

150514

T.C.
İSTANBUL UNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA DENİZİ DOĞUSUNDA ÇÖKEL
JEOKİMYASI VE SEDİMENTOLOJİSİ YÖNTEMLERİ
İLE FAY ETKİNLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

DOKTORA TEZİ

M. Sc. Erol SARI

Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Oya ALGAN

150514

İSTANBUL

NİSAN, 2004

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

EROL SARI tarafından hazırlanmış ve sunulmuş bu tez DENİZ JEOLJİSİ Bilim Dalında DOKTORA Tezi olarak kabul edilmiştir.



Tez Danışmanı
Doç.Dr. Oya ALGAN



Jüri Üyesi
Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY



Jüri Üyesi
Prof.Dr. Namık YALÇIN



Jüri Üyesi
Prof. Dr. Engin MERİÇ



Jüri Üyesi
Doç. Dr. Erkan GÖKAŞAN



Ana Bilim Dalı Başkanı
Prof. Dr. Kurultay ÖZTÜRK

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Mahmut Celal BARLA



Bu Doktora Tezi İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projeleri

Yürütücü Sekreterliği Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: T-1189/01112001

ÖNSÖZ

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği Anabilim Dalında doktora tezi olarak hazırlanmıştır. Bu tezde Marmara Denizi doğusunda çökel jeokimyası ve sedimentolojisi yöntemleri ile fay etkinliğinin araştırılması amacıyla 4 adet sediment karotu alınmıştır. Bu karotlardan İzmit Körfezi Hersek Burnu önünde İZ-30 ve Büyükçekmece açıklarındaki BUC-10A sediment karotu 2001 yılında İtalyan R/V Urania gemisi, Çınarcık Çukurluğu'ndaki CAG-3 ve C-15 sediment karotu aynı yıl MTA R/V Sismik 1 gemisiyle alınmıştır. CAG-3 ve C-15 sediment karot örneklerinde; tane boyutu, çakıl-kum boyutu örneklerde mineralojik içerik, kil minerali analizleri yapılarak sedimentler depolanma koşullarındaki değişimler incelenmiştir. Bu değişimlerden denizaltı kütle akımları ile oluşmuş sediment birimleri AMS ¹⁴C metodu ile yaşlandırılarak, bu yaşlar Kuzey Anadolu Fayı'nın (KAF) oluşturduğu tarihi depremlerin yaşları ile karşılaştırılmıştır. Bu şekilde KAF'nın tetiklemesi ile oluşan denizaltı kütle akımları ile taşınarak depolanan sediment birimleri araştırılmıştır. Karotların tümünde organik karbon, toplam karbonat, ağır metal (Al, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn) analizleri yapılarak çalışma alanında KAF Zonu boyunca olası hidrotermal akımların varlığı araştırılmıştır.

Deniz jeolojisine başladığım günden tezimin sonuçlandığı zamana kadar, gerek tezim gerekse deniz jeolojisi ile ilgili araştırmalarda benden hiçbir yardımını esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Oya ALGAN'a,

Sediment karotlarını tez çalışması için sağlayan, üç karot örneğinde AMS yaş tayinini yaptıran, tezin başlangıcından oluşumuna kadar tüm evrelerinde öneri ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Namık ÇAĞATAY'a,

Türbiditik seviyelerdeki bentik foraminiferlerin yaşam koşullarını tespit etmek için görüşlerine başvurduğum Prof. Dr. Engin MERİÇ'e,

Tektonik çalışmalarda fikirlerine ve önerilerine sıkça başvurduğum Doç. Dr. Erkan GÖKAŞAN'a çok teşekkür ederim.

Tübitak Deniz Jeolojisi Araştırmaları koordinatörü Prof. Dr. Naci GÖRÜR'e uluslar arası proje ilişkilerini sağladığı için şükranlarımı sunarım.

Ayrıca, örneklerin laboratuarlarda kesilmesi ve numaralandırılmasında yardımlarını esirgemeyen İTÜ Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü araştırma görevlilerinden Kadir ERİŞ ve Ümmühan SANCAR'a,

Karot örneklerinde metal çalışmaları sırasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Nuray BALKIS'a, Yrd. Doç. Dr. Mustafa CEBECİ' ye, Dr. İpek BARUT'a, tekniker Sabri BAL'a ve laborant Suat ÖZTÜRK'e,

AAS aletinin bakımını yapan Ant limited şirketinden Elektrik mühendisi Cüneyt ELER, Uzman kimyager Tuncay GEZGİN ve tekniker Emirhan PIRILDAR'a,

İki örnekte AMS yaş tayinini Woods Hole AMS merkezinde yapmamıza yardımcı olan Lamont-Doherty Earth Observatory'den Prof. Dr. Cicillia McHugh'a, karotlarda AMS yaş tayini ve ortam analizi için bentik foraminiferlerin tayini ve ayıklamasını yapan Arş. Gör. Elmas KIRCI ve Arş. Gör. Demet ONGAN'a,

Kil mineralleri tayini için laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Nizamettin Kazancı ve Fizikçi Adem ŞEN'e,

Tez çalışması sırasında desteklerini esirgemeyen Enstitü Müdürü Prof. Dr. Mahmut Celal BARLA'ya, Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Kurultay ÖZTÜRK'e ve Doç. Dr. Necmettin AKTEN'e,

ÜDS sınavına hazırlanmama yardımcı olan İ.Ü.Yabancı Diller Bölümündeki okutman Ayşe ERSİN'e

Tez çalışmam süresince bana daima destek olan eşim Güler SARI'ya ve sabreden kızım Ezgi Selen SARI'ya çok teşekkür borçluyum

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ.....	i
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
EK LİSTESİ.....	ix

I. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı.....	1
1.2. Denizaltı Kütle Hareketleri ile Sediment Depolanması.....	4
1.2.1. Kütle kaymaları.....	4
1.2.1.2. Slide.....	4
1.2.1.2. Slump.....	4
1.2.2. Kütle akmaları.....	4
1.2.2.1. Tane akıntıları ile sediment taşınımı.....	5
1.2.2.2. Moloz akıntıları ile sediment taşınımı.....	5
1.2.2.3. Sıvılaştırmış sediment akıntıları ile sediment taşınımı.....	5
1.2.2.4. Türbidit akıntıları ile sediment taşınımı.....	5
1.2.2.5. Homojenit sedimentler.....	5
1.3. Marmara Denizi'nin Doğusunda Yapılan Önceki Çalışmalar.....	6
1.4. Marmara Denizi'nin Güncel Oşinografisi.....	10
1.5. Çalışma Alanı Morfolojisi ve Batimetresi.....	10
1.6. Çalışma Alanı Tektoniği.....	13
1.6.1. Çalışma alanındaki tarihsel depremler.....	18
1.7. Geç-Kuvaterner Çökellerinin Kronostratigrafisi ve Sedimentasyonu.....	19
II. MATERYAL METOT.....	22
2.1. Örnek Alımı ve Hazırlanması.....	22
2.2. Tane Boyu Analizi Yöntemi.....	22

2.2.1. Elek analizi yöntemi.....	23
2.2.2. Pipet analizi yöntemi.....	24
2.3. Sedimentte Ortalama Tane Boyutu.....	26
2.4. Kil Analiz Yöntemi.....	27
2.4.1. Kil analizi numune hazırlama metodu.....	27
2.4.2. XRD analizi ile kil mineral tanımı.....	27
2.4.2.1. Simektit grubu mineralleri.....	27
2.4.2.2. İllit grubu mineralleri.....	28
2.4.2.3. Kaolinit grubu mineralleri.....	28
2.4.2.4. Klorit grubu mineralleri.....	28
2.4.3. Yarı - kantitatif hesaplamalar.....	28
2.5. Jeokimyasal Analiz Yöntemleri.....	30
2.5.1. Toplam karbonat analiz yöntemi.....	30
2.5.2. Toplam organik karbon analiz yöntemi.....	30
2.6. Metal Analizleri İçin Toplam Çözünürleştirme Yöntemi.....	31
2.7. AMS Yaş Tayini.....	33
III. BULGULAR.....	34
3.1. Karotların Litolojisi ve Stratigrafisi.....	34
3.1.1. CAG-3 sediment karotu örneklerinin tane boyutu dağılımı.....	42
3.1.2. C-15 sediment karotu örneklerinin tane boyutu dağılımı.....	45
3.1.3. Karot çökellerinin mineralojik ve paleontolojik özellikleri.....	48
3.1.3.1. CAG-3 sediment karotu.....	48
3.1.3.2. C-15 sediment karotu.....	51
3.1.4. Sediment karotlarında kil mineral dağılımı.....	55
3.1.4.1. CAG-3 sediment karotu.....	55
3.1.4.2. C-15 sediment karotu.....	62
3.1.4.3. Marmara Denizi kuzey ve güney şelfi yüzey sedimentlerinde kil mineral dağılımı.....	69
3.1.4.4. Karotlardaki kil minerallerinin kökeni.....	74
3.2. Karot Sedimentlerinin Jeokimyasal Özellikleri.....	76
3.2.1. Karotlarda toplam karbonat ve organik karbon dağılımı.....	76
3.2.2. Karotlarda metal dağılımı.....	80
3.2.2.1. İZ-30 sediment karotunda toplam metal dağılımı.....	81

3.2.2.2. BUC-10A karotunda toplam metal dağılımı.....	92
3.2.2.3. CAG-3 sediment karotunda metal dağılımı.....	101
3.2.2.4. C-15 sediment karotunda metal dağılımı.....	110

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	119
KAYNAKLAR.....	130
EKLER.....	143
ÖZGEÇMİŞ	166



ÖZET

Bu çalışmada Çınarcık Çukurluğunda depremlerle oluşmuş kütle akmalarını ve aktif fay hatları üzerinde olası hidrotermal çıkışları araştırmak amacıyla 4 adet karot sedimentolojik, mineralojik ve jeokimyasal metodlarla incelenmiştir. Karotlar amaca uygun belli aralıklarla örneklenmiştir. Örneklerde tane boyutu dağılımı, toplam karbonat, organik karbon, “toplam” metal ve kil- mineral analizleri yapılmıştır. Karotlarda kütle akmaları ve bazı litolojik sınırlar AMS ¹⁴C yöntemiyle yaşlandırılmıştır.

Sedimentolojik çalışmalar sonucunda Çınarcık Çukurluğu'ndan alınan CAG-3 ve C-15 karotlarında genel siltli kil özelliğini bozan, 1 mm - 2 cm kalınlığında üçer adet kumlu çamur birimi bulunmuştur. Bu seviyelerin bentik foraminifer-tür analizleri, malzemenin yamaçtan 1200 m'lik derinliğe türbiditik akıntılarla taşındığını göstermektedir. Bu seviyeler, simektit yönünden nisbeten daha zengindir. Ayrıca kuvars, kalsit, kavkı ve kavkı kırıntısı, pirit, muskovit, biyotit ve ağır mineral olarak epidot ve granat içermektedir. Çamurlu türbiditlerden ikisinin ¹⁴C yaşları (MS 957 ± 43 ve MS 578 ± 31), yöntemin hata limitleri içerisinde, IX şiddetindeki 26 Ekim 986 İstanbul-Trakya ve X şiddetindeki 15 Ağustos 553 İstanbul-Kocaeli depremleri ile örtüşmektedir. Bu sonuç, sedimentolojik özellikleriyle birlikte değerlendirildiğinde, türbiditik seviyelerin tektonik-sismik etkinliklerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Karotlarda diğer bir türbiditik seviye GÖ 6573 ± 87 takvim yılı olarak yaşlandırılmıştır. ¹⁴C yaşları kullanılarak ve lineer-sedimentasyon hızı varsayılarak diğer türbiditik seviyelerin yaşları GÖ 3570, 3790 ve 5840 yıl olarak hesaplanmıştır. CAG-3 ve C-15'deki çökme hızları önemli bir farklılık göstermemesine karşın, bu iki karottaki türbiditik seviyeler yaş olarak birbirleriyle denestirilememektedir. Bu da bu türbiditik seviyelerin havza içerisinde lokal olarak geliştiğini göstermektedir.

İzmit Körfezi'nde 46 m su derinliğinde bir basınç sırtı üzerinde alınan İZ-30 karotunda GÖ 3276±48 takvim yılı yaşında bir moloz akıntısı saptanmıştır. Bu moloz akıntısı olasılıkla o tarihteki bir depremlerle tetiklenmiştir. Bu karotun tabanına yakın bir bölümde, kavkı kırıntılı, yuvarlanmış çakılcıklı siltli kum birimi ile temsil edilen ve GÖ 9364±64 yıl olarak yaşlandırılan eski bir kıyı çizgisi bulunmuştur. İZ-30 karotu ve Büyük Çekmece açıklarında yine fay hattı üzerinde alınan BUC-10A karotunda yapılan kalkofil metal (Fe, Mn, Cu, Pb ve Zn) analizleri hidrotermal etkinliğe bağlı herhangi bir zenginleşmeyi göstermemektedir.

ABSTRACT

Four sediment cores from the Çınarcık Basin in the eastern Marmara Sea were studied to investigate the mass flows and their possible connection with the earthquakes, and to search for signs of metal and mineral enrichment in sediments due to possible submarine hydrothermal activity along active faults, using sedimentological, mineralogical and geochemical methods. The cores were sub-sampled and the samples were analyzed for grain size, total carbonate, organic carbon, total metal and clay minerals analyses. The mass flows and some lithological boundaries were dated by AMS ^{14}C method.

Sedimentological studies indicated the presence three sandy mud units of 1 mm - 2 cm thickness in each of cores CAG-3 and C-15 in the 1200-m deep part of the Çınarcık Basin. Benthic foraminiferal distributions in these levels show that they have been transported by turbidity currents from the slope regions to the deep floor of the basin. These muddy turbiditic mass-flow deposits are enriched in smectite, in addition to quartz, calcite, shells and shell fragments, pyrite, muscovite, biotite, epidote and garnet. ^{14}C ages (AD 957 ± 43 and AD 578 ± 31) of the two muddy turbiditic units overlap with the historical İstanbul-Thrace (intensity = 10) and İstanbul-Kocaeli (intensity = 9) earthquakes of 26 October 986 and 15 August 553, respectively. This overlap, together with sedimentological characteristics, strongly suggests that the turbiditic levels are related to the tectono-seismic activity. The age of a third turbiditic level was found to be 6573 ± 87 a BP (calendar) by AMS ^{14}C . The remaining turbiditic levels were dated by assuming a linear sedimentation rate between the ^{14}C -dated intervals and penecontemporary core top. The extrapolated ages for these levels are 3570, 3790 and 5840 a BP. The turbiditic levels in core CAG-3 cannot be correlated with those in C-15, indicating that the turbiditic levels were probably locally deposited in different part of the basin.

A debris flow, dated 3276 ± 48 a BP (calendar), was identified in Core İZ-30 located on a pressure ridge on an active fault branch in 46 m water depth in the western İzmit Gulf. The debris flow was most likely triggered by an earthquake. Core İZ-30 contains a shelly, pebbly silt sand unit. This layer clearly represents a palaeo-shoreline and was dated 9364 ± 64 a BP (calendar). Chalcophile element (Fe, Mn, Cu, Pb, Zn) concentrations in cores İZ-30 and BUC-10A (off Büyükçekmece), both located on active faults, give no evidence of hydrothermal activity.

TABLO LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.	Çalışma alanı ve yakın çevresindeki tarihsel depremler..... 19
Tablo 2.	Karot örneklerinin lokasyonu. 22
Tablo 3.	Tane boyu birimleri. 23
Tablo 4.	Elek analizi sonucu kayıt tablosu. 24
Tablo 5.	Stokes kanununa göre hazırlanmış pipet çekme zamanları..... 26
Tablo 6.	Yapılan metal analizlerin doğruluğu..... 33
Tablo 7.	Karot örneklerinde AMS metodu ile yapılan ¹⁴ C ve kalibre edilmiş yaşlar 36
Tablo 8.	CAG-3 sediment karotunda kum (%), silt (%), kil (%) ve ortalama tane boyutu istatistiklerinin dağılımı. 44
Tablo 9.	C-15 sediment karotunda kum (%), silt (%), kil (%), mean (phi) ve tane boyutu istatistiklerinin dağılımı. 47
Tablo 10.	CAG-3 sediment karotunda kil minerallerinin yüzde dağılımı. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir. 57
Tablo 11.	CAG-3 sediment karotunun kil mineral yüzdelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerlerinin dağılımı. 57
Tablo 12.	CAG-3 sediment karotunda kil mineralleri bolluk oranları. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir. 61
Tablo 13.	C-15 sediment karotunda kil minerallerinin yüzde dağılımı. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir. 65
Tablo 14.	C-15 sediment karotunun kil mineral yüzdelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerlerinin dağılımı. 65
Tablo 15.	C-15 sediment karotunda kil mineralleri bolluk oranları. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir. 66
Tablo 16.	Marmara Denizi güney şelfi yüzey örneklerinde kil mineralleri yüzde dağılımı ve ortalaması. 70
Tablo 17.	Marmara Denizi kuzey şelfi yüzey örneklerinde kil mineralleri yüzde dağılımı ve ortalaması. 73
Tablo 18.	İZ-30 sediment karotu örneklerinde metal değerlerinin birbirleriyle korelasyonu. 86

Tablo 19.	Çalışma alanındaki sedimentlerin içerdiği bazı metal miktarlarının yüzey sedimentleriyle ve şeyl bileşimi ile karşılaştırılması.....	86
Tablo 20.	BUC-10A sediment karotu örneklerinde metal değerlerinin birbirleri ile korelasyonu.	94
Tablo 21.	CAG-3 sediment karotu örneklerinde metal değerlerinin birbirleri ile korelasyonu.	102
Tablo 22.	C-15 sediment karotu örneklerinde metal değerlerinin birbirleri ile olan korelasyonu.....	111



ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.	KAFZ'nun Marmara Denizi'ndeki geometresi..... 2
Şekil 2.	Çalışma alanının batimetresi ve karot örneklerinin lokasyonu..... 3
Şekil 3.	İzmit Körfezi'nin batimetresi..... 12
Şekil 4.	İzmit Körfezi batı havzasının mültebeam batimetresi haritası – 85 m eski kıyı çizgisi, KAFZ ve basınç sırtları..... 14
Şekil 5.	Anadolu ve çevresindeki tektonik birlikler ve KAFZ'nun geometresi..... 15
Şekil 6.	İZ-30 sediment karotunun litolojisi..... 35
Şekil 7.	BUC-10A sediment karotunun litolojisi..... 37
Şekil 8.	CAG-3 sediment karotunun litolojisi..... 39
Şekil 9.	C-15 sediment karotunun litolojisi..... 41
Şekil 10.	CAG-3 sediment karotunda kum (%), silt (%), kil (%), mean (phi), CaCO ₃ (%) ve Corg (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir. 43
Şekil 11.	C-15 sediment karotunda kum (%), silt (%), kil (%), mean (phi), CaCO ₃ (%) ve Corg (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir..... 46
Şekil 12.	CAG-3 sediment karotunda kil minerallerinin (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir. 56
Şekil 13.	CAG-3 sediment karotunun kil mineralleri bolluk oranlarının dağılımı Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir. 59
Şekil 14.	CAG-3 sediment karotunda 132 – 133 ve 243 – 245 cm aralığındaki kil boyutu örneklerin etilen glikollü XRD profilleri..... 60
Şekil 15.	C-15 sediment karotunun kil minerallerinin (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir. 63
Şekil 16.	C-15 sediment karotunun kil mineralleri bolluk oranlarının dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir..... 67
Şekil 17.	C-15 sediment karotunda 74 - 75 ve 201 - 203 cm aralığındaki kil boyutu örneklerin etilen glikollü XRD profilleri. 68

Şekil 18.	Marmara Denizi kuzey ve güney şelfinde yüzey örneklerinde simektit ve illit dağılımı.	71
Şekil 19.	Marmara Denizi kuzey ve güney şelfinde yüzey örneklerinde kaolinit ve klorit dağılımı.	72
Şekil 20.	İZ-30 Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbonat dağılımı.	77
Şekil 21.	BUC-10A Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbonat dağılımı.	78
Şekil 22.	CAG-3 Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbonat dağılımı.	79
Şekil 23.	C-15 Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbonat dağılımı.	80
Şekil 24.	İZ-30 sediment karotunun metal değerlerinin dağılımı.	82
Şekil 25.	İZ-30 sediment karotu free karbonat metal değerleri dağılımı.....	84
Şekil 26.	İZ-30 sediment karotunun metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.....	85
Şekil 27.	BUC-10A sediment karotunun metal değerlerinin dağılımı.	93
Şekil 28.	BUC-10A sediment karotu free karbonat metal değerleri dağılımı.....	95
Şekil 29.	BUC-10A sediment karotunda metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.....	97
Şekil 30.	CAG-3 sediment karotunun metal değerlerinin dağılımı.	103
Şekil 31.	CAG-3 sediment karotu free karbonat metal değerleri dağılımı.....	104
Şekil 32.	CAG-3 sediment karotunda metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.....	106
Şekil 33.	C-15 karotunun metal değerlerinin dağılımı.....	112
Şekil 34.	C-15 sediment karotu free karbonat metal değerleri dağılımı.....	113
Şekil 35.	C-15 sediment karotunun metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.....	114

EK LİSTESİ

Sayfa

EK 1.	: İZ-30, BUC-10A, CAG 3 ve C-15 karotlarının toplam karbonat yüzde (%) değerleri.....	143
EK 2.	: İZ-30, BUC-10A, CAG 3 ve C-15 karotlarının organik karbon yüzde (%) değerleri.....	145
EK 3.	: İZ-30 sediment karotunun Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	147
EK 4.	: İZ-30 sediment karotundaki metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.....	150
EK 5.	: İZ-30 sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	152
EK 6.	: BUC-10A sediment karotunun Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	154
EK 7.	: BUC-10A sediment karotundaki metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.....	156
EK 8.	: BUC-10A sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	157
EK 9.	: CAG-3 sediment karotunun Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	158
EK 10.	: CAG-3 sediment karotundaki metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.....	159
EK 11.	: CAG-3 sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	160
EK 12.	: C-15 sediment karotunun Al, Mn, Cu, Pb, Zn ve Cr miktarı dağılımı.....	161
EK 13.	: C-15 sediment karotundaki metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.....	162
EK 14.	: C-15 sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.....	164

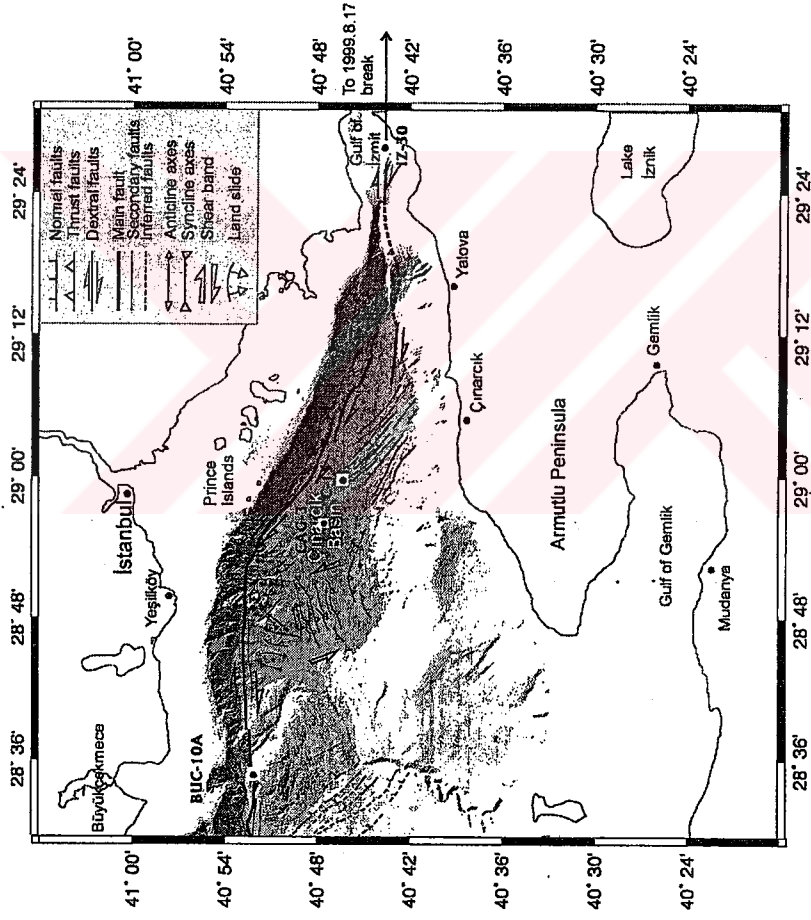
I. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amaç ve Kapsamı

Kuzey Anadolu Fay hattının Marmara Denizi'ndeki uzantısı (Şekil 1) üzerinde bir çok sismik ve batimetrik çalışma yapılarak fay geometrisi ortaya çıkartılmıştır (Armijo vd., 1999; Okay vd., 2000; İmren vd., 2001; Le Pichon vd., 2001; Alpar ve Yaltırak, 2002; Gökaşan vd., 2001; Gazioğlu vd., 2002; Kuşçu vd., 2002; Gökaşan vd., 2003). Ancak bu fayın Marmara Denizi tabanındaki sedimentler üzerinde etkileri pek bilinmemektedir. Bu tez çalışmasında, Marmara Denizi doğusunda, Kuzey Anadolu Fayı'nın aktif kolu üzerindeki İzmit Körfezi Hersek Deltası açıklarında İZ-30, Büyükçekmece açıklarında BUC-10A, Çınarcık Çukurluğu'nun tabanından CAG-3 ve C-15 karot örnekleri alınmıştır (Şekil 2). Çınarcık Çukurluğu'nda alınmış olan iki karotda depremlerin tetiklemesi sonucu oluşan deniz altı kütle kaymaları (slide, slump) ve kütle akmaları (mass flow) ile taşınan sediment birimlerinin varlığı; sedimentolojik gözlem, tane boyu ve kil-mineral analizi ile saptanmaya çalışılmıştır. Fay hattı üzerinden alınmış olan İZ-30 ve BUC-10A sediment karotlarında; aktif fay hareketlerine bağlı olası akışkan-sediment tepkimelerinin izleri ve akışkanların kökeni çeşitli jeokimyasal analizler ile araştırılarak, diyajenetik veya hidrotermal çözellilerin olup olmadığı incelenmiştir. Bütün bu sonuçlar bir araya getirilerek fay hareketlerinin neden olduğu depremler sırasında derin çukurluklarda turbiditik ve homojenit gibi sediment birimlerinin çöküp çökmediği, çökellerde önemli akışkan (metan ve hidrojen sülfür gibi gaz ve gözenek suyu) çıkışı olup olmadığı araştırılmıştır. Normal olarak bu tür akışkan çıkışlarının etrafında alg örtüleri ve diğer bentik organizma grupları büyümektedir. Bunun aksine gerilmeli fay zonlarında ise deniz suyu çökel içerisine çekilmektedir. Bu akışkanlar çökellerle tepkimeye girerek ve zaman içinde organik büyümeler sedimentin bünyesine dahil olarak sediment bileşiminde önemli değişimlere neden olabilmektedir. Alınan sediment karot örneklerinde bu tür değişimlerin varlığı da incelenmiştir. Ayrıca depremler sonucunda oluşan kütle hareketleri ile taşınan sediment depolarının karakteristik özellikleri göz önüne alınarak çalışma alanında ki depremlerin tetiklediği sediment depoları birbirinden ayırt edilmiştir.



Şekil 1. KAFZ'nun Marmara Denizi'ndeki geometrisi (Le Pichon vd., 2001).



Şekil 2. Çalışma alanının batimetrisi ve karot örneklerinin lokasyonu (Le Pichon vd., 2001)

1.2. Denizaltı Kütle Hareketleri ile Oluşan Sediment Birimlerinin Özellikleri

Kıta kenarındaki sedimentler derin denizlere kütle kaymaları (slide ve slump) ve kütle akmaları (mass flows) şeklinde de taşınır (Varnes, 1958; Dingle, 1977; Embley ve Jacobi 1977).

1.2.1. Kütle kaymaları

Kütle veya büyük bir bloğun kayma yüzeyi boyunca yamaç aşağıya doğru hareket etmesidir. Kütle kaymalarında kayma yüzeyi ve kayan kütle hareket şekli kayma türünü belirler. Kayma yüzeyi boyunca kayan kütle düzlemsel (slide) veya rotasyonel (slump) hareket eder (Varnes, 1958; Dingle, 1977; Embley ve Jacobi 1977).

1.2.1.1. Slide

Kütle veya bir bloğun kayma yüzeyi boyunca yamaç aşağıya doğru düzlemsel hareket etmesidir. Bu tür sediment depolarının iç yapılarında deformasyon olmamakla beraber tabakaların yanal yönde devamlılığı yoktur (Dingle, 1977; Embley ve Jacobi 1977). Slide türü kütle kaymalarında kayma yüzeyi düzlemseldir.

1.2.1.2. Slump

Kütle veya bloğun kayma yüzeyi boyunca dönerek (rotasyonel) yamaç aşağıya doğru hareket etmesidir. Bu tür sediment depolarında; kıvrımlanmış tabakalanmalar, eğilmiş (maksimum 60° ye kadar) ve devamsız tabakalanmalar, birincil ve ikincil içbükey kayma yüzeyleri, doku ve litolojideki ani değişimler gözlenir (Helwig, 1970; Woodcock, 1976; Embley ve Jacobi 1977).

1.2.2. Kütle akmaları

Sedimentin yamaç aşağıya doğru yer çekimi etkisi ile tabana paralel olarak hareket etmesi ile oluşan akıntılar sediment akıntıları yada sediment-ağırlık akıntıları (sediment – gravity flows) olarak değerlendirilir. Bu tür sediment akıntıları; tane akıntıları, moloz (debris) akıntıları, sıvılaşmış sediment akısı ve türbidit akıntıları olmak üzere dört grup altında toplanır (Varnes, 1958; Dingle, 1977; Middleton ve Hampton, 1973).

1.2.2.1. Tane akıntıları ile sediment taşınımı

Tanelerin birbirlerine yaklaşarak hareket etmesi veya birbirleri ile çarpışması ile oluşurlar. Tane akıntıları sonucu oluşan sediment birimlerinde; taneler akış yönünde bir dizilim göstermekle beraber laminalı, ters derecelenmiş ve iyi boylanmış bir istif sunarlar (Middleton ve Hampton, 1973).

1.2.2.2. Moloz akıntıları ile sediment taşınımı

Büyük tanelerin kil boyutu veya sıvı matriksi içerisinde hareket etmesi ile oluşur. Moloz akıntıları ile oluşmuş sediment birimlerinde; alt ve üst sınırlar oldukça keskin dokanaktır. Bu birimler büyük taneler ve matriksden (çamur ve su) oluşup, ters derecelenmeli veya kötü derecelenmeli bir istif gösterirler (Johson, 1970; Hampton, 1972; Middleton ve Hampton, 1973; Shanmugan vd., 1995).

1.2.2.3. Sıvılaşmış sediment akıntıları ile sediment taşınımı

Gevşek tutturulmuş taneler arasındaki boşluk suyunun ani hareketi ile taşınan sediment, sıvılaşmış sedimentleri temsil eder. Bu tür sediment birimleri; tabanda oluk izleri, tavanda ise kum volkanları içermekle beraber kötü derecelenmeli ve sıvı kaçma yapılarından oluşurlar (Middleton ve Hampton, 1973)

1.2.2.4. Türbidit akıntıları ile sediment taşınımı

Türbülanslı akış içerisinde irili ufaklı taneler akış hızının yavaşladığı yerlerde çökerek deniz dibinin çeşitli bölgelerinde türbidit sediment depolarını meydana getirirler. Bu tür sediment depoları normal derecelenmeli, keskin alt sınırlı, dereceli geçişli üst sınırlı ve Bouma istifinin bölümlerini içerirler (Bouma, 1962; Middleton ve Hampton, 1973).

1.2.2.5. Homojenit sedimentler

Derin denizel düzlüklerde bulunan sediment depolarından biridir. Bu tür sediment depoları depremler sırasındaki sarsıntılarla oluşan akmalar ve deniz tabanındaki sedimentlerin suya karışıp (resuspended) tekrar çökmesi ile oluşur (Beck vd., 2003). Bu birimlerin alt sınırları erozyonal olup; tabanda derecelenmeli kum birimi ile başlayıp herhangi bir stratigrafik iç yapı göstermeyen çamur birimi ile devam eder (Cita vd., 1982; Hieke, 1984).

1.3. Marmara Denizi'nin Doğusunda Yapılan Önceki Çalışmalar

Marmara Denizi'nin doğusunda bir çok jeolojik ve jeofiziksel çalışma yapılmasına rağmen KAF'nın sedimentler üzerine etkileri pek araştırılmamıştır. Marmara Denizi'nin doğusunda yapılan çalışmaların bazıları şunlardır.

Evans ve diğerleri (1989), Marmara Denizi'nin doğusunda aldıkları 1m lik 3 ayrı kor örneğinde yaptıkları analizler sonunda; karottaki sedimentlerin hepsinin oksijenli koşullarda çökdikleri, son bin yılın sonlarına doğru Cu, Pb, Zn, Cr ve P da ki artışların olduğunu bu yükselmelerin endüstrileşme ile ilgili olduğunu belirtmiştir.

Ergin ve Yörük (1990), İzmit Körfezi'nin dip yüzey sedimentlerinden alınan 31 adet numuneden tane boyutu, toplam karbonat ve organik karbon analizleri yaparak buradaki tane boyutu dağılımı üzerine topografya ve hidrodinamik faktörlerin, toplam karbonat dağılımında kalkerli organizmaların, organik karbon üzerine de birincil üretimin etkin olduğu sonucuna varmıştır. İzmit Körfezi'nde sedimentasyon oranını 70 cm/1000 yıl olarak hesaplamıştır. Bu oran, bu çalışmada 68 cm/1000 yıl olarak hesaplanmıştır.

Ergin ve diğerleri, (1993), Marmara Denizi'nde toplam 166 yüzey sediment örneklerinde organik karbon analizleri yaparak sedimentteki organik karbonun kaynağının daha çok organikçe zengin Karadeniz kökenli sulardan kaynaklandığını söylemiştir.

Bodur ve Ergin (1994), Marmara Denizi'nde 6 karot ve 166 grap örneğinde yapılan çalışmalarda, Marmara Denizi'nin kuzey doğusundaki dip sedimentlerde Cr ve Ni zenginleşmesini karasal ultrabazik ve bazik kayaların kontrol ettiğini, Cu ,Pb ve Zn'nun endüstriyel kaynaklı, derin dip sedimentlerdeki yüksek Mn değerlerini ise hidrotermal kaynaklı olabileceğini tahmin etmektedir.

Çağatay (1995), İzmit Körfezi (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner yaşlı tortul istifin majör, eser ve ayrıca organik karbon ve toplam karbonat analizleri yapılarak jeokimyası

incelenmiş, organik karbon ve toplam kükürt analizleri; İzmit Körfezi Kuvaterner tortul istifinin oksit su koşulları altında zaman zaman tatlı – acı su gölsel ortamdan denizele değişen ortamlarda çökelmişlerdir. Çökellerin Ca, toplam karbonat, Sr ve Ba içerikleri çoğunlukla biyojen kökenli olup, karbonatlı organizma kavrıkları ile ilişkilidir. Tüm örneklerde Ca miktarı toplam eşdeğer CaCO_3 miktarına göre fazlalık gösterir ve bu fazlalık daha çok plajiyoklas fazında yer alır. Fe ve Mn'in eser metallerin dağılımında önemli pozitif korelasyonlar göstermesi, metallerin bir kısmının Fe içeren birincil kırıntı silikat ve oksit mineraller içerisinde, bir kısmının da Fe ve Mn oksihidroksitlere soğrulmuş olarak bulunabileceğini belirtmiştir.

Ediger ve Ergin (1995), İzmit Körfezi'nde (Hersek Burnu – Kaba Burun) yapılan dokuz adet sondajın Kuvaterner istifinde yapılan sedimentolojik çalışmalarda; en az iki kez tekrarlanan ve üste doğru tanece irileşen bu çökel dizilimleri, düşük enerjili bir ortamdan yüksek enerjili bir ortama geçişi temsil etmektedir.

Eryılmaz ve diğerleri, (1995), İzmit Körfezi'nde dip sedimentlerde alınan örnekler tane büyüklüğüne göre tortul analizine tabi tutularak körfezin yüzey tortul dağılım haritasını üretmiştir. Ayrıca, sediman girdisinin kökenini tespit etmek amacıyla organik karbon ve toplam karbonat miktarlarını saptamışlar. Bölgedeki organik karbon içeriğinde birincil üretimin ve antropojenik girdilerin etkin olduğunu, toplam karbonat içeriğinin ise bentik organizmaların kalsiyum karbonatlı kavrıklarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Helvacı ve Fallick (1995), İzmit Körfezi (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner tortulları içinde oluşan jipsler ve bunların $\delta^{34}\text{S}$ değerleri incelenmiştir. $\delta^{34}\text{S}$ değerleri +3 ‰ ile -27‰ arasında değişmektedir. İzmit Körfezi Kuvaterner tortullarının ve jips minerallerinin denizel ortamda çökeldiği, ve jipsleri oluşturan H_2S , S^{2-} ve olasılıkla SO_4 'ın Hersek Burnu tarafındaki fay hattı boyunca hidrotermal olarak alttan beslendiği öngörülmüştür.

Meriç'e (1995), göre İzmit Körfezi'nde (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner çökellerinin fosil toplulukları, özellikle foraminifer, nannoplankton, ostrakod ve mollusk'lar bölgede Geç Pliyosen'den Geç Holosen'e kadar bölgesel iklim salınımları ve yoğun

tektonizmanın kontrolü altında gelişen farklı ortamsal koşulların varlığını yansıtmaktadır. Bu ortamsal koşullar Üst Pliyosen'de anoksik derin denizel, Alt – Orta Pleyistosen'de derin ve sığ denizel – acı su, Üst Pleyistosen'in başlarında su – delta, karasal ve bu dönemin sonu ile Holosen'den günümüze kadar ise denizel koşullardır.

Meriç ve Suner (1995), İzmit Körfezi'nde (Hersek Burnu – Kaba Burun) gerek karada gerekse denizde yapılmış olan dokuz deniz sondajından ikisine ait ve 50 gr olarak alınmış olan 37 tortul örnekten dokuzunda toplam 46065 adet foraminifer saptamıştır. 9 sondajdan derlenen 164 örnekte 58638 adet foraminifer gözlenmesine karşın, 9 örnekte bu anormal foraminifer içeriğinin nedeni olarak, sondaj noktalarında saptanan iki fay sebebi ile Alt Pleyistosen sonundan itibaren günümüzden yaklaşık 500 yıl öncesine kadar etkisini gösteren sığ kökenli bir sıcak su kaynağının varlığının olabileceğini belirtmiştir.

Seymen (1995), İzmit Körfezi'nde horstlardan elde edilen gözlemsel verilere dayanarak körfez ve çevresinin temel jeolojisini aydınlatmaya çalışmıştır.

Algan ve diğerleri, (1999), İzmit Körfezi'nde mevsimlere göre değişen hidrodinamik koşullar altında sediment taşınımını araştırmak için yüzey sedimentlerinin ve sudaki askıda taşınan sedimentin miktarının dağılımlarını inceleyerek, Körfezin batı ve doğu baseninde yüzey sedimentlerinin tane boyutunu birbirinin aksi yönünde işleyen hakim iki akıntı sistemi kontrol ettiğini bulmuştur. Körfezde sediment taşınımını ince taneli sedimentin süspanse olarak taşınması ile gerçekleşir. Silt boyutlu sediment açık denizden körfezin batı kısmından girer ve nispeten daha kuvvetli olan akıntılarla içeriye doğru dağılır (Algan ve Altıok 1997). Merkezi derin bölgelerinde akıntı hızları zayıfladığı için kil boyutu malzeme merkezi baseni kaplamaktadır. Doğu basen ise karadan türeme ince taneli malzemenin devamlı olarak çöküp tekrar süspanse olduğu bir depolanma alanıdır.

Algan ve diğerleri, (1999a), İstanbul metropolitanın civarındaki denizel yüzey sedimanlarının ağır metal ve organik karbon değerlerinde atık su deşarjlarının önemli ölçüde etkisi olduğunu göstermiştir.

Alpar ve Güneysu (1999), Yalakdere'nin taşıdığı sediment yükünün körfez tabanında birikimi neticesinde İzmit Körfezi güney kıyısında oluşan Hersek Deltası'nın; Jeolojik, jeomorfolojik, batimetrik ve sığ sismik çalışmalarının ışığında yapısal özelliklerini, oluşumunu ve gelişimini incelemiştir. Sismik kesitlerde akustik temel olarak gözlenen ve tektonik hareketlerde etkilenmiş bir sismik birim üzerinde dört ayrı çökel paketi ayırt etmiştir. Hersek Deltası'nın gelişiminde iklim oynamalarının ve tektonizmanın etkin olduğunu vurgulamıştır.

Ergin ve diğerleri (1999), Marmara Denizi'nin güney şelfinde 29 karot örneğinde kil mineral analizleri yapmıştır. Simektit minerali karot örneklerinin temelinden itibaren karot yüzeyine doğru artarken, illit miktarlarının azaldığını tespit etmiştir. Bu değişimden hareketle karot temelindeki sedimentlerin soğuk iklim koşullarında çökeldiği ve iklim koşullarının gittikçe ısındığını ileri sürmüştür.

Güneysu (1999), İzmit Körfezi'nin 1/50.000 ölçekli batimetri haritasını 1997 yılında oluşturarak, İzmit Körfezi'nin dip yapısına ait morfolojik özelliklerin ortaya konmasına ilişkin bilgiler sunmuştur.

Çağatay ve diğerleri (2000), Marmara denizinde iki ayrı sapropel tabakasının olduğunu bu sapropellerden ilkinin günümüzden 10.600 – 6.400 diğerinin de 4.750 – 3.200 yıl önce oluştuğunu, Sapropellerden hareketle son buzul döneminden günümüze kadar Marmara Denizi'nin Paleosinoğrafik ortam analizi ve Karadeniz ve Akdeniz ile olan bağlantılarını ortaya çıkarmıştır.

Algan ve diğerleri (2001), İstanbul Boğazı'ndaki sedimentlerin stratigrafisinden hareketle Holosen'deki son buzul döneminden günümüze kadar olan Akdeniz ve Karadeniz bağlantılarını incelemiştir. Algan ve diğerlerine göre; günümüzden 25000 yıl önce Karadeniz ile Marmara Denizi'nin bağlantısı kesilmiştir. Bu durum günümüzden 10000 yıl öncesine kadar devam etmiştir. Karadeniz Marmara Denizi ile olan bağlantısını günümüzden 10000 yıl önce tekrar sağlamıştır. İstanbul Boğazı'ndaki günümüz koşullarının (iki tabakalı su geçişinin) günümüzden 4.400 yıl önce gerçekleştiğini tespit etmiştir.

Gökaşan ve diğerleri (2003), Marmara Denizi'ndeki multi-beam ve sismik verileri inceleyerek, KAF'yının Marmara Denizi'ni bütünü ile kestiğini ve bu fayın Marmara Denizi'nin batısında büyük deniz altı heyelanını oluşturarak, Marmara Denizi'nin batı sırtını oluşturduğunu ileri sürmüştür.

1.4. Marmara Denizi'nin Güncel Oşinografisi

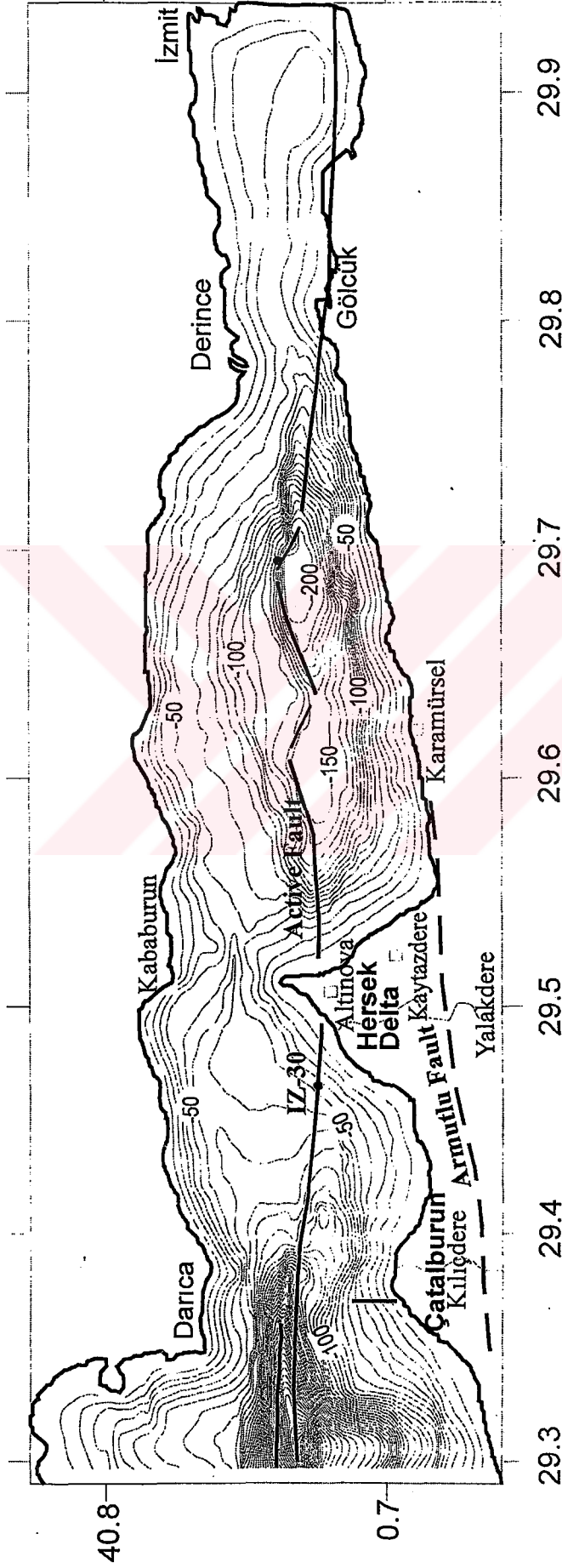
Marmara Denizi, Akdeniz ve Karadeniz'i Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile birbirlerine bağlayan, yaklaşık 210 km uzunluğunda ve 75 km eninde bir geçiş denizidir. Çalışma alanı Marmara Denizi'nin İzmit Körfezi ile Büyük Çekmece arasında kalan kısmını içermektedir. İzmit Körfezi yaklaşık 50 km uzunluğunda, 2-10 km arasında değişen bir genişliğe sahip olup 300 km²'lik bir yüzey alanına sahiptir. İzmit Körfezi ile Büyük Çekmece arasında en derin yeri 1276 m ile (Çağatay vd., 2000) güneydoğu–kuzeybatı yönlü ve kama şekilli doğu Marmara Çukurluğu içerisinde yer alır. Marmara Denizi'nin kuzeydoğusunda yer alan İstanbul Boğazı günümüzde –35 m, Çanakkale Boğazı –65m eşik derinliğine sahiptir. Marmara Denizi'nde üstte Karadeniz kökenli az tuzlu sular (18 ppt), altta ise Akdeniz kökenli daha tuzlu (38.5 ppt) suların hakim olduğu iki yönlü bir su akışı sistemi mevcuttur. Marmara Denizi'nin doğusunda günümüzde önemli nehir suyu girdisi yoktur. Marmara Denizi'nin güneyinde ise Biga, Gönen ve Kocasu gibi akarsuların sağladığı toplam su akışı 5.80 km³/yıl ve askıda sediment akışı ise 2.2x10⁶ t/yıl'dır (EİE 1993). Bu nehir kaynaklı tatlı su girdisi Karadeniz'den gelen 605 km³/yıl tutarındaki az tuzlu yüzey suyu akısından çok düşüktür. Karadeniz'den gelen bu su akısına karşılık Akdeniz'den dip akıntıyla Marmara Denizi'ne 376 km³/yıl miktarında tuzlu su girdisi vardır (Ünlüata vd., 1990).

1.5. Çalışma Alanı Morfolojisi ve Batimetri

Çınarcık Çukurluğu Marmara Denizi'ndeki derin çukurlardan en doğuda olanı olup; doğuda İzmit Körfezi, batıda Orta Marmara Sırtı, kuzeyde Adalar bloğundan kuzey sınır fayı, güneyinde ki Armutlu bloğundan ise yanal atımlı Yalova – Çınarcık Fayı ve İmralı Platformu ile sınırlanmaktadır (Şekil 1). En derin yeri 1276 m olup, yaklaşık 810 km² alana sahiptir (Çağatay vd., 2000, 2000a). Çınarcık Çukurluğu BKB – DGD doğrultulu, KAF'yının (Kuzey Anadolu Fayı) iki kolu arasında gelişmiş kama şeklinde bir havzadır (Okay vd., 1999; Alpar

2000; Siyako vd., 2000; İmren vd., 2001; Gazioğlu vd., 2002; Gökaşan vd., 2002). Çınarcık Çukurluğu'ndaki şelfin dış sınırı yaklaşık 100 m su derinliğinde bulunur (Çağatay vd., 2000, 2000a; Gazioğlu vd., 2002). Kuzey ve güney şelf alanları morfolojik olarak farklıdır. Kuzey şelf alanları Darıca ile Küçükçekmece arasını kapsamaktadır. Bu bölgede dikkati çeken en önemli yapılar Prens Adaları ve İstanbul Boğazı'dır. Güney şelfi ise Çınarcık Çukurluğu ile Armutlu Yarımadası arasındaki oldukça dar şelf alanından oluşur (Şekil 2). İmralı Platformunun güney kesiminde geniş şelf alanları vardır. Bu şelf alanlarının Çınarcık Çukurluğu ile ilişkisi İmralı Platformu tarafından kesilmektedir. Şelf alanlarından sonra yamaç eğimleri hızlı bir şekilde derinleşmektedir. Kuzey yamacı ortalama olarak 17° , güney yamacı $7 - 10^{\circ}$ lik eğim açlarına sahiptir (Alpar, 2000; Gazioğlu vd., 2002). Bu kıta yamaçları denizaltı kanyonlarınca kesilmiştir. Çınarcık Çukurluğu'nun tabanı hafif ondülasyonlar gösteren bir düzlükten oluşup, çukurlukla kıta yamacı arasında deniz altı heyelanları ile taşınan birikinti kütleleri bulunmaktadır (Alpar, 2000). Bu birikintiler kuzey kıta yamacının tabanında daha belirgin ve gelişmiştir. Bölgede dikkati çeken en önemli denizaltı vadisi İmralı Platformu'nun batısında Çınarcık Çukurluğu'nun güney yamacı boyunca derin çukurluğa ulaşan, menderesli görünüm veren bir denizaltı vadisidir (Şekil 2). Bu vadi büyük bir olasılıkla buzul çağlarında, Marmara'nın su seviyesinin düşük olduğu dönemlerde karasal ortamdaki güney şelfini kateden Kocasu'nun yatağı ile birleşmekte idi (Çağatay, 2003). Marmara Denizi'nin şelf alanlarında ortalama çökme hızı 40 cm/ka kadardır. Sırt (push-up) bölgelerinde 10 cm/ka'ya düşen bu oran çukurluklarda değişken olup 100 – 200 cm/ka arasındadır (Çağatay, 2003). Bu farklılık derin çukurlarda hakim olan deniz altı kütle akımları ile ilişkilidir.

İzmit Körfezi Marmara Denizi'nin doğusundaki iki önemli körfezinden en kuzeyde olanıdır. İzmit Körfezi kuzeyinde Kocaeli Platosu, güneyde ise Samanlı Dağları'nın orta bölümü bulunur. Yaklaşık 300 km^2 yüzey alanına sahiptir (Baştürk vd., 1985; Hoşgören, 1995; Güneysu, 1999; Öztürk vd., 2000). İzmit Körfezi; Çatalburun–Yelkankaya Burnu arası ile doğu ucu arasında yaklaşık 50 km uzunluğunda, 2–10 km genişliğe sahiptir (Şekil 3). Körfezin en dar yeri Kaba Burun ile Hersek Burnu arasındaki kısım iken, en geniş yeri Hereke ile Karamürsel arasındadır. İzmit Körfezi batı, merkez ve doğu havzalarından oluşur. Bu havzalardan merkez havzası batı havzasından 55 m su derinliği olan Hersek Burnu önündeki



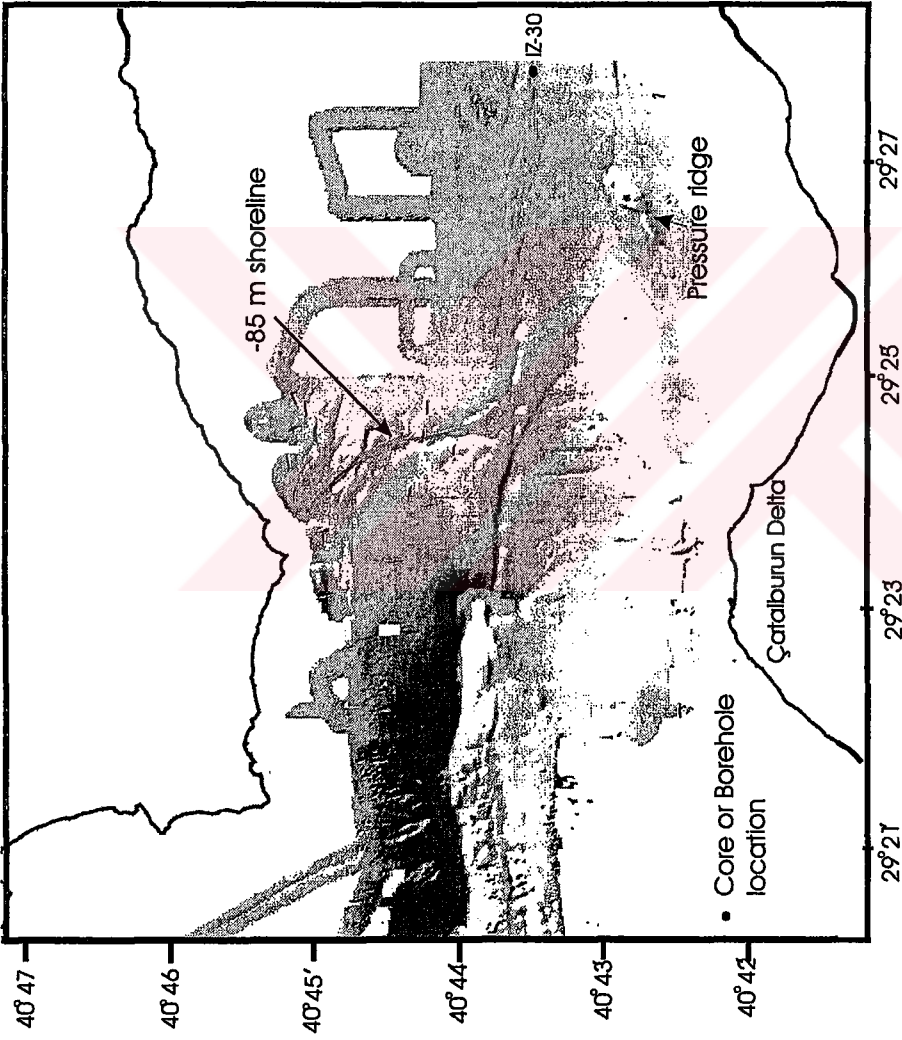
Şekil 3. İzmit Körfezi'nin batimetrisi (Çağatay vd., 2003a).

eşik ile, doğu havzasından ise Gölcük açıklarındaki 38 m su derinliği olan eşik ile ayrılır (Çağatay vd., 2003a). Batı havzası İzmit Körfezi'nin en batısındaki havza olup Marmara Denizi'nin doğusundaki Çınarcık Çukurluğu'nun körfez içine doğru uzanan doğu ucudur. Batı havzası doğuda Hersek Burnu ile Kaba Burun arasındaki eşikle, Kuzeyde Kaba Burun ve Yelkenkaya Burnu, Güneyde Çatalburun ve Hersek Burnu ile sınırlanır. Batı havzasının derinliği Darıca – Çatalburun arasında yer yer 200 m'ye kadar ve hatta körfezin çıkışında 500 m'yide aşarak Çınarcık Çukurluğu'na doğru uzanır. İzmit Körfezi batı havzasında –85 m de eski kıyı çizgisi tespit edilmiştir (Şekil 4) (Çağatay vd., 2003a). Bu seviyelerdeki sedimentlerin kaba taneli çakıllardan oluştuğu saptanmıştır. Bu havzada multibeam çalışmalarıyla oluşan batimetride KAFZ ve basınç sırtı dikkati çeken önemli yapılardır (Şekil 4) (Çağatay vd., 2003a). Bölgeye dökülen en önemli akarsular Yalak Dere, Dil Dere ve Lale Deresi'dir. İzmit Körfezi'nin batı havzasında Lale Deresi Deltası ve Hersek Deltası dikkati çeken deltalardır. Darıca ve Eskihisar ise bölgedeki önemli yerleşim birimlerini oluşturur.

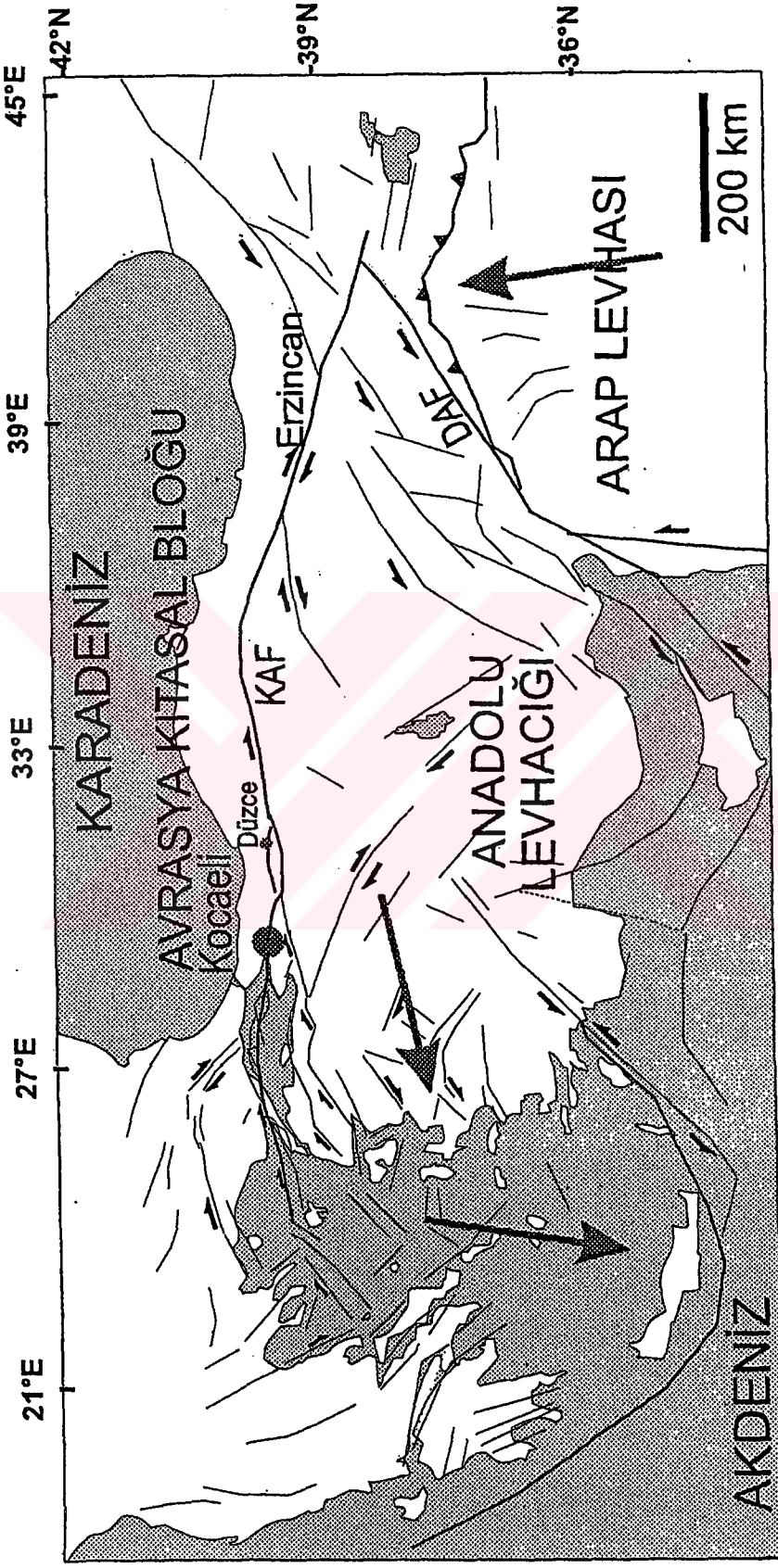
1.6. Çalışma Alanının Tektoniği

Marmara Denizi ve Çınarcık Çukurluğu'nun evrimi Anadolu'nun neotektonik gelişimi içerisinde yer almaktadır. Bu nedenden dolayı bölgenin tektonik gelişimini anlamak için Türkiye'nin neotektonik evrimi ve Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) gelişimine kısmen değinmekte yarar vardır.

Türkiye'nin neotektonik evrimi ile ilgili olarak Şengör (1980)'den büyük ölçüde yararlanılmıştır. Şengör'e (1980) göre Türkiye'de neotektonik devre, Bitlis kenet kuşağı boyunca Anadolu – Arap kıtası çarpışması ile başlamıştır (Şekil 5). Doğu Anadolu ve Batı İran boylamlarından Avrasya ile Arap kıtası arasında son okyanus litosferinin de kaybolmasını sonuçlayan Orta Miyosen yaşlı bu çarpışma ile birlikte Arap kıtası – Avrasya yakınlaşması, Türk-İran platosu sınırları içerisinde kıta kabuğunun yamulması ile karşılaşmaya başlanmıştır. Çarpışma cephesinin (Bitlis-Zagros hattı) ard ülkesindeki kıta kabuğu yaklaşmayı kısıp kalınlaşarak karşılaşmış, ancak gittikçe artan kabuk kalınlığı ve buna paralel olarak yükselen litostatik basınç bu tür yamulmayı giderek güçleştirmiştir. Orta ve Batı Anadolu'yu kapsayan Anadolu Levhası, meydana gelen Kuzey ve Doğu Anadolu transform fayları boyunca Doğu Anadolu sıkışma bölgesinden batıya, kolaylıkla dalabilen



Şekil 4. İzmit Körfezi batı havzasının multibeam batimetri haritası, -85 m eski kıyı çizgisi, KAFZ ve basınç sırtları (Çağatay vd., 2003a).



Şekil 5. Anadolu ve çevresindeki tektonik birlikler ve KAFZ'nun geometresi

Doğu Akdeniz litosferinin üzerine itilmeye başlanmıştır. Yukarıda bahis edildiği gibi KAFZ neotektonik dönemde oluşmuştur. KAFZ Doğu Akdeniz Bölgesi'nin en önemli aktif fayıdır. Erzincan'ın doğusunda Karlıova'dan başlayıp Karadeniz kıyısına az çok paralel uzanır (Ketin, 1968; Şengör, 1979, 1980). Bolu yakınlarında iki kola ayrılan KAFZ Gemlik ve İzmit körfezlerinden Marmara Denizi'ne girer (Şekil 5). Üçüncü bir kol ise Bursa yakınlarında orta koldan ayrılarak Edremit Körfezi'ne girer. KAFZ ortalama 1500 km uzunlukta ve sağ yönlü doğrultu atımlı ve diri fay topluluğunu barındıran bir kuşaktır. Fayın belirgin morfolojik özellikleri arazide, hava fotoğraflarında ve uydu fotoğraflarında kolaylıkla tanınır (Allen, 1969; Arpat ve Şaroğlu 1972). Sağ yönlü hareketin baskın olduğu KAFZ üzerinde Miyosen ya da Pliyosen'den bu yana 25–125 km'ye kadar değişen büyüklüklerde yer değiştirmeler gözlenmiştir (Barka, 1981; Şengör vd., 1985). 1939 – 1999 arasında $M_s \geq 7 - 8$ olan sekiz büyük depremin Erzincan – Gölcük (Kocaeli) arasında batıya doğru göç ederek oluştuğu gözlenmiştir. Marmara Denizi içerisinde Gemlik Körfezi ile Kapıdağ Yarımadası ve İzmit Körfezi ile Ganos Dağları arasında fayın geçtiği ilk kez Pınar (1942) tarafından iddia edilmiştir. Bu iddiadan sonra KAFZ'nun Marmara Denizi'ndeki aktivitesi hakkında ileri sürülen modelleri üç ana gruba ayırabiliriz. Bunlardan ilki KAF'nun Marmara Denizi'ni tek bir zon olarak geçmiş olduğudur (Şekil 1) (Pınar, 1943; Kopp vd., 1969; Şengör, 1979, 1980, Şengör vd., 1985; İmren vd., 2001; Le Pichon vd., 2001). İkinci grup Marmara Denizi'ndeki D – B uzanımlı çukurları çek-ayır (pull-apart) havzalar olarak yorumlamışlardır (Barka ve Kadinsky – Cade, 1988; Wong vd., 1995). Okay vd.,(1999, 2000) ise Tekirdağ ve Çınarcık çukurluklarını fay-kaması havzaları olarak nitelendirmiştir.

İzmit Körfezi ve devamındaki Marmara çanağının morfolojisinden hareketle Barka ve Kadinsky-Cade (1988) bu havzaların gelişiminde en-echelon doğrultu atımlı faylarla çek-ayır havzalar şeklinde oluşacağını iddia etmiştir. Daha sonra bu model yapılan yeni çalışmalarla geliştirilmiştir (Barka, 1992; Wong vd., 1995; Görür vd., 1997). 17 Ağustos 1999 Gölcük (Kocaeli) depreminden sonra Marmara Denizi'nde özellikle de İzmit ve Çınarcık Çukurluğu ile Kuzey Marmara'da KAFZ'nun devamı üzerine bir çok araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalar sonucunda söz konusu fayın İzmit Körfezi içerisinde körfezin yaklaşık orta eksenini boyunca bir tek fay zonu olarak Çınarcık Havzası'na kadar devam ediyor olduğu konu ile ilgili çalışan bilim adamlarının birleştiği sonuçtur (Şekil 3) (Gürbüz vd., 2000; Okay vd.,

2000; İmren vd., 2001; Le Pichon vd., 2001; Göktaşan vd., 2001, 2003; Alpar ve Yaltırak 2002; Kuşçu vd.,2002; Polania vd., 2002). Çalışmacılardan bir kısmı KAFZ'nun Çınarcık Havzası doğusunda havzanın yamaçları boyunca iki kola ayrıldığını savunurken (Okay vd., 2000; İmren vd., 2001; Gazioğlu vd., 2002; Göktaşan vd., 2002, 2003; Yaltırak, 2002), Le Pichon vd., (2001) ana kolun Çınarcık Havza'sının kuzey yamacını izlediğini belirtmiştir. Çınarcık Çukurluğu'nun kuzey yamacını izleyen bu fay, sağ yanal KAFZ'nun en aktif kolu olup Çınarcık Çukurluğu'nun doğusunda büyük deniz altı heyelanı tarafından örtülmüştür (Le Pichon vd., 2001). Bu fay boyunca yanal hareketin hızı 25 mm/yıl'dır (Straub ve Kahle, 1994; Reilinger vd., 1997; Armijo vd., 1999). İmren ve diğerleri (2001) Çınarcık Havzası'nın doğusunda iki kola ayrılan fayın ana kolunun havzanın güney yamacını izlediğini, kuzey yamacı izleyen kolun ise havzanın batı ucuna doğru sönmüldüğünü iddia ederken, Göktaşan ve diğerleri (2002, 2003) kuzeydeki kolun sönmülmeyip yamacı ve kuzey şelfi keserek Küçükçekmece ve Büyükçekmece göllerinin içerisinde Trakya'ya doğru devam ettiğini önermektedir. Yaltırak (2002) Fayın ana bileşeninin, Çınarcık Havzası'nın güney yamacını izlediğini, kuzey yamacı izleyen fayın ise günümüzde doğrultu atımlı değil eğim atımlı normal fay olarak çalıştığını iddia etmiştir. Le Pichon vd., (2001)'e göre Çınarcık Çukurluğu'nda fay geometrisi, kayma bölünmesi (slip-partitioning) ve Çınarcık Çukurluğu'nun güney kenarında yılda 8-10 mm'lik bir genişleme gerektirmektedir. Burada, Le Pichon ve diğerleri (2001) tarafından 'Çınarcık Genişleme Alanı' adı verilen, 10 km genişliğinde bir zonda KB yönlü KD' ya doğru konkav, birbirine yakın ve önemli ölçüde düşey bileşene sahip faylar saptanmıştır (Şekil 2). Görüldüğü gibi Marmara Denizi'nin şekillenmesinde KAFZ'nin rolü büyüktür. KAFZ Marmara Denizi'ndeki sediment yapıları üzerine de etkilidir. Fay zonu üzerinde karada akışkan çıkışı (kaplıcalar) olduğu gibi, denizde de olması muhtemeldir. Marmara Denizi'nin batı sırtı üzerinde R/V Atalanta gemisi ile ROV (Viktor) kullanılarak alınan video görüntülerinde fay boyunca akışkan çıkışı gözlenmiştir. Akışkan içindeki sıcaklığın 13-14 °C olduğu tespit edilmiştir (Armijo vd., 2003). Bu sıvı çıkışlarının etrafında bakteriyel örtüler oluşmuştur. Bu çıkışlara bağımlı yaşayan kavkılı bentik organizmalar izlenmiştir. Marmara Denizi'ndeki KAFZ sedimentler üzerine etkilerinden biri de depremlerin tetiklediği kütle akmalarıdır. Marmara Denizi'nde depreme bağlı olarak oluşmuş homojenit ve türbiditik sediment birimleri saptanmıştır (Beck vd., 2003; Mchugh vd., 2003). Bu çalışmada da; Çınarcık Çukurluğu'ndaki karotlarda 6 seviyede

türbiditik birimler tespit edilmiştir. Bu türbiditik seviyelerin depremle ilişkili olup olmadığını tespit etmek için, türbiditik seviyelerden üçünün (CAG-3 243–245 cm, C-15 60–61 cm ve C15 74-75 cm) hemen altından yeteri miktarda bentik foraminifer toplanarak ¹⁴C (AMS metodu) yaşlandırılması yapılmıştır. Diğer üç türbiditik seviyenin (CAG-3 132-133, 216-218 cm ve C15 201–203 cm) hemen altından yeterli miktarda bentik foraminifer olmadığından ¹⁴C yaşlandırılması yapılamamıştır. Buna rağmen Çınarcık Çukurluğu'ndaki yaşlardan hareketle ortalama sedimentasyon hızı hesaplanmıştır. Bu sedimentasyon hızı göz önüne alınarak, yaşlandırılması yapılamayan türbiditik seviyelerde yaklaşık bir yaşlandırma yapılmıştır. Yaşlandırılan türbiditik seviyelerin tarihsel depremlerle ilişkisinin olup olmadığını anlamak için, Marmara Denizi'nin doğusunda olan çok şiddetli depremlerin tarihsel kayıtları incelenmiş ve aşağıda yeni bir alt başlıkta verilmiştir.

1.6.1. Çalışma alanındaki tarihsel depremler

Çalışma alanı dünyadaki önemli deprem kuşaklarından birinin üzerinde yer almaktadır. Bu nedenle geçmişte bir çok yıkıcı deprem yaşamış ve bu depremlerin bedeli ağır bir şekilde ödenmiştir. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki tarihsel deprem kayıtları Milattan Önce (M.Ö.) 222 yılı ile Milattan Sonra (M.S.) 1900 yılları arasında olmuş, şiddeti IX'dan büyük depremleri kapsar (<http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/thitoric.htm>). Çalışma alanına yakın tarihi deprem verileri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tablo 1'de tarihsel depremlerle birlikte aletsel döneme (1900–2003 yılları arası) ait çok şiddetli 2 tane depremi de içerir. Tarihsel deprem verilerinin bazılarında Marmara Denizi'nin kıyılarında tsunami olaylarının olduğu görülmektedir. Bu durum gelecekte de Marmara Denizi'nde yeterli büyüklükte bir depremin olması halinde tsunami oluşturacağına bir göstergesidir.

Tablo 1. Çalışma alanı ve yakın çevresindeki tarihsel depremler

(<http://www.koeri.boun.edu.tr./sismo/thitoric.htm>).

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Şiddet	Yer
24 Kasım 29		4040	2770	IX	İzmit, İzmit
325		4100	2900	IX	İstanbul
24 Ağustos 358		4075	2990	IX	Kocaeli, İzmit, İstanbul (Tsunami)
427		4100	2900	IX	İstanbul, İzmit, İzmit
08 Aralık 447		4080	2960	IX	İstanbul, İzmit
25 Eylül 478		4080	2900	IX	İstanbul
15 Ağustos 553		4075	2910	X	İstanbul, Kocaeli
715		4040	2970	IX	İzmit, İstanbul
16 Mayıs 865		4100	2900	IX	İstanbul
26 Ekim 986		4100	2900	IX	İstanbul, Trakya (Tsunami)
23 Eylül 1064		4040	2890	IX	İzmit, Bandırma, İstanbul (Tsunami)
23 Eylül 1344		4100	2900	IX	İstanbul
1462		4100	2900	IX	İstanbul
14 Eylül 1509		4075	2900	IX	İstanbul, Edirne
06 Şubat 659		4100	2900	IX	İstanbul
25 Mayıs 1719		4070	2950	IX	İstanbul, İzmit, Karamürsel
02 Eylül 1754	21:45	4080	2940	IX	İzmit Körfezi, İstanbul
22 Mayıs 1766		4100	2900	IX	İstanbul (Tsunami)
10 Temmuz 1894	12:30	4060	2870	X	Prens Adaları, İstanbul
09 Ağustos 1912	03:29	4060	2720	X	Mürefte (Tekirdağ)
17 Ağustos 1999	03:01	4045	2958	X	Gölcük (Kocaeli)

1.7. Geç-Kuvaterner Çökellerinin Kronostratigrafisi ve Sedimentasyonu

Marmara Denizi paleoşinoğrafik özelliklerini büyük ölçüde, farklı su kimyasına sahip Akdeniz ve Karadeniz'in, Boğazlar ve Marmara Denizi yoluyla olan bağlantısının kopması ve tekrar sağlanması gibi olaylar denetlemiştir. GÖ. 20 bin yıldan günümüze kadar farklı

koşullarda (gösel ve denizel) çökelmiş sediment birimlerini ayırmak için Marmara Denizi'nin değişik derinliklerinden ağırlıklı kor örnekleri ve İstanbul Boğazından sondaj örnekleri alınarak, sedimentlerin içerdiği doğal parametrelerin özellikleri ve gösterdiği değişiklikleri Çağatay vd., (2000); Algan vd., (2001) ve Çağatay (2003)' den yararlanarak anlatılmıştır. Alınan çökel karotlarında çökelen istif ve fosil içeriğine göre iki ayrı birime ayrılmıştır (Çağatay vd., 2000; Çağatay, 2003). Üstteki Birim-1, Akdeniz suyunun etkisinde, normal denizel koşullarda; alttaki birim Birim-2 ise genel olarak acı su ve göl koşullarında çökelmiştir. Birim-1'in hemen altında radyometrik karbon yaşı günümüzden 12.000 ¹⁴C yılı öncesi olarak bulunmuştur. Bu demektir ki buzulların 18.000 yıl önce erimeye başlaması ile global su düzeyi yükselmeye başlamış (Fairbanks, 1989) ve Marmara Denizi'nin buzul çağında kara olan şelf alanları yaklaşık 12.000 yıl önce Akdeniz suları ile kaplanmaya başlanmıştır. Akdeniz sularının Marmara Denizi'ne GÖ 12.000 yılda girmesiyle Birim-1 çökelmeye başlamıştır. Birim-1 yeşil-gri ve koyu yeşil-killi çamurdan oluşmuştur. 1 m'den daha kalın olup en üst seviyesinde yaklaşık 10 cm kalınlığında oksidasyon zonu bulunur. Denizel koşullar altında çökelmiş bu birim Akdeniz'e ait molusk, ekinoid ve foraminifer kavkıları ile balık kılçıkları içermektedir (Çağatay vd., 2000). Bu birimdeki Akdeniz'e ait molusk türleri; *Corbula gibba*, *Mytilus galloprovincialis*, *Timoclia*, *ovata*, *Paphia discrepans*, *Donax trunculus*, *Cardium exiguum*, *Bittium reticulatum*, *Turritella* sp., *Vermetus* sp., *Patella* sp., *Cyrcomphalus* sp., *Chlamys varia*, *Hydrobia* sp., ve *Dentalium* sp'den oluşmuştur. Foraminifer topluluğu ise *Globigerinidae* ile *Bulimina aculeata*, *B. Marginata*, *Brizalina spathulata*, *B. Dilatata*, *Cassidulina carinata*, *C. Crassa*, *Hyalinea baltica*, *Discorbinella berthelotiana*, *Gyroidina lamarcina*, *Nonion turgida* ve *Chilostomella mediterraneensis* gibi hem planktonik hem de bentik formları içermektedir. Birim-1de jeokimyasal analizler sonucu ortaya çıkan en önemli bulgu; sapropelik tabakaların varlığıdır (Çağatay vd., 1999, 2000). Sapropel; %2'den fazla organik karbon içeren, 1 cm'den daha fazla kalınlığa sahip denizel sedimentlerdir (Kidd vd., 1978). Organik maddece zengin bu tür sedimentlerin depolanmasını kontrol eden faktörler; yüzey suyunda birincil üretimin artması, kısıtlı dip suyu sirkülasyonu ve anoksik dip koşullarıdır (Cita vd., 1977; Demaison ve Moore, 1980; Calvert, 1983). Sapropel birimlerinin paleosinoğrafik koşulları yansıttıkları için önemi büyüktür. Sapropel tabakaları Marmara Denizi'nde günümüzden önce 10.600 – 6.400 ve 4.750 – 3.200 yılları arasında çökelmiştir (Çağatay vd., 1999, 2000). Daha yaşlı olan sapropel birimi Ege ve

Akdeniz'de çökelmiş ve S1 adı verilen sapropelin (Ryan, 1972; Stanley, 1978; Aksu vd., 1995, 1999) yaklaşık eşleniğidir. Marmara sapropellik çökellerinin organik maddesi büyük ölçüde kara kökenli olmakla beraber günümüze yaklaştıkça çökellerdeki deniz kökenli organik malzeme oranının arttığı görülmüştür (Tolun vd.,1999, 2002). Birim-2 ise günümüz su seviyesinden yaklaşık 85 m daha derin yerlerde depolanmış olup şelf alanlarında griden, koyu gri ve yeşilimsi siyaha değişen renklerde kumlu ve siltli çamurdan ve daha derin bölgelerde ise koyu yeşil gri renkli laminalı ve yer yer içinde koyu renkli FeS₂ bantları içeren çamurdan oluşmaktadır (Çağatay vd., 2000). Birim derin şelf üzerinde seyrek olarak Karadeniz'in Neoeuxinian dönemine özgün (Nevesskaya, 1965; Federov, 1971) *Dreissena rostriformis*, *Pisidium* sp., *Theodoxus* sp., *Lithoglyphus* sp., *Caspia* sp., *Micromelaina* sp., *Planorbarius*, ve *Valvata* sp. gibi tatlı su moluskları içermesi Marmara Denizi'nin Karadeniz ile irtibat halinde bulunduğunu göstermektedir. Böyle bir bağlantı, neoöksinik fauna içeren İstanbul Boğazı sedimentleri ile de desteklenmektedir (Algan vd., 2001). Marmara Denizi'nin derin kısımlarında ise Birim-2'nin tatlı su ostrakotları ve küçük (juvenil) moluskları ile volkanik kül tabakası bulunur. Bu kül tabakası 18 bin yıl yaşındaki Santorini'nin patlamasından kaynaklanan Y-2 tuf tabakasının eşleniğidir (Keller vd., 1978, Çağatay vd., 2000; Wulf vd., 2002).

II. MATERYAL VE METOT

2.1. Örnek Alımı ve Hazırlanması

Bu çalışmada Marmara Denizi'nin doğusunda 4 adet çökel karotu alınmıştır (Tablo 2). Örneklerden İZ-30 ve BUC-10A İtalyan R/V Urania ile, CAG-3 ve C-15 karotları MTA R/V Sismik-I gemisiyle 2001 yılında gravite karotu ile alınmıştır. Alınan örnekler laboratuarda analizlere başlayana kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Karot örnekleri laboratuarda açılmış ve litojenik tanımları yapılmıştır. Karot örnekleri litolojik özelliklerine göre her 10 cm'de 2 cm bazen de her 5 cm'de 1 cm'lik sedimenti temsil edecek şekilde plastik bıçaklarla kesilerek plastik kaşıklarla naylon poşetlere alınmıştır. Karot örnekleri karbonat, organik karbon ve toplam ağır metal analizlerini yapmak üzere 105 °C de kurutularak agat havanda öğütülmüştür.

Tablo 2. Karot örneklerinin lokasyonu.

Karotun Adı	Enlemi	Boylamı	Su Derinliği (m)	Karot Uzunluğu(cm)
İZ-30	40 ⁰ 43' 4600	29 ⁰ 28' 0000	-46.2	350
CAG-3	40 ⁰ 48' 000	28 ⁰ 54' 420	-1196	315
C-15	40 ⁰ 45' 995	29 ⁰ 00' .2470	-1251	293
BUC-10A	40 ⁰ 52' 2299	28 ⁰ 35' 3583	-380	360

2.2. Tane Boyu Analizi Yöntemi

Tane boyutu analizi için 500 ml'lik cam kap; elek (2 mm ile 0.063 mm arasında değişik çapta elekler), etüv, hassas terazi, mekanik karıştırıcı ve metal kaplar ve % 10'luk kalgon çözeltisi kullanılır. Sedimentte bulunan eriyebilir tuzlar, pipet analizi esnasında suya geçip, kil boyutundaki materyalin flokulasyonuna (tanelerin biraraya elip çökmesi) neden olup analizi hatalı sonuca götürür. Bu nedenle; Örnek ıslak halde bir behere konur, üzerine bol miktarda distile su ilave edilir. Beherin üzerine örnek numarası yazılır. Distile su içindeki

örnek mekanik karıştırıcı ile karıştırılıp çökmeye bırakılır. En az 4 saat sonra örneğin üzerindeki suyun berraklığı kontrol edilir. Eğer bütün taneler çökmüş ve su temiz, berrak gözüküyorsa, su sifonla çekilir. Yukarıdaki işlem en az 2 kez daha tekrarlanır ve son yıkama suyu boşaltılır. Islak örnek 40 °C etüve konup, kurutulur. Eğer örnekte hiç ince tane (kil boyutu) yok ise, 100 derecede kurutulabilir. Kurutma işleminden sonra ağırlığı ölçülüp kaydedilir. %10'luk kalgonlu distile suya konup 24 saat bekletilir. Kalgonlu ıslak örnek 0.063 mm'lik elek üzerinde musluk altında yıkanarak kaba (kum boyutu) ve ince (silt+kil boyutu) tanelilerin ayrılması sağlanır. Bu yıkama işlemi yaparken eleğin altına toplayıcı bir kap konulmalıdır. Yeteri miktarda (1000 ml silindir ölçüsü kadar) ince taneli sediment içeren sıvı toplandıktan sonra, kap pipet analizi için ayrılır ve eleğin üzerindeki kaba tanelilerin yıkanmasına devam edilir. Yıkama işlemi eleğin altından akan suyun berrak oluşuna kadar sürer. Eleğin üzerindeki kaba taneli kısım bir kaba aktarılarak, etüvde 100 °C de kurutulur. Kurutulan örnek tartıldıktan sonra kum boyutu malzemesi elek analizi ile silt ve kil boyutu malzeme ise pipet analizi ile ölçülüp, Örneğin içerdiği boyut gurupları % cinsinden hesaplanır (Galehouse, 1971; McManus, 1988). Tane boyu aralığı tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Tane boyu birimleri.

Boyut Aralığı (mm)	Boyut adı
64-2	Çakıl
2.0-0.062	Kum
0.062-0.002	Silt
<0.002	Kil

2.2.1. Elek analizi yöntemi

Kurutulan Numune; 1.4 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.125 mm ve 0.063 mm açıklıktaki elek sisteminin içine konulup, kapağı kapatılarak 10 dakika süre ile eleme yapılır. Eleme bittikten sonra elekler sırasıyla çıkarılıp, elek üzerinde kalan numuneler büyük bir beyaz kağıt üzerine sırası ile dökülüp tartılır. Tartım değerleri ilgili boyuta yazılarak kayıt tutulur (Tablo 4).

Tablo 4. Elek analizi sonucu kayıt tablosu.

-1Ø Karşısına	1.4 mm'lik eleğin üzerinde kalanlar.
0 Karşısına	1 mm'lik eleğin üzerinde kalanlar.
1Ø Karşısına	0.5 mm'lik eleğin üzerinde kalanlar.
2Ø Karşısına	0.25 mm'lik eleğin üzerinde kalanlar.
3Ø Karşısına	0.125 mm'lik eleğin üzerinde kalanlar.
4Ø Karşısına	0.063 mm'lik eleğin üzerinde kalanlar.

Elek analizi sonuçları kayıt tablosuna kaydedildikten sonra her tane boyutunun % ağırlık değerleri :

$$\% n = (n \text{ Boyutundaki numune ağırlığı} / \text{Başlangıçtaki numune ağırlığı}) * 100$$

Formülü ile (n) boyutundaki % ağırlık değerleri bulunur. Elek analizi sonucunda kum fraksiyonunun % ağırlık miktarı şu şekilde bulunur.

$$\% \text{ KUM} = (KW/W) \times 100 \text{ Burada}$$

KW : Kum fraksiyonunun ağırlığı (0.063 mm lik elek üzerinde kalan ağırlık)

W : Numunenin toplam ağırlığı

Silt ve kil fraksiyonunun toplam % si ise

$$\% \text{ SKF} = 100 - \% \text{ Kum}$$

Formülü ile elde edilir. Böylece elek analizi ile kum boyutundaki numunenin yüzdesi ile silt ve kil toplamının yüzdesi saptanmış olur.

2.2.2. Pipet analizi yöntemi

Bu analizi yapmak için 1000 ml'lik cam mezur, 0.063 mm çapında elek, etüv, hassas terazi, kroze, mekanik karıştırıcı, metal kap, pipet (10 ml) ve % 10 kalgon çözeltisi kullanılır.

Ayrı bir kapta toplanan ince taneli sedimentleri içeren solüsyona, dispersiyonu (tanelerin birbirinden ayrılması) tamamlamak için 30-50 ml %10'luk kalgon ilave edilip bir gün bekletilir. Ertesi gün solüsyon 1000 ml silindir içine konur. Eğer eksik gelirse distile su ile solüsyon 1000 ml'ye tamamlanır. Solüsyonun sıcaklığı termometre ile ölçülüp, tablo 5'de hangi çekme aralığında çalışılacağı bulunur. Solüsyon karıştırıcı çubukla karıştırılır ve hemen, çökme olmadan pipetle ilk genel örnek çekilir. Bu örnek solüsyonun içindeki toplam örnek miktarını temsil etmektedir. Tekrar karıştırılarak çökmeye bırakılır ve çökmeye bırakıldığı an kayıt edilir. Tablodan bakılarak işaret edilen zamanlarda ve derinliklerde pipetle çekim yapılır. Pipetle çekilen sıvı porselen krozelere konup, fırında 110 °C de kurutulur. Hassas terazi ile numune ağırlıkları kaydedilir. 4Ø, .5Ø, 5Ø, 5.5Ø, 6Ø, 7Ø, 8Ø, 9Ø, 10Ø ve 11Ø boyutlarının karşılığındaki net ağırlıklarla boyuttaki örneğin numunede teşkil ettiği % miktarı

$$(\text{Net ağırlık/Genel ağırlık}) * \text{SKF}$$

Formülü ile bulunur. Bu formülde:

Genel ağırlık: İlk karıştırmadan hemen sonra hiç çökme olmadan çekilen kısma karşılık gelen numunenin kuru ağırlığıdır.

SKF: Silt kil fraksiyonudur.

Pipet analizi ile silt ve kil boyutundaki numuneler biri birinden ayrılır. Silt boyutundaki numuneler pipet analizi ile 4Ø, 4.5Ø, 5Ø, 5.5Ø, 6Ø ve 7Ø ye karşılık gelen numunelerin % de toplamı numunedeki Silt yüzdesini verir. Numunedeki kil yüzdesi aşağıdaki formül ile bulunur.

$$\% \text{ KİL} = 100 - \% \text{ Kum} + \% \text{ Silt.}$$

Tablo 5. Stokes kanununa göre hazırlanmış pipet çekme zamanları (Galehouse, 1971).

Diameter in Ø	Diameter in microns	Withdrawal depth in cm	18°	19°	20°	21°
4.0	62.5	20	20s	20s	20s	20s
4.5	44.2	20	2 m 0 s	1 m 57 s	1 m 54 s	1 m 51 s
			Karıştır	karıştır	karıştır	karıştır
5.0	31.2	10	2 m 0 s	1 m 57 s	1 m 54 s	1 m 51 s
5.5	22.1	10	4 m 0 s	3 m 54 s	3 m 48 s	3 m 42 s
6.0	15.6	10	8 m 0 s	7 m 48 s	7 m 36 s	7 m 25 s
7.0	7.8	10	31 m 59 s	31 m 11 s	30 m 26 s	29 m 41 s
8.0	3.9	5	63 m 58 s	62 m 22 s	60 m 51 s	59 m 23 s
9.0	1.95	5	4 h 16 m	4 h 9 m	4 h 3 m	3 h 58 m
10.0	0.98	5	17 h 3 m	16 h 38 m	16 h 14 m	15 h 50 m
11.0	0.49	5	68 h 14 m	66 h 32 m	64 h 54 m	63 h 20 m

2.3. Sedimentte Ortalama Tane Boyutu (Mean -Mz)

Sedimentte tane boyutu istatistiksel parametrelerinden biri olan ortalama tane boyutunun hesaplanmasındaki amaç; çökeli taşıyan gücün ve çökelim ortamının ortalama kinetik enerjisi (hızı ve gücü) hakkında bazı yorumlar yapmamıza olanak sağlar. Genelde kaba boyutlu gercin varlığı, birikimin yüksek enerji koşullarında, ince taneli gercin varlığı ise taşınım ve çökelim sürecinin sakin enerji koşullarında olduğunu gösterir. Ortalama tane boyutunun hesaplanmasında Folk ve Ward (1957) önerdikleri aşağıdaki formül kullanılmıştır. ϕ değerleri örneğin kümülatif ağırlık eğrisi üzerinden okunarak bulunmuştur

$$M = (16\phi + 50\phi + 84\phi)/3$$

$$\phi = -\log_2 d,$$

d = tane çapı

2.4. Kil Analiz Yöntemi

Karakteristik olarak kil mineralleri çok ince taneli olup normal mikroskoplar kristal morfolojisini inceleyebilmek için yetersizdir. Bu çalışmada XRD yöntemi yardımı ile kil mineral tanımı yapılmıştır. Kil analizi için numune hazırlamada 10 ml'lik pipet, % 1'lik kalgon, 100 ml beher kap, mekanik karıştırıcı, 0.45 mikronluk filtre kağıdı, vakum seti, vakum pompası ve lamel kullanılır

2.4.1. Kil analizi numune hazırlama metodu

Kil minerallerinin belirlenmesi için XRD yöntemi (Mc Manus, 1988, Çağatay, 1992; Çağatay vd., 2002) kullanılır. Bunun için 2 gram örnek ıslak halde 100 ml'lik behere konur, üzerine 90 ml distile su 10 ml %1 kalgon ilave edilir. Beherin üzerine örnek numarası yazılır. Distile su içinde karıştırılan örnek çökmeğe bırakılır. 24 saat sonra örneğin üzerindeki suyun berraklığı kontrol edilir. Eğer bütün taneler çökmüş ve su temiz, berrak gözüküyorsa, su sifonla çekilir. Bu işlem en az iki kez tekrarlanır. Sifonlama işleminden sonra numune üzerine 90 ml distile su, 10 ml % 1'lik kalgon çözeltisi ilave edilip, mekanik karıştırıcı ile 5 dakika karıştırılıp 2 dakika çökmeğe bırakılır. 10 ml'lik pipet ile hemen yüzeyden 30 ml numune alınarak vakum setinin içine, 0,45µm gözenekli 47 mm çaplı filtre kağıdının üzerine bırakılır. Vakum pompası açılarak vakuma başlanır. Süspansiyonun tamamı emilip bitinceye kadar vakumlanmaya devam edilir. Vakumlanma işi bitince filtre kağıdı alınarak lamel üzerine yapıştırılır. Böylece filtre kağıdı üzerindeki kil tabakası, cam lamel üzerine bir film tabakası gibi yapıştırılarak XRD analizi öncesi hazır hale getirilir.

2.4.2.XRD analizi ile kil mineral tanımı

Kil mineral ölçümleri Cu radyasyonlu XRD aletinde 2° ve $60^{\circ}(2\theta)$ arasında yapılmıştır. Kil mineral grubu ve buna eşlik eden minerallerin XRD analiziyle tanınmalarında Brown ve Brindley (1980) metodu kullanılmıştır.

2.4.2.1. Simektit (montmorillonit) grubu mineralleri

En küçük boyutta kil minerali olup, tipik bazal aralığı 14 Angstromdur. Simektitin hacmi tabakalarının arasına su veya organik sıvılar nüfuz edebileceğinden 9,6 ile 21,4 Å°

arasında değişir. Simektit etilen glikolle muamele edildiğinde 17 Å⁰(001) piki verir. Bu pikin altındaki alan mineralin göreceli olarak bolluğunun hesaplanmasında kullanılır. Bu pikin taban seviyesine (background) kadar ölçülen değerine pik yüksekliği (p), vadi derinliğinin (v) pik yüksekliğine oranı (v/p) da simektit mineralinin kristalinetisini verir (Biscaye, 1965).

2.4.2.2. İllit (mika) grubu mineralleri

Sedimentteki en yaygın kil mineralleridir. 10 Å'da güçlü bir bazal kırınım verirler. Diğer güçlü kırınımları ise 5.0, 3.3 ve 1.99 Å kırınım profilleridir. İllit (mika) grubu minerallerinde genellikle alüminyumca zengin dioktahedral yapıyı gösteren en önemli özelliği; (0.02) pikinin 10 Å kırınım pik şiddetinin üçte bir değerini vermesidir. Bu kil mineral grubu etilen glikolle muamele edildiğinde değişiklik göstermeyip aynı piki verir.

2.4.2.3. Kaolinit grubu mineralleri

Kaolinit grubu mineralleri (hidrate halloysit hariç) 7.1 ve 3.58 Å'de güçlü birinci ve ikinci bazal kırınımı ile tanınırlar. Diğer kil mineralleri kaolinit mineralleri ile birlikte bulunabilir. Kaolinit grubu mineralleri organik sıvılarla tabakalar arası katyonlar ve genişleyen bir yapısı olmadığından reaksiyon vermezler. Kaolinitin yapısı 550 °C de ısıtıldığında çöker.

2.4.2.4. Klorit grubu mineralleri

Mg, Al ve Fe' ce zengin klorit mineralleridir. 14.2 – 14.4 Å luk bazal kırınımları ile tanınırlar. Etilen glikolle muamele edilme veya ısıl işlem (500 °C) sonucu profillerinde bir değişim olmaz. Kaolinit ve klorit miktarı göreceli olarak 002 düzlemine ait 7 Å'luk kırınım profili dikkate alınarak tespit edilebilir. Klorit 3.54 Å'luk kırınımı ile 3.58 Å luk kırınım profiline sahip kaolinitten hassas bir ölçümle ayırt edilebilir.

2.4.3. Yarı – kantitatif hesaplamalar

İki karot örneğinden CAG-3'te 16 seviyede ve C-15'te 13 seviyede olmak üzere toplam 29 numunede pik yükseklikleri (h) ölçülmüştür. Bu çalışmada mineral yüzdesini hesaplamak için Biscaye'nin (1965) yarı kantitatif hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle kil minerallerinin pik alanlarından, göreceli ağırlık yüzdeslerini hesaplamak için

kullanılan pikler; 17Å (etilen glikollü) simektit piki, 10 Å (etilen glikollü) illit piki, 7Å (etilen glikollü) kaolinit ve kloritin ortak pikidir. Bu piklerin ağırlık faktörleri ise simektit için 1, illit için 4, kaolinit ve klorit için ise 2 dir. Kaolinit ve klorit minerallerinin 7Å'luk ortak pik alanlarından her bir minerali ayrı ayrı yüzde hesaplamalarını yapmak için kaolinit mineralinin (002) yüzeyindeki 3.58 Å luk piki ile klorit mineralinin (004) yüzeyindeki 3.54 Å'luk pikinin yükseklik değerleri kullanılarak aşağıdaki formülle hesaplanır. Klorit Pik Hesabı:

$$KI = \frac{KI_{3,54} (h)}{KI_{3,54} (h) + K_{3,58} (h)} \times (KI + K)_7 (h)$$

Kaolinit Pik Hesabı:

$$K = (K + KI)_7 (h) - KI$$

$KI_{3,54} (h)$: Kloritin 3.54 Å'luk pikinin yüksekliği

$K_{3,58} (h)$: Kaolinitin 3.58 Å'luk pikinin yüksekliği

$(K + KI)_7 (h)$: Kaolinit + kloritin ortak 7Å'luk pikinin yüksekliği

KI: Klorit değeri

K: Kaolinit değeri

Her bir kil minerallerinin yüzde bolluk hesabı pik alanlarından hareketle Biscaye (1965)'e göre aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

$$\text{Simektit (\%)} = \frac{\text{Simektit} \times 100}{S + \dot{I} (x4) + K (x 2) + KI (x2)}$$

$$\text{İllit (\%)} = \frac{\text{İllit} (x4) \times 100}{S + \dot{I} (x4) + K (x 2) + KI (x2)}$$

$$\text{Kaolinit (\%)} = \frac{\text{Kaolinit} (x2) \times 100}{S + \dot{I} (x4) + K (x 2) + KI (x2)}$$

$$\text{Klorit(\%)} = \frac{\text{Klorit} (x2) \times 100}{S + \dot{I} (x4) + K (x 2) + KI (x2)}$$

Formülleri ile hesaplanır.

2.5. Jeokimyasal Analiz Yöntemleri

2.5.1. Toplam karbonat analiz yöntemi

Toplam karbonat miktarı, % ağırlık kalsiyum karbonat olarak, örneklerin 4 N HCl ile muamele edilip çıkan CO₂ gazının volümetrik olarak ölçülmesi ile hesaplanmıştır (Loring and Rantala, 1992). Toplam karbonat analizinde 250 ml'lik erlen mayer, 50 ml'lik buret, %10'luk HCl ve CaCO₃ kullanılır.

Numune 105 °C'de kurutulup agat havanda öğütülür. Öğütülmüş numuneden 1gr tartılır. 250 ml'lik erlene konur. HCl numunenin üzerine ilave edilir. Çıkan CO₂ gazı volümetrik olarak ölçülür. Standart eğriyi oluşturmak için saf CaCO₃'tan 0.02, 0.04, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25 ve 0.3 gr tartılarak yukarıdaki uygulanan işlemler aynen uygulanarak standart eğri oluşturulur.

Hesaplamalar

Standartlara karşılık örneğin karbonat miktarı yüzde cinsinden hesaplanır

2.5.2. Toplam organik karbon analiz yöntemi

Organik karbon ölçümlerinde Walkley-Black yöntemine göre yapılmıştır (Gaudette et al.,1974; Loring ve Rantala, 1992). Bu metod Potasyum dikromat ve sülfat asidi ile organik maddenin oksidasyonunun diffenilamin indikatörlüğünde demir amonyum sülfat tarafından geri titrasyonuna dayanır.

Reaktifler

H ₃ PO ₄	Fosforik asit, %85 konsantre
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit, %96 konsantre
NaF	Sodyum florid katı
K ₂ Cr ₂ O ₇	Potasyum dikromat solüsyonu, 1 N,49.04 gr. K ₂ Cr ₂ O ₇ destile suda çözülür ve 1000 ml'ye tamamlanır.

Difenilamin İndikatörü: 0.5 gr difenilamin 20 ml destile su ve 100ml H₂SO₄ karışımında çözülür.

Fe(NH₄)₂(SO₄)₂6H₂O (Demir-amonyum sülfat solüsyonu): 0.4N 156.86 gr demir amonyum sülfat 800 ml destile suda çözülür. 14 ml H₂SO₄ ilave edilir. 1000 ml'ye tamamlanır.

Aparatlar ve işlemler

Organik karbon analizi yapılırken 500 ml'lik erlen, 25 ml'lik büret (skalası 0,1 ml veya daha fazla), ve 10 ml'lik pipet kullanılır. Analizi yaparken standart eğriyi oluşturmak için glikozdan (C₆H₁₂O₆) 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.06 gr olmak üzere 6 ayrı tartım alınarak sediment uygulanan aşağıdaki işlemler aynen uygulanarak organik karbonun standart eğrisi oluşturulur. Örnek koyulmaksızın aşağıda yapılan işlemlerden blank hesaplanmaya çalışılır.

Sediment örneği 105 °C de kurutulur. Kurutulan örnek agat havanda öğütülür. 0.5 gr örnek tartılıp, 500 ml lik erlene alınır. Pipetle 10 ml 1 N dikromat solüsyonu ilave edilip karıştırılır. 20 ml H₂SO₄ (%95 - 98 saflıkta) ilave edilip, 20 - 30 dakika karıştırılır. Örnek 200 ml distile su ile seyreltilir. 10 ml H₃PO₄, 0.2 gr NaF ve 1ml difenil-amin ilave edilir. Daha sonra 0,4 N Fe(NH₄)₂(SO₄)₂6H₂O solüsyonu ile geri titre edilir. Titrasyon işlemi yeşil rengin açığa çıkmasına kadar devam eder.

Hesaplama

Sonuç işlemi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\%Corg = 3,951/g(1-T/S)$$

g: Örneğin ağırlığı

T:ml demir solüsyonu (Örnek titrasyonu)

S: ml demir solüsyonu (Blank titrasyonu)

2.6. Metal Analizleri İçin Toplam Çözünürleştirme Yöntemi

Marmara Denizi'nden alınan karot sediment numunelerinin çözünleştirme işleminde Loring ve Rantala (1992), Shaw vd., (1990) metodu kullanıldı. Bu metotta

Kullanılan Malzemeler

Teflon beher, teflon beher kapağı, çeker ocak, ısıtıcı tabla, 10 cc şırıngalar, 50 cc lik balon joje, 100 cc lik şişe, hassas terazi.

Kullanılan Kimyasallar

HNO₃, HF, HClO₄, HCl.

İşlem

Bütün teflon ve cam malzemeler deneye başlamadan önce % 10'luk HNO₃ te bir gece bekletilmelidir. Bu işlemde sonra sırası ile

- 1) Teflon behere 105 °C de kurutulmuş örnekte yaklaşık 1 gr tartılır ve kaydedilir.
- 2) Teflon beherdeki örneğin üzerine 10 ml HNO₃ ilave edip yaklaşık 30 dakika ısıtıcı tablada 120 °C de ısıtılır.
- 3) Isıtıcı tabladan örnek alınıp yaklaşık 1 saat soğuması için bekletilir.
- 4) 5 ml HF ilave edilir.
- 5) 5 ml HClO₄ dikkatlice ilave edilir.
- 6) Teflon kapların üzeri kapatılıp 20-30 dakika ısıtıcı tabla üzerinde ara sıra karıştırılarak çözünürleştirilir.
- 7) Teflon kapın kapağı açılıp, beyaz yoğun bir duman çıkıyorsa, tekrar 5 ml HF ilave edilip 30 dakika daha teflon kapların kapağı kapatılarak çözünleştirilir.
- 8) Teflon kapağı açılıp katı hale gelene kadar buharlaştırılır.
- 9) 5 ml HNO₃ ilave edilip kuruluğa kadar tekrar buharlaştırılır.
- 10) Beyaz renkli katı hale gelen örneğe 10 ml 1M HCl ilave edilir.
- 11) Yaklaşık bir saat tekrar çözünmesi için ısıtıcı tablaya bırakılır.
- 12) 50 lik balon jodede 1M HCl ile tamamlanıp şişeye konur ve etiketlenir.

Örnekler Shimadzu 6701 Model Atomik absorpsiyon Spektrofotometresi alev ünitesinde asetilen+hava karışımı kullanılarak analiz edilir. Toplam metal içeriği karot örneklerinde aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$C = (C_0 \cdot D \cdot F) / W$$

C: Toplam metal miktarı (ppm)

C₀: AAS' de okunan değer

D.F.: Seyreltme faktörü (ml)

W : Analizi yapılan örnek miktarı (gr)

Yapılan metal analizlerinin doğruluğu referans malzeme ile birlikte tablo 6'da verilmiştir

Tablo 6. Yapılan metal analizlerinin doğruluğu.

Element	Referans Malzeme	Okunan Değer	Sertifika Değeri
Al	IAEA 405	63500	72700 – 83100
Mn	IAEA 405	471	484 - 506
Ni	IAEA 405	30.5	31.1 - 33.9
Pb	IAEA 405	76.9	72.6 - 77
Zn	IAEA 405	266	272 - 286
Cu	IAEA 405	47.3	46.5 – 48.9
Cr	IAEA 405	81.8	80 - 88

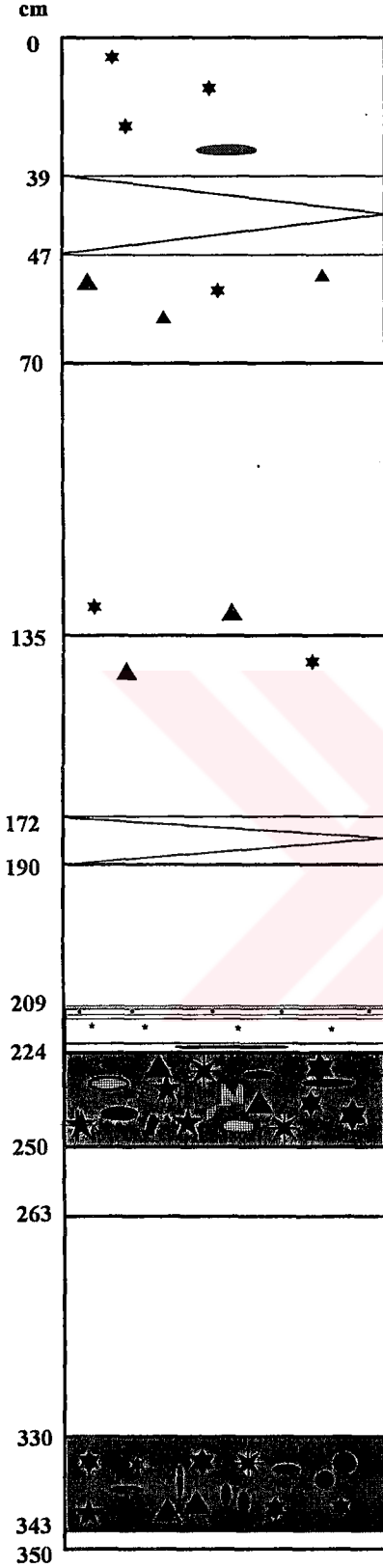
2.7. AMS YAŞ TAYİNİ

¹⁴C yaş tayini için AMS (accelerator mass spectrometry) metodu kullanılmıştır. Bu metodla 3 karotta toplam 5 seviyede bentik foraminifer veya kabuk ayıklanarak, Woodshole İzotop kimyası laboratuvarlarında analiz edilmiştir (Tablo 7). Bu analizde; numunelerin üzerindeki atıklar öncelikle temizlenir. Daha sonra örneğin diyajenetik olarak değişmediğinden emin olmak için, taramalı elektron mikroskopuyla (scannig elektron microscope) kontrol edilir. Yaşlar ¹³C düzeltmesi yapılarak, $\pm 1\sigma$ hata payları dahilinde hesaplanır ve günümüzden önce (GÖ) ¹⁴C yılı olarak verilir. Bu çalışmadaki karbon yaşları takvim yılına dönüştürülürken, rezervuar yaşı olarak Siani ve diğerlerine (2000) göre 400 yıl esas alınarak hesaplanmış ve tablo 7'de verilmiştir.

III. BULGULAR

3.1. Karotların Litolojisi ve Stratigrafisi

İncelenen 4 adet karotun litolojik tanımlaması Şekil. 6–9’da basitleştirilerek verilmiştir. İZ-30 karotu İzmit Körfezi’nden 46,2 m su derinliğinden alınmış olup, 3.5 m uzunluğundadır. Karot 0-70 cm aralığında koyu yeşil çamur biriminden oluşur. Bu birim 29–33 cm aralığında 4 cm kalınlığında 7 cm uzunluğunda gri renkli çamur merceği, 39–47 cm aralığında biyotürbasyon izleri, 47–70 cm aralığında da birkaç tane *Turritella* sp. ve kırık bivalv kabukları içerir (Şekil 6). 70–135 cm arası sarımsı yeşil çamur olup, makro kavkı ihtiva etmez. Bu seviyeden sonra renk grimsi tonda koyulaşarak koyu gri yeşil bir birime geçiş yapar. Bu birim 190 cm’ye kadar devam edip, 135 cm’de birkaç tane *Turritella turbana* ve bivalv parçaları, 172–190 cm arası da biyotürbasyon izleri gözlenir. 190–263 cm arası koyu gri yeşil renkli çamur olup, 190–209 cm arası makro fosilsiz, 209–224 cm arası kum ile ince kavkılı ve kavkısız laminalı çamur aralanması sergiler. Bu seviyeden sonra 224 cm’de belirgin keskin bir sınır olup, bu sınırın hemen üstünde GÖ 3276 ± 48 yıl yaşı ölçülmüştür. 224 cm’den itibaren 250 cm’ye kadar koyu gri yeşil renkli bol kavkılı kumlu silt birimi kötü derecelenmeli bir istife sahip olup, altındaki ve üstündeki sedimenter yapılarla stratigrafik anlamda uyumlu değildir. Bu birimin alt ve üst sınırı keskin olup, deniz altı kütle akmalarıyla taşınmıştır. Bu bölgede deniz altı kütle akmasının oluşmasına; Hersek Deltası’na aşırı sediment getirimi, KAF’nın etkinliği ve şiddetli dip akıntılar sebep olabilir. Bu faktörlerden sadece biriyle deniz altı heyelanları gerçekleşebileceği gibi, bir kaçını ile de gerçekleşmiş olabilir. Bu birim Hersek Deltası’na taşkın dönemlerde aşırı sediment getirimi ile yamaç aşağıya kayabileceği gibi, KAF’nın yarattığı depremlerden biri ile tetiklenerek yamaç aşağıya doğru kayabilir. Hersek Deltası’nda deniz altı kütle hareketini oluşturabilecek diğer bir etki ise dip akıntılarının delta topuğunu aşındırmasıdır. Yukarıda sözünü ettiğimiz tetikleyici faktörlerden biri veya bir kaçının etkisi ile 224–250 cm arasında ki sedimenter birimler deniz altı kütle akmaları ile bu bölgeye taşınmıştır. Ancak bölgenin sismik aktivitesinin yüksek olması ve güçlü nehirlerin olmaması buradaki kaymalarda etkin tetikleyici mekanizmanın depremler olduğunu güçlendirmektedir. 263–330 cm arası açık gri yeşil çamur olup, bir kaç tane makro kavkı içerir. Bu birimden hemen sonra 330 cm de keskin bir sınırla koyu yeşil çakılcıklı siltli kum birimine geçilir. Bu birim 343 cm’ye kadar devam edip, keskin alt



0-70 cm arası koyu yeşil çamur olup, 29 -33 cm arasında gri zonlu mercek, 0-39 ve 47-70 cm'ler arası birkaç tane Turritella sp. ve kırık bivalv kabukları ile 39-47 cm arası biyotürbasyon izleri görülür.

70 - 135 cm Sarımsı yeşil çamur.

135 cm'den itibaren renk grimsi tonda koyulaşarak grimsi yeşil çamura geçer. 172 - 190 cm arası biyotürbasyon izi var

190 -263 cm arası koyu gri yeşil çamur. 209 -212,5 cm arası açık renkli bant, 212,5 -214,5 cm arası ince kavkılı, 214,5 -216,5 cm arası kavkısız, 216,5 - 220 cm arası kavkılı 222 cm de 1 cm kalınlığında devamsız kum bandı

$G\ddot{O} 3276 \pm 48$ yıl

224 -250 cm arası bol kavkılı koyu gri yeşil kumlu silt

263 - 330 cm arası açık gri yeşil çamur. 277, 280, 304 ve 310 cm de Turritella sp. 317 cm de Bivalv kabukları

$G\ddot{O} 9364 \pm 64$ yıl

330 - 343 cm arası koyu yeşil çakılcıklı siltli kum.

330 cm'den itibaren derine doğru kavkı sayısı artmaktadır. Kavkılar çift kabuklu Bivalv, Turritella sp ile birlikte kavkı kırıkları vardır.

343 - 350 cm arası koyu yeşil çamur

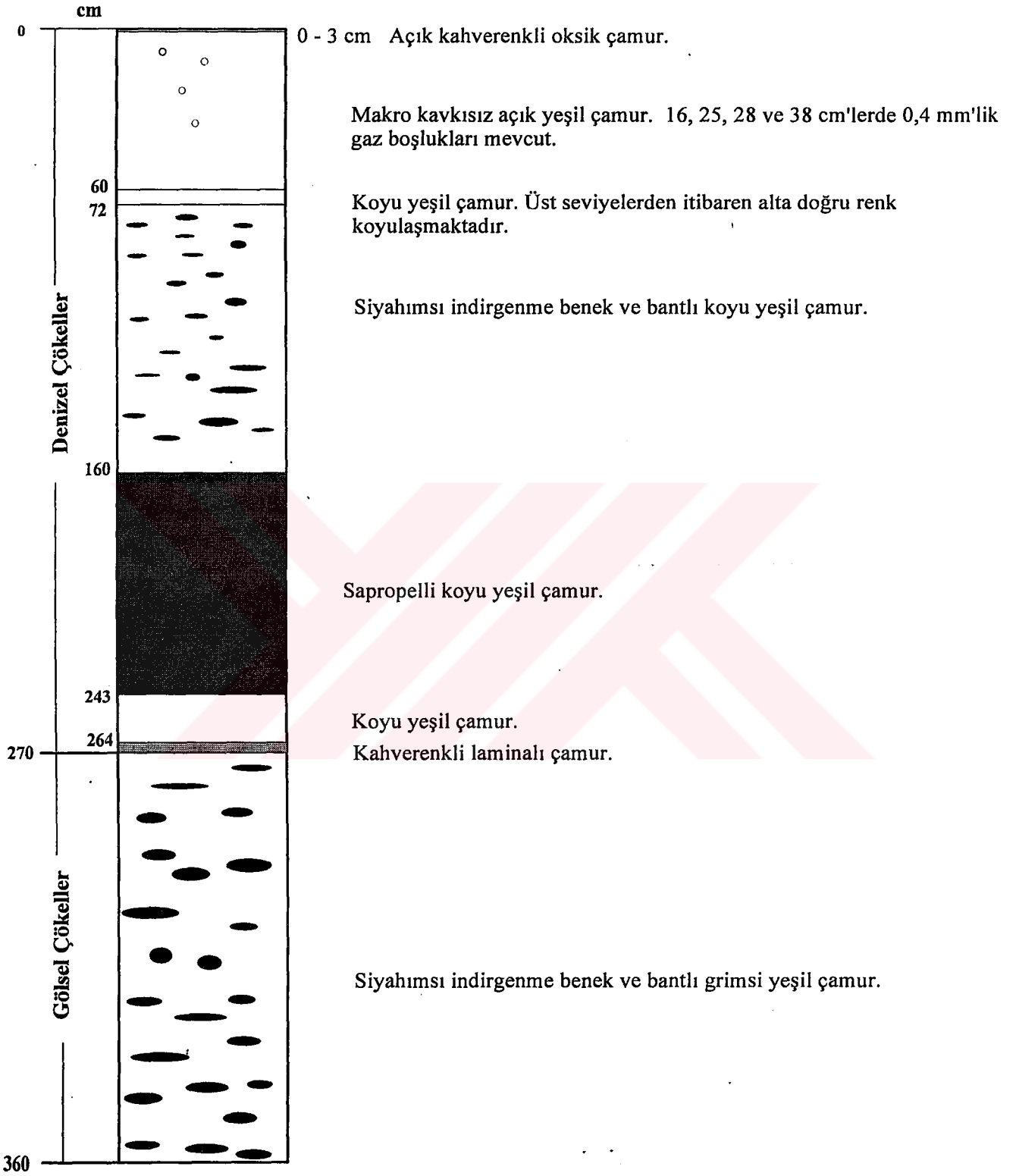
Şekil 6. İZ 30 sediment karotunun litolojisi.

dokanağa sahiptir. Çökel biriminde *Turritella turbana*, kavkı kırıntısı ve çift kabuklu bivalv kavkuları görülür. Bivalv kabuklarının çift olması, çökel biriminin taşınmadığını gösterir. Bu birimin hemen üstünde (330 cm de) yapılan yaş tayini GÖ 9364 ± 64 yılı vermiştir. 330 cm'deki ¹⁴C yaşını, Bivalv kabuklarının çift olması ve çakılcıklı sediment birimini göz önüne aldığımızda; bu seviyenin günümüzden yaklaşık 9364 yıl önce eski bir kıyı çizgisine ait olduğunu gösterir. Marmara Denizi'nde su seviyesi günümüzden 12.000 yıl önce yükselmeye başlamıştır (Stanley ve Blanpied, 1980; Çağatay vd., 2002, 2003). Bu yükselimle beraber birçok eski kıyı çizgileri deniz tarafından işgal edilmiştir. Marmara Denizi İstanbul Boğazı çıkışında sismik kesitler üzerinde bir delta paketinin geliştiği tespit edilmiştir (Hiscott vd., 2002). Bu delta paketi Marmara Denizi'ndeki su seviyesi yükselimine bağlı olarak günümüzden önce 10000-9000 yılları arasında gelişmiştir (Hiscott vd., 2002). Deltanın son lobunun günümüz su seviyesinin 40 m altında olduğunu izlenmesi, günümüzden 9000 yıl önce su seviyesinin 40 m daha derinde olduğunu gösterir. Bu durum 330 cm deki eski kıyı çizgisi fikrini desteklemektedir.

Tablo 7. Karot örneklerinde AMS metodu ile yapılan ¹⁴C ve kalibre edilmiş yaşlar (*Rezevuvar yaşı olarak Siani vd.,'ne göre (2000) 400 yıl alınmıştır). Tarihi döneme giren yaşlar ayrıca miladi takvime göre hesaplanarak parantez içinde verilmiştir.

Karot No	Seviye (cm)	Yaşlandırılan malzeme	¹⁴ C yaşı	Kalibre edilmiş yaş (takvim yılı)*
İZ-30	223-224	Foraminifer	3455 ± 35	3276 ± 48
İZ-30	330	Mollusc	8740 ± 64	9364 ± 64
CAG-3	245-246	Foraminifer	6180 ± 87	6573 ± 87
C-15	61-62	Foraminifer	1470 ± 35	1047±43 (MS 957 ± 43)
C-15	75-76	Foraminifer	1890 ± 35	1426±31 (MS 578 ± 31)

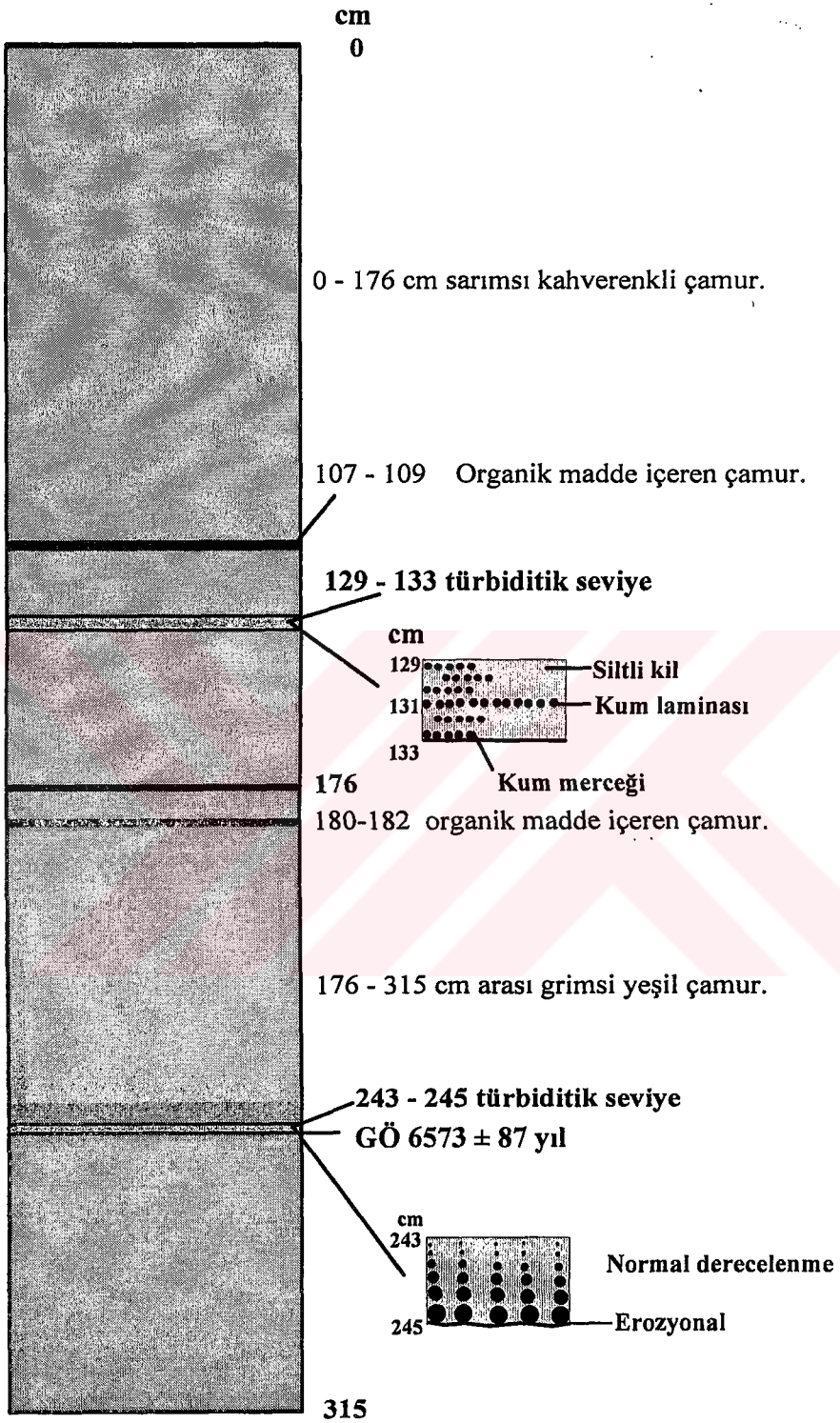
Büyükçekmece açıklarından – 380 m su derinliğinden alınan BUC-10A karotu 360 cm uzunluğundadır. BUC-10A karotu 0-3 cm arası açık kahve renkli çamur olup (Şekil 7) oksijenli ortamın ürünüdür. 3-60 cm arası açık yeşil homojen çamur olmakla birlikte 16 cm, 25 cm, 28 cm ve 38 cm'lerde 0.4 cm çapında gaz boşlukları gözlenmiştir. KAF üzerinde olan



Şekil 7. BUC-10A sediment karotunun litolojisi.

bu karottaki gaz boşluklarının fay hattı boyunca çıkan gazlarla oluşma ihtimali güçlüdür. Bu birimden sonra açık yeşil çamurdan 60 cm'de koyu yeşil çamura geçiş olur. Bu homojen çamur 72 cm ye kadar devam edip, üst seviyelerinden itibaren alta doğru renginde koyulaşma olmaktadır. Makro fosil içermeyen bu birimin hemen altında 72–160 cm arasında üstündeki birimden siyah renkli indirgenme benek ve bantları içermesi ile ayırt edilebilen koyu yeşil renkli homojen bir birim bulunmaktadır. Bu birimin altındaki sapropelli birime geçişi keskindir. Altındaki ve üstündeki birimlerle keskin bir geçiş gösteren 160–243 cm'ler arasında sapropelli çamur birimi gözlenmiştir. Önceki çalışmacılar (Çağatay vd., 1999, 2000) Marmara Denizi'ndeki bu sapropel tabakasının 10.6–6.4 bin yıl önce depolandığını tespit etmişlerdir. Bu seviyedeki sapropel muhtemelen Karadeniz'den bol su girdisinin neden olduğu su tabakalanması ve yüksek organik üretimle 10.6–6.4 bin yıl önce depolanmıştır. 243-264 cm'ler arası koyu yeşil, 264-270 cm arası kahve renkli çamurdur. 270-360 cm arası siyahımsı indirgenme benek ve bantları içeren makro fosilsiz gri yeşil homojen çamurdur. Bu çamur birimi üstündeki sapropelli birimin yaşı göz önüne alındığında Çağatay ve diğerlerinin (2000) Birim-2 olarak isimlendirdikleri gölsel çökellere karşılık gelmektedir. Birimlerdeki renk değişimi organik madde, silt, kil ve dip suyunun oksijeni ile ilişkilidir.

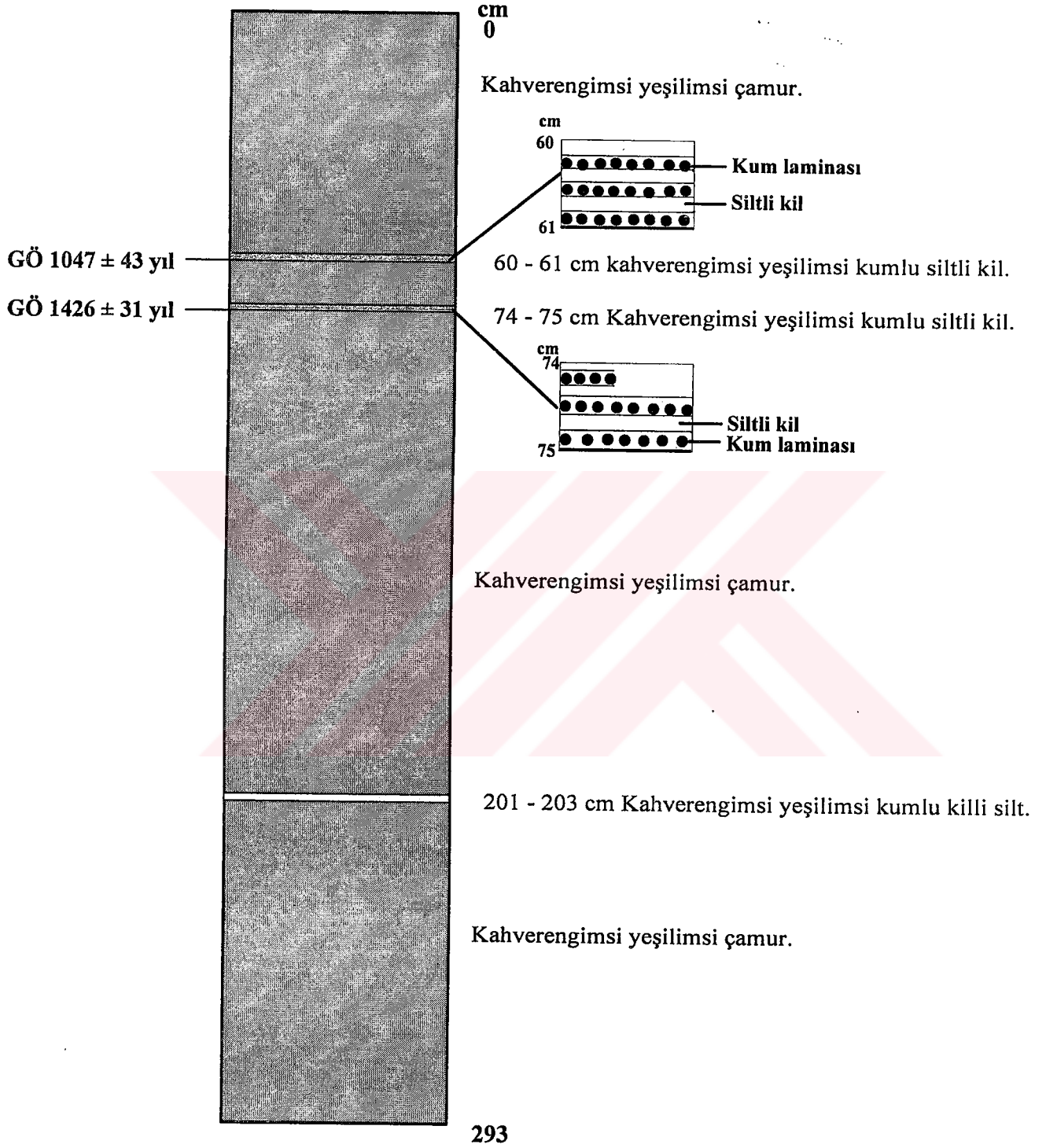
Çınarcık Çukurluğu'ndan – 1196 m su derinliğinden alınan CAG-3 karotunun uzunluğu 315 cm dir. Bu karotun en üst 176 cm'si sarımsı kahve renkli makro fosilsiz çamurdur. Bu birimde dikkati çeken iki seviye izlenmiştir (Şekil 8). Bu seviyelerden ilki 107–109 cm arasında organik maddece zengin çamur diğeri 132–133 cm arası kumlu siltli kildir. 132 – 133 cm aralığında ayrıntılı litolojik incelemede; bu birimin aslında 129 cm de keskin bir sınırla başlayıp, 133 cm'ye kadar devam ettiği görülür. Bu birimin üst sınırı dereceli geçişli olup, 131 cm'de 1 mm kalınlığında kum laminası ve bunun altında (129–131cm) üç adet 3–4 cm uzunluğunda, kesik ve 1mm kalınlığında kum merceği görülmüştür. 131–133 cm arasında iki adet 2-3 cm uzunluğunda ve 0.5 mm kalınlığında kum merceği tespit edilmiştir. Bu birim, kum ve siltli kil ardalanması şeklinde bir istif gösterip, türbiditik istifte (Bouma, 1962; Walker, 1965; Middleton ve Hampton, 1973) Td'ye karşılık gelir. Bu birimin altında ve üstünde Bouma serisinin diğer seviyeleri gözlenmemiştir. Üstündeki birimden 176 cm'de renk değişimi ile ayrılan gri yeşil çamur birimi 315 cm'ye kadar devam eder. Bu birimde homojen yapıyı bozan iki seviye tespit edilmiştir. Bu seviyeler 180–182 cm aralığındaki



Şekil 8. CAG-3 sediment karotunun litolojisi.

organik maddece zengin çamur ile 243–245 cm aralığındaki kum oranının yüksek (%27.4) olduğu kumlu çamurdur. 243–245 cm'deki birim normal dereceli, alt sınırı erozyonal, üst sınırı dereceli geçişlidir. İstif kütle akmaları ile taşınmış olup, türbiditik istifte (Bouma, 1962; Walker, 1965; Middleton ve Hampton, 1973) Ta ya karşılık gelir. Bu birimin üzerinde Bouma serisinin diğer seviyeleri gözlenmemiştir. Bu seviyenin hemen altında yapılan yaşlandırma da GÖ 6573 ± 87 yıl ölçülmüştür. Bu yaş tarihi deprem kayıtlarının (M.Ö. 222 ve M.S.1900 yılları arası) dışında kalır.

Çınarcık Çukurluğu'nun doğusunda 1251 m su derinliğinden alınan C-15 karotu 293 cm uzunluğunda olup, genellikle kahverengimsi yeşilimsi çamurdan oluşur. Karot genelinde bir kaç seviye dışında kil boyutu çökellerin baskın olması, ortamın enerji koşullarının zayıf olduğunu gösterir. Karot boyunca litolojik olarak özellikle 60-61, 74-75, 201–203 cm'lerde çökeltme koşullarının bariz olarak değiştiği gözlenmiştir (Şekil 9). Bu seviyelerin stratigrafik olarak yüksek enerji koşullarının hakim olduğu yerlerde bulunması daha uygundur. Çınarcık Çukurluğu'ndaki bu kumlu çamur seviyeleri kütle akmaları ile taşınmıştır. Bu seviyelerden 60–61 ve 74–75 cm'ler kumlu siltli kil olup, yapılan ayrıntılı litolojik incelemelerde 60-61 cm arasında 3 adet kum laminası ile 2 adet siltli kil laminası gözlenmiştir. Birim paralel laminalı kum ve siltli kil ardalanması gösterir. 74–75 cm aralığında iki adet 2 mm kalınlığında kum laminası, bir de 1mm kalınlığında 4 cm uzunluğunda kesik kum bandı ve iki adet de siltli kil laminası mevcuttur. Bu birim kendi içerisinde paralel laminalı kum ve siltli kil ardalanması gösterir. 60-61 ve 74–75 cm arasındaki sedimentler genelde paralel laminalı kum ve siltli kil ardalanması sunarlar. Bu iki seviyeninde alt sınırları keskin olup, üst sınırları dereceli geçişlidir. Bu birimlerin her ikisi de kütle akmaları ile taşınmış olup, türbiditik istifte (Bouma, 1962; Walker, 1965; Middleton ve Hampton, 1973) Td'ye karşılık gelirler. Bu seviyelerin altında ve üstünde Bouma serisinin diğer birimleri gözlenmemiştir. 60–61cm'deki türbiditik seviyenin hemen altında yapılan yaş tayini 1480 ¹⁴C yılı vermiştir. Bu yıl Miladi yıl olarak 957 ± 43 yılına denktir. Bu tarih; hata limitleri içerisinde tarihi depremlerden 26 Ekim 986 yılında İstanbul ve Trakya'yı etkileyen IX şiddetindeki depremle örtüşmektedir. Bu demektir ki; bu tarihte olan depremin yarattığı sarsıntı ile Çınarcık Çukurluğu'nun yamacındaki sedimentler kayarak kütle hareketi oluşturmuş ve bunun neticesinde oluşan türbiditik akıntılar sedimenti taşımıştır. 74–75 cm aralığındaki türbiditik seviyenin hemen altında yapılan yaş

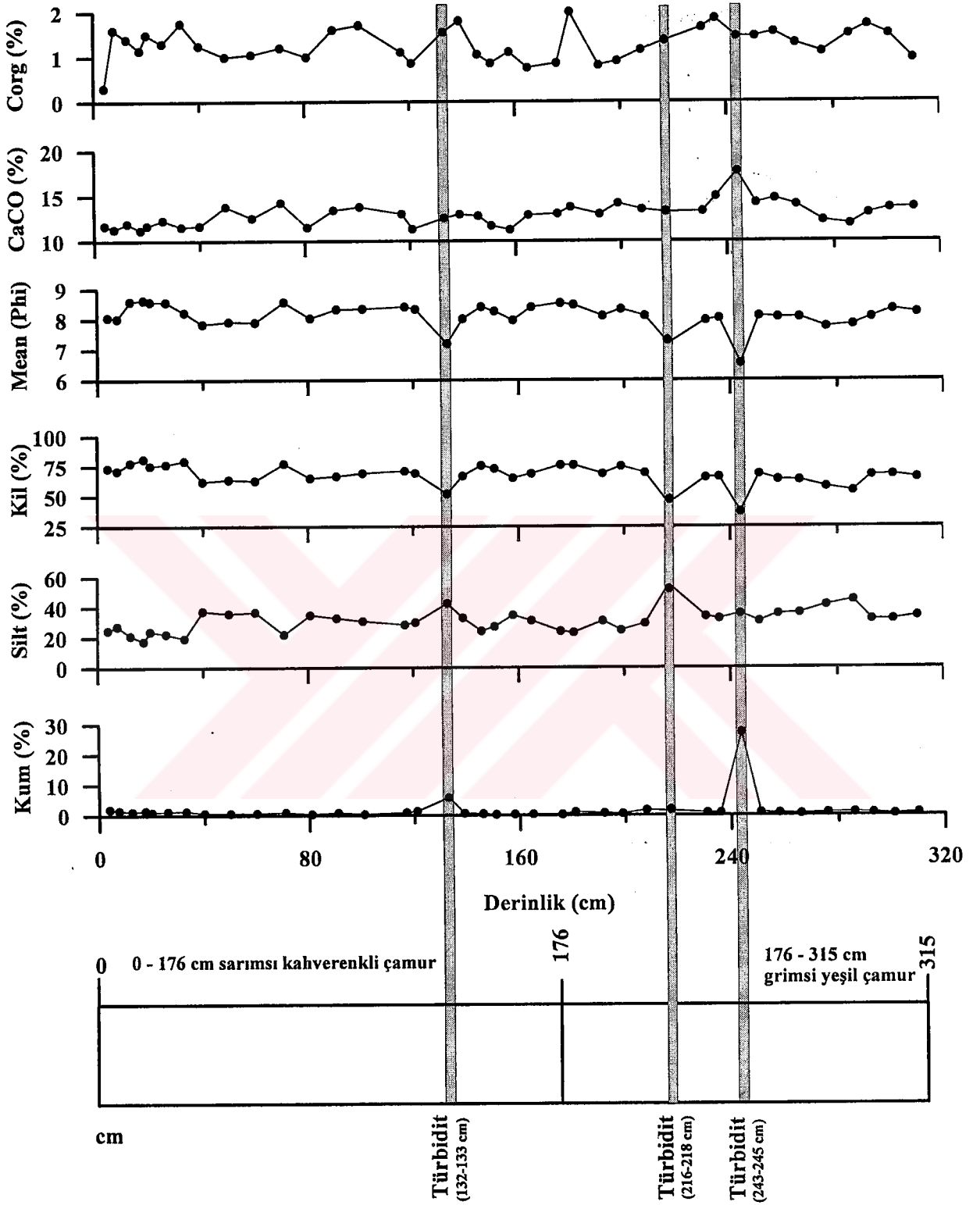


Şekil 9. C-15 sediment karotunun litolojisi.

taini 1890 ± 35 ^{14}C yılı vermiştir. Bu yıl Miladi yıl olarak 578 ± 31 yılına denktir. Bu tarih; hata limitleri dahilinde tarihi depremlerden 15 Ağustos 553 yılı ile örtüşür. 74–75 cm aralığındaki sedimentler 553 yılında X şiddetindeki İstanbul Kocaeli depreminin tetikleme ile Çınarcık Çukurluğu'nun yamacındaki sedimentlerin kaymaları sırasında oluşturdukları türbiditik akıntılarla taşınmıştır. 201–203 cm arası kumlu killi silttir. Bu seviyede yapılan ayrıntılı litolojik incelemede kum boyutu malzemelerde kavkı kırıntısı oldukça yüksektir. Kavkı kırıntısının yüksek olan 201–203 cm'deki sediment birimi, az kavkı içeren 60–61 ve 74–75 cm'deki türbiditik sediment birimine göre, daha sığ ortamdan taşınmıştır. 201–203 cm de kum miktarının az olması, kum içeriği yüksek olan 60–61 ve 74–75 cm'deki sedimentleri taşıyan enerji koşullarından daha zayıf enerjili bir kuvvetle taşındığını gösterir. 201–203 cm aralığındaki sedimentin hemen altında yeterli miktarda bentik foraminifer olmadığından, bu seviyede yaşlandırılma yapılamamıştır. Buna rağmen bu karotta 74–75 cm'deki yaş tayinini göz önüne aldığımızda, karot için ortalama sedimentasyon hızı 53cm/1000yıl olarak hesaplanmıştır. Sedimentasyon hızına göre 201–203 cm aralığındaki sedimentler günümüzden yaklaşık 3790 yıl önce çökelmiştir. Bu yaş, tarihi deprem kayıtlarının dışında kalmaktadır.

3.1.1. CAG-3 karotundaki sediment örneklerinin tane boyutu dağılımı

CAG-3 karotunda sedimenti taşıyan gücün ve çökelim ortamının enerjisi hakkında yorum yapmamız için toplam 39 numunede tane boyutu analizi yapılmıştır (Şekil 10, Tablo 8). Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde kum yüzdesi % 0.15–27.40 arasında değişmektedir. Kum yüzdesi en yüksek değerine 243–245 cm aralığında, en düşük değerine 150–152 cm aralığında ulaşmaktadır. Ölçümü yapılan 39 numunede ortalama kum yüzdesi %1.65 tir. Kum yüzdesinin maksimum olduğu seviye dışında bütün değerler % 6'dan daha düşüktür. CAG-3 karotunda silt boyutu % 17.50 (15-20 cm) - % 54.85 (216-218 cm) arasında değişmekte ve kil yüzdesi ile ters orantılı bir ilişki içinde dağılım sunmaktadır (Şekil 10, Tablo 8). Ortalama silt yüzdesi % 31 dir. Kil yüzdesi % 37 (243-245 cm) - % 81.05 (15-20 cm) aralığında değişmekte olup, ortalama değeri % 67.35 dir (Şekil 10, Tablo 8). Kütle akmaları ile taşınan seviyelerden 132–133 cm aralığında kum yüzdesi % 5.80, silt yüzdesi %42.40, kil yüzdesi % 51.80 iken, 243–245 cm aralığında kum yüzdesi % 27.40, silt yüzdesi % 35.60 ve kil yüzdesi % 37 dir. Kum boyutunun maksimum olduğu seviye ile silt yüzdesinin arttığı yerlerde kil yüzdesi düşmektedir. Karot boyunca ölçümü yapılan 39 seviyede ortalama



Şekil 10. CAG-3 sediment karotunda kum (%), silt (%), kil (%), ortalama tane boyutu (ϕ), CaCO₃ (%) ve Corg (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir.

tane boyutu 8.10 Ø dir. Ortalama tane boyutu karot boyunca 3 seviye (132-133, 216-218 ve 243-245 cm) dışında pek değişmemektedir (Tablo 8, Şekil 10). Bu durum CAG-3 karotunda çökeltme koşullarının üç seviye dışında pek değişmediğini gösterir. Türbiditik istifte Td'ye (132-133 cm) ve Ta'ya (243-245 cm) karşılık gelen sediment birimlerinin çökeltmesi sırasında enerji koşullarının değiştiği, ortalama tane boyutu ile desteklenmektedir. 243-245 cm aralığında toplam karbonat miktarının karot boyunca en yüksek değere (Şekil 10, EK1) sahip olması, taşınımın sığ kaynaklı olabileceğini gösterir. Sediment çökeltimi sırasında enerji koşullarının değiştiği bir diğer seviye 216-218 cm aralığıdır. Bu seviyede kum oranı oldukça düşük (%1.40) olup, herhangi bir tabakalanma ve laminalanma gözle ayırt edilememektedir. Birimin Bouma Türbiditik İstifi'nin Te bölümünü yansıttığı düşünülmektedir.

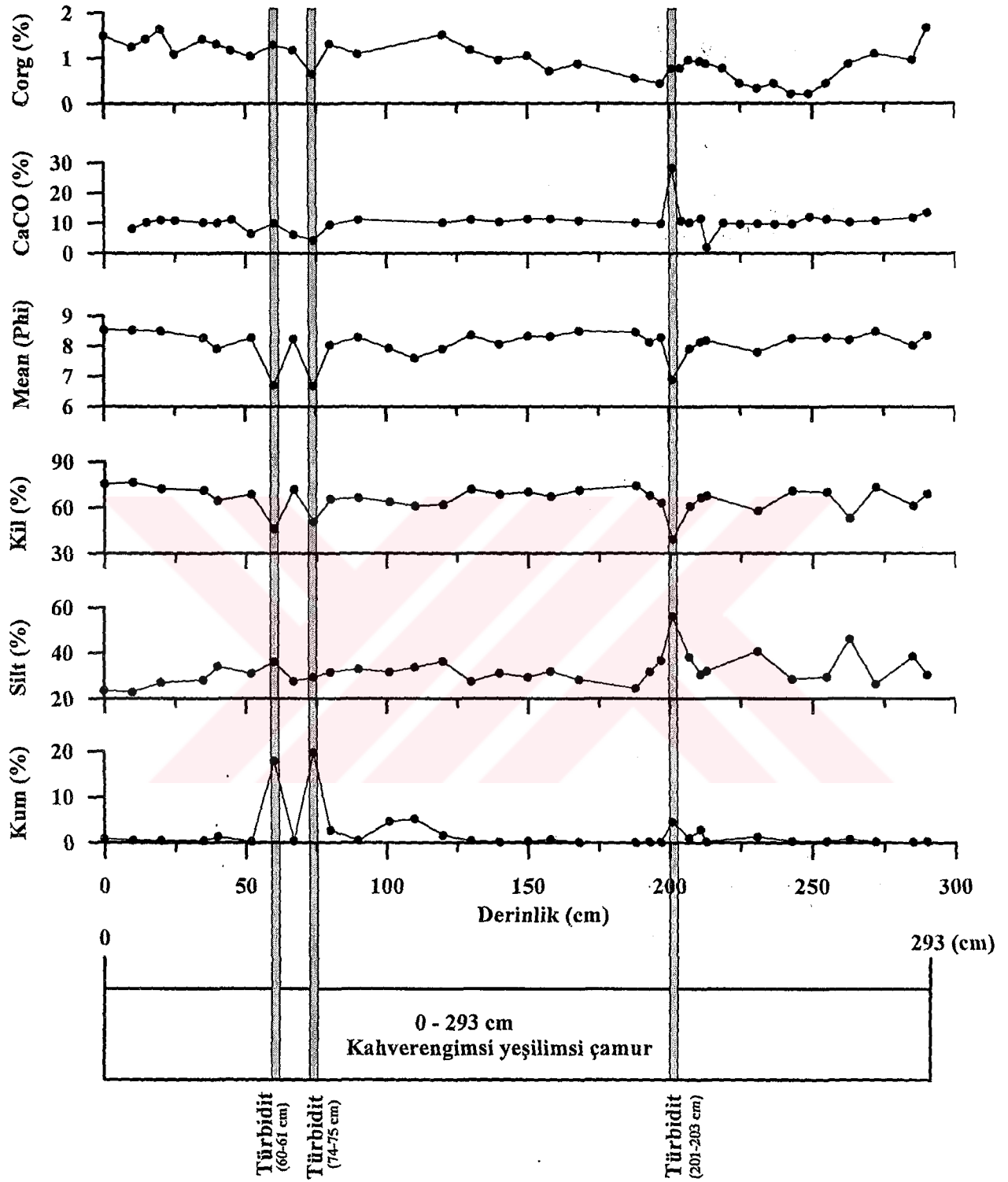
Tablo 8. CAG-3 karotunda kum (%), silt (%), kil (%) ve ortalama tane boyutu parametrelerinin istatistiksel dağılımı.

CAG-3	Kum(%)	Silt(%)	Kil(%)	Mean(Ø)	16Ø	50Ø	84Ø
4-5	2,00	24.65	73.35	8.05	5.69	9.14	9.38
5-10	1.45	27.30	71.20	8.00	5.68	9.10	9.36
10-15	1.15	21.15	77.75	8.60	7.29	9.11	9.36
15-20	1.45	17.50	81.05	8.65	7.42	9.12	9.35
20-21	0.90	23.90	75.20	8.60	7.30	9.10	9.34
25-27	1.25	22.20	76.55	8.55	7.28	9.10	9.34
32-34	1.30	19.30	79.40	8.25	6.35	9.05	9.30
40-41	0.60	37.30	62.10	7.85	5.21	9.02	9.28
49-51	0.60	35.70	63.70	7.90	5.48	9.01	9.28
60-61	0.60	36.60	62.75	7.90	5.34	9.06	9.30
70-73	0.90	21.85	77.25	8.55	7.30	9.08	9.32
80-82	0.40	34.75	64.90	8.05	5.78	9.04	9.30
90-93	0.80	32.65	66.50	8.35	6.72	9.00	9.28
100-102	0.35	30.65	69.00	8.35	6.74	9.00	9.28
116-118	0.85	28.20	70.90	8.40	6.96	9.00	9.28
120-122	1.30	29.70	69.05	8.35	6.65	9.06	9.28
132-133	5.80	42.40	51.80	7.20	4.14	8.20	9.22
138-140	0.55	32.70	66.75	8.00	5.88	8.86	9.28
145-147	0.45	24.05	75.55	8.40	6.90	9.04	9.29
150-152	0.20	26.95	72.90	8.25	6.50	9.02	9.26
157-159	0.30	34.60	65.10	7.95	5.65	9.00	9.26
164-166	0.25	31.00	68.75	8.40	6.90	9.02	9.28
175-177	0.20	23.85	76.10	8.55	7.20	9.08	9.32
180-182	1.00	22.90	76.10	8.45	7.00	9.10	9.32
191-193	0.65	30.70	68.70	8.10	5.96	9.06	9.30

198-200	0.50	24.55	74.95	8.35	6.58	9.09	9.32
207-209	1.65	28.95	69.40	8.10	6.00	9.09	9.32
216-218	1.40	54.85	43.75	7.20	5.10	7.30	9.19
230-232	0.80	33.65	65.60	7.95	5.61	9.00	9.28
235-237	0.75	33.25	66.00	8.05	5.81	9.02	9.28
243-245	27.40	35.60	37.00	6.55	3.29	7.20	9.13
250-252	0.90	30.55	68.55	8.10	5.98	9.05	9.30
257-259	0.70	35.40	63.90	8.05	5.90	9.00	9.28
265-267	0.50	36.05	63.45	8.05	6.25	8.78	9.25
275-277	0.85	41.25	57.90	7.75	5.23	8.50	9.25
285-287	1.00	44.50	54.50	7.80	5.73	9.02	9.22
292-294	0.75	31.65	67.55	8.05	5.88	9.02	9.28
300-302	0.40	31.65	68.00	8.30	6.65	8.80	9.29
307-311	0.75	33.85	65.40	8.20	6.60	9.02	9.23

3.1.2. C-15 karotundaki sediment örneklerinin tane boyutu dağılımı

C-15 karotunda sedimanı taşıyan gücü ve çökelim ortamının enerjisi hakkında bilgi edinmek için 34 numunede tane boyutu analizi yapılmıştır (Şekil 11, Tablo 9). Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde kum yüzdesi % 0.05-19.80 aralığında değişip, ortalama % 2.05 dir. Kum yüzdesi en yüksek değerine 74–75 cm aralığında, en düşük değerine 178-180 cm arasında ulaşmaktadır. Karot boyunca kum yüzdesinin en yüksek olduğu 74–75 cm aralığında yapılan ayrıntılı litolojik incelemede iki adet 2 mm kalınlığında kum laminası birde 1 mm kalınlığında 4 cm uzunluğunda kum merceği görülmüştür. Kum yüzdesinin yüksek (% 17.85) olduğu ikinci bir seviye 60–61 cm aralığında tespit edilirken, bu seviyede yapılan ayrıntılı litolojik incelemede 2 mm kalınlığın da 3 adet kum laminası gözlenmiştir. Kum yüzdesinin yüksek olduğu bu iki seviyede paralel laminalı kum ve siltli kil araldanması gösterirler. 60 – 61 ve 74–75 cm'lerdeki kum yüzde değerlerini karot sediment örneklerinden çıkardığımızda ortalama kum yüzdesi değeri % 0.90'e düşmektedir. C-15 karotunda silt yüzdesi 10–12 cm aralığında % 22.90 ile en düşük değerine, 201–203 cm'de % 56.05 değeri ile en yüksek değerine ulaşmaktadır (Şekil 11, Tablo 9). Analizi yapılan 34 numunede ortalama silt yüzdesi % 32.10 dır. C-15 karotunda kil yüzdesinin en düşük değeri % 39.35 ile silt miktarının maksimum olduğu 201–203 cm aralığında, en yüksek değeri de % 76.55 ile silt yüzdesinin minimum olduğu 10–12 cm aralığında ölçülmüştür (Şekil 11, Tablo 9). Ölçümü yapılan bütün seviyelerdeki ortalama kil yüzdesi % 65.85 dir. Karot boyunca silt yüzdesi değerleri ile



Şekil 11. C-15 sediment karotunda kum (%), silt (%), kil (%), ortalama tane boyutu (ϕ), CaCO₃ (%) ve Corg (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir.

kil yüzdesi değerlerinin dağılımı ters orantılı bir ilişki sunmaktadır. Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde ortalama tane boyutu değeri 8.10 Ø'dir. Ortalama tane boyutu karot boyunca kütle akmaları ile depolanan 3 seviye (60–61, 74–75 ve 201–203 cm) dışında pek değişmemektedir (Şekil 11, Tablo 9). Bu seviyelerdeki sediment örneklerinin yüksek enerjili ortama ait olması gerektiği ortalama tane boyutu ile de desteklenmektedir. Bu üç seviye dışında ortalama tane boyutu dağılımından hareketle; Çınarcık Çukurluğu'ndaki C-15 sediment karotunun çökme koşullarının pek değişmediği görülür. 201 – 203 cm aralığında karbonat miktarının yüksek olması, kütle akması ile taşınan sedimentin daha sığ kaynaklı olduğunu gösterir. Karbonatı yüksek kum C-15 (201–203 cm) ve CAG-3 (243-245cm) karotlarında yaklaşık aynı derinliğe karşılık gelir (Şekil 10, 11). Buna rağmen karotlardaki bu seviyelerin farklı akma olayları sonucu depolanmış olması gerekmektedir. Bu durum her iki seviyedeki oluşum zamanlarının farklı olması ile de desteklenmektedir (Tablo 7).

Tablo 9. C – 15 karotunda tane boyutu parametrelerinin istatistiksel dağılımı. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir.

C-15	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Mean (Ø)	16Ø	50Ø	84Ø
0-2	0.80	23.65	75.55	8.55	7.20	9.09	9.32
10-12	0.50	22.90	76.55	8.55	7.20	9.08	9.31
20-22	0.45	27.10	72.45	8.50	7.12	9.06	9.31
30-32	0.40	28.15	71.40	8.30	6.48	9.04	9.29
40-42	1.25	34.05	64.65	7.90	5.50	8.95	9.26
52-54	0.20	31.05	68.70	8.30	6.40	9.08	9.32
60-61	17.85	36.05	46.10	6.70	3.87	7.00	9.20
67-69	0.40	27.60	72.00	8.25	6.45	9.00	9.28
74-75	19.80	29.35	50.85	6.70	3.74	7.08	9.21
80-82	2.65	31.65	65.65	8.05	5.83	9.00	9.27
90-92	0.50	33.00	66.50	8.30	6.72	8.90	9.25
100-102	4.60	31.65	63.75	7.90	5.65	8.86	9.25
109-111	5.20	33.65	61.15	7.60	5.05	8.55	9.21
120-122	1.60	36.30	62.10	7.90	5.73	8.75	9.25
130-132	0.40	27.50	72.10	8.35	6.78	9.01	9.28
140-142	0.15	31.10	68.75	8.05	5.89	9.00	9.28
150-152	0.30	29.40	70.30	8.35	6.73	9.00	9.27
158-160	0.70	32.00	67.30	8.30	6.68	9.00	9.27
168-170	0.15	28.30	71.60				

178-180	0.05	27.55	72.40	8.50	7.20	9.01	9.28
187-190	0.05	24.50	75.45	8.35	6.80	9.01	9.29
192-194	0.20	31.70	68.10	8.45	6.98	9.08	9.31
197-199	0.15	36.60	63.25	8.15	6.42	8.73	9.23
201-203	4.60	56.05	39.35	8.30	6.58	9.00	9.28
				6.90	4.56	7.00	9.12
207-209	1.00	38.15	60.85				
211-212	2.85	30.60	66.55	7.90	5.92	8.60	9.22
213-215	0.25	31.95	67.80	8.15	6.10	9.01	9.28
231-233	1.30	40.70	57.95	8.20	6.47	8.82	9.25
243-245	0.35	28.60	71.05	7.80	5.60	8.58	9.23
255-257	0.30	29.45	70.25	8.25	6.50	9.01	9.28
263-265	0.80	46.15	53.05	8.30	6.49	9.05	9.30
272-274	0.20	26.30	73.50	8.20	6.80	8.58	9.25
283-285	0.20	38.40	61.40	8.50	7.09	9.08	9.30
291-293	0.35	30.35	69.25	8.05	6.12	8.72	9.25
				8.35	6.82	9.02	9.28

3.1.3. Karot çökellerinin mineralojik ve paleontolojik özellikleri

3.1.3.1. CAG-3 sediment karotu

CAG-3 karotunun 6 seviyesinden (132-133, 198-200, 235-237, 243-245, 250-252 ve 257-259 cm) sadece kum boyutu fraksiyonunda bentik foraminifer tayini, iki seviyede (132-133 ve 243-245 cm) kum mineralojisi ve 243-245 cm'de ince kesitte optik mikroskop çalışması yapılmıştır. Bentik foraminifer çalışması ile foraminiferlerin yaşam derinlikleri incelenmiş ve türbiditik seviyelerin hangi derinliklerden taşındığı araştırılmıştır. 216-218 cm de yeterli miktarda kum numunesi olmadığından kum mineralojisi ve bentik foraminifer incelemesi yapılamamıştır.

132-133 cm: Bu seviyedeki toplam kum boyutu (%5.80) bileşenlerde kuvars % 59 ile en çok bulunan mineraldir. Bunu sırası ile kalsit (%14.5), foraminifer ve kavkı kırıntısı (%10.5), epidot (%6.5), biyotit-muskovit (%4) pirit (%3.5) ve granat (%2) izler. Taneler çoğunlukla köşeli bileşenli, az oranda yarı köşeli ve yarı yuvarlaktır. Kum boyutu fraksiyonda bentik foraminifer olarak *Adelosina* sp, *Amphicoryna scalaris* (Batsch), *Ammonia* sp, *Asterigerinata mamilla* (Williamson), *Brizalina alata* (Seguenza), *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina striata* d'Orbigny, *Bulimina aculeata* d'Orbigny, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Chilostomella ovoidea* Reuss,

Dentalina sp, *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny), *Elphidium* sp, *Favulina hexagona* (Williamson), *Globobulimina affinis* (d' Orbigny), *Globobulimina* sp, *Gyroidina umbonata* (Silvestri), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Lenticulina* sp, *Marginulina* sp, *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Nonion depressulum* (Walker and Jacob), *Nonionella turgida* (Williamson), *Pyrgo elongata* (d' Orbigny), *Pyrgo anomala* (Schlumberger), *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Sigmoilina distorta* Phleger ve Parker, *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Spiroloculina excavata* d'Orbigny - Hofker, *Textularia* sp, *Quinqueloculina padana* Perconig, *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türleri tespit edilmiştir. Bu seviyedeki bentik foraminiferlerden *Ammonia* sp, *Bulimina aculeata* d'Orbigny ve *Elphidium* sp türleri; bu seviyedeki sedimentlerin nispeten daha sığ bölgelerden, bu bölgeye taşındığını gösterir.

198-200 cm: Bu seviyedeki toplam kum boyutu (% 0.50) sediment örneğinde yapılan bentik foraminifer tayininde *Bulimina striata* d' Orbigny, *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Melonis barleeaanum* (Williamson), *Pyrgo anomala* (Schlumberger), *Pyrgo elongata* (d'Orbigny) ve *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türleri gözlenmiştir. Bu bentikler derin bölgelerde yaşayan türler olup, derin bölgede bulunan bu sedimentlerin taşınmadığını gösterir.

235-237 cm: Bu seviyedeki toplam kum boyutu yüzdesi % 0.75'dir. Bu birimdeki kum boyutu sediment örneğinde *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Globobulimina affinis* (d' Orbigny) türleri görülür. Bu bentikler derin bölgelerde yaşayan türler olup, derin bölgede bulunan bu sedimentlerin taşınmadığını gösterir.

243-245 cm: Kum boyutu malzemenin yüksek (% 27.4) olduğu bu seviyede en çok kuvars (% 62.5) minerali bulunur. Kuvarası sırasıyla kalsit (% 14.5), foraminifer ve kavkı kırıntısı (% 9), biyotit-muskovit (% 5.5), epidot(% 5), pirit(% 3) ve granat(% 0.5) izler. Kum boyutu taneler köşeli ve kısmen yarı köşeli, çoğunlukla dış yüzeyleri korede olmuş taneler şeklindedir. Bentik foraminifer türlerinde zenginleşme söz konusu olup; *Amphicoryna scalaris* (Batsch), *Ammonia* sp, *Brizalina* sp, *Brizalina spathulata* (Williamson)(bol), *Brizalina striatula* Cushman, *Brizalina dilatata* (Reuss), *Bulimina aculeata* d'Orbigny(bol),

Bulimina inflata d'Orbigny, *Cassidulina crassa* d'Orbigny, *Dentalina guttifera* d'Orbigny, *Elphidium crispum* (Linnee), *Globobulimina affinis* (d' Orbigny)(bol), *Gyroidina umbonata* (Silvestri), *Hyalinea balthica* (Schroeter) , *Lenticulina gibba* (d'Orbigny), *Melonis barleeaanum* (Williamson), *Miliolinella subrotunda* (Montagu) türlerinden oluşur. Bu seviyedeki bentik foraminiferlerden *Ammonia* sp, *Bulimina aculeata* d'Orbigny ve *Elphidium crispum* (Linnee) türleri daha sığ ortamlarda bulunurlar. Bu türlerin böyle derin yerlerde bulunması ancak taşınma ile olur. Bu sebeple bu seviyedeki sedimentler daha sığ bölgeden taşınmıştır.

250-252cm: Bu seviyedeki toplam kum boyutu malzemenin (% 0,90) bentik türleri olarak *Brizalina alata* (Seguenza), *Brizalina striatula* Cushman, *Brizalina dilatata* (Reuss)(bol), *Bulimina elongata* d'Orbigny, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Bulimina inflata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Cbicides* sp, *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Globobulimina* sp, *Globocassidulina subglobosa* (Brady), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Nonion* sp, *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Valvulineria bradyana* (Fornasini) görülür. Bentiklerin hemen hepsi derin bölgelerde yaşayan foraminiferleri içerdiğinden, bu seviyedeki sedimentler taşınmamıştır.

257–259 cm: Kum boyutu (% 0,70) sediment örneğinde *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Bulimina inflata* d'Orbigny ve *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türleri görülür. Bu türler derin bölgelerde yaşayan türlerdir.

1196 m su derinliğinden alınan CAG-3 karotunda kum oranının yüksek olduğu 243–245 cm ve 132–133 cm'lerde bulunan bentik foraminifer türlerinin yaşam derinlikleri (Sgarrella ve Moncharmont Zei, 1993) incelendiğinde sığ seviyeleri temsil eden türler (*Ammonia* sp. (0-50 m), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (5–360m), *Elphidium crispum* (Linnee) (35-50m)) küçük pelecipodlar ve echinoderm parçaları görülür. Bentik foraminiferlerin içleri demir sülfidlerle doludur. 132–133 ve 243–245cm aralığındaki bentik foraminiferlerden hareketle, bu seviyedeki kum boyutu malzemenin önceden daha sığ koşullarda çökelmiş olduğunu gösterir. Günümüzde bu malzemenin daha derin koşullarda bulunması, bu seviyedeki sedimentlerin sığ bölgelerden derin bölgelere taşındığının diğer bir kanıtıdır. Bu

seviyelerin (132-133 ve 243-245 cm) üstünde ve altındaki bentik foraminifer türleri benzer olup, tümüyle derin denizel koşullarda yaşayan bentiklerdir.

3.1.3.2. C-15 sediment karotu

C-15 karot örneğinde üç seviyede (60–61, 74-75 ve 201–203 cm) kum boyutu sedimentlerin içeriğini araştırmak için bu seviyelerde ince kesit, 4 seviyede (60–61, 74–75, 100–102 ve 201–203 cm) kum mineralojisi ve 7 seviyede (52–54, 60–61, 67–69, 74–75, 80–82, 100-102 ve 201-203 cm) bentik foraminiferler incelenmiştir. Bentik foraminiferleri incelemekteki amaç; türbiditik seviyelerin hangi derinliklerden taşındığını araştırmaktır.

52 – 54 cm: % 0.20 oranında kum boyutu sediment örneğinde *Articulina tubulosa* (Seguenza), *Brizalina dilatata* (Reuss) (bol), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Brizalina alata* (Seguenza), *Bulimina inflata* d'Orbigny (Bol), *Cassidulina carinata* Silvestri, *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Globobulimina pseudospinescens* (Emiliani) (bol), *Melonis pompilioides* (Fichtel and Moll) (bol), *Melonis barleeianum* (Williamson), *Quinqueloculina venusta* Karrer, *Uvigerina mediterranea* Hofker (bol) ve *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türlerinden oluşur. Bütün bu türler derin bölgeleri temsil eden türlerdir.

60-61 cm: Kum miktarının yüksek(% 17.85) olduğu seviyelerden biridir. Bu seviyede alınan toplam kum örneğinde yapılan optik mineralojik incelemelerde en yaygın olarak bulunan mineral kuvars (% 51) olup, bunu sırasıyla kalsit (% 12), pirit (% 11), epidot (% 10), foraminifer ve kavkı kırıntısı (% 7), biyotit-muskovit (% 6) ve granat(%3) izler. Kum boyutu taneler çoğunlukla köşeli bileşenli az oranda yarı köşeli ve yarı yuvarlak genelde dış yüzeyleri aşınmış düzensiz köşeli şekiller sunarlar. Bentik foraminiferler ise: *Ammonia* sp, *Brizalina alata* (Seguenza)(bol), *Brizalina spathulata* (Williamson) (Bol), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (Bol), *Bulimina inflata* d'Orbigny, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Cassidulina crassa* d'Orbigny, *Chilostomella mediterraneensis* Cushman, *Dentalina guttifera* d'Orbigny, *Elphidium crispum* (Linnee), *Elphidium punctatum* (Terquem), *Globobulimina affinis* (d' Orbigny) (bol), *Globocassidulina subglobosa* (Brady), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri*(Silvestri), *Textularia conica* d'Orbigny, *Uvigerina*

mediterranea Hofker (bol), *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türlerinden oluşur. Bu seviyedeki bentik foraminifer türlerinin yaşam derinlikleri (Sgarrella ve Moncharmont Zei, 1993) incelendiğinde sığ seviyeleri temsil eden türlerin (*Ammonia* sp. (0-50 m), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (5-360m), *Elphidium crispum* (Linnee) (35-50m)) bulunması, Bu çökellerin önceden daha sığ koşullarda (yamaç eğimi) çökelmiş olduğunu gösterir.

67-69 cm: Kum oranının % 0.4 olan bu seviyede yapılan bentik foraminifer incelemelerinde *Brizalina alata* (Seguenza), *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Bulimina inflata* d'Orbigny(Bol), *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Favulina hexagona* (Williamson), *Globobulimina pseudospinescens* (Emiliani), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Melonis pompilioides* (Fichtel and Moll) (bol), *Melonis barlecanum* (Williamson), *Pyrgo anamola* (Schlumberger), *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Uvigerina mediterranea* Hofker (bol), *Valvulineria bradyana* (Fornasini), *Quinqueloculina venusta* Karrer, türleri görülmüştür. Bütün bu türler derin bölgeleri temsil eden türlerdir.

74-75 cm: C-15 karotunda kum miktarının en yüksek (% 19.80) olduğu seviyedir. Bu seviyede yapılan mikroskobik çalışma ile % 48 ile en fazla bulunan mineral kuvars olup, bunu sırası ile kalsit (% 13.5), epidot (% 11), foraminifer ve kavkı kırıntısı (% 8), pirit (% 7.5), biyotit-muskovit (% 7) ve granat (%5) izler. Taneler çoğunlukla köşeli bileşenli, az oranda yarı köşeli ve yarı yuvarlak, genelde dış yüzeyleri aşınmış, düzensiz köşeli şekillerdirler. Bentik foraminiferler ise *Amphicoryna scalaris* (Batsch), *Ammonia* sp, *Brizalina alata* (Seguenza)(bol), *Brizalina spathulata* (Williamson) (bol), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (Bol), *Bulimina inflata* d'Orbigny, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Cassidulina crassa* d'Orbigny, *Chilostomella mediterraneensis* Cushman, *Dentalina guttifer* d'Orbigny, *Elphidium crispum* (Linnee), *Elphidium punctatum* (Terquem), *Globobulimina affinis* (d'Orbigny) (bol), *Globocassidulina subglobosa* (Brady), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Lenticulina gibba* (d'Orbigny), *Melonis barlecanum* (Williamson), *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri*(Silvestri), *Textularia conica* d'Orbigny, *Uvigerina mediterranea* Hofker (bol) ve *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türlerinden oluşur. Bu seviyedeki bentik foraminifer

türlerinin yaşam derinlikleri (Sgarrella ve Moncharmont Zei, 1993) incelendiğinde sığ seviyeleri temsil eden türlerin (*Ammonia* sp. (0-50 m), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (5 – 360m), *Elphidium crispum* (Linnee) (35-50m)) bulunması, bu çökellerin önceden daha sığ koşullarda (yamaç eğimi) çökelmiş olduğunu gösterir.

80 – 82 cm: Kum oranının % 2.65 olduğu bu seviyede bentik foraminiferler *Adelosina mediterraneensis* (Le Calvez), *Brizalina dilatata* (Reuss) (bol), *Brizalina spathulata* (Williamson), *Brizalina alata* (Seguenza) (Bol), *Bulimina inflata* d'Orbigny (Bol), *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Cibicides* sp, *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Elphidium* sp, *Globobulimina pseudospinescens* (Emiliani) (bol), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Lenticulina* sp, *Melonis pompilioides* (Fichtel and Moll), *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Neolenticulina peregrina* (Schwager), *Pyrgo elongata* (d' Orbigny), *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Spiroloculina excavata* d'Orbigny - Hofker, *Textularia* sp, *Uvigerina mediterranea* Hofker (bol) ve *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türlerinden oluşur. Bütün bu bentik foraminifer türleri derin bölgeleri temsil eden türlerdir.

100–102 cm: % 4.60 oranında kum oranının bulunduğu bu seviyede kum boyutu sedimentlerde kuvars (% 55), kalsit (% 15), foraminifer ve kavrık kırıntısı (% 9), Biyotit-muskovit (% 7), pirit (% 6.5), epidot (% 5) ve granattan (% 3) oluşur. Kum boyutu sedimentteki bentik foraminiferler; *Amphicoryna scalaris* (Batsch), *Biloculinella* sp, *Brizalina alata* (Seguenza), *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina striata* d'Orbigny, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Cibicides* sp, *Cyclolorina* sp, *Discorbinella bertheloti* (d'Orbigny), *Elphidium* sp, *Fursenkoina* sp, *Globobulimina* sp, *Globobulimina affinis* (d' Orbigny), *Gyroidina umbonata* (Silvestri), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Lenticulina* sp, *Miliolinella subrotunda* (Montagu), *Pyrgo anomala* (Schlumberger), *Pyrgo elongata* (d' Orbigny), *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Uvigerina mediterranea* Hofker, *Sigmoilina distorta* Phleger ve Parker, *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Spiroloculina excavata* d'Orbigny, *Quinqueloculina padana* Perconig, *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türlerinden oluşur. Bütün bu türler derin bölgeleri temsil eden türlerdir.

201-203 cm: Kum miktarının % 4.60 ve ortalama tane boyutunun 6.90 Ø olduğu bu seviyede foraminifer ve kavkı kırıntısı % 60 ile en çok bulunan kum boyutu malzeme olup bunu sırası ile kalsit (% 14), pirit (% 9), biyotit-muskovit (% 7), kuvars (% 6), epidot (%3) ve granat (% 1) izler. Taneler köşeli ve kısmen yarı köşeli, çoğunlukla dış yüzeyleri aşınmış taneler şeklindedir. Kum boyutu sedimentte bentik foraminiferler; *Amphicoryna scalaris* (Batsch), *Ammonia* sp, *Biloculinella* sp, *Brizalina dilatata* (Reuss), *Brizalina striata* d'Orbigny, *Bulimina aculeata* d'Orbigny, *Bulimina elongata* d'Orbigny, *Bulimina marginata* d'Orbigny, *Cassidulina carinata* Silvestri, *Chilostomella ovoidea* Reuss, *Dentalina* sp, *Elphidium* sp, *Globobulimina* sp, *Globobulimina affinis* (d' Orbigny), *Gyroidina umbonata* (Silvestri), *Hyalinea balthica* (Schroeter), *Lenticulina* sp *Marginulina* sp, *Miliodinella subrotunda* (Montagu), *Nonion depressulum* (Walker and Jacob), *Nonionella turgida* (Williamson), *Pyrgo elongata* (d' Orbigny), *Rectuvigerina phlegeri* Le Calvez, *Sigmoilina distorta* Phleger ve Parker, *Sigmoilinita tenuis* (Czjzek), *Sigmoilopsis schlumbergeri* (Silvestri), *Spiroloculina excavata* d'Orbigny, *Textularia* sp, *Quinqueloculina padana* Perconig, *Valvulineria bradyana* (Fornasini) türlerinden oluşur. Bu seviyedeki bentik foraminifer türlerinin yaşam derinlikleri (Sgarrella ve Moncharmont Zei, 1993) incelendiğinde sığ seviyeleri temsil eden türlerin (*Ammonia* sp. (0-50 m), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (5-360m), *Elphidium* sp.) bulunması, bu çökellerin önceden daha sığ koşullarda (yamaç eğimi) çökelmiş olduğunu gösterir.

1251m su derinliğinden alınan C-15 karotunda kum oranının yüksek (% 17.85 ve % 19.80) olduğu iki seviyede (60-61 ve 74-75 cm) ve silt miktarının yüksek (% 56.05) olduğu 201-203 cm de bulunan bentik foraminifer türlerinin yaşam derinlikleri (Sgarrella ve Moncharmont Zei, 1993) incelendiğinde *Ammonia* sp. (0-50 m), *Bulimina aculeata* d'Orbigny (5-360 m) ve *Elphidium crispum* (Linnee) (35-50m) gibi sığ seviyeleri temsil eden türler, küçük pelesipodlar ve ekinoid parçaları görülür. Bentik foraminiferlerin içleri piritle doludur. Bentik foraminiferlerin yaşam koşullarından hareketle, bugünkü koşullarda derin denizel ortamda bulunan bu seviyelerdeki (60-61 ve 74-75 ve 201-203 cm) kum boyutu malzemenin daha sığ (yamaç eğimi) seviyelerden taşındığının kanıtıdır. Bu seviyelerin altındaki ve üstündeki sedimentlerde bentik türler benzer olup derin denizel kökenlidir.

3.1.4. Sediment karotlarında kil mineral dağılımı

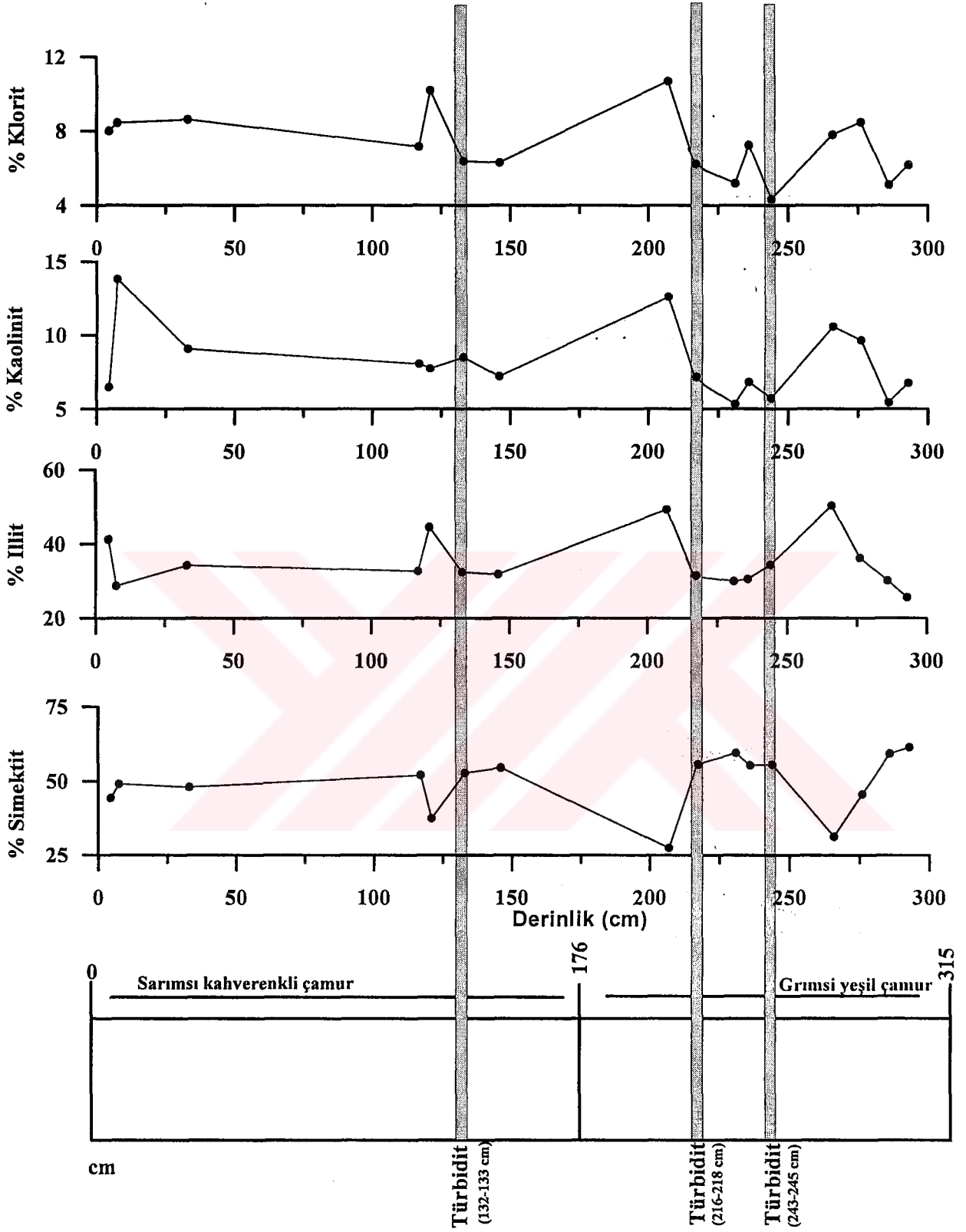
3.1.4.1. CAG-3 sediment karotu

CAG-3 karotunda türbiditik seviyelerin bulunduğu 132–133, 216-218 ve 243–245 cm aralığında kil boyutu fraksiyonda hangi kil mineralinin baskın olduğu ve karot boyunca kil mineral dağılımını tespit etmek için 16 seviyede X-ışınları difraksiyonu (XRD) analizleri yapılmıştır. Bu analizlerle; karot boyunca ve türbiditik seviyelerin bulunduğu yerlerde baskın olan kil minerallerin kökenleri araştırılarak, türbiditik seviyelerdeki kil minerallerinin Çınarcık Çukurluğu'nun hangi yamacından taşındığını belirlemektir.

Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde en baskın kil minerali simektit olup, bunu sırası ile illit, kaolinit ve klorit takip eder (Şekil 12, Tablo 10, Tablo 11). Simektit CAG-3 sediment karotu boyunca geniş bir aralıkta (% 27–61) değişim gösterir (Şekil 12, Tablo 10). Ölçümü yapılan 16 seviyede ortalama simektit yüzdesi % 49 dur (Tablo 11). Türbiditik seviyelerde simektit miktarı 132–133 cm aralığında %53, 243–245 cm ve 216-218 cm aralığında ise % 56 dır. Bu üç seviyede simektit miktarının karot ortalamasına (%49) göre arttığı tespit edilmiştir. Bu da bize türbiditik akıntı ile birlikte göreceli olarak simektit mineralinin daha fazla taşındığını gösterir.

Karot boyunca yapılan kil mineral analizinde ortalama illit miktarı % 35 dir (Tablo 11). İllit ölçümü yapılan seviyelerde en düşük % 26 (292-294 cm) en yüksek % 50 (265–267 cm) olarak tespit edilmiştir (Şekil 12, Tablo 10). Yüksek illit içerikli seviyeler litolojik olarak herhangi bir değişime karşılık gelmemektedir. İllitin bu seviyelerde nispi bir artış göstermesi havzaya giren kaynakların miktarındaki değişiklik ile ilişkili olabilir. Türbiditik seviyelerin bulunduğu 132–133, 216-218 ve 243–245 cm aralığında illit miktarı karot ortalamasının altındadır. Bu seviyelerde ortama türbiditik akıntılarla göreceli olarak daha çok simektit taşındığından, ortama taşınan ikincil bolluktaki illit miktarı göreceli olarak azalmıştır.

Kaolinit CAG-3 karotunda % 5 (230–232 ve 285-287 cm) ile % 14 (0-5 cm) arasında değişir (Şekil 12, Tablo 10). Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde ortalama kaolinit yüzdesi %8 dir (Tablo 11). Türbiditik seviyelerden 132–133 cm aralığında kaolinit miktarı



Şekil 12. CAG-3 sediment karotunda kil minerallerinin yüzde (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir.

Tablo 10. CAG-3 sediment karotunda kil minerallerinin yüzde dağılımı. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir.

CAG-3	Simektit %	İllit %	Kaolinit%	Klorit %
4 – 5	44	41	7	8
5 – 10	49	29	14	8
32 – 34	48	34	9	9
116 – 118	52	33	8	7
120 – 122	38	45	8	10
132 – 133	53	32	9	6
145 – 147	55	32	7	6
205 – 209	27	49	13	11
216 – 218	56	31	7	6
230 – 232	60	30	5	5
235 – 237	55	31	7	7
243 – 245	56	34	6	4
265 – 267	31	50	11	8
275 – 277	46	36	10	8
285 – 287	59	30	5	5
292 – 294	61	26	7	6

Tablo 11. CAG-3 sediment karotunun kil mineral yüzdelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerleri.

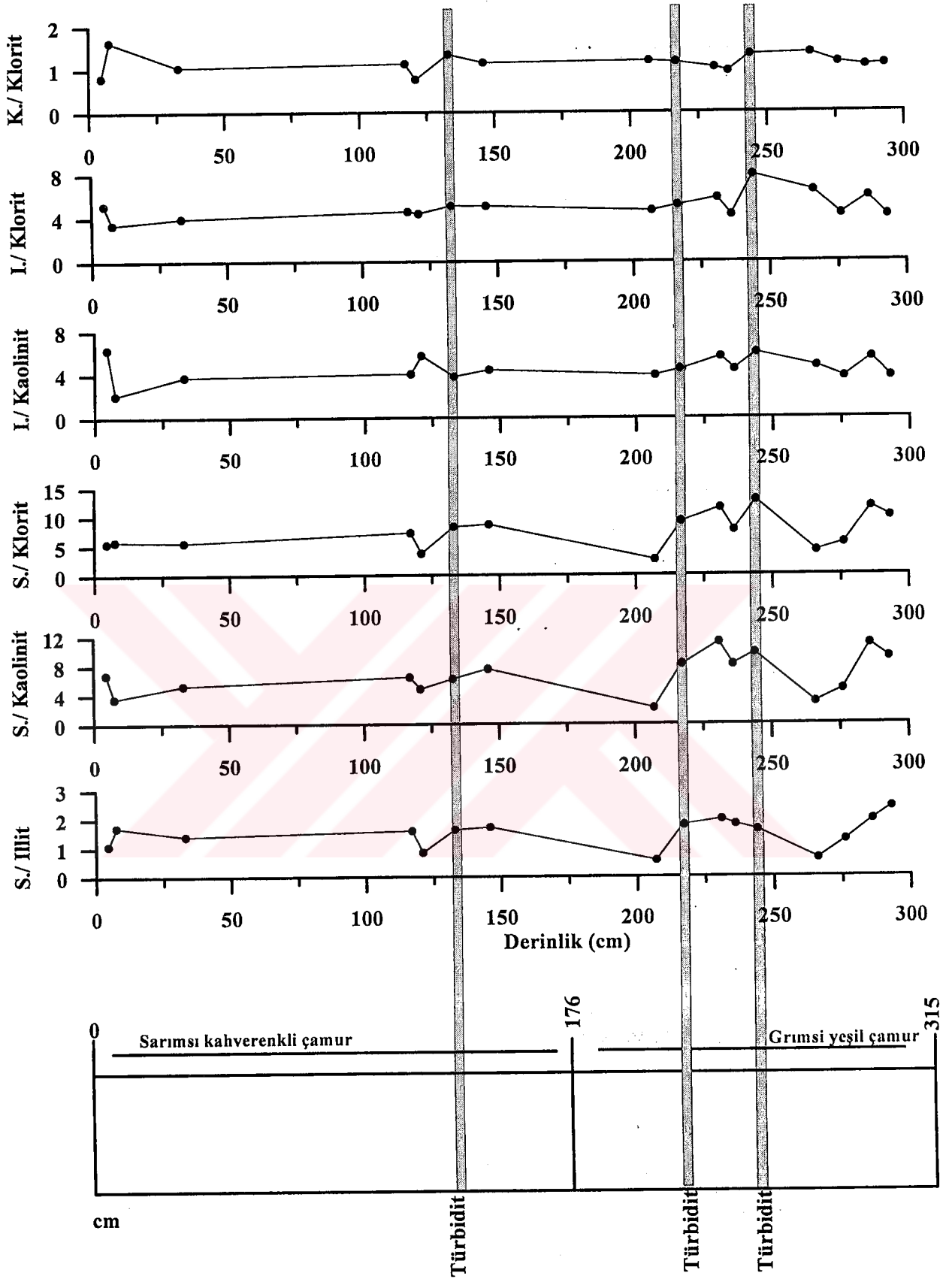
CAG-3	Simektit %	İllit %	Kaolinit %	Klorit %
Minimum	27	26	5	4
Maksimum	61	50	14	11
Ortalama	49	35	8	7

(%9) karot ortalamasına yakın iken, 216-218 ve 243–245 cm’lerde kaolinit miktarının kaolinit ortalamasına (% 8) göre nispeten düştüğü görülür.

Klorit CAG-3 karotunda minimum % 4 (243-245cm) maksimum % 11 (205-209 cm) dir (Şekil 12, Tablo 10). Ortalama klorit yüzdesi % 7 dir. Türbiditik seviyelerin tümünde klorit miktarı karot ortalamasının altındadır (Tablo 10, 11). Türbiditik seviyelerde klorit minerali diğer kil minerallerine göre ortama en az taşınmış kil mineralidir.

Kil minerallerinin bolluk oranları hesaplanarak birbirlerine göre olan değişimleri incelenmiştir (Tablo 12). Bu işlemde amaç karot boyunca özellikle de türbiditik seviyelerde ortama daha çok hangi kil minerallerinin taşındığının tespitidir. Kil minerallerinin birbirlerine göre olan durumları aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

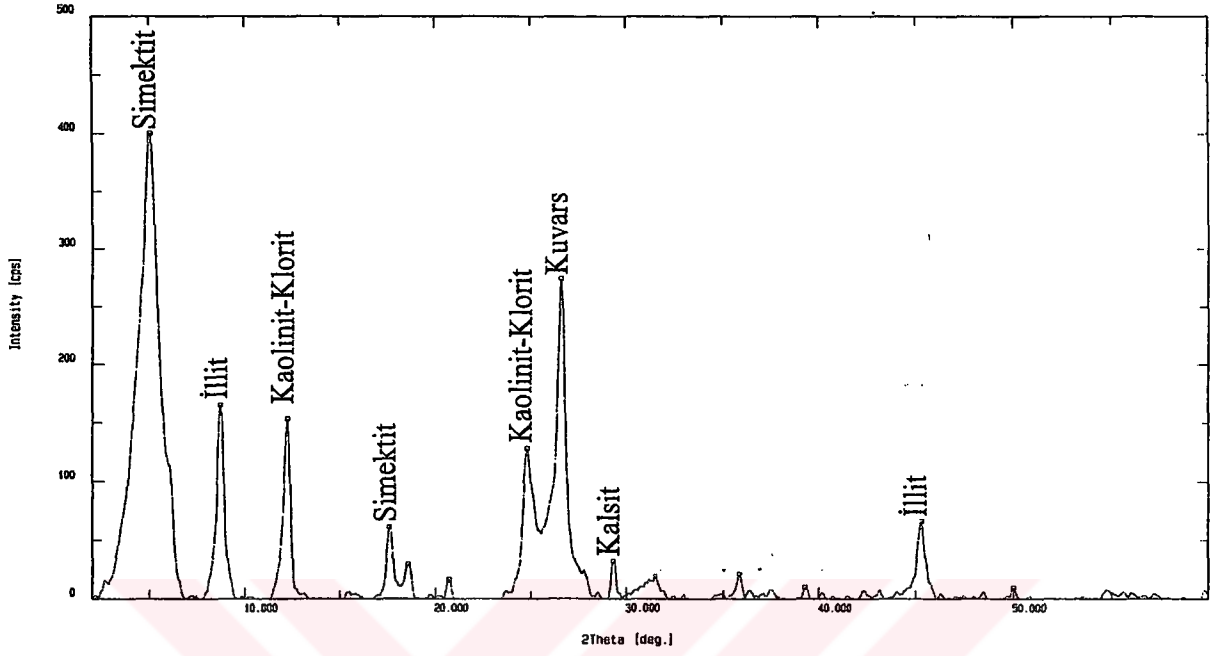
Simektit/illit oranı 0.55 (205 – 209 cm) ile 2.40 (292 – 294 cm) arasında değişip, karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde bu oranın ortalama değeri 1.50 dir (Şekil 13, Tablo 12). Türbiditik seviyelerden 132–133 ve 243–245 cm aralığında simektit/illit oranı 1.65 iken, 216-218 cm de bu oran 1.80 dir. Bu seviyelerde simektit/illit oranının karot ortalamasının üzerinde olması, simektitin illite göre türbiditik akıntılarla ortama göreceli olarak daha çok taşındığını gösterir (Şekil 13, 14). Simektit/kaolinit oranı karot boyunca 2.20 (205–209 cm) ile 10.90 (285– 287 cm) arasında değişip, ortalama 6.70 dir (Şekil 13, Tablo 12). Türbiditik seviyelerin bulunduğu 132–133 cm de simektit/kaolinit oranı 5.90 olup, bu değer karot ortalamasının altındadır. Bu durum bize 132-133 cm aralığında baskın olan kil mineralinin simektit olmasına rağmen, kaolinit miktarının simektite göre nispeten arttığının işaretidir. 216-218 ve 243–245 cm de bu oran karot ortalamasının üzerindedir. Simektit/klorit oranı CAG-3 karotunda geniş bir aralıkta (2.55-14) değişirken, ölçümü yapılan seviyelerde ortalama 7.60 dir. Türbiditik seviyelerin bulunduğu 132–133 cm de simektit/klorit oranı 8.85, 216-218 cm de bu oran 9.15 iken, 243–245 cm aralığında ise 14 dir. Görüldüğü gibi türbiditik seviyelerin üçünde simektit/klorit oranı ortalaması karot ortalaması üzerinde olması, türbiditik akıntılarla simektitin klorite göre ortama daha çok taşındığını gösterir. Genel olarak Simektit/kaolinit ve simektit/klorit oranlarının karot boyunca dağılımı birbirine benzerlik gösterir. Bu benzerliğin nedeni kaolinit ve klorit miktarının karot boyunca birbirine yakın değerler göstermesi ve



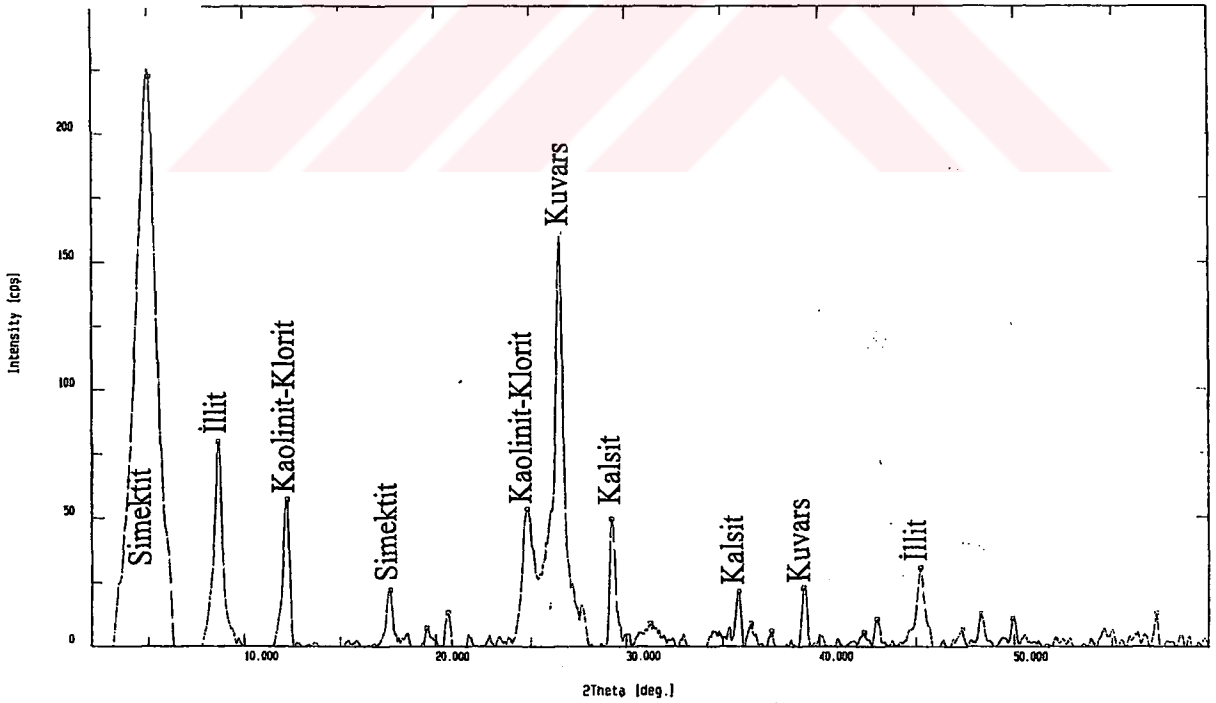
Şekil 13. CAG-3 sediment karotunun kil mineralleri bolluk oranlarının dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir.

Peak search

CAG- 3 132-133



CAG-3 243-245



Şekil 14. CAG-3 sediment karotunda 132-133 ve 243-245cm aralığındaki kil boyutu örneklerin etilen glikollü XRD profilleri

simektit miktarının yüksek olmasındandır. Simektit mineralinin karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde diğer kil minerallerine olan oranlarının ortalamasından hareketle; türbiditik seviyelerde simektitin diğer kil minerallerine göre daha çok taşındığı tespit edilmiştir.

Tablo 12. CAG-3 sediment karotunda kil mineralleri bolluk oranları. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir (S:smektit, I: illit, Kh: kaolinit, KL klorit).

CAG-3	S/I	S/Kh	S/KL	I/Kh	I/KL	Kh/KL
4 – 5	1.10	6.85	5.55	6.35	5.15	0.80
5 – 10	1.70	3.55	5.80	2.10	3.40	1.65
32 – 34	1.40	5.30	5.60	3.80	3.95	1.05
116 – 118	1.60	6.45	7.25	4.05	4.55	1.10
120 – 122	0.85	4.85	3.70	5.75	4.35	0.75
132 – 133	1.65	5.90	8.85	3.55	5.35	1.50
145 – 147	1.70	7.55	8.65	4.40	5.05	1.15
205 – 209	0.55	2.20	2.55	3.90	4.60	1.20
216 – 218	1.80	8.00	9.15	4.45	5.10	1.15
230 – 232	2.00	11.20	11.50	5.65	5.80	1.05
235 – 237	1.80	8.10	7.65	4.50	4.25	0.95
243 – 245	1.65	9.35	14.00	5.65	8.50	1.50
265 – 267	0.60	2.95	4.05	4.75	6.45	1.35
275 – 277	1.25	4.75	5.40	3.75	4.30	1.15
285 – 287	1.95	10.90	11.65	5.55	5.90	1.05
292 – 294	2.40	9.10	9.95	3.80	4.15	1
Ortalama	1.50	6.70	7.60	4.50	5.05	1.15

İllit/kaolinit ve illit/klorit oranları karot boyunca uyumlu olarak hareket ederler (Şekil 13, Tablo 12). İllit/kaolinit oranı 2.10 (5-10 cm) ile 6.35 (4-5 cm) arasında değişip, ortalama 4.50 tir. Türbiditik seviyelerden 132–133 ve 216-218 cm lerde bu oran karot ortalamasının altında iken, 243–245 cm aralığında (5.65) karot ortalamasının üzerindedir. İllit/kaolinit

oranının düştüğü yerlerde kaolinit miktarının illite göre nispeten arttığını, bu oranın arttığı yerlerde ise kaolinit miktarının illit miktarına göre azaldığını gösterir. İllit/klorit oranı 3.40 (5–10 cm) ile 8.50 (243–245 cm) arasında değişip, ortalama 5.05 dir. Türbiditik seviyelerden 132–133 (5.35) ve 216–218 (5.10) cm de illit/klorit oranı karot ortalamasına yakın bir değerde iken, 243–245 cm de bu oran (8.5) karot ortalamasının üzerindedir. 243–245 cm aralığında illit klorite göre türbiditik akıntularla ortama daha çok taşınmıştır.

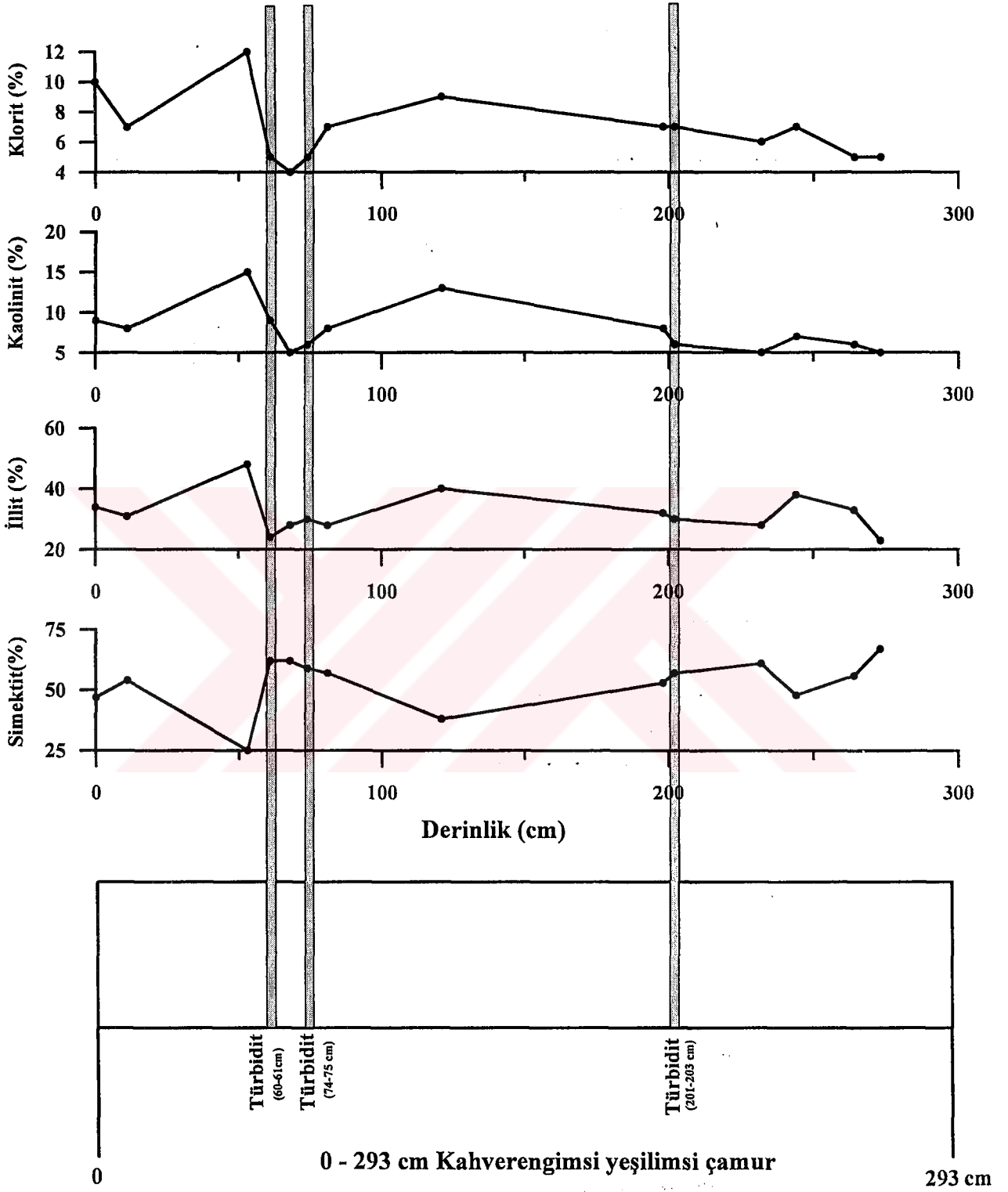
Kaolinit/klorit oranı da kararlı bir dağılım gösterir (Şekil 13, Tablo 12). Kaolinit/klorit oranı 0,75 ile en düşük değerine 120 cm de ulaşırken, 1,65 ile en yüksek değerine 5 cm de ulaşır. Bu derinlik kaolinit miktarının klorite nazaran arttığı bir ortama işaret eden seviyedir. Karot boyunca kaolinit/klorit oranı ortalaması 1.15 tir. Türbiditik seviyelerden 132–133 ve 243–245 cm de kaolinit/klorit oranı 1.50 iken, 216–218 cm de bu oran 1.15 tir. Bu değerlerden de görüleceği gibi türbiditik seviyelerin ikisinde kaolinit miktarı klorit miktarına göre türbiditik akıntularla ortama nispeten daha çok taşınırken, 216-218 cm deki türbiditik akıntularla ortama karot ortalamasına eşdeğer bir taşınım olmuştur.

Türbiditik seviyelerden 132–133 cm aralığında kil boyutu malzemelerden simektit ve nispeten de kaolinit, 216-218 ve 243–245 cm aralığında ise simektitin türbiditik akıntularla diğer kil minerallerine göre, ortama daha çok taşındığı tespit edilmiştir (Şekil 12, 14).

3.1.4.2. C-15 sediment karotu

C-15 karotunda türbiditik seviyelerin bulunduğu 60-61, 74–75 ve 201–203 cm aralığında kil boyutu sedimentlerden hangi minerallerin taşındığını ve karot boyunca kil mineral dağılımını tespit etmek için 14 seviyede X-ışınları difraksiyonu (XRD) analizleri yapılmıştır (Şekil 15, Tablo 13). Bu analizler sonucunda türbiditik seviyelerdeki kil minerallerin kökeni araştırılarak, bu killerin Çınarcık Çukurluğu'nun hangi yamacından taşındığı araştırılmıştır.

Karot boyunca baskın olan kil minerali simektit olup, bunu sırası ile illit, kaolinit ve klorit takip eder. Simektit karot boyunca 52-54 cm arasında % 25'lik değeri ile en düşük, 272-



Şekil 15. C-15 sediment karotu kil minerallerinin yüzde (%) dağılımı. Türbiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir.

274 cm aralığında % 67'lik değeri ile en yüksek değerini gösterir (Şekil 15). C-15 karotunda ölçümü yapılan seviyelerde simektit yüzdesi ortalaması % 53 dir (Tablo 14). Simektitin karot boyunca arttığı yerlerde illit azalmakta, simektitin azaldığı seviyelerde ise illit artmaktadır. Bu ters ilişkinin nedeni ortamda en çok bu iki kil türünün bulunmasından kaynaklanmaktadır. Türbiditik seviyelerden 60-61 cm de simektit miktarı %62, 74-75 cm de %59 ve 201-203 cm aralığında %57 dir. Bu üç seviyede de simektit miktarı karot ortalamasının üzerinde olduğundan türbidit akıntılarla ortama simektitin daha çok taşındığını söyleyebiliriz.

Karot boyunca yapılan kil mineral analizinde ortalama illit miktarı % 32 dir (Tablo 14) illit 272-274 cm aralığında minimum % 23 değerine, 52-54 cm aralığında maksimum % 48 değerine ulaşır (Şekil 15, Tablo 13, 14). Türbiditik seviyelerin tümünde illit miktarı karot ortalamasının altındadır. Bu durum bize türbiditik akıntılarla ortama taşınan illit miktarında göreceli olarak azalma olduğunu gösterir.

Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde kaolinit ortalaması %8 dır (Tablo 14). Kaolinit değerleri düşük bir aralıkta (%5-15) değişim gösterir (Şekil 15). Kaolinit mineralinin minimum olduğu seviyeler 67-69, 231-233 ve 272-274 cm aralıklarıdır. Maksimum olduğu seviye de 52-54 cm aralığıdır. CAG-3 karotunda olduğu gibi, bu karotta da kaolinit ile klorit karot boyunca uyumlu olarak hareket eder. Kaolinit miktarı türbiditik seviyelerden 74-75 ve 201-203 cm'lerde (%6) karot ortalamasının altında iken, 60-61 cm de (%9) karot ortalamasının üzerindedir. Karot ortalaması altındaki türbiditik seviyelerde ortama türbiditik akıntılarla göreceli olarak daha az kaolinit taşınırken, karot ortalaması üstündeki türbiditik seviyede ortama türbiditik akıntılarla göreceli olarak daha çok kaolinit taşınmıştır.

Klorit karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde % 4 (67-69 cm) ile % 12 (52-54 cm) arasında değişir (Şekil 15, Tablo 13). Ölçümü yapılan seviyelerdeki ortalama klorit yüzdesi % 7 dir (Tablo 14). Türbiditik seviyelerden 60-61 ve 74-75 cm lerde klorit miktarı %5 iken, 201-203 cm aralığında % 7 dir. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi türbiditik seviyelerden 60-61 ve 74-75 cm aralığında ortama türbiditik akıntılarla daha az klorit taşınırken, 201-203 cm aralığında ise ortama taşınan klorit miktarında göreceli olarak bir değişme olmamaktadır.

Tablo 13. C-15 sediment karotunda kil minerallerinin yüzde dağılımı. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir.

C - 15	Simektit %	İllit %	Kaolinit %	Klorit %
0 - 2	47	34	9	10
10 - 12	54	31	8	7
52 - 54	25	48	15	12
60-61	62	24	9	5
67 - 69	62	28	5	4
74 - 75	59	30	6	5
80 - 82	57	28	8	7
120 - 122	38	40	13	9
197 - 199	53	32	8	7
201 - 203	57	30	6	7
231 - 233	61	28	5	6
243 - 245	48	38	7	7
263 - 265	56	33	6	5
272 - 274	67	23	5	5

Tablo 14. C-15 sediment karotunun kil mineral yüzdelerinin minimum, maksimum ve ortalama değerlerinin dağılımı.

C-15	Simektit %	İllit %	Kaolinit %	Klorit %
Minimum	25	23	5	4
Maksimum	67	48	15	12
Ortalama	53	32	8	7

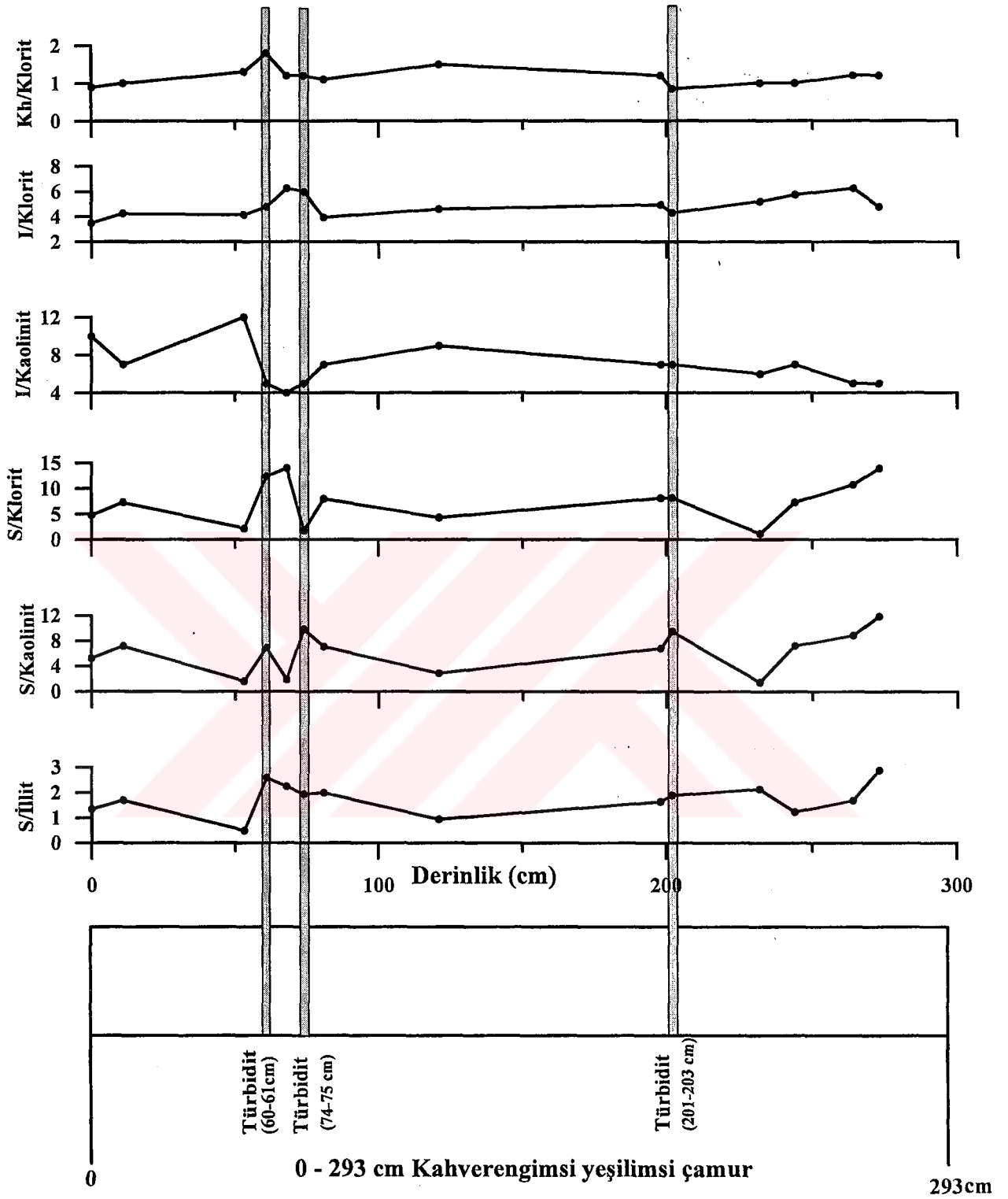
C-15 karotu boyunca kil minerallerinin birbirlerine göre olan durumlarını incelemek için kil mineralleri bolluk oranları incelenmiştir (Tablo 15). Bolluk oranlarında karot boyunca

özellikle de türbiditik seviyelerde kil minerallerinden en çok hangi mineralin taşındığının tespiti hedeflenmiştir.

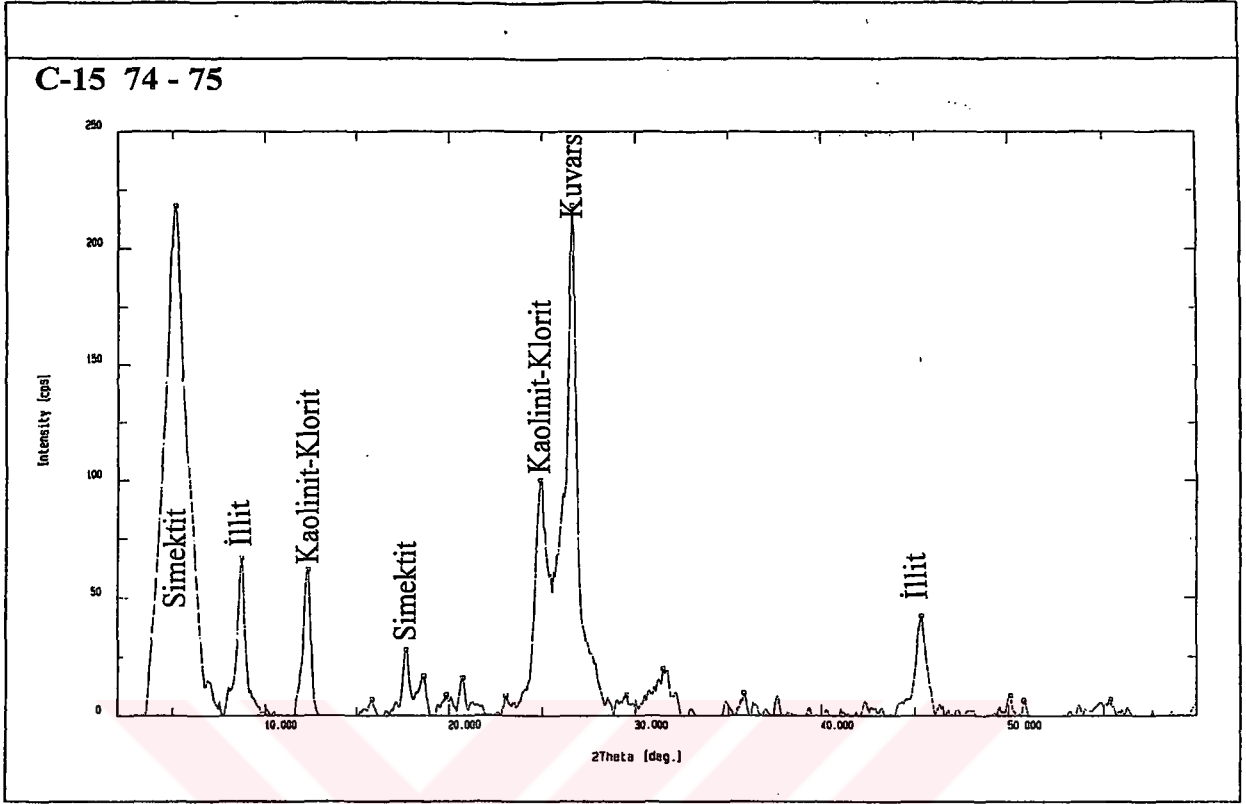
C-15 karotu boyunca simektit/illit, simektit/kaolinit ve simektit/klorit bolluk oranlarının dağılımı Şekil 16'da verilmiştir. Bu şekle göre bu oranların dağılımı birbirleriyle uyumludur. Simektit/illit, simektit/kaolinit ve simektit/klorit bolluk oranlarının ortalaması sırası 1.75, 7.75 ve 8.85 dir. Türbiditik seviyelerdeki simektit/illit, simektit/kaolinit ve simektit/klorit bolluk oranları bize türbiditik akıntılarla simektitin; 201–203 cm'deki klorit, 60-61 cm'deki kaolinit dışında diğer kil minerallerine göre ortama göreceli olarak daha çok taşındığını gösterir (Şekil 16 -17, Tablo 15).

Tablo 15. C-15 sediment karotunda kil mineralleri bolluk oranları. Türbiditik seviyeler gri ile gösterilmiştir (S:simektit, I: illit, Kh: kaolinit, KL: klorit).

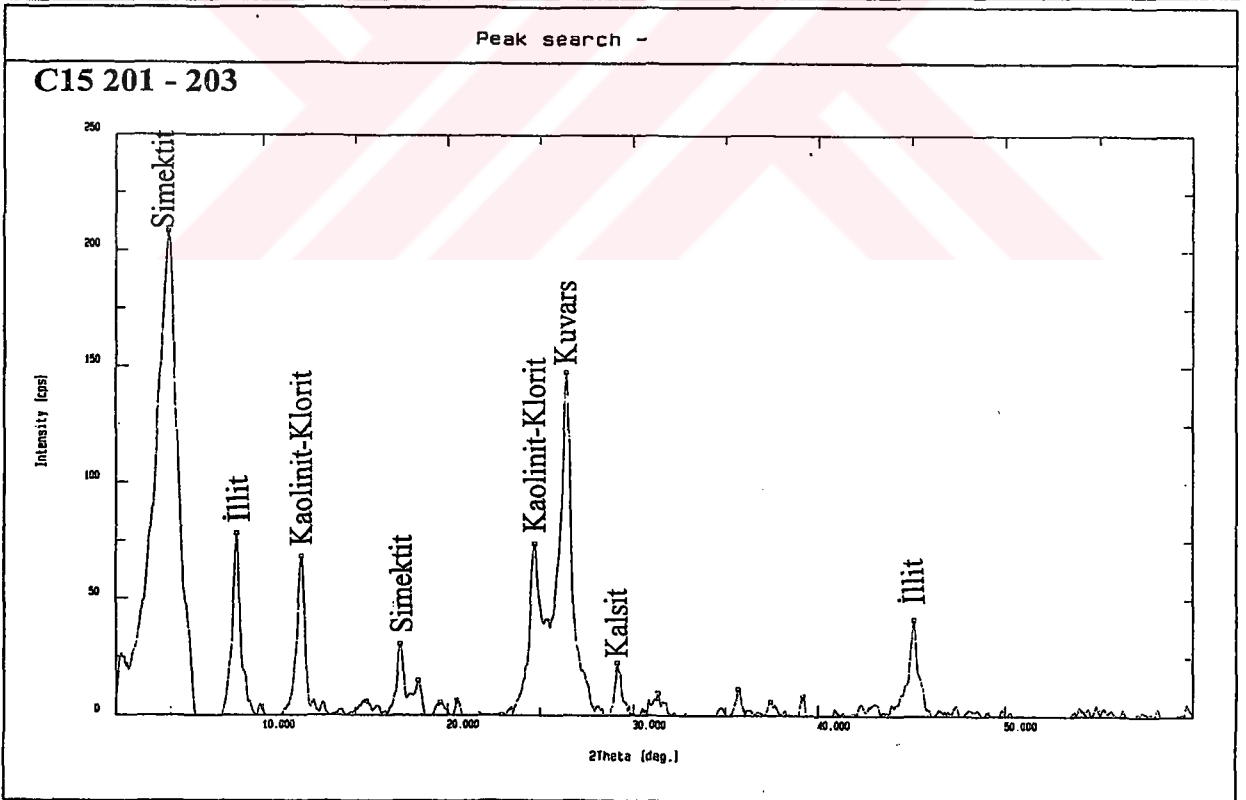
C-15	S/I	S/Kh	S/KL	I/Kh	I/KL	Kh/KL
0 – 2	1.35	5.25	4.80	3.85	3.50	0.90
10 – 12	1.70	7.15	7.25	4.20	4.25	1.00
52 – 54	0.50	1.65	2.20	3.20	4.15	1.30
60 - 61	2.60	6.90	12.40	2.65	4.80	1.80
67 – 69	2.25	11.90	14.00	5.30	6.25	1.20
74 – 75	1.95	9.85	11.80	5.00	6.00	1.20
80 – 82	2.00	7.10	7.95	3.55	3.95	1.10
120 – 122	0.95	2.90	4.30	3.05	4.60	1.50
197 – 198	1.65	6.85	8.10	4.20	4.95	1.20
201 – 203	1.90	9.50	8.15	5.00	4.30	0.85
231 – 233	2.15	11.50	11.15	5.35	5.20	1.00
243 – 245	1.25	7.25	7.25	5.75	5.75	1.00
263 – 265	1.70	8.90	10.70	5.20	6.25	1.20
272 – 274	2.90	11.90	13.95	4.10	4.80	1.20
Ortalama	1.75	7.75	8.85	4.30	4.90	1.15



Şekil 16. C-15 sediment karotu kil mineralleri bolluk oranlarının dağılımı. Türibiditik seviyeler gri sütunlarla gösterilmiştir.



Peak search -



Şekil 17. C-15 sediment karotunda 74-75 ve 201-203 cm aralığındaki kil boyutu örneklerin etilen glikollü XRD profilleri.

İllit/kaolinit ve illit/klorit bolluk oranları karot boyunca uyumlu olarak hareket ederler (Tablo 15, Şekil 16). İllit/kaolinit bolluk oranı 2.65 ile 60-61 cm seviyesinde minimum değerini alır. Bu oranın maksimum (5.75) olduğu seviye ise 243-245 cm aralığıdır (Şekil 16). İllit/kaolinit oranının ortalaması 4.45 tir (Tablo 15). Türbiditik seviyelerin ikisinde (74-75 ve 201-203 cm) illit/kaolinit bolluk oranı 5 olup, karot ortalamasının üzerindeyken, 60-61 cm de karot ortalamasının altındadır. Bu durum kil boyutu minerallerden illitin, 74-75 ve 201-203 cm deki kaolinit mineraline göre ortama daha çok taşındığını, 60-61 cm de kaolinit miktarının illite göre göreceli olarak arttığını gösterir. İllit/klorit oranını ise hemen yüzeyde (0-2cm) 3.50 ile en düşük, 6.25 ile 67-69 ve 263-265 cm aralıklarında en yüksek değerini alır (Şekil 16). İllit/klorit oranının ortalaması 4.90 dir (Tablo 15). Türbiditik seviyelerden 74-75 cm aralığında illit/klorit oranı 6 olup, karot ortalamasının üstündedir (Şekil 17). Bu oran 60-61 (4.80) ve 201-203 cm (4.30) de karot ortalamasının altındadır (Şekil 17).

Karot numunesi boyunca kaolinit/klorit oranının değişim aralığı 0.90 (0-2 cm) ile 1.8 (60-61 cm) arasındadır (Şekil 16 Tablo 15). Toplam 14 seviyedeki ortalama kaolinit/klorit oranı 1.15 tir. Bu oran CAG-3 karotuyla aynı olup, kaolinit miktarının klorite göre Çınarcık Çukurluğu'na daha fazla taşındığını gösterir. Türbiditik seviyelerden 60-61 ve 74-75 cm kaolinit/klorit bolluk oranı karot ortalamasının üzerinde iken, 201-203 cm de bu oran (0.85) karot ortalamasının altındadır (Tablo 15).60-61 ve 74-75 cm de kaolinit miktarı klorite göre ortama daha çok taşınırken, 201-203 cm de kaolinit miktarı klorite göre ortama daha az taşınır.

C-15 karotunda türbiditik seviyelerin tümünde simektit minerali ortama daha çok taşınırken, türbiditik seviyelerden 60-61 cm de kaolinit, 201-203 cm aralığında ise klorit mineralinin göreceli olarak arttığı gözlenir (Şekil 15, 16, 17).

3.1.4.3. Marmara Denizi kuzey ve güney şelfi yüzey sedimentlerinde kil mineral dağılımı

Marmara Denizi kuzey ve güney şelfinde toplam 11 adet yüzey sediment örneklerinin kil boyutu fraksiyonunda XRD analizi yapılmıştır. Bu analizle Çınarcık Çukurluğu'na taşınan kil mineralinin kaynağı araştırılmıştır. Çınarcık Çukurluğu'ndaki kil mineral kaynaklarından

hareketle de, türbiditik akıntılarla sedimentin Çınarcık Çukurluğu'nun hangi yamacından taşındığı hedeflenmiştir. Bu amaçla yapılan analizlerin sonuçları aşağıda verilmiştir

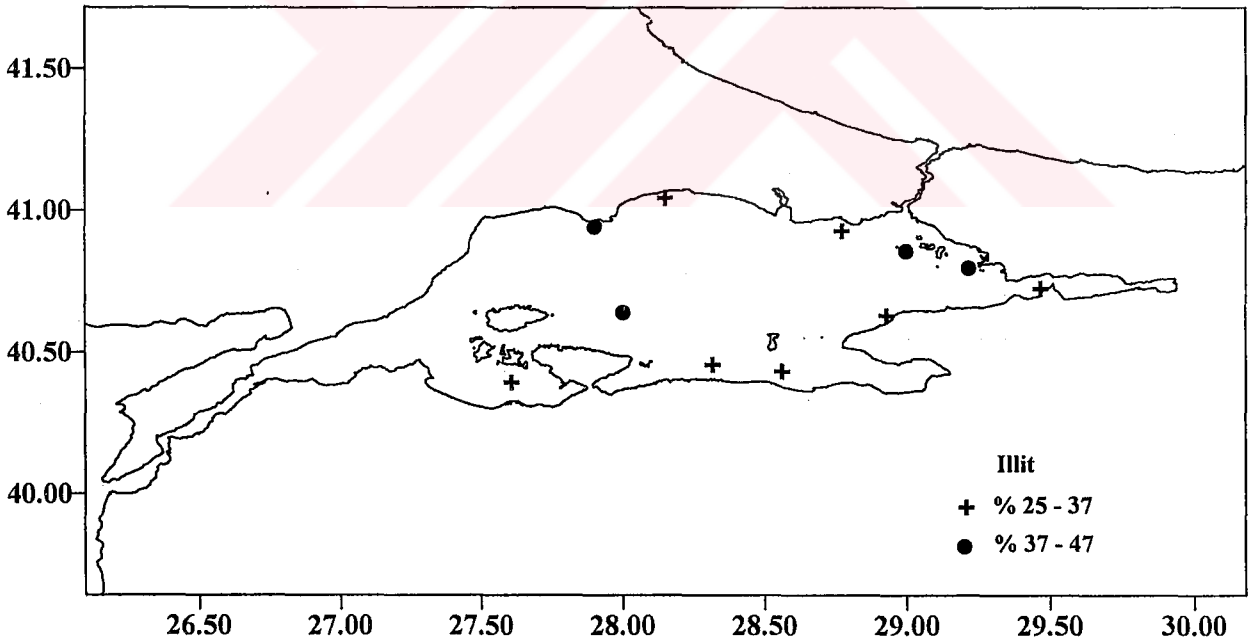
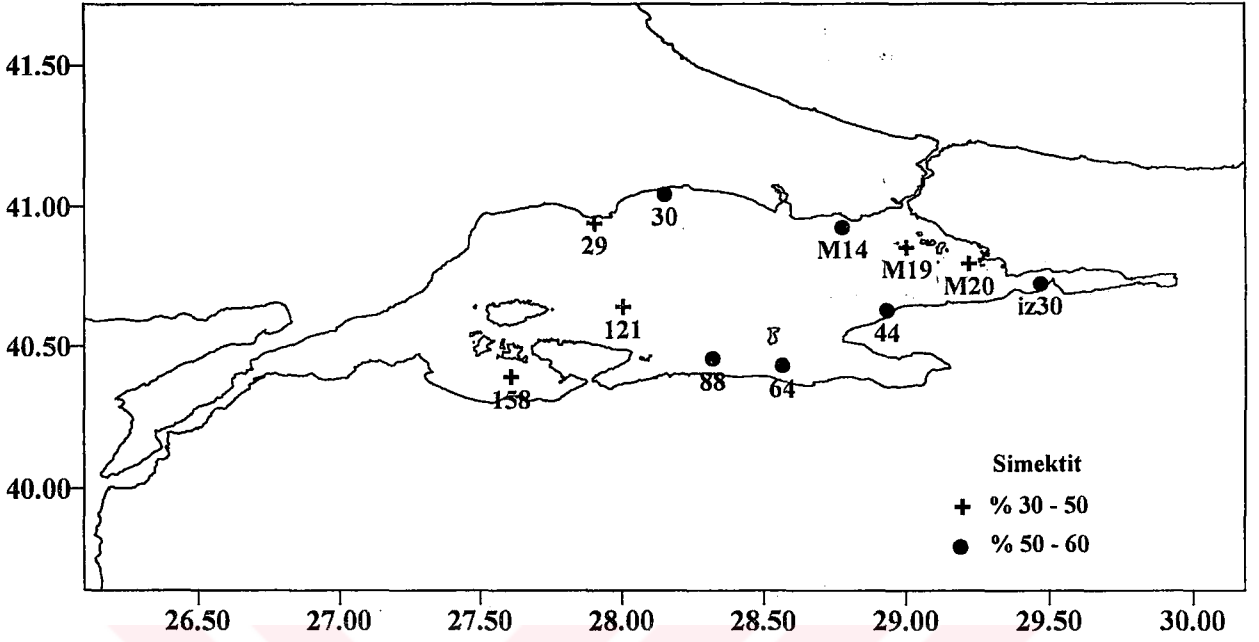
Marmara Denizi'nin güney şelfi örneklerinde baskın kil minerali simektit (% 40–57) olup, onu illit (% 31–45), kaolinit (% 6–14) ve klorit (% 2–7) izler (Tablo 16, Şekil 18, 19).

Tablo 16. Marmara Denizi güney şelfinde kil minerallerinin yüzde dağılımı ve ortalaması.

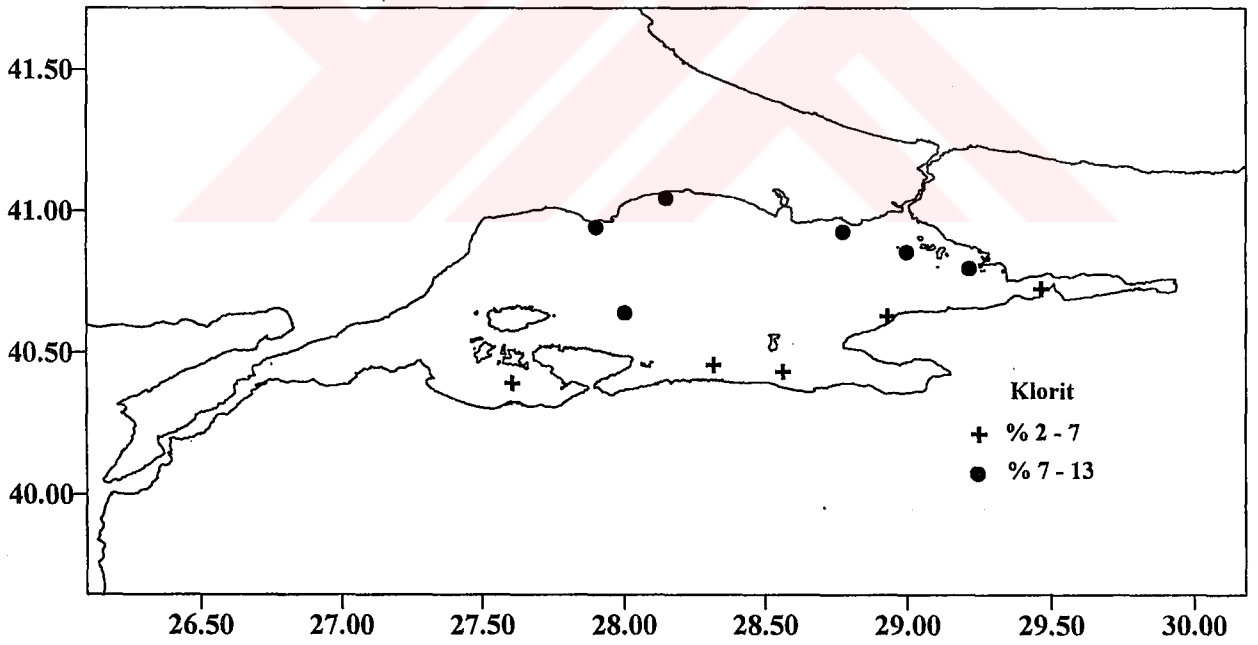
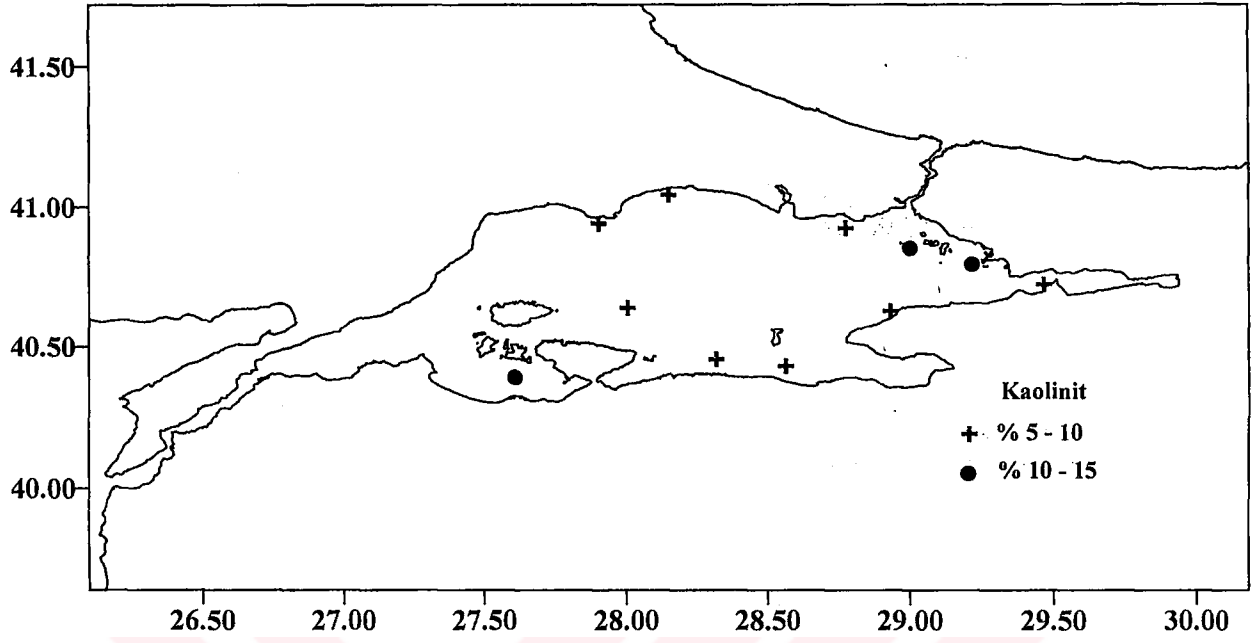
Güney Şelfi Numune No	Simektit %	İllit %	Kaolinit %	Klorit %
İz 30	57	32	6	5
44	51	35	8	6
64	51	36	7	6
88	57	31	7	5
121	40	45	8	7
158	48	36	14	2
Ortalama	51	36	8	5

Marmara Denizi'nin güney şelfinde ölçümü yapılan yüzey sediment örneklerinde simektit ortalaması % 51 dir. Kocasu Nehri'nin Marmara Denizi'ne döküldüğü yerde ve Hersek Deltası batısında simektit değerleri ortalamanın (% 51) üzerindedir (Şekil 18, Tablo 16). Bu durum simektitin daha çok Marmara Denizi güney şelfinden taşındığını gösterir (Şekil 18).

Marmara Denizi güney şelfinde yüzey sediment örneklerinde ortalama illit değeri %36 dır (Tablo 16). Kapıdağ Yarımadası açıklarında illit miktarı (% 45) illit ortalamasının üzerinde iken, diğer yerlerde illit ortalamasına yakın veya altında değerler gösterir. Bu durum belki de Karadeniz'den ilave illit girdisini gösterebilir. Normal illit girdisini (< %36) Marmara Denizi çevresindeki nehirler veya derelerin metamorfik kayalardan taşıdığı mikalar oluşturur. Kaolinit Marmara Denizi'nin güney şelfindeki yüzey örneklerinde en çok Erdek Körfezi'nde (% 14) tespit edilmiştir (Tablo 16, Şekil 19). Bu değer yüzey sedimentlerindeki kaolinit ortalamasının (%8) üzerindedir. Buradaki kaolinit mineralinin; Kapıdağ Yarımadası'ndan veya Sakarya Kıtası'ndaki kaolinitçe zengin ayrışmış volkanik ve metamorfik kayalardan Gönen Nehri ile taşındığını gösterir. Nitekim bu kıyı güneyinde önemli kaolin yatakları mevcuttur (Ergin vd., 1998, 1999). Klorit minerali Marmara Denizi



Şekil 18. Marmara Denizi kuzey ve güney şelfi yüzey örneklerinde simektit ve illit dağılımı.



Şekil 19. Marmara Denizi kuzey ve güney şelfi yüzey örneklerinde kaolinit ve klorit dağılımı.

güney şelfi yüzey sedimentlerinde en çok Kapıdağ Yarımadası açıklarında tespit edilmiştir. Güney şelfi yüzey sedimentlerinde ortalama klorit miktarı %5 tir (Tablo-16, Şekil 19).

Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde yüzey sediment örneklerinde simektit (%31–58) en baskın kil minerali iken onu illit (% 25–45) kaolinit (%7–12) ve klorit (%7–12) izlemektedir (Tablo 17, Şekil 18, 19).

Tablo 17. Marmara Denizi kuzey şelfi yüzey örneklerinde kil mineralleri yüzde dağılımı ve ortalaması.

Kuzey Şelfi Numune No	Simektit %	İllit %	Kaolinit %	Klorit %
29	40	45	7	8
30	58	25	9	8
m-14	53	31	8	8
m-19	37	40	12	11
m-20	31	45	12	12
Ortalama	44	37	10	9

Marmara Denizi kuzey şelfi yüzey sedimentlerinde ortalama simektit değeri % 44 dir. Simektit içeriği 30 (%58) ve M14 (%53) örneklerinde simektit ortalamasının üzerinde iken, Adalar ve Tuzla civarında simektit dağılımı ortalamasının altındadır (Tablo 17). Ortalamanın altındaki düşük simektit değerlerinde Marmara Denizi'nin tabakalı su yapısı etkilidir. Adalar ve Tuzla civarında simektit miktarının ortalamasının altında oluşu Karadeniz kökenli suların taşıdığı diğer kil mineralleri ile seyreltilmiş olduğunu göstermektedir. Nitekim, Marmara Denizi'ne Karadeniz'den illit ve klorit taşınımını olabileceği Ergin ve diğerleri (1998, 1999) tarafından da ileri sürülmüştür. Bu durum Adalar ve Tuzla civarındaki kil değerleri ile de desteklenmektedir. Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde illit ortalaması % 37'dir (Tablo 17). İllit miktarı M14 (%31) ve 30 (%25) nolu örneklerde ortalamasının altında iken, Adalar ve Tuzla civarında ortalamasının (%37) üzerindedir (Şekil 18). Yüksek illit değerlerinde Karadeniz kökenli suların etkisi görülmektedir. Kaolinit Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde ölçümü yapılan yerlerde ortalama % 10 dur. 29, 30 ve M14 nolu örneklerde kaolinit değerleri ortalamasının altında iken, özellikle Adalar ve Tuzla civarında kaolinit değerleri ortalamasının üzerindedir (Tablo 17, Şekil 19). Klorit miktarı Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde güney

şelfe göre göreceli artmaktadır. Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde özellikle de Adalar ve Tuzla civarında klorit miktarının klorit ortalamasının (% 9) üzerinde oluşu, Karadeniz kökenli sularla bölgeye klorit mineralinin taşındığını gösterir.

Kil minerallerinin Marmara Denizi kuzey ve güney şelflerindeki dağılımlarından da görüleceği gibi, simektit miktarı Marmara Denizi güney şelfinde kuzey şelfe göre daha fazladır. İllit ve kaolinit miktarlarında ise belirgin bir fark görülmemektedir. Kloritin ise Marmara Denizi kuzey şelfinde güney şelfe göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çınarcık Çukurluğu'ndaki CAG-3 ve C-15 karotlarındaki kumlu çamur (türbiditik seviyeler) birimlerinde baskın olan kil minerali simektittir. Şelf alanlarındaki yüzey sedimentlerinde, özellikle güney şelfte simektit yaygındır. Kumlu seviyeler zaten sığ derinliklerden taşınmış olduklarından dolayı içerdikleri simektidin yüksek olmasını açıklamaktadır. Simektidin türbiditik seviyelerde ve Marmara Denizi'nin güney şelfinde daha baskın olması, taşınımın Çınarcık Çukurluğunun güney yamacından olabileceğini desteklemektedir. Buna rağmen, simektitin en küçük boyuttaki kil minerali olması ve diğer minerallere göre daha uzaklara taşınmasının kolaylığı göz önüne alınmalıdır (Griffin vd., 1968).

3.1.4.4. Karotlardaki kil minerallerinin kökeni

Çınarcık Çukurluğu'ndaki C-15 ve CAG-3 karotlarındaki kil minerallerine Marmara Denizi'nin çevresindeki volkanik, metamorfik ve sedimenter kayaç topluluklarının ayrışma ürünleri kaynak teşkil eder. Simektit inceleme alanındaki en baskın kil mineralidir. Yüksek simektit miktarlarına Sakarya Kıtası Karakaya Karmaşığı (Bingöl vd., 1973; Okay vd., 1991) Eosen – Alt Miyosen yaşlı Kapıdağ ve Marmara Adası volkanikleri ile Armutlu Yarımadası'ndaki Tersiyer yaşlı volkanik kayaçlar kaynak teşkil edebilir. Marmara Denizi'nin güney şelfindeki büyük nehirlerle de volkanik kayaçlardan simektit taşınımı olabilir. Karotlardaki illitin kaynağını Armutlu Yarımadası'nın batı ucundaki Armutlu – Almacık metamorfiklerindeki (Yılmaz vd., 1997) mikaşistler ile Marmara Denizi'nin güneyindeki nehirlerin Sakarya Kıtası'ndaki metamorfiklerden ve Miyosen yaşlı mikali

kumtaşlarından taşıdığı mikalar oluşturabileceği gibi, Karadeniz kökenli sular ile de illit taşınması mümkündür. Güney Marmara kıta sahanlığında 103 sediment örneğinde kil mineral çalışma ile Karadeniz'den Marmara Denizi'ne illit taşınabileceği fikri Ergin ve diğerleri (1998, 1999) tarafından da ileri sürülmüştür. Kaolinitin kaynağı karasal volkanik ve metamorfik kayaçların ayrışma ürünlerinin yaygın olduğu Kapıdağ ve Bozburun Yarımadası ile Marmara Denizi'nin güneyindeki sedimenter kayaçlardır. Klorit, Çınarcık Çukurluğu'nda en az bulunan kil mineralidir. Kimyasal erozyondan çok fiziksel erozyonun hakim olduğu yüksek enlemlerde bulunur (Griffin vd., 1968). Çınarcık Çukurluğu'na Karadeniz kökenli sular ile taşınma ihtimali yüksektir.



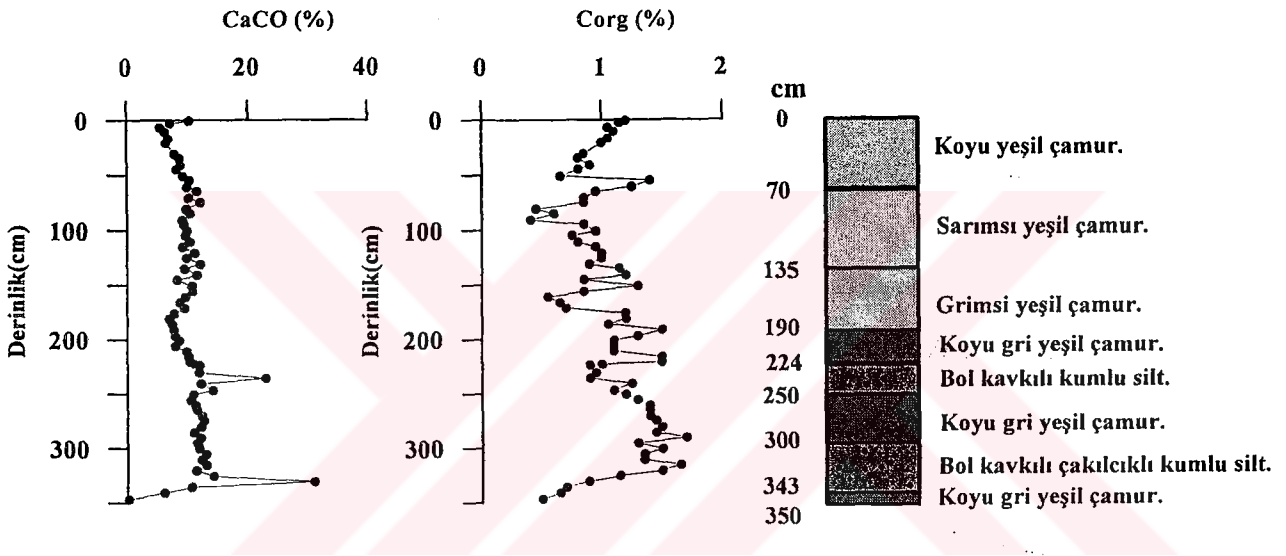
3.2.Karot Sedimentlerinin Jeokimyasal Özellikleri

3.2.1. Karotlarda toplam karbonat ve organik karbon dağılımı

Genel olarak sedimentlerin toplam karbonat içeriğini daha çok aragonit, kalsit ve yüksek magnezyum kalsit minerallerinin oluşturduğu kavkı ve çimento malzemesi oluşturur. Bu minerallerde kristal yapılarına Ca, Mg ve az miktarda Sr ve Ba dışında diğer metalleri almaz. Bu nedenle karbonatlar metal birikiminde seyreltici olarak rol oynar. Bu etkiyi karot sedimentlerinde ortadan kaldırmak için karotlarda toplam karbonat içeriği araştırılmıştır. Organik maddeler metallerin taşınmasında, sedimentler ortamında birikimlerinde ve depolanmadan sonra diyajenez olaylarında yer almalarında önemli rol oynar (Salomons ve Förstner, 1984). Bununla beraber organik karbon dağılımı sedimentin çökme ortamları hakkında bilgi vermesi nedeniyle de karotlarda analiz edilmiş ve sonuçları sunulmuş, yorumlanmıştır.

İzmit Körfezi'nden alınan İZ-30 sediment karotunda 71 adet numunede toplam ve organik karbon ölçümleri yapılmıştır. İZ-30 karotunda toplam karbonat yüzdesi % 0.25 – 31.10 aralığında değişmektedir (EK 1). Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerdeki toplam karbonat ortalaması % 10.40 dir. Toplam karbonat karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde en yüksek değeri 330–333 cm aralığında ölçülürken, bu seviyenin dışında toplam karbonatın yüksek (% 22.90) olduğu ikinci bir seviye 236–237 cm aralığında tespit edilmiştir (Şekil 20). Toplam karbonatın yüksek olduğu bu iki seviyedeki sedimanlar sığ ortamı işaret eden çakılcıklı bol kavkılı birimlerden oluşur. Karot örneğinde yüksek karbonat içeriği olan seviyelerde yapılan mikroskop çalışması ile karbonatların büyük bir çoğunluğunun kavkı ve bentik foraminiferlerden, çok az bir kısmının da kırıntı kalsitten oluştuğu tespit edilmiştir. Bu anlamda toplam karbonatın daha çok biyojen kökenli olduğu gözlenmiştir. Toplam karbonat yüzdesinin en düşük olduğu seviye 347–348 cm aralığındadır. Toplam karbonat ile organik karbon arasındaki korelasyon katsayısı düşüktür ($r = 0.16$). İZ-30A karotunda toplam organik karbon yüzde dağılımının derinlikle değişimi Şekil 20'de verilmiştir. Ölçümü yapılan seviyelerde toplam organik karbon miktarı küçük bir aralıkta (% 0.40-1.70) değişim göstermektedir (EK 2). En yüksek toplam organik karbon değeri 290–293 cm'de, en düşük toplam organik karbon değeri ise 90–93 cm'de tespit edilmiştir. İZ-30 karotunda toplam

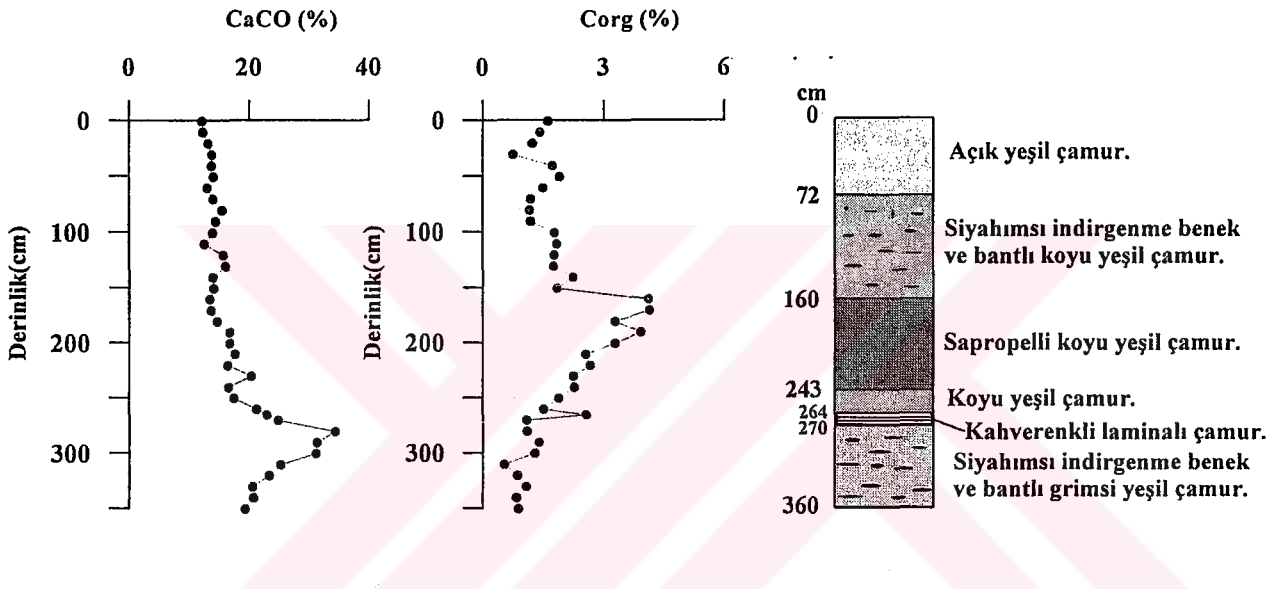
organik karbon ortalaması % 1.05 dir. 260–323 cm aralığında toplam organik karbon yüzdesinin arttığı (bu seviyede ortalama Corg yüzdesi % 1.45 dir) dikkati çeker. Bu seviyenin hemen altında (330 cm) yapılan AMS yaş tayininde günümüzden önce 9364 ± 64 yıl ölçülmüştür. Yaş tayininden de görüldüğü gibi Marmara'ya bu dönemlerde Karadeniz'den su akışı olmuştur. Bu nedenle özellikle 260–323 cm aralığındaki seviyelerde toplam organik karbon miktarının artmasında; olasılıkla su tabakalanması ve yüksek organik üretim sapropelik seviyelerin oluşmasını gerçekleştirmiştir.



Şekil 20. İZ-30 Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbon dağılımı.

BUC-10A karotunda toplam karbonat yüzdesi geniş bir aralıkta (%12.10-34.30) değişmektedir (EK 1). Toplam 38 örnekteki toplam karbonat yüzdesi ortalaması % 17.80 dir. Toplam karbonat değeri yüzeyde (0–3 cm) minimum değeri olan % 12.10'dan başlayarak 283 cm'ye kadar artmakta ve bu seviyede karot boyunca en yüksek değeri olan % 34.30'a ulaşmaktadır (Şekil 21). Bu seviyeden itibaren de 353 cm'ye kadar toplam karbonat değeri azalarak % 19.30'a düşer. BUC-10A karotunda toplam karbonatın kaynağı bentik foraminiferler ve karbonat mineralleridir. Toplam karbonat ve organik karbon değerleri arasında korelasyon katsayısı 0.31 dir. Bu karotta toplam organik karbon değeri diğer üç karot örneğine göre daha geniş bir aralıkta (% 0.5-4.1) değişim gösterir (Şekil 21, EK 2). Karot örneği boyunca alınan 38 örneğin ortalama organik karbon değeri % 1.8 dir. Organik karbon

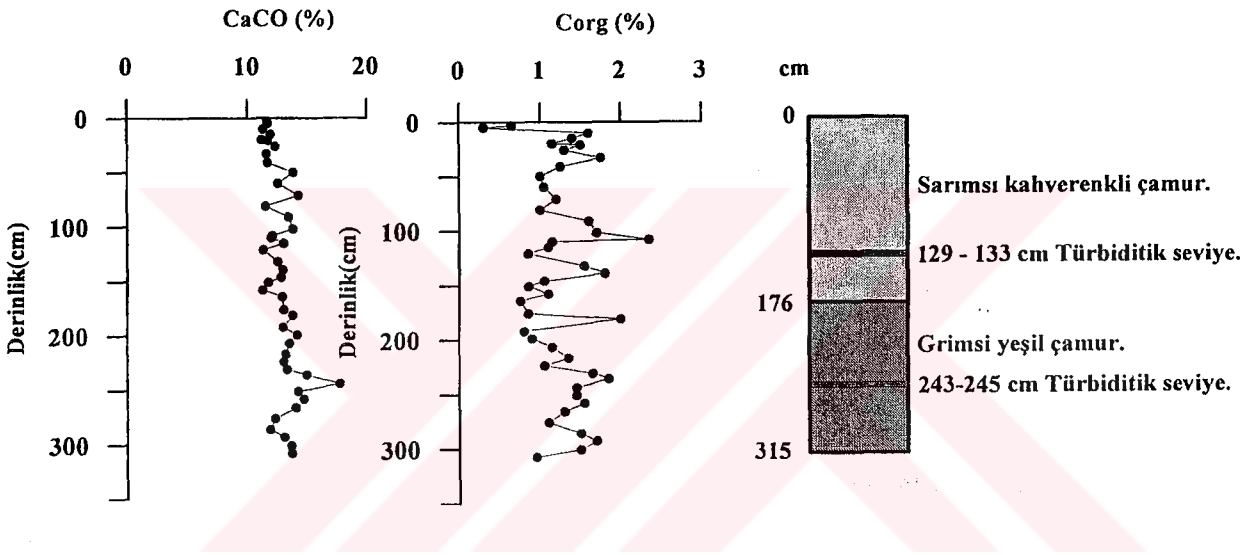
değerinin % 2 den büyük olduğu sapropel tabakası 160–243 cm arasındır. Önceki çalışmacıların (Çağatay vd., 1999; 2000, Tolun 2001, Tolun ve diğ 2002) Marmara Denizi'nde sapropelli seviyelerin Karadeniz'den bol su girdisinin neden olduğu su tabakalanması ve yüksek organik üretimle 10.6–6.4 bin yıl önce depolandığını tespit etmişlerdir. BUC-10A karotundaki 83 cm kalınlığa sahip sapropel tabakası da yukarıda ifade edilen zaman aralığında depolanmıştır.



Şekil 21. BUC-10A Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbon dağılımı.

Çınarcık Çukurluğu'ndan alınmış olan CAG-3 karotunda toplam karbonat içeriğinin yüzeyden derine doğru olan değişimi Şekil 22'de verilmiştir. Bu karotta ki 43 numunede toplam karbonat dağılımı incelenmiştir. Ölçümü yapılan seviyelerdeki toplam karbonat yüzdesi ortalaması % 13 tür. Genelde karot derinliği boyunca toplam karbonat yüzdesi dar bir aralıkta (% 11,20-17,70) değişir (EK 1). En düşük toplam karbonat yüzdesi % 11.20 ile 15–20 ve 157–159 cm'lik seviyelerde tespit edilirken, en yüksek toplam karbonat yüzdesi % 17.70 ile 243-245 cm aralığında görülür. Toplam karbonatın maksimum olduğu seviye (243–245 cm) türbiditik taşınım ile oluşmuş seviyedir. Bu sebeple bu seviyedeki toplam karbonatın kaynağı türbiditik akıntıyla daha sığ alanlardan bu seviyeye taşınmış kalsit, kavrık kırıntısı ve bentik kökenli foraminiferlerden oluşmaktadır. Toplam karbonat ile organik karbon değerleri arasında ki korelasyon kat sayısı 0.22 dir. CAG-3 karotunda toplam organik

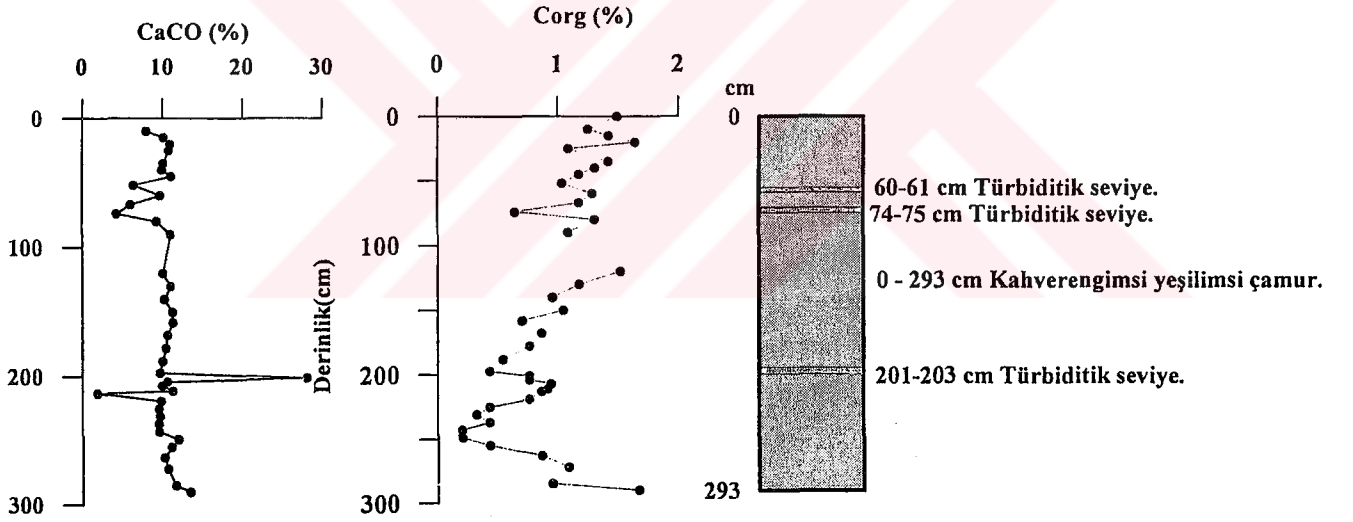
karbon yüzde değerinin derinlikle değişimi Şekil 22’de verilmiştir. Ölçümü yapılan seviyelerdeki toplam organik karbon yüzdesi ortalaması % 1.30 dır. Karot boyunca minimum toplam organik karbon yüzde değeri % 0.30 ile 4–5 cm’de, maksimum toplam organik karbon değeri ise % 2.35 ile 107–109 cm aralığında tespit edilmiştir (EK 2). Karot boyunca iki seviyede sapropel denebilecek organik karbon değeri görülmektedir. Bunlar 107–109 ve 180–182 cm aralığındaki seviyelere karşılık gelir. İkinci sapropelik seviyede organik karbon değeri % 2 dir.



Şekil 22. CAG-3 Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbon dağılımı.

C-15 karotunda toplam karbonat yüzdesi karot boyunca % 1.90-28.15 arasında değişmektedir (Şekil 23, EK 1). Toplam karbonat yüzdesi ortalaması % 10.30 dır. Ölçümü yapılan 39 numunedeki toplam karbonat yüzdesinin en yüksek olduğu seviye 201–203 cm’deki çamurlu türbidit seviyesi, en düşük olduğu seviye 213–214 cm olarak tespit edilmiştir. 201–203 cm’deki bu yüksek karbonat içeriğine karşın, 60-61 cm ve 74-75 cm’deki türbidit seviyeleri yüksek karbonat içermemektedir. Toplam karbonatın en yüksek olduğu 201–203 cm deki türbidit seviyesinde kum boyutu fraksiyonda yapılan ayrıntılı mineralojik çalışmada karbonatın kaynağının taşınmış kavkı kırıntısı, bentik foraminifer ve az oranda da karbonat kayaç parçası olduğu tespit edilmiştir. Toplam karbonat miktarı yüzdesi 201–203 cm aralığı dışında en yüksek değerini % 13.50 ile 290–293 cm aralığında alır. Görüldüğü gibi

201–203 cm aralığındaki sediment örnekleri toplam karbonat içeriği ile de C-15 karotundaki stratigrafik yapıyı bozmaktadır. C-15 karotunda karbonatın kaynağı bentik foraminiferler, kavkı kırıntısı ve karbonatlı minerallerdir. Toplam karbonatla organik karbon arasındaki korelasyon katsayısı 0.05 tir. C-15 karotunda 39 numunede yapılan organik karbon içeriğinin derinlikle değişimi Şekil 23’de verilmiştir. Karot boyunca toplam organik karbon değişim aralığı % 0.20-1.65 dır (EK 2). Toplam organik karbonun en düşük değeri 243-245 ve 249–251 cm arasında, en yüksek değeri de 290–292 cm de tespit edilmiştir. C-15 karotunda ölçümü yapılan seviyelerin ortalama organik karbon yüzdesi % 0.95 tir. Organik karbon miktarının % 1.50’tan yüksek olduğu seviyeler 20–22 (% 1.65), 120–123 (% 1.50) ve 290–292 (%1.65) cm’lerdir. Karot yüzeyinden itibaren 250 cm’ye kadar toplam organik karbon yüzdesi düşüş trendi gösterirken, bu seviyeden sonra karot tabanına doğru artarak maksimum değeri olan % 1.65’e ulaşır.



Şekil 23. C-15 Sediment karotunda toplam karbonat ve organik karbon dağılımı.

3.2.2. Karotlarda metal dağılımı

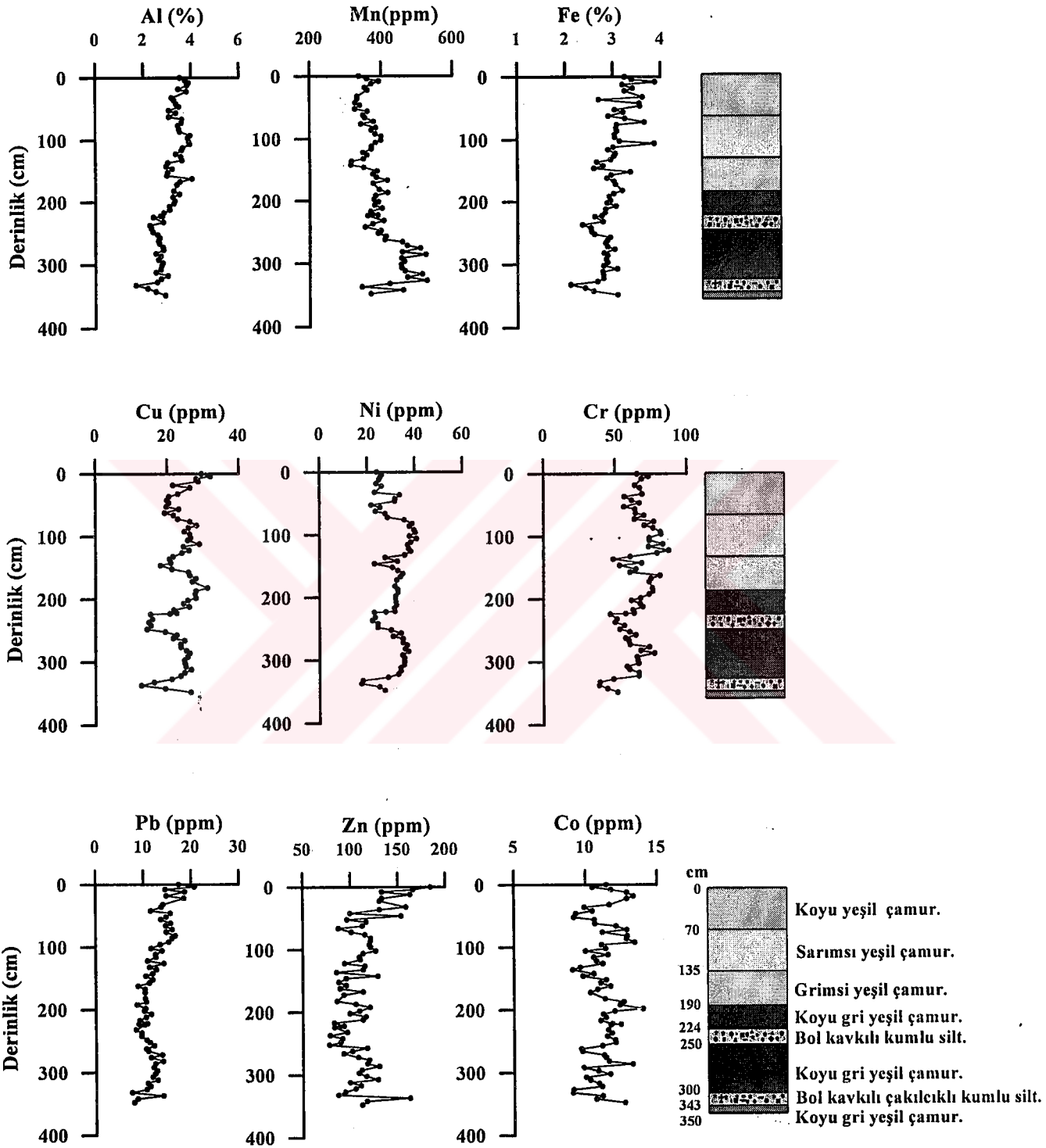
Karadan ve su kolonundan deniz tabanına taşınan doğal ve antropojenik kökenli ağır metaller; kırıntılı minerallerin yapısında, kolloidal veya Fe, Mn oksihidroksid, kil ve organik madde üzerine soğurulmuş olarak taşınırlar. Sedimentteki metal miktarı sedimentlerin tane boyutu ve mineralojik bileşimi, ortamın oksijen miktarı, organik madde miktarı, karbonat miktarı, metal içeriğinin derişimi ile ilişkilidir. Tane boyutu; dip çökellerin ve askıdaki

maddelerin, metaller gibi inorganik bileşenleri soğurma kapasitelerini kontrol eden faktörlerden biridir (Hirst 1962; Jenne, 1968; Gibbs 1973). Bu nedenle çalışma alanındaki sedimentte tane boyu gruplarının bilinmesi metal analizlerinin sonuçlarının yorumlanmasında önemlidir. İnorganik maddeler mineralojik ve fiziksel faktörlerin de etkisi ile çökellerin ince tane boyutlu fraksiyonlarında birikme eğilimi gösterirler (Horowitz, 1974). Denizlerde bulunan toplam karbonat içeriği daha çok aragonit, kalsit ve yüksek magnezyum kalsit minerallerinin oluşturduğu kavkı ve çimento malzemesinden oluşur. Bu mineraller de kristal yapılarına Mg, Ca ve eser miktarda Ba ve Sr dışında diğer metalleri almazlar. Toplam karbonat eser element içeriğinde seyreltici etki yaparlar (Krauskopf, 1985). Fe, Mn oksihidroksitleri ve organik madde, solüsyondaki metallerin mükemmel soğurucuları olarak bilinirler (Goldberg, 1954; Krauskopf, 1985).

3.2.2.1. İZ-30 sediment karotunda toplam metal dağılımı

İZ-30 Karotu Hersek Deltası ile Çınarcık Çukurluğu arasındaki İzmit Körfezi batı havzasından KAFZ üzerinden alınmıştır. Karot örneğinin alındığı yerde fay kaynaklı bir akışkan çıkışı olup olmadığını tespit etmek için karot boyunca 71 seviyede toplam çözünürleştirme işlemi ile Al, Mn, Fe, Cu, Co, Cr, Ni, Pb ve Zn ölçümleri yapılmıştır (EK. 3).

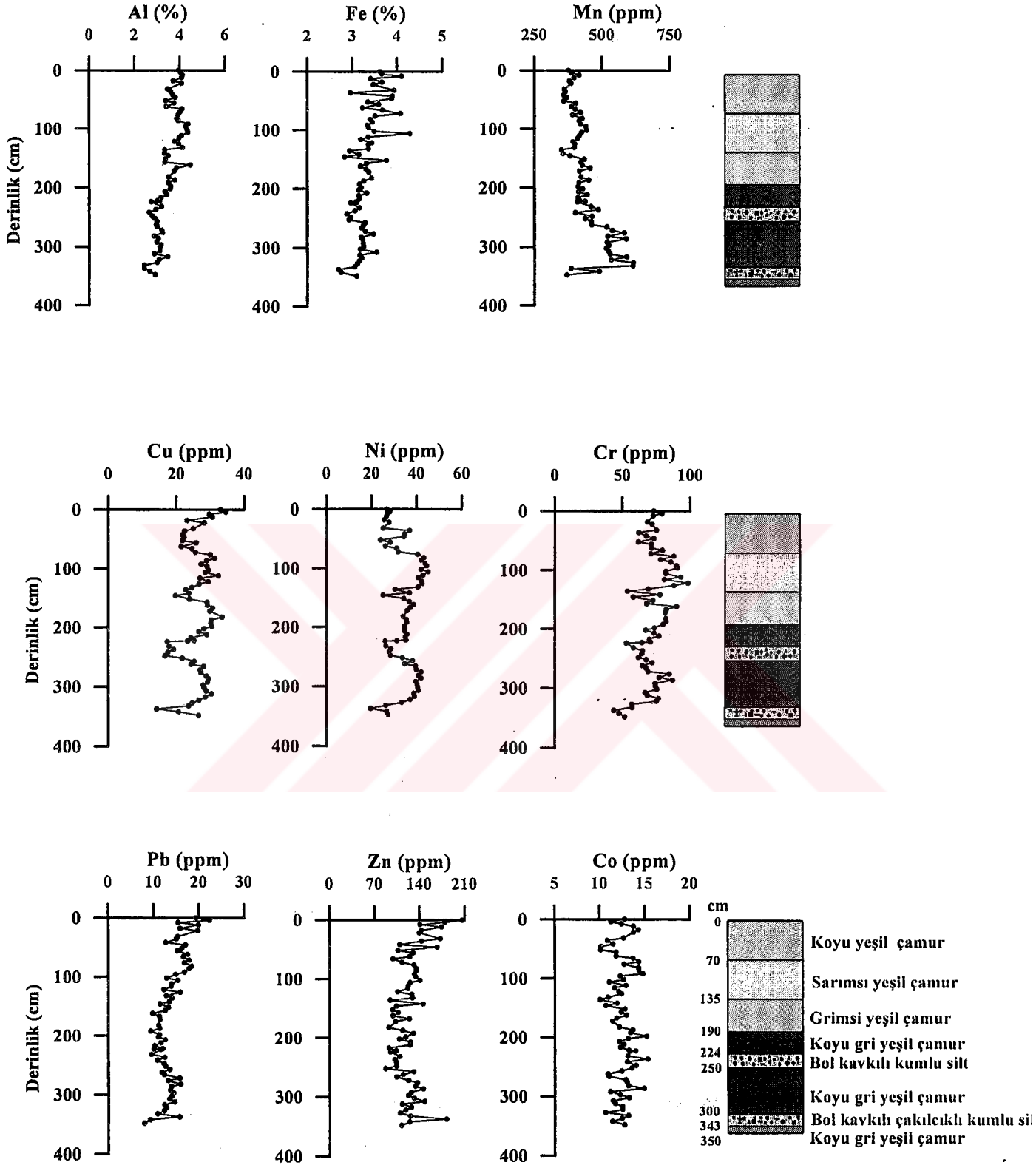
Alüminyum kil minerallerinin ana bileşenidir (Kil tabakalı kristal yapısına sahip sulu alüminoslikattir). Dolayısıyla alüminyum kilce zengin sedimentlerde bol bulunur. İZ-30 karotunda ortalama alüminyum miktarı % 3.10 dur. Alüminyumun karot boyunca değişim aralığı % 1.70-4 (Şekil 24) dir. Alüminyum değerinin en düşük olduğu seviye bol kavkılı çakılcıklı, kumlu ve toplam karbonat miktarının % 31.10 olduğu 330-333 cm arasındadır (Şekil 24). Bu seviyeden itibaren karot yüzeyine doğru Al değerleri artar. İZ-30 karotu -46.2 m su derinliğinden alınmıştır. Bu karot 330-343 cm aralığında bol kavkılı çakılcıklı kumlu sedimanlardan oluşur. Bu birimin hemen üstünde (330 cm) yapılan yaş tayininde 9364 ± 64 yıl alınmıştır. Günümüzden 9364 ± 64 yıl önce burası kıyı konumundaydı. Buzularası dönemde su seviyesinin yükselmesi ile ortam derinleşmekte ve enerji koşulları sakinleşerek ortama kil boyutu sediman taşınımı artmaktadır. Ortamın giderek derinleşmesi ve ortam koşullarının sakinleşmesi litolojik ve alüminyum değerleriyle de desteklenmektedir.



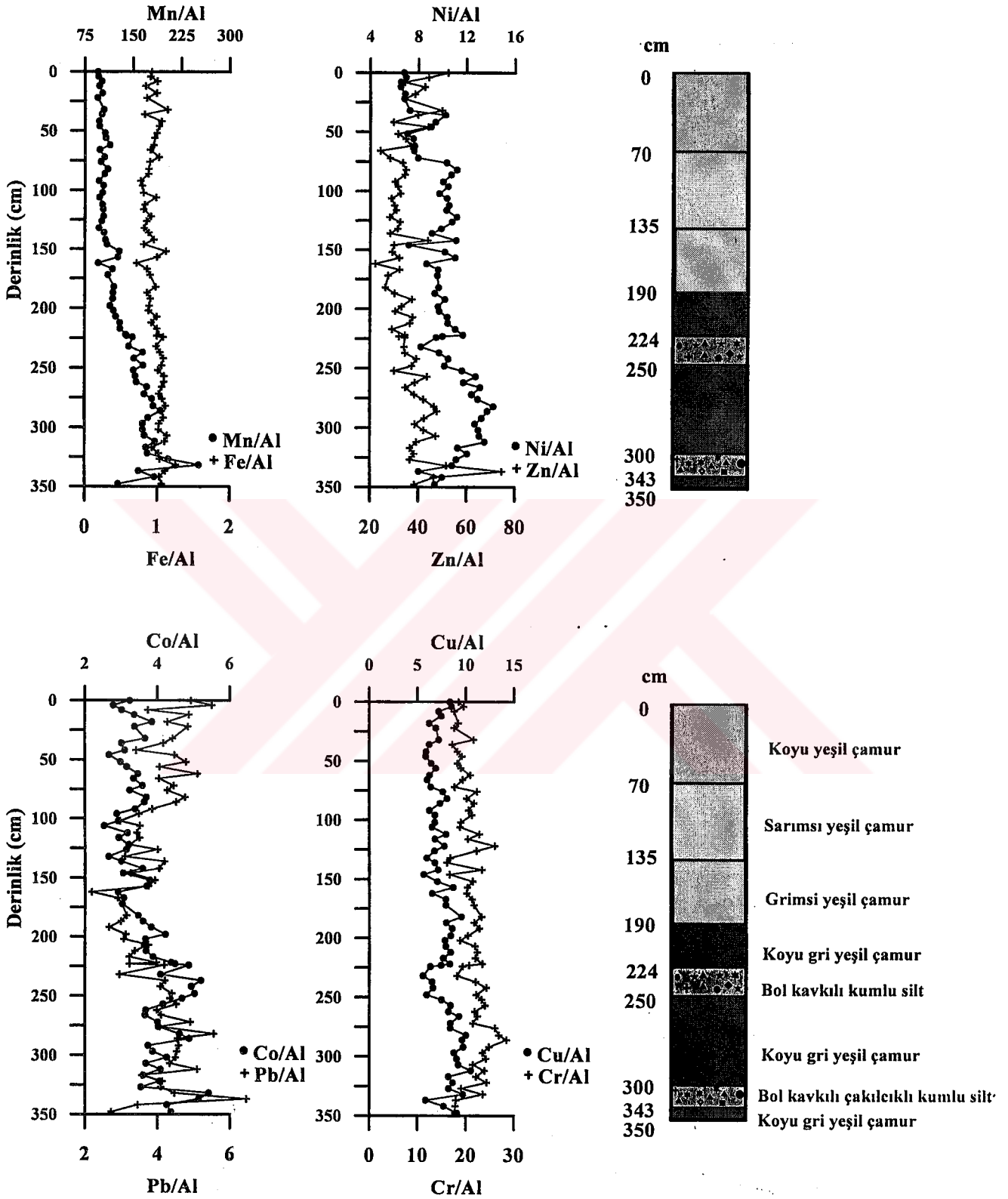
Şekil 24. İZ-30 sediment karotü metal değerlerinin dağılımı.

Alüminyumun şeyl ortalaması %9.2 dir (Krauskopf, 1985). İZ-30 karotunda ölçümü yapılan bütün seviyelerin alüminyum miktarı şeyl ortalamasının altındadır. Alüminyumun toplam karbonat, organik karbon, mangan ve diğer metallerle aralarındaki korelasyon kat sayıları hesaplanmıştır (Tablo 18). Buna göre alüminyum organik karbon ($r = - 0.39$), mangan ($r = - 0.38$) ve toplam karbonatla ($r = - 0.56$) negatif korelasyon katsayısı gösterirken, diğer metallerle pozitif korelasyon katsayısı gösterir (Tablo 18). Karot boyunca alüminyum değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Şeyl ortalamasının altındaki bu alüminyum daha çok kil minerallerine bağlıdır. Sediment örneklerinde karbonat miktarının giderilmesi ile elde edilen karbonatça-serbest (Carbonate-free) alüminyum değerleri %2.45–4.45 (EK 5) arasında değişip, ortalama %3.45 tir. Karbonatça - serbest alüminyumun derinlikle değişim grafiği ile normal dağılım grafiği benzerlik gösterir (Şekil 25). Alüminyum değeri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama % 5.7 (Sarı ve Çağatay, 2001), Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama % 7.2 (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında yüzey sedimentlerinde ortalama % 2.44 (Algan vd., 1999a), İzmit körfezi yüzey sedimentlerinde %7.44 (Şenol, 2002) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

Demir konsantrasyonları karot boyunca %2.10 ile %3.90 arasında değişmektedir (Şekil 24). Ortalama demir konsantrasyonu %3 dir. Karot boyunca en düşük demir konsantrasyonu çakılcıklı, kumlu ve kavkı kırıntısının bulunduğu 330–333 cm aralığında, en yüksek demir konsantrasyonu 7–8 ve 105-106 cm de ölçülmüştür. Demir karot boyunca tabandan üste doğru artan bir eğilim göstermesine rağmen yüzeye yakın kısımlarda ani değişimler gösterir. Demirin karot boyunca değişim profili ile alüminyumun ki benzerlik gösterir. Demirin alüminyum ile yapılan normalizasyonunda, Fe/Al oranı karot boyunca hemen hemen sabit bir dağılım eğrisi sunar (Şekil 26). Demirin şeyl ortalaması %4.7 dir (Krauskopf, 1985). Demirin ortalama konsantrasyonu şeyl ortalamasının altındadır. Demirin ölçümü yapılan metaller, toplam karbonat ve organik karbon ile korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 18). Buna göre demir Al ile güçlü pozitif (0.72) korelasyon gösterirken Pb (0.53), Cu (0.51), Zn (0.41), Cr (0.51), Ni (0.20), Co (0.17) ile daha zayıf pozitif bir ilişki gösterir. Demir Corg (-0.15), Mn (-0.24) ve CaCO_3 (-0.54) ile negatif korelasyon gösterir. Demirin alüminyumla güçlü pozitif korelasyon göstermesi büyük ölçüde Hersek Deltası'nın oluşumunu sağlayan Yalak Dere'nin koloidal Fe oksihidroksitler olarak taşıdığı demirin



Şekil 25. İZ-30 Karotu karbonatça – serbest (carbonate free) metal değerlerinin dağılımı.



Şekil 26. İZ-30 sediment karotunun metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.

Tablo 18. İZ-30 sediment karotu örneklerinde metal değerlerinin birbirleri ile korelasyonu.

	Al	Mn	Fe	Cu	Ni	Pb	Co	Cr	Zn	C _{org}	CaCO ₃
Al	1										
Mn	-0.38	1									
Fe	0.72	-0.24	1								
Cu	0.61	0.16	0.51	1							
Ni	0.37	0.31	0.20	0.56	1						
Pb	0.50	-0.26	0.53	0.32	0.02	1					
Co	0.24	-0.02	0.17	0.24	0.05	0.13	1				
Cr	0.71	-0.01	0.51	0.73	0.71	0.31	0.73	1			
Zn	0.42	0.29	0.41	0.33	-0.04	0.65	0.14	0.20	1		
C _{org}	-0.39	0.47	-0.15	0.08	0.08	-0.11	-0.09	-0.02	-0.06	1	
CaCO ₃	-0.56	0.26	-0.54	-0.44	-0.14	-0.30	-0.30	-0.32	-0.34	0.17	1

Tablo 19. Çalışma alanındaki sedimentlerin içerdiği bazı metal miktarlarının çevre denizlerdeki yüzey sedimentleri, hidrotermal çökeller ve şeyl bileşimi ile karşılaştırılması.

	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Zn (ppm)
Şeyl ortalaması (Krauskopf, 1985)	9.2	850	4.7	57	95	20	20	100	80
Bazalt ortalaması (Krauskopf, 1985)	8.8	1500	8.6	100	150	5	48	200	100
Lau havzası (Hidrotermal çıkışa yakın bir alanda) (Cronan ve Hodkinson 1997)		32000	5.2	266	109	44	29		125
İZ-30 karotu ortalaması	3.10	393	3	23.5	31	12	11	65	112
BUC-10A karotu ortalaması	2.95	468	2.75	27	63	15	12	80	118
CAG-3 karotu ortalaması	7.6	2964	4.20	39	100	46	22	114	98
C-15 karotu ortalaması	5.65	1867		25	65	27		80	74
İstanbul civarı ortalama (Algan vd.,1999a)	2.44	253	2.9	32	27	32	*	104	89
İzmit Körfezi ortalama (Şenol, 2002)	7.44	327	6.1	23	*	*	12	58	149
Erdek Körfezi ortalama (Balkıs ve Çağatay, 2001)	7.2	384	3	28			18	95	125
Marmara kuzey şelfi ortalama (Çağatay vd., 1996)	*	404	2.97	21	*	24			71
Saros Körfezi ortalaması (Sarı ve Çağatay, 2001)	5.7	451	2.8	19	60	22	*	*	73

tuzlu deniz suyu ortamında floküle olması ile çöktüğünü gösterir. Karbonatça - serbest demir değerleri %2.70–4.30 (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama % 3.30 dur. Toplam karbonat miktarının giderilmesi ile elde edilen demir değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal demir dağılım grafiği benzerlik gösterir (Şekil 25). Karbonatça - serbest demir değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı demir için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır. Demir değeri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama % 2.80 (Sarı ve Çağatay, 2001), Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde % 3 (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında % 2.9 (Algan vd., 1999a), İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinde % 6.1 (Şenol 2002) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

Mangan değerlerinin ölçümü yapılan seviyelerde ortalaması 393 ppm'dir. Manganın en düşük değeri 315 ppm ile 140–143 cm'de, en yüksek değerde 528 ppm ile 326–327 cm aralığında ölçülmüştür (Şekil 24, EK3). Mangan karot boyunca karot temelinden karot yüzeyine azalan bir eğilim gösterir. Manganın karot temelinde nispeten yüksek olması çökel içerisindeki redoks değişimi ile, dolayısıyla altta daha düşük redoks koşullarında Mn^{+4} 'ün indirgenerek $Mn^{+2}CO_3$ olarak çökelimi ile de açıklanabilir. Bu durum manganın alüminyumla yapılan normalizasyonu da desteklenmektedir (Şekil 26, EK4). Bu seviyelerde toplam karbonat miktarı da yüksektir. Sediment örneklerinde karbonat miktarının giderilmesi ile elde edilen mangan değerleri 350–616 ppm (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama 440 ppm dir. Karbonatça - serbest mangan değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal mangan dağılım grafiği benzerlik gösterir. Manganın şeyl ortalaması 850 ppm dir (Krauskopf, 1985). Karbonatça - serbest mangan değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı mangan için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır. Mangan değeri ile Corg, Ni, Zn, $CaCO_3$ ve Cu değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.47, 0.31, 0.29, 0.26 ve 0.16 dir (Tablo 18). Mangan Co, Al, Fe, Cr ve Pb ile negatif korelasyon katsayısı vermektedir. Manganın değeri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama 451 ppm (Sarı ve Çağatay, 2001), Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde 384 ppm (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında 253 ppm (Algan vd., 1999a), İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinde 327 ppm (Şenol, 2002) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

Bakır değeri ölçümü yapılan seviyelerde ortalama 23.5 ppm'dir. Değişim aralığı 13 (336 – 337cm) – 32 ppm (3-4cm) dir (Şekil 24, EK 3). Karot boyunca bakır dağılımında üç ayrı pik dikkati çekmektedir. Bu pikler 60–143, 143–224 ve 250–327 cm aralıklarıdır. Bu piklerin oluşumunda tane boyutu ve toplam karbonat dağılımının etkisi açık bir şekilde görülmektedir. Karbonat ve kaba taneli sedimentler İZ-30 karotunda bakır değerlerini seyreltici yönde etki yaparlar. Karot boyunca tane boyutu etkisini ortadan kaldırmak için bakır değerlerini alüminyumla normalize edilmiştir (Şekil 26, EK 4). Bu şekle göre bakır değerleri 330 cm'den 43 cm'ye kadar azalış trendi gösterir. Bakır değerlerinin karot tabanından 43 cm'ye kadar olan düşüş trendinde buzularası dönemde su seviyesinin artmasıyla Yalak Dere ile taşınan litojen malzemenin büyük bir kısmının kıyıya daha yakın yerlerde depolanması ile açıklanır. Bu sebeple Cu değerleri 43–330 cm aralığında karot yüzeyine doğru düşmektedir. 43 cm'den karot yüzeyine doğru bakır değerlerinin artmasında antropojenik girdilerin etkisi izlenmektedir. İZ-30 karotunda bakır değerlerinin karot boyunca değişimi ile krom ve nikel değerlerinin değişimi paralellik gösterir. Bakırın şeyl ortalaması 57 ppm dir (Krauskopf, 1985). Ölçümü yapılan bütün seviyelerde bakır konsantrasyonları şeyl ortalamasının altındadır. Bakırın krom, alüminyum, nikel, demir, çinko, kurşun, kobalt, mangan ve organik karbon ile aralarında ki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.73, 0.61, 0.56, 0.51, 0.33, 0.32, 0.24, 0.16 ve 0.08 dir (Tablo 18). Bu değerlerden anlaşıldığı gibi bakır en fazla krom, alüminyum ve nikel ile pozitif korelasyon vermektedir. Bakırın toplam karbonatla ($r = -0.44$) zıt bir ilişkisi görülmektedir. Sediment örneklerinde karbonat miktarının giderilmesi ile elde edilen bakır değerleri 14–34.5 ppm (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama 26 ppm dir. Karbonatça - serbest bakır değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal bakır dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karbonatça - serbest bakır değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı bakır için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır. Bakır değerleri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama 19 ppm (Sarı ve Çağatay, 2001), Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde 28 ppm (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında 32 ppm (Algan vd., 1999a), İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinde 23 ppm (Şenol, 2002) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

İZ-30 karotunda ölçümü yapılan sediman örneklerinde ortalama kobalt konsantrasyonu 11 ppm'dir. Kobalt karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde 9 (135–

136cm) ile 14 ppm (197–198 cm) arasında değişir (Şekil 24, EK3). Kobalt karot temelinden karot yüzeyine ani düşüşler ve ani artışlar göstererek dar bir aralıkta değişmektedir. Kobaltın alüminyum ile yapılan normalizasyonunda 330 cm'den itibaren 163 cm'ye kadar Co/Al değerleri düşerken, bu seviyeden itibaren karot yüzeyine doğru Co/Al oranı ani artmalar ve azalmalar gösterir (Şekil 26, EK 4). Kobaltın 330 cm'den itibaren 163 cm'ye kadar azalan bir trend göstermesi ortamın su seviyesinin değişimi ile ilişkilidir. Kobaltın şeyl ortalaması 20 ppm'dir (Krauskopf, 1985). Ölçümü yapılan bütün Co değerlerinin ortalama konsantrasyonu şeyl ortalaması altındadır. Kobalt konsantrasyonu ile Cr, Al, Cu, Fe, Zn, Pb ve Ni konsantrasyonları arasında yapılan korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.73, 0.24, 0.24, 0.17, 0.14, 0.13 ve 0.05'tir. Kobalt krom dışındaki elementlerle zayıf pozitif bir ilişki gösterirken, Mn (- 0.02), Corg (- 0.09) ve CaCO₃ (- 0.30) ile negatif korelasyon verir (Tablo 18). Sediment örneklerinde karbonat miktarının giderilmesi ile elde edilen kobalt değerleri 10–15 ppm (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama 12.5 ppm dir. Karbonatça - serbest kobalt değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal kobalt dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karbonatça - serbest kobalt değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı kobalt için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır. Kobaltın konsantrasyon değeri Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde 18 ppm (Balkıs ve Çağatay, 2001), İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinde 12 ppm (Şenol, 2002) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).

İZ-30 karotunda krom değeri 39(336-337 cm) ile 87 ppm (120-123 cm) arasında değişir (Şekil 24, EK 3). Ölçümü yapılan seviyelerde krom ortalaması 65 ppm'dir. Krom değerleri karot tabanından karot yüzeyine doğru artan bir trend sergilerken, 224–250 ve 330–343 cm aralığında bu trendin bozulduğu gözlenir. Bu seviyelerde yüksek karbonat değerleri ve tane boyutunun kabalaşması krom değerini düşürür. Kromun alüminyumla yapılan normalizasyonunda krom değerlerinin karot tabanından yüzeyine doğru azaldığı gözlenir (Şekil 26, EK 4). Bu azalış 287–230 cm aralığında daha hızlı bir trend gösterirken (Su seviyesinin yükseldiği dönem), bu seviyeden sonra karot yüzeyine doğru Cr/Al oranının düşme eğiliminin yavaşlaması günümüz su seviyesi şartlarının sağlanması ile ilişkilidir. Kromun şeyl ortalaması 100 ppm dir (Krauskopf, 1985). Ölçümü yapılan seviyelerdeki krom değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Cr konsantrasyonu ile Co, Cu, Ni, Al, Fe, Pb ve Zn konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.73, 0.73, 0.71, 0.71,

0.51, 0.31 ve 0.20 iken Mn, Corg, ve CaCO₃ ile de sırasıyla (-) 0.01, (-) 0,02 ve (-) 0.32 dir (Tablo 18). Bu değerlerden anlaşılacağı gibi krom Co, Cu, Ni ve Al ile kuvvetli pozitif ilişki gösterirken Mn, Corg ve CaCO₃ ile de negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 18). Sediment örneklerinde karbonatça-serbest krom değerleri 44–98 ppm (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama 72.5 ppm dir. Karbonatça-serbest krom değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal krom dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest krom değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı krom için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır. Krom Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama 95 ppm (Balkıs vd., 2001), İstanbul civarında ortalama 104 ppm (Algan vd., 1999a), İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinde 58 ppm (Şenol, 2002) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).

Nikel, İZ-30 karotunda 18 ile 41 ppm arasında değişip (Şekil 24, EK 3) ortalama değeri 31 ppm dir. En yüksek nikel değeri 105-106 cm'de, en düşük nikel değeride 330-333 ve 336–337 cm'de tespit edilmiştir. Nikelin karot boyunca dağılımı krom ve bakır dağılımıyla benzerlik gösterir. Nikel konsantrasyonlarının 224-250 ve 330-343 cm aralıklarında düşmesi bu seviyelerdeki tane boyutu kabalaşması ile ilişkilidir. Nikelin alüminyumla yapılan normalizasyonunda Ni/Al oranı karot tabanından karot yüzeyine Ni/Al, Cr/Al, ve Co/Al da olduğu gibi azalmaktadır (Şekil 26, EK 4). Bu azalışın sebebi yukarıdaki kısımlarda da ifade ettiğimiz gibi karot yerinin transgresyonla derinleşmesi ile ilişkilidir. Nikelin şeyl ortalaması 95 ppm dir (Krauskopf, 1985). İZ-30 karotundaki bütün numunelerin nikel konsantrasyonları şeyl ortalamasının altındadır. Nikelin, krom, bakır, alüminyum, mangan, demir, organik karbon, kobalt ve kurşun ile aralarında ki korelasyon katsayıları(r) 0.71, 0.56, 0.37, 0.31, 0.20, 0.08, 0.05 ve 0.02 dir (Tablo 18). Bu değerlerden anlaşıldığı gibi nikel en fazla krom ve bakır ile güçlü pozitif korelasyon vermektedir. Nikelin çinko (r = -0.04) ve toplam karbonatla (r = -0.14) bir ilişkisi görülmemektedir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest nikel değerleri 20–45 ppm (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama 35 ppm dir. Karbonatça - serbest nikel değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal nikel dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest nikel değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı ek bir nikel kaynağı arama gereksinimi duyulmamaktadır. Nikelin konsantrasyon değeri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama 60 ppm (Sarı ve

Çağatay, 2001), Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde 52 ppm (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında 27 ppm (Algan vd., 1999a) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

Kurşun, İZ-30 karotunda 7 ppm ile 330–333 cm aralığında en düşük değeri, 21 ppm ile 3-4 cm aralığında en yüksek değeri tespit edilmiştir (Şekil 24, EK 3). Ortalama kurşun değeri 12 ppm dir. Kurşunun şeyl ortalaması 20 ppm dir (Krauskopf, 1985). Kurşun değeri sadece 3-4 cm (21 ppm) aralığında şeyl ortalaması üstündedir. Diğer 70 numunede şeyl ortalamasının altındadır. Kurşun karot temelinden yüzeyine kadar artan bir eğilim gösterir. Kurşunun alüminyumla yapılan normalizasyonunda 330 cm den itibaren 163 cm ye kadar Pb değerlerinde azalma görülürken bu seviyeden sonra Pb değerlerinin yüzeye doğru artışında antropojenik girdilerin etkisi görülmektedir (Şekil 26, EK 4). Kurşununun çinko, demir, alüminyum, bakır, krom, kobalt ve nikel ile aralarında ki korelasyon katsayıları(r) sırasıyla 0.65, 0.53, 0.50, 0.32, 0.31, 0.13 ve 0.02 dir (Tablo 18). Bu değerlerden anlaşıldığı gibi kurşun en fazla çinko demir ve alüminyum ile pozitif korelasyon vermektedir. Kurşun organik karbon ($r = -0.11$), toplam karbonat ($r = -0.27$) ve manganla ($r = -0.26$) negatif bir ilişki göstermektedir. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest kurşun değerleri 8–22 ppm (Şekil25, EK 5) arasında değişip, ortalama 14 ppm dir. Karbonatça-serbest kurşun değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal kurşun dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karbonatça-serbest kurşun değerlerinden sadece 3–4 cm aralığındaki kurşun değeri (22 ppm) şeyl ortalamasının üzerindedir. Diğer bütün kurşun değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Karot yüzeyine doğru kurşun değerlerindeki bu artış antropojenik girdilerle ilişkilidir. Kurşunun konsantrasyon değeri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama 22 ppm (Sarı ve Çağatay, 2001), Erdek Körfezi yüzey sedimentlerinde 40 ppm (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında 32 ppm (Algan vd., 1999a) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

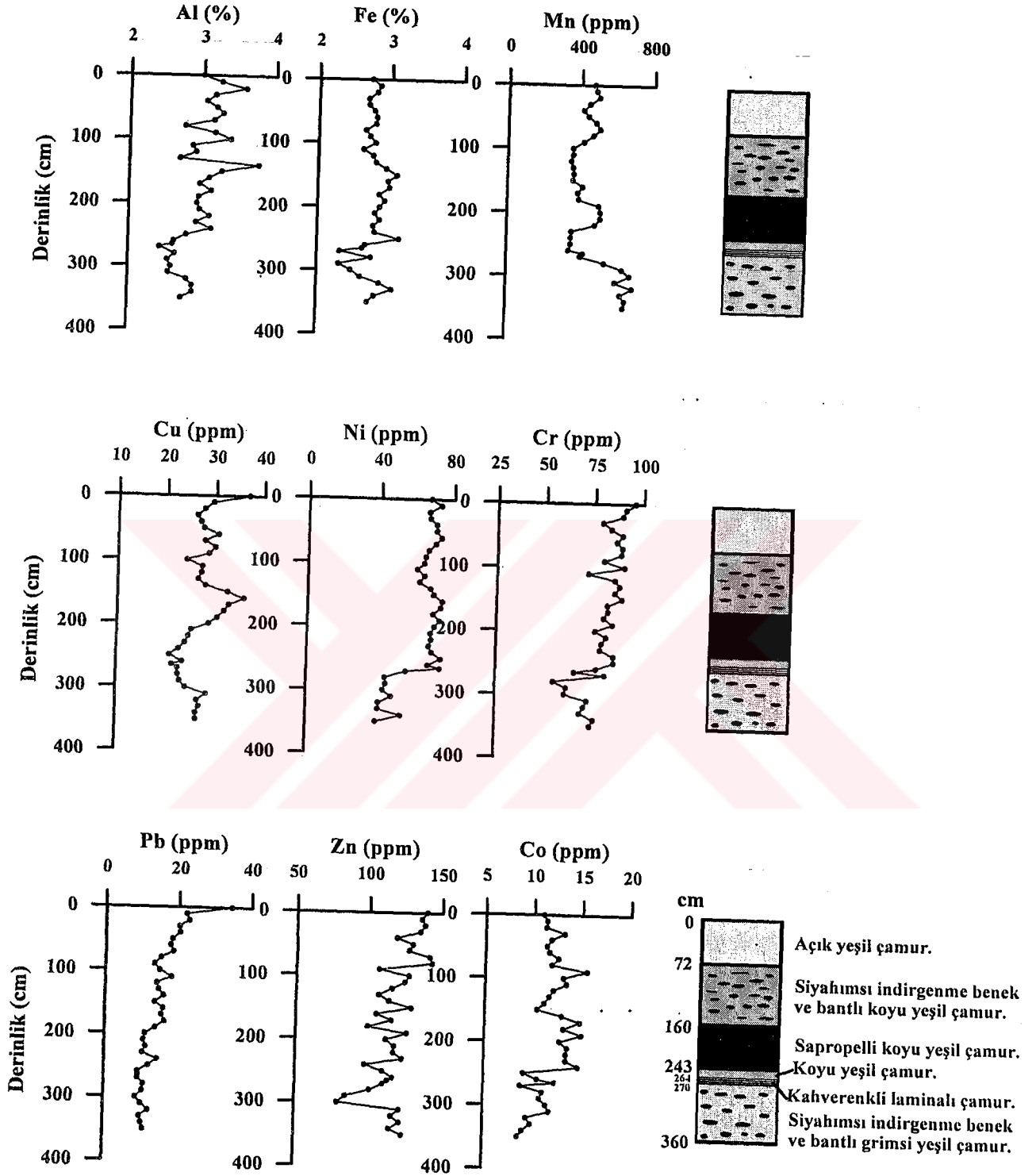
Çinkonun İZ-30 karotu boyunca en düşük değeri 250–253 cm aralığında 78 ppm, en yüksek değeri de 0-3 cm aralığında 185 ppm olarak ölçülmüştür (Şekil 24, EK 3). Ölçümü yapılan seviyelerde çinko ortalaması 112 ppm dir. Çinko karot temelinden 216 cm'ye kadar hızlı bir düşüş trendi gösterirken bu seviyeden 65 cm ye kadar çinko değerlerinde ani düşüş ve yükselişler tespit edilmiştir. Çinko değerlerinin 65 cm'den karot yüzeyine doğru artan trend göstermesinde en etkili faktör İzmit Körfezi'ndeki endüstrileşme ve sanayileşmenin

yoğun olmasıyla körfeze verilen antropojenik girdilerdir. Çinkonun alüminyum ile yapılan normalizasyonunda çinko değerleri karot temelinden 160 cm'ye kadar azalan bir eğilim gösterir (Şekil 26, EK 4). 60 cm den itibaren karot yüzeyine doğru olan artışında antropojenik girdilerin etkisi görülür. Çinkonun şeyl ortalaması 80 ppm dir (Krauskopf, 1985). Çinko konsantrasyonu 236-237 ve 250-253 cm de şeyl ortalamasının altında, diğer bütün örneklerde ise çinko değerleri şeyl ortalamasının üzerindedir. Zn konsantrasyonu Pb, Al, Fe, Cu, Mn, Cr ve Co ile aralarındaki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.65, 0.42, 0.35, 0.33, 0.32, 0.20 ve 0.19 dir (Tablo 18). Çinko, Ni (r = -0.04), Corg (r = -0.06) ve CaCO₃(r = -0.34) ile negatif korelasyon göstermektedir. Değerlerden de görüleceği gibi, çinko en güçlü pozitif korelasyonu Pb ile vermektedir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest çinko değerleri 87–206 ppm (Şekil 25, EK 5) arasında değişip, ortalama 124 ppm dir. Karbonatça - serbest çinko değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal çinko dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest çinko değerlerinin tümü şeyl ortalamasının üzerindedir. Karot yüzeyine doğru çinko değerlerinin arttığı görülür. Bu artışlar antropojenik girdiler ile açıklanır. İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama çinko değerinin 149 ppm (Şenol, 2002) olarak ölçülmesi antropojenik girdilerin diğer bir göstergesidir. Çinkonun değeri Saros Körfezi yüzey sedimentlerinde ortalama 73 ppm (Sarı ve Çağatay, 2001), Erdek körfezi yüzey sedimentlerinde 125 ppm (Balkıs ve Çağatay, 2001), İstanbul civarında 89 ppm (Algan vd., 1999a) olarak bulunmuştur (Tablo 19).

3.2.2.2. BUC-10A sediment karotunda toplam metal dağılımı

BUC-10A karotu Marmara Denizi'nde Büyükçekmece açıklarında KAFZ üzerinde alınmıştır. Fayın sediment kimyası üzerindeki etkilerinden biri de fay kırığı üzerindeki lokal akışkan çıkışıdır. Bu akışkanlar çıkış yerlerine yakın sedimentlerin kimyasını etkilerler. Sediment karotunun alındığı yerde bu tür akışkan çıkışlarının olup olmadığı karot boyunca 37 seviyede yapılan toplam metal çözünürleştirme analizi ile araştırılmıştır. Metallerden Al, Fe, Mn, Cu, Co, Cr, Ni, Pb ve Zn değerleri ölçülmüştür (EK 6).

Alüminyum değeri en düşük % 2.45 ile 270–273 cm'de, en yüksek % 3.80 ile 140-143 cm aralığında tespit edilmiştir (Şekil 27). Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde ortalama alüminyum değeri % 2.95 dir. BUC-10A karotunda alüminyum değerleri karot



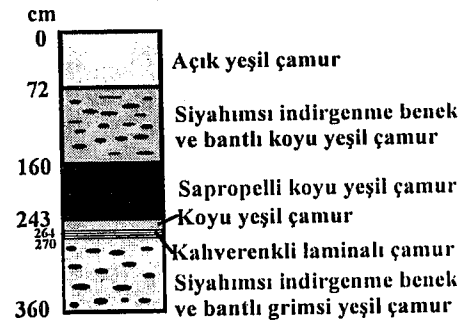
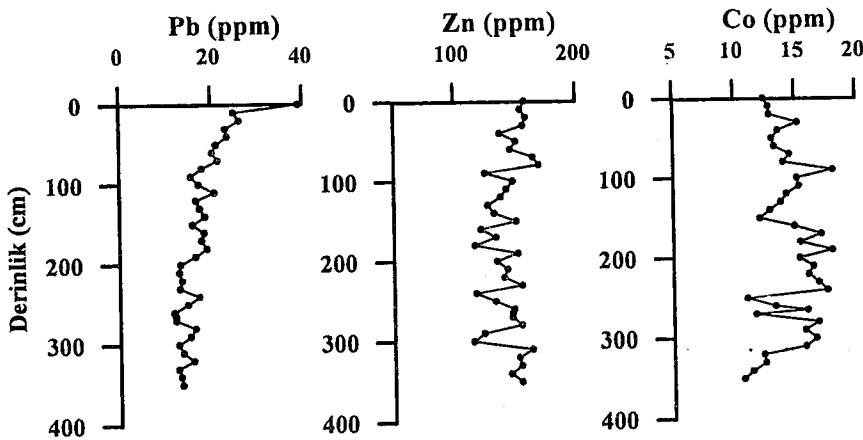
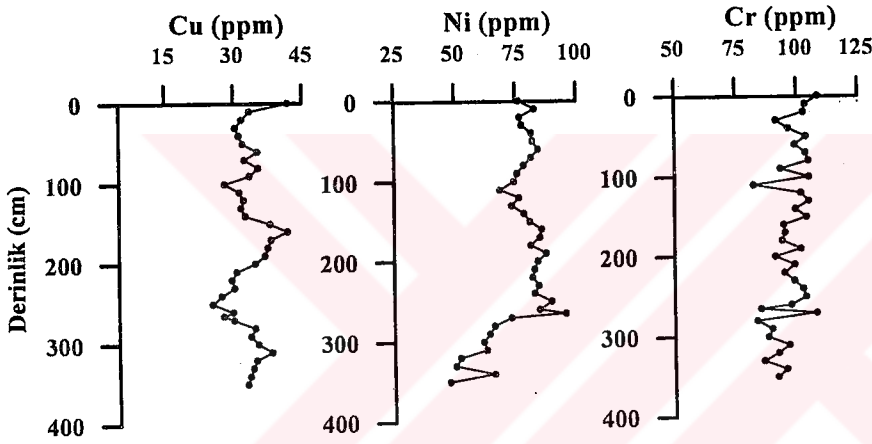
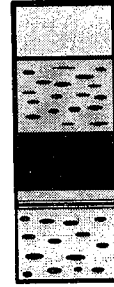
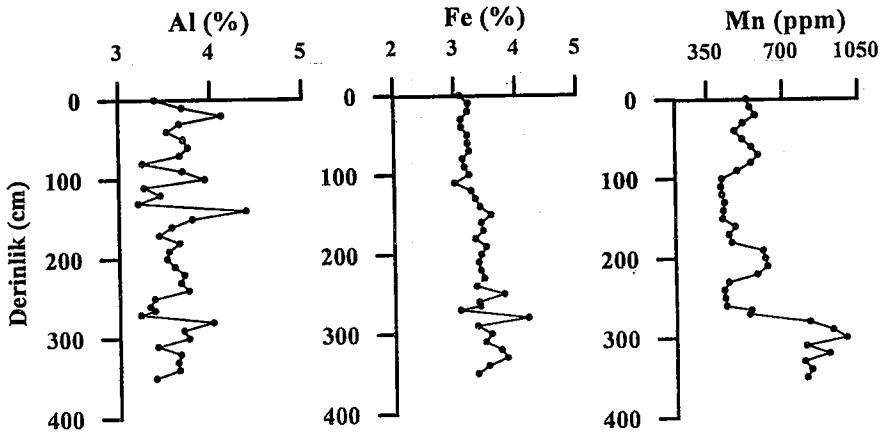
Şekil 27. BUC-10A sediment karotunun metal değerlerinin dağılımı.

tabanında yüksek toplam karbonat içeriği ile seyreltilmiştir. Bu durum alüminyumun toplam karbonatla yapılan korelasyon katsayısı ile de desteklenmektedir (Tablo 20). Alüminyum değerleri karbonatlı seviyenin (280-350 cm) üstünden karot tavanına kadar göze çarpan önemli bir değişiklik göstermez. Alüminyum konsantrasyonu ile toplam karbonat ve mangan değerleri arasında negatif korelasyon katsayısı görülürken diğer metaller ve toplam organik karbon değerleri ile aralarında pozitif korelasyon katsayısı tespit edilmiştir (Tablo 20). Ölçümü yapılan alüminyum değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest alüminyum değerleri % 3.20–4.40 (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama % 3.60 dır. Toplam karbonat miktarı 280–310 cm aralığında ortalama % 30 civarındadır. Bu seviyelerde toplam karbonat miktarının giderilmesi, alüminyum değerlerini yaklaşık % 42 artırır iken diğer seviyelerde karbonat miktarının giderilmesi alüminyum değerlerini ortalama %19 artırır. Karbonatça - serbest alüminyum dağılım grafiği; 280–310 cm aralığı dışında normal alüminyum dağılım grafiğine benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest alüminyum değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır.

Tablo 20. BUC-10A karot örneklerinde metal değerlerinin birbirleriyle korelasyonu.

	Al	Mn	Fe	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Cr	C _{org}	CaCO ₃
Al	1										
Mn	-0.37	1									
Fe	0.51	-0.22	1								
Cu	0.37	-0.03	0.36	1							
Ni	0.51	-0.73	0.37	0.31	1						
Pb	0.52	-0.23	0.12	0.59	0.41	1					
Zn	0.39	-0.13	0.26	0.36	0.33	0.54	1				
Co	0.29	-0.38	0.09	0.21	0.50	0.11	-0.03	1			
Cr	0.60	-0.53	0.37	0.45	0.70	0.62	0.61	0.12	1		
C _{org}	0.20	-0.40	0.42	0.35	0.59	0.004	-0.18	0.57	0.16	1	
CaCO ₃	-0.71	0.54	-0.49	-0.56	-0.72	-0.65	-0.60	-0.35	-0.84	-0.32	1

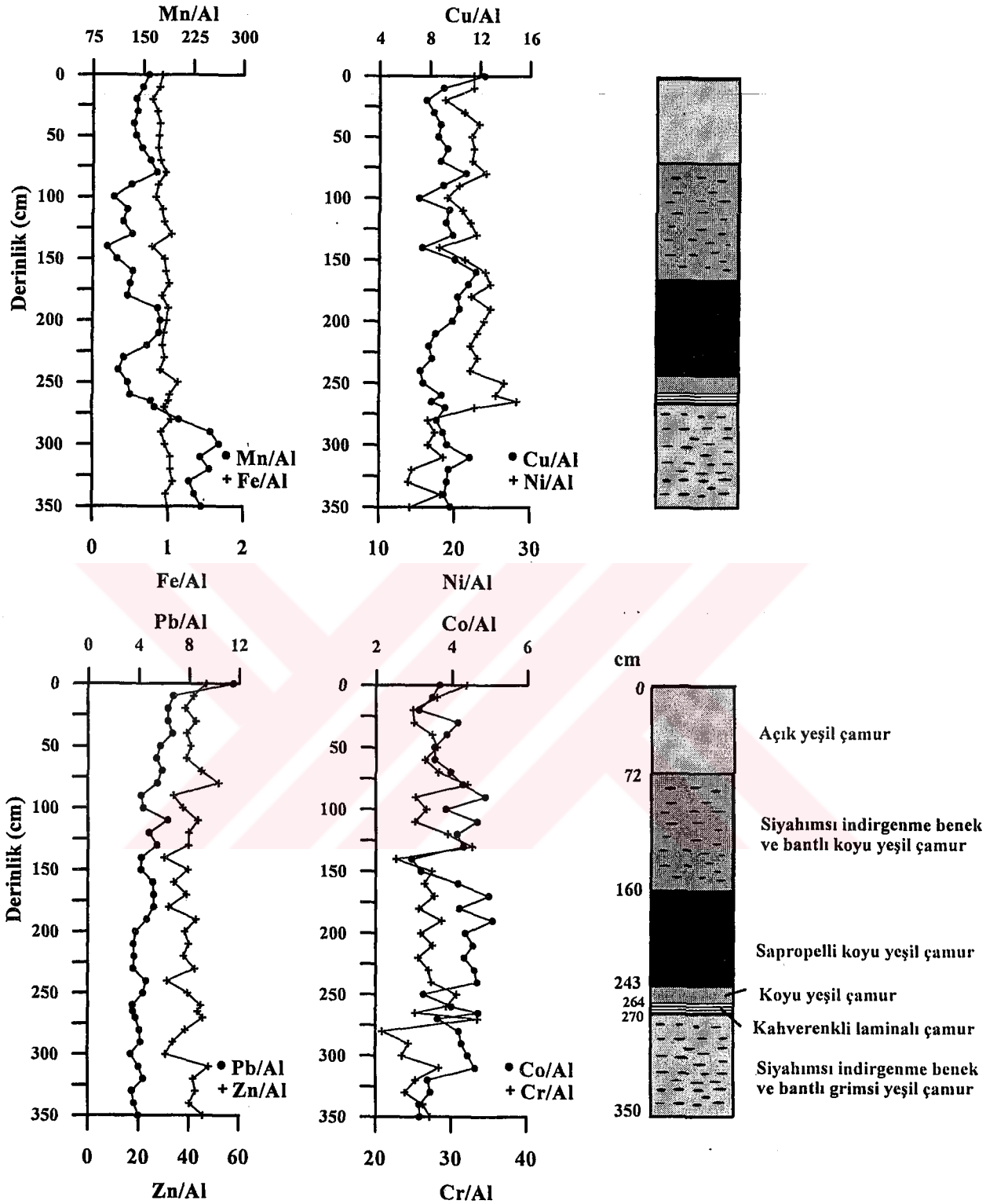
BUC-10A karotu boyunca ölçümü yapılan sediment örneklerinde Fe ortalaması %2.75 dir. Fe 270–273 cm aralığında % 2.30 ile karot boyunca en düşük değerine ulaşırken, 250–253 cm de ise % 3.15 ile en yüksek demir değeri tespit edilmiştir (Şekil 27). Demir karot boyunca karot yüzeyinden temeline iki farklı formda ve dar bir aralıkta (% 2.31–3.14) değişim gösterir (Şekil 27). Toplam karbonat ve mangan değerlerinin arttığı 265–313 cm



Şekil 28. BUC-10A Karotu karbonatça serbest (Carbonate - free) metal değerlerinin dağılımı.

aralığında karbonatın seyreltici etkisi demir değerlerinin düşmesine sebep olur. Bu seviyenin hemen üstünde sapropelli birimin bulunduğu aralıkta demir değerleri artar. Demir bu seviyede sülfürlü formlar halinde bulunur. Demirin alüminyumla yapılan normalizasyonunda Fe/Al değeri karot boyunca çok az değişkendir. Ortalama demir konsantrasyon değeri şeyl ortalamasının altındadır (Şekil 29, EK 7). Demirin Al, Corg, Ni, Cr, Cu, Zn, Pb ve Co konsantrasyonu ile yapılan korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.51, 0.42, 0.37, 0.37, 0.36, 0.26, 0.12 ve 0.09 dir. Demir değerleri mangan ve toplam karbonat değerleri ile negatif korelasyon göstermektedir (Tablo 20). Sediment örneklerinde karbonatça-serbest demir değerleri % 3–4.20 (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama % 3.40 dır. Karot boyunca karbonatça - serbest demir değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı ek bir demir kaynağı arama gereksinimi duyulmamaktadır. Demir Marmara Denizi kuzey şelfinde yüzey sedimentlerinde ortalama % 2.97 (Çağatay vd., 1996) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).

Manganın karot boyunca en düşük değeri 345 ppm ile 260-263 cm aralığında, en yüksek değeri 693 ppm ile 320–323 cm seviyelerinde ölçülürken, ortalama mangan değeri 468 ppm olarak hesaplanmıştır (Şekil 27). Karot boyunca mangan dağılımında dikkati çeken en önemli özellik toplam karbonat miktarının yüksek olduğu 280–350 cm’lerde mangan değerlerinde artış gözlenmesi manganın bu aralıkta karbonat üzerine absorbe olarak bulunma ihtimalini güçlendirirken, manganın toplam karbonatla yapılan korelasyonu da bu görüş desteklenmektedir (Tablo 20). Manganın alüminyumla yapılan normalizasyonundaki dağılımı normal mangan dağılımıyla uyumludur (Şekil 29, EK7). Ölçümü yapılan mangan değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Mangan; Al, Fe, Cu, Ni, Pb, Zn, Co, Cr ve Corg ile negatif korelasyon gösterirken yalnızca CaCO₃ ile pozitif korelasyon ($r = 0.54$) gösterir (Tablo 20). Sediment örneklerinde karbonatça-serbest mangan değerleri 412–989 ppm (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama 578 ppm dir. Karot boyunca karbonatça-serbest mangan değerleri 290–293 (927 ppm), 300–303(989 ppm) ve 320–323 cm’ler (909 ppm) aralığında şeyl ortalamasının üzerindeyken, diğer seviyelerde mangan değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Karbonatça-serbest mangan değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal mangan dağılım grafiği benzerlik gösterir. Mangan Marmara Denizi kuzey şelfinde yüzey sedimentlerinde ortalama 404 ppm (Çağatay vd., 1996) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).



Şekil 29. BUC-10A sediment karotunda metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.

Bakır değerlerinin karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerde değişim aralığı 21 (250–253 cm) – 37 ppm (0–3) olup, ortalama 27 ppm dir (Şekil 27). 0(37 ppm) - 33 (26 ppm) cm aralığında karot yüzeyine doğru olan bakır artışı antropojenik kirliliğin göstergesi, sapropelli birimde bakır değerlerinin artması bu seviyede (160–243 cm aralığı) bakırın sülfidli formda bulunma ihtimalinin bir işaretidir. Bu iki durum bakırın alüminyumla yapılan normalizasyonu da desteklenmektedir (Şekil 29, EK 7). Toplam karbonatın yüksek olduğu seviyede bakır değerlerinin karbonatça seyreltiği tespit edilmiştir. Karot boyunca ölçümü yapılan bütün seviyelerde bakır konsantrasyonları şeyl ortalamasının altındadır. Bakırın kurşun, krom, alüminyum, demir, çinko, organik karbon, nikel ve kobalt ile aralarındaki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.59, 0.45, 0.37, 0.36, 0.36, 0.35, 0.31 ve 0.21 dir (Tablo 20). Bakırın mangan (r = (-) 0.03) ve toplam karbonatla (r = (-) 0.56) zıt ilişki içerisindedir. Bakırın en güçlü korelasyon katsayısını kurşun ve kromla vermesi birlikte hareket ettiklerinin bir göstergesidir. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest bakır değerleri 25–42 ppm (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama 33 ppm dir. Karbonatça-serbest bakır değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal bakır dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest bakır değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı bakır için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır. Bakır Marmara Denizi kuzey şelfinde yüzey sedimentlerinde ortalama 21 ppm (Çağatay vd., 1996) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).

BUC-10A karotunda kobalt konsantrasyonları 9 ppm ile 16 ppm arasında değişmektedir. Ortalama değer 12 ppm'dir. En düşük kobalt konsantrasyonu 350–353 cm'de en yüksekde 90–93 cm aralığında tespit edilmiştir (Şekil 27). Kobalt karot boyunca karot temelinden karot yüzeyine ani düşüşler ve ani artışlar gösterir. Kobaltın alüminyumla yapılan normalizasyonunda özellikle sapropelli seviyede ani bir artış gösterir (Şekil 29, EK 7). Bu durum kobaltın indirgeyici koşullarda sülfürlü bileşikleri halinde zenginleşmesi ile açıklanabilir. Ölçümü yapılan seviyelerde kobalt değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Kobalt konsantrasyonu ile organik karbon, Ni, Al, Cu, Cr, Pb ve Fe, konsantrasyonları arasında yapılan korelasyon katsayıları (r) sırasıyla, 0.57, 0.50, 0.29, 0.21, 0.12, 0.11 ve 0.09 dir (Tablo 20). Kobalt korelasyon değerlerinden de görüleceği gibi organik karbon, Ni, Cu ve alüminyumla normal pozitif ilişki gösterirken, Zn (r = (-) 0.03), CaCO₃ (r =

(-) 0.35) ve Mn ($r = (-) 0.38$) ile negatif korelasyon katsayısı verir. Kobalt Zn, CaCO_3 ve Mn'dan bağımsız hareket eder. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest kobalt değerleri 11–18 ppm (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama 14.5 ppm dir. Karbonatça-serbest kobalt değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal kobalt dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest kobalt değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı kobalt için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır.

BUC-10A karotundan krom konsantrasyonu 55 ppm ile 96 ppm arasında değişmektedir. Ortalama değer 80 ppm dir. Ölçümü yapılan numunelerde minimum krom değeri 280 – 283 cm'de, maksimum krom konsantrasyonu 0-3 cm aralığında tespit edilmiştir (Şekil 27). Krom değerleri toplam karbonatın yüksek olduğu 280–350 cm aralığında düşer. Bu seviyede toplam karbonat değerleri krom değerlerini seyrekletirmektedir. Bu iki parametre arasındaki korelasyon katsayısının negatif olması bu sonucu desteklenmektedir. Bu seviyeden (283 cm) itibaren krom konsantrasyonu karot yüzeyine doğru artar (Şekil 27). Krom değerlerinin alüminyumla yapılan normalizasyonunda; toplam karbonatın maksimum olduğu 280 cm'nin hemen üstünde sapropelli birimin alt seviyelerinde ani bir zenginleşme gösterir (Şekil 29, EK 7). Bu durum Cr^{+6} iyonunun anoksik koşullarda Cr^{+3} 'e indirgenerek $\text{Cr}(\text{OH})_2^+$ olarak organik madde üzerinde soğrulması ile açıklanır (Emerson vd., 1979; Calvert ve Pedersen, 1993). Ölçümü yapılan krom değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Krom en güçlü pozitif korelasyon katsayısını Ni (0.70), Pb (0.62), Zn (0.61) ve Al (0.60) ile verirken Cu (0.45), Fe (0.37), Corg (0.16) ve Co (0.12) ile de pozitif korelasyon katsayısı verir (Tablo 20). Bu sonuçlar kromun nikel gibi ince taneli (kil) malzemede konsantre olduğunu göstermektedir. Krom, Mn (- 0.53) ve CaCO_3 (- 0.84) ile zıt bir ilişki içerisindedir. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest krom değerleri 82–109 ppm (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama 97 ppm dir. Karbonatça-serbest krom değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal krom dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest krom değerleri 14 seviyede şeyl ortalamasının üzerinde iken, diğer seviyelerde şeyl ortalamasının altındadır. Yüksek krom değerlerinin (>100 ppm) karot yüzeyine doğru artması antropojenik kirlilikle açıklanır.

BUC-10A karotunda nikel konsantrasyonları 39 ppm ile 74 ppm arasında değişir. Ortalama değer 63 ppm'dir. Ölçümü yapılan numunelerde minimum nikel değeri 350 – 353 cm'de maksimum nikel değeri 160–163, 250-253 ve 265-267 cm de ölçülmüştür (Şekil 27). Nikel konsantrasyonu karot yüzeyinden itibaren 263 cm'ye kadar dar bir aralıkta (60–74 ppm) değişim gösterir. Nikel değerlerinin 283 cm'den itibaren karot tabanına doğru azalması yüksek toplam karbonat miktarının seyreltici etkisi ve ortamın redoks koşulları ile açıklanır. Kalkofil elementler indirgeyici koşullarda sulfidli fazlar halinde zenginleşme gösterirler. Cu, Pb ve Zn kalkofil elementler olmasına rağmen Ni kısmen kalkofil kısmen de siderofil elementir (Çağatay, 1984; Jacobs vd., 1987; Calvert ve Pedersen, 1993). Nikelin alüminyumla yapılan normalizasyonunda nikel miktarının sapropelli seviyede zenginleşmesinde indirgeyici koşulların etkisinin olduğu görülür (Şekil 29, EK 7). Nikelin ortalama konsantrasyonu şeyl ortalamasının altındadır. Nikel en güçlü pozitif korelasyon katsayısını Cr (0.70), Corg (0.59), Al (0.51) ve Co (0.50) ile verirken, Pb (0.41), Fe (0.37), Zn (0.33) ve Cu (0.31) ile de pozitif korelasyon katsayısı verir (Tablo 20). Nikelden bağımsız hareket edenler ise Mn (- 0.73) ve CaCO₃ (-0.72) tır. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest nikel değerleri 48–96 ppm (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalama 76 ppm dir. En yüksek nikel değerinin organik karbon miktarının arttığı 265–268 cm (%2.60) aralığında ölçülmesi yüksek nikel değerlerinde redoks koşullarının etkili olduğunu göstermektedir. Karbonatça - serbest nikel değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal nikel dağılım grafiği benzerlik gösterir.

BUC-10A karotunda toplam kurşun konsantrasyonu 9 ppm ile 34 ppm arasında değişmektedir (Şekil 27). Ortalama değer 15 ppm dir. Kurşunun karot boyunca en düşük değeri 260-263, 265-267, 270-273 ve 300–303 cm'de, en yüksek değeride 0–3 cm aralığında tespit edilmiştir. Kurşun konsantrasyonu karot tabanından karot yüzeyine doğru artan bir eğilim sunarken, 43 cm'den yüzeye bu artış keskin ve belirgin oluşu antropojenik kirlilik ile açıklanır. Kurşun konsantrasyonları 0-3 cm (34 ppm), 10-13 cm (22 ppm), 20-23 cm (23 ppm) ve 40-43 cm (20 ppm) dışında şeyl ortalamasının altındadır. Kurşunun alüminyumla yapılan normalizasyonunda kurşun değerleri 30 cm'den itibaren karot yüzeyine doğru artarken bu seviyenin altında kurşun değerlerinde bir değişiklik gözlenmez (Şekil 29, EK 7). Kurşun, en güçlü pozitif korelasyonu krom (0.62), bakır (0,59), çinko (0.54) ve alüminyumla (0.52) gösterir. Kurşun, mangan (- 0.23) ve toplam karbonattan (- 0.65) bağımsız hareket eder

(Tablo 20). Sediment örneklerinde karbonatça - serbest kurşun değerleri 12–39 ppm'dir (Şekil 28, EK 8). Ortalama karbonatça-serbest kurşun değeri 17.5 ppm dir. Karbonatça - serbest kurşun değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal kurşun dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karbonatça - serbest kurşun değerleri 0-70 cm aralığında şeyl ortalamasının üzerinde olup, ölçümü yapılan diğer bütün seviyelerde kurşun değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Karot yüzeyine doğru kurşun değerlerindeki bu artış antropojenik girdilerle açıklanır. Kurşun Marmara Denizi kuzey şelfinde yüzey sedimentlerinde ortalama 24 ppm (Çağatay vd., 1996) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).

BUC-10A karotunda çinko değişim aralığı 79 (300-303 cm) – 143 ppm (80-83 cm)'dir (Şekil 27). Ortalama 118 ppm'dir. Çinko değerleri toplam karbonatın yüksek (% 31) olduğu 300–303 cm aralığında karbonat tarafından seyreltilmiştir. Bu seviyeden karot yüzeyine kadar çinko değerleri artan bir trend sergiler. Çinko değerleri karot boyunca 300–303 cm (79 ppm) dışında tüm seviyelerde şeyl ortalamasının üstündedir. Çinkonun alüminyumla yapılan normalizasyonunda karot boyunca çinko değerlerinde önemli bir değişiklik görülmez (Şekil 29, EK 7). Çinko değerleri ile ölçümü yapılan metaller ve karbonatla korelasyonunda; krom (0.61) ve kurşun (+ 0.54) ile normal pozitif korelasyon, Al (0.39), Cu (0.36), Ni (0.33) ve Fe (0.26) ile zayıf pozitif korelasyon, Co (- 0.03), Mn (- 0.13), Organik karbon(- 0.18) ve toplam karbonatla da (- 0.60) negatif korelasyon katsayısı verir (Tablo 20). Bu demektir ki çinko karot boyunca kobalt, mangan, organik karbon ve toplam karbonattan bağımsız olarak hareket etmiştir. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest çinko değerleri 115–169 ppm (Şekil 28, EK 8) arasında değişip, ortalaması 144 ppm dir. Karbonatça-serbest çinko değerlerinin derinlikle değişim grafiğinden de görüleceği gibi çinko karot boyunca dar bir aralıkta (130–160 ppm) değişir. Karbonatça-serbest çinko dağılım grafiğinde önemli bir değişiklik gözlenmez. Marmara Denizi kuzey şelfinde yüzey sedimentlerinde ortalama 71 ppm (Çağatay vd., 1996) olarak ölçülmüştür (Tablo 19).

3.2.2.3. CAG-3 sediment karotunda toplam metal dağılımı

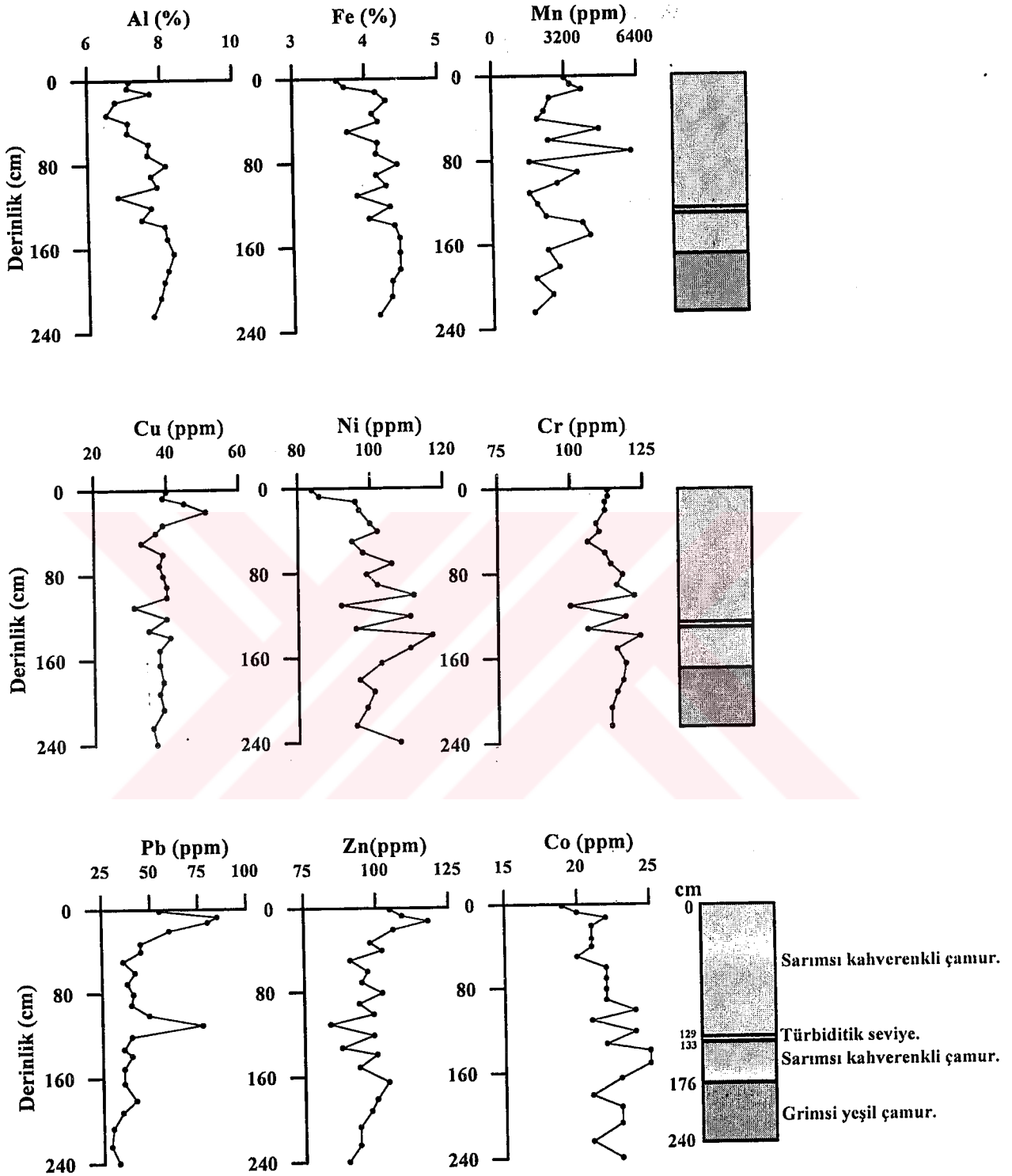
CAG-3 karotunda 22 numunede toplam metal çözünürleştirilmesi yapılarak Al, Fe, Mn, Cu, Co, Cr, Ni, Pb ve Zn değerleri ölçülmüştür (EK. 9).

Alüminyum ölçümü yapılan seviyelerde en düşük değeri % 6.55 ile 33 cm de, en yüksek ise % 8.35 ile 165 cm'de ölçülmüştür (Şekil 30). Ortalama alüminyum değeri %7.6 dir. CAG-3 karotu - 1196 m su derinliğinden alınmıştır. Ortamın çanak şeklinde ve derin bir yapıya sahip olması vesilesi ile enerji koşulları genelde sakindir. Bu sebeple alüminyum değerleri 33 ve 110.5 cm deki (% 6.85) seviyeler dışında dar bir aralıkta (% 7.10–8.35) değişim gösterir. Karot boyunca ölçümü yapılan bütün seviyelerdeki alüminyum konsantrasyonları şeyl ortalamasının altındadır. Alüminyumun değerleri ile metal değerleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır (Tablo 21). Alüminyum metallere Pb ile negatif korelasyon katsayısı verirken diğer metallere pozitif korelasyon katsayısı vermektedir (Tablo 21). Bu durum Pb değerlerinin alüminyumdan bağımsız hareket ettiğini göstermektedir. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest alüminyum değerleri % 7.40–9.60 (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama % 8.70 dir. Karbonatça-serbest alüminyum değerlerinin dağılım grafiği ile normal alüminyum dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest alüminyum değerleri 139–181 cm aralığında şeyl ortalamasının üzerinde iken, diğer seviyelerde alüminyum değerleri şeyl ortalamasının altındadır.

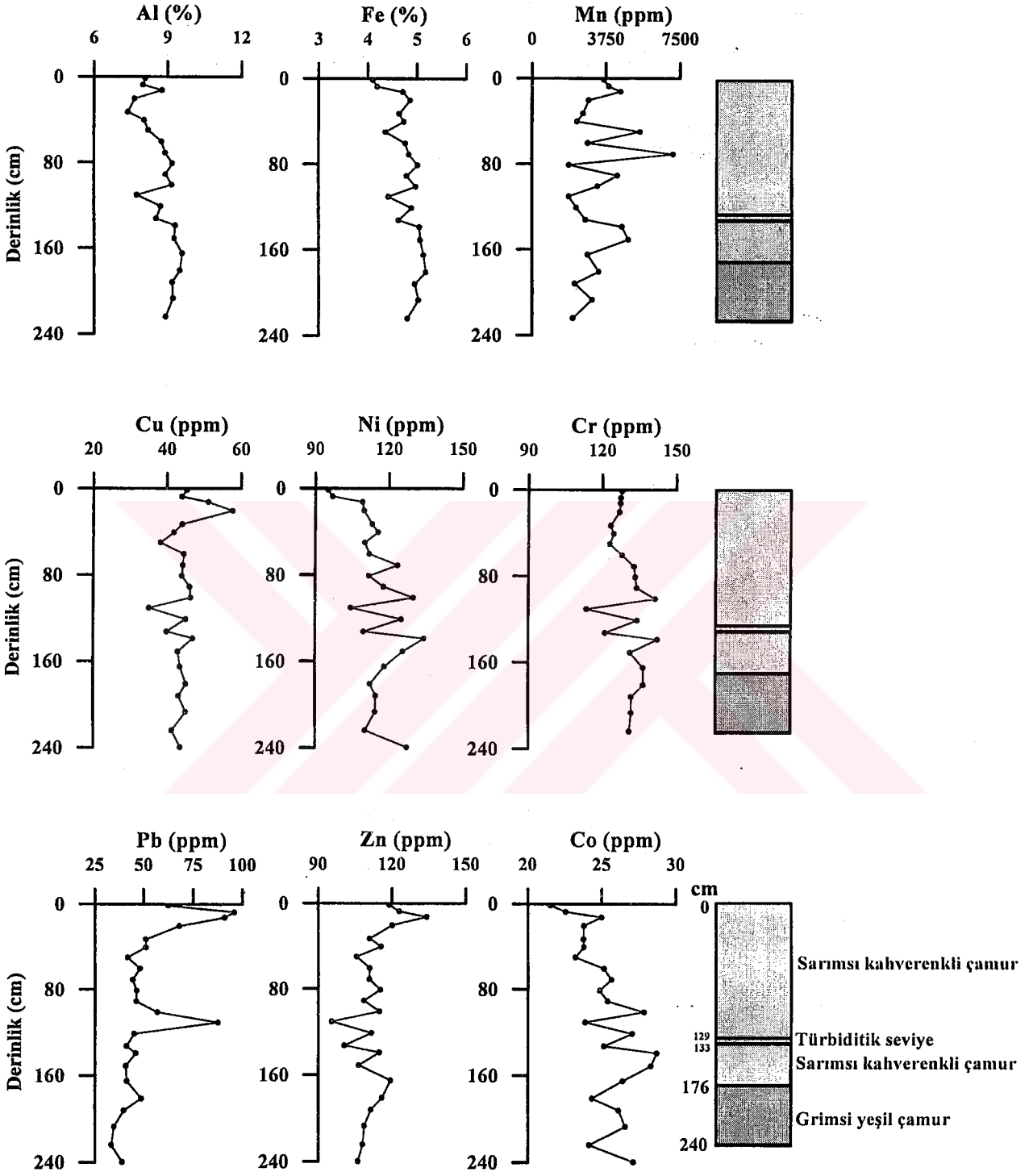
Tablo 21. CAG-3 sediment karotu örneklerinde metaller değerlerinin birbirleriyle korelasyonu.

	Al	Mn	Fe	Cu	Ni	Pb	Zn	Co	Cr	CaCO ₃
Al	1									
Mn	0.097	1								
Fe	0.61	-0.08	1							
Cu	0.06	0.19	0.38	1						
Ni	0.34	0.16	0.55	0.04	1					
Pb	-0.36	0.13	-0.31	0.34	-0.45	1				
Zn	0.085	0.17	0.20	0.74	-0.11	0.52	1			
Co	0.57	0.11	0.63	0.11	0.83	-0.33	-0.07	1		
Cr	0.40	0.02	0.47	0.21	0.68	-0.37	0.25	0.51	1	
Corg	-0.15	0.12	0.07	0.24	0.14	0.21	0.06	0.006	0.09	0.21
CaCO ₃	0.39	0.43	0.16	-0.24	0.32	-0.47	-0.42	0.19	0.20	1

CAG-3 karotunda demir ölçümleri %3.60 ile %4.45 arasında değişmektedir (Şekil 30). Ortalama demir konsantrasyonu % 4.20'dir. Demir karot tabanından itibaren 181 cm'ye kadar artan bir izlenim verirken, bu seviyeden sonra karot yüzeyine doğru azalan bir trend gösterir. Demirin karot boyunca konsantrasyon değeri şeyl ortalamasının altındadır.



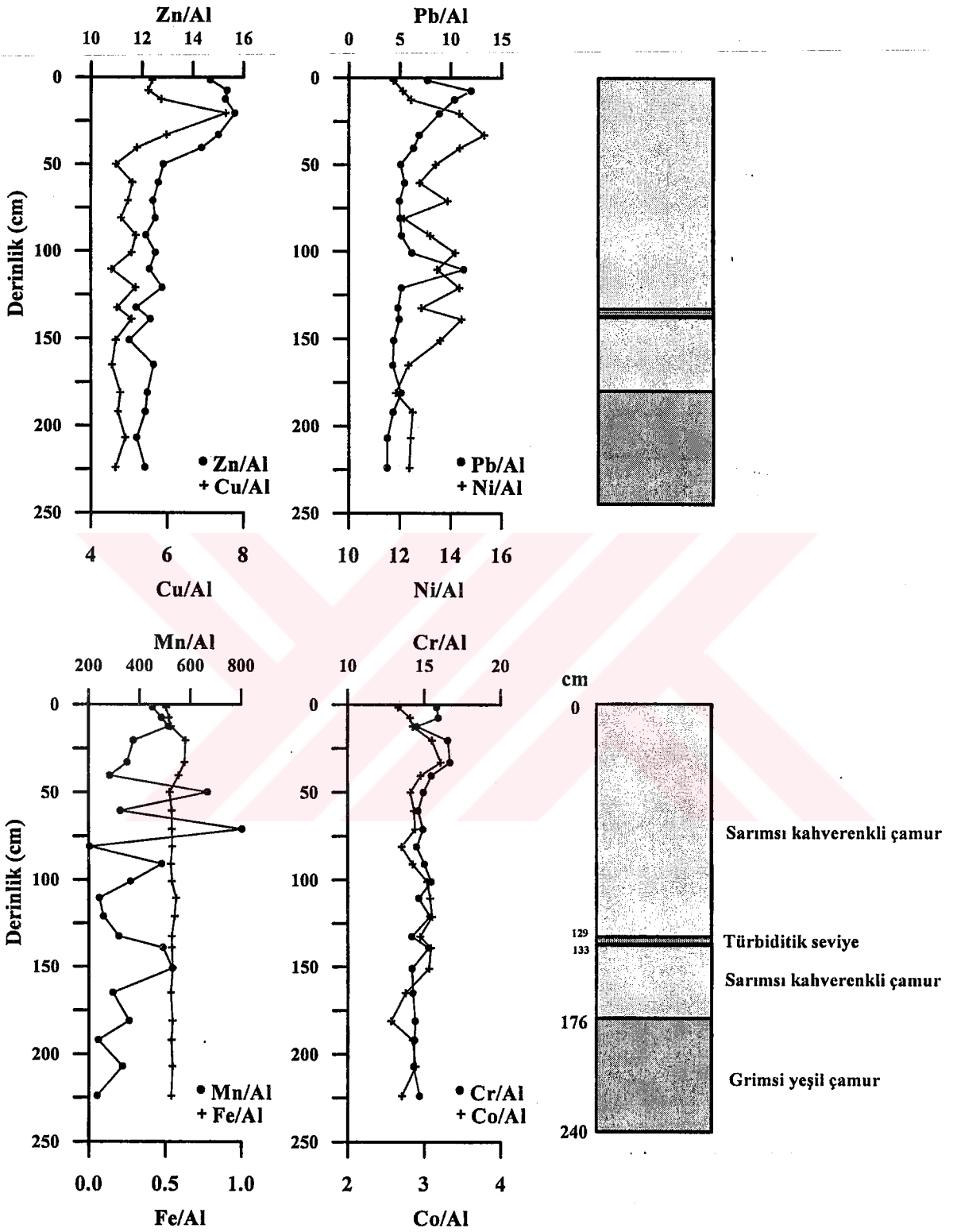
Şekil 30. CAG-3 sediment karotunun metal değerlerinin dağılımı.



Şekil 31. CAG-3 Karotu karbonatça-serbest (Carbonate free) metal değerlerinin dağılımı.

Ölçümü yapılan demir değerleri ile kobalt (0.63), alüminyum (0.61), nikel (0.55), krom (0.47), bakır (0.38), çinko (0.20), CaCO₃ (0.16) ve Corg (0.07) ile pozitif korelasyon gösterirken, Mn (- 0.08) ve kurşun (-0.31) ile negatif korelasyon katsayısı verir (Tablo 21). Demirin alüminyum ile yapılan normalizasyonunda 20.5-40.5 cm ler aralığında Fe/Al oranı ortalama olarak 0.6 iken diğer seviyelerde bu oran 0.5'tir. (Şekil 32, EK 10) 20,5–40,5 cm'lerde demirin artması redoks koşulları ile ilişkilidir. Kuvvetli indirgeyici koşulların hakim olduğu seviyelerde demir bileşikleri Fe⁺²'ye indirgenerek çözünür ve oksit zona doğru diffüze olur. Çözünür haldeki demir bileşikleri oksit zonda Fe⁺³'e yükseltgenir ve oksitleri halinde çöker. 20,5 – 40,5 cm'lerde demir miktarındaki artışta bu seviyelerde oksit koşulların hakim olduğuna işaret etmektedir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest demir değerleri % 4.1 – 5.2 (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama % 4.75 tir. Karbonatça - serbest demir değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal demir dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest demir ve alüminyum değerlerinin derinlikle değişim grafiklerinin karot tabanından itibaren 60.5 cm ye kadar benzerlik göstermesi, demirin ince tane boyutlu (kil) sedimentte biriktiğini gösterir.

Mangan değerleri değişim aralığı 1648–6140 ppm dir (Şekil 30). En yüksek Mn değeri 71 cm'de, en düşük 110,5 cm'de ölçülmüştür. CAG-3 karotunda ölçümü yapılan seviyelerde ortalama mangan konsantrasyonu 2964 ppm'dir. Mangan değerlerinin sapropelli birimin bulunduğu 107–109 cm'nin hemen üstünde iki farklı pik göstermesi buradaki sapropelli birimin gerçek kalınlığının 71-109 cm aralığında olduğunu gösterir. Manganın alüminyumla yapılan normalizasyonunda bu durum desteklenmektedir (Şekil 32, EK 10). Mangan karot boyunca ölçümü yapılan bütün seviyelerde şeyl ortalamasının üstündedir. Mangan konsantrasyonunun CaCO₃, Cu, Zn, Ni, Pb, Corg, Co, Al ve Cr konsantrasyonları ile yapılan korelasyon katsayıları (r) zayıf (<0.44) pozitif korelasyon katsayısı gösterirken, Fe ile negatif korelasyon katsayısı verir (Tablo 21). Manganın alüminyumla yapılan normalizasyonu ile normal mangan dağılım grafiği uyumludur. Sediment örneklerinde karbonatça – serbest mangan değerleri 1869–7156 ppm (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama 3393 ppm dir. Karbonatça - serbest mangan değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal mangan dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest mangan değerlerinin tümü şeyl ortalamasının üzerindedir. Bu karotun gözenek suyunda Mn⁺² iyonu 0.04-0.10 m



Şekil 32. CAG-3 sediment karotunda metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.

karot derinliğinde oluşur ve çoğunluğu yukarıya çok azıda aşağıya doğru diffüze olur (Çağatay vd., 2002a). Çınarcık Çukurluğu'nda aşağıya ve yukarıya doğru olan mangan akıları Güney Şelfi'ndekinin sırası ile 7.7 ve 107 katıdır (Çağatay vd., 2002a). Bu sonuçlar bize yüksek mangan değerlerinde bu akıların etkisi olduğunu gösterir.

CAG-3 karotunda ölçümü yapılan seviyelerde bakırın değişim aralığı 31–51 ppm'dir (Şekil 30). Ortalama bakır konsantrasyonu 39 ppm'dir. Karot boyunca en düşük bakır değeri 110,5 cm'de en yüksek 20.5 cm'de ölçülmüştür. Karot tabanından 50 cm ye kadar (110.5 ve 132.5 cm ler dışında) bakır değerlerinde bir değişim görülmez. 110.5 ve 132.5 cm'lerde bakır değerlerinin azalmasının nedeni tane boyutunun kabalaşmasıdır. Tane boyutu etkisini yok etmek için bakır değerlerini alüminyumla normalize ettiğimizde bakır değerlerinin karot tabanından 50 cm ye kadar değişmediği gözlenmiştir (Şekil 32, EK 10). Bu seviyeden sonra endüstriyel kirliliğin etkisi ile bakır değerlerinin karot yüzeyine doğru artışı görülür. Bakır konsantrasyonu ile Zn, Fe, Pb, Corg, Cr, Mn, Co, Al, Ni ve CaCO₃ konsantrasyonları arasında yapılan korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.74, 0.38, 0.34, 0.24, 0.21, 0.19, 0.11, 0.06, 0.04 ve (-) 0.24 tür (Tablo 21). Korelasyon katsayılarından da görüleceği gibi bakır ve çinko birlikte hareket etmişlerdir. Bakır değerleri karot boyunca ölçümü yapılan bütün seviyelerde şeyl ortalamasının altındadır. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest bakır değerleri 35–58 ppm (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama 44 ppm dir. Karbonatça - serbest bakır değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal bakır dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest bakır değerleri 20.5 cm (58 ppm) dışında tümü ile şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı karot bütünlüğü için ek bir bakır kaynağı gereksinimi duyulmamaktadır.

Kobalt konsantrasyonu 19 ppm ile 25 ppm arasında değişir (Şekil 30). Ortalama kobalt değeri 22 ppm'dir. Kobaltın karot boyunca en yüksek değeri 139 ve 151 cm'lerde, en düşük 1.5 cm'de tespit edilmiştir. Kobalt konsantrasyonunun 110.5 ve 132.5 cm'de düşmesi bu seviyelerdeki tane boyutunun kabalaşması ile ilişkilidir. Bu durum Cu, Cr, Ni ve Zn da da gözlenir (Şekil 30). Kobalt değerleri 1.5 (19 ppm), 7.5 (20ppm) ve 50 cm'ler (20 ppm) dışında şeyl ortalamasının üstündedir. Kobaltın Ni, Fe, Al, Cr, CaCO₃, Cu, Mn, Corg, Zn ve Pb ile yapılan korelasyon katsayıları (r) sırası ile (+) 0.83, (+) 0.63, (+) 0.57, (+) 0.51, (+)

0.19, (+) 0.11, (+) 0.11, (+)0.006, (-) 0.07 ve (-) 0.33 tür (Tablo 21). Görüldüğü gibi kobalt en güçlü pozitif korelasyonu nikel ile vermektedir. Kobaltın alüminyum ile yapılan normalizasyonunda Co/Al değerleri 2.55 (181 cm) ile 3.20 (33 cm) arasında değişip, normal kobalt dağılım grafiği ile uyumludur (Şekil 32, EK 10). Sediment örneklerinde karbonatça - serbest kobalt değerleri 21.5–29 ppm (Şekil 31, EK11) arasında değişip, ortalama 25 ppm dir. Karbonatça - serbest kobalt değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal kobalt dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest kobalt değerlerinin tümü şeyl ortalamasının üstündedir. Yüksek kobalt değerleri Marmara Denizi'nin çevresindeki bazik ultrabazik ve ofiyolitik kayalardan taşınmıştır. Kobalt bazalt da ortalama olarak 48 ppm (Krauskopf, 1985) olarak bulunur.

Krom konsantrasyonu karot boyunca en düşük değeri 100 ppm ile 110.5 cm de, en yüksek değeri 124 ppm ile 139 cm de tespit edilmiştir (Şekil 30). Ortalama krom değeri 114 ppm'dir. Krom değerinin 110,5 cm'de en düşük değeri vermesi sediment tane boyutundaki kabalaşma ile açıklanır. Krom konsantrasyonları karot boyunca tüm örneklerde şeyl ortalamasının üstündedir. Kromun alüminyum ile yapılan normalizasyonunda kromun 50 cm'den karot yüzeyine doğru olan artışı antropojenik girdilerle açıklanır (Şekil 32, EK 10). Kromun, Ni, Co, Fe, Al, Zn, Cu, CaCO₃, Corg ve Mn ile yapılan korelasyon katsayıları (r) sırası ile 0.68, 0.51, 0.47, 0.40, 0.25, 0.21, 0.20, 0.09 ve 0.02 dir. Krom, kurşunla negatif (-0.37) korelasyon katsayısı vermektedir (Tablo 21). Sediment örneklerinde karbonatça-serbest krom değerleri 114–142 ppm (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama 130 ppm dir. Karbonatça-serbest krom değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal krom dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest krom değerlerinin tümü şeyl ortalamasının üstündedir. Bazalt ortalaması ise 200 ppm dir (Krauskopf, 1985). Karbonatça - serbest krom değerlerinin tümü bazalt ortalamasının altındadır. Karot boyunca yüksek krom değerleri (>100 ppm) Marmara Denizi'nin çevresindeki bazik, ultrabazik ve ofiyolitik kayalardan taşınmaktadır. Karot yüzeyine doğru olan krom artışları bazik, ultrabazik ve ofiyolitik kayaların yanısıra antropojenik girdilerle açıklanır

Nikel değerleri 84 ppm ile 117 ppm arasında değişir (Şekil 30). Ölçümü yapılan seviyelerde ortalama nikel konsantrasyonu 100 ppm dir. En yüksek nikel değeri 139 cm'de,

en düşük 1.5 cm'de tespit edilmiştir. Nikel değerlerini alüminyum değerleri ile normalize ettiğimizde Ni/Al oranının dağılımı normal nikel dağılım grafiği ile benzerlik gösterir (Şekil 32, EK 10). Ni değerleri karot boyunca 1.5 (84 ppm), 7.5 (86 ppm), 50 (95 ppm) ve 110.5 cm (92ppm) dışında ölçümü yapılan bütün seviyelerde şeyl ortalamasının üstündedir. Nikelin, kobalt, krom, demir, alüminyum, toplam karbonat, mangan, organik karbon ve bakır ile aralarında ki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.83, 0.68, 0.55, 0.34, 0.32, 0.16, 0.14 ve 0.04 dir (Tablo 21). Nikel konsantrasyonu ile çinko ve kurşun konsantrasyonları arasındaki korelasyon katsayısı (r) sırası ile -0.11 ve -0.45 tir. Korelasyon katsayılarından da görüleceği gibi, nikel CAG-3 karotunda kobalt ve kromla birlikte hareket eder. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest nikel değerleri 95 – 134 ppm (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama 115 ppm dir. Karbonatça-serbest nikel değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal nikel dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest nikel değerlerinin tümü şeyl ortalamasının üstündedir. Bazalttaki nikel değeri ortalama olarak 150 ppm dir (Krauskopf, 1985). Çınarcık Çukurluğu'nun güneyinde Armutlu Yarımadasında bazik, ultrabazik ve ofiyolitik kayalardan Marmara Denizi'ne sediment taşınımı olur. CAG-3 karotunda karbonatça-serbest nikel değerlerinin tümü bazalt ortalamasının altındadır. Şeyl ortalamasının üzerindeki nikel değerleri Armutlu Yarımadası'ndaki ve Marmara Denizi çevresindeki bazik, ultrabazik ve ofiyolitik kayalardan taşınmıştır.

Kurşun değeri CAG-3 karotunda 29 ppm ile 85 ppm arasında değişir (Şekil 30). Ortalama kurşun konsantrasyonu 46 ppm dir. Karot boyunca minimum kurşun değeri 224 cm'de, maksimum 7.5 cm'de tespit edilmiştir. Toplam organik karbon analizinde 107–109 cm aralığında sapropelli bir seviye tespit edilmiştir. Bu sapropelli seviyenin hemen altında (110.5 cm) Pb değeri 77 ppm olarak ölçülmüştür. Bu değer karot boyunca en yüksek ikinci Pb değeridir. Sapropelli seviyenin hemen altında kurşunun yüksek konsantrasyonda bulunması sulfidli formda olma ihtimalini güçlendirmektedir. Karot tabanından itibaren kurşun konsantrasyonu karot yüzeyine doğru artış trendi gösterir. Kurşun konsantrasyon değerlerinin alüminyum ile yapılan normalizasyonunda karot tabanından karot yüzeyine doğru artan bir trend gösterir (Şekil 32, EK 10). Kurşun değerlerinin karot tabanından karot yüzeyine doğru artışında antropojenik girdilerinde etkisi vardır. Kurşununun, çinko, bakır, organik karbon ve mangan ile aralarında ki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.52, 0.34, 0.21 ve 0.13 dir.

Kurşun diğer ölçümü yapılan alüminyum, demir, nikel, krom, kobalt ve toplam karbonat ile negatif korelasyon katsayısı gösterir (Tablo 21). Kurşun konsantrasyon değerleri karot boyunca bütün seviyelerde şeyl ortalamasının üstündedir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest kurşun değerleri 33–96 ppm (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama 52 ppm dir. Karbonatça - serbest kurşun değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal kurşun dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot yüzeyine doğru olan kurşun artışı antropojenik girdilerle açıklanır.

Çinko değerleri 84 ppm ile 118 ppm arasında değişmektedir (Şekil 30). Ortalama çinko değeri 98 ppm dir. Minimum çinko değeri 110.5 cm'de, maksimum ise 12.5 cm'de ölçülmüştür. Çinko değerleri 224 cm'den itibaren 165 cm'ye kadar artan bir trend gösterirken, bu seviyeden sonra 50 cm'ye kadar tane boyutundaki değişimlere bağlı olarak ani azalış ve yükselişler tespit edilmiştir. Bu seviyeden itibaren karot yüzeyine doğru çinko değerleri antropojenik girdilerden dolayı artmaktadır. Çinko konsantrasyon değerlerinin alüminyum ile yapılan normalizasyonunda; Zn/Al oranı değerlerinde karot tabanından itibaren 50 cm'ye kadar önemli bir değişiklik tespit edilememiştir (Şekil 32, EK 10). Bu seviyeden itibaren karot yüzeyine doğru olan Zn/Al değerlerinin artışı antropojenik girdilerle açıklanır. Çinkonun, bakır, kurşun, krom, demir, mangan, alüminyum ve organik karbon ile aralarında ki korelasyon katsayıları(r) sırasıyla 0.74, 0.52, 0.25, 0.20, 0.17, 0.085 ve 0.06 dir. Çinko nikel, kobalt ve toplam karbonat ile negatif korelasyon katsayısı gösterir (Tablo 21). Ölçümü yapılan seviyelerin hepsinde çinko konsantrasyon değerleri şeyl ortalamasının üstündedir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest çinko değerleri 95–134 ppm (Şekil 31, EK 11) arasında değişip, ortalama 112 ppm dir. Karbonatça-serbest çinko değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal çinko dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot yüzeyine doğru olan çinko artışı antropojenik girdilerle açıklanır.

3.2.2.4. C-15 sediment karotunda toplam metal dağılımı

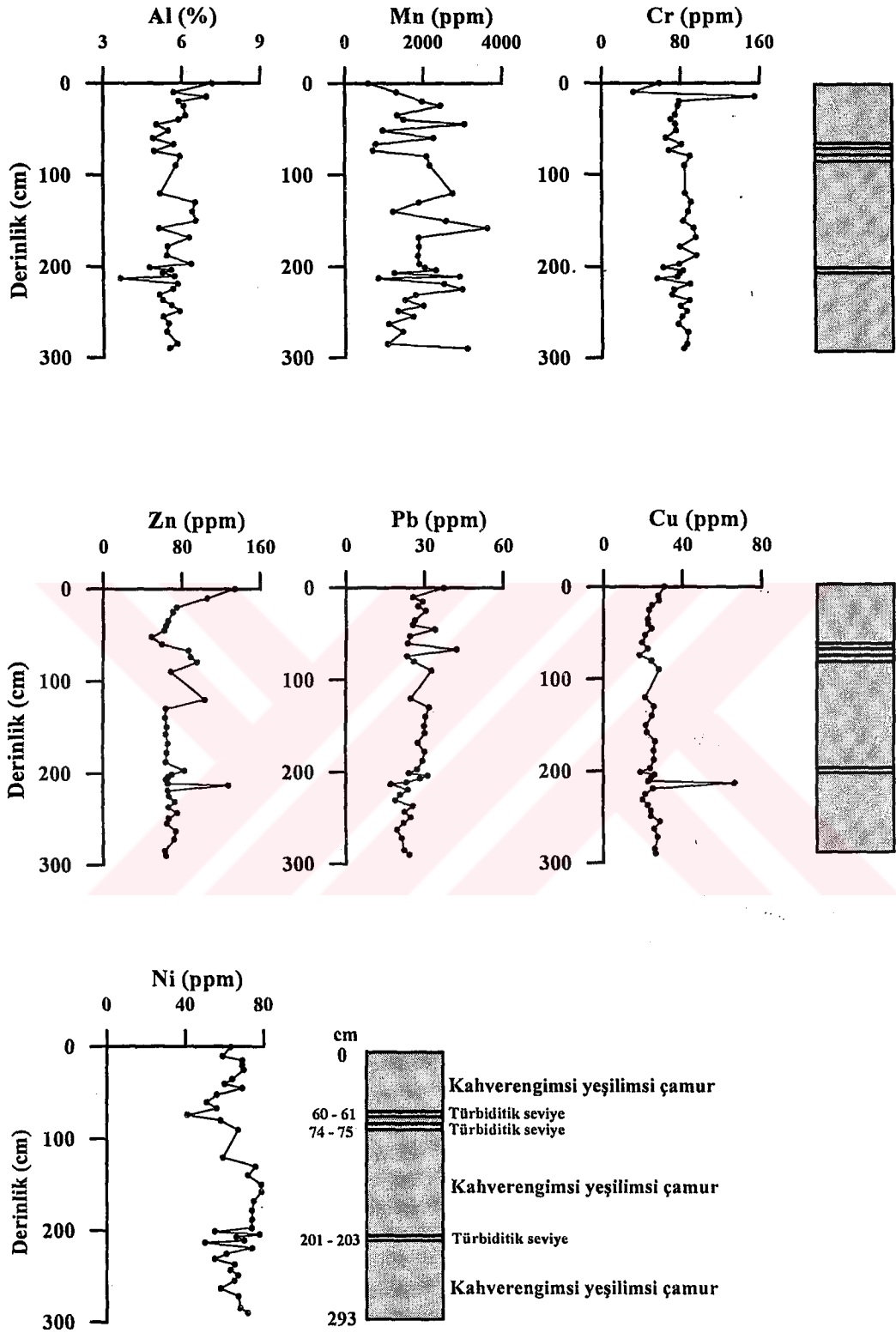
C-15 karotunda toplam 39 numunedeki toplam çözünürleştirme işlemi yapılarak Al, Mn, Cu, Cr, Ni, Pb ve Zn değerleri ölçülmüştür (EK. 12).

Alüminyum değerleri karot boyunca % 3.65 ile % 7.15 arasında değişir (Şekil 33). Ortalama alüminyum değeri % 5.65'dir. Karot boyunca en düşük alüminyum değeri 213-214 cm'de, en yüksek 0-2 cm aralığında ölçülmüştür. Kum miktarının yüksek olduğu 60-61 (%17.85), 74-75 (% 19.80) ve 201-203 cm (% 4.60) seviyelerinde alüminyum miktarları sırasıyla % 4.90, 4.95 ve 4.75 değerlerine düşmektedir. Kum boyutu ve silt boyutu sedimanlar alüminyum içeriğinde seyreltici etki yaparlar. Bu durum alüminyumun karot boyunca dağılımından da görülmektedir. Karot derinliği boyunca ölçümü yapılan bütün seviyelerde alüminyum değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Alüminyumun, toplam karbonat, organik karbon, mangan ve diğer metallerle aralarındaki korelasyon kat sayıları hesaplanmıştır (Tablo 22). Buna göre metallerin bakır dışında tümü alüminyumla ortak hareket ettikleri görülür. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest alüminyum değerleri % 3.70-7.80 (Şekil 34, EK 14) arasında değişip, ortalama % 6.30 dur. Karbonatça - serbest alüminyum değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal alüminyum dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest alüminyum değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı Al için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır.

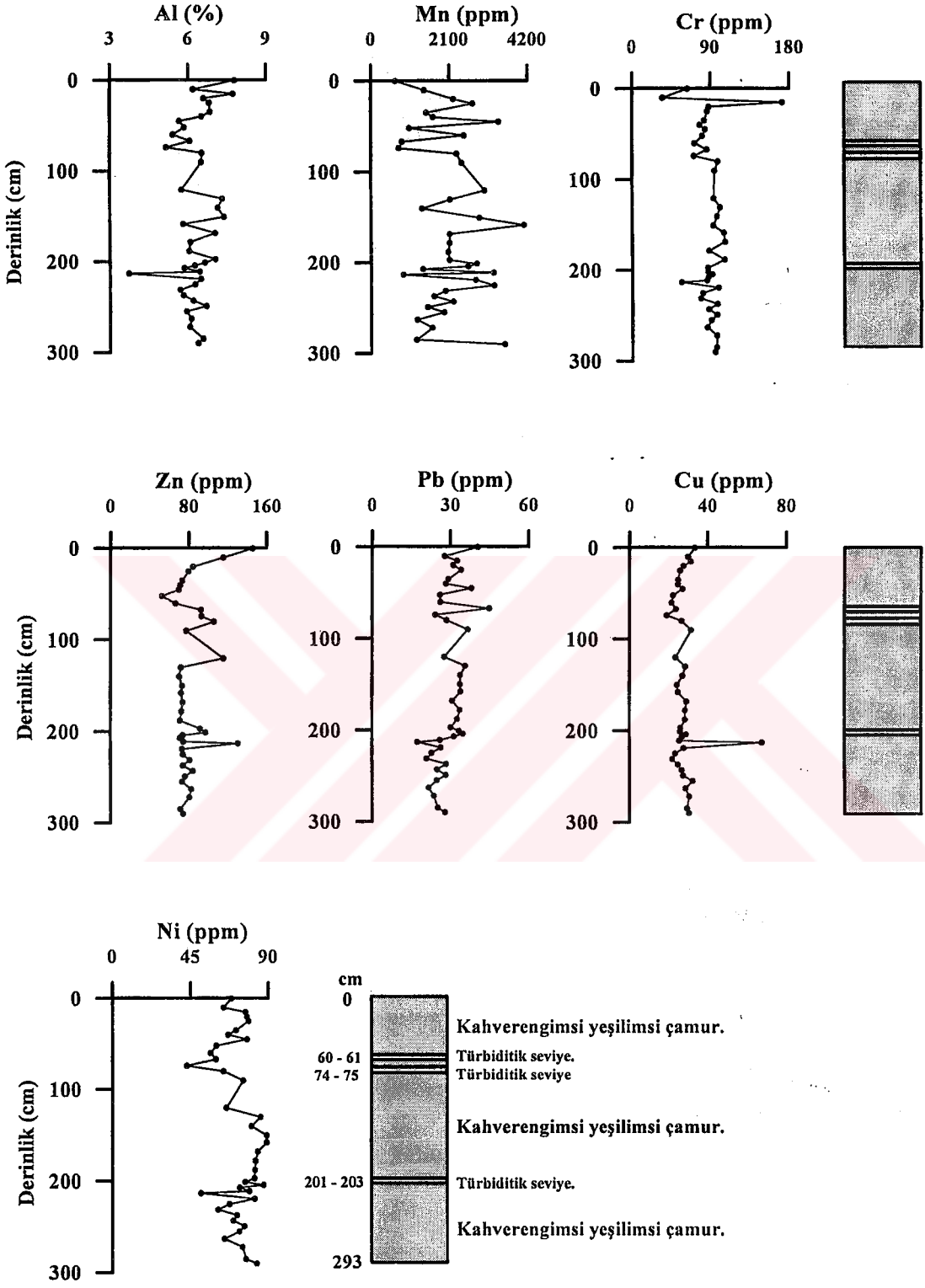
Tablo 22. C-15 sediment karotu örneklerinde metal değerlerinin birbirleriyle korelasyonu.

	Al	Mn	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	C _{org}	CaCO ₃
Al	1								
Mn	-0.05	1							
Cu	-0.31	-0.27	1						
Ni	0.50	0.48	-0.10	1					
Pb	0.49	0.007	-0.19	0.38	1				
Zn	-0.06	-0.35	0.54	-0.41	0.04	1			
Cr	0.39	0.30	-0.13	0.45	0.18	-0.51	1		
C _{org}	0.27	0.03	0.05	-0.15	0.33	0.22	0.02	1	
CaCO ₃	0.45	0.57	-0.48	0.24	0.14	-0.62	0.33	0.09	1

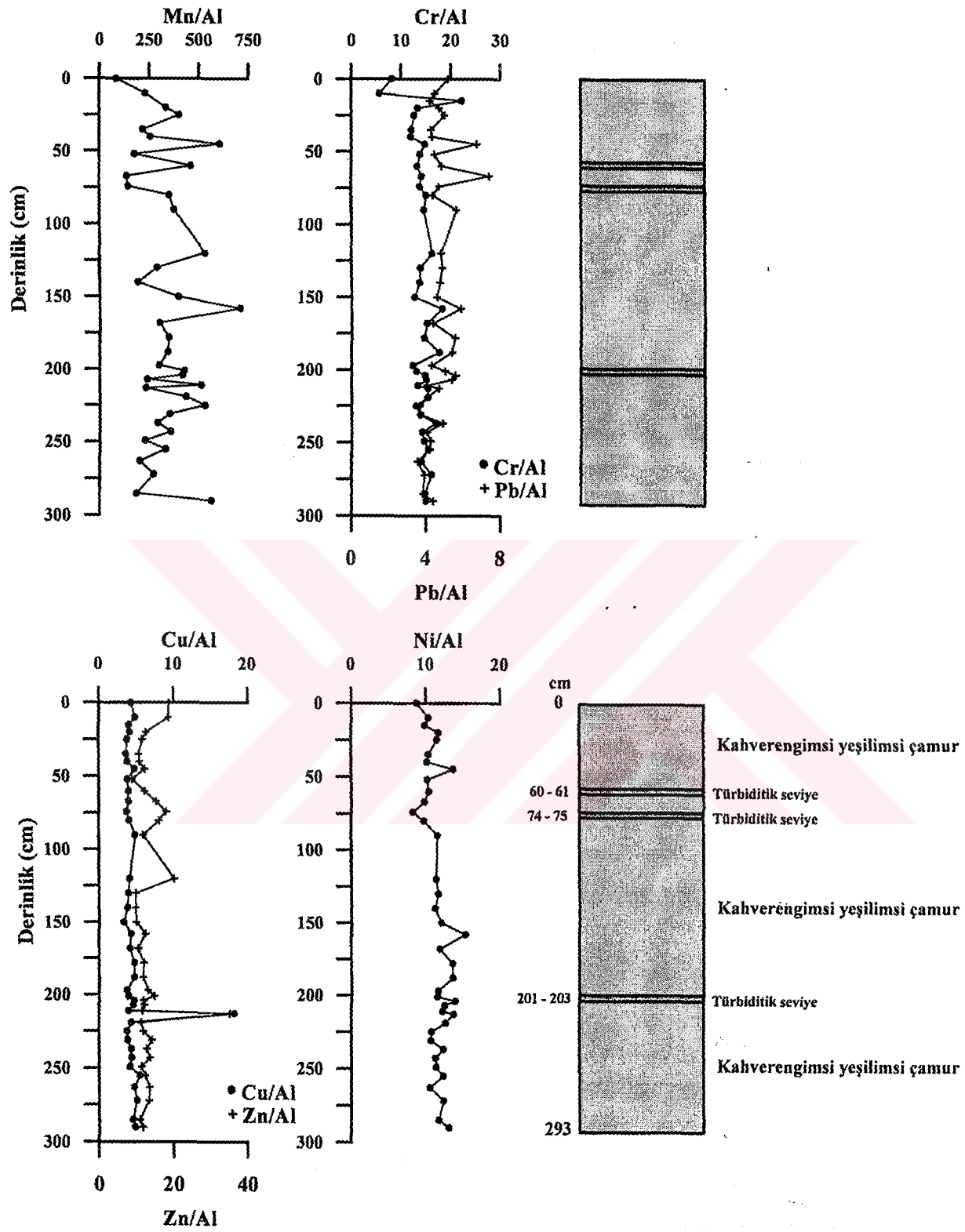
Mangan değerlerinin ölçümü yapılan seviyelerde ortalaması 1867 ppm'dir. Manganın en düşük değeri 605 ppm ile 0-2 cm'de, en yüksek değeride 3643 ppm ile 158-160 cm aralığında ölçülmüştür (Şekil 33). Mangan karot boyunca karot temelinden karot yüzeyine ani azalma ve artışlar gösterir. Bu durum Manganın alüminyumla yapılan normalizasyonu ile uyumludur (Şekil 35, EK 13). Ölçümü yapılan seviyelerde mangan ortalaması şeyl ortalaması üzerinde iken, 0-2 (605 ppm), 74-75 (720 ppm) ve 67-69 cm (789) aralığında mangan değeri



Şekil 33. C-15 sediment karotunun metal dağılımı.



Şekil 34. C-15 Karotu karbonatça-serbest (Carbonate free) metal değerlerinin dağılımı.



Şekil 35. C-15 sediment karotunda metal değerlerinin alüminyum değerleri ile normalizasyonu.

şeyl ortalamasının altındadır. Mangan değeri ile CaCO_3 , Ni, Cr, Corg ve Pb değerleri arasındaki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla 0.57, 0.48, 0.30, 0.03 ve 0.007 dir (Tablo 22). Mangan, Al, Cu ve Zn ile negatif korelasyon katsayısı vermektedir. Manganın kalsiyum karbonatla en yüksek pozitif korelasyon katsayısı vermesi muhtemelen karbonat üzerine absorblanmasıyla açıklanabilir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest mangan değerleri 658–4108 ppm (Şekil 34, EK 14) arasında değişip, ortalama 2096 ppm dir. Karbonatça-serbest mangan değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal mangan dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest mangan değerleri 0–2 (658 ppm), 67–69 (840 ppm) ve 74–75 (752 ppm) cm aralığı dışında tümüyle şeyl ortalamasının üzerindedir. Çınarcık Çukurluğu CAG-3 karotundaki gözenek suyunda Mn^{+2} iyonu 0.04 - 0.10 m karot derinliğinde oluşur ve çoğunluğu yukarıya çok azıda aşağıya doğru diffüze olur (Çağatay vd., 2002a). Çınarcık Çukurluğu'nda aşağıya ve yukarıya doğru olan mangan akıları Güney Şelfi'ndekinin sırası ile 7.7 ve 107 katıdır (Çağatay vd., 2002a). Bu sonuçlar bize yüksek mangan değerlerinde bu akıların etkisi olduğunu gösterir.

Bakır konsantrasyonu karot boyunca 18 ppm ile 66 ppm arasında değişir (Şekil 33). Ortalama bakır değeri 25 ppm'dir. En düşük bakır değeri kum miktarının yüksek (% 19.80) olduğu 74-75 cm'de, en yüksek ise 213–214 cm aralığında ölçülmüştür. C-15 karotunda tane boyutunun kabalaştığı 60–61 (20 ppm), 74–75 (18 ppm) ve 201-203 (19 ppm) cm'lerde bakır değerleri düşmektedir. Bu seviyeler dışında Cu değerleri 20 ppm'in üzerindedir. Bakır değerlerinin alüminyumla yapılan normalizasyonunda 213–214 cm'de ortama ek bir bakır girdisinin olduğu görülürken, yüzeye yakın kısımlarda Cu değerlerinin artmasında antropojenik girdilerden etkisi görülür (Şekil 35, EK 13). Bakır karot boyunca 213–214 cm de (66 ppm) şeyl ortalamasının üstünde iken, diğer bütün seviyelerde bakır değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Bakır ölçümü yapılan Zn (0.54) ve Corg (0.05) ile pozitif korelasyon katsayısı verirken, CaCO_3 , Al, Mn, Cr ve Ni ile negatif korelasyon katsayısı ile bunlardan bağımsız hareket eder (Tablo 22). Bu demektir ki C-15 karotunda Cu ve Zn birlikte hareket etmişlerdir. Sediment örneklerinde karbonatça-serbest bakır değerleri 19–68 ppm (Şekil 34, EK 14) arasında değişip, ortalama 28 ppm dir. Karbonatça-serbest bakır değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal bakır dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça - serbest bakır değerlerinin biri dışında (213–214 cm aralığında bakır değeri 68

ppm) tümü şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı karot bütünlüğü için ek bir bakır kaynağı gereksinimi duyulmamaktadır.

Krom değeri C-15 karotunda 32 ppm ile 155 ppm arasında değişir (Şekil 33). Ortalama Cr değeri 80 ppm'dir. Kromun en düşük değeri 10–12 cm'de en yüksek 15–17 cm aralığında ölçülmüştür. Krom değerleri 20 cm ile 290 cm arasında ortalama 80 ppm civarındadır. Türbiditik seviyelerin bulunduğu 60-61, 74-75 ve 201–203 cm'lerde krom konsantrasyonları sırasıyla 65, 68 ve 62 ppm olarak ölçülmüştür. Bu değerler türbiditik seviyelerin altındaki ve üstündeki krom değerlerinden en az 10 ppm daha düşüktür. Krom değerlerinin bu seviyelerde düşmesine tane boyutundaki kabalaşma sebep olmaktadır. Kromun alüminyumla yapılan normalizasyonunda Cr/Al oranı 50 cm ye kadar hemen hemen sabit iken, bu seviyeden itibaren karot yüzeyine doğru artışı antropojenik girdilerle ilişkilidir (Şekil 35, EK 13). Krom, Ni (0.45), Al (0.39), CaCO₃(0.33), Mn (0.30), Pb (0.18) ve Corg (0.02) ile pozitif korelasyon katsayısı verirken, Cu ve Zn ile negatif korelasyon katsayısı gösterir (Tablo 22). Karot boyunca ölçümü yapılan seviyelerdeki krom konsantrasyon değerleri 15 – 17 cm (155 ppm) dışında şeyl ortalamasının altındadır. Karot boyunca krom değerlerinin genelde şeyl ortalamasının altındadır. Bu yüzden ek bir krom kaynağı arama gereksinimi duyulmamaktadır. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest krom değerleri 35–172 ppm (Şekil 34, EK 14) arasında değişip, ortalama 90 ppm dir. Karbonatça - serbest krom değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal krom dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonat miktarının giderilmesi ile elde edilen krom değerleri 5 seviyede (EK 14) şeyl ortalamasının üzerinde iken, diğer seviyelerde şeyl ortalamasının altındadır.

C-15 karotunda nikel konsantrasyonları 41 ppm ile 79 ppm arasında değişmektedir. Ortalama nikel değeri 65 ppm'dir. Ölçümü yapılan numunelerde minimum nikel değeri kum oranının karot boyunca en yüksek (% 19.80) olduğu 74–75 cm aralığında ölçülürken, maksimum nikel değeri de iki seviyede (150–152 ve 158-160 cm) tespit edilmiştir (Şekil 33). Nikel dağılım grafiğinde türbiditik seviyelerin bulunduğu 60–61, 74–75 ve 201–203 cm lerde nikel değerleri sırasıyla 51, 41 ve 55 ppm dir. Kum boyutu sedimentlerin yüksek olduğu bu seviyeler, nikel değerlerinde seyreltici etki yapar. Tane boyutu etkisini ortadan kaldırmak için nikel değerlerinin alüminyumla yapılan normalizasyonu Şekil 35'de verilmiştir. Bu şekle göre

Ni/Al değerleri karot temelinden karot yzeyine doğru önemli bir değişiklik göstermez (EK 13). lm yapılan seviyelerin tümünde nikel değerleri Şeyl ortalamasının altındadır. Nikel, alüminyum, mangan, krom, kurşun ve toplam karbonat ile pozitif korelasyon katsayısı verirken, bakır, organik karbon ve çinko ile negatif korelasyon katsayısı verdiği tespit edilmiştir (Tablo 22). Sediment örneklerinde karbonatça-serbest nikel değerleri 43 – 89 ppm (Şekil 34, EK 14) arasında değişip, ortalama 73 ppm dir. Karbonatça-serbest nikel değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal nikel dağılım grafiği benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest nikel değerlerinin tümü Şeyl ortalamasının altındadır. Bu sebepten dolayı nikel için ek bir kaynak arama gereksinimi duyulmamaktadır.

Kurşun değerleri 17 ppm ile 42 ppm arasında değişir (Şekil 33). Ortalama kurşun değeri 27 ppm'dir. En düşük kurşun değeri 213–214 cm aralığında, en yüksek ise 67–69 cm aralığında llmŐtir. Karot boyunca kurşun değerleri genel olarak karot tabanından yzeyine doğru artar. Türbiditik seviyelerin bulunduğu 60-61, 74-75 ve 201-203 cm'lerde kurşun değerleri sırasıyla 24, 23 ve 24 ppm'dir. Kurşun değerleri türbiditik seviyelerdeki tane kabalaŐmasından dolayı seyreltilmiştir. Karot boyunca ölümü yapılan kurşun değerleri 213–214 (17 ppm), 231.5–233 (19 ppm) ve 263–265 cm (20 ppm) ler dışında tümüyle Şeyl ortalamasının üstündedir. Kurşunun alüminyumla yapılan normalizasyonunda Pb/Al oranı karot temelinden yzeyine doğru artar. Pb/Al oranındaki en yüksek değeri 7.40 ile 67–69 cm de, en düşük değeride 3.55 ile 263-265 cm aralığında görülür (Şekil 35, EK 13). Kurşun, Al (0.49), Ni (0.38), Corg (0.33), Cr (0.18), CaCO₃ (0.14), Zn (0.04) ve Mn (0.007) ile pozitif korelasyon katsayısı, Cu (-0.19) ile negatif korelasyon katsayısı gösterir. Korelasyon katsayılarından hareketle kurşunun çalışma alanına taşınmasında alüminyumca zengin kil minerallerinin etkili olduğu söylenebilir. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest kurşun değerleri 17-45 ppm arasında değişip (Şekil 34, EK 14), ortalama 30 ppm dir. Karbonatça-serbest kurşun değerlerinin derinlikle değişim grafiği normal kurşun dağılım grafiği ile benzerlik gösterir. Karot boyunca karbonatça-serbest kurşun değerleri 213–214 cm (17 ppm) aralığın dışında ölümü yapılan bütün seviyelerde Şeyl ortalamasının üzerindedir (EK 14).

Çinko değerleri 49-134 ppm arasında değişip (Şekil 33), ortalama 74 ppm'dir. Minimum inko değeri 52-54 cm aralığında, maksimum ise 0-2 cm aralığında llmŐtir.

Çinko değerleri 54 cm'den itibaren yüzeye kadar artan bir trend göstermesi; antropojenik girdilerle açıklanır. Bu seviyenin altında 120-122 (104 ppm) ve 213-215 cm (128 ppm) aralığı dışında çinko değerlerinde önemli bir değişiklik gözlenmez. Çinko konsantrasyon değerlerinin alüminyum ile yapılan normalizasyonunda; Zn/Al değerleri 213-215cm aralığı dışında karot tabanından itibaren 54 cm'ye kadar önemli bir değişiklik tespit edilememiştir (Şekil 35, EK 13). Bu seviyeden itibaren karot yüzeyine doğru olan Zn/Al değerlerinin artışı antropojenik girdiler olarak açıklanmaktadır. Şekil 35 de görüldüğü gibi normal çinko dağılımı ile Zn/Al oranı dağılımı birbirleri ile uyumludur. Çinkonun, bakır, organik karbon ve kurşun ile aralarında ki korelasyon katsayıları (r) sırasıyla (+) 0.54, (+) 0.22 ve (+) 0.04 dir. Çinko, toplam karbonat, krom, nikel, mangan ve alüminyum ile negatif korelasyon katsayısı gösterir (Tablo 22). 0-2 (134 ppm), 10-12 (106 ppm), 67-69 (87 ppm), 74-75 (89 ppm), 80 – 82 (96 ppm), 120-122 (104 ppm), 197-199 (83 ppm) ve 213 – 215cm (128 ppm) dışında karot boyunca çinko konsantrasyon değerlerinin tümü şeyl ortalamasının altındadır. Sediment örneklerinde karbonatça - serbest çinko değerleri 52-146 ppm (Şekil 34, EK 14) arasında değişip, ortalama 82 ppm dir. Karbonatça-serbest çinko değerlerinin derinlikle değişim grafiği ile normal çinko dağılım grafiği benzerlik gösterir. 54 cm den itibaren karot yüzeyine doğru olan çinko artışları antropojenik girdilerle açıklanır.

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Depremlerin yamaçtaki duraysız sedimentleri kütle akmaları ile yamaç aşağıya daha derin bölgelere taşıdığı bilinmektedir (Heezen ve Ewing, 1952; Piper vd., 1988; Mchugh vd., 1996; Beck vd., 1996; Boe vd., 2000; Shiki vd., 2000; Nakajima ve Kanai, 2000). KAFZ'nun Marmara Denizi doğusundaki çökeller üzerine etkisi Çınarcık Çukurluğu ve İzmit Körfezi'nde sedimentasyonu temsil eden CAG-3, C-15 ve İZ-30 sediment karotlarında kütle akmaları ile kendisini göstermektedir. Çalışma alanındaki karot sediment örneklerinde kütle akmaları sonucu depolanan sedimentlerin içeriği ve hangi seviyelerde geliştiği tespit edilerek, tarihi depremlerle karşılaştırılmıştır. Bu şekilde fayın geçmişteki etkinliği sedimentolojik kayıtlarla da incelenerek aşağıda tartışılmıştır.

4.1. Fay Etkinliğinin Tetiklediği Kütle Akmaları İle Taşınan Sediment Depoları

CAG-3 sediment karotu 132–133 ve 243–245 cm aralığındaki kumlu çamur ve 216 – 218 cm de killi silt birimleri dışında belirgin bir sedimenter yapı göstermeyip homojen çamur litolojisine sahiptir. Homojen depolanmada oluşan değişiklikleri gösteren kumlu çamur ve killi silt birimleri çalışmanın amacına yönelik kütle akmaları ile depolanmış sediment depolarıdır.

CAG-3 sediment karotunun çökeltme koşulları hakkında bilgi edinmek için karot boyunca 39 seviyede tane boyutu analizi yapılarak ortalama kum (% 1.65), silt (% 31) ve kil yüzdeleri (% 67.35) ile ortalama tane boyutu (8.10 Ø) hesaplanmıştır. Karot yüzeyinden itibaren karot tabanına kadar tane boyutu dağılımını göz önüne aldığımızda hakim tane boyutunun kil olması (132–133, 216-218 ve 243–245 cm aralıkları hariç) çökeltme esnasında ki enerji koşullarının zayıf olduğunu gösterir. 132–133, 216-218 ve 243-245 cm aralığındaki karot sediment örneklerinde ortalama tane boyutu sırası ile 7.19, 7.20 ve 6.54 Ø olması, bu seviyelerde sediment çökeltiminin daha yüksek enerji koşullarda gerçekleştiğini gösterir. 243–245 cm aralığındaki sediment biriminin alt sınırı erozyonel olup, üst sınırı dereceli geçişlidir. Bu birimde tane boyutunun üste doğru azaldığı (normal derecelenme) görülür. Türbiditik istifte (Bouma, 1962; Walker, 1965; Middleton ve Hampton, 1973) bu birim Ta ya karşılık

gelir. Bu seviyenin oluşum zamanını tespit etmek için, türbiditik seviyenin hemen altında yapılan yaşlandırma da günümüzden önce 6573 ± 87 takvim yılı ölçülmüştür. Bu yaş tarihi deprem kayıtlarının (M.Ö. 222 ve M.S.1900 yılları arası) dışında kalmasına rağmen, çalışma alanının sismik aktivitesinin oldukça yüksek olması sebebi ile muhtemelen bu tarihte olmuş şiddetli bir depremle tetiklenmiştir. Bu depremin oluşturduğu sarsıntılarla kıta yamacındaki duraysız sedimentlerin yamaçtan aşağıya doğru hareket etmesi ile oluşmuş türbiditik akıntılarla taşınmıştır. 129-133 cm aralığındaki sediment biriminin alt sınırı keskin olup, üst sınırı geçişlidir. Birim birbirine paralel 5 adet kum merceği ve 1 adet kum laminası içerir. Kum merceklerinin devamsız olması, bu sediment birimini taşıyan akıntılarda kum içeriğinin az olması, akının zayıf olması veya kısa süreli surge tipi türbiditik akıntılarla taşınmış olduğunu gösterir (Beck vd., 2003). Sismik aktivite sonucu oluşan kaymalar ile tetiklenen türbidit akıntılar genelde ince taneli ve zayıf akıntılardır (Shiki vd., 2000). Bu akıntılardaki süspansiyon bulutunun taşıdığı malzemenin aniden azalması ile laminalı depolanma oluşmuş olabilir. 129–133 cm aralığındaki sediment birimi bu şekilde depolanmış olup, türbiditik istifte Td'ye karşılık gelmektedir. Bu birimin ne zaman çökeldiği konusunda elimizde yaş tayini sonucu bulunmamasına karşın, bu karottaki ortalama sedimentasyon hızı olan 37 cm/1000 yılı göz önüne alındığında 129–133 cm aralığındaki sedimentlerin yaklaşık GÖ 3570 yılında çökelmiş olabileceği bulunur. Bu yaş, tarihi deprem kayıtlarının dışında kalır. Bölgenin sismik aktivitesinin yüksek olduğunu göz önüne alırsak, bu tabaka muhtemelen KAFZ'nun oluşturduğu deprem sarsıntıları ile kıta yamacındaki duraysız sedimentler yamaç aşağıya akmaları ve oluşan yoğunluk akıntısı ile taşınarak depolanmıştır. İncelenen CAG-3 ve C-15 karotlarındaki sediment istiflerinde birkaç mm ile birkaç cm kalınlıktaki kumlu-siltli seviyeler türbiditik tabakalar olarak tanımlanmıştır. Bu istiflerde yaygınca görülen özellik; sedimenter bir yapı göstermeyen homojen ince taneli sedimentlerin yer yer 1mm–1cm arasında değişen kalınlıklarda kaba taneli seviyeler içermesidir. Bouma istifinin tamamının görülmediği, ancak yer yer erozyonel tabakalı kumlu siltli ve kum laminalı ince tabakalar içeren homojen ince taneli (çamur) bu tip birimlere sismo-türbidit tanımlaması yapılmıştır (Inouchi vd., 1996; Shiki vd., 2000; Nakajima ve Kanai 2000). Sismik aktivite sonucu oluşan kaymalar ile tetiklenen türbidit akıntılar genelde ince taneli ve zayıf akıntılardır. Bu tip kumlu siltli tabakalar kaynaktan uzaklaştıkça (distal) sadece siltli tabakalar olarak depolanırlar, ancak gözle ayırt edilemezler. CAG-3 karotunda 216–218 cm seviyelerinde litolojik

gözlemlerde fark edilmeyen, ancak silt yüzdesindeki artış benzer şekilde yorumlanabilir. Bu birim türbiditik istifte Te'ye karşılık gelir. Bu seviyenin altında yeterli miktarda bentik foraminifer olmadığından yaşlandırma yapılamamıştır. Buna rağmen karotun ortalama sedimentasyon hızından hareketle, 216-218 cm aralığındaki sediment biriminin yaklaşık olarak günümüzden 5840 yıl önce depolandığı tespit edilmiştir. Bu yaş tarihi deprem kayıtları dışında kalmaktadır. CAG-3 karotundaki 132-133, 216-218 ve 243-245 cm'deki türbiditik seviyelerdeki sedimentin ortalama tane boyutu göz önüne alındığında, 243-245 cm'deki sedimenti taşıyan enerji koşullarının 132-133 ve 216-218 cm'deki sedimenti taşıyan enerji koşullarının gücünden daha kuvvetli olmalıdır. Türbiditik seviyelerdeki sedimentlerde derin bentik foraminifer faunalarıyla beraber *Ammonia* sp., *Brizalina aculeata* (Cushman) ve *Elphidium crispum* (Linnee) gibi daha sığ bölgelerde yaşayan bentik foraminiferlerin bulunması, türbiditli seviyelerin Çınarcık Çukurluğu'nun yamaç bölgesinden taşındığını gösterir. Ayrıca, türbiditik seviyelerdeki kumlu çamur içindeki kavkuların azlığı taşınımın sahil alanlarından kaynaklanmadığının bir göstergesidir. Yüzey sedimentlerinde yapılan kil mineral analizinde simektitin Marmara Denizi'nin güney şelfinde ve türbiditli seviyelerde daha baskın olması, taşınımın Çınarcık Çukurluğu'nun güney yamacından olması olasılığını kuvvetlendirmektedir.

Çınarcık Çukurluğu doğusunda çökel sedimentasyonunu temsil eden C-15 karotu 293 cm uzunluğunda kahverengimsi yeşilimsi çamurdur. Sediment karotu boyunca 60-61, 74-75 ve 201-203 cm aralıklarındaki kumlu çamur birimlerince çökelme koşullarının bariz olarak kesildiği gözlenir. Bu seviyeler dışında C-15 karotu belirgin bir sedimenter yapı göstermeyip, homojen görünümlüdür. Sedimentolojik yapıyı bozan kumlu çamur birimleri fay etkinliğinin tetikleme ile oluşan kütle akmaları ile taşınan sediment depolanmalarıdır. Aşağıdaki kısımda bu sediment depolarının seviyeleri, içeriği ve taşınım mekanizmaları üzerinde durulacaktır.

Bu karotta 34 numunede tane boyutu analizi yapılarak ortalama kum (%2.05), silt (%32.10), kil yüzdesi (%65.85) ve ortalama tane boyutu (8.10 Ø) tespit edilmiştir. Sediment karotunun tane boyutu içeriğinden hareketle karot boyunca sedimentin çökelme koşullarının 3 seviye (60-61, 74-75 ve 201-203 cm) dışında pek değişmediği görülür. Bu seviyelerden biri olan 60-61 cm aralığındaki sediment biriminde ortalama tane boyutu 6.70 Ø olup, orta silti (6

-7 Ø) gösterir. Bu seviye 2 mm kalınlığında kum laminası ile başlayıp, paralel laminalı siltli kil ve kum laminası ardalanması ile devam eder. Bu birimin alt sınırı keskin olup, üst sınırı dereceli geçişlidir. Birim türbiditik istifte Td'ye karşılık gelir. 60–61 cm deki türbiditik seviyenin hemen altında yapılan yaş tayini 1480 ¹⁴C yılı vermiştir. Bu yıl Miladi olarak 957 ± 43 yılına eşdeğer olup, hata limitleri içerisinde yüksek olasılıkla tarihi depremlerden 26 Ekim 986 yılında İstanbul ve Trakya'yı etkileyen IX şiddetindeki depreme karşılık gelmektedir. Bu demektir ki bu tarihte olan depremin yarattığı sarsıntı ile Çınarcık Çukurluğu'nun yamacındaki sedimentler akarak yamaçtan aşağıya doğru hareket etmişlerdir. Kütle hareketi sırasında oluşan türbiditik akıntılar sedimenti Çınarcık Çukurluğu'nun tabanına taşıyarak depolamıştır. Türbidit akıntılar ile taşınan bu birimde kum boyutu sedimentin % 51 kuvars, % 12 kalsit, % 11 pirit, % 10 epidot, % 7 kavkı kırıntısı - foraminifer, % 6 biyotit – muskovit ve % 3 granattan oluşur. Bu seviyedeki sedimentlerde derin bentik foraminifer faunalarıyla beraber *Ammonia* sp., *Brizalina aculeata* (Cushman), *Elphidium crispum* (Linnee) gibi yamaç bölgelerinde yaşayan bentik foraminiferlerin bulunması; türbiditli seviyelerin Çınarcık Çukurluğu'nun yamaç bölgesinden taşındığını gösterir.

Karot boyunca sedimentin çökeltme esnasındaki enerji koşullarının bozulduğu bir diğer seviyede 74–75 cm aralığıdır. Bu seviyede yapılan tane boyutu analizinde ortalama tane boyutu 6.70 Ø olup, orta silti gösterir. Birim tabanda keskin bir sınırla başlayıp, paralel laminalı kum ve siltli kil laminası ardalanması ile devam eder. Birimin üst sınırı dereceli geçişlidir. Bu sediment deposu türbiditik istifte Td'ye karşılık gelir. Türbiditik seviyedeki kum boyutu bileşimlerin % 48 kuvars, % 13.5 kalsit, % 11 epidot, % 8 kavkı kırıntısı - foraminifer, % 7.5 pirit, % 7 biyotit – muskovit ve % 5 granattan oluşur. Türbiditik seviyenin hemen altında yapılan yaş tayini 1890 ± 35 ¹⁴C yılı vermiştir. Bu yıl Miladi olarak 578 ± 31 yılına karşılık gelir. Bu tarih; hata limitleri içerisinde 15 Ağustos 553 yılındaki tarihi depreme örtüşmektedir. Muhtemelen 553 yılında X şiddetindeki İstanbul Kocaeli depreminin oluşturduğu sarsıntılar sonucu yamaçtaki sedimentlerin kayması ile oluşan yoğunluk akıntıları çökeli Çınarcık Çukurluğu'nun tabanına taşıyarak çöktürmüştür.

Karot boyunca sedimentin çökeltme koşullarının bozulduğu son seviye 201–203 cm aralığıdır. Bu seviyedeki sedimentin ortalama tane boyutu 6.90 Ø olup, orta silti gösterir.

Ortalama tane boyutundan hareketle; bu seviyedeki sedimentin çökelme esnası sırasındaki enerji koşullarının diğer iki türbiditik seviyeye göre daha zayıf olduğu görülür. 201–203 cm'deki sedimentin kum boyutu örneklerinin % 60 kavkı kırıntısı ve foraminifer, % 14 kalsit, % 9 pirit, % 7 biyotit–muskovit, % 6 kuvars, % 3 epidot ve %1 granattan oluşur. Bu seviyenin alt sınırı keskin olup, üst sınırı dereceli geçişlidir. Türbiditik seviyede yeteri miktarda bentik foraminifer ayıklanamadığından ¹⁴C yaşlandırılması yapılamamıştır. Buna rağmen karot boyunca 75-76 cm de yapılan yaşlandırmadan hareketle; karot için ortalama sedimentasyon hızı 53 cm/1000 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu sedimentasyon hızını göz önüne aldığımızda 201–203 cm seviyesinin günümüzden yaklaşık 3790 yıl önce çökeldiği görülür. Bu tarih tarihi deprem kayıtlarının dışında kalır. Ancak karot boyunca büyük olasılıkla deprem oluşmuş diğer iki seviyedeki benzer türbiditik sediment birimleri göz önüne aldığımızda; 201-203 cm aralığındaki türbiditik sedimentlerin depolanmasında günümüzden yaklaşık 3790 yıl önce oluşmuş şiddetli bir depremin sebep olma ihtimali yüksektir. Bu depremlerle yamaçtaki duraysız sedimentler akarak derin havzada çökelmişlerdir. Yüzeysel sedimentlerinde yapılan kil mineral analizinde simektitin Marmara Denizi'nin güney şelfinde ve türbiditli seviyelerde (60-61, 74-75 ve 201-203 cm) daha baskın olması çamurlu türbiditlerin Çınarcık Çukurluğu'nun güney yamacından taşınmış olması olasılığını kuvvetlendirmektedir. 201–203 cm'deki kum boyutu malzemenin % 60'nın kavkı kırıntısı olması bu seviyedeki sedimentin diğer iki türbidit seviyesine göre yamaç bölgesinin daha sık kısımlarından taşındığının göstergesidir.

İZ-30 sediment karotu boyunca çökelme koşulları 330-343 ve 224–250 cm aralığında farklılık göstermektedirler. 330–343 cm aralığındaki sediment birimi çakılcıklı siltli kum ve çift kabuklu bivalvler içerir. Bivalvlerin çift kabuklu olması; bu seviyenin taşınmadığının bir göstergesidir. Bu birimin hemen üzerinde yapılan yaş tayini GÖ 9364 ± 64 yılını vermektedir. Eski kıyı olan bu seviyenin günümüzden yaklaşık 9364 yıl önce derinleşerek kıyından uzaklaşmıştır. Marmara Denizi'nde su seviyesi günümüzden 12.000 yıl önce yükselmeye başlamıştır (Stanley ve Blanpied, 1980; Çağatay vd., 2000). Marmara Denizi İstanbul Boğazı çıkışında sismik kesitler üzerinde bir delta paketinin geliştiği tespit edilmiştir (Hiscott vd., 2002). Bu delta paketi Marmara Denizi'ndeki su seviyesi yükselmesine bağlı olarak günümüzden önce yaklaşık 10000-9000 yılları arasında gelişmiştir (Hiscott vd., 2002). Deltanın son lobunun günümüz su seviyesinin 40m altında olduğunun izlenmesi, günümüzden

9000 yılı önce su seviyesinin günümüz su seviyesinin 40 m daha altında olduğunu gösterir. Bu durum yaklaşık aynı derinlikten alınmış, İZ-30 koratunun 330 cm'sindeki kaba taneli seviyenin oluşum yaşı ile örtüşmekte olup, 330 cm'deki eski kıyı çizgisi fikrimizi desteklemektedir. Karot boyunca sedimentolojik yapıyı bozan bir diğer seviyede 224–250 cm arasındaki kısım olup, bol kavkı kırıntılı, kumlu siltli çamurdan oluşur. Bu birimin alt ve üst sınırı keskin dokanaklı olup, kötü derecelenmeli bir istif gösterir. Bu özellikleri ile sediment birimi tipik moloz akıntısı ile depolanan sediment istifi özelliği (Johson, 1970; Hampton, 1972; Middleton ve Hampton, 1973; Shanmugan vd., 1995) gösterir. Bu birimin üstünde yapılan yaş tayini GÖ 3276 yılını vermiştir. Körfezin jeolojik evriminde en önemli etkenin KAFZ olduğu yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Barka ve Kadinsky-Cade, 1988; İmren vd., 2001; Le Pichon vd., 2001; Göktaşan vd., 2001). İzmit Körfezi'nde sismik aktivitenin yüksek olduğu bu bölgedeki yoğun deprem dağılımı ile de açıkça görünmektedir (Gürbüz vd., 2000). İZ-30 sediment karotu Hersek Deltası'nın batısında alınmıştır. Bu karottaki 224-250 cm aralığındaki sediment taşınım ve çökeliminin günümüzden 3276 yıl önce oluşmuş şiddetli bir depremlerle tetiklenmiş olma ihtimali yüksektir.

Deniz altı kütle akımlarının oluşmasını sağlayan olaylar nehir boşalımlarındaki taşkın dönemler (Mulder ve Syvitski, 1995), düşük deniz seviyesi ve depremlerdir (Hampton vd., 1996; Lee vd., 1996). Kütle akımlarını tetikleyen olaylardan biri nehir akışlarındaki taşkın dönemlerdir. Taşkın sırasında gelişen türbiditik istif ters derecelenmiş bir istif özelliği gösterir (Mulder vd., 2001). Çalışma alanındaki türbiditik depolanmalarda ters derecelenmeli istif özelliği olmadığından kütle akımlarını tetikleyen mekanizmanın nehir akışlarındaki taşkın dönemler olamayacağını gösterir. Marmara Denizi'ndeki su seviyesinin günümüzden 12 bin yıl önce yükselmeye başlaması (Çağatay vd., 2000), kütle akımlarını tetikleyen düşük deniz seviyesi ihtimalini zayıflatmaktadır. Çalışma alanının sismik aktivitesinin yüksek olması kütle akımlarını depremlerin tetiklediğini göstermektedir. Bu durum C-15 karotundaki 60-61 ve 74-75 cm deki türbidit birimlerin hata limitleri dahilinde tarihi depremlerle örtüşmesi ile de desteklenir. Benzer şekilde, Marmara Denizi Tekirdağ Çukuru kıta yamacı ve güneyindeki sırt üzerindeki karot örneklerinde de depremlerin tetiklediği kütle hareketi kökenli sediment birimleri gözlenmiştir (Başaran, 2002).

Sonuç olarak, çalışma alanından alınan sediment karotlarında 6 seviyede türbiditik akışlarla, 1 tanede moloz akıntısı ile taşınmış sediment birimleri tespit edilmiştir. Bu sediment birimlerinden C-15 60-61 cm deki türbiditik istif 26 Ekim 986 tarihinde İstanbul ve Trakya'yı etkileyen IX şiddetindeki depremle, C-15 74-75 cm deki sediment deposu ise 15 Ağustos 553 tarihinde X şiddetindeki İstanbul Kocaeli depreminin yarattığı sarsıntıların etkisi ile yamaçtaki sedimentlerin akması sonucu oluşan türbiditik akıntılarla taşınarak depolanmıştır. Diğer türbiditik seviyeler yaklaşık GÖ 3570, 3790, 5840 ve 6573 ± 87 yılında depolanmıştır. Kütle akmaları ile taşınan dört sediment deposunun oluşum zamanları tarihi deprem kayıtlarının dışında kalmaktadır. CAG-3 ve C-15 karotlarındaki türbiditik seviyelerin oluşum zamanları farklı olup, her bir türbiditik seviyenin devamı diğer karotta gözlenmemektedir. Bu da türbiditlerin havza içerisinde lokal olarak geliştiğini gösterir. İZ-30 karotunda moloz akıntısı ile taşınarak depolanan sediment ise yaklaşık GÖ 3276 ± 48 yılında oluşmuştur.

4.2. Olası Hidrotermal ve Diyajenetik Akılar

Çalışma alanında KAFZ üzerinden alınan İZ-30 ve BUC-10A karotları ile Çınarcık Çukurluğu'nun tabanından alınan CAG-3 ve C-15 karotlarında olası hidrotermal ve diyajenetik akışkan verilerinin olup olmadığı; toplam karbonat, organik karbon ve bazı metal (Al, Mn, Fe, Cu, Co, Cr, Ni, Pb ve Zn) ölçümleri yapılarak araştırılmıştır.

KAFZ boyunca alınan İZ-30 ve BUC-10A karotlarında jeokimyasal çalışmalar da çinko değerleri dışında ölçümü yapılan tüm metal (Al, Mn, Fe, Cu, Co, Cr, Ni ve Pb) değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Bu durum bize düşük metal değerleri için ek bir kaynak arama gereksinimi olmadığını gösterir. Bu sebepten dolayı fay üzerinden alınmış İZ-30 ve BUC-10A sediment karotlarının alındığı yere yakın kısımlarda hidrotermal bir getirim söz konusu değildir. Yüksek çinko değerleri bölgedeki volkanik birimler ve karot yüzeyine yakın kısımlardaki (0-50 cm) çinko artışı ise antropojenik girdiler ile açıklanır.

Pasifik güney batısında Lau havzasında Cronan ve Hodkinson (1997) tarafından Ba, V, Co, Ni, Cu, Zn ve Pb'nun hidrotermal çıkışlara yakın yerlerde zenginleştiği ve detrital olmayan element birikim oranları; 32.000 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$ Mn, 52.100 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$ Fe, 604 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$ Ba, 234 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$ V, 29 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$ Co, 109 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$ Ni, 266 $\mu\text{g cm}^{-2} \text{ka}^{-1}$

Cu, $125 \mu\text{g cm}^{-2} \text{ ka}^{-1}$ Zn ve $44 \mu\text{g cm}^{-2} \text{ ka}^{-1}$ Pb olarak bulunmuştur. Hodkinson ve Cronan (1995) V, Co, Pb, Cu, Zn, Ni ve Ba gibi elementleri hidrotermal element grubu olarak isimlendirmiştir. Gamberi vd., (1997) Tyrrhenian Denizi'ndeki Aeolian ada yayında tektonik, volkanik ve hidrotermal özelliklerini aydınlatmak için deniz sedimentlerinde yaptıkları çalışmada hidrotermal kökenli iki çeşit depolanma olduğunu tespit etmişlerdir. Pb-Zn sulfid depolarının yüksek dereceli, demirce zengin mineralizasyon depolarının ise düşük dereceli sıcaklıklarda oluşmuş depolar olarak sınıflamışlardır. Sülfidli depolanmalarda Pb 7000 ppm, Zn 28900 ppm olarak ölçülürken, düşük dereceli demirli sedimentlerde ise Pb 50 ppm, Zn 300 ppm olarak ölçülmüştür. Kuhn vd., (2000) göre Hint Okyanusu'nun merkezinde, Rodrigues Triple Junction'ında karot sediment örneklerinde hidrotermal ve volkanik aktivitenin geçmişi hakkında bilgilenmek için yaptıkları çalışmada hidrotermal kökenli Fe-Mn oksitlerin oluşumunu tespit etmiştir. Hidrotermal kökenli Fe – Mn oksitlerin günümüzden önce 2.5 My'dan (1.4-1.2 My zaman aralığı dışında) günümüze kadar oluştuğunu belirtmiştir. Bu sedimentlerde %6.17 Fe, %0.05 Mn, 436 ppm Cu, 807 ppm Zn olarak ölçülmüştür. Bütün bu çalışmalardan da görüleceği gibi hidrotermal kökenli sedimentlerde yüksek Fe, Mn, Cu, Zn ve Pb değerleri beklenir. İZ-30 ve BUC-10A karotlarında çinko dışında yüksek Fe, Mn, Cu ve Pb değerleri tespit edilemediğinden hidrotermal bir getirimden söz etme olanağı yoktur. Buna rağmen KAFZ boyunca çıkan gazlar ve hidrotermal akışkanlar (Yalavo kaplıcaları) karada bu tür bir etkinin varlığını gösterir. Marmara Denizi'nde KAFZ boyunca hidrotermal çıkışların olma ihtimali vardır. Hidrotermal akışkanlar doğrultu atımlı faylar boyunca sınırlı iken diverjan levha sınırlarında ve gerilmeli havzalarda daha fazladır. Dolayısı ile normal bileşenli yanal atım içeren fayların yoğunlukta olduğu Marmara Denizi güneyinde bu tür sıcak su (hidrotermal) kaynakların bulunması daha yüksek olasılıktır. Zira bu tür tektonik elamanlara sahip bölgelerde meteorik ve deniz suyunun transtansiyonel faylar boyunca derinlere kadar inerek ısınıp tekrar yüzeye sirkulasyonu daha etkin olabilmektedir. Marmara bölgesinin güneyinde nispeten yaygın olarak gördüğümüz Yalova – Termal, Bursa – Çekirge, Gönen ve İznik kaplıcaları gibi bu sıcak su çıkışları bu görüşü desteklemektedir. Le Pichon vd.,'nin (2001) Çınarcık Çukurluğu'nda 'Çınarcık Genişleme Alanı' dedikleri 10 km genişliğinde bir zonda KB yönlü KD'ya doğru konkav, birbirine yakın ve önemli ölçüde düşey bileşene sahip fayların olduğu tespit edilmiştir. Bu düşey bileşenli fay zonları boyunca akıların hareket etmesi daha kolay olduğundan, bu tür fay zonları boyunca hidrotermal kökenli akıların olma

ihtimali daha yüksektir. CAG-3 sediment karotunda Mn, Pb, Zn değerleri şeyl ortalamasının üzerinde olmasına rağmen; karot alınan yerin Çınarcık Genişleme Alanına uzak oluşu hidrotermal kökenli metal zenginleşmesini zayıflatan diğer bir sebeptir.

CAG-3 ve C-15 karotları Çınarcık Çukurluğu'nda KAFZ' nun tetiklediği kütle akımları ile taşınan sediment depolarının araştırılmasına yönelik alınmıştır. Bu karotlarda toplam karbonat, organik karbon ve bazı metal (Al, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr ve Zn) ölçümleri yapılarak hidrotermal verilerin olup olmadığı da araştırılmıştır.

CAG-3 karotunda toplam 22 numunede Al, Fe, Mn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr ve Zn ölçümleri yapılmıştır. Bu elementlerin ortalama değeri ve değişim aralıkları (parantez içinde verilmiştir.) sırasıyla: alüminyum %7.6 (%6.55-8.35), demir % 4.20 (% 3.6-4.45), mangan 2964 ppm (1648–6140 ppm), bakır 39ppm (31–51 ppm), kobalt 22 ppm (19–25 ppm), krom 114 ppm (100–124 ppm), nikel 100 ppm (84-117 ppm), kurşun 46 ppm (29–85 ppm) ve çinko 98 ppm (84-118 ppm) dir. Ölçümü yapılan metallere Al, Fe ve Cu değerleri şeyl ortalamasının altında iken diğer metal değerleri şeyl ortalamasının üzerindedir. Yüksek krom ve nikel değerlerine Marmara Denizi'nin çevresindeki bazik ultrabazik ve ofiyolitik kayaların ayrışma ürünleri kaynak teşkil etme olasılığı kuvvetlidir.

C-15 sediment karotunda toplam 39 numunede Al, Mn, Cu, Ni, Pb, Cr ve Zn ölçülmüştür. Bu elementlerin ortalama değerleri ve değişim aralıkları (parantez içinde verilmiştir. Al % 5.65 (% 3.65-7.15), mangan 1867 ppm (605–3643 ppm), bakır 25ppm (18-66 ppm), nikel 65 ppm (41–79 ppm), kurşun 27 ppm (17-42 ppm), krom 80 ppm (32-155 ppm) ve çinko 74 ppm (49–134ppm). Ölçümü yapılan metallere Al, Cu, Ni, Cr ve Zn değerleri şeyl ortalamasının altındadır. Kurşun ve mangan ortalaması şeyl ortalamasının üstündedir. C-15 sediment karotu Pb ve Mn değerleri dışında diğer metallere bir zenginleşme görülmediğinden hidrotermal bir getirimin olma olasılığı zayıflamaktadır.

CAG-3 ve C-15 karotlarının her ikisinde de Pb, Zn ve Cu değerleri karot yüzeyine doğru artış gösterir. Bu artışlar diyajenetik ve antropojenik girdilerin etkileriyle açıklanabilir. Marmara Denizi'nin doğusunda özellikle İzmit ve İstanbul'da yoğun bir şekilde

endüstrileşmenin yaşanması beraberinde antropojenik kirlilikleri de getirmektedir. Şenol'a (2002) göre İzmit Körfezi yüzey örneklerinde Zn ortalaması 149 ppm olarak ölçülürken; Kıratlı (1992) tarafından Haliç karot sedimentlerinde Cu 30 ppm ile 446 ppm, Pb 13 ppm ile 531 ppm ve Zn 71 ppm ile 1009 ppm arasında ölçülmüştür. Bu değerlerden de anlaşılacağı gibi çalışma alanındaki karot sediment örneklerinin yüzey kısımlarındaki metal artışlarında antropojenik girdilerin etkisi vardır. CAG-3 ve C-15 karotlarının her ikisinde de Mn değerleri yüksektir. Derin deniz sedimentlerinde mangan'a hidrojenetik, biyolojik, hidrotermal ve diyajenetik olaylar kaynak oluşturabilir (Marchig vd., 1987, Varentsov vd.,1991). Hidrojenetik Mn depoları çoğunlukla yüksek konsantrasyonlu Cu, Ni ve Co gerektirirler (Cronan vd., 1991, Varentsov vd.,1991). Ölçüm sonuçları böyle bir duruma uygun düşmemektedir. Sediment karotlarındaki ortalama organik karbon (< %1.3) ve toplam karbonat (< %13) miktarlarının düşük olması biyojenik Mn zenginleşmesinin olamayacağını göstermektedir. KAFZ'nun Marmara Denizi'nden de geçmesi bölgenin sismik aktivitesini artırmaktadır. Bu fay hattı boyunca hidrotermal akışkanların çıkması beklenen sonuçtur. Kuhn vd., (2000) göre hidrotermal sedimentlerde yüksek Fe, Mn, Cu, Zn ve Pb değerleri beklenir. CAG-3 ve C-15 sediment karotlarındaki Cu ve Fe değerleri şeyl ortalamasının altında olması hidrotermal kökenli Mn zenginleşmesi olasılığını zayıflatır. Buna rağmen hidrotermal kökenli çözeltilerde Fe hidrotermal kaynağa yakın çökelirken, mangan kaynaktan daha uzaklara solüsyon halde taşınabilir (Marchig vd., 1987). CAG-3 karotu gözenek suyunda yapılan kimyasal analizlerde Mn^{+2} iyonlarının 0.04-0.10 m karot derinliğinde olduğu tespit edilmiştir (Çağatay vd., 2002a). Bu iyonların çoğunluğu yukarı ve çok azıda aşağıya doğru diffüze olur. Çınarcık Çukurluğu'nda CAG-3 karotundaki bu aşağıya ve yukarıya doğru olan mangan akıları güney şelfindeki sırası ile 7.7 ve 107 katıdır (Çağatay vd., 2002a). Yukarıya doğru olan bu Mn akısı oksik/suboksik sınırında sediment içerisinde Mn-oksit olarak çöküp, zenginleşmektedir. Yüksek mangan değerlerinde bu akıların etkisinin olduğunu söyleyebiliriz.

KAF'nın Marmara Denizi'nde Orta Marmara Çukurluğu ile Tekirdağ Çukurluğu arasında ROV görüntüleriyle soğuk su akışkan çıkışları gözlenmiştir (Armijo vd., 2003). Bu akışkanların etrafında karbonat ve mangan oksit kabukları görülmüştür. Halbach ve diğerleri Meteor gemisiyle 1998 yılında fayın batı sırtını kestiği lokasyonlarda ROV ile metan çıkışları

ve bakteriyel örtüler gözlemişler. Metanın kütle spektrometresi ile yapılan analizinde, büyük bir çoğunluğunun bakteriyel kökenli, çok az bir kısmının da termal kökenli olduğu tespit edilmiştir (Halback vd., 2002).

Sonuç olarak Çalışma alanındaki İZ-30 ve BUC-10A karotlarındaki metal değerleri çinko dışında şeyl ortalamasının altındadır. Özellikle hidrotermal sedimentlerde yüksek Fe, Mn, Cu, Pb ve Zn değerleri beklenir. Bu karotlarda düşük metal değerlerinden dolayı hidrotermal bir getirimden söz edilemez. CAG-3 ve C-15 sediment karotlarındaki Cu ve Fe değerleri şeyl ortalamasının altında olması hidrotermal kökenli metal zenginleşmesi olasılığını zayıflatmaktadır. Bu karotların her ikisinde Pb, Zn ve Cu değerleri 50 cm den itibaren karot yüzeyine doğru artış gösterir. Bu artışlar diyajenetik ve antropojenik girdilerin etkileriyle açıklanabilir.

KAYNAKLAR

- AKSU, A. E., YAŞAR, D., MUDİE, P. J.,(1995): Paleoclimatic and paleoceanographic conditions leading to development of sapropel layer S1 in Aegean Sea: Microplaeontological and stable isotope evidence. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 116: 71-101.
- AKSU, A. E., HISCOTT, R. N., YAŞAR, D. (1999): Oscillating Quaternary water levels of the Marmara Sea and vigorous outflow into the Aegean Sea from the Marmara Sea – Black Sea drainage corridor. *Mar. Geol.* 153: 275 – 302.
- ALGAN, O.ve ALTIOK, H., (1997): İzmit Körfezi'nde sediment taşınımı, Marmara Denizi Araştırmaları Workshop III Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi S108 – 112.
- ALGAN, O., ALTIOK, H., YÜCE, H. (1999): Seasonal variation of suspended particulate matter In two- layered İzmit Bay, Turkey, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 49, 235 - 250.
- ALGAN, O., ÇAĞATAY, M.N., SARIKAYA, H.Z., BALKIS, N., SARI, E. (1999a): Pollution monitoring sediments: A Case study on the İstanbul Metropolitan Area.Tr. *J. Of Engineering and Environmental Science* 23: 39-48.
- ALGAN, O., ÇAĞATAY, M.N., TCHEPALLYGA, A., ONGAN, D., EASTOE, C., GÖKAŞAN, E. (2001): Stratigraphy of the sediment infill in Bosphorus strait: water exchange between the Black and Mediterranean Seas during the last glacial Holocene *Geo-Marine Letters* 20: 209-218.
- ALLEN, C. R. (1969): Active faulting in northern Turkey, *Contr. No. 1577. Div. Geol. Sci. Calif. Inst. Tech.*, 32 pp.
- ALPAR, B. and GÜNEYSU, C.,(1999): Evolution of The Hersek Delta (İzmit Bay) *Türkış Journal Of Marine Sciences* 5, 2 57 – 74.
- ALPAR, B., (2000): Marmara Denizi'nin sismik görünümü. *Marmara Denizi'nin Jeolojik oşinografisi (Ed.) Ertuğrul Doğan ve Ajun Kurter.* 504 s. 127 – 175.
- ALPAR, B. and YALTIRAK, C. (2002): Characteristic features of the North Anatolian Fault in the eastern Marmara region and its tectonic evolution. *Mar. Geol.* 190(1-2): 329-350.
- ARMİJO, R., MEYER, B., HUBERT, A., BARKA, A. (1999): Westward propagation of the North Anatolian Fault into the Northern Aegean – Timing and kinematics: *Geology*, 27, 267 – 270.
- ARMİJO, R., BECK, C., ÇAĞATAY, N., ÇAKIR, Z., DOMINGUEZ, S., EMRE, Ö., ERİŞ, K., GASPERINI, L., GUTSCHER, M. A., HACIOĞLU, E., IMREN, C., LEFEVRE, I., MALAVIEILLE, J., MERCIER, B., MEYER, B., NAHIRCI, S., NATALIN, B., ÖZALAYBEY, S., PONDARD, N., RANGIN, C., SARIKAVAK, K., SCHMIDT, S.,

SEEBER, L., TOLUN, L., ÜCARCUS, G. (2003): Young earthquake breaks in The Sea of Marmara floor: A possible underwater extension of the 1912 earthquake rupture? . EGS_AUG general assembly meeting in Nice 6 – 11 April.

ARPAT, E. and ŞAROĞLU, F. (1972): Some recent tectonic events in Turkey, Bull. Geol. Soc. Turkey, 18, 91 – 101.

BALKIS, N., and ÇAĞATAY, N., (2001): Factors controlling metal distributions in the surface sediments of the Erdek Bay, Sea of Marmara, Turkey. Environmental International 27 1-13.

BARKA, A.A.(1981): Seismo – tectonic aspects of the North Anatolian Fault zone, Doktora Tezi, University of Bristol, England.

BARKA, A.A and KADINSKY – CADE, K. (1988): Strike – slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity, Tectonics 7, 663 – 684.

BARKA, A.A. (1992): The North Anatolian fault zone, Annales Tectonicae, Special issue to Volume 6, 164-195.

BAŞARAN, S. (2002): Marmara Denizi'nde kütle hareketi kökenli depoların sedimentolojik özellikleri. İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 72 sayfa

BAŞTÜRK, Ö., TUĞRUL, S., SUNAY, M., BALKAŞ, T., MARKOÇ, E., OKAY, O.S., BOZYAP, A. (1985): Determination of oceanographic characteristics and assimilation capacity of izmit Bay. First Annual Report for 1984 – 1985. TUBİTAK – MRI Publication. Gebze – Kocaeli (Turkey). No. 173, 236 pp.

BECK, C., MANALT, F., CHAPRON, E., RENSBERGEN, P. V., BATIST, M. D. (1996): Enhanced seismicity in the Early Post-Glacial period: evidence from the Post-Würm sediments of Lake Annecy, Northwestern Alps. J. Geodynamics V 22, 155 – 171.

BECK, C. and MARMARA CORE SCIENTİFİC TEAM (2003): Late Pleistocene major sedimentary reworking event (Homojenit) in the Marmara Sea Central Basin. EGS_AUG general assembly meeting in Nice 6 – 11 April.

BISCAYE, P.E., (1965): Minerology and sedimentation of recent deep sea clay in the Atlantic Ocean and adjacent seas and oceans. Geol. Soc. Am. Bull. 76, 803 – 832.

BİNGÖL, E., AKYÜREK, B., KORKMAZER, B., (1973): Biga Yarımadası'nın jeolojisi ve Karakaya Formasyonu'nun bazı özellikleri. Cumhuriyetin 50. yılı Tebliğler, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü.

- BODUR, M. N. and ERGİN, M., (1994): Geochemical characteristics of the recent sediments from the sea of Marmara. *Chemical Geology* 115, 73-101.
- BØE, R., HOVLAND, M., INSTANES, A., RİSE, L., VASSHUS, S. (2000): Submarine slide scars and mass movements in Karmsundet and Skudenesfjorden, southwestern Norway: morphology and evolution. *Marine Geology* 167, 147-165.
- BOUMA, A. H., (1962): *Sedimentology of some flysch deposits: A graphic approach to facies interpretation.* Elsevier, Amsterdam, 168 pp.
- BROWN, G and BRİNDLEY, G. W., (1980): *Crystal structures of clay minerals and their x – ray identification:* Mineralogical Society, London.
- CALVERT, S. E. (1983): Geochemistry of Pleistocene sapropels and associated sediments from the Eastren Mediterranean. *Oceanologica Acta* 6, 255 – 267.
- CALVERT, S. E. and PEDERSEN, T. F. (1993): Geochemistry of resent oxic and anoxic marine sediments: Imlivations for geological record. *Marine Geology* 113, 67–88.
- CITA, M. B., VERGNAUD – GRAZZINI, C., ROBERT, C., CHAMLEY, H., CIARANTI, N., DONOFRIO, S. (1977): Paleoclimatic record of long deep – sea core from the eastern Mediterranean. *Quaternary Research*, v. 8, pp. 205 – 235.
- CITA, M. B., MACCAGNI, A. and PIROVANO, G. (1982): Tsunami as triggering mechanism of homogenites recorded in areas of eastern Mediterranean characterized by the ‘Cobblestone Topography’. In: S. Saxov and J. K. Neuwenhuis (Editors), *Marine Slides and Other Mass Movements.* Plenum Press, London, pp. 233-261.
- CRONAN, D. S., GLASBY, G. P., MOORBY, S. A., THOMSON, J., HODKINSON, R. A., MILLER, S., (1991): Manganese nodules in the EEZ’s of Island countries in the southwestern equatorial Pasific. *Marine Geology* 98, 425-435.
- CRONAN, D. S. and HODKINSON, R. A. (1997): Geochemistry of hydrothermal sediments from ODP sites 834 and 835 in Lau Basin, Saouthwest Pasific. *Marine Geology* 141, 237-268.
- ÇAĞATAY, N., (1984): Selective extraction techniques in exploration for volcanic sulfid deposits, Eastern Black Sea region, Turkey. *Journal of Geochemical Exploration* 21, 273–290.
- ÇAĞATAY, N., (1992): *Clays in reservoir rocks, source rocks, and drilling fluids. Short course handbook.* Earth Sciences Department King Dahd University of Petroleum and Minerals Dhahran, 90p.
- ÇAĞATAY, M.N., (1995): İzmit Körfezi (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner istifinin jeokimyası. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi (Ed: E. Meriç) S 61–70.

ÇAĞATAY, M. N., ALGAN, O., KIRATLI, N., BALKIS, N., SARI, E. (1996): Marmara Denizi'nin kuzey şelfinde sediment jeokimyasının su ürünleri açısından incelenmesi. İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeceği Tübitak 251/G projesi.

ÇAĞATAY, M. N., ALGAN, O., SAKINÇ, M., EASTOE, C., EGESSEL, L., BALKIS, N., ONGAN, D., CANER, H., (1999): A Mid – late Holocene sapropelic sediment unit from the southern Marmara sea shelf and its paleoceanographic significance. Quaternary science reviews 18, 531 – 540.

ÇAĞATAY, M.N., GÖRÜR, N., ALGAN, O., EASTOE, C., TCHEPALYGA, A., ONGAN, D., KUHN T., KUŞÇU, İ. (2000): Late Glacial –Holocene Palaeoceanography of the Sea of Marmara: timing of connections with the Mediterranean and the Black Seas Marine Geology 167, 191-206.

ÇAĞATAY, M. N., KUŞÇU, I., OKAY, A. (2000a): Morphology and structural geology. In: Patzold J., Halbach P. E., Hempel G., Weikert H. (Eds), Östliches Mittelmeer – Nordliches Rotes Meer 1999, Cruise no. 44 Meteor – Berichte pp 33 – 36.

ÇAĞATAY, M. N., KEIGWIN, L. D., OKAY, N., SARI, E., ALGAN, O. (2002): Variability of clay – mineral composition on Coralina Slope (NW Atlantic) during marine isotope stages 1 – 3 and its paleoceanographic significance. Marine Geology 189, 163 – 174.

ÇAĞATAY, N., ÖZCAN, M., GÜNGÖR, E., ERİŞ, K., SANCAR, Ü. (2002a): Marmara Denizi'nin Geç Kuvaterner sediment ve gözenek suyu jeokimyası ve erken diyajenezi: sediment/su sınırında madde akısı. TÜBİTAK YDABAG-100Y083 proje raporu.

ÇAĞATAY, M. N. (2003): Chronostratigraphy and sedimentology of Marmara Sea over the last 40 kyrs. EGS-AUG general Assembly meeting in Nice. 6 – 11 April 2003.

ÇAĞATAY, M. N., GÖRÜR, N., POLİNIA, A., DEMİRBAĞ, E., CORMIER, M. H., CAPOTONDİ, L., McHUGH, C., EMRE, Ö., ERİŞ, K. (2003a): Sea level changes and depositional environments in the İzmit Gulf, Eastern Marmara Sea, during the late glacial – Holocene period. Marine Geology 202, 159-173.

DEMAISON, G. J. and MOORE, G. T. (1980): An oksic environments and oil source bed genesis. Organic Geochemistry, 2, 9 – 31s.

DINGLE, R. V. (1977): The anatomy of large submarine slump on a sheared continental margin (SE Afrika). J. Geol.Soc. London, 134, 293-310.

EDİGER, V. ve ERGİN, M., (1995): İzmit Körfezi(Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner istifinin sedimentolojisi. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi. MERİÇ E. (Ed) S 241 – 250.

EİE (Elektirik İşleri Etüt İdaresi Genel müdürlüğü) (1993): Türkiye akarsularında sediment gözlemleri ve sediment taşınım miktarları yayın no 93/59, 615 s.

- EMBLEY, R. W. and JACOBI, R. D. (1977): Distribution of large sediment slides and slumps on Atlantic continental margin. *Mar. Geotechnol.* 2, 205-228.
- EMERSON, S., CRANSTON, R. E., LISS, P. S., (1979): Redox species in a reducing fjord equilibrium and kinetic considerations. *Deep – Sea Res.*, 26A 859 – 878.
- ERGİN, M. and YÖRÜK, R. (1990): distribution and texture of the baltom sediments in a semi –enclosed coastal inlet, The Izmit Bay From The Eastern Sea Of Marmara (Turkey). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30, 647 – 654.
- ERGİN, M., BODUR, M. N., EDİGER, D., EDİGER, V., VE YILMAZ, A. (1993): Organic carbon distribution in the surface sediments of the Sea of Marmara and its control by the inflows from adjacent water masses. *Marine Chemistry* 41, 311-326.
- ERGİN, M., KAPUR, S., KARAKAŞ, Z., AKÇA, E., KANGAL, Ö. (1998): Güney Marmara kıta sahanlıkları sediment karotlarının kil minerolojisi: iklimsel, kaynak ve hidrodinamik değişimlerin etkileri. *Deniz Jeolojisi, Türkiye Deniz Araştırmaları Workshop IV, İstanbul* 28-30.
- ERGİN, M., KAPUR, S., KARAKAŞ, Z., AKÇA, E., KANGAL, Ö., KESKİN, Ş. (1999): Grain size and clay mineralogy of Late Quaternary sediments on a tectonically active shelf, the southern Sea of Marmara: clues to hydrographic, tectonic and climatic evolution. *Geological Journal* 34, 199-210.
- ERYILMAZ, M., ERYILMAZ, F., Y., KIRCA, Z., DOĞAN, E. (1995): İzmit Körfezi'nin çökel dağılımı ve buna etki eden faktörler. *İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi. MERİÇ E. (Ed) S* 27 – 43.
- EVANS, G., ERTEN, H., ALAVİ, S. N., VON GUNTEN, H. R., ERGİN, M. (1989): Superficial deep–water sediments of the Eastern Marmara Basin. *Geo-Marine Letters* 9, 27-36.
- FAIRBANKS, R. G. (1989): A 17.000 – year glacio – eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep – ocean circulation. *Nature* 342, 637 – 642.
- FEDEROV, P. V. (1971): Postglacial transgression of the Black Sea. *International Geology Reviews* 14, 160-164.
- FOLK, R. L. and WARD, W. C. (1957): Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. sedim. Petrol.*, 27, 3 –26.
- GALEHOUSE, J.S. (1971): Sedimentation analysis in procedures in sedimentary petrology (ed. R.E. Carver), S. 69-94. Wiley, New York.

GAMBERÌ, F., MARANÌ, M., SAVELLÌ, C. (1997): Tectonic, volcanic and hydrothermal features of a submarine portion of the Aeolian arc (Tyrrhenian Sea). *Marine Geology* 140, 167-181.

GAUDETTE, H., FLIGHT, W., TANNER, L., FOLGER, D.W. (1974): An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sedimentary Petrology*. 44, 249-253.

GAZIOĞLU, C., GÖKAŞAN, E., ALGAN, O., YÜCEL, Z., TOK, B., DOĞAN, E. (2002): Morphologic features of the Marmara Sea from multi-beam data. *Marine Geology* 190, 397-420.

GIBBS, R. J. (1973): Mechanisms to trace metal transport in rivers. *Science* 180, 71 – 73.

GOLDBERG, E. (1954): Marine Geochemistry 1 chemical scavengers of the sea. *Journal of Geology* V 62, 249 –265.

GÖKAŞAN, E., ALPAR, B., GAZIOĞLU, C., YÜCEL, Z.Y., TOK, B., DOĞAN, E., and GÜNEYSU, C., (2001): Active tectonics of the İzmit Gulf (NE Marmara Sea): from high resolution seismic and multi-beam bathymetry data, *Marine Geology*, 175/1-4, 271-294.

GÖKAŞAN, E., GAZIOĞLU, C., ALPAR, B., YÜCEL, Z. Y., ERSOY, Ş., GÜNDOĞDU, O., YALTIRAK, C., TOK, B., (2002): Evidences of NW extension of the North Anatolian Fault Zone in the Marmara Sea; a new approach to the 17 August 1999 Marmara Sea earthquake. *Geo – Mar Lett* 21, 183 – 199.

GÖKAŞAN, E., USTAÖMER, T., GAZIOĞLU, C., YÜCEL, Z.Y., ÖZTÜRK, K., TUR, H., ECEVİTOĞLU, B., and TOK, B., (2003): Active tectonics of the Marmara Sea. morpho-tectonic evolution of the Marmara Sea inferred from multi-beam bathymetric and seismic data, *Geo-Marine Letters* 23,19-33.

GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, N., SAKINÇ, M., SUMENGEN, M., ŞENTÜRK, K., YALTIRAK, C., TCHPALYGA, A. (1997): Origin of the Sea of Marmara as deduced from Neogene to Quaternary paleogeographic evolution of its frame, *Inter. Geol. Review* 39, 342-352.

GRIFFIN, J. J., WINDOM, H., GOLDBERG, E. D. (1968): The distribution of clay minerals in the World Ocean. *Deep Sea Research* 15, 433 – 459.

GÜNEYSU, C. (1999): The Bathymetry Of The İzmit Bay. *Turkish Journal Of Marine Sciences* 5/ 3 167 – 170.

GÜRBÜZ, C., AKTAR, M., EYİDOĞAN, H., CİSTERNAS, A., HAESSLER, H., BARKA, A., ERGİN, M., TÜRKELLİ, N., POLAT, O., ÜÇER, S.B., KULELİ, S., BARIŞ, S.,

- KAYPAK, B., BEKLER, T., ZOR, E., BİÇMEN, F., YORUK, A., (2000): The seismotectonics of the Marmara Region (Turkey): results from a microseismic experiment, *Tectonophysics* 316, 1 - 17.
- HALBACK, P., KUŞCU, I., INHORN, M., KUHN, T., PEKDEĞER, A., SEİFERT, A. (2002): Methane in sediments of the deep Marmara Sea and its relation to local tectonic structures. Editör Naci Görür, Gerassimos A. Papadopoulos and Nilgün Okay. *Integration of Earth Science Research on the Turkish and Greek 1999 Earthquakes*. 100 pp.
- HAMPTON, M. A., (1972): The role of subaqueous debris flow in generating turbidity currents: *Journal of sedimentary Petrology* 42, 775-793.
- HAMPTON, M. A., LEE, H. J., LOCAT, J. (1996): Submarine landslides. *Rev. Geophys* 34, 33-59.
- HEEZEN, B. C. and EWING, M. (1952): Turbidity currents and submarine slumps, and the Grand Banks Earthquake. *American Journal of Science* 250, 849-873.
- HELVACI, C. and FALLIK, A.E. (1995): İzmit Körfezi (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner istifinden derlenen jips örneklerinin kükürt izotop analizleri ve ortamsal yorumu. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi MERİÇ, E., (Ed). 99 – 104.
- HELWIG, J. (1970): Slump fold and early structures, northeastern Newfoundland Appalachians. *J. Geol.* 78, 172-187.
- HIEKE, W. (1984): A thick Holocene Homogenite from the Ionian Abyssal Plain (Eastern Mediterranean). *Marine Geology* 55, 63 – 78.
- HIRST, D. M. (1962): The Geochemistry of modern sediments from the gulf of Pariall: The location and distribution of trace elements. *Geochim. Cosmochim. Acta* 26, 1147 – 1187.
- HISCOTT, R. N., AKSU, A. E., YAŞAR, D., KAMINSKI, M. A., MUDIE, P. J., KOSTYLEV, V. E., MACDONALD, J. C., İŞLER, F. I., LORD, A. R. (2002): Deltas south of the Bosphorus Strait record persistent Black Sea outflow to the Marmara Sea since 10 ka. *Marine Geology* 190, 95-118.
- HODKINSON, R. A. and CRONAN, D. S. (1995): Hydrothermal sedimentation at ODP sites 834 and 835 in relation to crustal evolution of the Lau Backarc Basin. İn: Parson, L. M., Walker, C. L., Dixon, D. R., (Eds.), *Hydrothermal Vents and Projesses*. *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 87, 231-248.
- HORROWITZ, A. (1974): The Geochemistry of sediment from the nortern Reykjanes Ridge the Iceland – Faeroes Ridge. *Marine Geology* 17, 103 – 122.
- HOŞGÖREN, Y. (1995): İzmit Körfezi Havzası'nın Jeomorfolojisi (Geomorfology of basin of the Gulf of İzmit). İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi. MERİÇ, E. (Ed), 354.

[HTTP://WWW.KOERI.BOUN.EDU.TR/SISMO/THİTORİC.HTM](http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/tarih.htm): Boğaziçi Üniversitesi
Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü.

INOUCHI, Y., KINUGASA, Y., KUMAN, F., NAKANO, S., YASUMATSU, S. AND SHIKI, T. (1996). Turbidites as records of intense palaeoearthquake in Lake Biwa, Japan. *Sediment Geol.*104, 117-125.

İMREN, C., LE PICHON, X., RANGİN, C., DEMİRBAĞ, E., ECEVİTOĞLU, B., GÖRÜR, N.,(2001): The North Anatolian Fault within the Sea of Marmara: a new interpretation based on multi – channel seismic and multi – beam bathymetry data. *Earth and Planetary Science Letter* 186, 143 – 158.

JACOBS, L., EMERSON, S., HUESTED, S. S. (1987): Trace metal geochemistry in the Cariaco Trench. *Deep – Sea Res.*, 34, 965 – 981.

JENNE, E. A. (1968): Controls on Mn, Fe, Co, Ni, Cu and Zn Concentrations in soils and water: The significant role of hydrous Mn and Fe oxides. *Am. Chem. Soc, Adv. Chem. Ser.* 73, 337–387.

JOHNSON, A. M. (1970): *Physical Processes in Geology*: San Francisco (Freeman, Cooper and Co.).

KELLER, J., RYAN, W. B. F., NINKOVICH, D, ALTHERR, R. (1978): Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200.000 yr as recorded in the deep sea sediment. *Geo. Soc. Am. Bull.* 89, 591-604.

KETİN, İ.(1968): Relations between general tectonic features and the main earthquake regions in Turkey, *MTA Bull.* 71, 129 – 134.

KIDD, R. B., CİTA, M. B., RYAN, W. B. F. (1978): Stratigraphy of eastern Mediterranean sapropel sequences recovered during DSDP leg 42A and their paleoenvironmental significance. Hsu, K. J., Montadert, L., vd., (Eds.) *Init. Reps., DSDP, V. 42*, pp. 421–443.

KIRATLI, N. (1992): Haliç ve Karadeniz güncel çökellerine iki jeokimyasal yaklaşım. Doktora Tezi İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü.

KOPP, K. O., PAVONI, N., SCHINDLER, C.,(1969): *Geologie Thrakiens IV: Das Ergene Becken*. Beihefte Geol. Jahrbuch, Heft 76, 136 s.

KRAUSKOPF, K. B. (1985): *Introduction to geochemistry*, 2 nd edition Mc Grawhill, Singapare, 617 p.

KUHN, T., BURGER, H., CASTRODORİ, D., HALBACH, P. (2000): Volcanic and hydrothermal history of ridge segments near the Rodrigues Triple Junction (Central Indian Ocean) deduced from sediment geochemistry. *Marine Geology* 169, 391-409.

KUŞÇU, I., OKAMURA, M., MATSUOKA, H., AWATA, Y. (2002): Active faults in the Gulf of İzmit on the North Anatolian Fault, NW Turkey: a high resolution shallow seismic study. *Mar Geol* 190(1-2), 421-433.

LE PICHON, X., ŞENGÖR, A.M.C., DEMİRBAĞ, E., RANGIN, C., İMREN, C., ARMIJO, R., GÖRÜR, N., ÇAĞATAY, N., MERCIER DE LEPINAY, B., MEYER, B., SAATÇİLER, R., TOK, B., (2001): The active main Marmara Fault, *Earth and Planetary Science Letters*. 192, 595 - 616.

LEE, H. J., CHOUGH, S. K., YOON, S. H. (1996): Slope-stability change from late Pleistocene to Holocene in the Ulleung Basin, East Sea (Japan Sea). *Sediment Geol.* 104, 39-51.

LORİNG, D.H. and RANTALA, R.T.T. (1992): Manual for the geochemical analyses of marine sediments and suspended particulate matter. *Earth-Science Reviews*. 32, 235-283.

MARCHIG, V., ERZINGER, J., ROSCH, H. (1987): Sediments from a hydrothermal field in the central valley of the Galapagos Rift spreading center. *Mar. Geology* 76, 243-251.

MCHUGH, C. M. G., DAMUTH, J. E., GARTNER, S., KATZ, M. E., MOUNTAIN, G. S.(1996): Oligosen to Holocene mass-transport deposits of the New Jersey continental margin and their correlation to sequence boundaries. MOUNTAIN, G. S, MILLER, K. G., BLUM, P., POAG, C. W. and TWICHELL, D.C. (Eds.) *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Result. Vol. 150*, 189-228.

MCHUGH, C., CORMIER, M-H., SEEBER, L., ÇAĞATAY, M. N., CAPOTONDI, L., POLONIA, A., LOZEFSKI, G (2003): Earthquake geology along the North Anatoli Fault Zone in the Marmara Sea. EGS_AUG General Assembly meeting in Nice 6 – 11 April.

MCMANUS, J. (1988): Grain size determination and interpretation in techniques in sedimentology TUCKER, M. E. (Ed.) pp 63-85 Blackwell Oxford.

MERİÇ, E. (1995): İzmit Körfezi (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner' inin stratigrafisi ve ortamsal özellikleri, İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi. MERİÇ, E., (Ed), 251- 257.

MERİÇ, E., ve SUNER, F. (1995): İzmit Körfezi (Hersek Burnu – Kaba Burun) Kuvaterner istifinde gözlenen termal veriler. İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi. MERİÇ, E., (Ed), 81 – 90.

MIDDLETON, G. V. and HAMPTON, M. A., (1973): Sediment gravity flows: mechanics of flow and deposition. İn: Middleton, G. V., Bouma. A. H. (Eds.), *Turbidites and Deep – Water Sedimentation. Pac. Sect. Soc. Econ. Paleontol. Mineral., Los Angeles. CA.* pp. 1- 38.

MULDER, T. and SYVITSKI, J. P. M., (1995): Turbidity currents generated at river mouths during exceptional discharges to the World Oceans. *J. Geol.* 103, 285-299.

MULDER, T., MIGEON, S., SAVOYE, B., FAUGERES, J. C. (2001): Inversely graded turbidite sequences in the deep Mediterranean: a record of deposits from flood-generated turbidity currents ? *Geo-Marine Letters* 21, 86-93.

NAKAJIMA, T. and KANAI, Y. (2000): sedimentary features of seismoturbidites triggered by the 1983 and older historical earthquakes in the eastern margin of the Japan Sea. *Sedimentary Geology* 135, 1-19.

NEVESSKAYA, L. A. (1965): Late Quaternary bivalve molusks of the Black Sea. Their systematics and ecology. *Akad. Nauk. S. S. S. R. Palaeontol. Inst. Tr.* 105: 1 – 390.

OKAY, A. Y., SİYAKO, M., BÜRKAN, K. A. (1991): Geology and tectonic evolution of the Biga Peninsula, NW Turkey. *Bulletin of the Technical University of İstanbul, Special issue on Tectonics*, 44 191256.

OKAY, A., DEMİRBAĞ, E., KURT, H., OKAY, N., KUŞÇU, İ. (1999): An active, deep marine strike – slip basin along the North Anatolian Fault in Turkey. *Tectonics* 18, 129 – 147.

OKAY, A.I., KAŞLILAR-ÖZCAN, A., İMREN, C., BOZTEPE-GÜNEY, A., DEMİRBAĞ, E., KUŞÇU, İ., (2000): Active faults and evolving strike-slip basins in the Marmara Sea, northwest Turkey: a multichannel seismic reflection study, *Tectonophysics* 321, 189-218.

ÖZTÜRK, H., KORAL, H., GEIST E.L. (2000): Intra – basinal water movements induced by faulting: the August 17, 1999, Gölcük (İzmit Bay) earthquake ($M_w = 7.4$). *Marine Geology* 170, 263 – 270.

PINAR, N.(1942): Geologie et meteorologie, sismiques du bassin dela mer de Marmara, İ. Ü. *Fen Fak. Mecm. V. VII/3 – 4*, 121 – 181.

PINAR, N.(1943): Seismic geology and the meteorology of the Sea of Marmara Basin. (Marmara Deniz'i havzasının sismik jeolojisi ve meteorolojisi). *Fen Fak. Monografileri*, A7, İstanbul University Monogr., 5 64 p.

PIPER, D. J. W., SHOR, A. N. ve HUGHES CLARKE, J. E. (1988): The 1929 ' Grand Banks' earthquake, slump and turbidity current. CLIFTON, H. E. (Ed) *Sedimentologic consequences of convulsive geologic events. Geological. Society of American Special papers*, 229, 77-92.

POLONIA, A., CORMIER, M-H., ÇAĞATAY, N., BORTOLUZZI, G., BONATTI, E., GASPERINI, L., SEEBER, L., GÖRÜR, N., CAPOTONDI, L., McHUGH, C., RYAN, W. B.F., EMRE, Ö., OKAY, N., LIGI, M., TOK, B., BLASI, A., BUSETTI, M., ERİŞ, K., FABRETTI, P., FIELDING, E. J., İMREN, C., KURT, H., MAGAGNOLI, A., MORAZZI,

G., ÖZER, N., PENITENTI, D., SERPI, G. and SARIKAVAK, K.(2002): Exploring submarine Earthquake Geology in the Marmara Sea. *Eos; Transactions, Amerikan Geophysical Union.* 83/21 235-236.

REILINGER, R. E., MCLUSKY, S.C., ORAL M. B., KING, R. W., TOKSÖZ, M. N., BARKA, A. A., KINIK, I., LENK, O., SANLI, I. (1997): Global position system measurements of present-day crustal movements in Arabia–Africa–Eurasia Plate collision zone. *J. Geophysical Research*, V. 102, No, B5, 9983 – 9999.

RYAN, W. B. F.(1972): The stratigraphy of late Quaternary sedimentds in the eastern Mediterranean. *The Mediterranean Sea: a Natural Laboratory*, (Ed.) D. J. Stanley, Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsboung, PA, pp. 149 – 169.

SALOMONS, W. & FÖRSTNER, U. (1984) : *Metals in the Hyrocycle*. Springer Verlag.

SARI, E. and ÇAĞATAY, N. (2001): Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea. *Environmental International* 26, 169 –173.

SEYMEN, İ. (1995): İzmit Körfezi ve çevresinin jeolojisi. *İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi* (Ed: E. Meriç), S 1 – 21.

SGARRELLA, F. and ZEI. M., M. (1993): Benthic foraminifera of the Gulf of Naples (Italy): systematics and autoecology. *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana* 32 (2) 145–264.

SHAW, T.J., GIESKES, J.M., JAHNKE, R.A. (1990): Early diagenesis in differing depositional environments: The response of transition metals in pore water. *Geochim Cosmochim Acta* 54, 1233-1246.

SHANMUGAM, G., BLOCH, R. B., MITCHELL, S.M., BEAMISH, G. W. J., HODGKINSON, R. J., DAMUTH, J. E., STRAUME, T., SYVERTSEN, S.E., SHIELDS, K.E. (1995): Basin – floor fans in the North Sea: sequence – stratigraphic models vs. sedimentary facies. *AAPG Bull.* 79, 477-512.

SHIKI, T., KUMON, F., INOUCHI, Y., KONTANI, Y., SAKAMOTO, T., TATEISHI, M., MATSUBARA, H., FUKUYAMA, K. (2000): Sedimentary features of the seismo-turbidites, Lake Biwa, Japan. *Sedimentary Geology* 135, 37-50.

SIANI, G., PATERNE, M., ARNOLD, M., BARD, E., METIVIER, B., TISNERAT, N., BASSINOT, F., (2000): Radiocarbon reservoir ages in the Mediterranean Sea and Black Sea. *Radiocarbon*, 42, 271-280.

SİYAKO, M., TANIŞ, T., ŞAROĞLU, F.,(2000): Marmara Denizi'nin aktif fay geometrisi (active fault geometry of the Marmara Sea). *Bilim Teknik* 388, 66 – 71.

STANLEY, D. J. (1978): Ionian Sea sapropel distribution and Late Quaternary Paleooceanography in the Eastern Mediterranean. *Nature* 274, 149 – 152.

STANLEY, D. J. and BLANPIED, C. (1980): Late Quaternary water exchange between the eastern Mediterranean and the Black Sea. *Nature* 285, 537-541.

STRAUB, C. and KAHLE, H. G.(1994): Actual crustal deformation in the Marmara Sea region. Abstract. Spring Meeting American Geophysical Union (AGU). EOS, Supplement, April 19, p. 116.

ŞENGÖR, A. M. C. (1979): The North Anatolian transform fault; its age offset and tectonic significance. *J. Geol. Soc., London*, 136, 269 – 282.

ŞENGÖR, A. M. C. (1980): Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, TJK Konferanslar dizisi, No: 2.

ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F. (1985): Strike – slip, faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, In Biddle, K.T. ve Christie – Blick(eds.), Strike – slip faulting and basin formation, Society of Econ. Paleont. Min. Spec. Pub., 37.

ŞENOL, E. (2002): İzmit Körfezi yüzey sedimentlerinin jeokimyası.Yüksek Lisans Tezi İ.Ü.Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.66 sayfa.

TOLUN, L., ÇAĞATAY, M. N., CARRIGAN, W. J., EASTOE, C. J., BALKIS, N., ALGAN, O., (1999): Organic geochemistry and origin of Holocene sapropelic sediments from Sea of Marmara and Black Sea. 19 th. International meeting on Organic Geochemistry, 6 – 10 September 1999, İstanbul, Abstracts, part 1, pp. 41 – 42.

TOLUN, L. (2001): Marmara, Karadeniz ve Kuzey Ege Denizleri'nde sapropellik birimlerin ve bunlarla ilişkili çökellerin organik jeokimyası. İ.Ü.Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Doktora Tezi. 91 sayfa

TOLUN, L., ÇAĞATAY, M. N., CARRIGAN, W. J. (2002): Organic geochemistry and origin of Late Glacial – Holocene sapropelic layers and associated sediments in Marmara Sea. *Marine Geology* 190, 47–60.

ÜNLÜATA, Ü., OĞUZ, T., LATİF, M. A., ÖZSOY, E., (1990): On the physical oceanography of The Turkish Straits. In: L. J. Pratt (Editor), The physical oceanography of sea straits. NATO/ASI Series. Kluvert, Dordrecht, pp. 25-60.

VARENTSOV. I. M., DRITS. V. A., GROSHKOV. A. I., SAKHAROV. B. A. (1991): Mn-Fe oxihydroxide crusts from Krylov Seamount (Eastern Atlantic): Mineralogy, geochemistry and genesis. *Marine Geology* 96, 53 – 70.

VARNES, D. J. (1958): Landslide types and processes, in Eckel, E. D., ed., *Landslides and engineering practice: Highway Research Board Special Report 29*, p. 20-47.

WALKER, R. G., (1965): The origin and significance of the internal sedimentary structures of turbidites. *Proc. Yorkshire Geol. Soc.* 35, 1-32.

WONG, H. K., LUDMAN, T., ULUĞ, A., GÖRÜR, N., (1995): The Sea of Marmara: a plate boundary sea in an escape tectonic regime. *Tectonophysics* 244, 231 – 250.

WOODCOCK, N.H. (1976): Structural style in slump sheets: Ludlow Series, Powys, Wales. *J. Geol. Soc. London*, 132, 399-415.

WULF, S., KRAML, M., KUHN, T., SCHWARZ, M., INTHORN, M., KELLER, J., KUŞÇU, I., HALBACH, P. (2002): Marine tephra from the Cape Riva eruption (22 ka) of Santorini in the Sea of Marmara *Marine Geology* 183, 131-141.

YALTIRAK C (2002): Tectonic evolution of the Marmara Sea and its surroundings. *Marine Geology* 190(1-2), 493-529.

YILMAZ, Y., TÜYSÜZ, O., YİĞİTBAŞ, E., GENÇ, C., ŞENGÖR, A. M. C.,(1997): Geology and tectonic evolution of Pontides. In A. G. Robinson , ed, *Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and surrounding region*, AAPG Memoir 68, 183 –226.

EK 1. İZ-30, BUC-10A, CAG-3 ve C-15 karotlarının toplam karbonat (%) değerleri.

İZ-30	CaCO(%)	BUC-10A	CaCO (%)	CAG-3	CaCO (%)	C - 15	CaCO (%)
0-3	10.30	0-3	12.10	0-3	11.70	0-2	8.00
3-4	7.15	10-13	12.30	4-5	11.70	10-12	10.15
7-8	5.45	20-23	13.20	5-10	11.30	15-17	10.95
10-13	6.30	30-33	13.80	10-15	12.00	20-22	10.80
17-18	6.85	40-43	13.70	15-20	11.20	25-27	10.10
20-23	6.45	50-53	14.00	20-21	11.70	35-37	9.95
30-33	7.90	60-63	13.00	25-27	12.30	40-42	11.15
35-36	8.75	70-73	14.00	32-34	11.60	45-47	6.40
40-43	8.10	80-83	15.50	40-41	11.70	52-54	9.75
45-46	8.80	80-83-2	15.30	49-51	13.80	60-61	6.05
50-53	9.20	90-93	14.40	60-61	12.50	67-69	4.30
55-56	10.30	100-103	13.90	70-72	14.20	74-75	9.30
60-63	9.90	110-113	12.60	80-82	11.50	80-82	11.05
65-66	11.50	120-123	15.70	90-92	13.40	90-92	10.10
70-73	10.20	130-133	16.10	100-102	13.80	120-122	11.05
75-76	12.10	140-143	13.90	107-109	12.10	130-132	10.25
80-83	9.80	150-153	14.00	110-111	12.00	140-142	11.30
85-86	10.40	160-163	13.40	116-118	13.00	150-152	11.35
90-93	9.10	170-173	13.60	120-122	11.30	158-160	10.65
95-96	9.35	180-183	14.60	132-133	12.50	168-170	10.45
100-103	9.90	190-193	16.70	138-140	12.90	178-180	10.10
105-106	9.65	200-203	16.70	145-147	12.80	188-190	9.75
110-113	10.40	210-213	17.60	150-152	11.70	197-199	10.65
115-116	9.20	220-223	16.40	157-159	11.20	201-203	28.15
120-123	11.20	230-233	20.30	164-166	12.90	204-205	10.05
125-126	9.90	240-243	16.60	175-177	13.00	207-209	11.35
130-133	12.10	250-253	17.50	180-182	13.70	211-212	9.90
135-136	9.50	260-263	21.20	191-193	13.00	213-214	1.90

140-143	11.50	265-268	22.90	198-200	14.10	219-221	9.60
145-146	8.25	270-273	24.80	205-209	13.50	225-227	9.75
150-153	10.70	280-283	34.30	216-218	13.20	231-233	9.60
156-157	10.80	290-293	31.30	223-225	13.00	237-239	9.65
160-163	9.65	300-303	31.10	230-232	13.30	243-245	12.00
166-167	8.75	310-313	25.20	235-237	14.90	249-251	11.15
170-173	9.50	320-323	23.30	243-245	17.70	255-257	10.20
176-177	7.80	330-333	20.50	250-252	14.20	263-265	10.70
181-183	6.90	340-343	20.70	257-259	14.70	272-274	11.70
186-187	7.40	350-353	19.30	265-267	14.00	285-287	13.50
190-193	7.65			275-277	12.20	290-292	
197-198	7.95			285-287	11.80		
200-203	8.60			292-294	13.00		
206-207	7.95			300-302	13.60		
210-213	9.80			307-311	13.70		
216-217	10.20						
220-223	10.40						
223-224	11.10						
224-225	11.90						
230-233	11.80						
236-237	22.90						
240-243	12.10						
247-248	14.10						
250-253	10.90						
256-257	10.50						
260-263	11.30						
265-266	11.50						
270-273	12.30						
275-276	12.60						
280-283	12.10						
286-287	11.00						

290-293	12.10						
296-297	11.50						
300-303	11.80						
306-307	12.90						
310-313	12.20						
316-317	13.00						
320-323	11.30						
326-327	14.20						
330-333	31.10						
336-337	10.60						
340-343	6.05						
347-348	0.25						

EK 2. İZ-30, BUC-10A, CAG-3 ve C-15 karotlarının organik karbon (%) değerleri.

İZ-30	Corg (%)	BUC-10A	Corg (%)	CAG-3	Corg (%)	C-15	Corg (%)
0-3	1.20	0-3	1.60	0-3	0.65	0-2	1.50
3-4	1.15	10-13	1.40	4-5	0.30	10-12	1.25
7-8	1.05	20-23	1.20	5-10	1.60	15-17	1.40
10-13	1.10	30-33	0.75	10-15	1.40	20-22	1.65
17-18	1.05	40-43	1.70	15-20	1.15	25-27	1.10
20-23	1.00	50-53	1.90	20-21	1.50	35-37	1.40
30-33	0.85	60-63	1.50	25-27	1.30	40-42	1.30
35-36	0.80	70-73	1.20	32-34	1.75	45-47	1.20
40-43	0.90	80-83	1.20	40-41	1.25	52-54	1.05
45-46	0.80	80-83-2	1.20	49-51	1.00	60-61	1.30
50-53	0.65	90-93	1.20	60-61	1.05	67-69	1.20
55-56	1.40	100-103	1.80	70-72	1.20	74-75	0.65
60-63	1.25	110-113	1.80	80-82	1.00	80-82	1.30
65-66	0.95	120-123	1.80	90-92	1.60	90-92	1.10
70-73	0.85	130-133	1.80	100-102	1.70	120-122	1.50

75-76	0.85	140-143	2.20	107-709	2.35	130-132	1.20
80-83	0.45	150-153	1.80	110-111	1.15	140-142	0.95
85-86	0.60	160-163	4.10	116-118	1.10	150-152	1.05
90-93	0.40	170-173	4.10	120-122	0.85	158-160	0.70
95-96	0.85	180-183	3.30	132-133	1.55	168-170	0.85
100-103	0.95	190-193	3.90	138-140	1.80	178-180	0.75
105-106	0.75	200-203	3.30	145-147	1.05	188-190	0.55
110-113	0.80	210-213	2.60	150-152	0.85	197-199	0.45
115-116	0.95	220-223	2.70	157-159	1.10	201-203	0.75
120-123	1.00	230-233	2.30	164-166	0.75	204-205	0.75
125-126	1.00	240-243	2.30	175-177	0.85	207-209	0.95
130-133	0.90	250-253	1.90	180-182	2.00	211-212	0.90
135-136	1.15	260-263	1.50	191-193	0.80	213-214	0.85
140-143	1.20	265-268	2.60	198-200	0.90	219-221	0.75
145-146	0.90	270-273	1.10	205-209	1.15	225-227	0.45
150-153	1.30	280-283	1.10	216-218	1.35	231-233	0.35
156-157	0.85	290-293	1.40	223-225	1.05	237-239	0.45
160-163	0.55	300-303	1.30	230-232	1.65	243-245	0.20
166-167	0.65	310-313	0.55	235-237	1.85	249-251	0.20
170-173	0.70	320-323	0.85	243-245	1.45	255-257	0.45
176-177	1.20	330-333	1.10	250-252	1.45	263-265	0.85
181-183	1.20	340-343	0.85	257-259	1.55	272-274	1.10
186-187	1.05	350-353	0.90	265-267	1.30	285-287	0.95
190-193	1.50			275-277	1.10	290-292	1.65
197-198	1.30			285-287	1.50		
200-203	1.10			292-294	1.70		
206-207	1.10			300-302	1.50		
210-213	1.10			307-311	0.95		
216-217	1.50						
220-223	1.50						
223-224	1.00						

224-225	0.90							
230-233	0.95							
236-237	0.90							
240-243	1.25							
247-248	1.10							
250-253	1.20							
256-257	1.30							
260-263	1.40							
265-266	1.40							
270-273	1.40							
275-276	1.45							
280-283	1.50							
286-287	1.45							
290-293	1.70							
296-297	1.30							
300-303	1.50							
306-307	1.35							
310-313	1.35							
316-317	1.65							
320-323	1.50							
326-327	1.15							
330-333	0.89							
336-337	0.70							
340-343	0.65							
347-348	0.50							

EK 3. İZ-30 sediment karotunun Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.

İZ-30	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
0-3	3.5	338	3.3	30	17	185	24	66	11
3-4	3.8	361	3.4	32	21	166	26	74	10

7-8	3.9	394	3.9	28	15	133	26	69	12
10-13	3.8	373	3.2	29	19	163	25		13
17-18	3.5	354	3.4	22	15	133	24	64	13
20-23	3.8	361	3.2	26	18	131	26	67	13
30-33	3.2	333	3.6	23	14	159	23	69	12
35-36	3.3	333	2.7	21	14	131	34	57	9.9
40-43	3.4	328	3.6	20	12	99.9	32	62	10
45-46	3.5	341	3.6	21	16	154	32	67	9.3
50-53	3.1	327	3	20	15	96.7	22	56	9.2
55-56	3.4	362	3.2	23	14	117	25	64	11
60-63	3.1	350	2.9	19	16	113	24	64	11
65-66	3.6	355	3.3	22	15	87.5	28	70	12
70-73	3.6	379	3.7	23	16	101	29	64	13
75-76	3.5	344	3.1	26	15	115	36	77	11
80-83	3.5	386	3.1	28	17	121	39	71	13
85-86	3.5	373	3.1	26	16	121	38	77	13
90-93	4	384	3	25	15	120	40	82	13
95-96	3.9	400	3	26	13	121	40	82	11
100-103	3.9	399	3.1	27	12	127	38	74	11
105-106	3.9	384	3.9	26	14	113	41	74	10
110-113	3.7	373	3	29	13	110	38	83	12
115-116	3.6	372	2.9	25	13	111	37	74	11
120-123	3.4	349	3.1	26	11	94	37	87	11
125-126	3.6	360	3	24	14	115	38	79	11
130-133	3.6	350	3	22	11	114	36	61	9.6
135-136	3	317	2.7	21	13	85.4	28	49	9.1
140-143	2.9	315	2.8	21	12	129	33	69	11
145-146	3.2	351	2.6	18	10	95.5	23	53	9.8
150-153	3	388	3.4	21	12	87.8	31	65	11
156-157	3	377	3	26	11	95.5	33	61	11
160-163	4	386	2.9	26	8.8	89.1	35	81	12
166-167	3.5	417	3	28	10	113	34	75	11
170-173	3.4	377	3.1	27	10	93.2	33	74	10

181-183	3.3	394	3.2	31	10	86	32	76	11
186-187	3.5	418	3	28	11	106	33	76	13
190-193	3.2	384	2.9	28	8.6	121	33	74	12
197-198	3.3	379	2.9	28	10	109	32	68	14
200-203	3.3	392	2.9	26	10	99.4	32	62	12
206-207	3.1	381	3.1	25	12	116	32	68	11
210-213	3.1	402	2.8	26	10	113	32	69	11
216-217	2.8	370	2.8	22	9.2	82.9	31	63	11
220-223	2.7	375	2.8	23	11	93.3	32	63	12
223-224	2.8	390	2.8	21	9	88.8	28	57	12
224-225	2.4	361	2.6	15	10	83.3	23	47	12
230-233	2.8	407	2.8	16	8.4	96.5	23	51	12
236-237	2.3	376	2.4	15	9.6	78.5	22	50	12
240-243	2.3	354	2.5	15	9.5	91.5	24	57	11
247-248	2.4	399	2.6	14	11	89.5	24	53	12
250-253	2.6	391	2.6	19	11	77.7	30	60	12
256-257	2.7	413	2.9	23	12	117	34	64	11
260-263	2.6	410	2.9	22	10	102	31	58	9.7
265-266	2.7	459	2.8	25	11	92.6	35	60	9.8
270-273	2.8	473	2.9	24	14	108	35	61	11
275-276	2.8	510	3	24	11	120	37	74	11
280-283	2.5	459	2.8	25	14	118	36	68	12
286-287	2.7	525	2.9	26	12	130	37	78	13
290-293	2.6	457	2.9	26	12	112	35	65	9.8
296-297	2.8	465	2.9	25	13	109	36	66	11
300-303	2.8	456	2.8	25	12	116	36	67	12
306-307	2.7	457	3.1	25	12	129	36	58	10
310-313	2.5	466	2.8	27	13	99.3	34	60	10
316-317	3	515	2.8	25	11	111	34	67	11
320-323	2.7	474	2.8	24	11	105	33	67	11
326-327	2.6	528	2.7	21	11	94.2	29	49	9.1
330-333	1.7	423	2.1	16	7.5	86.8	18	40	9.1
336-337	2.2	345	2.4	13	14	162	18	39	11

340-343	2.5	461	2.6	19	8.7	117	25	45	11
347-348	2.9	370	3.1	27	7.9	112	27	52	13

EK 4. İZ-30 sedimant karotundaki metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.

İZ-30	Mn/Al	Fe/Al	Cu/Al	Pb/Al	Zn/Al	Ni/Al	Cr/Al	Co/Al
0-3	95	0.90	8.35	4.95	52	6.80	18	3.25
3-4	96	0.90	8.50	5.50	44	6.95	19	2.80
7-8	101	1.00	7.20	3.75	34	6.55	18	3.00
10-13	97	0.85	7.45	4.85	43	6.50		3.35
17-18	102	1.00	6.25	4.25	38	6.90	18	3.85
20-23	95	0.85	6.90	4.85	34	6.80	18	3.35
30-33	104	1.15	7.20	4.40	50	7.25	22	3.65
35-36	101	0.80	6.20	4.15	40	10.20	17	3.00
40-43	97	1.05	5.90	3.40	30	9.40	18	3.10
45-46	97	1.00	5.85	4.45	44	9.05	19	2.65
50-53	106	1.00	6.45	4.80	31	7.05	18	3.00
55-56	108	0.95	6.90	4.05	35	7.55	19	3.15
60-63	114	0.95	6.25	5.10	37	7.65	21	3.45
65-66	98	0.90	6.00	4.05	24	7.60	19	3.35
70-73	105	1.00	6.40	4.45	28	7.95	18	3.60
75-76	99	0.90	7.65	4.25	33	10.30	22	3.25
80-83	110	0.85	8.05	4.75	35	11.15	20	3.70
85-86	105	0.85	7.35	4.50	34	10.70	22	3.65
90-93	97	0.75	6.25	3.85	30	10.05	21	3.40
95-96	104	0.80	6.80	3.50	31	10.45	21	2.90
100-103	102	0.80	6.80	2.95	32	9.70	19	2.95
105-106	97	1.00	6.50	3.50	29	10.35	19	2.55
110-113	102	0.80	7.95	3.45	30	10.50	23	3.15
115-116	103	0.80	6.80	3.50	31	10.30	20	2.95
120-123	104	0.90	7.80	3.25	28	11.15	26	3.20
125-126	101	0.85	6.75	4.00	32	10.75	22	3.15
130-133	97	0.80	5.95	3.10	31	9.85	17	2.65

135-136	105	0.85	6.80	4.20	28	9.10	16	3.00
140-143	107	0.95	7.15	4.05	44	11.10	23	3.60
145-146	109	0.80	5.65	3.25	30	7.20	17	3.05
150-153	129	1.10	7.05	3.95	29	10.20	21	3.80
156-157	126	1.00	8.70	3.75	32	11.05	20	3.70
160-163	96	0.70	6.50	2.20	22	8.65	20	2.90
166-167	118	0.85	7.95	2.90	32	9.65	21	3.05
170-173	111	0.90	7.95	3.00	27	9.55	22	3.05
181-183	120	0.95	9.55	3.15	26	9.70	23	3.45
186-187	119	0.85	7.95	3.00	30	9.35	22	3.60
190-193	119	0.90	8.60	2.65	37	10.20	23	3.85
197-198	114	0.90	8.45	3.10	33	9.60	20	4.20
200-203	120	0.90	7.85	3.05	30	9.75	19	3.65
206-207	123	1.00	7.95	3.75	38	10.40	22	3.65
210-213	130	0.90	8.40	3.35	37	10.45	22	3.70
216-217	130	1.00	7.65	3.20	29	11.05	22	3.90
220-223	139	1.00	8.35	3.95	34	11.70	23	4.40
223-224	140	1.00	7.45	3.20	32	10.00	21	4.50
224-225	149	1.10	6.30	4.20	34	9.50	19	4.85
230-233	144	1.00	5.60	2.95	34	8.25	18	4.10
236-237	165	1.05	6.50	4.20	35	9.75	22	5.20
240-243	152	1.10	6.60	4.10	39	10.50	24	4.95
247-248	166	1.05	5.95	4.40	37	10.20	22	5.00
250-253	151	1.00	7.50	4.35	30	11.65	23	4.65
256-257	154	1.10	8.40	4.50	44	12.75	24	4.15
260-263	156	1.10	8.20	4.00	39	11.75	22	3.65
265-266	172	1.05	9.30	4.10	35	13.15	22	3.65
270-273	168	1.00	8.40	4.90	38	12.45	21	4.00
275-276	180	1.05	8.40	4.05	42	12.95	26	4.00
280-283	182	1.10	10.0	5.55	47	14.25	27	4.60
286-287	193	1.05	9.60	4.55	48	13.75	28	4.85
290-293	174	1.10	9.75	4.60	42	13.25	25	3.75
296-297	165	1.05	8.80	4.50	39	12.70	23	3.85

300-303	166	1.00	9.05	4.50	42	13.00	24	4.25
306-307	168	1.15	9.20	4.35	47	13.05	21	3.70
310-313	184	1.10	10.55	5.10	39	13.50	24	4.05
316-317	170	0.90	8.20	3.55	37	11.30	22	3.60
320-323	173	1.00	8.65	4.15	38	12.05	24	4.05
326-327	205	1.05	8.20	4.10	37	11.15	19	3.55
330-333	252	1.25	9.70	4.45	52	10.80	24	5.40
336-337	159	1.10	5.85	6.45	75	8.05	18	5.15
340-343	183	1.05	7.70	3.45	47	10.00	18	4.25
347-348	127	1.05	9.10	2.70	38	9.40	18	4.35

EK 5. İZ-30 sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.

İZ-30	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
0-3	3.90	377	3.60	33	19	206	27	73	13
3-4	4.05	389	3.65	35	22	179	28	79	11
7-8	4.10	417	4.10	30	15	141	27	73	12
10-13	4.10	398	3.40	31	20	174	27		14
17-18	3.70	380	3.65	23	16	143	26	69	14
20-23	4.10	386	3.45	28	20	140	28	72	14
30-33	3.45	362	3.95	25	15	172	25	75	13
35-36	3.60	365	2.95	22	15	143	37	62	11
40-43	3.70	360	3.90	22	13	110	35	68	11
45-46	3.80	371	3.90	22	17	167	34	73	10
50-53	3.40	360	3.35	22	16	107	24	62	10
55-56	3.75	403	3.60	26	15	130	28	71	12
60-63	3.40	388	3.20	21	17	125	26	71	12
65-66	4.10	400	3.65	25	17	99	31	79	14
70-73	4.00	422	4.05	26	18	113	32	71	14
75-76	3.95	391	3.50	30	17	131	41	88	13
80-83	3.85	427	3.40	31	18	135	43	78	14
85-86	3.95	416	3.45	29	18	135	42	86	14

90-93	4.35	422	3.35	27	17	132	44	90	15
95-96	4.25	441	3.35	29	15	134	45	91	12
100-103	4.30	443	3.50	29	13	141	42	82	13
105-106	4.35	425	4.30	28	15	125	45	82	11
110-113	4.05	416	3.35	32	14	122	43	93	13
115-116	3.95	410	3.20	27	14	122	41	81	12
120-123	3.80	393	3.45	29	12	106	42	98	12
125-126	3.95	400	3.35	27	16	128	43	88	12
130-133	4.10	398	3.35	25	13	129	41	69	11
135-136	3.35	350	2.95	23	14	94	30	54	10
140-143	3.30	356	3.15	24	13	146	37	78	12
145-146	3.50	382	2.85	20	11	104	25	58	11
150-153	3.35	435	3.75	24	13	98	34	72	13
156-157	3.35	422	3.30	29	13	107	37	68	12
160-163	4.45	427	3.20	29	9.7	99	39	90	13
166-167	3.85	457	3.30	31	11	124	37	82	12
170-173	3.75	417	3.35	30	11	103	36	82	11
181-183	3.50	423	3.45	34	11	92	34	82	12
186-187	3.80	451	3.25	30	11	114	36	82	14
190-193	3.50	415	3.15	30	9.3	131	36	80	13
197-198	3.60	412	3.20	30	11	119	35	74	15
200-203	3.60	429	3.15	28	11	109	35	67	13
206-207	3.35	414	3.30	27	13	126	35	73	12
210-213	3.45	446	3.15	29	12	125	36	77	13
216-217	3.15	411	3.15	24	10	92	35	70	12
220-223	3.00	419	3.10	25	12	104	35	71	13
223-224	3.10	439	3.10	23	10	100	31	65	14
224-225	2.75	410	2.95	17	11	95	26	53	13
230-233	3.20	461	3.15	18	9.5	109	26	58	13
236-237	2.95	487	3.05	19	12	102	29	65	15
240-243	2.65	403	2.90	18	11	104	28	64	13
247-248	2.80	464	2.95	17	12	104	28	62	14
250-253	2.90	439	2.95	22	13	87	34	68	14

256-257	3.00	461	3.30	25	14	131	38	72	12
260-263	2.95	462	3.25	24	12	115	35	65	11
265-266	3.00	519	3.20	28	12	105	40	68	11
270-273	3.20	539	3.30	27	16	123	40	69	13
275-276	3.25	583	3.45	27	13	137	42	85	13
280-283	2.85	522	3.20	29	16	134	41	77	13
286-287	3.05	590	3.25	29	14	146	42	87	15
290-293	3.00	520	3.25	29	14	127	40	74	11
296-297	3.15	525	3.25	28	14	123	40	75	12
300-303	3.10	516	3.20	28	14	132	41	76	13
306-307	3.10	525	3.55	29	14	148	41	67	11
310-313	2.85	530	3.15	30	14	133	39	69	12
316-317	3.45	592	3.20	29	15	127	39	77	13
320-323	3.10	534	3.15	27	12	119	37	75	13
326-327	3.00	616	3.10	25	13	110	34	57	11
330-333	2.45	615	3.05	24	11	126	26	57	13
336-337	2.45	386	2.70	14	16	182	20	44	12
340-343	2.65	491	2.75	21	9.2	125	27	48	11
347-348	2.90	371	3.10	27	7.9	112	27	52	13

EK 6. BUC-10A sediment karotunun Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.

BUC-10A	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
0-3	3.00	470	2.70	37	34	139	67	96	11
10-13	3.25	482	2.85	29	22	136	73	91	11
20-23	3.60	498	2.80	28	23	138	67	89	11
30-33	3.15	446	2.70	26	20	135	67	79	13
40-43	3.05	412	2.70	27	20	119	70	83	12
50-53	3.20	441	2.75	28	18	130	71	89	11
60-63	3.25	483	2.80	31	18	127	73	86	12
70-73	3.15	504	2.80	28	18	142	70	89	13
80-83	2.75	468	2.65	30	15	143	66	89	12

90-93	3.15	418	2.70	29	13	107	65	80	16
100-103	3.40	358	2.80	24	15	128	64	90	13
110-103	2.85	360	2.60	27	18	125	60	72	13
120-123	2.90	351	2.75	27	14	116	64	86	12
130-133	2.70	360	2.80	27	15	107	62	88	12
140-143	3.80	364	2.95	28	16	114	68	86	11
150-153	3.25	361	3.10	33	14	130	70	90	10
160-163	3.10	414	2.95	36	16	106	74	82	13
170-173	2.95	388	3.00	33	15	116	73	82	15
180-183	3.10	395	2.85	32	16	99.7	69	80	13
190-193	2.95	504	2.95	31	14	127	73	85	15
200-203	2.95	514	2.85	29	11	112	70	76	13
210-213	2.97	515	2.80	25	11	118	68	82	14
220-223	3.10	484	2.85	25	11	118	69	79	13
230-233	2.95	355	2.75	24	10	124	67	79	13
240-243	3.15	355	2.80	23	14	98.1	69	86	15
250-253	2.80	353	3.15	21	12	110	74	86	9.1
260-263	2.60	342	2.65	24	9	117	67	77	11
265-267	2.60	423	2.65	21	9	114	74	66	12
270-273	2.45	408	2.30	23	9	111	55	81	8.8
280-283	2.65	539	2.75	23	11	102	44	55	11
290-293	2.55	637	2.30	23	11	85.2	44	62	11
300-303	2.60	681	2.45	24	9	79.5	43	61	11
310-313	2.55	600	2.60	29	10	122	47	72	12
320-323	2.80	697	2.85	27	12	117	40	71	9.5
330-333	2.90	631	3.05	27	10	123	40	69	9.9
340-343	2.90	657	2.80	27	10	116	53	76	9.1
350-353	2.75	649	2.70	27	11	125	39	74	8.7

EK 7. BUC-10A sediment karotunda metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.

BUC-10A	Mn / Al	Fe / Al	Cu / Al	Pb / Al	Zn / Al	Ni / Al	Cr / Al	Co / Al
0-3	157	0.91	12.30	11.50	47	22	32	3.65
10-13	149	0.90	9.05	6.75	42	22	28	3.50
20-23	139	0.80	7.70	6.35	39	19	25	3.15
30-33	141	0.85	8.30	6.30	43	21	25	4.15
40-43	135	0.90	8.85	6.65	39	23	27	3.85
50-53	139	0.85	8.65	5.70	41	22	28	3.55
60-63	148	0.85	9.35	5.40	39	22	26	3.55
70-73	160	0.90	8.80	5.85	45	22	28	4.00
80-83	170	0.95	10.85	5.50	52	24	32	4.30
90-93	132	0.85	9.05	4.20	34	20	25	4.90
100-103	106	0.80	7.10	4.40	38	19	27	3.85
110-103	126	0.90	9.55	6.30	44	21	25	4.70
120-123	121	0.95	9.30	4.80	40	22	29	4.15
130-133	134	1.05	9.85	5.45	40	23	33	4.30
140-143	96	0.80	7.40	4.25	30	18	23	2.95
150-153	111	0.95	10.00	4.20	40	21	27	3.20
160-163	134	0.95	11.65	5.15	34	24	26	4.20
170-173	131	1.00	11.10	5.20	39	25	28	5.00
180-183	126	0.90	10.20	5.20	32	22	26	4.20
190-193	171	1.00	10.35	4.65	43	25	29	5.10
200-203	175	0.95	9.80	3.75	38	24	26	4.35
210-213	173	0.95	8.50	3.60	40	23	28	4.60
220-223	156	0.90	7.95	3.65	38	22	26	4.35
230-233	121	0.95	8.20	3.55	43	23	27	4.60
240-243	113	0.90	7.30	4.60	31	22	27	4.70
250-253	126	1.10	7.50	4.35	39	27	31	3.25
260-263	130	1.00	8.95	3.50	45	25	29	4.00
265-267	162	1.00	8.20	3.60	44	28	25	4.75
270-273	168	0.95	9.30	3.75	46	23	34	3.65
280-283	204	1.05	8.60	4.05	39	17	21	4.20

290-293	251	0.90	9.10	4.15	34	17	24	4.25
300-303	264	0.95	9.40	3.40	31	16	24	4.45
310-313	235	1.00	11.20	4.00	48	18	28	4.65
320-323	248	1.00	9.50	4.35	42	14	25	3.40
330-333	219	1.05	9.40	3.45	42	14	24	3.45
340-343	227	0.95	9.15	3.60	40	18	26	3.15
350-353	237	1.00	9.70	3.95	46	14	27	3.15

EK 8. BUC-10A sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.

BUC-10A	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
0-3	3.40	535	3.10	42	39	158	76	109	12
10-13	3.70	550	3.20	34	25	155	83	104	13
20-23	4.15	574	3.20	32	26	159	77	103	13
30-33	3.65	517	3.10	30	23	157	78	92	15
40-43	3.50	477	3.10	31	24	138	82	97	14
50-53	3.70	513	3.20	32	21	151	82	104	13
60-63	3.75	555	3.20	35	20	146	84	99	13
70-73	3.65	586	3.25	32	21	165	82	104	15
80-83	3.25	553	3.15	35	18	170	78	105	14
90-93	3.70	489	3.15	33	16	125	76	93	18
100-103	3.95	416	3.25	28	17	148	74	105	15
110-103	3.25	412	3.00	31	21	143	69	82	15
120-123	3.45	417	3.25	32	17	138	76	102	14
130-133	3.20	429	3.35	32	17	128	73	105	14
140-143	4.40	423	3.40	33	19	133	79	100	13
150-153	3.80	420	3.60	38	16	151	81	104	12
160-163	3.55	478	3.45	42	18	122	86	95	15
170-173	3.45	449	3.45	38	18	134	85	95	17
180-183	3.65	462	3.35	37	19	117	81	94	15
190-193	3.55	606	3.50	37	17	152	88	102	18

200-203	3.50	616	3.45	35	13	135	84	91	15
210-213	3.60	625	3.40	31	13	144	83	99	16
220-223	3.70	579	3.40	30	14	141	82	95	16
230-233	3.65	446	3.45	30	13	155	85	99	17
240-243	3.75	425	3.35	27	17	118	83	103	18
250-253	3.40	428	3.80	25	15	134	90	104	11
260-263	3.35	434	3.40	30	12	149	85	98	13
265-263	3.40	549	3.40	28	12	147	96	85	16
270-273	3.25	542	3.05	30	12	147	73	108	12
280-283	4.00	820	4.20	35	16	155	66	84	17
290-293	3.70	927	3.35	34	15	124	64	90	16
300-303	3.75	989	3.60	35	13	115	61	88	17
310-313	3.40	802	3.50	38	14	163	63	97	16
320-323	3.65	909	3.75	35	16	153	52	92	12
330-333	3.65	794	3.85	34	13	154	50	87	13
340-343	3.65	828	3.55	33	13	146	66	96	11
350-353	3.40	804	3.35	33	14	154	48	92	11

EK 9. CAG-3 sediment karotunun Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.

CAG-3	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
1.5	7.15	3220	3.62	40	55	105	84	113	19
7.5	7.10	3456	3.72	39	85	109	86	113	20
12.5	7.70	3958	4.15	45	80	118	96	112	22
20.5	6.75	2542	4.29	51	60	106	97	112	21
33	6.55	2292	4.1	39	45	98	100	109	21
40.5	7.10	2015	4.18	37	45	102	102	110	21
50	7.10	4728	3.76	33	36	91	95	106	20
60.5	7.65	2486	4.17	39	42	97	98	112	22
71	7.65	6140	4.15	38	38	95	106	114	22
81	8.15	1654	4.44	39	41	102	99	118	22
91	7.75	3762	4.15	40	40	94	102	116	22

101	7.90	2877	4.29	40	49	99	112	122	24
110.5	6.85	1648	3.89	31	77	84	92	100	21
121	7.75	1997	4.34	40	40	99	111	119	24
132.5	7.45	2377	4.05	35	36	88	96	106	22
139	8.10	3982	4.4	41	40	100	117	124	25
151	8.15	4312	4.47	38	36	94	111	116	25
165	8.35	2457	4.47	38	36	104	103	119	23
181	8.20	2932	4.47	39	42	100	97	118	21
192	8.10	1914	4.36	38	35	98	101	116	23
207	7.95	2646	4.35	39	30	94	99	114	23
224	7.75	1803	4.18	36	29	94	96	114	21
239.6				37	33	90	108		23

EK 10. CAG-3 sediment karotunun metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.

CAG-3	Mn / Al	Fe / Al	Cu / Al	Pb / Al	Zn / Al	Ni / Al	Cr / Al	Co / Al
1.5	450	0.51	5.60	7.70	14.70	11.75	15.80	2.65
7.5	487	0.52	5.50	11.95	15.35	12.10	15.90	2.80
12.5	513	0.54	5.85	10.35	15.30	12.45	14.50	2.85
20.5	375	0.63	7.55	8.85	15.65	14.35	16.55	3.10
33	351	0.63	5.95	6.90	15.00	15.30	16.70	3.20
40.5	283	0.59	5.20	6.35	14.35	14.35	15.45	2.95
50	667	0.53	4.65	5.10	12.85	13.40	14.95	2.80
60.5	324	0.54	5.10	5.50	12.65	12.80	14.60	2.85
71	804	0.54	4.95	4.95	12.45	13.85	14.90	2.90
81	203	0.55	4.80	5.05	12.55	12.15	14.50	2.70
91	487	0.54	5.15	5.15	12.15	13.20	15.00	2.85
101	364	0.54	5.05	6.20	12.55	14.20	15.45	3.05
110.5	241	0.57	4.55	11.25	12.30	13.45	14.65	3.05
121	258	0.56	5.15	5.15	12.80	14.35	15.35	3.10
132.5	318	0.54	4.70	4.80	11.80	12.85	14.20	2.95
139	491	0.54	5.05	4.95	12.35	14.45	15.30	3.10
151	528	0.55	4.65	4.40	11.50	13.60	14.20	3.05

165	294	0.54	4.55	4.30	12.45	12.35	14.25	2.75
181	358	0.55	4.75	5.15	12.20	11.85	14.40	2.55
192	237	0.54	4.70	4.35	12.15	12.50	14.35	2.85
207	332	0.55	4.90	3.75	11.80	12.40	14.30	2.90
224	232	0.54	4.65	3.75	12.10	12.35	14.70	2.70

EK 11. CAG-3 sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Fe, Cu, Pb, Zn, Ni, Cr ve Co miktarı dağılımı.

CAG-3	Al (%)	Mn (ppm)	Fe (%)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)	Co (ppm)
1.5	8.10	3647	4.10	45	62	119	95	128	22
7.5	8.00	3896	4.20	44	95	123	97	127	23
12.5	8.75	4498	4.70	51	91	134	109	127	25
20.5	7.65	2879	4.85	58	68	120	110	127	24
33	7.40	2593	4.65	44	51	111	113	123	24
40.5	8.05	2282	4.75	42	51	116	116	125	24
50	8.20	5485	4.35	38	42	106	110	123	23
60.5	8.75	2841	4.75	45	48	111	112	128	25
71	8.90	7156	4.85	44	44	111	124	133	26
81	9.20	1869	5.00	44	46	115	112	133	25
91	8.90	4344	4.80	46	46	109	118	134	25
101	9.15	3338	5.00	46	57	115	130	142	28
110.5	7.75	1873	4.40	35	87.5	95	105	114	24
121	8.70	2251	4.90	45	45	112	125	134	27
132.5	8.55	2717	4.65	40	41	101	110	121	25
139	9.30	4572	5.05	47	46	115	134	142	29
151	9.25	4883	5.05	43	41	106	125	131	28
165	9.60	2821	5.15	44	41	119	118	137	26
181	9.50	3397	5.20	45	49	116	112	137	24
192	9.20	2175	4.95	43	40	111	115	132	26
207	9.20	3059	5.00	45	35	109	114	132	27
224	8.90	2072	4.80	41	33	108	110	131	24
239.6				44	39	106	127		27

EK 12. C-15 sediment karötunun Al, Mn, Cu, Pb, Ni, Zn ve Cr miktarı dağılımı.

C-15	Al (%)	Mn(ppm)	Cu (ppm)	Pb(ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)
0-2	7.15	605	31	37	63	134	59
10-12	5.70	1318	28	26	59	106	32
15-17	6.95		28	30	69		155
20-22	5.90	1971	25	28	69	75	79
25-27	6.10	2440	23	30.5	70	71	77
35-37	6.15	1342	22.5	26	64	6	75
40-42	5.90	1507	22.5		60	64	70
45-45	5.05	3050	24	25.5	69	62	75
52-54	5.50	969	21	34	56	49	76
60-61	4.90	2257	20	24	51	60	65
67-69	5.70	789	22.5	42	56	87	81
74-75	4.95	720	18	23	41	89	68
80-82	5.95	2088	24	26	58	96	90
90-92	5.80	2174	28	33	67	69	84
120-122	5.15	2747	21	25	59	104	84.5
130-132	6.50	1887	26	32	76	64	90
140-142	6.40	1235	24.5	30	72	63	88
150-152	6.55	2589	22	30	79	65	83
158-160	5.15	3643	22	30	79	64	94
168-170	6.30	1891	26	27.5	75	66	96
178-180	5.45	1891	26	30	74	65	79
188-190	5.40	1862	26	29	74	64	96
197-199	6.35	1902	24	27	74	83	79
201-203	4.75	2039	19	24	55	70	62.5
204-205	5.60	2324	26	31	78	66	82.5
207-209	5.25	1257	24	28	66	64	79
211-212	5.71	2919	23	23	70	66	76

213-214	3.65	852	66	17	50	128	56
219-21	5.85	2534	25	24	74	66	90
25-227	5.65	2990	21	21	61	67	73
231-23	5.15	1799	20	19	55	73	71
237-239	5.25	1527	23	26	65	67	89
243-245	5.60	1995	24	23	63	76	79
249-251	5.90	1338	24	25	67	67	86
255-257	5.25	1736	29	2	65	65	81
263-265	5.50	1111	26	19.5	58	74	78
272-274	5.40	1465	27	21	67	72	87
285-287	5.80	1076	26	22	68	63	86
290-292	5.50	3106	26.5	24	72	64	83

EK 13. C-15 sediment karotunun metal değerlerinin Alüminyum ile normalizasyonu.

C-15	Mn(ppm)	Cu (ppm)	Pb(ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)
0-2	84	4.30	5.20	8.80	19	8.20
10-12	231	4.85	4.50	10.35	19	5.70
15-17		4.05	4.20	9.95		22.30
20-22	335	4.20	4.70	11.75	13	13.40
25-27	401	3.80	5.00	11.50	12	12.70
35-37	218	3.65	4.25	10.40	11	12.10
40-42	256	3.85	4.35	10.20	11	12.00
45-45	605	4.80	6.75	13.70	12	14.80
52-54	177	3.85	4.45	10.20	9	13.80
60-61	461	4.00	4.85	10.40	12	13.30
67-69	138	3.95	7.40	9.85	15	14.20
74-75	145	3.70	4.70	8.30	18	13.80
80-82	352	4.10	4.40	9.80	16	15.10

90-92	375	4.85	5.65	11.55	12	14.60
120-122	530	4.10	4.80	11.40	20	16.30
130-132	290	3.95	4.90	11.65	10	13.90
140-142	193	3.80	4.75	11.25	10	13.70
150-152	395	3.30	4.60	12.05	10	12.70
158-160	707	4.30	5.85	15.35	12	18.20
168-170	301	4.15	4.35	11.90	10	15.20
178-180	347	4.70	5.55	13.60	12	14.60
188-190	343	4.75	5.40	13.65	12	17.70
197-199	299	3.75	4.30	11.65	13	12.40
201-203	427	3.95	5.05	11.55	15	13.10
204-205	416	4.65	5.60	13.95	12	14.80
207-209	239	4.60	5.40	12.55	12	15.00
211-212	511	4.00	4.05	12.25	12	13.40
213-214	233	18.20	4.70	13.70	35	15.40
219-21	433	4.30	4.05	12.65	11	15.40
25-227	528	3.75	3.65	10.80	12	13.00
231-23	350	3.85	3.70	10.70	14	13.90
237-239	290	4.30	4.90	12.35	13	16.90
243-245	357	4.35	4.05	11.25	14	14.20
249-251	227	4.15	4.25	11.35	11	14.60
255-257	329	5.45	4.20	12.35	12	15.40
263-265	202	4.70	3.55	10.55	13	14.10
272-274	271	5.05	3.90	12.40	13	16.10
285-287	186	4.50	3.85	11.70	11	14.80
290-292	563	4.80	4.40	13.05	12	15.00

EK 14. C-15 sediment karotunda toplam karbonat miktarının giderilmesi ile hesaplanan Al, Mn, Cu, Pb, Ni, Zn ve Cr miktarı dağılımı

C-15	Al (%)	Mn(ppm)	Cu (ppm)	Pb(ppm)	Ni (ppm)	Zn (ppm)	Cr (ppm)
0-2	7.80	658	33	41	68	146	64
10-12	6.20	1433	30	28	64	115	35
15-17	7.75		32	33	77		172
20-22	6.60	2214	28	31	78	84	88
25-27	6.80	2735	26	34	78	80	87
35-37	6.85	1493	25	29	71	73	83
40-42	6.55	1674	25	28	67	71	78
45-45	5.65	3432	27	38	78	70	84
52-54	5.85	1035	22	26	60	52	81
60-61	5.45	2501	22	26	57	66	72
67-69	6.05	840	24	45	60	93	86
74-75	5.15	752	19	24	43	93	71
80-82	6.55	2303	27	29	64	106	99
90-92	6.50	2444	32	37	75	78	95
120-122	5.75	3055	24	28	66	116	94
130-132	7.30	2121	29	36	85	72	102
140-142	7.15	1376	27	34	80	70	98
150-152	7.40	2919	24	34	89	73	93
158-160	5.80	4108	25	34	89	72	106
168-170	7.05	2117	29	31	84	74	107
178-180	6.10	2112	29	34	83	73	89
188-190	6.05	2071	29	33	82	71	107
197-199	7.05	2107	26	30	82	92	87
201-203	6.65	2837	26	33	77	97	87
204-205	6.25	2601	29	35	88	74	92

207-209	5.85	1397	27	31	73	71	88
211-212	6.45	3292	26	26	79	74	86
213-214	3.70	868	68	17	51	131	57
219-21	6.50	2812	28	26	82	73	100
25-227	6.25	3307	24	23	67	74	81
231-23	5.70	1993	22	21	61	81	79
237-239	5.80	1689	25	28	72	74	98
243-245	6.20	2208	27	25	70	84	88
249-251	6.70	1520	28	28	76	76	98
255-257	5.95	1954	32	25	73	73	91
263-265	6.10	1238	29	22	65	82	86
272-274	6.05	1641	31	24	75	81	98
285-287	6.55	1219	30	25	77	71	97
290-292	6.40	3591	31	28	83	74	95

ÖZGEÇMİŞ

- Adı Soyadı : Erol SARI
- Doğum Yeri : Nazimiye
- Doğum Tarihi : 29-09-1972
- Lise : (1986 – 1989), Erzincan Kazım Karabekir Lisesi
- Lisans : (1989 – 1993), Süleyman Demirel Üniversitesi Jeoloji Müh. Bölümü
- Yüksek Lisans : (1997 – 1994), İstanbul Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü
- Doktora : (1997 – 2003), İstanbul Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü
- Çalıştığı Kurum : 1996 devam ediyor, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü.