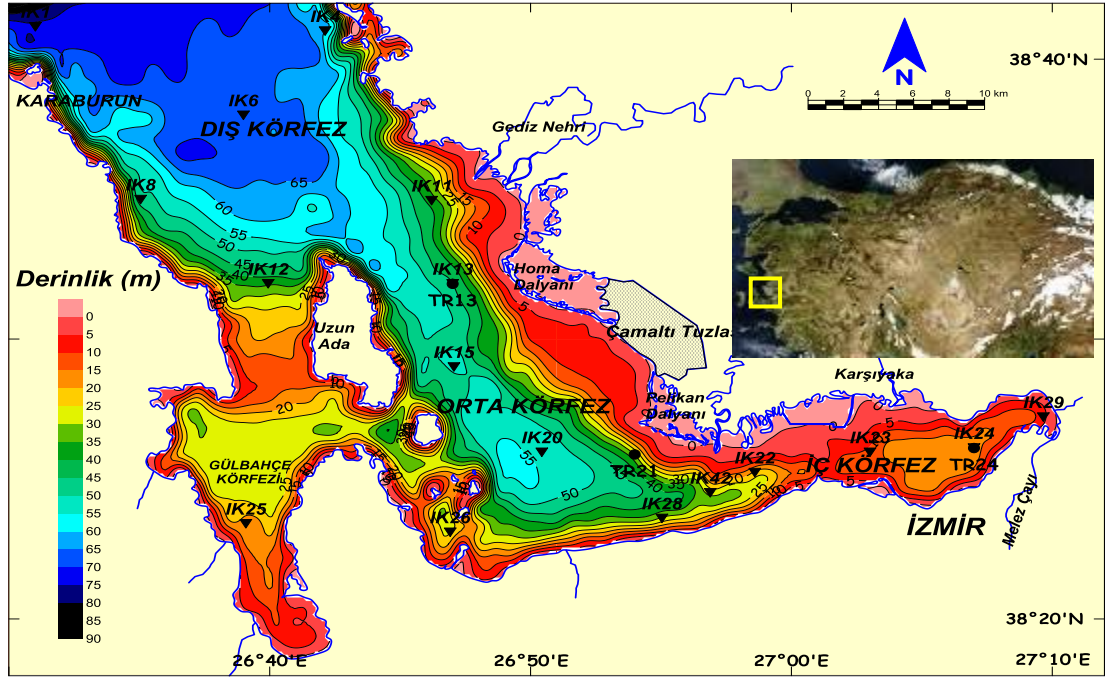
GİRİŞ

1.1 Çalışma Alanı

Ege Denizi'nde bulunan İzmir Körfezi ($38^{\circ} 41' - 38^{\circ} 21' N, 26^{\circ} 30' - 27^{\circ} 08' E$) yarı açık doğal bir körfezdır (Duman ve diğ., 2004; Konaş, ve diğ., 2004; Küçüksezgin ve diğ., 2005). İzmir Körfezi 500 km^2 den fazla toplam yüzey alanına sahip, 11,5 milyar m^3 su kapasitesiyle Ege Denizi'ne bağlantılıdır (Atgın ve diğ., 2000; Konaş ve ark., 2004) (Şekil 1.1).

Çalışma alanı İzmir Körfezi'nde körfezin tamamını yansıtacak şekildedir. Topografik açıdan İzmir Körfezi iç, orta ve dış körfez adı altında üç bölgede incelemek mümkündür (Duman ve ark., 2004; Konaş, ve ark., 2004; Küçüksezgin ve ark., 2005). Körfeze dökülen önemli dere ve nehirler Bostanlı, Ilıca, Bayraklı, Bornova, Manda, Arap, Melez, Poligon, Balçova, Narlıdere ve en çok etkisi gözlenen Gediz Nehri' dir. Gediz Nehri körfeze dökülen en büyük nehirdir ve dış körfezden denize dökülür. Önceden dökölme alanı farklı olan bu nehrin eski boşaltım alanının etkisi hala geniş bir alanda gözlenmektedir. Dış körfez Karaburun' dan Foça' ya doğru 20 km boyunca uzanır. Dış körfezde 70 m olan derinlik iç körfeze doğru gidildikçe 15 m' ye kadar azalan durumdadır. Orta ve iç körfez toplamda 36 km uzunluğunda ve 8-6 km genişliğindedir (Duman ve ark., 2004; Küçüksezgin ve ark., 2005).

İzmir sanayisinin çoğunluğu iç körfezde yer almaktadır. Bunlar, tabakhane, gıda, yağ, sabun, boya üretimi, kimya sanayi, kağıt ve kağıt hamuru fabrikaları, ahşap işleme, metal işleme ve içecek şişeleme fabrikalarıdır (Küçüksezgin ve diğ., 2011).



Şekil 1.1 Çalışma alanı ve örnekleme noktaları.

1.2 Amaç

İzmir Körfezi genellikle kıyısız bölgelerden gelen ve çeşitli kaynakların sağladığı kirlenmelerin etkisi altındadır. İzmir Körfezi'nde deniz kirliliği bu çalışma kapsamında yüzey sedimentlerinde inorganik ve organik jeokimyasal verilerle değerlendirilmiştir. Bu alanlar sedimantolojik özelliklerin tanımlanması açısından sismik verilerden yararlanılmıştır.

Göllerin, nehirlerin, sulak alanların ve kıyı sularının dip sedimanlarında kirlenmelerin zehirli konsantrasyonları, çevresel bozunumunun devamında kirliliğe sebebiyet verir ve birçok kimyasal bileşikle kimyasal karışımlarının çok geniş alanlara yayılmış olması sedimanda birikip ekosistem sağlığını etkiler (Bakan, Arıman ve Özkoç, 2003). Pek çok ülkede ulusal sediment kalite kriterlerini belirlemek için çeşitli çalışmalar vardır. (USA) Çevre Koruma Ajansı (EPA) bunu önlemek amacıyla kirlenmiş sediman yönergelerini uygulamaya koymuştur (USEPA, 1992a). Sayısal sediment kalite yönergeleri (SQG) tatlı su ve deniz ekosistemleri için Kuzey Amerika'da kullanılmaktadır (MacDonald ve diğer., 2000). Yüzeysel tortu ve biyota üzerinde birçok çalışma yapılmıştır (Parlak ve Demirkurt, 1990; Küçüksezgin ve diğer., 2006; Küçüksezgin ve ark., 2011).

Akümülyasyon indeksi (I_{geo}), zenginleşme faktörü (Ef), kirlilik faktörü (Cf), irlilik derecesi (Cd), TEL - PEL ve Faktör analizi değerleri hesaplanmıştır. Sediman kalite değerlendirmesi (SQG) sonuçlarına göre bölgenin olası risk sonuçları değerlendirilmiştir. Bu değerleri hesaplamalarda kullanılan lokal değerler karotların en derin noktalarının ortalamaları şeklinde hesaplanmış ve uygunluğu konusunda karşılaştırma yapılmış en uygun lokal değerleri saptanmıştır.

1.3 İzmir Körfezi ve Çevresinin Jeolojisi

Ege bölgesi, 20. yüzyıldan itibaren birçok araştırmacının ilgi odağı olmuştur. Tektonizması açılma mekanizması olarak yorumlanır ve bölgeye bu tip tektonik yapının en önemli işareti olan horst - graben oluşumları gözlenmektedir (Şengör, 1979, 1980). Ayrıca bölgeye yoğun ilgi günümüzde de devam etmektedir. İzmir Körfezinde deniz araştırmaları karaya oranla daha az sayıda az sayıda bulunmaktadır.

Ege denizi son jeolojik döneme kadar Alpin dağ oluşum kuşağı, Helenik yay sistemi ve Toros dağ oluşum kuşağının etkisinde kaldığı için son batimetrik çalışmalar çok karmaşık yapılar içermektedir (Carter ve diğer., 1972; Morelli, 1975; Maley ve Johnson; 1971).

Batı Anadolu'da az - çok doğu - batı gidişli yaklaşık 10 kadar graben vardır. Bunların büyüklükleri kuzeyden güneye doğru Edremit, Bakırçay, Gediz, Büyük Menderes ve Kerme (Gökova) grabenleri şeklinde sıralanır. Grabenlerin içlerinde Batı Anadolu'nun akarsuları akmaktadır. Bu akarsular, Batı Anadolu'nun iç kesimlerine kadar uzanan geniş bir alanı Ege Denizi'ne drene etmektedir. Akarsuların Ege Denizi'ne taşıdığı çökel gercin miktarının yılda milyonlarca metreküp olduğu ve bu değer yılda 0,1 - 1 mm aralığında çökel kalınlığına karşılık geldiği bilinmektedir (Westaway, 1994a). Horst graben sisteminin oluşum mekanizması normal ve ters faylar tarafından yönetildiği ve körfezin bir neojen havzası yapısında olduğu yapılan araştırma sonuçlarındandır (Kaya 1979, 1981). Bu alan K - KB yönelimli blokların, oblik fayların ve daha küçük boyutlu D - B doğrultu atımlı fayların etkisinde oluşmaktadır. Bunları kesen K - KB eğimli normal faylar

bulunmaktadır. Bu çalışmaları sürdüren diğer bilim adamları; Şengör ve diğer. (1984 - 1985); Seyitoğlu ve Scott (1994); Yılmaz ve diğer. (2000), K - KB trendli faylar D - B yönelimli horst - graben yapılarının taban ve duvar yapılarını belirlediğini ileri sürmüşlerdir. Fay yapıları ise Crampin ve Evans (1986)' ya göre sismik aktivitelerle tanımlanabilmektedir.

Ocakoğlu ve diğer. (2005) İzmir Körfezi, Alaçatı - Doğanbey - Kuşadası açıklarında sismik yansıma kesitlerinden bölgedeki birincil oluşumların K - G ve KD - GB yönlü olanları genellikle sıkışma bileşenli doğrultu atımlı fay sistemleri olduğunu, ters faylar ve ikincil D - B gidişli normal faylar olduğunu ileri sürmüş ve fay haritalarını yapmıştır. Ayrıca körfezin iç kısmını ve Doğanbey bölgelerini genel olarak Miyosen - Pliyosen yaşlı sedimentlerden oluştuğunu ve daha genç sedimentlerinde bu bölgelerde yer aldığını ileri sürmüştür. Erken Miyosen başta olmak üzere Silüriyen, Karbonifer, Triyas ve Kretase kayalarının Karaburun, Seferihisar ve Kuşadası sırtlarında yer aldığını da eklemiştir (Şekil 1.2).

Ekiz (2004) İzmir Bölgesi' nde ki deprem aktivitesi doğrultu atım bileşenli olup ters faylarla karşılanmıştır. Gediz ve Bakırçay nehirleri başlıca D - B yönlü grabenler arasında yer almaktadır (Aksu ve diğer., 1987).

Uluğ (1996) Körfezde çöküntü vadisinde Alpin orojenezinin izlerinin olduğunu ileri sürmüş, sahanın Valakiyen fazı ile duyarlılık kazanmaya başladığı , Kretase yaşlı fliš fasiyesindeki tortullardan oluştuğunu, bu durumun çökelmede durağansız bir ortamı teşkil ettiğini belirtmiştir. Ocakoğlu ve diğer. (1996)' da, Karaburun açıklarında Triyas yaşlı olduğu tahmin edilen temel kayaların üzerinden dalan deniz tabanının, Plio - Kuvaterner yaşlı çökel birikimlerdeki normal faylar nedeniyle düzensiz bir yapıya sahip olduğu belirlemiştir.

Aksu ve diğer. (1990) İzmir Körfezi ve güneyindeki Menderes şelf alanında sığ sismik verilerden faydalanarak, körfezin KKB - GGD gidişini belirleyen normal faylar ve yine Foça - Çandarlı çevrelerinde ve Küçük Menderes Deltası' nda normal fayların haritalamasını yapmıştır.

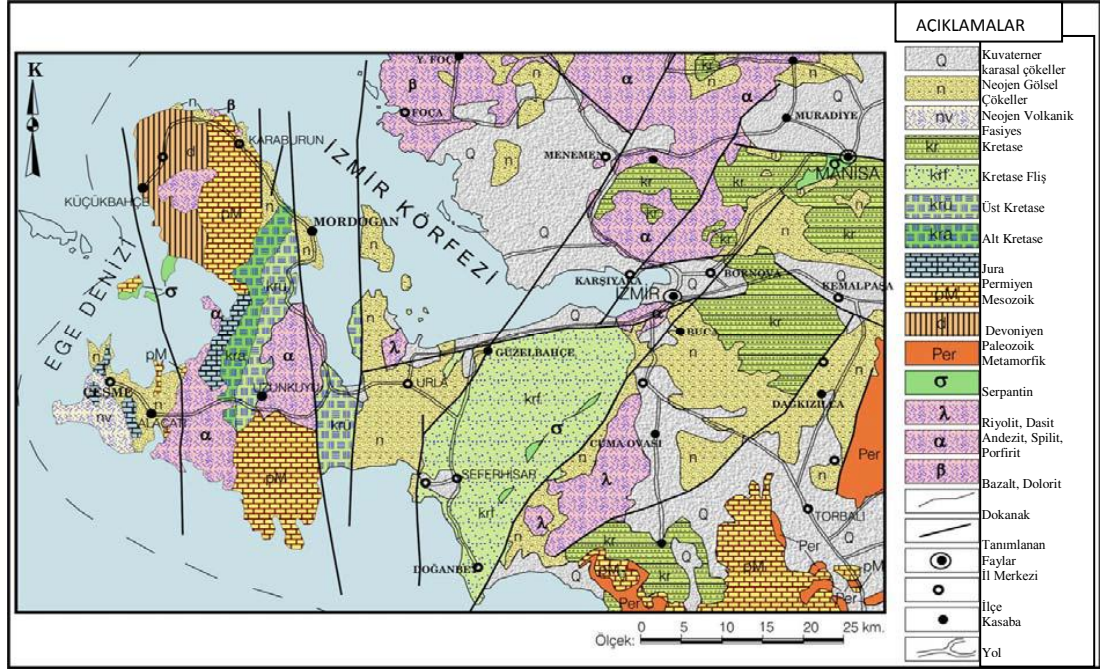
Russell (1954); Piper ve Panagos (1979) Bakırçay' ın tanımlanması tam olarak yapılamamakta ve genel özelliği bakımından Akdeniz delta modellerine benzemektedir.

Aksu ve ark. (1987) İzmir Körfezi' ni kapsayan çalışmasında, farklı zamanlardaki delta oluşumlarını incelemiştir. Deniz seviye değişimlerinin geç Kuvaterner' de denize doğru delta ilerleyişinin, şimdiki kıyı hattından 60 km ileride olduğunu belirtmiştir. Yapılan tüm çalışmalarda ortak olan fayların yönelimi ve horst - graben yapısından kaynaklı gelişen bir tektonizma olduğu yönündedir.

1.3.1 İzmir Körfezi

İzmir yöresinde üç farklı tektonik kuşak yer almaktadır. Bunlardan, doğuda olanı Menderes Masifince, tabanda çok kalın bir mikaşist biriminden ve üzerindeki platform tipi karbonat metamorfizmasıyla oluşmuş bir mermer istifinden oluşmaktadır. Masifin batısında, 'İzmir - Ankara Zonu' ve İzmir dolayında genellikle 'fliş' karakterli olan başka bir tektonik kuşakla çevrelenmektedir. Bu zonun batısındaki 'Karaburun Kuşağı' platform koşullarında çökelmiş kalın bir Mesozoyik karbonat istifinden oluşmaktadır (TÜBİTAK İzmir Körfez Araştırma Raporu, 2007....). Neotektonik evrede bu yaşlı kuşakların uzanımlarını verev kesen tansiyonal havzalar gelişmiş ve içleri gölsel ve karasal tortullarla dolmuştur (Erdoğan, 1990).

İzmir Körfezi'nin oluşumu bölgesel jeolojik olaylarla açıklanabilir. Körfezin Kuvaterner başında (Orta Pleistosen) eğim atımlı faylarla sınırlanmış bir çöküntü (depression) havzasında olduğu söylenebilir. Paleosen başından itibaren artan neotektonik hareketler (Ryan, 1982) Pleistosen'de de devam etmiş, genelde KD – K yönelimli olaylar bölgede dikey atımlı kırılmalara neden olmuştur (Ambraseys ve Jackson, 1990; Fairbridge, 1972; Günay, 1998). Pleistosen sonu, Holosen başlarından itibaren ise tektonik hareketler giderek etkinliğini kaybederek gelişmişlerdir (Başoğlu, 1975).



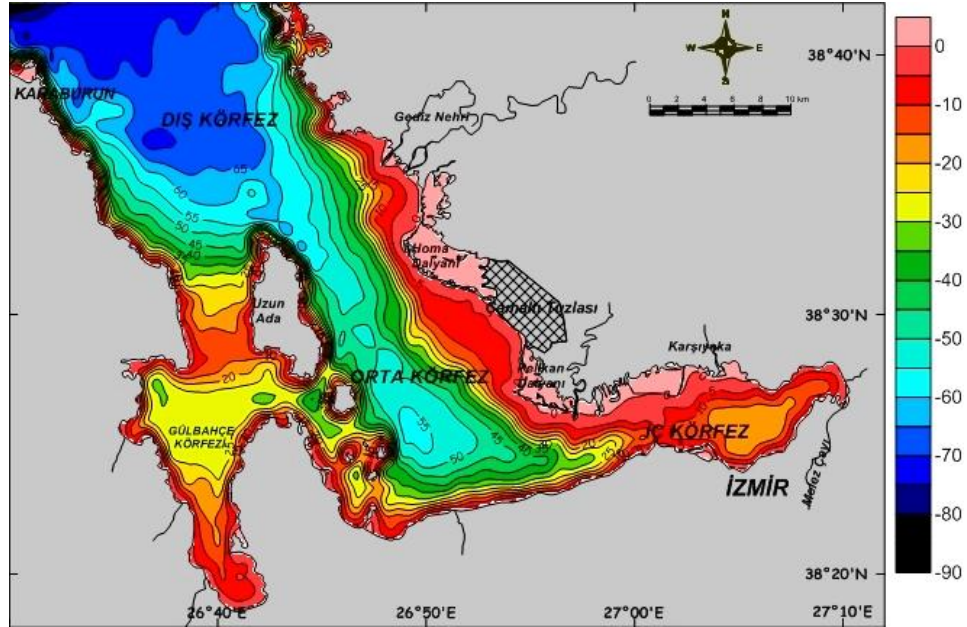
Şekil 1.2 İzmir Körfezi jeolojik haritası ve fayların konumları (Kazanasmaz, 2011).

1.3.1.1 Körfezin Morfolojik Yapısı

Körfez Uzel ve ark. (2009) tarafından yüzey ve yüzeyaltı morfolojisi olmak üzere ikiye ayırmıştır. Aynı zamanda Güzelbahçe Körfezi'ni dış körfezin bir parçası olarak ele almıştır.

İzmir körfezi batimetrik olarak iç, orta ve dış körfez olarak ayırt edilmiştir (Şekil 1.3). İç körfez orta ve dışa körfeze oranla daha dar bir alanı temsil etmektedir. Dış körfez morfolojisi ise düz bir yapıya sahiptir.

Önceki çalışmalarda Gediz Nehrinin yaklaşık 15,600 km² alanı etkisi altına aldığı ileri sürülmüştür. Yıllık debisi mevsimsel şartlara bağlı olarak değiştiği ve debisi 40 - 70 m³ / s olan nehrin Kasım - Mart aylarında yaklaşık 2,5 kg / m³ sediment taşıdığı tahmin edilmiştir (Saatçi ve Taysun, 1979; Aksu ve Piper, 1983). Bu değişimlerin izleri sismik kesitlerinde gözlenebilmektedir.



Şekil 1.3 İzmir Körfezi' nin batimetri haritası. SHOD verilerinden sayısallaştırma ile elde edilmiştir (Int 3784 - 221).

1.3.1.2 İzmir Körfezini Sınırlayan Faylar

Ergin ve diğ er. (1967) İzmir Fayını, yapısal ve morfolojik olarak İzmir körfezini güneyden sınırlandıran yaklaşık 35 km uzunluğunda olan iki parçadan oluşan bir uzanım sergileyen bir fay olduğunu batı ve doğıu kesiminde; eğim atımlı aktif normal fay özelliğinde olduğunu ileri sürmüştür. Bunun yanı sıra bu fayı iki parça halinde gözlenmektedir. Narlıdere arasında sismik aktivite hakkında bilgiler yeterli olmadığından deprem riski belirlenemediğı ileri sürülen diğ er bir konudur (Ergin ve ark. 1967; Ambraseys ve Finkel, 1995). Bu iki parça olan faylar; gediz grabeninin batı ucundaki Kemalpaşa Fayı kuzey kolunun devamı şeklinde dir. Kentsel yerleşme yoğunluğu nedeniyle fayın niteliğine ve aktivitesine yorumlanabilecek veriler sınırlı olduğunu ve bununla beraber genel jeomorfolojik karakteri normal faylara özgü olduğunu ileri sürmüşlerdir (Ambraseys ve Finkel, 1995). Doğıu segmenti Gediz grabeninin batı ucundaki Kemalpaşa Fayı kuzey kolunun devamı şeklinde dir ve fay İzmir ile Pınarbaşı arasında iki k    k segmenten oluşur. Pınarbaşı segmenti DKD - BGB doğırultusunda bulunmaktadır (Ambraseys ve Finkel, 1995). İzmir fayının doğıu segmenti Altındağ İzmir arsında yaklaşık D - B doğırultuludur ve genel olarak jeomorfolojik karakteri normal faylara özgüdür. İzmir fayı Kadifekale'den batıda

güneye doğru yaklaşık 5 km'lik bir sıçrama yapmakta ve bu kesimde güneyden gelen Tuzla fayı yaklaşık bu sıçrama alanından geçmektedir (Ambraseys ve Finkel, 1995). Batı segmenti Üçkuyular ile Narlıdere ve Güzelbahçe arasında yeralır ve fayın taban bloğu 1000 m'lik bir yükselti meydana getirmiştir bu yükseltinin fay tarafı paleofay sevi görüntüsünde olduğu ileri sürülmektedir (Ambraseys ve Finkel, 1995). Bu özellikle Balçova - Narlıdere belirgin olarak izlenebilmektedir. Narlıdere yöresinde fay dikliği önünde alüvyon yelpazeleri gelişmiştir ve yine Balçova ve Narlıdere arasında tavan bloğu üzerinde geniş bir delta oluşmuştur. 10 Temmuz 1668 depreminin İzmir fayı üzerinde meydana geldiği sanılmaktadır (Ergin ve ark., 1967; Ambraseys ve Finkel, 1995). Bu deprem İzmir körfezi doğu ucunda etkili olmuş ve İzmir şehrinde 19.000 kişinin ölmesine yol açmıştır.

1.3.2 Bornova Düzlüğü

Devlet Su İşleri (DSİ) (1971), 'Bornova düzlüğü az engebeli bir yüzeye sahip ve yüksekliği doğudan İzmir Körfezi' ne doğru 90 m' den 0,5 m' ye kadar değişim göstermektedir. Düzlükteki tortul değişimi kil, kum ve çakıl katmanlarından oluşmaktadır ve alanda iki kaya grubu ağır basmaktadır. Birincil olanlar konsolide olmuş Kretase ve Tersiyer yaşlı birimleridir ve bu grup Bornova Düzlüğü' nü çevreleyen tepelerde mostra vermekte ve düzlüğün temelini oluşturduğundan bu grup temel kaya olarak adlandırılır. İkinci grup ise baseni dolduran birim olan gevşek Kuvaterner çökelleri olarak yorumlanmıştır. Temel; sedimenteri Neojen yaşlı kayalar ve Tersiyer yaşlı volkanik kayalar olmak üzere iki ana kaya biriminden oluşmaktadır. En yaşlı birim Kretase yaşlı fliş birimdir. Bu birim alanın Güneydoğu sınırındaki bölgelerde küçük yüzlekler vermektedir. Kuzeyde, Doğu' da ve Güneydoğu' da yer alan geniş alanlar Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır.' Erken Tersiyerden 3. Alpin dağ oluşum zamanına kadar Bornova' da fliş zonları çok güçlü metamorfizma etkisinde kalmıştır (Okay ve Altıner, 2007).

1.3.3 Karşıyaka - Bostanlı Düzluğu

Bu alan genellikle eski Gediz Deltası' nın olduğu alanı içermektedir. Burada hakim olan alüvyonlar yüksek olasılıkla andezitik kayaların üzerinde yer almaktadır. Kum, silt ve kilden oluşan bu tabaka birkaç cm kalınlığındadır ve organik kil içermektedir (TÜBİTAK İzmir Körfez Araştırma Raporu, 2007).

İzmir fayının eşlenik bir parçası olduğu düşünülen İzmir körfezi' nin kuzeydoğusunda Karşıyaka ile Ulucak arasında KB - GD doğrultulu Bornova fayı (normal fay) bulunmaktadır ((TÜBİTAK İzmir Körfez Araştırma Raporu, 2007). Yamanlar Volkanitleri; Neojen yaşlı olup, Andezit - Dasit karakterindeki volkanik ürün ve türevlerini içerir ve bölgede geniş bir alanı temsil etmektedirler (Innocenti ve Mazzuoli, 1972; Savaşçın, 1974; Türk ve Koca, 1994; Akay, 2000).

BÖLÜM İKİ

UYGULANAN YÖNTEMLER

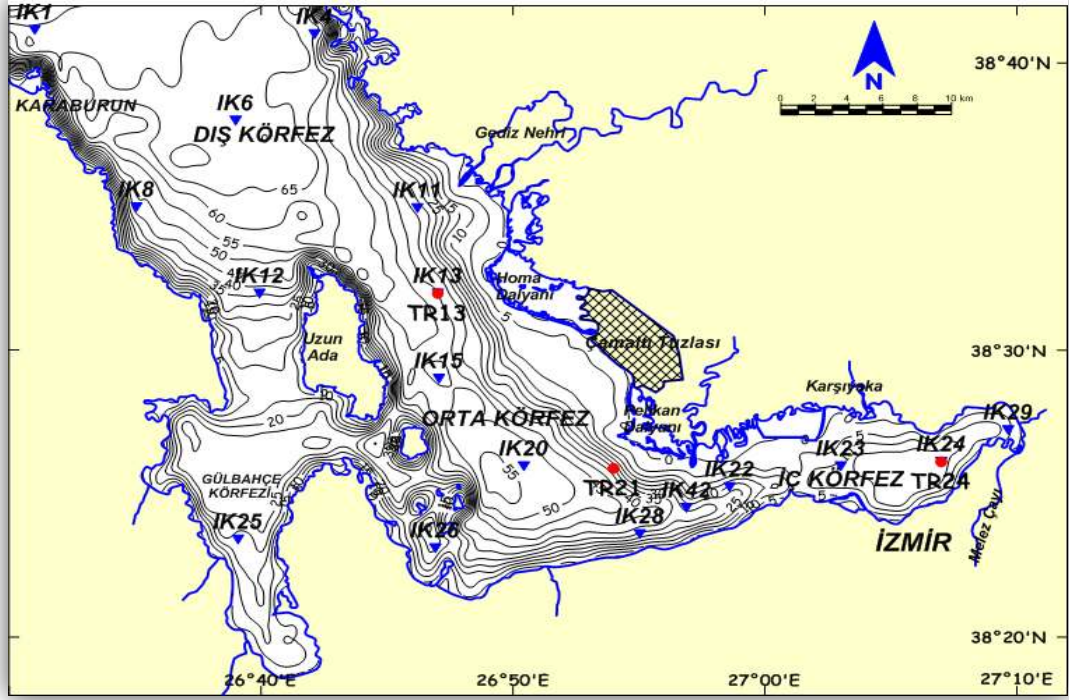
2.1 Örneklem

Örneklem Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü bağlısı R / V K. Piri Reis araştırma gemisi ile 3 gravite karot örneği ve 18 yüzey örneklemsi şeklinde yapılmıştır (Tablo 2.1) (Şekil 2.1). Gravite karot örnekleri iç, orta ve dış körfezi temsil edecek şekildedir. Yüzey örneklemeleri ise Van - Veen Grap Sampler ile alınmıştır.

Tablo 2.1 Örneklem noktası koordinatları ve derinliği.

İstasyon	Boylam	Enlem	Derinlik (m)
İK 1	26,51694	38,686	74
İK 4	26,70207	38,68346	60
İK 6	26,64985	38,6333	66
İK 8	26,58419	38,58313	47
İK 11	26,77011	38,5825	37
İK 12	26,66568	38,53297	35
TR 13	26,78356	38,53297	45
İK 15	26,78435	38,48344	50
İK 20	26,84052	38,43264	53
İK22	26,9766	38,42057	21
İK 23	27,05018	38,43264	11
TR 24	27,11663	38,43518	16
İK 25	26,65143	38,39009	17
İK 26	26,78197	38,38501	25
İK 28	26,91726	38,39327	29
İK 29	27,16094	38,45359	6
İK 42	26,94812	38,40851	28
TR 21	26,89986	38,43137	29

Alınan karotlar TR-24 İç Körfez' i temsil eder 45 cm uzunluğundadır. TR-21 Orta Körfez' i temsil eder ve 110 cm uzunluğundadır. TR- 13 Dış Körfez' i temsil eder ve 206 cm uzunluğundadır. Alınan korat örnekleri 5 cm' de bir örneklemeler şeklinde kesilip 10 cm' de bir örnek aralığıyla tane boyu analizleri uygulanmıştır.



Şekil 2.1 Örneklem noktaları (IK) ve karot (TR) noktaları.

2.1.1 Karot Alma (Gravity Corer) Yöntemi

R / V / K. Piri Reis gemisiyle gravite karot örnekleri alınmıştır (Şekil 2.2). Bu yöntem serbest düşüş ile deniz tabanına bırakılan karot örnekleyicisinden oluşmaktadır. Alınan karot örneklerinin yönü üzerine işaretlenip etiketlemeleri yapıldıktan sonra yatık şekilde dondurucuda muhafaza edilmiş ve Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü laboratuvarında arşivlenmiştir.



Şekil 2.2 R / V / K Piri Reis Araştırma gemisi serbest düşüş örnekleyicisi (Gravity Corer) ve alınan üç karot örneğinin görünümü.

2.1.2 Yüzey Örneği Alma (Grap Sampler)

Bu yöntem ile örnekler örnekleyicinin serbest düşüşüne bırakılıp sistemin zemine vardığında otomatik kapanmasıyla gerçekleşmektedir (Şekil 2.3). Serbest düşme yöntemi ile yüzeyden alınan malzeme gemi güvertesinde plastik kaplara aktarılır. Çalışmada İç- Orta ve Dış Körfez yüzey örnekleri körfezi temsil edecek şekilde 2011 yılı Nisan ayında grap örnekleme yöntemiyle alınmıştır.



Şekil 2.3 Kullanılan yüzey örnekleyicisi' nin (grap sampler) fotoğrafı.

2.1.3 Sismik Yöntemler

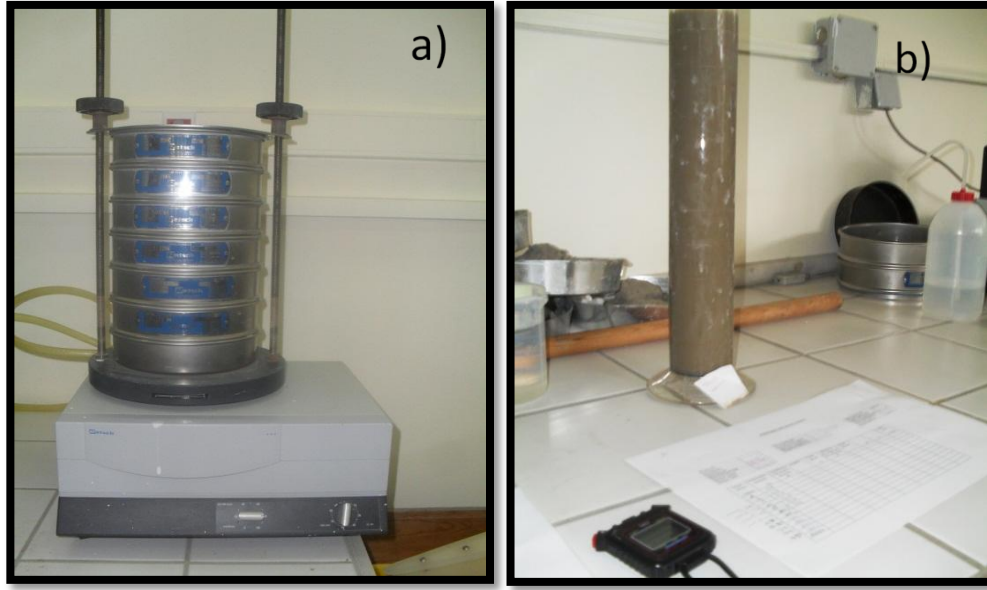
Yüksek ayrımlıklı sıg sismik çalışmalar ile deniz tabanının altındaki jeolojik yapıların akustik özelliklerine bağılı olarak görüntülenmesi sağlanabilmektedir. Deniz tabanı altındaki düşey sıg yapılanmaayı ortaya çıkarmak için, 3,5 kHz Stratabox dipaltı profil çıkarma sistemi (mühendislik sismik sistemi) kullanılmıştır. Sistem transduser (alıcı ve verici), enerji kaynağı ve sinyal işlemci sensörünü içinde bulunduran birim ve transduseri çalışma teknesine monte etmeye yarayan bağlantı birimi (mounting kit), PC (Subbottom, GPS verisi toplama ve işleme yazılımı) ve bağlantı kablolarından oluşmaktadır.

2.2 Laboratuvar Yöntemleri

Bu tez kapsamındaki analizler Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsündeki Deniz jeokimyası (TOC) ve Deniz jeolojisi (TOC - CaCO_3 - Tane boyu) laboratuvarlarında ve Kanada Acme (Element Analizi) laboratuvarlarında yapılmıştır.

2.2.1 Tane Boyu Analizi

Tane boyu analizleri Türk Standartları Enstitüsü (TSE) (1987)'ye göre, tane boyu 63 mikrondan büyük olan kısım için standart kuru elek tekniğı ile, 75 mikrondan küçük olan kısım için ise hidrometre tekniğı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.4). Elek ve hidrometre analizi sonuçları yarı logaritmik olan diyagramlarda çizdirilerek değerlendirilmiştir.



Şekil 2.4 Dane boyu analizinde kullanılan a) elek seti b) dereceli silindir.

Tane boyu, sedimentlerin metalleri biriktirme kapasiteleri üzerinde etkili olan en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle tane boyutu dağılımı ve ayrımıyla ilgili çalışmalar ağır metal kirliliğiyle ilgili araştırmalarda incelenmesi gereken en önemli koşuldur. (Topçuoğlu, 2005; Gönülalan, 2006; Sombrito ve diğer., 2004).

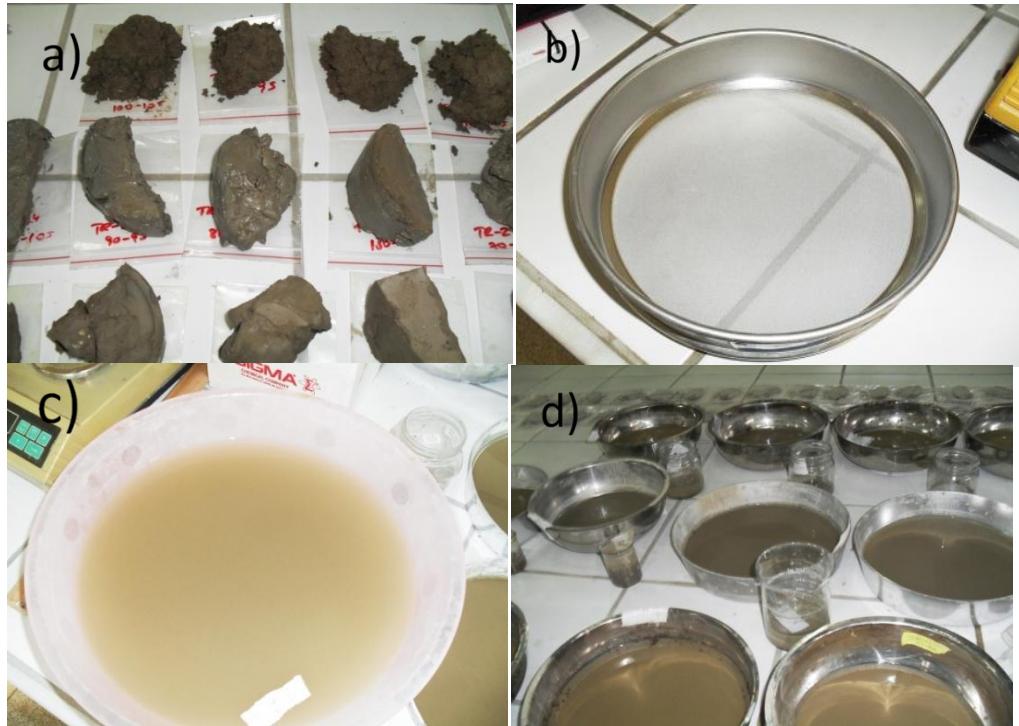
Duman ve ark. (2004) İzmir Körfez’inde yüzeysel sediment dağılımını ve ideal sediment taşınım modeli adlı çalışmalarında iç körfez sedimentlerinin ağırlıklı olarak silt içeriğine sahip olduğunu belirlemişler ve tanecik boyutunun 5 - 7 ϕ arasında olduğunu ileri sürmüşlerdir.

İzmir Körfezinde evsel atıklar ve atık suların etkisi, oşinografik karakteristiklerin belirlenmesi için çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen (Uslu ve diğer., 1993; Büyükişık, 1987; Küçüksezgin ve diğer., 1996, 2001) sedimentasyon hızının ve sediment katmanının belirlenmesiyle ilgili çalışmalar yapılmamıştır (Küçüksezgin ve ark., 2005).

2.2.1.1 Elek Analizi

Alınan karotlardan 10 cm aralıklarla örneklemeler yapılmıştır. Yüzey örneklerinden de minimum 200 gr alınarak etüvde kurutulduktan sonra 0,1 gr hassasiyetli terazide tartılmış ve su içerisinde çözülünceye kadar bekletilmiştir.

Çözünen örnek, saf su yardımıyla 75 mikronluk (200 numaralı) elekten elenmiş ve eleğin altına geçen kısım hidrometre deneyinde kullanılmak üzere ayrılmıştır (Şekil 2.5). Eleğin üstünde kalan 75 mikrondan iri olan malzeme ise etüvde 40 C⁰ de 2 hafta kurutulduktan sonra 4 - 2 - 1 - 0,5 - 0,25 - 0,125 mm. açıklığında eleklerden oluşan elek takımından elenmiş, her elek üzerinde kalan miktar tartılarak kaydedilmiştir. Toplam örnek ağırlığı esas alınarak her elekte kalan malzemenin ve 75 mikronluk elekten geçen miktarın yüzdesi ve her elekten geçen toplam malzemenin yüzdesi hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar yarı logaritmik grafik olarak program yardımıyla işlenmiştir.

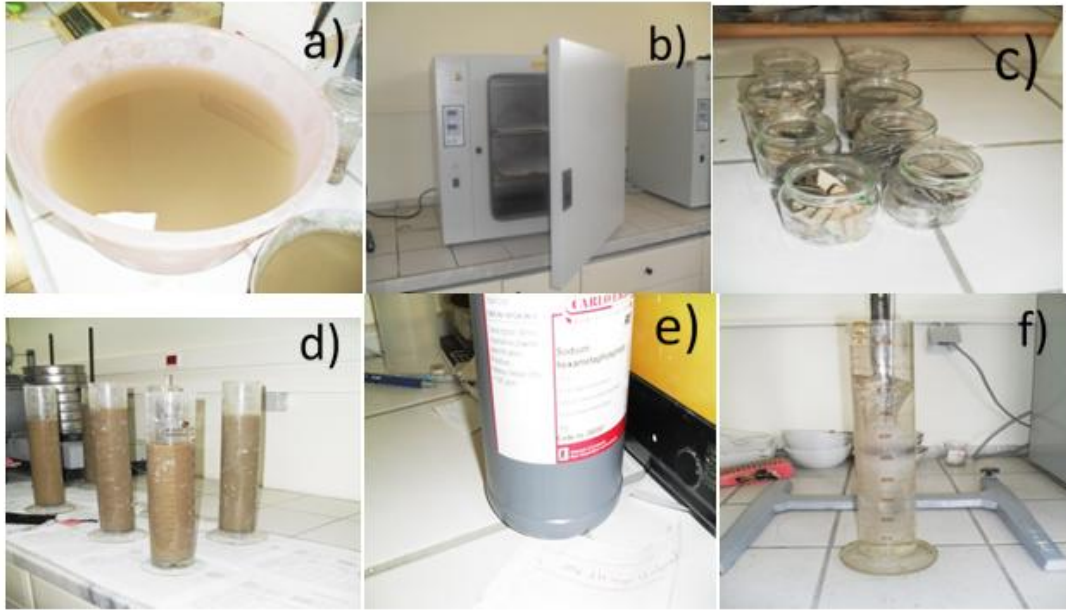


Şekil 2.5 Elek analizi aşamaları a) analiz için ayrılmış örnekler b) 200 nolu elek c) 200 nolu elek altı hidrometre malzemesi d) yıkamalı eleklerle hazırlanmış örnekler.

2.2.1.2 Hidrometre Analizi

Elek analizi sırasında 75 mikronluk elekten (200 numaralı elek) elenerek alta geçen kısım kaba boşaltılarak, etüvde kurumaya bırakılır. Kuruyan örneklerden en az 50 gr veya baştaki kuru ağırlığının % 15' i olacak şekilde örnek alınır ve topaklaşmayı engellemek amacıyla 40 gram sodyum hekza meta fosfattan hazırlanan 1000 ml çözeltiden 125 ml ilave edilip 16 saat bekletilir. Daha sonra dereceli silindire alınan örnekler bir litre olacak şekilde saf suyla tamamlanmış ve mekanik karıştırıcıyla karıştırılmıştır (Şekil 2.6).

Dereceli silindire koyulan örnekler homojen hale gelmesi için mekanik karıştırıcıyla en az 10 dk çalkalanmıştır. Çalkalama işleminden sonra zaman kaybetmeden kap düz bir yüzeye konarak hidrometre (152 H) ile okumalar başlatılmış ve 1 - 2 - 5 - 10 - 15 ve 30. dakikalarda 1 - 2 - 3 - 4 - 5. saatlerde okuma yapılarak her okumada da süspansiyon sıcaklığı not edilmiştir.



Şekil 2.6 Hidrometre deney aşamaları a) yıkamayla ayrılan ince malzeme b) etüv c) 50 gr alınmış örnekler d) sodyum hexa meta fosfat e) 40 gr tuz ile hazırlanan çözelti f) dereceli silindir.

Ön işlemler sonucunda elde edilen numune ağırlığı esas alınarak, ilgili eşdeğer tane çapından daha küçük tanelerin yüzdesi (K) aşağıdaki formülden hesaplanmıştır. Her okuma değeri için karşılık gerek efektif derinlik değeri (L) hesaplanmıştır. Tüm

sonuçlar yarı logaritmik kağıtta elek analizi sonuçlarıyla birleştirilerek eğim elde edilmiş ve bu eğimden değerler % cinsinden kum, kil ve silt değerlerine ulaşılmıştır.

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

G_s: Bağıl yoğunluk

W_b: Örneğin toplam ağırlığı

R_h: Hidrometre okuması

M_t: Sıcaklık düzeltmesi

2.2.2 Karbonat Analizi

Karbonat analizleri için Grimaldi (1966) ve Carver (1971) yöntemlerinin kombinasyonu olan Piper (1974)' e ait yöntem kullanılmıştır. Oldukça hızlı ve doğru olan bu yöntemde hassasiyet % 1' dir. Dünya geneli ortalama karbonat değerleri % 0,29 şeklindedir (Degens, 1965).

5' er cm aralıklarla karotlardan alınan örnekler ve yüzey örnekleri 0,355 mm' den elenip malzemeler hazırlanır. Daha sonra 0,5 gr karbonat içeren kuru sediment rneği üzerine 20 ml. HCL ilave edilip 90  C' de 20 dakika ısıtılmıştır. Bu işleme pH, 2 nin altına düşene kadar devam edilmiştir. Soğutma ve kil içeriğinin uzaklaştırılması için yapılan süzme işleminden sonra 8 damla Metil Orange indikatörü ilave edilmiş ve fazlalık asit, sarı renk görülünceye kadar NaOH ile geri titrasyona tabi tutulmuştur. Karbonat yüzdesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (şekil 2.7).

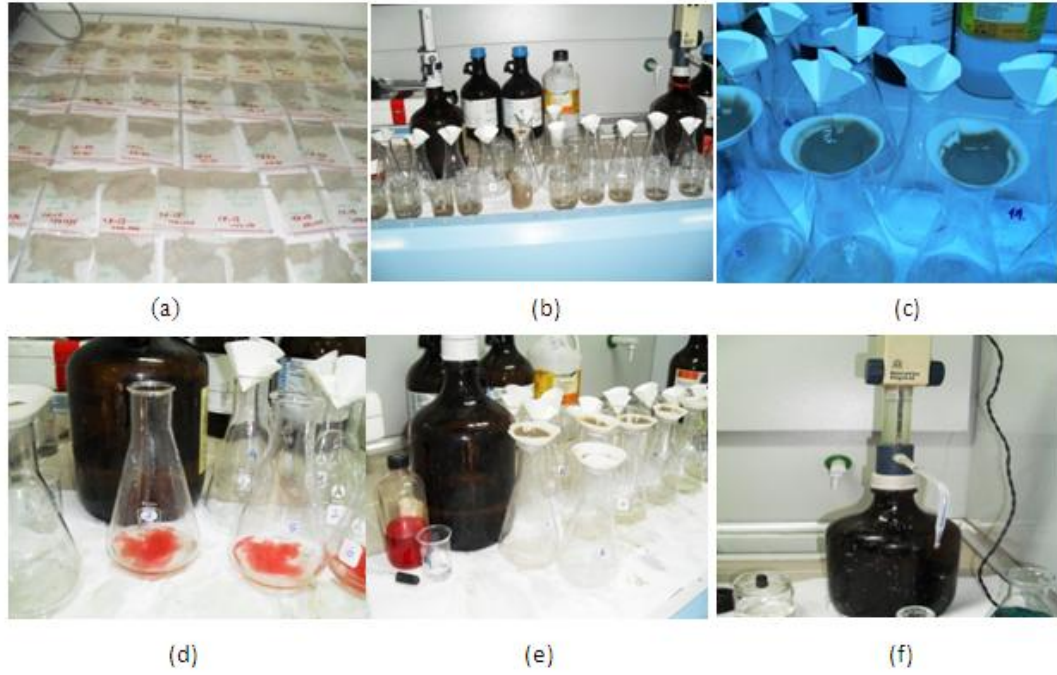
$$\% \text{ Karbonat} = \frac{100 * 0,05 * (V_a * N_a - V_b * N_b)}{\text{örnek ağırlığı}}$$

V_a: Asit hacmi

V_b : Baz hacmi

N_a: Asit normalitesi

N_b : Baz normalitesi



Şekil 2.7 Karbonat analizi aşamaları a) elenmiş örnekler b) 20 ml asitli örenekler c) ph 2 den küçük olan örneklerin süzülme aşaması d) metil orange eklenmiş örnek e) süzme işlemindeki örnekler f) titrasyon donanımı ve titrasyon işlemi.

2.2.3 Organik Karbon Analizleri

Organik karbon analizleri farklı iki yöntemle yapılan sonuçların karşılaştırılarak en güvenilir olanı araştırılmıştır. Elde edilecek sonuçlar hem yöntem hem de kişisel hata payının hesaplanmasına da yardımcı olabileceği gibi diğer araştırmacıların bilgi havuzuna katkı sağlanmıştır.

Karasal organik madde deniz ortamına dışarıdan çeşitli yollarla gelir. Karadan gelen organik maddenin taşınmasında en büyük rol nehirlerindir (Romankevich,1984).

Denizel organik maddeyi oluşturanlar; fitoplanktonlar, zooplanktonlar, bakteri, alg ve mikrofitler popülasyonudur (Nienhius, 1981). Deniz ortamındaki organik madde karasal veya denizel kökenlidir. Denizel organik madde yerlidir ve denizel fauna - floradan oluşmaktadır (Bordovskiy, 1965).

Dünya geneli ortalama organik madde değerleri % 2,1 şeklindedir. Tüm dünya sedimentlerinde bulunan organik madde miktarı total $3,8 * 10^{15}$ tondur ve bunun $3,6 * 10^{15}$ tonu şeyllerde gözlenmektedir (Degens, 1965). Aksu ve diğer. (1994) Akdeniz yüzde organik karbon miktarları $\pm 0,03'$ den $\pm 0,05$ arasında değişmektedir ve organik karbonla birlikte birçok minor elementte zenginleşme göstermektedir.

2.2.3.1 Demir Amonyum Sülfatla Titrasyon Yöntemi

Toplam organik karbon analizleri Gaudette ve diğer. (1974)'e ait ıslak oksidasyon yöntemi ile yapılmıştır. 5' er cm aralıklarla karotlardan alınan örnekler ve yüzey örnekleri 0,355 mm' dan elenip 0,2 - 0,5 gr tartılarak 10 ml. $K_2Cr_2O_7$, 20 ml. H_2SO_4 eklenip karıştırıldıktan sonra 30 dk. beklemeye alınmıştır. 200 ml. saf su, 10 ml. H_3PO_4 , 0,2 gr. NaF ve 15 damla diphenylamine indikatörü eklenerek 0,5 N. Ferro amonyum sülfat çözeltisi ile yeşil renk alınıncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur (Şekil 2.8). Organik karbon yüzdesi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% OC = \frac{10 * (1 - T) * (1N * (0.003) * (100)) * 10}{W_s}$$

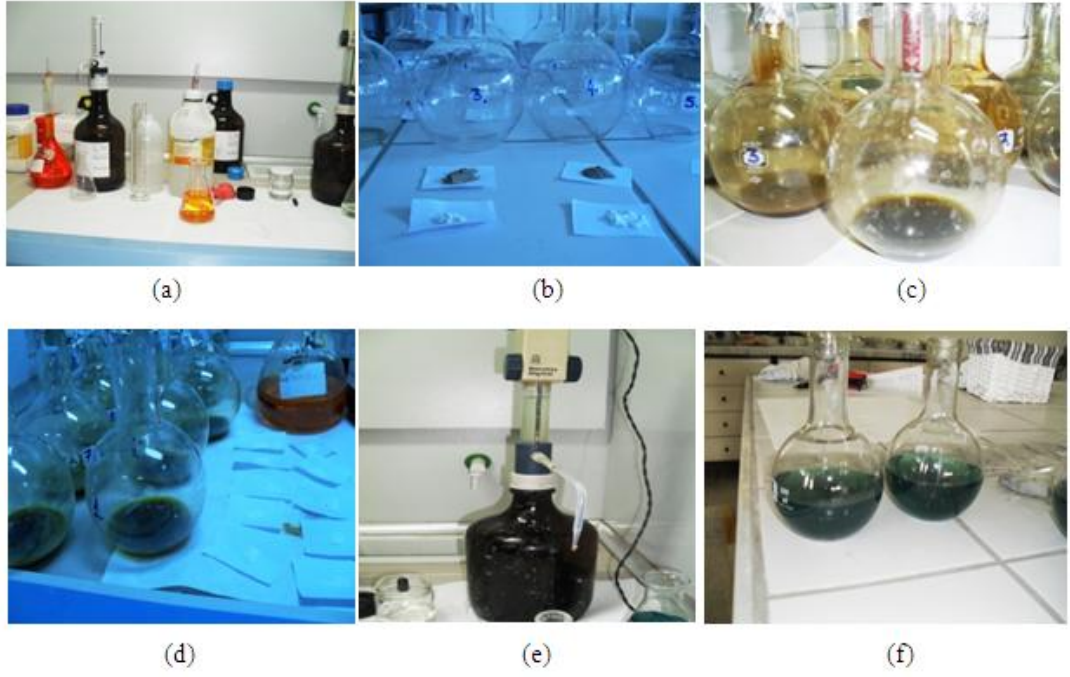
$K_2Cr_2O_7$ çözeltisinin hacmi

T: Demir çözeltisi (ml.)

S: Demir - 2 sülfat ayarlaması

1N: $K_2Cr_2O_7$ çözelti normalitesi

W_s : Örnek ağırlığı

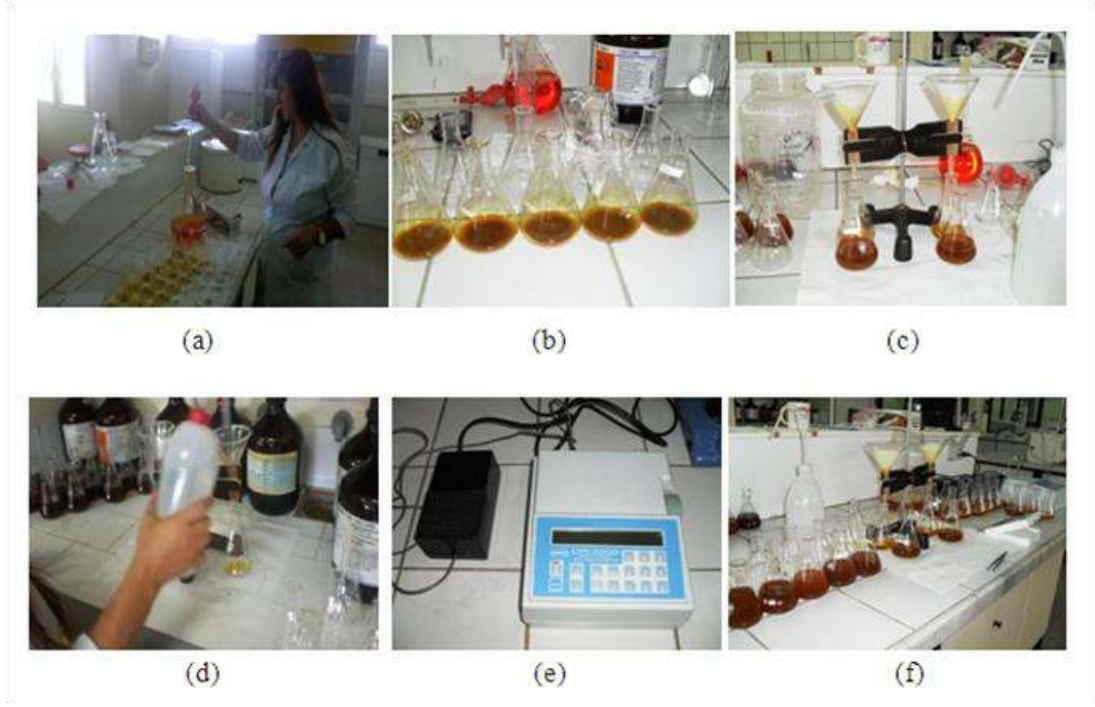


Şekil 2.8 Organik karbon hazırlık aşamaları a) kullanılan kimyasallar b) örnek ve eklenecek NaF, c) asit eklenmiş örnek d) saf su eklenmiş halleri e) demir amonyum sülfat çözeltisi f) sonuç.

2.2.3.2 Organik Karbon Analizleri Spektrofotometre Yöntemi

Spektrofotometre yöntemi, öncelikle Bifitalattan standart hazırlanıp öncelikle boş ve fitalatın belirli miktarlar eklenerek 7 boş örnek hazırlanır. Bunların absorbans değerleri okunup kaydedilir. Daha sonra bu değerler bir grafik oluşturulup eğimi sayesinde organik maddeyi toplam organik karbona çevirmek için gereklidir.

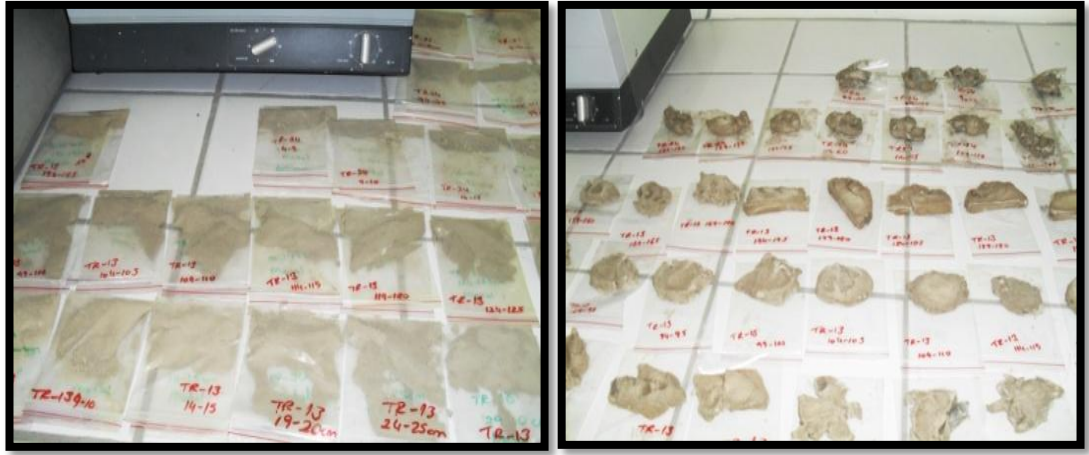
0,2 - 0,5 gr. tartılan sediment örneğine 10 ml. $K_2Cr_2O_7$, 20 ml. H_2SO_4 eklenip karıştırıldıktan sonra 30 dk. beklemeye alınır. 200 ml. saf su eklenip ve süzme işlemi gerçekleştirilir. Süzme işlemi iki kez tekrarlandıktan sonra spektrometre ile okuması yapılmıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Organik karbon spektrofotometrik yöntem a) kimyasal eklenimi b) asitle bekletilmesi c) süzme d) saf su eklenmesi e) süzülen örnekler f) spektrofotometre.

2.2.4 Element Analizleri

Karotlardan 5' er cm aralıklarla alınan örnekler ve yüzey örnekleri 63 mikrondan elenip 5 gr olacak şekilde paketlenildi. Paketler Kanada AcmeLab yollandı. Burada ICP - MS 1DX1 analiz paketi uygulanmış. Bunun sonucunda 32 element değeri elde edilmiştir. Bu elementlerin değerlerine göre ölçüm aralığı içinde sonuç verenler üzerinde daha çok durulmuştur. Analizin uygulandığı standartın her element için beklenen ve elde edilen değerlerine ait tablo ilgili labaratuar tarafından gönderilmiştir. Ayrıca bu element değerleri üzerinden I_{geo} , Cf, Cd, Ef, Faktör hesaplamaları ve karot örneklerinin alt seviyedeki değerler göz önüne alınarak İzmir Körfezi için lokal referans değerleri önerilmiştir.



Şekil 2.10 Metal analizleri için hazırlanmış örnekler.

Tablo 2.2 Elde edilen elementlerin iki standarta göre sonuçlarını vermektedir.

Element	Ag	Al	As	Au	B	Ba	Bi	Ca	Cd	Cu	Co
Birimi	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	Ppm	ppm	ppm
STD OREA beklenen	<0,3	3,12	5	<2	<20	160	<3	0,43	<0,5	467	79
STD OREA ölçülen	<0,3	3,53	2	<2	<20	168	<3	0,45	0,7	502	88

Element	Cr	Fe	Ga	K	La	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P
Birimi	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	Ppm	%	ppm	%
STD OREA beklenen	680	12,6	13	0,06	14	0,11	947	<1	<0,01	244	0,03 5
STD OREA ölçülen	745	14,8	13	0,07	15	0,12	983	<1	<0,01	244	0,03 6

Element	Pb	S	Sc	Sb	Sr	Th	Ti	W	V	Zn
Birimi	ppm	%	ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	Ppm	ppm
STD OREA beklenen	15	<0,0 5	42	<5	14	5	0,11	<2	206	57
STD OREA ölçülen	18	<0,0 5	45	<5	15	7	0,12	<2	218	62

2.2.4.1 I_{geo} Değerlerinin Hesaplanması

Kirlilik tanımı yapılırken kirliliğin derecesinin ne olduğu ve nasıl tanımlanacağı konusunda çeşitli araştırmacılar farklı yöntemler ortaya koymuşlardır. Bunlardan en

çok kullanılanı (Müler, 1979), tarafından önerilen ve jeoakümülayon indeksi olarak tanımlanan I_{geo} ' dur. Bu değrlere göre kirlenmenin başladığı alanlar kirlilik düzeyde olduğu konusunda görüşler öne sürülebilmektedir.

$$I_{geo} = \text{Log } 2 \frac{C_n}{1,5 * B_n}$$

Burada;

C_n : Pelitik sedimentteki ölçülmüş ağır metal konsantrasyonu

B_n : Sedimentteki (ortalama şeyl) jeokimyasal backround değeri 'dir.

$0 > I_{geo}$ kirliliğil,

$1 > I_{geo} > 0$ kirlenmeye başlamış,

$2 > I_{geo} > 1$ orta derecede kirlili,

$3 > I_{geo} > 2$ aşırı derecede kirlenmeye başlamış,

$4 > I_{geo} > 3$ aşırı derecede kirlili,

$5 > I_{geo} > 4$ çok aşırı derecede kirlenme başlamış,

$6 > I_{geo} > 5$ çok aşırı derecede kirliliği ifade eder.

2.2.4.2 Ef (Zenginleşme) Değerlerinin Hesaplanması

Sedimentlerde metal birikimlerinin doğal ya da antropojenik kökenini belirlemek için EF (Enrichment Factor) değeri hesaplanır (Luoma ve diğer.,1990, Zhang ve Liu 2002). EF değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$EF = \frac{(C_s) * (C_{Alb})}{(C_b) * (C_{Al})}$$

Burada;

C_s : Ölçülen ağır metal konsantrasyonunu,

C_{Al} : Ölçülen Al konsantrasyonunu,

C_b : Belirlenen lokal ağır metal konsantrasyonu,

C_{Alb} : Belirlenen Al konsantrasyonunu vermektedir.

- a) $0,5 < EF < 1,5$ ise doğal kökenlidir.
- b) $EF > 1,5$ ise antropojeniktir.

Ayrıca, bu hesaplama hem lokal hem de dünya değerlerine göre ayrı ayrı değerlendirilip neden lokal değerlerin kullanılması gerektiğine dair sonuçlar öne sürülmüştür. Tüm örnekler için bu yöntem uygulansa da belirli zenginleşme gösteren bir kaç metal üzerinde ayrıntılı incelemeler yapılmıştır. İnsanlardan kaynaklanan zenginleşmenin en önemli göstergesi sedimentlerde iz metal ve radyonüklidlerin yoğun olarak depolanmasıdır. Gözlenen yüksek değerlerdeki birikimler çoğunlukla doğal jeolojik koşullardan çok yapay etkilere dayandırılabilir (Lord ve Thompson, 1988; Davies ve diğer., 1991).

Yapılan zenginleşme hesaplamaları sonucunda, Shakeri, Moore ve Modabberi (2009)' a göre; antropojenik girdi kaynakları genellikle tarım ürünleri ve endüstriyel atıklarla orantılı olarak gözlenmektedir. Bu kaynaklar atmosferik birikim, atık öğütme, atık yakma, kentsel atık, trafik emisyonları, gübre uygulamaları ve uzun süreli atık su desarjları ve son olarak tarım arazilerinden gelen malzemeler antropojenik girdinin nedenleri arasındadır.

Zenginleşmenin başlıca kaynakları arasında; endüstriyel atıkların yanı sıra atmosferik girdi, evsel ve tarımsal atıkların depolanması ve gemicilik faaliyetleri sayılabilir. Bunlar arasından endüstriyel ve evsel atık zenginleşmenin en önemli kaynağıdır (Atgün ve diğer., 2000).

De Groot (1964); Förstner ve Wittmann (1979); Millward ve diğer., (1999) sedimentte yapılan ağır metal analizinde tane boyu etkisinin önemini vurgulamış ve ağır metallerin genellikle ince taneli sedimentlerde birikip zenginleştiğini kabul etmişlerdir.

2.2.4.3 Cf- Cd (Kirlilik) Değerlerinin Hesaplanması

Kirlilik faktör değerleri (Cf) ICP - MS sonucu elde edilmiş metallerden hesaplanmaktadır. Bu değer hesaplamasında çalışma alanında alınan karot

örneklerinin ortalama değerlerinden elde edilen lokal değerlere kullanılmıştır. Kirlilik faktörü aynı zamanda çalışma alanı antropojenik olarak belirli bir kirlenmeye maruz kalmışsa bu kirliliğin derecesini belirlemek için de kullanılır. Bunun için ölçülen ağır metal konsantrasyonu referans olarak seçilen lokal Al değerine bölünerek elde edilir.

$$C_f = \frac{C_s}{C_r}$$

Burada;

Cs: Örnekte ölçülen ağır metal konsantrasyonunu,

Cr: Lokal olarak hesaplanmış Al değerini temsil etmektedir.

$C_f < 1$, düşük kirlilik değerini,

$1 < C_f < 3$, orta kirlilik değerini,

$3 < C_f < 6$, yüksek kirlilik değerini ve

$C_f > 6$, çok yüksek kirliliği temsil etmektedir (Hakanson ,1980).

Bu kirlilik değerleri için araziden alınan sediman örnekleri içerisindeki metallerin C_f değerleri ayrı ayrı hesaplandıktan sonra bu değerlerin tamamı aşağıdaki formülde belirtildiği gibi toplanıp, hesaplanan metal sayısına bölünür. Bu işlem sonucu elde edilen sonuç Kirlilik Derecesi (C_d) olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi sınıflandırılır (Christophoridis ve diğer., 2009).

$$C_d = [\sum C_{f_i}] / n$$

$C_d < 9$ düşük dereceli kirlilik,

$9 < C_d < 18$ orta dereceli kirlilik,

$18 < C_d < 36$ yüksek dereceli kirlilik ve

$C_d > 36$ çok yüksek derecede kirliliği tanımlamaktadır.

2.2.4.4 SQG - TEL - PEL Değerlerinin Hesaplanması

Pek çok ülkede ulusal tortu kalite kriterlerini belirlemek için çeşitli çalışmalar vardır. Sayısal sediment kalite yönergeleri (SQG) tatlı su ve deniz ekosistemlerinin

(MacDonald ve ark., 2000). Bir dizi çalışmada yüzeysel tortu ve biyotası (Parlak ve Demirkurt, 1990, Küçüksezgin ve ark., 2005, 2011), araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, İzmir Körfezi sediment kalitesini belirleyip diğer alanlar ile karşılaştırarak genel bir değerlendirmede bulunmaktır ayrıca sayısal SQG ile sediment kalitesi, kirlilik derecesine bulma ekolojik risk değerlendirmesinde bulunmayı da amaçlar. Bu kapsamda, tortu numunelerinde kirleticilerin potansiyel toksisite etki seviyesi (PEL) değeri ve zehirli birimlerin toplamı (Σ TUs) Pedersen ve diğer., (1998)' e göre değerlendirilmiştir.

2.2.5 Faktör Analizi

Faktör analizleri istatistikte birden çok değişkene sahip veri takımlarında değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Jeokimyasal çalışmalarda kullanılan iki tür faktör analizi vardır; Q - Modlu Faktör Analizi örnekler arasındaki ilişkiyi ortaya koymak için, R - Modlu Faktör Analizi ise veri takımındaki değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek için kullanılır. Faktör analizleri temelde, değişken sayısını belirlemek ve değişkenler arasındaki ilişki yapısını belirleyerek değişkenleri sınıflandırabilmek için kullanılır.

Spearman' ın dörtlü farklılık kriteri, matematiksel yöntemlere bağlı olan faktör analizlerinin, sayıca fazla olan farklı değişkenler üzerinde uygulanabilen işlem teknikleri geliştirilmesine neden olarak, analizlerin psikoloji dışındaki alanlarda da kullanılabilmesini sağlamıştır. Klasik faktör analiz modeli, bir değişken diğer değişkenlerle ortak bir özellik içeriyorsa, bu ortak özelliği gösterdiği gruba dâhil edilebilmektedir (Harman, 1976).

Bu çalışma sırasında faktör analizleri için STATISTICA 8.0.360.0 analiz programı kullanılmıştır. Bu programda, Thurstone (1931)' dayandırılan “Temel Bileşen Analizleri (Principal Components)” kullanılarak korelasyon matrisi Log₁₀ tabanına göre tespit edilmiştir. Rotasyon sistemi olarak Varimax Normalizasyon (Varimax Normalization) rotasyonu kullanılmış ve programdan 10 adet faktör (Öz değer) belirlemesi hesaplanmış bunlardan ilk 3' ü için değerlendirmelerde

bulunulmuştur. Faktör analizlerinin ana temeli öz değerlerin (Eigenvalues) hesaplanmasıdır. Öz değerler bu programda Householder Metodu [bu konuda daha detaylı bilgi için; Jacobs (1977), Ralston ve Wilf (1967)'de bakınız] ile en küçük kareler yordamı kullanılarak hesaplanır. Öz değerlerin toplamı, değişkenlerden kurulan matrise (varyans yada kovaryans) ait diyagonal öğelerin toplamına eşittir ve aşağıdaki formülle hesaplanır (Statistica manuel).

$$\sum \lambda_j = \text{Değişken} / S / = \sum \sigma_{ii} \text{ veya } jj$$

λ_j j'inci Öz Değer,

/ S / : Varyans / Kovaryans Matrisi ya da Korelasyon Matrisi,

σ_{ii} veya jj : Varyans / Kovaryans Matrisi ya da Korelasyon Matrisinin Diyagonal Öğeleri.

Varimax rotasyonu her faktör için değişkenleri maksimize ederek, kareleri normalize edilmiş faktör yükleri ile değişkenler arasında bağlantı kurar (statistica manuel). Bu işlem, kareleri normalize edilmiş faktör yüklerine ait matris sütunları içerisindeki değişkenleri maksimize etme işlemi ile eşdeğerdir. Bu nedenle pek çok araştırmacı çalışmalarında genelde varimax rotasyonunu tercih etmektedir.

Bu çalışma sırasında aynı data setine varimax normalized dışında unrotated, Varimax raw, Biquartimax raw, Biquartimax normalized, Quartimax raw, Quartimax normalized, Equamax raw ve Equamax normalized rotasyon sistemleride uygulanarak sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmış, ancak jeokimyasal açıdan faktörlerin yorumlanmasında varimax normalized rotasyonuna ait sonuçların (factor loadings) değişkenler ve faktörler arasında daha sağlıklı bağlantılar kurduğu görülmüştür. Bu nedenle bulgular kısmında varimax normalized rotasyonuna ait sonuçlardan bahsedilecek, tez sırasında diğer rotasyonlara ait sonuçlardan bahsedilmeyecektir. Bu sonuçlardan özdeğerleri ve katkı oranları yüksek olan ilk üç faktör yorumlamaya katılmış ve kökenleri hakkında bilgi sağlanması için iz metallere göre değerlendirilmiştir.

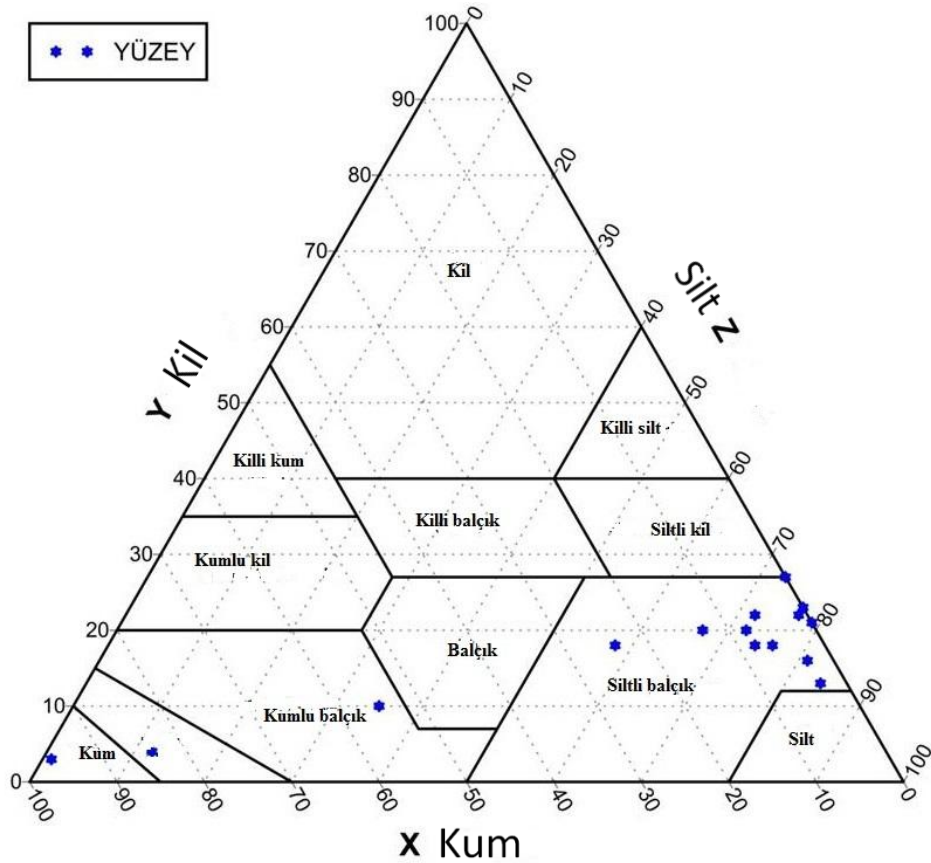
Faktör analizi birçok verinin bulunduğu çalışmalarda yorumlamayı kolaylaştırmak adına uygulanan bir yöntemdir (Klovan ve Imbrie, 1971). Cameron (1967); Saager ve Esselaar (1969)' da ilk kez bu hesaplamayı kullanmıştır. Yine başka bir bilim adamı olan Tripathi ve diğer., (1979)' da jeokimyasal araştırmalar için faktör analizi etkisini araştıran ilk araştırmacılardan birisiydi. Daha sonraki yıllarda jeokimyasal üzerinde ki faktör analizi değerlendirmeleri için esas çalışmalar (Chork ve Salminen, 1993) kirlenme araştırmalarını (Hwang ve diğer., 2001) içermektedir. Bazı çalışmalar ise insan etkisi tespit etmek için kullanılmaktadır (Fitzpatrick ve diğer., 2007). Hartmann ve Wünnemann (2009), Holosen göl çökellerinin değişkenli jeokimyasal kayıtlarında devam eden hidrolojik aşamaların açıklanması için kullanmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

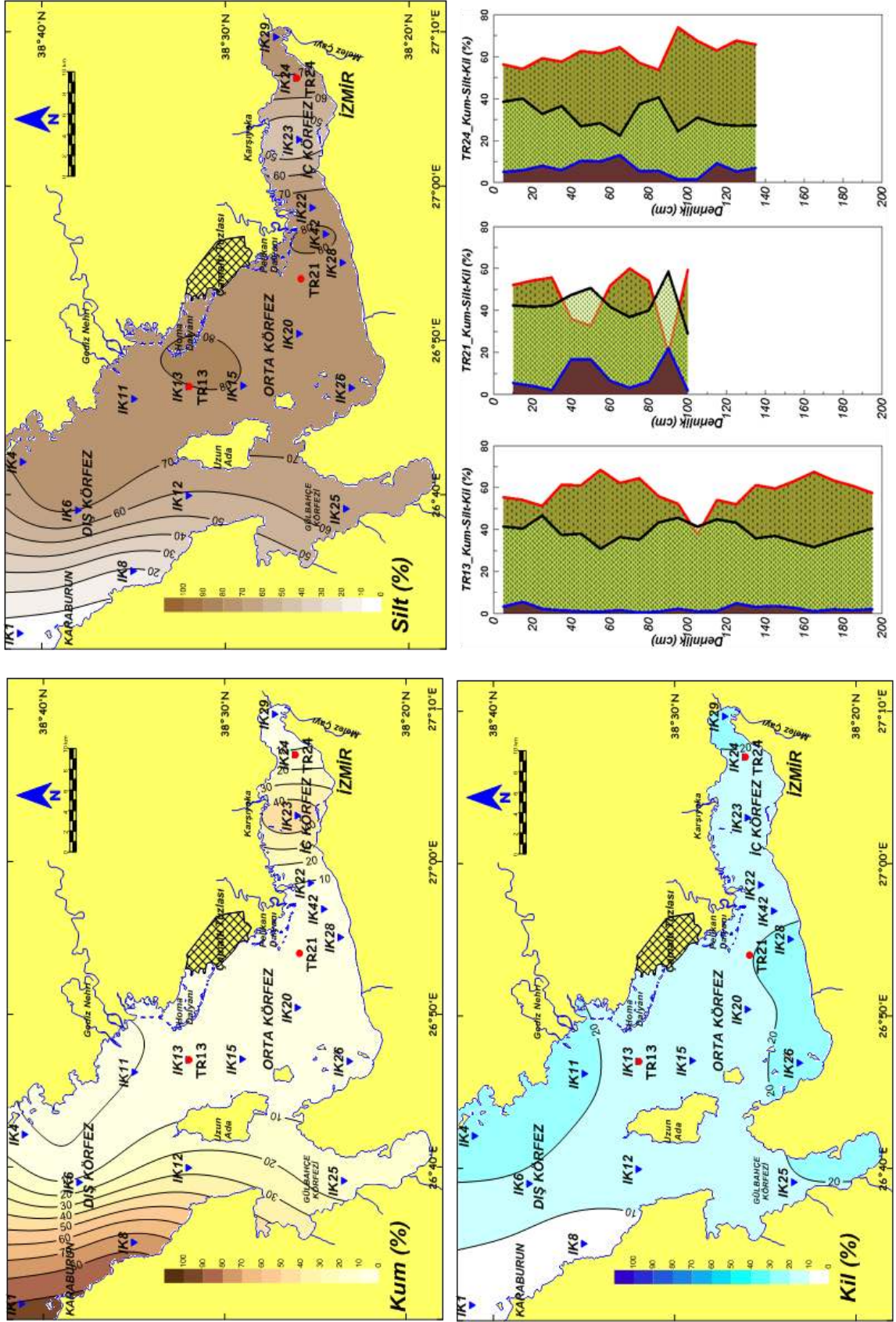
BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

3.1 Tane Boyu Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi

Yüzey sediman örnekleri incelendiğinde; dış körfezde kum oranı % 84 - 96 arasında, Gediz Nehri boşaltım alanının etkilediği bölümler ve orta körfezde silt oranı % 65 - 88 arasında olduğu ve kil oranı Gülbahçe Körfezinin iç kesimlerinde ve iç körfezde % 3 - 28 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 3.2). Çalışma alanını üç basende yorumlamak gerekirse ise basen yapılarının bulunduğu iç - orta ve dış körfezde basen yapılarının merkezi genellikle killi silt ve silt yoğunluklarından oluşmaktadır (Şekil 3.1).



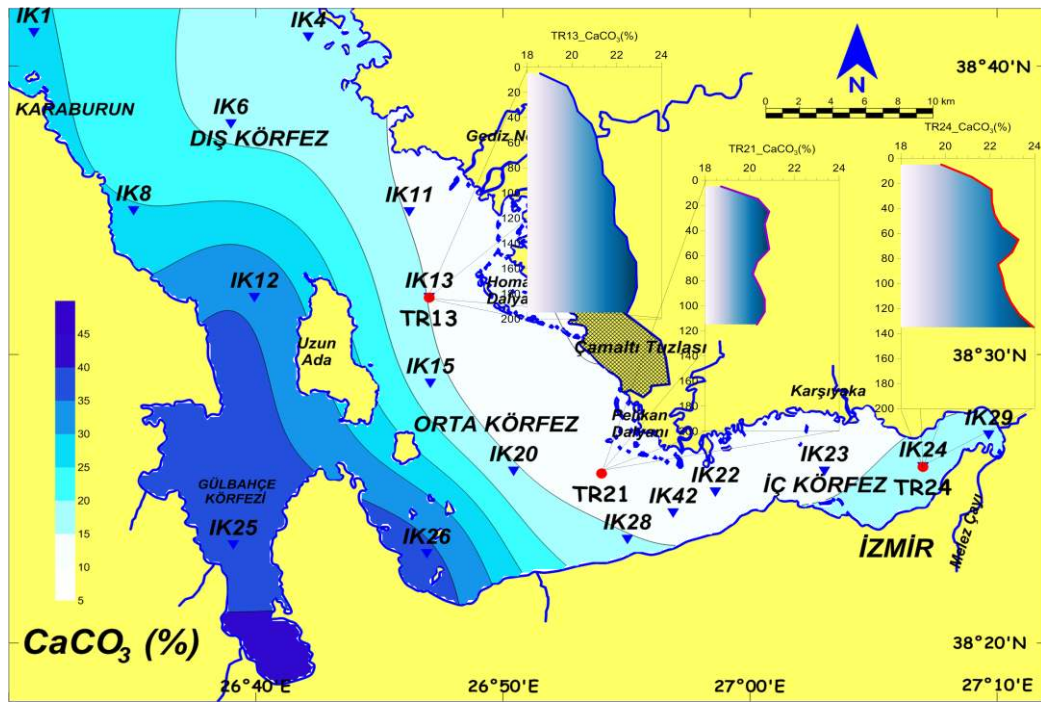
Şekil 3.1 Yüzey sedimanlarının tane boyu dağılımları x: kum, y: kil, z: silt.



Şekil 3.2 Çalışma alanı yüzey örneklerindeki tane boyu değerlendirmeleri a) kum oranının %' si b) silt oranının %' si c) kil oranının %' si d) Karotlardaki kum-silt-kil % değerlerinin derinliğe göre değişimi.

3.2 Kalsiyum Karbonat Analizi Sonuçlarının Değerlendirmesi

Asit bazlı titrasyon yöntemiyle yapılan analizler sonucunda karbonat değerlerinin yüzey örneklerinde % 13,46 - 39,47 değerleri arasında, dış körfezde ise % 8,32 - 20,34 değerleri arasında, orta körfezde % 3,08 - 18,41 değerleri arasında ve iç körfezde ise % 0,69 - 27,9 değerleri arasında değişmektedir (Şekil 3.3).



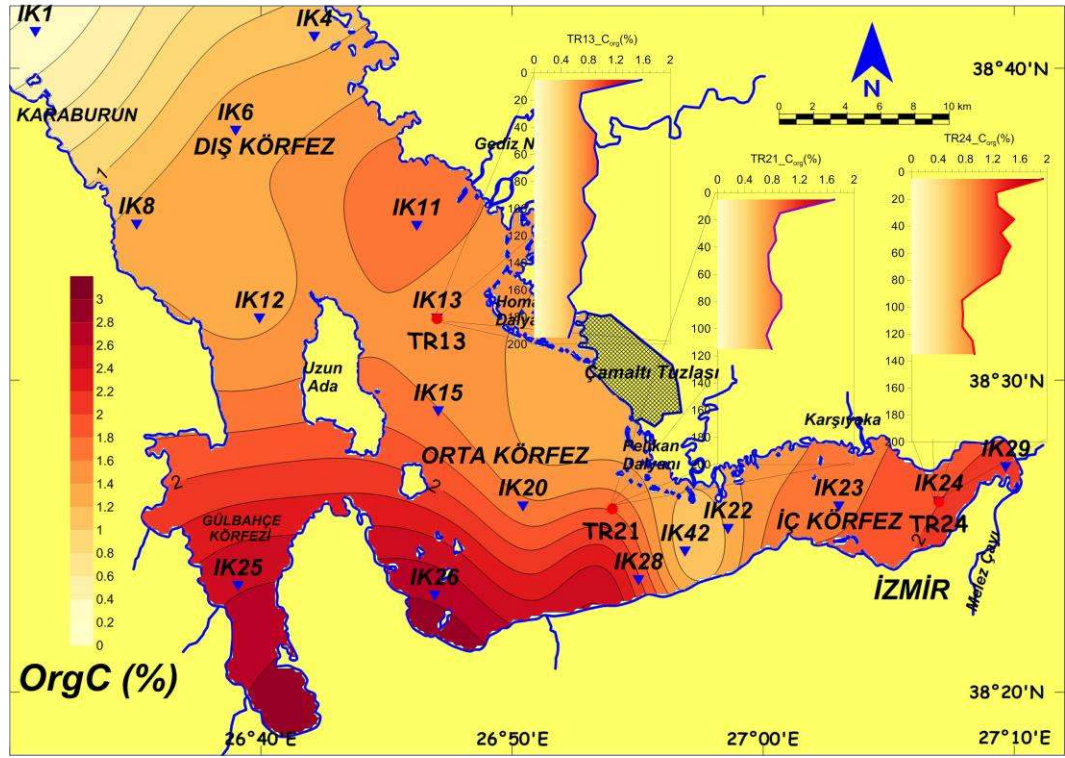
Şekil 3.3 Çalışma alanındaki CaCO_3 yüzdelерinin yüzey dağılım haritası.

Yüksek kalsiyum karbonat değerleri tamamen aynı olmamakla birlikte organik karbonun bol bulunduğu alanlarla doğru orantılı olarak gözlenmektedir. Karotlara göre değerlendirildiğinde ise güncele yaklaşıldıkça karbonat değerlerinde azalma göstermektedir. Yüzey örneklerinde bu değerler % 13 - 39 arasında değişmektedir. Dış körfezde %8 - 20, orta körfezde % 3 - 18 ve iç körfezde ise % 0 - 28 arasında değişmektedir.

3.3 Organik Karbon Analiz Sonuçlarının Değerlendirmesi

Çalışma alanından alınan 3 karot ve 18 yüzey örneği üzerinde yapılan organik karbon analizleri hem ıslak oksidasyon metodu (Gaudette ve ark., 1974) hem de

spektrofotometrik yöntemle yapılmış ve karşılaştırmalarını sağlanmıştır. % 0,06 -2,6 arasında değişen yüzey örnekleri spektrofotometrik yöntemle hesaplandığında % 1,04 - 2,92 değerleri arasında değişmektedir. Islak oksidasyon metodu yöntemiyle yapılan sonuçlar genellikle analiz yapan kişi kaynaklı hatalar içerdiğinden aradaki küçük farklılıklar ortaya çıkarılmıştır. % 0,9 - 1,85 olan dış körfez karotlarının değerleri diğer yöntemde % 0,09 - 1,13 aralığında, % 0,02 -0,55 olan orta körfez değerleri diğer yöntemde % 0,08 - 0,8 aralığında ve son olarak iç körfez ilk yöntemle % 0,034 - 1,32 aralığında değişirken diğer yöntemde % 0,1 - 1,1 aralığında bulunmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Yüzey örneklerinde ve karotlardaki organik karbon yüzde dağılımları.

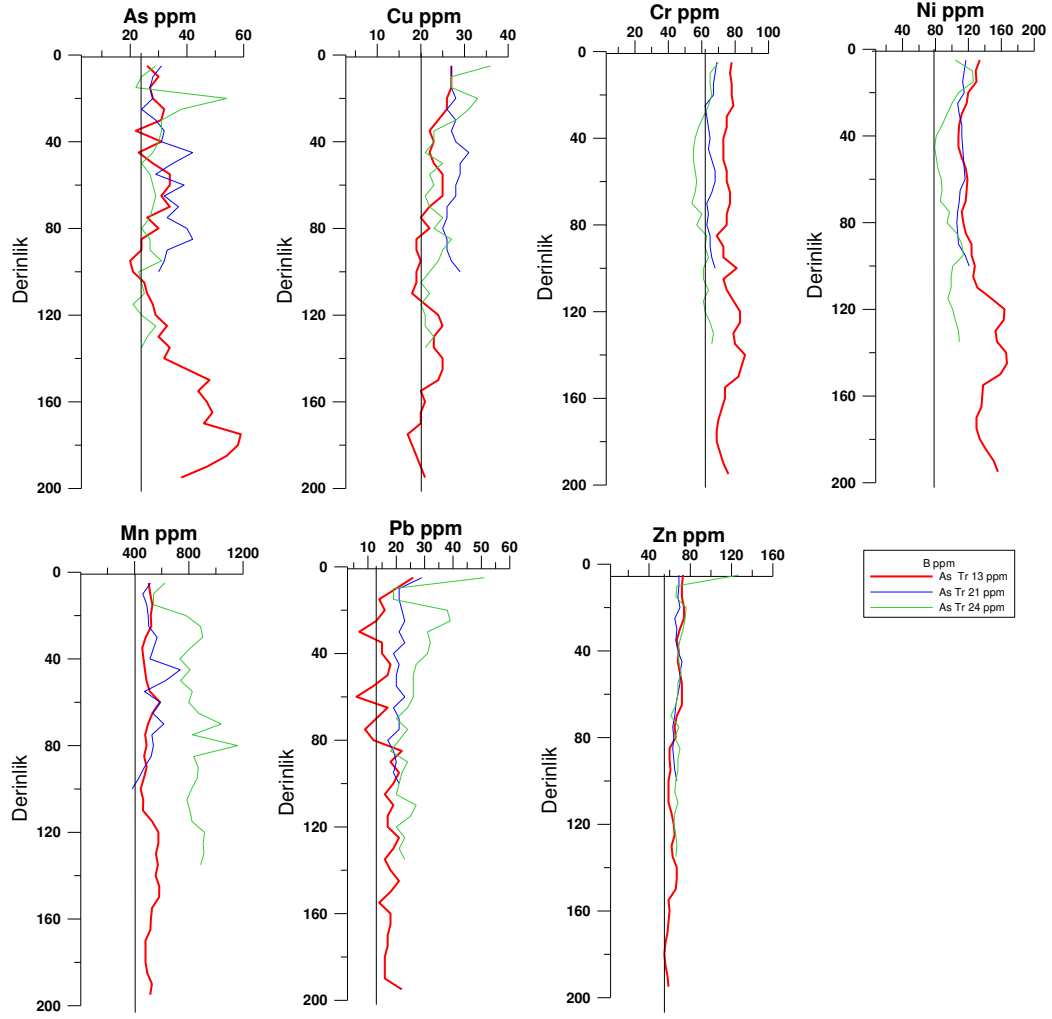
Genel olarak Gülbahçe Körfezi, Gediz Nehri boşalım alanı ve iç körfezde organik materyalce bir zenginleşme gözlenmektedir. Bu alanda ise yoğunluk sebepleri nehir girdisi, balık çiftliklerinin varlığı ve sanayi atıklarının yoğunluğundan kaynaklanmaktadır.

3.4 Element Analizi Sonuçlarının Değerlendirmesi

32 elementin yoğunlukları İzmir Körfezi yüzey sedimentlerinin toplam organik karbon bağlantılı olarak gelişen Al, As, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn gibi ağır metallerce belirli bir zenginleşme gösterdiği saptanmıştır. Gediz Nehri'nin güncel ağzının güney kesimlerinde görülen ve Cr, Cu, Pb ve Zn gibi ağır metallerle belirlenen zenginleşme ise Gediz Nehri'nin drenaj alanındaki büyük sanayileşmeyi yansıtmakta ve bu nehrin Orta Körfez' in önemli antropojenik kaynaklarından biri olduğunu belirtmektedir. Bu metallerdeki zenginleşmeler ve kirlilik değerleri hesaplanmış lokal ve dünya değerlerine göre karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırmalar sonucunda genel olarak dünya değerlerine göre yapılan sonuçlar çalışma alanının tamamen kirli olduğunu işaret etmiş olsa bile karotların en derin noktalarına göre belirlenen lokal değerlere göre yapılan sonuçların daha gerçeğe yakın olduğu ve bu alan için geçerli değerler olduğu öne sürülmüştür (Şekil 3.5). Diğer alanlarla karşılaştırma tablosu (Tablo 3.1) aşağıda yer almakta buna göre, metal değerlerinde günümüzde artış olduğu saptanmaktadır.

Tablo 3.1 Sedimentteki (mg kg⁻¹ cinsinden kuru ağırlık) değerlerinde ağır metal konsantrasyonları ve bu ölçümlerdeki TEL, PEL ve SQG değerlerinin diğer bölgelerle karşılaştırılması.

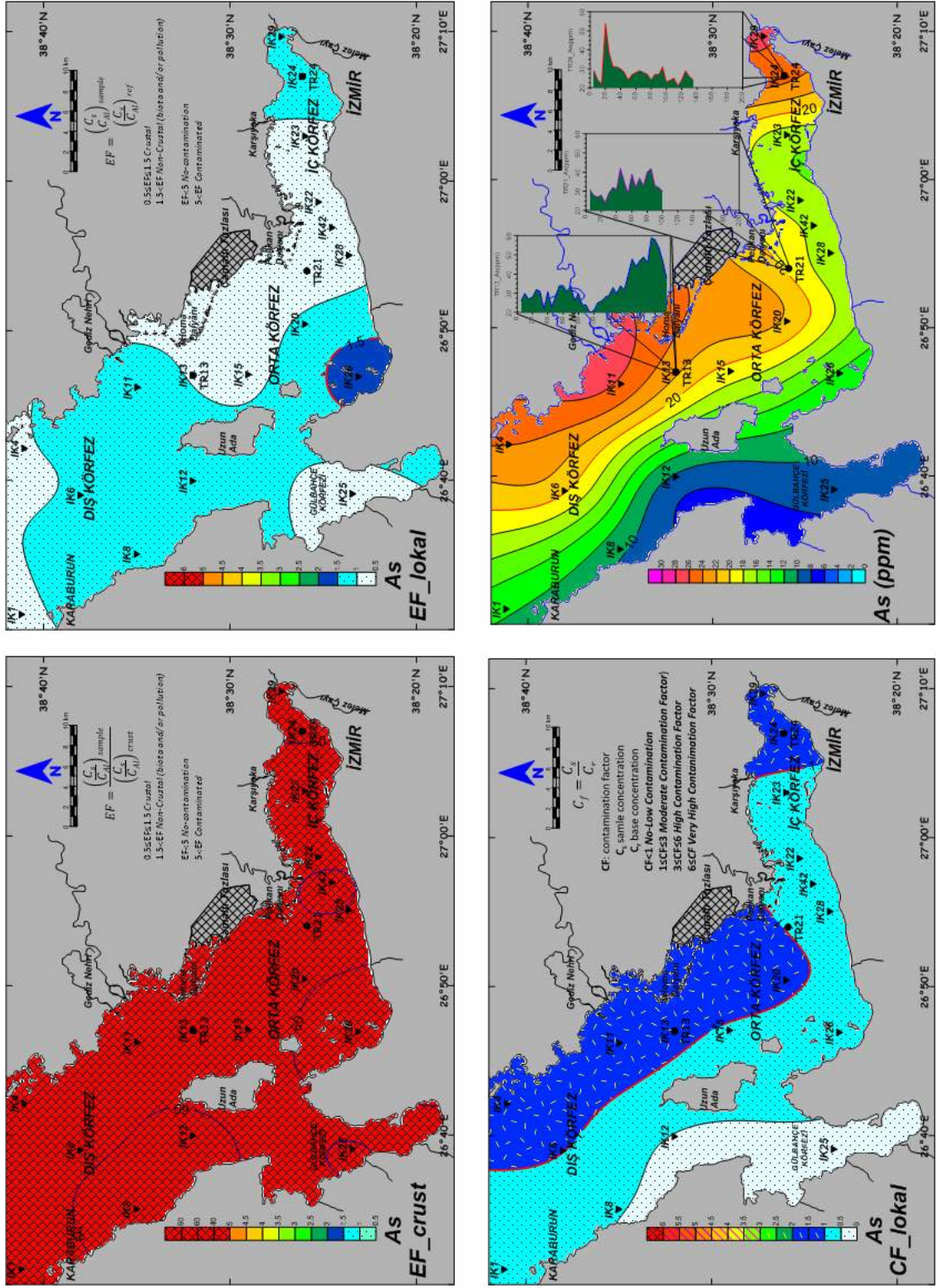
Alan	As	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Referans
Marmara Denizi		11 -- 654	3 -- 107			10-- 85	33 -- 410	Algan ve diğer., (2004)
Marmara Denizi	20 -- 27	58 -- 116	61 -- 139		38 -- 71	24 -- 178	510 -- 1190	Pekey (2006)
İtalya		28 -- 107	12 -- 51	222 -- 379	11 -- 50	19 -- 56	71 -- 433	Bernardello ve diğer., (2006)
Fransa		38 -- 428	11 -- 48		18 -- 565	18 -- 82	50 -- 151	Accornero ve diğer., (2008)
Ege Denizi		22 -- 163	3,2 -- 32			1,8 -- 51	8,9 -- 84	Akçalı ve Küçüksezgin (2011)
İzmir Körfezi		19 -- 316	2,2 -- 109	128 -- 942	11 -- 174	3,1 -- 119	14 -- 412	Küçüksezgin ve diğer., (2011)
KB Ege Denizi	19	222	34	1378	146	52	120	Karageorgis ve diğer.,(2005)
Doğu Ege Denizi	11 -- 35	16 -- 71	2,7 -- 35	173 -- 1423	7,6 -- 100	15 -- 138	55 -- 358	Pazı (2011)
TEL	7,24	52,3	18,7		15,9	30,2	124	MacDonald (1994)
PEL	41,6	160	108		42,8	112	271	MacDonald (1994)
SQG Temiz	< 3	< 25	< 25		< 20	< 40	< 90	Long ve diğer., (1995)
Orta derecede kirlilik	3 -- 8	25 -- 75	25 -- 50		20 -- 50	40 -- 60	90 -- 200	
Yüksek kirlilik değeri	> 8	> 75	> 50		> 50	> 60	> 200	
Kıbrıs	9,3 -- 36	17 -- 28	4 -- 52	300 -- 841	17 -- 48	2,9 -- 3,9	8 -- 58	Duman ve diğer.,(2011)
İzmir Körfezi	8 -- 27	23 -- 112	5 -- 66	211 -- 698	26 -- 112	8 -- 82	22 -- 196	Bu çalışma



Şekil 3.5 Değerlendirmesi yapılan ağır metallerin karotlardaki derinliğe bağlı dağılımları ve belirlenen lokal değer gösterimi.

3.4.1 Güncel Sedimentlerde Arsenik (As) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde As konsantrasyonları 8 ppm ile 27 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama As değeri 13 ppm olarak ifade edilmekte ve çalışma alanı güncel sedimentlerine ait As değerleri bu değerden fazla ve az olan bölgeler içermektedir. Referans değer ise 21 ppm olarak belirlenmiştir (Tablo 3.2). Derinliğe bağlı oluşturulan grafik incelendiğinde arsenik değerinin lokal değer üzerinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 3.6). Karot ortalama değerleri ise iç kısımlarda 20 - 54 ppm, orta kısımlarda 24 - 42 ppm ve dış kısımlarda ise 20 - 59 ppm arasında değişim göstermektedir.

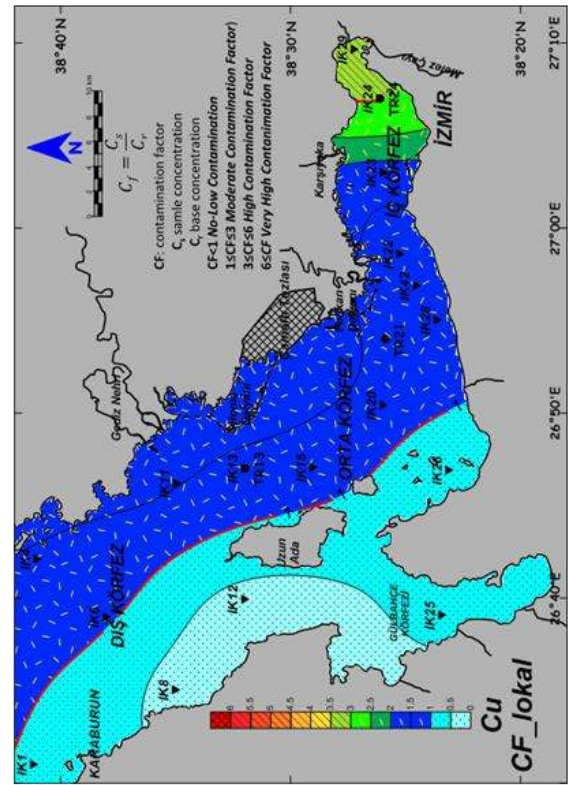
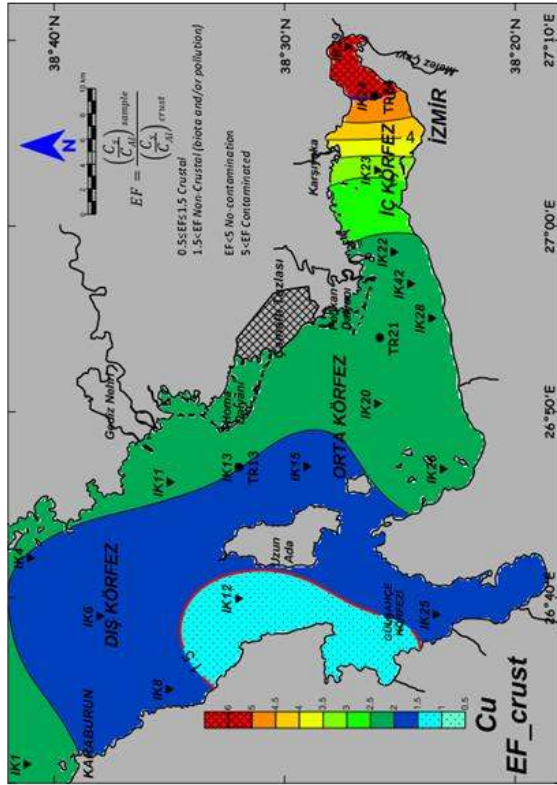
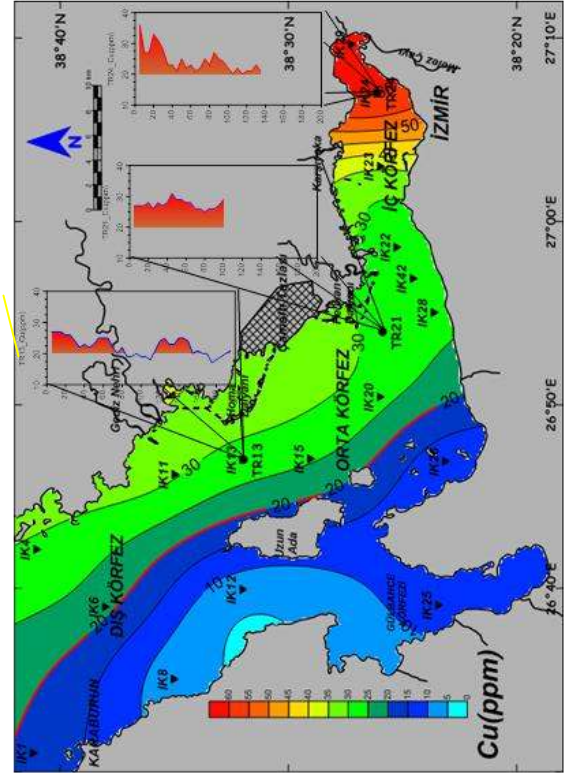
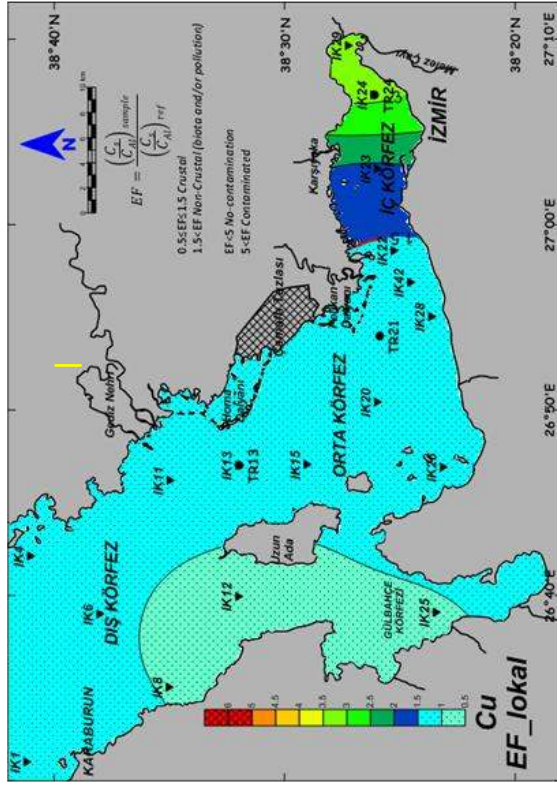


Şekil 3.6 As değerinin Zenginleşme faktörü (EF) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları.

3.4.2 Güncel Sedimentlerde Bakır (Cu) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bakır kimyasal özelliklerinden kaynaklı doğaya bulunuşu açısından “Atmofil” (hava sever) grupta yer almasının yanı sıra, havada bulunan bakır konsantrasyonu üretim yapan sanayi birimine uzaklığına bağlıdır. Çevresel açıdan iki grubun arasında değerlendirilir Bakır “Lithofil” (kaya sever) elementler gibi suda çözünerek geniş bir alana dağılabilir. Yapılan araştırmalara göre; endüstriyel kirletilmemiş bölgelerdeki deniz suyundaki bakır konsantrasyonu 0,15 µg / litre ve tatlı suda ise 1 - 20 µg / litre’ dir. Doğal suların pH değerine bağlı olarak çözünürlük sınırındaki azalma sonucu suların dibinde çökeler ve doğal yeraltı tatlı suların çökeltme ortamlarında yaklaşık 16 - 5000 mg / kg (kuru ağırlık) arasında ve deniz dibinde ortalama 2 - 740 mg / kg (kuru ağırlık) bakır bulunur. Kirletilmemiş toprakta bakır konsantrasyonu ortalama 30 mg / kg (sınır değeri 2 - 250 mg / kg) seviyelerindedir (Dünya Sağlık Örgütü Cenevre, 1998, Enviromental health criteria 200,18 Ağustos).

İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Cu konsantrasyonları 6 ppm ile 33 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)’ e göre; şeyllerde ortalama Cu değeri 45 ppm (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Cu değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise 20 ppm olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı oluşturulan düşey grafiklerde ölçülen bakır değerinin lokal değerin üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.7). Karotlardan elde edilen ortalama değerler ise iç kısımlarda 20 - 36 ppm, orta kısımlarda 31 - 25 ppm ve dış kısımlarda ise 17 - 27 ppm arasında değişmektedir. Dünya değerleri açısından incelendiğinde bakır açısından bir zenginleşme gözlenmezken, lokal değerlere göre incelendiğinde belirli bölgelerde zenginleşmelere rastlanmıştır. Zenginleşmiş lokasyonlar genelde iç körfezde ve eski Gediz nehir etki alanında gözlenmektedir.

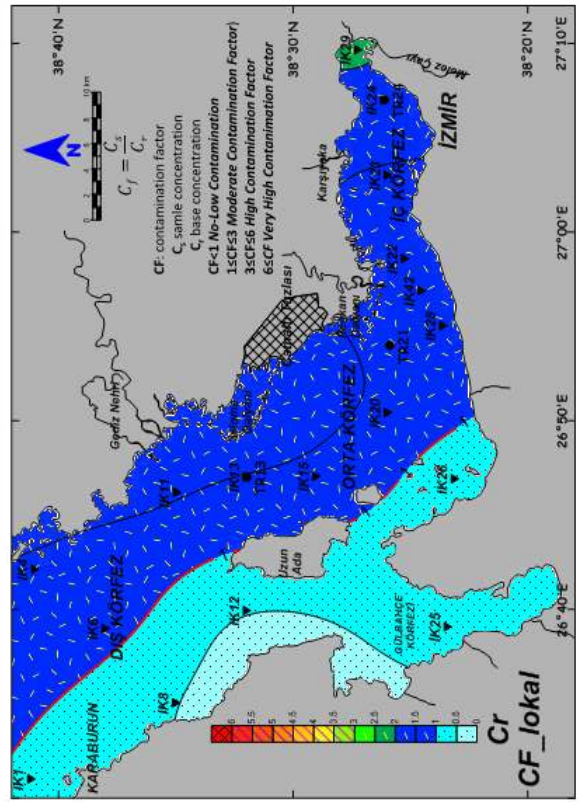
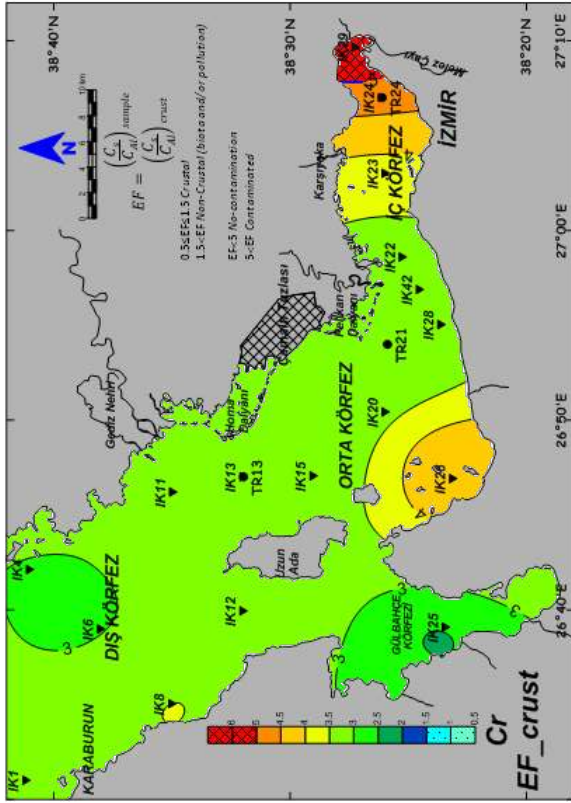
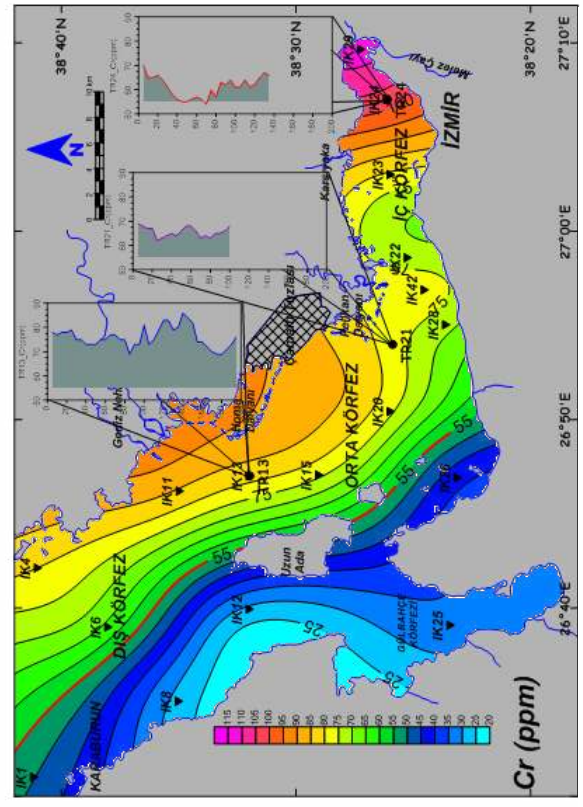
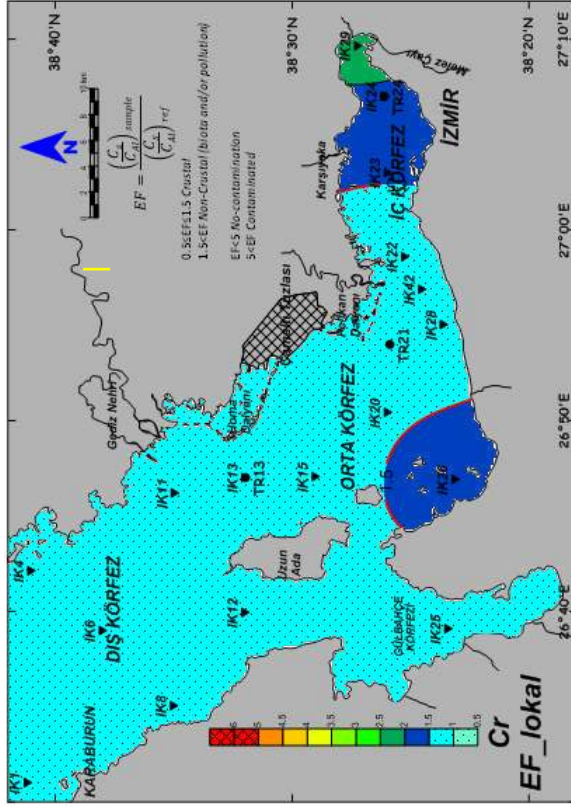


Şekil 3.7 Cu değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları.

3.4.3 Güncel Sedimentlerde Krom (Cr) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Krom doğada, yerkabuğundaki volkanik kayaların yaklaşık % 0,037' sini kapsamaktadır. Tabiatta serbest hâlde bulunmaz aktif bir metaldir. Kromun en önemli cevheri olan kromitin dünyadaki toplam miktarının % 90'ı Türkiye, Güney Afrika, Rodezya, Filipinler, Rusya ve Arnavutluk' ta bulunmaktadır. Geneli renkli ve zehirlidir.

İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Cr konsantrasyonları 23 ppm ile 112 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama Cr değeri 90 ppm olarak ifade edilmekte ve çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Cr değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise 61 ppm (Tablo 3.2) olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı yapılan grafiklerde bu krom değerlerinin lokal değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.8). Karotlardan elde edilen değerler ise iç kısımlarda 54 - 70 ppm, orta kısımlarda 69 - 62 ppm ve dış kısımlarda ise 69 - 86 ppm arasında değişmektedir. Dünya değerleri açısından incelendiğinde bakır açısından bir zenginleşme gözlenmezken, lokal değerlere göre incelendiğinde belirli bölgelerde zenginleşmelere rastlanmıştır.

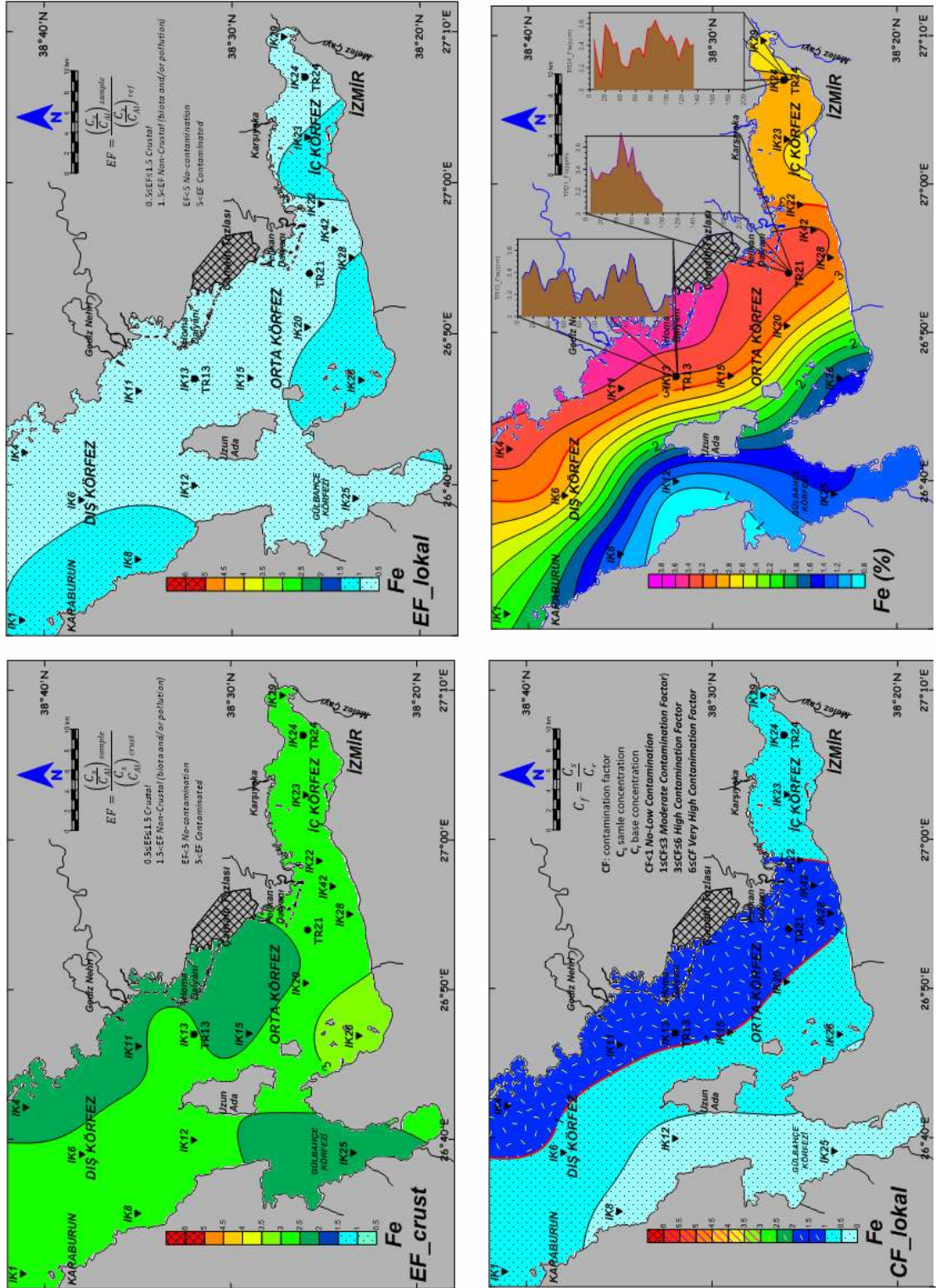


Şekil 3.8 Cr değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karotttaki değişim haritaları.

3.4.4 Güncel Sedimentlerde Demir (Fe) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Demir yerkabuğunda en yaygın bulunan elementlerden birisidir. Al' dan sonra gelen en yaygın elementtir. Demir sulu ortamlarda çökecek demir minerallerinin türü; su derinliğine, O₂, CO₂, H₂S içeriğine, organik faaliyetlere, akıntı ve dalga durumuna bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak 100 m derinliğe kadar olan sığ derinliklerde oksitli ve hidroksitli, 100 - 200 m arasındaki derinliklerde karbonatlı, 200 m' den daha derin yerlerde ise sülfürlü minerallerin hakim olarak oluştukları görülmektedir (Anonim, 2013).

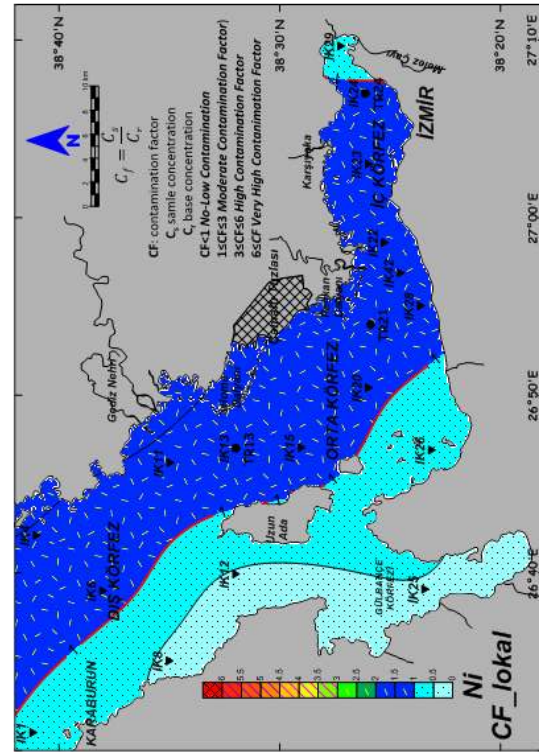
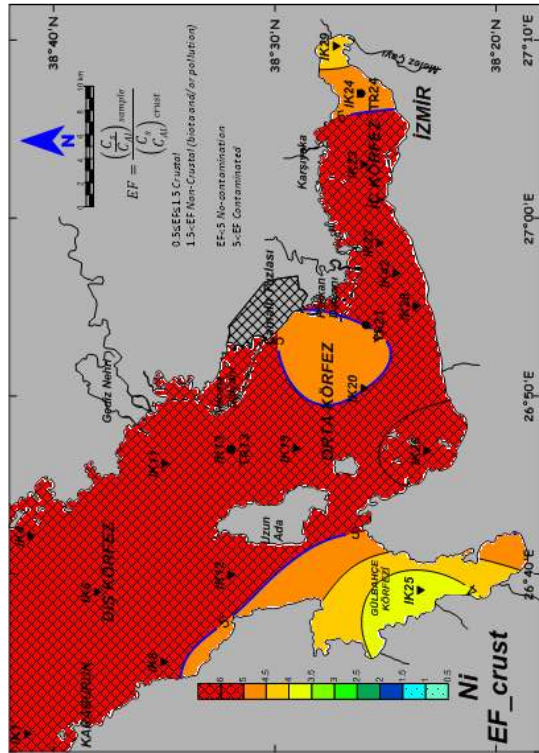
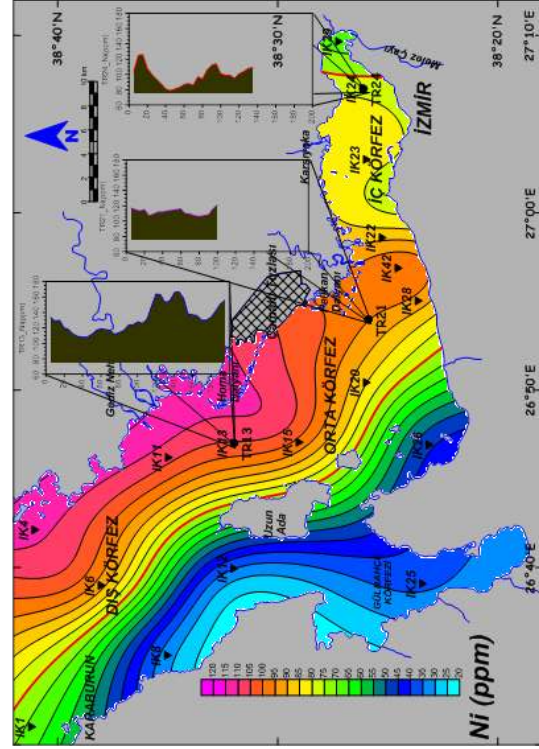
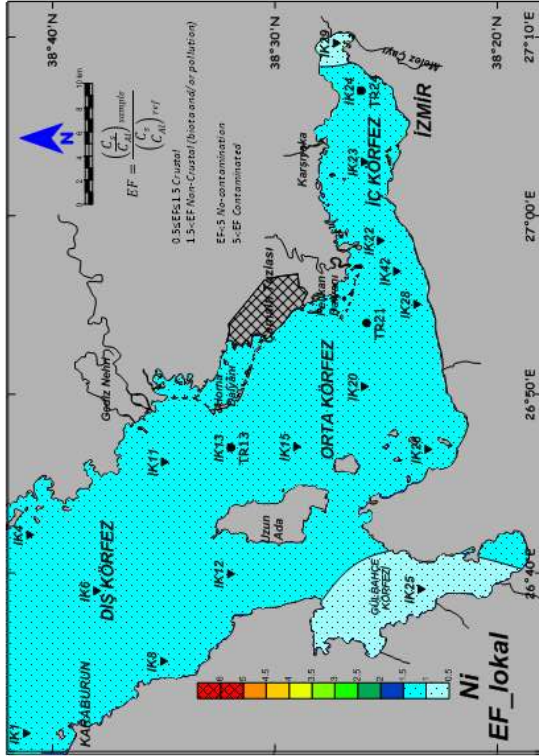
İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Fe konsantrasyonları % 0,8 - 3,4 arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama Fe değeri % 90 (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Fe değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise % 61 olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı olarak elde edilen grafikler incelendiğinde bu değerlerin belirlenen lokal değerlerin altında olduğu bir zenginleşme göstermediği belirlenmiştir (Şekil 3.9). Karotlardan elde edilen ortalama değerler ise iç kısımlarda % 54 - 70, orta kısımlarda % 69 - 62 ve dış kısımlarda ise % 69 - 86 arasında değişmektedir. Dünya değerleri açısından incelendiğinde bakır açısından bir zenginleşme gözlenmezken, lokal değerlere göre incelendiğinde iç körfez ve eski gediz nehri etki alanında zenginleşmelere rastlanmıştır.



Şekil 3.9 Fe değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karotttaki değişim haritaları.

3.4.5 Güncel Sedimentlerde Nikel (Ni) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

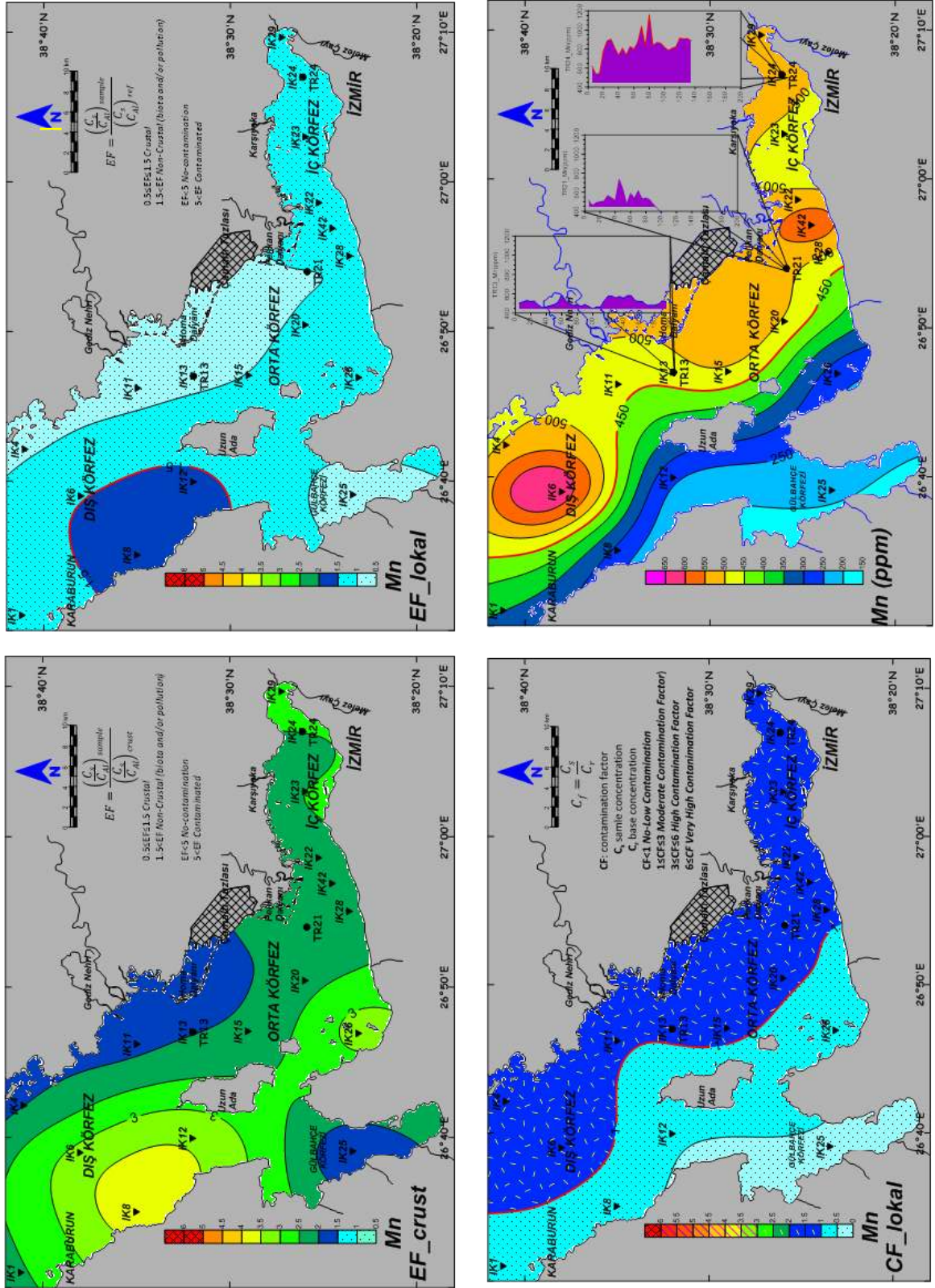
Yerkürede % 6 - 7 olarak bulunur. Nikel dünyada en bol bulunan beşinci element olduğu halde kıtasal kabukta iz element olarak bulunmakta; en çok okyanussal kabuğun bileşeninde bulunmaktadır. Nikel içeren kaynaklar bazı jeolojik süreçlerin sonucunda oluşmaktadırlar. Nikel bakımından zengin alanlar tektonik bakımdan aktif veya antropojenik kökenli olduğu sonucuna ulaşılabilir (Yolcu, 2013). İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Ni konsantrasyonları 26 ppm ile 117 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama Ni değeri 68 ppm (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve iç kesimlerde belirgin bir zenginleşme göstermesinin dışında çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Ni değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise 97 ppm olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı yapılan karotlardaki düşey grafiklerde bu değerlerin lokal değerlerden fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.10). Karotlardan elde edilen ortalama değerler ise iç kısımlarda 79 - 126 ppm, orta kısımlarda 121 - 106 ppm ve dış kısımlarda ise 108 - 167 ppm arasında değişmektedir.



Şekil 3.10 Ni değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları.

3.4.6 Güncel Sedimentlerde Mangan (Mn) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Mn konsantrasyonları 228 ppm ile 698 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama Mn değeri 850 ppm (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve iç kesimlerde belirgin bir zenginleşme göstermesinin dışında çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Mn değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise 455 ppm olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı yapılan düşey grafikler incelendiğinde karottaki değerlerin lokal değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.11). Karotlardan elde edilen değerler ise iç kısımlarda 538 -1160 ppm, orta kısımlarda 382 - 736 ppm ve dış kısımlarda ise 446 - 589 ppm arasında değişmektedir.

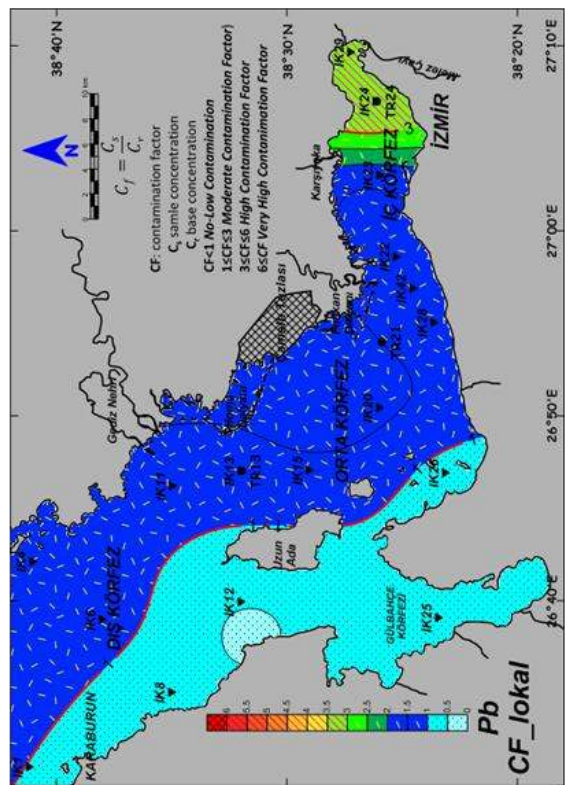
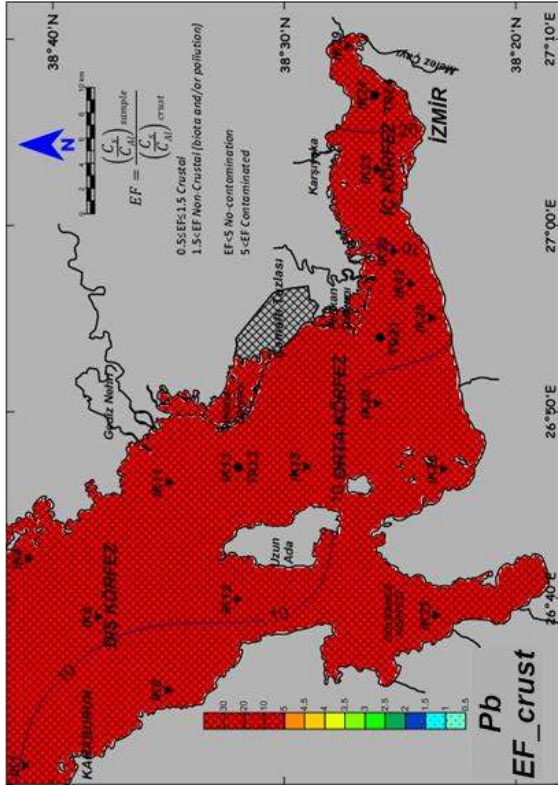
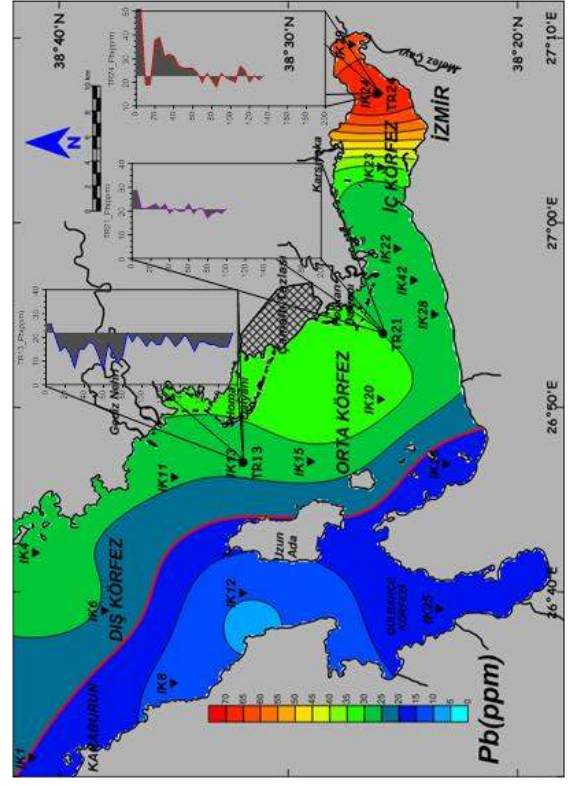
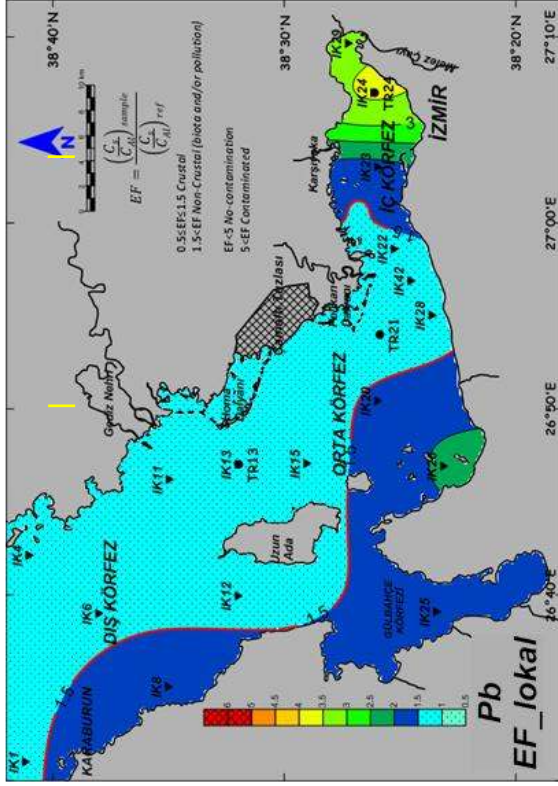


Şekil 3.11 Mn değerinin Zenginleşme faktörü (EF) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları.

3.4.7 Güncel Sedimentlerde Kurşun (Pb) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yer kabuğunda bulunma sıklığı 12,5 g / t' dur. Nabit (doğal) olarak bulunabilen metaller arasında yer alır. Kurşun, hava, su ve toprak yoluyla, solunumla ve besinlere karışarak biyolojik sistemlere giren son derece zehirleyici özelliklere sahip bir metaldir. Ses titreşimlerini emici özelliği çok güçlü olan bu element, ses yalıtımında kullanılır. X-ışını ekipmanlarında ve nükleer santrallerde radyasyon kalkını olarak işlev görür. Baz özelliği gösteren bir karbonat bileşiği olan beyaz kurşun ve benzeri diğer kurşun bileşikleri, boyaların yapısına katılır. Ancak, sağlık açısından olumsuz etkileri nedeniyle bu kullanımı azaltılmıştır.

İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Pb konsantrasyonları 8 ppm ile 82 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)'e göre; şeyllerde ortalama Pb değeri 20 ppm (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve iç kesimlerde belirgin bir zenginleşme göstermesinin dışında çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Pb değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise 13 ppm olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı düşey grafikler incelendiğinde bu değerlerin lokal değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.12). Karotlardan elde edilen ortalama değerler ise iç kısımlarda 18 - 51 ppm, orta kısımlarda 17 - 29 ppm ve dış kısımlarda ise 6 - 26 ppm arasında değişmektedir.

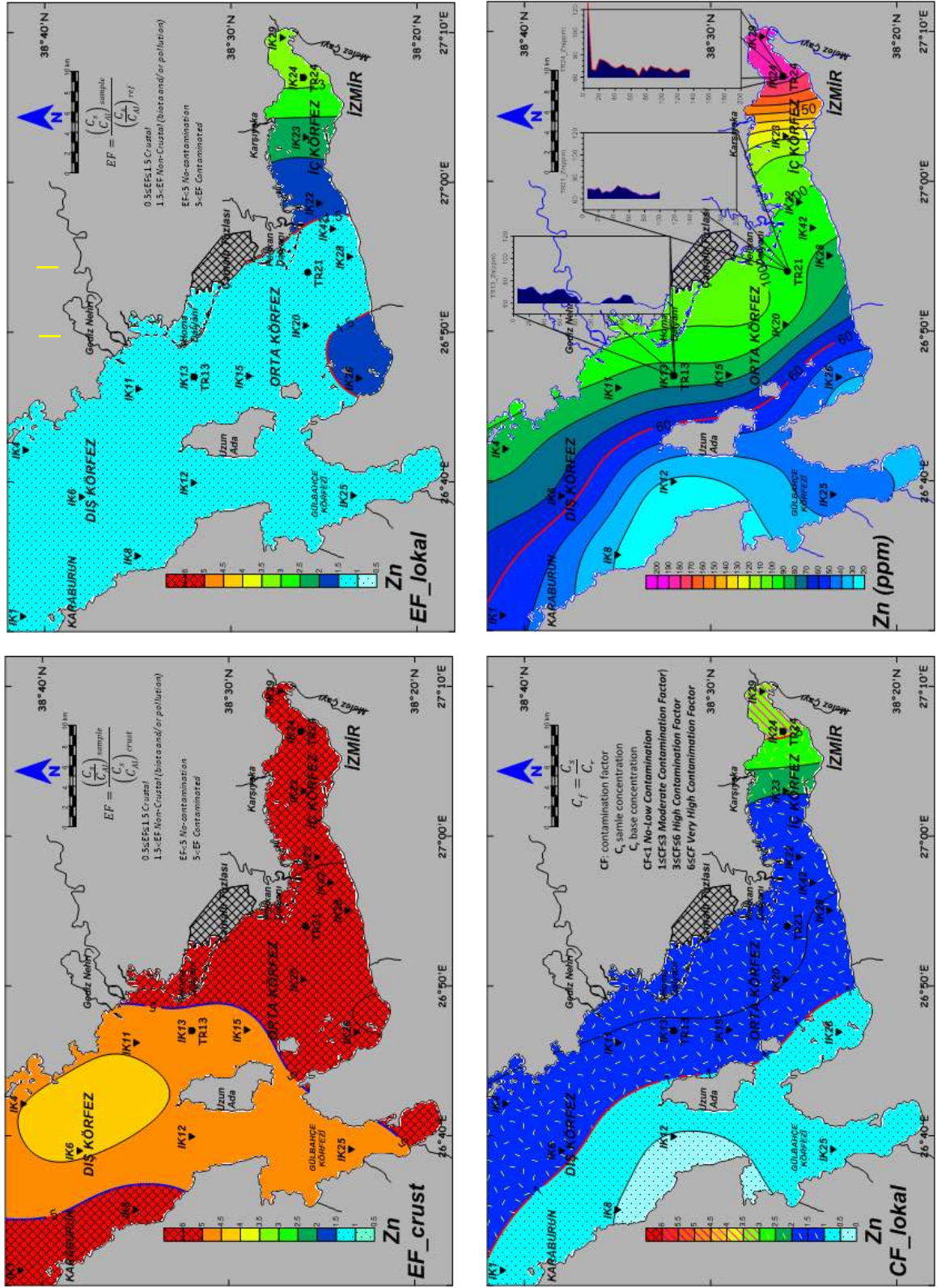


Şekil 3.12 Pb değerinin Zenginleşme faktörü (EF) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları.

3.4.8 Güncel Sedimentlerde Çinko (Zn) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Miktar olarak en çok üretilen 3. renkli metal olan çinkonun yeryüzündeki ortalama konsantrasyonu 70 ppm' dir. Toplam rezerv 180 x 106 ton olduğu düşünülmektedir (Habashi,1997; Küchler, Verlag, 1986). Diğer metallerle çok sayıda alaşımın yapısına katılır. Otomotiv, elektrik ve donanım endüstrilerinde kullanılan döküm kalıplarının yapımında, demir ve benzeri metallerin, korozyona karşı önlem amacıyla galvanizlenmesinde de kullanılır.

İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Zn konsantrasyonları 22 ppm ile 196 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama Zn değeri 95 ppm (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve iç kesimlerde belirgin bir zenginleşme göstermesinin dışında çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Zn değerleri bunun altında kalmaktadır. Lokal değer olarak ise 59 ppm olarak belirlenmiştir. Derinliğe bağlı değişim gösteren grafikler incelendiğinde Zn değerinin belirlenen lokal değer üzerinde olduğu saptanmıştır (Şekil 3.13). Karotlardan elde edilen değerler ise iç kısımlarda 61 - 127 ppm, orta kısımlarda 63 - 72 ppm ve dış kısımlarda ise 55 - 74 ppm arasında değişmektedir.

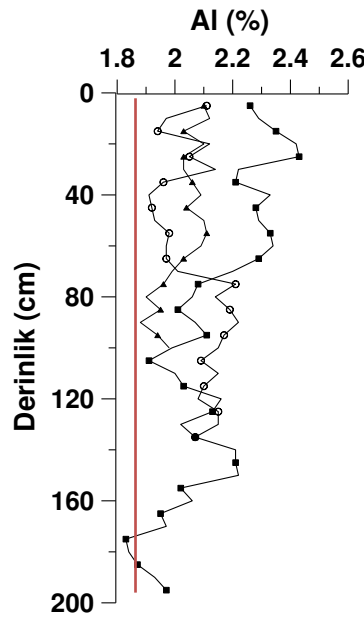


Şekil 3.13 Zn değerinin Zenginleşme faktörü (Ef) dünya ve lokal, kirlilik faktörü (Cf) lokal ve element değerlerinin yüzey haritalarında ve üç karottaki değişim haritaları.

3.4.9 Güncel Sedimentlerde Alevinyum (Al) Sonuqlarının Değerlendirilmesi

Yerkabuğunda bol miktarda 7,5 - 8,1 % bulunmasına rağmen serbest halde çok nadir bulunur ve bu nedenle bir zamanlar altından bile daha kıymetli görülmüştür (Anonim). Normal şartlarda içme suyunda bile bulunan bir elementtir. Zararı yüksek değildir ancak fazlasına maruz kalınırsa sinir sistemine etkisi yıkıcı olabilir.

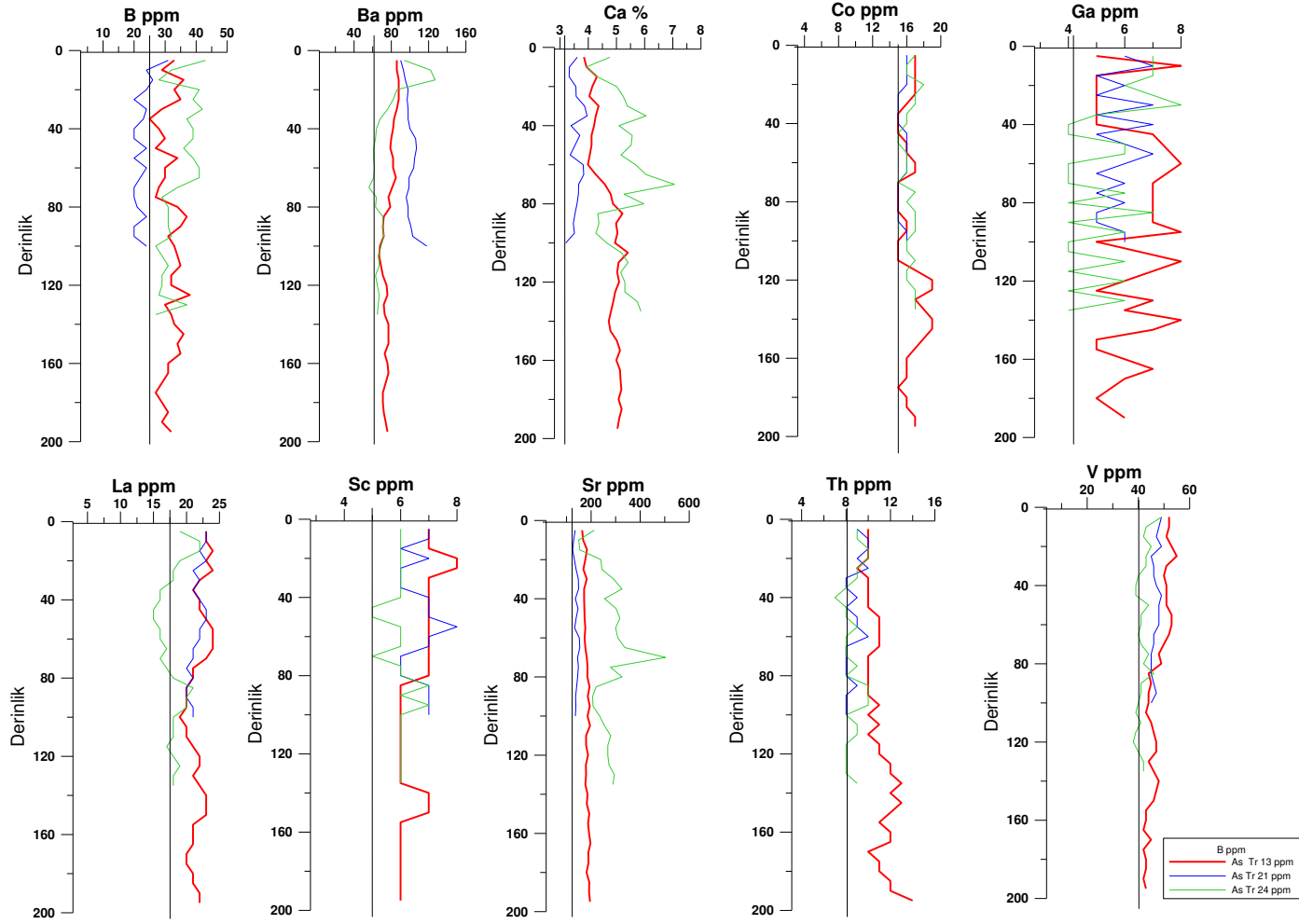
İzmir Körfezi güncel yüzey sedimentlerinde Al konsantrasyonları 2200 ppm ile 5600 ppm arasında değişmektedir. Turekian ve Wedepohl (1961)' e göre; şeyllerde ortalama Al değeri 80000 ppm (Tablo 3.2) olarak ifade edilmekte ve iç kesimlerde belirgin bir zenginleşme göstermesinin dışında çalışma alanı güncel sedimentlerine ait Al değerleri bunun altında kalmaktadır. Karotlarda yapılan derinliğe bağlı grafiklerdeki incelemede belirlenen lokal değerin üstünde yer aldığı sonucuna varılmıştır (şekil 3.14). Lokal değer olarak ise 18500 ppm olarak belirlenmiştir. Karotlardan elde edilen ortalama değerler ise iç kısımlarda 19100 -22200 ppm, orta kısımlarda 18800 - 22100 ppm ve dış kısımlarda ise 18300 -24300 ppm arasında değişmektedir. Normalizasyonlar ve Ef, Cf gibi değerlerin alt yapıları Al göre alındığından yüzey dağılım haritası elde edilememiş ancak derinliğer göre üç karottaki değişimi aşağıda verilmektedir.



şekil 3.14 Derinliğe bağlı olarak değişen Al değerlerinin  karottaki gösterimi.

3.4.10 Diğer Element Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Belirgin bir zenginleşme gösteren elementler dışında kalan elementlerden B, Ba, Ca, Cd, Ga, K, La, Na, S, Sc, Sr, Th, Ti ve V lokal ve dünya geneli açısından karşılaştırılmış ve bu değerlerin lokal değerler üzerinde olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 3.15).



Şekil 3.15 Diğer elementlerin karotlardaki dağılımı. Kırmızı dış körfezi Tr13, Mavi orta körfezi Tr 21 ve Yeşil iç körfezi Tr24 temsil etmektedir

3.4.11 Jeoakümülayon İndeksi (I_{geo}) Sonuçlarının Değerlendirmesi

Jeoakümülayon değerlerinin belirli birikim sağlayan elementlerce derinliğe göre değişimlerini veren şekiller aşığıda yer almaktadır.Burada da gözlemlendiği gibi jeoakümülayon değerleri çok fazla olmamakla birlikte yan yana  karottaki değerlerin kendi içlerinde kıyaslaması yapılmıştır. I_{geo} değerlendirilmesi kirlilik faktörünün belirlenmesinin başıka bir yöntemi olup kıyaslama yapılması amacıyla uygulanmış ve kirlilik faktörüyle paralel bir bağı olduğu sonucuna varılmıştır. Genel anlamda kirlilik başlangıcı ve orta kirlilik seviyesi veren metaller: As, B, Ba, Ca, Cr, Co, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, S, Sr, Sc, Ti, Th, V ve Zn' dir.

Tablo 3.2 Metal içeriklerine ait tespit edilen lokal ve aynı elementlerin dünya genelinde kabul edilen referans değerleri ile hesaplanmış I_{geo} , Ef, Cf verileri zet tablosu. Bu değerler Al ve Fe için % diğerleri için ppm' dir.

Metal	Lokal-Dünya	I_{geo} yüzey	Ef	Cf
		örneklerinde	lokal-dünya	lokal-dünya
		min-max		
Al %	20 - 30	0,0 - 4,00	1,0 - 1,0	12 - 0,3
As	21 - 13	0,5 - 3,6	1,6 - 12	1,3 - 2,1
Cr	61 - 90	0,8 - 4,3	1,9 - 6,0	1,8 - 1,2
Cu	20 - 45	0,5 - 4,4	3,4 - 6,4	1,4 - 1,5
Fe %	30000 - 47200	0,4 - 4,0	0,1 - 0,3	0,2 - 0,1
Mn	455 - 850	0,6 - 3,3	1,9 - 4,3	1,4 - 0,8
Ni	97 - 68	0,3 - 4,0	0,2 - 7,6	1,2 - 1,6
Pb	13 - 20	1,8 - 5,1	2,0 - 18	6,4 - 4,1
Zn	59 - 95	1,3 - 4,5	3,6 - 9,5	3,4 - 2,0

I_{geo} değerlerinde yüksek olarak saptanan sonuçlar çok yüksek birikimi ifade etmektedir.Genel olarak bu değerler orta körfezde Gediz Nehrine yakındır. İ körfezde de aynı birikim gözlenmekte düşük değerler ise dış körfezde gözlenmektedir.Cf değerlerinde 1 - 3 orta derecede birikimi daha üstündeki değerler ise yüksek derecede kirlenmeyi ifade etmektedir. Ef değerlerinde koyu olarak verilen değerler yüksek derecede zenginleşmeyi ifade etmektedir. Sonuç

olarak Cu, Pb ve Zn elementlerinde diğerlerine göre göreceli bir zenginleşme olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra B, Ba ve K orta körfezde negatif değerler sunmaktadır.

3.4.12 TEL - PEL Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Ağır metal düzeyleri USEPA sayısal SQG uygun olarak İzmir Körfezi yüzey çökelleri açısından değerlendirildi. SQGs MacDonald ve ark., (2000) (örneğin, eser elementler, klorlu organik ve polinükleer aromatik hidrokarbonlar bakımından araştırılmasına dayanan) pek çok potansiyel toksik madde için değerlendirme seçenekleri geliştirilmiştir. TEL ve PEL değerleri her SQG kirleticisi için kurulmuştur. Ni, Cu, Zn, Cr ve Pb İç Körfez yüzey çökellerinde SQG hesaplamalarındaki sayısal sonuçlar TEL değerlerinin üzerinde yer almaktadır. Buna rağmen, körfezin ortasında ve dış bölgelerinde Zn düzeyleri TEL değerlerinin daha altında olduğu sonucuna varıldı. Cu ve Pb çalışma alanının dış kısmında TEL değerlerinin üzerinde iken Cu ve Pb TEL değerlerinin altında değerler vermektedir. İzmir Körfezi tüm örnekleme istasyonlarında yüzey PEL değeri (26 - 112 mg kg⁻¹) ve karot sedimanlarındaki PEL değeri (109 - 156 mg kg⁻¹) şeklindedir ve bu değerleri tüm alanda aşan tek metal Ni olduğu sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak, Cr, Cu, Pb, Zn PEL konsantrasyonları değeri düşük sonuçlar verirken Ni değerinin atmosfer kaynaklı olduğu ileri sürüldü (Tablo 3.2). Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn gibi metal sonuçları ABD EPA sonuçları bakımından SQG göre toksik kirleticisi olarak değerlendirildi. Yüzeysel sediment kirliliği SQG göre değerlendirildi. Buna göre İzmir İç Körfezi'nde sediment çökelleri sonuçlarına göre As, Cu, Cr, Ni ve Pb açısından kirli olduğu tespit edilmiştir. Ancak Zn değeri orta derecede bir kirlilik değeri sunmuştur. As, Cr ve Ni kirlilik seviyeleri, SQG (en yüksek değerlere göre değerlendirildiğinde) göre orta - dış körfezde çok kirli olarak tanımlanmasına rağmen Pb değeri bu istasyonlar için kirlilik seviyesinin altında çıkmıştır. As, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn konsantrasyonlarına göre çalışma alanının her bir bölümü için ΣTu değerleri (1.17 - 5.26 arasında değişen değerlerde) Tablo 4.2' de gösterildi. Bu çalışma, İzmir İç Körfezi'ndeki çökelleri SQG açısından değerlendirildiğinde As, Cr, Cu, Ni ve Pb genellikle kirli olduğunu göstermiştir ve Zn değerleri ise orta derecede bir kirlilik değeri vermiştir. Ni değerinin tüm istasyonlarda PEL değerinin üzerinde olması bu sonuçları

desteklemektedir. Öte yandan, As, Cr, Cu, Ni, Zn ve Pb değerleri iç körfez yüzey sedimentlerinde TEL değerlerin üzerinde sonuç vermiştir. Bu sonuçlar ışığında sadece iç körfezde bir kirlenmenin kayda değer olduğu sonucu ileri sürülebilmektedir (Tablo 3.3).

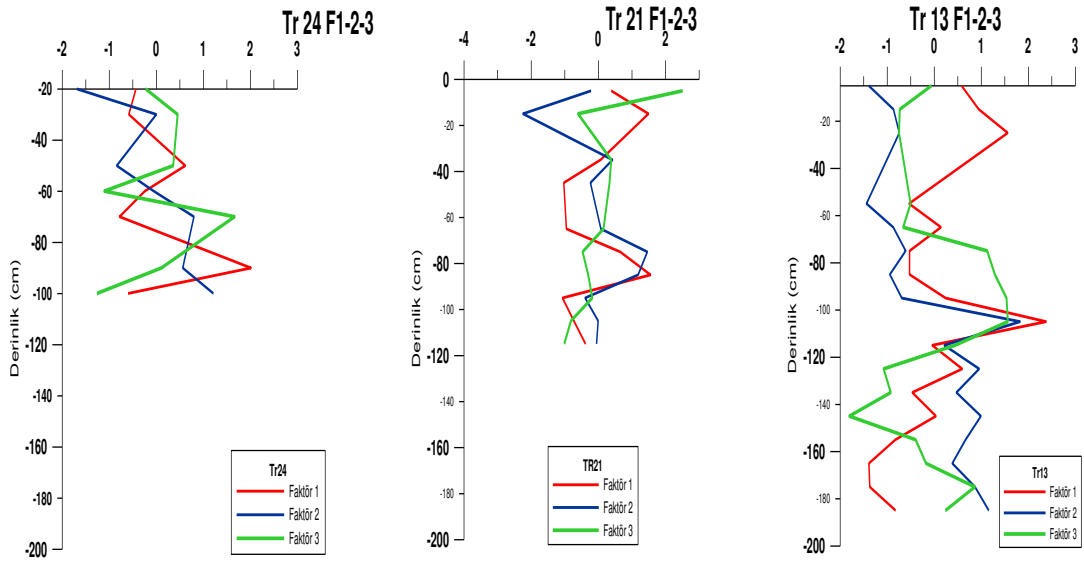
Tablo 3.3 İzmir Körfezi ağır metal konsantrasyonlarının (mg kg^{-1} kuru ağırlığı) ve organik karbon konsantrasyonlarının (mg C g^{-1} kuru ağırlık) gösterildiği tablo. ΣTu : Turekian ve Wedepohl (1961), Bg: Kartotların en derin noktalarına göre alınmış referans değerler, (SQG) mg C^{-1}

Metal	Dış Körfez	Orta Körfez	İç Körfez	Kabuk Değeri	Ref	TEL	PEL	SQG - Temiz	SQG - Orta	SQG - Kirdi
Al	15458 $\pm$ 1954	18767 $\pm$ 1445	17133 $\pm$ 484	80000	18500	-	-	-	-	-
	5500 - 22400	16200 - 21200	16600 - 18100							
As	18,3 $\pm$ 2,21	16,7 $\pm$ 0,67	22,7 $\pm$ 3,33	13	21	7	41,6	< 3	3,0 - 8,0	> 8
	8,0 - 31	16-18	16 - 26							
Co	12,5 $\pm$ 1,54	16 $\pm$ 1,53	14 $\pm$ 0,58	19	15	-	-	-	-	-
	4,0 - 18	13 - 18	13 - 15							
Cr	59,3 $\pm$ 6,90	71,3 $\pm$ 4,48	98 $\pm$ 10,8	90	61	52,3	160	< 25	25 - 75	> 75
	23 - 87	65 - 80	77 - 112							
Cu	20,3 $\pm$ 2,79	27,7 $\pm$ 1,20	53 $\pm$ 10,2	45	20	18,01	108	< 25	25 - 50	> 50
	5,0 - 32	26 - 30	33 - 66							
Fe	24317 $\pm$ 2841	3100 $\pm$ 1411	27700 $\pm$ 1069	47200	30000	-	-	-	-	-
	8700 - 34200	28200 - 32700	25800 - 29500							
Mn	411 $\pm$ 43,9	513 $\pm$ 45,7	513 $\pm$ 11,9	850	455	-	-	-	-	-
	211 - 698	467 - 604	491 - 532							
Ni	77,4 $\pm$ 10,3	90,7 $\pm$ 7,80	76,7 $\pm$ 5,33	68	97	15.Oca	42,8	< 20	20 - 50	> 50
	26 - 117	77 - 104	66 - 82							
Pb	22,7 $\pm$ 2,27	27,3 $\pm$ 0,88	56,7 $\pm$ 15,3	20	13	30,2	112	< 40	40 - 60	> 60
	8,0 - 35	26 - 29	29 - 82							
Zn	63,3 $\pm$ 7,55	91,7 $\pm$ 2,85	167 $\pm$ 25,4	95	59	124	271	< 90	90 - 200	> 200
	22 - 97	86 - 95	116 - 196							
Org C	15,6 $\pm$ 2,06	16,3 $\pm$ 5,33	19,4 $\pm$ 0,94	-	-	-	-	-	-	-
	1,2 - 29,2	7,6 - 26	17,5 - 20,5							
$\Sigma\text{ Tu}$	3,24 $\pm$ 0,4	3,80 $\pm$ 0,24	4,56 $\pm$ 0,43	-	-	-	-	-	-	-
	1,17 - 467	3,41 - 4,25	3,77 - 5,26							

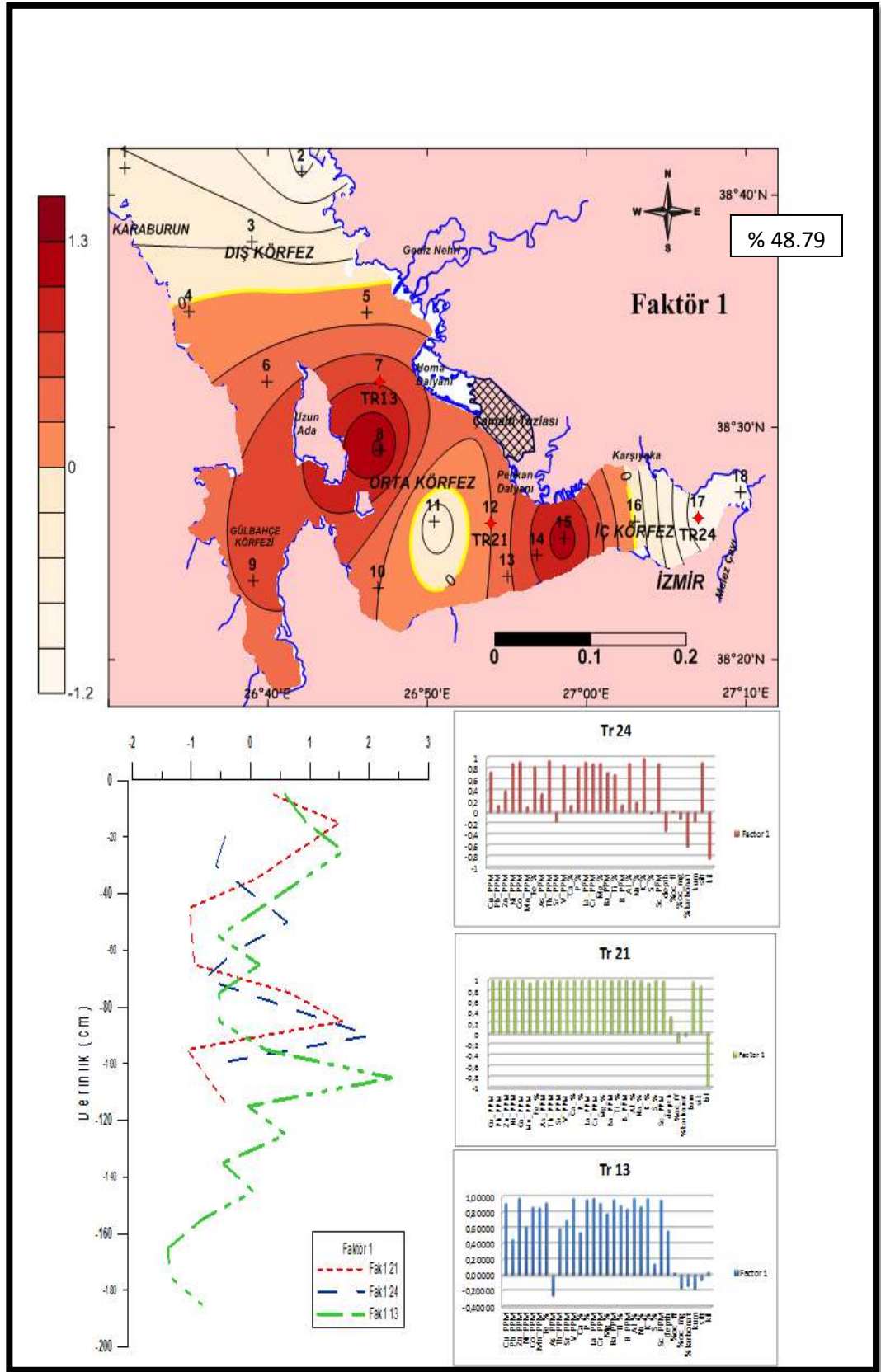
3.5 Faktör Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Faktör analiz sonuçlarına göre yüzey haritaları elde edilmiş ve bölgede hakim olan yüksek varyanslı metaller açısından değerlendirmelerde bulunulmuştur. Elde edilen faktör sonuçlarından sadece ilk üç faktör için değerlendirmeler yapılmıştır.

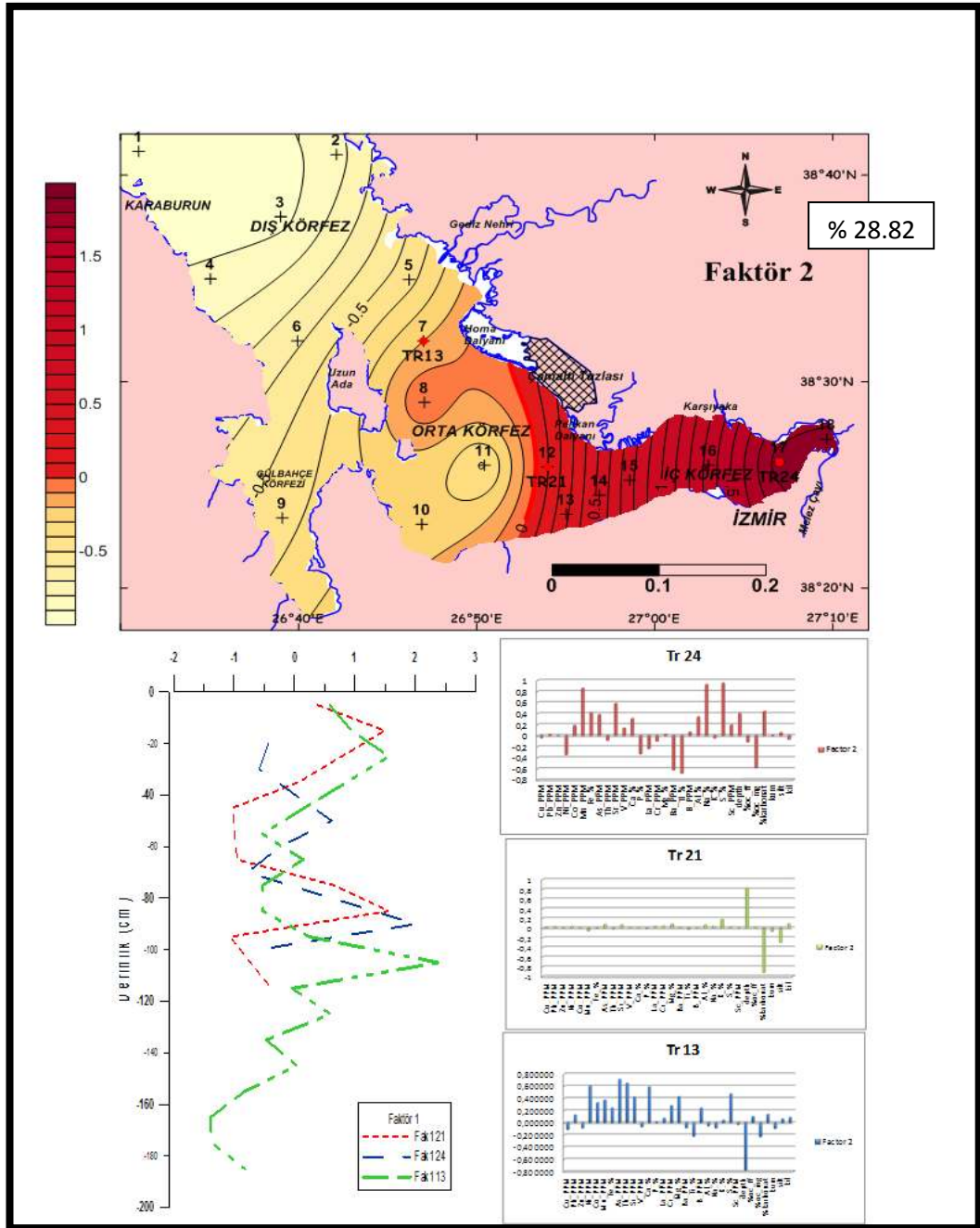
İç ve orta körfez için derinliğe bağlı grafik incelendiğinde bu üç faktör değerinin negatif ve pozitif korelasyon gösterdiği gözlenirken dış körfez için uzun bir zaman dilimi faktör 1 pozitif faktör 2 - 3 negatif korelasyon göstermektedir (Şekil 3.16).



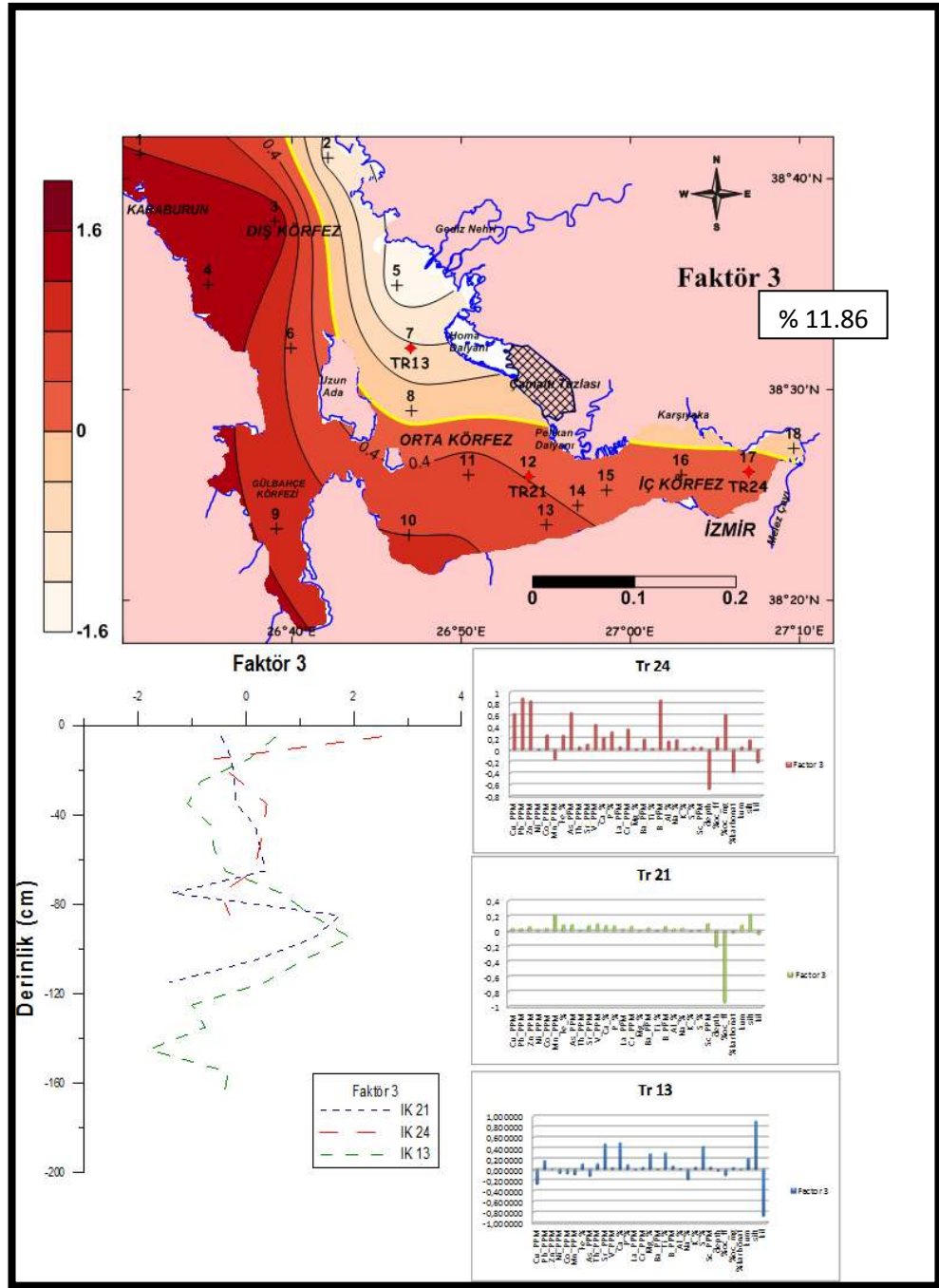
Şekil 3.16 Faktör analizinin karot derinliğine bağlı değişim grafikleri.



Şekil 3.17 Faktör 1 analizinin yüzey dağılım haritası ve karottaki derinliğe bağlı değişimi.



Şekil 3.18 Faktör 2 analizinin yüzey dağılım haritası, karottaki derinliğe bağlı değişimi ve üç karottaki element değerleri tablosunun gösterimi.



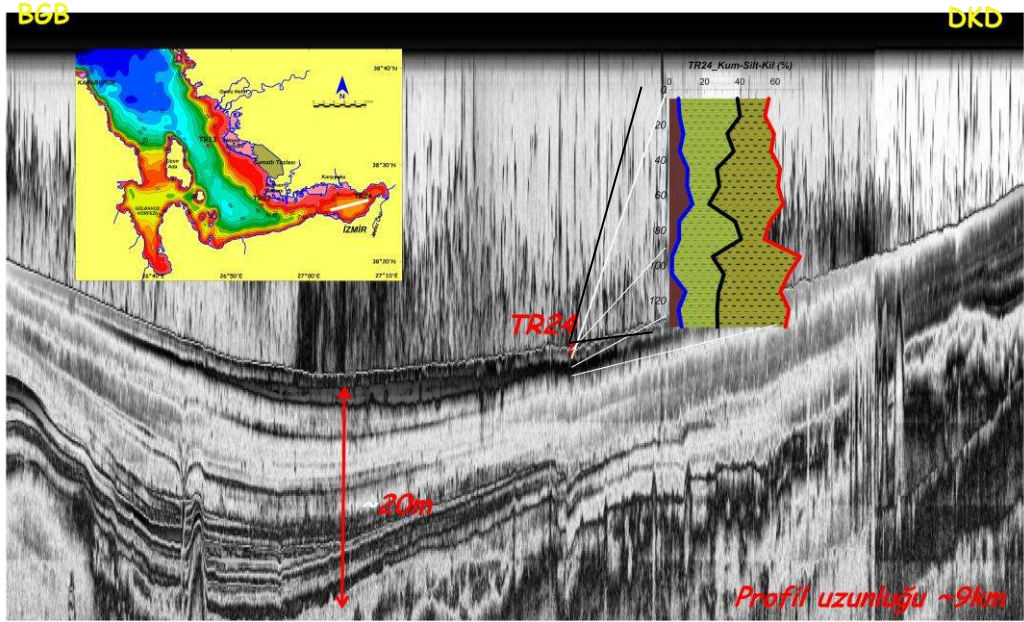
Şekil 3.19 Faktör 3 analizinin yüzey dağılım haritası ve karottaki derinliğe bağılı değişimi.

Faktör 1 tüm metaller açısından zenginliği ve ortak olarak en fazla özdeğer değeri olan faktör olmaktadır. Ayrıca Litojenik girdiği temsil etmektedir. Karotlarda sırasıyla iç körfezde faktör skorlarına göre elde edilen sonuçlar; Litojenik, organik ve karbonat kökenli olduğu; orta körfez içinse bunun litojenik kökenli olduğu sonucuna varılmıştır (Şekil 3.17 - Şekil 3.18 - Şekil 3.19).

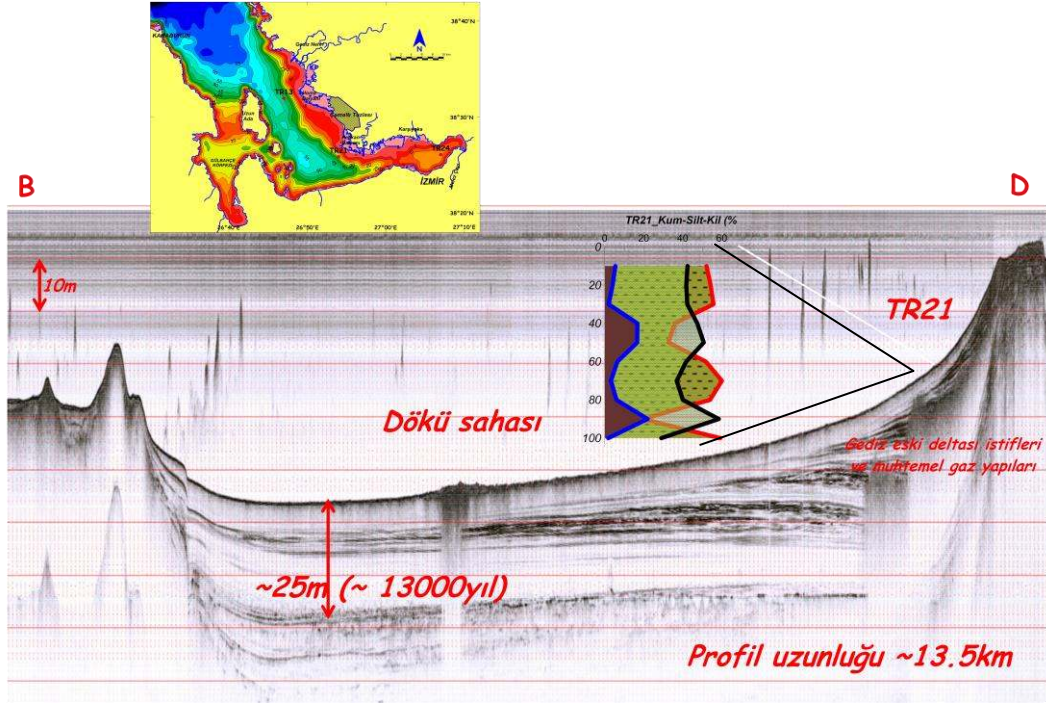
3.6 Sismik Verinin Değerlendirmesi

Sismik hatlar chirp ve sparker verileri olarak alınmış ve karotlara denk gelen yüzeylerden geçen hatlar buradaki sunum için tercih edilmiştir.

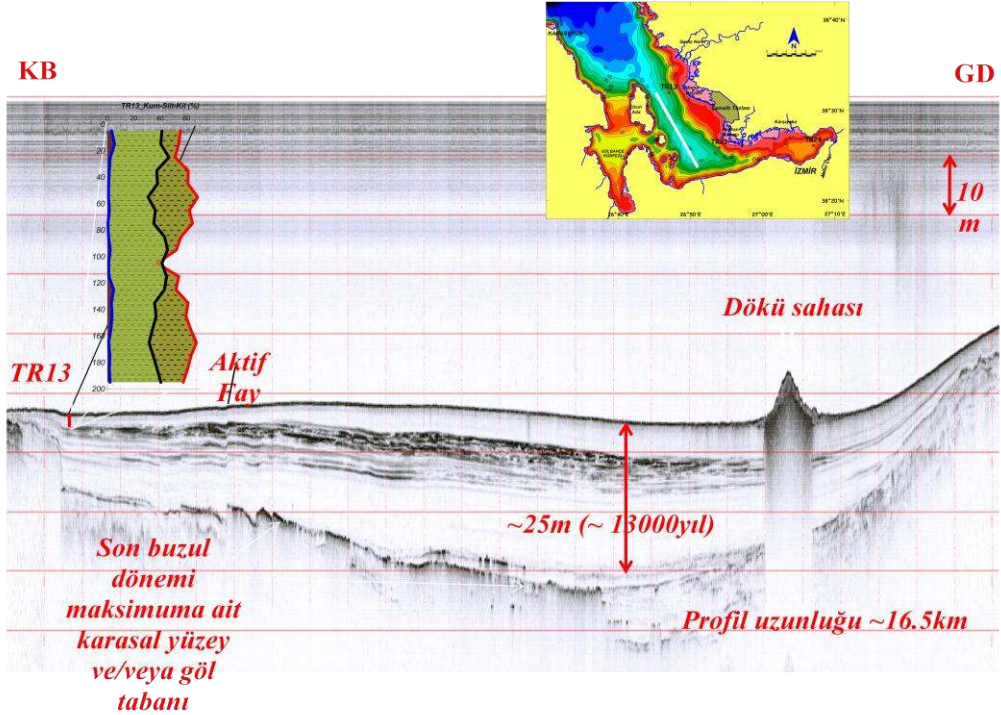
Sismik kesitlerde iç ve orta körfezde yer alan depolanma merkezleri belirgin bir şekilde ayırt edilmektedir. Ayrıca; kesitlerde daha öncede yapılan kazı çalışmalarının yanlış dökü alanlarının izlerine rastlanmış ve olası ikincil deniz tabanı yüzeyi bundan yaklaşık 1300 yıl öncesine denk geldiği ileri sürülerek son buzul dönemine ait bir yüzey olduğu varsayılmıştır (Şekil 3.20).



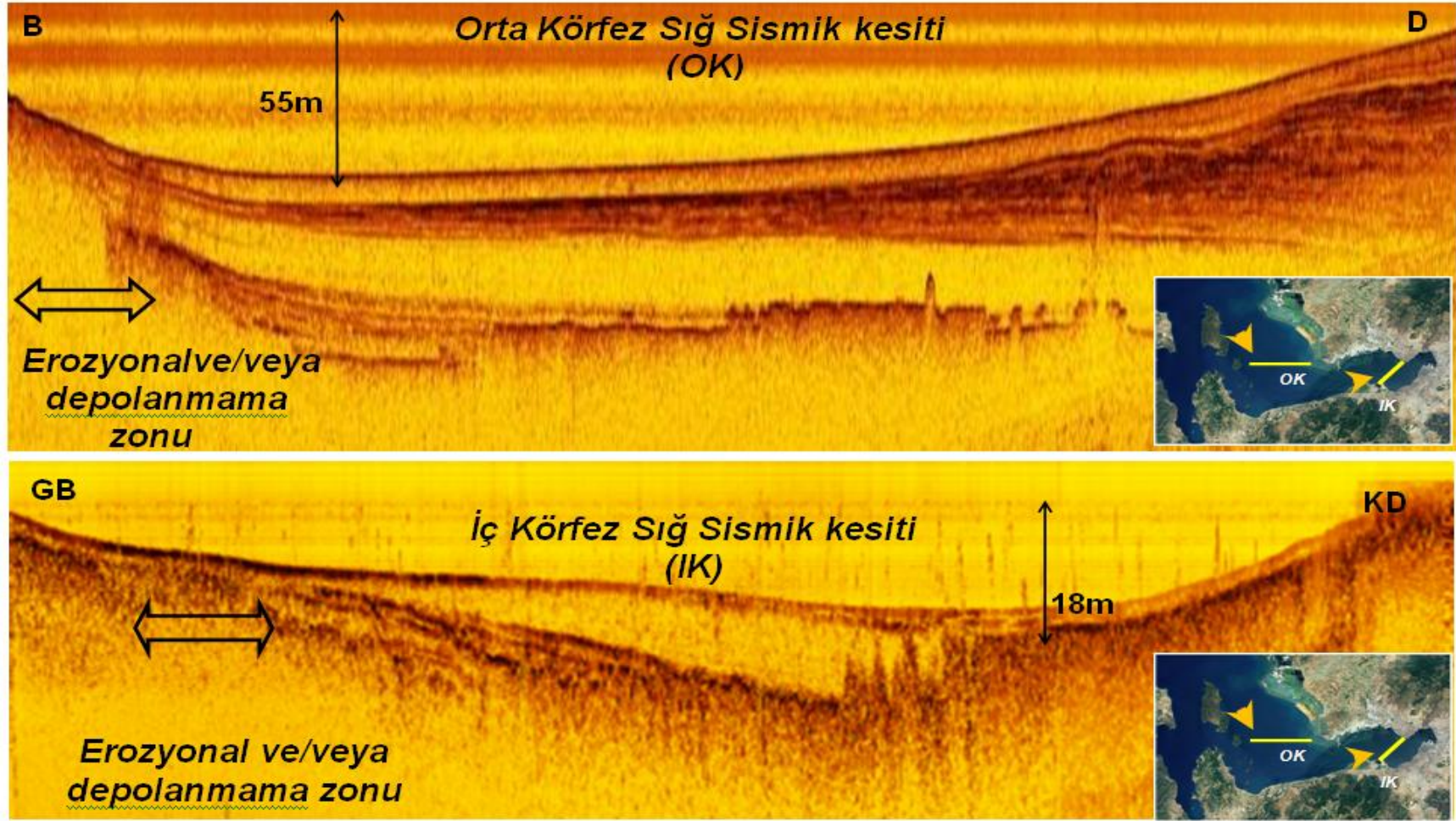
Şekil 3.20 İç körfezden alınan karota denk gelen 10 kHz Stratabox sismik kesitinin görüntüsü.



Orta körfezde aktif faya benzer bir yapı tespit edilmiş ve bu alan yakınlarında dökü sahaları gözlenmiştir. Ayrıca bu bölgedeki sedimanter ortam ağırlıklı olarak Gediz nehri etkisinde şekillendiği görülmektedir (Şekil 3.21).



Dış körfez karot noktasına gelen kesit incelendiğinde bu karakteristik olarak deniz seviyesi değişimiyle ilişkili sedimanter yapıların hakim olduğu görülmüştür. Bu yapıların değerlendirilmesi daha ayrıntılı bir sismik stratigrafi konusu olduğu için burada sadece güncel sedimentlerin hangi ortamdan (erozyonel, depolanma) alındığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Kesit sağ tarafında dökü alanı ve ilgili görüntü (Şekil 3.22).



Şekil 3.23 Orta ve dış körfez stratabox veriler.

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

DBTE R / V K. Piri Reis çalışmalarıyla önceki yıllarda kayıtlanmış olan kısıtlı sayıdaki sismik veriler incelendiğinde, İzmir Körfezi deniz tabanının en azından son 13000 yıllık süreç boyunca farklı sedimentolojik koşullar etkisinde şekillendiği söylenebilir. İç ve Orta Körfezlerdeki sedimanter istiflenme büyük oranda Gediz Nehri etkisinde gerçekleşmiştir. Örnek sismik kesitlerden görüleceği üzere Orta Körfezin doğusu ve İç Körfezin kuzeyi Gediz nehri kaynaklı sedimentler tarafından doldurulmuştur. Orta Körfez'in batısı ve İç Körfezin güneyindesedimanter istiflenme önemli oranda kesintiye uğramakta ve bu alanlardaki sismik verilerde belirgin erozyonal yapılar gözlenmektedir. Lokasyon haritasındaki oklar ile de işaret edildiği gibi bu erozyonal aktivitenin muhtemel açık deniz kaynaklı dip suyunun körfez içersine doğru ilerlemesiyle bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Bu ve benzeri özelliklerin daha kapsamlı olarak açıklığa kavuşturulması için ilave sismik verilere gereksinim duyulmaktadır. Laboratuvar analizleri sonuçlarına göre, iç körfezden dışa doğru killi - siltten kuma bir değişim gözlenmektedir. Genel partikül boyutu istasyon İK1 ve İK4 dışında ince taneli sedimentler olduğu sonucuna varılmıştır.

Organik karbon için uygulanan iki farklı yöntem karşılaştırılıp spektrofotometrik yöntemin uygun olduğuna karar verildi. Elde edilen organik karbonun yüzde değerleri, $\pm 0,03 - 0,05$ arasında değiştiği ve kökenleri konusunda bir çok araştırmacının varmış olduğu antropojenik kaynaklı olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun yanı sıra, organik köken iç körfezde gözlenmektedir. Kalsiyum Karbonat analizi çalışma alanında en fazla %3 0' a kadar karbonat gözlenmekte belirgin bir birikim oranının üzerinde olmamaktadır.

Metal zenginleşmesinin genel kökeni olarak birçok araştırmacının ortak karara vardığı karasal olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İç körfez bu değerlendirmeler sonucunda kirlenmeye başlangıç aşamasında olduğu, Gediz nehri ağzına yakın olan orta kısmın kirlenmeye başlamış ve kirliliğin artan bir derecede olduğu ve son olarak dış bölümdeki sonuçlara göre ortaya oranla çok kirlenmemiş ancak kirlenmeye başladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada faktör analizi bölgenin

ne çeşit zenginleşmelerden oluştuğunu tanımlayabilmek için yapılmış ve zenginleşme faktörü, akümülayon indeksi ve kirlilik faktörü ile sonuçlar karşılaştırılmış genelinin antropojenik kökeni işaret ettiği ileri sürülmüştür.

Metal sonuçlarına göre; dış körfez, $Fe > Al > Mn > Ni > Zn > Cr > Pb > Cu > As > Co$, $Fe > Al > Mn > Zn > Ni > Cr > Cu > Pb > As > Co$ ve orta ve iç körfez $Fe > Al > Mn > Zn > Cr > Ni > Pb > Cu > As > Co$ şeklinde bir değer sergilemektedir. Bu Fe' e göre hesaplanan korelasyon kat sayılarının sıralaması bize metal konsantrasyonlarının değerlendirilmesinde yardımcı olmuştur. Fe ve Al kabukta en yaygın olarak bulunan elementlerdir ve elde edilen sonuçlar pozitif olmasına karşın bu değerlerinin altında kalmış yanı bu elementlerin zenginleşmiş olmasına rağmen kirliliğin yüksekliği söz konusu değildir. En yüksek değerler ($< 0,05$); $Fe - Ni$ ($r = 0,958$), $Fe - Co$ ($r = 0,936$), $Fe - Al$ ($r = 0,947$), $Pb - Cu$ ($r = 0,838$), $Cr - Cu$ ($r = 0,917$), $As - Cr$ ($r = 0,828$), $Ni - Co$ ($r = 0,929$), $Al - Ni$ ($r = 0,945$), $Zn - Cu$ ($r = 0,938$) ve $Co - Al$ ($r = 0,951$) şeklindedir. Düşük değerler ise; ($r = 0,337$) şeklinde Zn ve Ni arasında gözlenmiştir.

Kirlilik faktörlerinin (Cf) elementler için, Mn (0,46 - 1,53), Cu (0,30 - 1,60), Co (0,40 - 1,20), Cr (0,38 - 1,43) için düşük ve orta, ve As (0,38 - 1,48) orta derecede ve Pb (0,62 - 6,31) yüksek değerler vermektedir. Cf Ni değerleri genel olarak çalışma alanındaki düşük kirlenme işaret etmektedir. Cf Cu, Zn, Pb değerleri İzmir Körfezi sediment iç kısmında önemli kirlenme olduğu bulunmuştur. Cf orta iç koyda kontamine olarak Cu, Zn ve Pb dışındaki metallerin değerleri gözlenmiştir. 17 numaralı istasyon Pb değerleri önemli ölçüde kirlenme göstermiştir ancak kontaminasyon (Cd) değerleri derecesi, İzmir Körfez sedimanları içinde orta derecede kirlilik belirtilen Cf değerlerini vermektedir.

1,5 değerinin üstündeki element zenginleşme değerleri bölgenin antropojenik kaynaklı zenginleşmeye maruz kaldığını ifade etmektedir. Metallerin EF değerleri çalışma alanında Cr (0,90 - 2,03), Mn (0,75 - 1,85), Pb (1,65 - 6,45), Ni (0,06 - 0,12), Zn (1,18 - 3,53), Cu (0,84 - 3,37), Co (0,70 - 1,85), Co (0,65 - 1,39) ve (Fe) 0,77-1,39 arasında değişmektedir. Genel olarak İzmir Körfezi Cr, Mn, Pb, Zn, Cu açısından zenginleşmiş olmasına karşın Ni, Co ve Fe zenginleşme katsayısı değerleri 1.5 daha düşük olduğundan bir zenginleşme gözlenmemektedir. Bu

sonuçlar çerçevesinde Cr, Mn, Pb, Zn, Cu ve As (EFs> 1.5) insan etkileri geldiği sonucuna ulaşılabilir.

Ağır metal düzeyleri (USEPA) SQG eşik etki düzeyi (TEL) ve olası etki düzeyi (PEL) değerleri ile sediment iz element konsantrasyonlarının ekotoksikolojik anlamda değerlendirilmesi için çalışmalar yapılmış ve körfezin orta - dış bölgelerinde Zn Tel değeri düşük düzeylerde olmasına karşın. TEL Ni, Cu, Zn, Cr, Pb İç Körfezi yüzey çökelleri için yüksek düzeydeki TEL değerleini vermektedir. Çalışma alanının dış kısımlarında Cu ve Pb en düşük TEL değerini verirken Cu ve Pb iç körfeze doğru en yüksek seviyede TEL değerini vermektedir. Yalnızca Ni elementinin Pel değeri hem yüzey (26 - 112 mg kg⁻¹) hemde karotların en derin noktasına (109 - 156 mg kg⁻¹) göre değerlendirdiğinde önemli ölçüde yüksek değer veren element oldu. Ayrıca, Pb, Cr, Cu, Zn ve As konsantrasyonları PEL açısından değerlendirildi. Ni yüksek konsantrasyonunun hava kaynaklı olduğu sonucuna varıldı. SQG 'ye göre; Ni, Cr, Cu, Pb ve Zn toksik kirletici olarak değerlendirildi. Yüzeysel sediment kirliliği SQG göre değerlendirildi. Bu İzmir İç Körfezi'nde sedimanların Cu için yüksek ölçüde kirli olduğu tespit edildi. Ni, Cr ve Pb ve Zn için bir orta kirlilik oranı saptanırken Cr, Ni düzeyleri ve SQG' ye göre orta-dış koylarda çok kirli olarak tanımlandı. İzmir Körfezi iç kısmında zehirli biriminin toplamı diğer istasyonları daha yüksek seviyede olduğu kanısına varıldı.

İzmir Körfezi için metal kirletici kaynaklar kara kökenli olduğu birçok yöntemle desteklenirken genel giriş noktalarının Gediz Nehri ağzı olduğu ve atmosferik girdilerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Lokal değerler ile metal konsantrasyonları karşılaştırılması sonucunda Al, Co, Fe ve Mn iç körfezde orta değerlerde ve Al, Co, Cr, Cu, Fe, M ve Zn değerleri körfezin dış-orta bölgelerinden lokal değerlerinden genellikle düşük olduğu bunun yanı sıra Ni, Pb, As, Cr, Cu, Ni, Pb ve Zn gibi elementlerin kirlilik değerlerinin hesaplamalarında yüksek değerler verdiği sonucuna varıldı. İzmir İç Körfezi çökellerinde SQG tarafından değerlendirilen değerlerce Zn düşük değer verirken Cu, Ni, Cr ve Pb genellikle kirlilik seviyesinde olduğu sonucuna varıldı. Öte yandan, Ni, Cu, Zn, Cr ve Pb iç körfez yüzey sedimentlerinde TEL değerlerinin yüksek olduğu saptandı.

KAYNAKLAR

- Accornero, A., Gnerre, R., Manfra, L. (2008). Sediment concentrations of trace metals in the Berre Lagoon (France) an assesment of contaminations. *Archive Enviromental Contamination Toxitology*, 54, 372 - 385.
- Akay, A. E. (2000). Magmatic tectonic evolution of the Yuntdag volcanic complex western Anatolia., *The Graduate School of Natural and Applied Science*, Dokuz Eylöl University, Doktora Tezi Izmir.
- Akçalı, I., Küçüksezgin, F. (2011). A biomonitoring study: heavy metals in macroalgae from Eastern Aegean coastal areas. *Marine Pollutiın Bulluten*, 62, 637 - 645.
- Aksu, A. E. ve Piper, D. J. W. (1983). Progradation of late Quaternary Gediz delta, Turkey. *Marine Geology*, 54, 1 - 25.
- Aksu, A. E., Piper, D. J. W. ve Konuk, T. (1987), Late Quaternary tectonic and sedimentary history of outer İzmir and Çandarlı bays, western Turkey. *Marine Geology*, 76, 89 - 104.
- Aksu, A. E., Konuk, T., Uluğ, A., Duman, M. ve Piper, D. J. W. (1990). Quaternary tectonic and sedimentary history of Eastern Aegean Sea shelf area. *Geophysics*, (4), 3 - 35.
- Algan, O., Balkıs, N., Çağatay, M.N., Sarı, E. (2004). The sources of metal contents in the shelf sediments from Marmara Sea, Turkey. *Enviromental Geology*, 46, 932 - 950.
- Ambraseys, N. N. ve Jackson, J. A. (1990). Seismicity and Assiciated Strain of Central Greece Between 1890 and 1988. *Geophysical Journal International*, 101, 663 - 708.

- Ambraseys, N. N. ve Finkel, C. F., (1995). The seismicity of Turkey and adjacent areas; A historical review. İstanbul Eren Yayınları. 1500 - 1800
- Atgin, R. S., Omar, El.- A., Zararsiz, A., Kocatas, A., Parlak, H. ve Tuncel, G. (2000). Investigation of the sediment pollution in Izmir Bay: trace elements. *Spectrochimimica Acta, Part B* 55, 1151 – 1164.
- Bakan, G., Arıman, S. ve Özkoç, H.B. (2003). Sediman Kalite İzleme ve Belirleme çalışmalarında Uygulanan Metotlar. V. *Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, (1-4 Ekim), 126 -140, Ankara.
- Başıoğlu, Ş. (1975). İzmir iç körfezi hidrografisi ve sedimantolojisi. *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, İzmir Doktora Tezi*.
- Bernardello, M., Secco, T., Pellizzato, F., Chinellato, M., Sfriso, A., Pavoni, B. (2006). The cahnging state of contamination in the Lagoon of Venice. *Part 2: heavy metals. Chemosphere* 64, 1334 - 1345.
- Bordovskiy, O. K. (1965). Accumulation and transformation of organic substances in marine sediments. Summary and introduction. *Marine Geology*, 3, 3 - 4.
- Büyükişik, B. (1987) İzmir Körfezi yüzey sularında oksijen dağılımları. *VIII.Ulusal Biyoloji Kongresi*, 2, 430 - 443.
- Cameron, E. M. (1967). A computer program for factor analysis of geochemical and other data. *Geological Survey of Canada Paper* 67, 34 – 42.
- Carter, G. T., Flanagan P.J ve diğer., (1972). A new bathymetric chart and physiography of the Mediterranean Sea. In: D. J. Stanley (Ed.), *The Mediterranean Sea - A Natural Sedimentation Laboratory*. Dowden, Hutchinson and Ross, 1 - 23, Stroudsburg.
- Carver, D. (1971). Procedures in sedimanter petrology. Wiley.

- Chork, C. Y. ve Salminen, R. (1993). Interpreting exploration geochemical data from Outokumpu, Finland: a MVE - robust factor analysis. *Journal Geochemical Explorer* 48 (1), 1 – 20.
- Christophoridis, C., Dedepsidis, D. ve Fytianos, K. (2009). Occurrence and distribution of selected heavy metals in the surface sediments of Thermaikos Gulf, N. Greece. Assessment using pollution indicators. *Journal of Hazardous Materials*, 168, 1082 - 1091.
- Crampin, S. ve Evans, R. (1986). Neotectonics of the Marmara sea region of Turkey. *Journal of Geological Society London* 143, 343 – 348.
- Davies, C. A., Tomlinson, K. & Stephenson T. (1991). Heavy metals in River tees estuary sediments. *Environmental Technology* 12, 961 - 972.
- De Groot, A. J. (1964). Mud transport studies in coastal waters from the western Scheldt to Danish frontier. In: van Straaten, bL.M.J.U. (Ed.), Deltaic and Shallow Marine Deposits, Development in Sedimentology. *Elsevier, Amsterdam*, 1, 93 – 103.
- Degens, E. T. (1965). Geochemistry of Sediments. *Englewood Cliffs, Newyork City: Prentice - Hall*.
- Devlet Su İşleri (DSİ), (1971). İzmir Projesi: Su temini masterplanı ve fizibilite
- Duman, M., Avcı, M., Duman, Ş., Demirkurt, E. ve Düzbastılar, M. K. (2004). Surficial sediment distribution and net sediment transport pattern in Izmir Bay, Western Turkey. *Continental Shelf Research*, 24, 965 - 981.
- Duman, M., Küçüksezgin, F., Atalar, M. ve Akçalı, B., (2011). Geochemistry of the northern Cyprus (NE Mediterranean) shelf sediments: Implications for anthropogenic and lithogenic impact. *Marine Polution Bulletin*, 64, 2245 - 2250.

- Ekiz, T. (2004). İzmir' in deprem kaynak özellikleri ve sismolojik anlamı. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İzmir*. Yüksek Lisans Tezi.
- Erdoğan, B. (1990). İzmir - Ankara Zonu ile Karaburun Kuşağının tektonik ilişkisi. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 110, 1 - 15.
- Ergin, K., Güçlü, Ü. ve Uz, Z. (1967). Türkiye ve civarının deprem kataloğu. *Arz İstanbul Üniversitesi, Maden Fakültesi. Fiziki Enstitüsü Yayınları*, 24.
- Fairbridge, R. W. (1972). Quaternary sedimentation in the Mediterranean region controlled by tectonics, paleoclimates and sea level. In: Stanley D. J. (Editor), *The Mediterranean Sea. Dowden, Hutchinson and Ross, Stoudsburg*, 99 - 113.
- Fitzpatrick, M. L., Long, D. T. ve Pijanowski, B. C. (2007). Exploring the effects of urban and agricultural land use on surface water chemistry, across a regional watershed, using multivariate statistics. *Applied Geochemistry*. 22, 1825 – 1840.
- Förstner, U. ve Wittman, G. T. W. (1979). Metal Pollution in the aquatic environment. *Springer*. Berlin.
- Gaudette, H. E., Flight, W. R., Toner, L. ve Folger, D. W. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44, 249 - 253.
- Gönülalan, F. (2006). Ege Denizi Kıyı Sedimentlerinde Denge Üstü Radyoaktif Kurşun Birikiminin Alfa ve Gama Spektroskopisi ile İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Bilimler Anabilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi.
- Grimaldi, F. S. (1966). Determination of carbondioxide in limestone and dolomite by acid - base titration. *United States. Geology Professional*, 550 B, 186 - 188.

- Günay, İ. C. (1998). Batı Anadolu - Ege Denizi neotektoniğinin jeofizik yöntemlerle incelenmesi (İzmir Körfezi örneğinde). *Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojileri Enstitüsü*. Doktora Tezi, İzmir.
- Habashi, F. (1997). Handbook of extractive metallurgy. Vol. II: Primary metals, secondary metals, light metals. Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Singapore, Toronto. Wiley - VCH 716 - 791
- Hakanson, L. (1980). An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach. *Water Research*, 14: 975 - 1001.
- Harman, H. H. (1976). Modern factor analysis, third editor, revision. *University of Chicago Pression*. Chicago.
- Hartmann, K. ve Wünnemann, B. (2009). Hydrological changes and Holocene climate variations in NW China, inferred from lake sediments of Juyanze palaeolake by factor analyses. *Quaternary International* 194, 28–44.
- Hwang, C. K., Cha, J. M., Kim, K. W. ve Lee, H. K. (2001). Application of multivariate statistical analysis and a geographic information system to trace element contamination in the Chungnam Coal Mine area, Korea. *Applied Geochemistry* 16, 1455 – 1464.
- Innocenti, F. ve Mazzuoli, R. (1972). Petrology of the Izmir-Karaburun volcanic area. *Bulletin of Volcanology*, 36 (1), 83 - 103.
- Jacobs, L. L. (1977). Rodents of the Hemphillian age Redington local fauna, San Pedro Valley, Arizona. *Journal of Paleontology*, 51(3):505-519.
- Karageorgis, A., P., Anagnostou, C., L., Kberi, H. (2005). Geochemistry and minerology of the NW Aegean Sea surface sediments implications for river runoff and anthropogenic impact. *Applied Geochemical*, 20, 69 - 88.

- Kaya, O. (1979). Ortadoğu Ege Çöküntüsünün (Neojen) Stratigrafisi ve Tekniği. *Türkiye Jeolojisi Kurultayı Bülteni*, 22, 35 - 58.
- Kaya, O. (1981). Miocene reference section for the coastal parts of west Anatolia. *Newsletter Stratigraphy*, 10, 164 - 191.
- Kazanasmaz, E., (2009). Kentimizin ve Çevresinin Yeraltısuyu Kaynakları, Yeraltısuyunu Kirletici Etkenler ve Su Kıtlığı Riski, *Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birli İzmir Kent Konseyi Sempozyumu*.
- Klovan, J. E. ve Imbrie, J. (1971). An algorithm for Fortran IV program for large-scale Q -mode factor analysis and calculation of factor scores. *Journal of Mathematical Geology* 3, 61 – 77.
- Kontaş, A., Küçüksezgin, F., Altay, O. ve Uluturhan, E. (2004). Monitoring of eutrophication and nutrient limitation in the Izmir Bay (Turkey) before and after Wastewater Treatment Plant. *Environment International* 29, 1057 - 1062.
- Kucuksezgin, F. (1996). Multivariate analysis of water quality parameters in Izmir Bay, Eastern Aegean. *Toxicology Environment Chemistry*; 55, 135 – 44.
- Kucuksezgin, F., Altay O., Uluturhan E. ve Kontas A. (2001). Trace metal and organochlorine residue levels in red mullet (*Mullus barbatus*) from the eastern Aegean, Turkey. *Water Research* 35, 2327 – 32.
- Kucuksezgin, F., Uluturhan, E., Kontaş, A. ve Altay, O. (2002). Trace metal concentrations in edible fishes from İzmir Bay, Eastern Aegean. *Marine Pollution Bulletin*, 44, 816 - 832.
- Kucuksezgin, F., Kontas, A., Altay, O., Uluturhan, E. ve Darilmaz, E. (2005). Assessment of marine pollution in Izmir Bay: nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations. *Environment International* 32, 41–51.

- Kucuksezgin, F., Kontaş A. ve Uluturhan E (2011). 1997 - 2009 döneminde İzmir Körfezi (Doğu Ege denizi) gelen tortu ve *Mullus barbatus* ağır metal kirliliğinin Değerlendirmeleri. *Marine pollution Bulletin* 62, 1562 - 157.
- Luoma, S. N. ve Moore, J. N. (1990). Hazardous wastes from large scale metal extraction: A case study. *Environmental Sci. Technology*, 24, 1279 - 1285.
- Long, E., R., MacDonald, D., D., Smith, S., L., Calder, F., D. (1995). Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management*, 19, 81 - 97.
- Lord, D. A. ve Thompson, G. A. (1988). The Swartkops estuary: Pollution status. In: Baird D, Marais JFK and Martin AP (Ed.) *Proc. Symposium Held on the 14 and 15 September at the University of Port Elizabeth. South Africa Nat. Science citation index. Programmes 156*, 16 - 24.
- MacDonald, D. D. (1994). Approach to the assessment of sediment quality in Florida coastal waters. Volume 1 - development and evaluation of sediment quality assessment guidelines. Florida Department of Environmental Protection Office of Water Policy. Retrieved from http://www.floridadep.org/waste/quick_topics/publications/documents/sediment/volume2.pdf.
- MacDonald, D. D., Ingersoll, C. G. ve Berger, T. A. (2000). Development and evaluation of consensus - based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39, 20 - 31.
- Maley, T. S. ve Johnson, G. L. (1971). Morphology and structure of the Aegean Sea. *Deep- Sea Research*, 18: 109 - 122.

- Millward, G. E., Rowley, C., Sannds, T.K., Howland, R.J.M. ve Pantiulin, A. (1999). Metals in the sediments and mussels of the Chupa Estuary (White Sea) Russia. *Estuarine Coastal Shelf. Scient Citation Index*, 48, 13 - 25.
- Morelli, C. (1975). Geophysics of the Mediterranean. *Bulletion Investigation Mediterreanen Special Issue 7*, 29 - 103. Monaco.
- Nienhius, P.H. (1981). Marine organic Chemistry. *Elseiver Ocenography serier*, 31, 80 - 17046.
- Ocakoglu, N., Demirbag, E., Güney, A., Ecevitoglu, B., Kuscu, I., Karagoz, S. ve Gocmen, C. (1996). First results from the multichannel seismic reflection study in the Izmir Bay. *Second Balkan Geophysical Congress and Exhibition*, 20 - 21.
- Ocakoglu, N., Demirbag, E. ve Kuscu, I. (2005). Neotectonic structures in Izmir Gulf and surrounding regions (western Turkey): Evidences of strike - slip faulting with compression in the Aegean extensional regime. *Marine Geology* 219, 155 - 171.
- Okay, A. I. ve Altiner, D. (2007). A condensed Mesozoic succession north of Izmir: a fragment of the Anatolide - Tauride Platform in the Bornova Flysch Zone. *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 257 – 279.
- Parlak, H. ve Demirkurt, E. (1990). Levels of Heavy Metals in Two Demersal Fishes, *Arnoglossus laterna* (RISSO, 1810) and *Buglossidium luteum* (WALBAUM, 1972) in Izmir Bay. *Commities Mer Mediterreanen*, 32 (1), 274.
- Pazı, I. (2011). Assessment of heavy metal contamination in Candarlı Gulf sediment, Eastern Aegean Sea. *Enviromental Monit Assessment*, 174, 199 - 208.
- Pekey, H. (2006). Heavy metal pollution assesment in sediments of the Izmit Bay. *Turkey, Enviromental Monit Assesment*, 123, 219 - 231.

- Piper, D. J. W. (1974). Manuel of sedimentological techniques. *Dalhousie University Publications*.
- Piper D. J. W. ve Panagos A. G. (1979). Recent salt marsh and intertidal mudflat foraminifera from the western coast of Greece. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 85(1), 243 - 266.
- Ralston, E. ve Wilf S. (1967) Mathematical methods for Digital Computers *Hardcover – January 1,2*.
- Romankevich, E. A. (1984). Geochemistry of organic matter in the ocean. Berlin, Heidelberg, New York: *Springer and Verlag*.
- Russell, R. J. (1954). Alluvial morphology of Anatolian rivers. *Annals of the Association of American Geographers*, 44: 363 - 391.
- Ryan, W. B. F. (1982). Imaging of submarine landslides with wide - swatch sonari in Saxov. S., and Nieuwenhuis, J. K. (Ed) *Marine slides and other moverments: NATO conferance series*, 4 (6), 175 - 188.
- Saager, R., ve Esselaar, P. A. (1969). Factor analysis of chemical data from the Basal Reef, Orange Free State, Goldfield, South Africa. *Econology Geology*, 64 (4), 445 - 451.
- Saatçi, F. ve Taysun, A. (1979). Kemalpaşa, Turgutlu ve Salihli civarındaki bazı yan derelerin farklı zamanlardaki İyon ve sediment konsantrasyonlarının değişimi üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi. *Faculty of Agriculture, Bulletin*, 16: 17 - 40.
- Savaşçın, Y. (1974). Batı Anadolu Neojen magmatizmasının yapısal ve petrografik Öğeleri: *Batı Anadolu'nun Genç Tektoniği ve Magmatizması Panel Kitabı, Türkiye Jeoloji Kurultay. Yayını*, 22 - 38.

- Seyitoglu, G. ve Scott, B. C. (1994). Late Cenozoic basin development in west Turkey: Gordes basin: tectonics and sedimentation. *Geological Magazine* 131, 631 – 637.
- Shakeri,A., Moore, F. v Modabberi, S. (2009). Heavy Metal Contamination and Distribution in the Shiraz Industrial Complex Zone Soil, South Shiraz, Iran. *World Applied Sciences Journal* 6, 3, 413 - 425.
- Sombrito, E. Z., Bulos, A. D., Maria, E. J. S., Honrado, M. C. V., Azanza, R. V., ve Furio, E. F. (2004). Application of Pb - 210 - derived sedimentation rates and dinoflagellate cyst analyses in understanding Pyrodinium bahamense harmful algal blooms in Manila Bay and Malampaya Sound, Philippines. *Journal of Environmental Radioactivity*, 76 (1 - 2), 177 - 194.
- Şengör, A. M. C. (1979). The North Anatolian Transform Fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal Geological Society, London*, 136, 269 – 282.
- Şengör, A. M. C. (1980). Türkiye’ nin neotektoniğinin esasları, *Türkiye Jeoloji Kurultayı yayını*, 40s.
- Şengör, A. M. C., Satır, M. ve Akkök, R. (1984). Timing of tectonic events in the Menderes massif, Western Turkey: Implications for tectonic evolution and evidencefor Pan - African basement in Turkey. *Tectonics* , 3, 693 - 707.
- Şengör, A. M. C., Görür, N. ve Saroglu, F. (1985). Strike - slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. *In: Biddle K.T., ChristieBlick N. (Ed.), Strike-slip Faulting and Basin Formation, Society of Economical Paleontology Mineralogy* 37, 227 – 264.
- Thurstone, L. L. (1931). The Measurement of Social Attitudes. *Journal of Abnormal and Social Psychology* 27, 249 - 269.
- Tripathi, B. ve Nand, S. (1979). Phonon spectrum and kohn anamoly in platinum. *Physics Letters A*, 70, 241 - 242.

- Turekian K. K. ve Wedepohl K. H. (1961). Yer kabuğunun bazı önemli birimlerinde elemanlarının dağılımı. *Geological Society of America Bulletin* 72, 175 - 192.
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE) (1987). *İnşaat Mühendisliğinde zemin deneyleri, TS 1900*. Ankara.
- Türk, N. ve Koca, M.Y. (1994). Slope stability assessment of an Andesite Quarry in Izmir, Western Turkey. *3rd International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection*, 871 - 876.
- Ulug, A. (1996). Geophysical investigations in the Gulf of İzmir (Western Turkey): Neotectonic and sedimentological approach. *Second Balkan Geophysical Congress and Exhibition*, 2 - 3.
- Uslu, O. ve Akyarlı, A. (1993). Environmental Impact Assessment of Dredging Operations for the Development of Izmir Harbour. *The First International Conference on the Mediterranean Coastal Environment (MEDCOAST) (November 2 - 5)*, 559 - 574.
- Uzel, B., Sozbilir, H. ve Ozkaymak, C. (2009). Neotectonic Evolution of an Actively Growing Superimposed Basin in Western Anatolia: The Inner Bay of İzmir, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21, 439 – 471.
- Verlag – springer. (1986). Modula - 2 rehber, kaare hristiyan, 0 - 387 - 9642 - 5, 436.
- Westaway, R. (1994a). Evidence for dynamic coupling of surface processes with isostatic compensation in the lower crust during active extension of Western Turkey. *Geology and Geophysics Research*, 99 - B10, 203 - 223.
- Yılmaz, Y., Genç, S.C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak Ş. ve Elmas, A. (2000). When did the western Anatolian grabens begin to develop In: Bozkurt E., Winchester J.A., Piper J.D.A. (Eds.),

Tectonics and magmatism in Turkey and the surrounding area. *Geological Society Special Publication 173*, 353 – 384.

Yolcu, Ö. (5 Haziran 2013). Nikel madeni 17 Temmuz 2013, <http://www.forumaden.com/forum/nikel/nikel-madeni/>.

Zhang, T. ve Liu, H. (2002). Microbial Analysis of a Phototrophic Sludge Producing Hydrogen from Acidified Wastewater. *Biotechnological Letters* , 24, 1833 – 1837.