

**KÜÇÜKKUYU, GÜRE VE DİKİLİ
KOYLARINDA TOPLAM KARBON (TC),
TOPLAM ORGANİK KARBON (TOC),
İNORGANİK KARBON (IC), TOPLAM
AZOT (TN) VE C/N ORANLARINA BAĞLI
OLARAK KITA İÇİ KİRLİLİĞİN
ARAŞTIRILMASI**

Sevinç YÜMÜN

Yüksek Lisans Tezi

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Ali Rıza DİNÇER

2019

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KUÇÜKKUYU, GÜRE VE DİKİLİ KOYLARINDA TOPLAM KARBON (TC),
TOPLAM ORGANİK KARBON (TOC), İNORGANİK KARBON (IC), TOPLAM
AZOT (TN) VE C/N ORANLARINA BAĞLI OLARAK KITA İÇİ KİRLİLİĞİN
ARAŞTIRILMASI**

SEVİNÇ YÜMÜN

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. ALİ RIZA DİNÇER

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır.

Doç. Dr. Ali Rıza Dinçer danışmanlığında, Sevinç YÜMÜN tarafından hazırlanan “Küçükuyu, Güre Ve Dikili Koylarında Toplam Karbon (TC), Toplam Organik Karbon (TOC), İnorganik Karbon (IC), Toplam Azot (TN) Ve C/N Oranlarına Bağlı Olarak Kıta İçi Kirliliğın Araştırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Çevre Mühendisliğı Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliğı ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı: Doç. Dr. Tuğba ÖLMEZ HANCI

İmza :

Üye: Doç. Dr. Yalçın GÜNEŞ

İmza :

Üye: Doç. Dr. Ali Rıza DİNÇER

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KÜÇÜKKUYU, GÜRE VE DİKİLİ KOYLARINDA TOPLAM KARBON (TC), TOPLAM ORGANİK KARBON (TOC), İNORGANİK KARBON (IC), TOPLAM AZOT (TN) VE C/N ORANLARINA BAĞLI OLARAK KITA İÇİ KİRLİLİĞİN ARAŞTIRILMASI

Sevinç YÜMÜN

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Ali Rıza DİNÇER

Bu çalışmanın amacı, Küçükkuyu, Güre ve Dikili deniz sedimanlarındaki toplam organik karbon (TOC), inorganik karbon (IC), toplam karbon (TC) ve toplam azot (TN) konsantrasyonlarını tespit ederek kirliliğin kıta içi yada denizel kaynaklı olup olmadığını açığa çıkarmaktır. Çalışma kapsamında Küçükkuyu, Güre ve Dikili bölgelerinde sırasıyla 13.0-28.0 m, 13.20-16.0m ve 10-19 m derinliklerde karot numuneler alınarak Namık Kemal Üniversitesi Merkez Laboratuvarında analiz edilmiştir. Küçükkuyu, Güre ve Dikili bölgesinde TOC değerleri sırasıyla 10.35-20.36, 8.14-16.40 ve 2.71-12.60 g/kg arasında ölçülmüştür. En yüksek TOC konsantrasyonları Küçükkuyu’da bulunmuştur. IC konsantrasyonları her üç nokta için (Dikili, Güre ve Küçükkuyu) sırasıyla 5.64-9.43, 3.67-9.94 ve 6.05-8.71 g/kg ölçülmüştür. Her üç sondaj noktası için IC kirlilik kaynağının benzer olduğu tespit edilmiştir. Her üç sondaj noktasında toplam azot kirliliği kaynağının da benzer olduğu bulunmuştur. En yüksek azot konsantrasyonları Küçükkuyu’ da ölçülmüştür. Güre’ de diğer iki sondaj noktasına göre daha az azot konsantrasyonu ölçülmüştür. TOC/TN <10 olması durumunda organik kirliliğin kaynağının kıta içi aktivitelerden kaynaklanmadığı belirtilmiştir. Küçükkuyu, Güre ve Dikili’de sırasıyla TOC/TN oranları 6.5-16.97, 12.33-46.89 ve 2.82-14.48 aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Bu durumda en yüksek TOC/TN oranı Güre bölgesinde bulunmuştur. Diğer numune noktalarında da ölçülen organik maddenin ana kaynağının kıta içi(karasal) olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Kıtasal kirlilik, TOC, C/N, TN

2019, 51 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

INVESTIGATION OF CONTINENTAL POLLUTION IN KÜÇÜKKUYU, GÜRE, DİKİLİ BAYS BASED ON TOTAL CARBON(TC), TOTAL ORGANIC CARBON(TOC). INORGANIC CARBON(IC), TOTAL NITROGEN(TN) AND C/N RATIOS

Sevinç YÜMÜN

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor : Ali Rıza DİNÇER

The aim of the study was to determine the total organic carbon (TOC), inorganic carbon (IC), total carbon (TC) and total nitrogen (TN) concentrations in Küçükkuuyu, Güre and Dikili sea sediments and to determine whether the pollution is inland or marine source. Within the scope of the study, core samples were collected at 13.0-28.0 m, 13.20-16.0m and 10-19 m depths in Küçükkuuyu, Güre and Dikili regions and analyzed in Namık Kemal University Central Laboratory. TOC values in Küçükkuuyu, Güre and Dikili regions were measured between 10.35-20.36, 8.14-16.40 and 2.71-12.60 g / kg, respectively. The highest concentration of TOC was found in Küçükkuuyu. IC concentrations were measured for all three points (Dikili, Güre and Küçükkuuyu) at 5.64-9.43, 3.67-9.94 and 6.05-8.71 g / kg, respectively. The IC pollution source was found to be similar for all three drilling points. It has been found that the total source of nitrogen pollution is similar at all three drilling points. The highest nitrogen concentrations were measured in Küçükkuuyu. In Güre, less nitrogen concentration was measured than the other two drilling points. In the case of $TOC / TN < 10$, it is stated that the source of organic pollution is not caused by intra-continental activities. TOC / TN ratios in Küçükkuuyu, Güre and Dikili were found to vary between 6.5-16.97, 12.33-46.89 and 2.82-14.48, respectively. In this case, the highest TOC / TN ratio was found in Güre region. It can be said that the main source of organic matter measured in other sample points is inland (terrestrial).

Key words: Continental pollution, TOC, C / N, TN

2019, 51 pages

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ	v
ŞEKİL DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vii
ÖNSÖZ	ix
1.GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Yöntemleri	3
1.1.1 Öncel Çalışmalar	3
1.1.2 Arazi Çalışmaları	3
1.1.3 Laboratuar Çalışmaları	3
1.1.4 Büro Çalışmaları	3
2. KURAMSAL TEMELLER	4
2.1 Çalışma Alanının Sosyo-Ekonomik Durumu	4
2.2 Çalışma Alanının Coğrafik Özellikleri	4
2.3 Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri	6
2.4 Çalışma Alanının Jeotermal Özellikleri	6
2.5 Çalışma Alanının Kirlilik Durumu	7
2.5.1 Turizmden kaynaklanan kirlilik.....	7
2.5.2 Katı atık ve altyapı sorunundan kaynaklanan kirlilik.....	7
2.5.3 Sanayiden kaynaklanan kirlilik.....	7
2.5.4 Tarımdan kaynaklanan kirlilik	8
2.6 Çalışma Alanının Ekolojik Özellikleri	8
2.6.1 İklim.....	8
2.6.2 Deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu ve akıntılar	8
2.6.3. Kıyı ve deniz dibi topoğrafyası.....	10
3. DENİZEL ORTAMLARIN ÖZELLİKLERİ	12
3.1 Akıntılar.....	12
3.2 Sıcaklık	12
3.3 Optik Özellikler	13
3.4 Gel-git.....	13
3.5 Tuzluluk.....	13

3.6 Elektriksel İletkenlik.....	15
3.7 Yoğunluk	15
3.8 pH	16
3.9 Çözünmüş Gazlar	16
3.10 Bulanıklık	18
4. DENİZ KİRLİLİĞİ VE DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER.....	19
4.1. Denizlerde Kirlilik.....	19
4.2. Deniz Kirliliğine Etki Eden Faktörler	21
4.2.1 Çözünmüş oksijen eksikliği	21
4.2.2 Zehirli gazların neden olduğu kirlilik	22
4.2.3 Azot ve fosforun yol açtığı kirlilik.....	22
4.2.4 Petrol ve türevleri	23
4.2.5 Deterjanlar.....	23
4.2.6 Patojen mikroorganizmalar	24
4.2.7 Askıda katı maddeler	24
4.2.8 Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	24
4.2.9 Radyoaktif kirleticiler.....	25
4.2.10 Ağır metaller ve iz elementler.....	25
5. DENİZLERDE ORGANİK VE İNORGANİK KİRLİLİĞİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER	27
5.1 Toplam Organik Karbon.....	28
5.2 Organik Karbon	29
5.3 İnorganik Karbon.....	29
5.4 Toplam Azot.....	29
5.5 C/N oranı	30
6. LABORATUAR ÇALIŞMALARI.....	31
6.1. Materyal Temini	31
6.2 TC, TOC ve IC ve C/N Analizlerinin Yapılması	33
6.3 Sediman Çökelim Hızı ve Tarihlendirme:.....	33
7. ARAŞTIRMA BULGULARI	35
8. TARTIŞMA VE SONUÇ	46
9.KAYNAKLAR.....	48

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 3. 1: Deniz suyunun içeriğinde bulunan erimiş tuzlar (Peker 2007).....	14
Çizelge 6. 1: Ölçülen Radokarbon Yaşı (Yümün and Önce, 2017).....	34
Çizelge 7. 1: Küçükkuyu (Çanakkale) , Güre (Balıkesir) ve Dikili(İzmir) Sondajlarında Elde Edilen Numunelerin TOC, OC, IC Yoğunlukları.....	35
Çizelge 7. 2: Küçükkuyu (Çanakkale) , Güre (Balıkesir) ve Dikili(İzmir) Sondajlarında Elde Edilen Numunelerin TN Yoğunlukları.....	36

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 2. 1: Edremit körfezi mevsimsel değişimlere göre sıcaklık değişimleri (Meriç ve ark. 2012).....	9
Şekil 2. 2:Edremit körfezi deniz suyu mevsimlik tuzluluk değişimi (Önce 2014).....	10
Şekil 2. 3: Edremit Körfezi batimetri haritası (Meriç ve ark. 2012)	11
Şekil 3. 1: Deniz suyunda tuzluluğun derinlikle değişimi (Peker 2007).....	15
Şekil4.1:Doğada Ağır Metal Kirliliğinin Oluşum Şeması (Rether 2002).....	26
Şekil 6. 1: Çalışma Alanının Yerbulduru ve Numune Lokasyon Haritası.....	31
Şekil 6. 2: Güre bölgesine ait sondaj karot örneği.....	32
Şekil 6. 4: Dikili bölgesine ait sondaj karot örneği.....	32
Şekil 6. 3: Küçükkuyu bölgesine ait sondaj karot örneği.....	32
Şekil 7. 1:Güre deniz tabanı sondajında derinliğe bağlı olarak TC, IC, TOC ve TN konsantrasyon değişimi.....	37
Şekil 7. 2:Küçükkuyu deniz tabanı sondajında derinliğe bağlı olarak TC, IC, TOC ve TN konsantrasyon değişimi.....	38
Şekil 7. 3:Dikili deniz tabanı sondajında derinliğe bağlı olarak TC, IC, TOC ve TN konsantrasyon değişimi.....	39
Şekil 7. 4: Dikili SK-1, Güre SK-3 ve Küçükkuyu SK-3 Sedimanlarının TN, TC, IC ve TOC Değerlerinin Derinlikle Değişimlerinin Korelasyon Grafiği.....	40
Şekil 7. 5: Edremit Körfezinin Kirlilik İndeksi Haritası (Yümün and Önce, 2017).....	42
Şekil 7. 6:Güre Koyu deniz tabanında sondaj derinliğine bağlı olarak TOC/TN oranlarının değişimi.....	43
Şekil 7. 7:Küçükkuyu deniz tabanında sondaj derinliğine bağlı olarak TOC/TN oranlarının değişimi.....	44
Şekil 7. 8:Dikili deniz tabanında sondaj derinliğine bağlı TOC/N oranlarının değişimi.....	45

SİMGELER DİZİNİ

ABS	: Alkil benzen sülfonatlar
Ag	: Gümüş
As	: Arsenik
AS	: Alkol sülfotlar
Br	: Brom
C	: Karbon
Cd	: Kadmiyum
Cr	: Krom
CO ₂	: Karbondioksit
DDB	: Dodesil benzen
F	: Flor
HCO ₃	: Bikarbonat
H ₂ S	: Hidrojen Sülfür
Hg	: Cıva
IC	: İnorganik karbon
LAB	: Lineer alknin benzen
LAS	: Lineer alkil sülfonatlar
N	: Azot
N ₂	: Azot molekülü
NH ₃	: Amonyak
Ni	: Nikel
O ₂	: Oksijen molekülü
OM	: Organik madde
PAH	: Polisiklik aromatik hidrokarbonlar
Pb	: Pb
Ppm	: (Parts per million) milyonda bir
SO ₂	: Kükürt dioksit
SO ₄	: Sülfat
Sn	: Kalay
Sr	: Stronsiyum
STPP	: Sodyum tripolifosfat

TOC : Toplam organik karbon

TN : Toplam azot

TC : Toplam karbon

Zn : Çinko

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezimi gerçekleştirmem için bilgi ve donanımlarımı benden esirgemeyerek paylaştan değerli hocalarım Sayın Doç.Dr. Ali Rıza DİNÇER ve Sayın Doç. Dr. Zeki Ünal YÜMÜN'e,

Yüksek lisans tezimi gerçekleştirmem için gereken numune ve ekipmanı hiçbir ücret talep etmeksizin sağlayan bilimsel çalışmalara yaptığı katkılarından dolayı Yümün Mühendislik' e,

Tez çalışmamı yapmamda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli meslektaşım Sayın Öğr.Gör. Melike ÖNCE 'ye,

Eğitim ve öğretim hayatımın her aşamasında maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, bu günlere gelmemi sağlayan sevgili babam Yusuf YÜMÜN ve annem Nuriye YÜMÜN ' e,

Her zaman yanımda olarak sevgilerini ve desteklerini hiç esirgemeyen sevgili kız kardeşlerim Sibel YÜMÜN, Hatice YÜMÜN ve Fatma YÜMÜN 'e ,

Tez çalışmam boyunca maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan çok kıymetli arkadaşlarıma,

En içten teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2019

Sevinç YÜMÜN
(Çevre Mühendisi)

1.GİRİŞ

Karbon (C) ve azot (N) gibi kararlı izotoplar, çevredeki jeokimyasal süreçleri değerlendirmek ve antropojenik etkiyi tespit etmek için kullanılan araçlardır. Organik maddenin ana bileşenleri olan C ve N, doğal sistemdeki antropojenik modifikasyonlar da dahil olmak üzere hidrolojik akışlarının ve tortul süreçlerinin ayak izlerini taşıyabilir (Zetsche ve ark. 2011; Souzaa ve ark. 2017).

Elementel bileşim ve C/N oranları, sedimentlerde organik karbon kaynakları için vekil olarak sıklıkla kullanılır. (Jacob ve ark. 2011). Toprak ve sedimanlarda organik karbon ve azot esas olarak bitkilerin ve hayvanların veya planktonların veya kimyasal kirletici maddeler, gübreler veya organik zengin atıklar gibi antropojenik kaynakların ayrışmasından kaynaklanmaktadır (Avramidisa ve ark. 2015). Sedimanlarda bulunan hidrokarbonlar, oluşum kaynakları ile iyi korelasyon gösterdikleri için etkili izleyiciler olarak kabul edilir (Meyers 2003). Pará River nehir yatağında bulunan düşük C/N oranı (10 ± 2.3), evsel atıklardan ve endüstriyel atık deşarjlarından etkilenen fitoplankton topluluğu tarafından geliştirilen birincil verimliliğin aşamalı olarak arttığına işaret etmektedir (Vilhena ve ark. 2017). Organik maddenin kökenleri çoğu zaman temel ve moleküler yapılardan çıkarılabilir. (Meyers ve ark. 1984).

Atomik TOC/N oranı, organik maddeyi denizel veya karasal olarak ayırır. Karasal organik madde, nitrojene göre karbonda zenginleştirilmiştir ve yüksek bir TOC/N oranı göstermektedir (Hecky ve ark. 1993). Farklılıklar, kaynakların yapısal bileşenlerine bağlıdır. Vasküler bitkiler, selüloz gibi karbon bakımından zengin bileşiklerden, algler ise azot bakımından zengin proteinlerden oluşur (Bianchi ve Canuel 2011). Karasal kaynaklı organik maddelerin TOC/N oranı 12 ile 14 arasında değişmektedir (Meyers ve ark. 1984). Vasküler kara bitkilerinde ve mangrov yapraklarında TOC/N oranları 20'den yüksek bulunmuştur (Azevedo 2003; Lallier-Verges ve ark. 1998).

TOC/N oranı 6 ile 8 arasında ise, planktonik deniz kökenli organik maddenin özelliğini yansıtır (Venkatesan ve Kaplan 1987). Bir ara değer olarak TOC/N=10 oranı deniz ve karasal kaynaklar arasındaki karışım bölgelerinin karakteristik özelliğini yansıtır (Stein 1991). Allochthonous (buzulla beslenen) ve ototonoz (yerinde üretilen) karbonatlar, karbonatların kökenlerinde buzlu veya biyojenik olduklarını ve organik maddenin biyolojik olarak türetildiğini varsaymak suretiyle ayırt edilebilir (buzul kaynaklı malzemede OC ihmal edilebilir)(Koziorowska ve ark. 2017). TOK değeri deniz sularında 1 mg/L, göl veya nehir sularında 2-10 mg/L, bataklıklarda 10 g/L'ye kadar değişim göstermektedir (Bayram ve ark.

2011; CWQGs 1996).Biyolojik parçalanma sonucunda OC'nin deniz sedimentlerinde birikmesi atmosferik CO₂'nin azalmasına önemli ölçüde katkıda bulunduğu bilinmektedir. Toplam alkalilikteki değişiklikler, atmosferden CO₂ salınımını artırır yada azaltır. Aksine, biyojenik karbonatların oluşumu alkaliliği azaltır ve zıt etkilere yol açar (Koziorowska ve ark. 2017). Sucul sistemlerdeki metallerin çoğu partikül faz ile ilişkilidir ve kirleticilerin % 99'undan fazlası ince taneli çökeltilerde organik madde ve oksitler ile kompleks halinde bulunur (Martínez-Santos ve ark. 2015; Bartoli ve ark. 2012).

Deniz ortamında organik madde(OM), biyokimyasal oksidasyona direnç gösteren bileşiklerden oluşur. Kirilenmemiş doğal sularda TOK değeri hümik maddelerden ve kısmen bozulmuş bitkilerden veya hayvansal maddelerden kaynaklanır (Visco ve ark. 2005; Bayram ve ark. 2011). Yümün ve Önce tarafından yapılan bir araştırmada Küçükkuyu(Çanakkale) bölgesinde yapılan deniz tabanı sondajları sonucunda elde edilen numunelerde ağır metal kirliliği ve foraminifer popülasyonları tespit edilmiştir (Yümün ve ark. 2017). Refrakter bileşikler (humik ve fulvik asitler), yapısal karbonhidratlar ve siyah karbon genellikle sedimanter organik maddenin çoğunu oluşturur ve çoğunlukla karadan denize getirilirler (Winogradow ve ark. 2017).

C_{org}/N_{top} oranları, paleolake kombine azotun daha fazla bulunabilirliğini ve muhtemelen yosun türevi organik madde yüklemesini göstermektedir. Organik maddenin özellikleri, kökeni hakkında bilgi verir. Biyojeokimyasal döngüleri anlamak için organik madde oluşumu ve bu organik maddenin sedimanlarda birikmesi çok önemlidir. (Sampaio ve ark. 2010; Waterson ve Canuel 2008). Bugüne kadar yapılan çalışmaların sonuçları, C_{org}'un % 60-80'inin karadan kaynaklandığını (allochthonous) gösterir, ancak diğer çalışmalar deniz organizmalarının sedimanlarda bulunan OM'de önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Koziorowska ve ark. 2016).

Bu yüksek lisans tezi çalışma bölgesi için kıta içi ve deniz kirliliğini zaman ve derinlik boyutunda irdeleyecek bilimsel bir çalışma olmuştur. Dünya genelinde bölgesel anlamda bu tür çalışmalar mevcuttur. Bu çalışma ile kıta içi aktivite ve sanayileşmeye bağlı olarak çalışma bölgesinin nasıl kirlendiği ortaya çıkarılacaktır. Deniz tabanında yapılan sondaj sonucunda elde edilen sediman numuneleri sayesinde çalışma bölgesinin zaman içinde kıta içi kirliliklerden nasıl etkilendiği bulunarak, gerekli tedbirlerin alınması, planlanması yapılmıştır.

Bu çalışma kapsamında deniz tabanından alınan çamur örneklerinde toplam karbon(TC), toplam inorganik karbon(IC), toplam azot(TN) ve C/N analizleri yapılarak deniz ve kıta içi kirlilik araştırılmıştır. Küçükkuyu Koyu'nda 13.00-28.00 m , Güre Koyu'nda 13.20-16.00 m , Dikili Koyu'nda 10.00-19.00 m derinliğinde sondaj yapılarak, alt katmanlarda OM dağılımının

detaylı bir değerlendirmesi yapılmıştır. Sonuçlardan hareketle bu bölgede (Küçükkuyu,Güre,Dikili) kıta içi kirliliğin yüksek olduğu tesbit edilmiştir. SK1(Dikili), SK3(Güre) ve SK3(Küçükkuyu) deniz tabanı çökelti analizleri sonucunda TOC/TN oranı 2.82-46.89 arasında bulunmuştur.

1.1 Çalışma Yöntemleri

Ege Denizi içerisinde yer alan Edremit Körfezi'nde Güre, Küçükkuyu ve Dikili bölgelerinde güncel sedimanların toplam organik karbon, organik karbon, inorganik karbon ve C/N analizleri ve bu parametrelerin kıta içi kirliliği üzerindeki etkilerinin araştırılması konulu bu çalışma, öncel çalışmalar, arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları olarak 4 safhada gerçekleştirilmiştir.

1.1.1 Öncel alışmalar

Ege Denizi ve diğer denizlerin tabanlarında biriken çoğunlukla güncel (Holosen) sedimanlarda yapılmış toplam organik karbon,organik karbon,inorganik karbon ve C/N analizleri bu parametrelerin kıta içi kirliliği üzerindeki etkileri konularını içeren önceki çalışmalar derlenmiştir. Derlenen çalışmaların bu çalışmayla benzer ve farklı yönleri irdelenerek, tez çalışmalarının yürütülmesinde kılavuz olarak kullanılmıştır.

1.1.2 Arazi alışmaları

Edremit Körfezinde (Güre, Küçükkuyu ve Dikili) , Yümün Mühendislik (Yümün Mühendislik Yapı Zemin İnşaat San Tic. Ltd. şti.) tarafından deniz üzerine modüler olarak kurulan içerisinde duba ve sondaj makinası ile 3 adet ortalama 20 m derinliğinde sondajlar yapılmıştır. Yapılmış olan sondajlardan elde edilen sediman karotları özel karot sandıklarında korunmuş olup, bu çalışmada analizleri yapılmıştır.

1.1.3 Laboratuvar alışmaları

Laboratuvar alışmaları Bölüm 6.1 'de detaylı olarak verilmiştir.

1.1.4 Büro alışmaları

Büro alışmaları kapsamında öncel çalışmalar, arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmalarının sonuçlarını yorumlanıp, çizim ve grafikler tamamlanarak tez yazımına geçilmiştir.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1 Çalışma Alanının Sosyo-Ekonomik Durumu

Bölgenin ekonomisi zeytincilik ve turizme dayanır. Türkiye'deki zeytin ağaçlarının yaklaşık %10'u bu bölgededir. Bu ağaçlardan üretilen 260.000 ton zeytinin %15-20'si sofralık olarak, geriye kalan ise zeytinyağına dönüştürülerek kullanılır. Bu 45.000 ton zeytinyağı demektir, yani Türkiye'nin zeytinyağı üretiminin %28'ine denk gelir (Önce 2014).

Çalışma alanının yeraltı kaynakları ise; Altın bölgedeki önemli madenlerin başında gelir. Havran da altın madenciliği, Roma ve daha eski dönemlere kadar uzanır ve Havran ismi de altından gelir. Modern altın madenciliği bu ilçenin Büyükdere ve Küçükdere köylerinde yapılmıştır. 2010 yılında son verilen madencilik faaliyetleri sonrasında, bölge rehabilite edilmiştir. Günümüzdeki altın arama çalışmaları Kaz Dağın'da sürmektedir. Ayrıca Ayvalık'ın güneyindeki Tuzla'da tuz çıkarma işlemleri yapılmaktadır (Önce 2014). Bölgenin rezerv açısından önemli bir madeni olan demir, Edremit-Eymir bölgesinde bulunur. Bunun dışında, Ayvacık'daki uranyum, Edremit'deki gümüş rezervleri bölgenin diğer madenleri olarak sıralanabilir (Önce 2014).

2.2 Çalışma Alanının Coğrafik Özellikleri

Ege Denizi, Akdeniz'in kuzeyinde, doğuda Anadolu'nun batı kıyıları; kuzeyde, Trakya ve Doğu Makedonya güney kıyıları; batıda, Tesalya ve Mora Yarımadası doğu kıyıları; güneyde Girit ve Rodos Adası ile çevrilmiş bulunan kuzey-güney yönünde uzanan bir denizdir (Cevri 2015).

Dikili ilçesi; Ege Bölgesi'nde Ege Bölümü'nün kuzey kıyılarında yer almaktadır. Batısında Ege Denizi, kuzeydoğusunda Madra Dağı, güneyinde Çandarlı Körfezi ile çevrelenmiştir. Dikili; Bergama (İzmir), Ayvalık (Balıkesir), Midilli Adası (Yunanistan) ile komşuluk yapmaktadır. Dikili ilçe merkezi, İzmir'e 118 km, Ayvalık'a 42 km, Bergama'ya 27 km uzaklıktadır (Baykal ve ark. 2011).

Edremit Körfezi, Babakale Burnu ile Çıplakada arasında yer alır. Maksimum derinliği 113 m etredir (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz 2012).

Edremit Körfezi, Ayvalık İlçesi'nin kuzeyinde, Alibey Adası, Midilli Adası, Baba Burnu ve akçay arasında uzanan üçgen şeklinde bir körfezdür. Körfezin doğu ucunda deniz seviye sine yakın kara topografyası Edremit-Burhaniye-Havran üçgeninde de devam eder.

Körfezin kuzey sınırında kara topografyası, dar bir kıyı şeridinin arkasında süratle yükselerek Bababurnu'ndan Balıkesir'e doğru batı-doğu doğrultusunda uzanan Kaz Dağları

Masifini oluşturur. Körfezin güney kıyıları genelde kuzeydoğu- güneybatı doğrultusunda uzanmakla birlikte kuzey kıyılarına oranla daha girintili çıkıntılıdır. Ayvalık civarında büyüklü küçüklü birçok ada yer alır (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz 2012).

Güre Balıkesir'in Edremit ilçesine bağlı Edremit Körfezi'nde bulunan bir beldedir. Edremit'e 12 km uzaklıktadır. İlçe Ege Bölgesi'nde Edremit Körfezi ile Kaz Dağı arasındaki sahaya yerleşmiştir. Kuzey yarımkürede , Asya Kıta'sının en batı ucu olan Bababurnu'ndan 85 km doğuda denizden 6 km içeride olup, 39 derece 35 dakika 30 saniye Kuzey Paraleli, 27 derece 2 dakika 48 saniye Doğu Meridyenleri'nin üzerindedir.

Batıda Ege Denizi, Ayvacık ve Ezine ilçesi, kuzeyde Bayramiç ve Yenice ilçeleri, doğuda Havran ilçesi, güneyde Burhaniye ilçesi ile çevrilidir. İlçe merkezi deniz seviyesinden 16 m yükseklikte olup, ilçe sınırları içerisinde en yüksek dağ olan Kaz Dağı'nın Sarıkız Tepesi 1767 m yükseklikindedir (Önce 2014).

Türkiye' nin kuzeybatısına düşen Küçükkuşu, Çanakkale'nin Ayvacık ilçesine bağlı bir turizm kasabasıdır. Batısında Altınoluk, Doğusunda Behramkale ve Kuzeydoğusunda Ayvacık bulunur. Denizden yüksekliği 273 m olan volkanik bir plato üzerinde bulunan Ayvacık ilçesi, arazi yapısı bakımından dağlık ve tepeliktir. İlçenin en büyük ovası 30 km² ile Tuzla Ovası'dır. Bunu Kösedere ve Babakale Ovaları izler. İnceleme Alanı Ege Denizi içerisinde bulunduğu için Ege bölgesinin iklim özelliklerini taşımaktadır (Önce 2014).

Güre- Küçükkuşu bölgesinde nehir yoktur. Uzunluğu 6-10 Km arasında değişen Edremit-Zeytinli, Kızılkıçili, Güre, Altınoluk ve Mıhlı Çayları mevcuttur. Bu çaylardan kıyı şeridinde çoğunlukla evsel atıksular gelmektedir (Önce 2014).

Bölgede aktif faylar mevcuttur. Bandırma Körfezi ile Edremit Körfezi arasındaki Biga Yarımadası'nda ve Manyas Göller bölgesindeki aktif faylar, Kuzey Anadolu Fayı'nın batı kesimini oluşturmaktadır (Önce 2014).

Müsellim Geçidi, Edremit Körfezi, Dikili Kanalı birbirleri ile dar suyollarıyla bağlantılıdır. Dolayısıyla güncel çökellerin birebir etkileşimi azdır. Bababurnu'ndan doğuya doğru Midilli ile Anadolu karasının en dar yerinde Müsellim kayalıkları Edremit Körfezi'nin açık deniz ile bağlantısını önemli oranda engellemektedir. Edremit Körfezi'nin Dikili Kanalı'na bağlandığı alanda -100 metreden -50 metreye sıçrama yapmaktadır. Bu batimetri farklılığı Edremit Körfezi'nde taban veya 50 metrenin altındaki malzemenin Dikili Kanalı'na geçmesini engellemektedir. Akıntının da kısıtlı olduğu bu bölgede Edremit Körfezi kapalı havza niteliğindedir (Önce 2014).

2.3 Çalışma Alanının Jeolojik Özellikleri

İnceleme alanı Ege Denizi içerisinde yer almaktadır. Ege Denizi'nin kuzeydoğu, jeolojik açıdan bugünkü konum ve şeklini çoğunlukla Miyosen'de başlayıp Orta Geç Pleyistosen'ne kadar devam eden tektonik-jeomorfolojik olaylar ve Pleyistosen-Holosen'de hakim küresel, iklimsel ve deniz düzeyi değişimleri sonucu kazanmıştır (Eryılmaz ve Yücesoy Eryılmaz 2012).

İnceleme alanında yapılan deniz sondajlarına dayanarak temelde Karakaya (Trkk) formasyonu yer aldığı saptanmıştır Deniz tarafında ise 0-9 m arasında değişen deniz suyu derinliğinden sonra 4-6 m kalınlığa sahip balçık (Yüksek su içerikli ince kumlu kil) daha derinlerde ise sıkı ve orta sıkı ince çakıllı kumlu kil zemin bulunmaktadır. Daha derinlerde ise Karakaya Formasyonu'nun ayrılmış üst düzeyleri yer almaktadır (Önce 2014).

Dikili güneyinde Çandarlı ilçe merkezleri arasında Yuntdaf volkanitleri yoğun olup, bu bölge Kozan ve ark. (1982) tarafından Karadağ Volkanik Alanı olarak adlandırılmıştır (Ercan ve ark. 1984).

2.4 Çalışma Alanının Jeotermal Özellikleri

Ege Denizi Türkiye kıyılarında Biga Yarımadası'nın güney kesimlerinden itibaren Marmaris Körfezi'ne kadar ulaşan kıyı şeridinde çok sayıda termal mineralli su kaynağı bulunmaktadır. Bu kaynakların oluşumunda bölgenin tektonik özelliği etken rol oynamıştır (Önce 2014).

Edremit çevresi termal suları, genç faylarla biçimlenen çöküntü havzası olan Edremit Körfezi'nin yapısal süreksizliklerle derinlere ulaşabilen sularının ısınarak yükselmesi ile oluşmaktadır (Öngör 2014).

Edremit'in 12 km kadar batısında yer alan bu jeotermal alanda 55-58 °C' ye ulaşan sıcaklar, kaynak ve sondajlarda görülmüştür. Bu alandan küçük çapta ısıtma amaçlı olarak yararlanılmaktadır. Güre bölgesi öncelikli olarak kaplıca amaçlı değerlendirilmelidir. Bu alanda MTA tarafından jeoloji, jeofizik ve sondaj çalışmaları yapılmış olmakla beraber daha geniş kapsamlı çalışmalarda yapılmalıdır. Güre bölgesi termal suları kimyasal olarak sodyum sülfatlıdır. Güre jeotermal alanın muhtemel potansiyeli hesaplanırken, jeotermal alan 3 km² , su kullanım sıcaklığı 55-35 °C ve rezervuar kalınlığı 400 m olarak alınmıştır. Buna göre hesaplanan muhtemel potansiyel 19,5 MW'dir. pH değerleri 6,4-9,05 oranında bir değer göstermektedir. Kimyasal yönden ise kaynakların beslenme ortamlarına göre; kalsiyum, sodyum bikarbonatlı, sülfatlı ve klorürlü olabilmektedir (Önce 2014).

2.5 Çalışma Alanının Kirlilik Durumu

Çalışma alanının kirlilik durumu dört ana başlık altında incelenebilir. Bunlar turizmden kaynaklanan kirlilik, katı atık ve altyapı sorunundan kaynaklanan kirlilik, sanayiden kaynaklanan kirlilik ve tarımdan kaynaklanan kirliliktir.

2.5.1 Turizmden kaynaklanan kirlilik

Yaz aylarında düzenlenen tekne turlarında tekneler sintine sularını buralarda bırakabilmekte, bu da denizin kirlenmesine sebep olmaktadır. İmbatın esmesiyle boşaltılan sintine suları kıyıya kadar gelmektedir (İrtem ve Soykan 2008). Turizmden kaynaklanan kirlilik daha çok dönemsel bir kirlilik yaratmaktadır.

2.5.2 Katı atık ve altyapı sorunundan kaynaklanan kirlilik

Güre – Küçükkuyu şeridinde yaklaşık 80.000 konut bulunmaktadır. Yaz aylarında bu konutlardan çıkacak evsel katı atıkların toplanmasının bir plan ve program çerçevesinde yapılması gerekir. Günübirlik kullanımlardan kaynaklanan katı atık kirliliği rüzgar ile yayılmakta ve ciddi kirliliğe neden olmaktadır. Evsel katı atıklar endüstriyel katı atıklarla düzensiz olarak depolanmaktadır. Buda tehlikeli atıkların yeraltı sularına ve oradan da deniz kıyı şeridine geçmesine neden olmaktadır (Önce 2014).

2.5.3 Sanayiden kaynaklanan kirlilik

Bölgenin ekonomisi zeytinciliğe dayandığından dolayı sanayi kuruluşu olarak da en çok zeytinyağı fabrikaları bulunmaktadır. Zeytinyağı üretimi, yılın belli zamanlarında yapılmaktadır. Bu tür agro-endüstrilerde genellikle atıksuların lagünlere verilip buharlaştırılarak arıtılması yoluna gidilmektedir. Edremit Körfezi çevresinde özellikle Küçükkuyu yöresinde yer alan bazı zeytinyağı fabrikaları üretim sonrası yeterince arıtılmayan ‘‘Karasu’’ denilen atık maddeleri bölge civarındaki derelere deşarj edilmekteydi. 2004 yılından itibaren zeytin karasuyunun lagünlerde buharlaştırılması yoluna gidilmiştir (Önce 2014).

Zeytin karasuyunun yağmurun etkisi ile lagünlerden taşarak ya da su kaynaklarına ve toprağa arıtılmadan verildiğinde ciddi hasarlara sebep olmaktadır (İrtem 2010).

Zeytinyağı atığı olan karasuyun çevreye verdiği kirlilikler; yüksek oranda organik kirlilik, kendine özgü koku, koyu mor-siyah renk, yağ içeriği, asit özelliği ve yüksek tuz oranıdır (Başkan 2010) .

Zeytinyağı atığı deniz üzerinde siyah yağlı bir tabaka oluşturur. Zeytin karasuyu evsel atık suyuna göre yaklaşık 230 kat daha kirlidir. Üretim dönemleri sebebiyle zeytin karasuyu mevsimsel bir kirlilik olduğu için etkisi daha yüksek olmaktadır. Zeytin karasuyu biyolojik bozunmaya dirençli fototoksik ve antibakteriyel fenol bileşikleri içeren bir atık sudur. Karasuyun arıtılmasına yönelik metotlar bu kapsamda dikkatle seçilmelidir (Başkan 2010).

2.5.4 Tarımdan kaynaklanan kirlilik

Tüm dünyada tarım, dağınık su kirliliğinin başlıca kaynağıdır. Tarımsal uygulamalar, su kirliliği yaratacak çeşitli maddelerin ortaya çıkmasına sebep olurlar. Sulara sızan tarım ilaçları (pestisitler) su organizmalarını ve insanları olumsuz yönde etkilerler. Gübre sızıntıları suların besin bakımından zenginleşmesini sağlar. Hayvan atıkları ve bitki kalıntıları, sularda yüksek BOİ (Biyokimyasal oksijen ihtiyacı) ve çamura sebep olur ve besin bakımından zenginleştirirler. Bu da su organizmalarının sayıca fazla miktarda artmasına ve su üzerinde kirlilik yaratmasına sebep olur (Önce 2014).

Tarım arazilerindeki toprak erozyonu sularda çökebilen katı madde miktarını artırır. Ayrıca, suda kolaylıkla çözünmeyen bazı tarım kimyasalları, bu katı taneciklere tutunarak sulara girer. Buradan anlaşılacağı gibi, toprak erozyonunu önlemek aynı zamanda su kirliliğini önlemek demektir (Önce 2014).

2.6 Çalışma Alanının Ekolojik Özellikleri

2.6.1 İklim

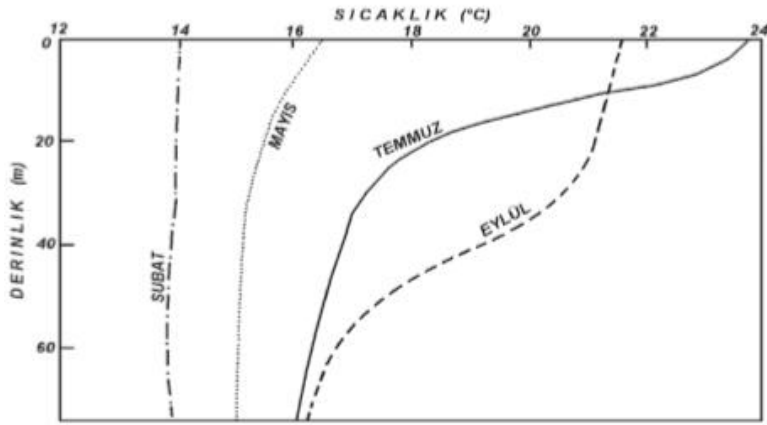
Yaz aylarında belirlenen yerel imbat-poyraz sistemleri bölgedeki tipik hava hareketleridir. Bölgede hakim rüzgar kuzeydoğu ve kuzey yönlüdür ve rüzgar şiddetinin yıllık ortalaması 4 bofor kuvvetindedir. Ortalama rüzgar hızı yıllık 5.4 knot civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklık 16.4⁰C dir. Edremit Körfezi'nde ortalama yağış miktarı yıllık 783.6 mm dir. Bölgede kış mevsiminde ortalama 379.4 mm, yazın ise 20.3 mm yağış düşer. Dikili Kanalı çevresinde ise ortalama yağış 668 mm dir (Meriç ve ark. 2012).

2.6.2 Deniz suyu sıcaklığı, tuzluluğu ve akıntılar

Edremit Körfezi'nde dip suyunun ekstrem değerleri ile ortalama değerlerinin arasında fark bulunmamasına rağmen yüzey suyunda mevsimlere göre farklılıklar gözlenmekte ve yüzey suyunun mevsimlere göre kalınlığı izlenebilmektedir.. İlkbahar (Mayıs)'da 10 m civarında;

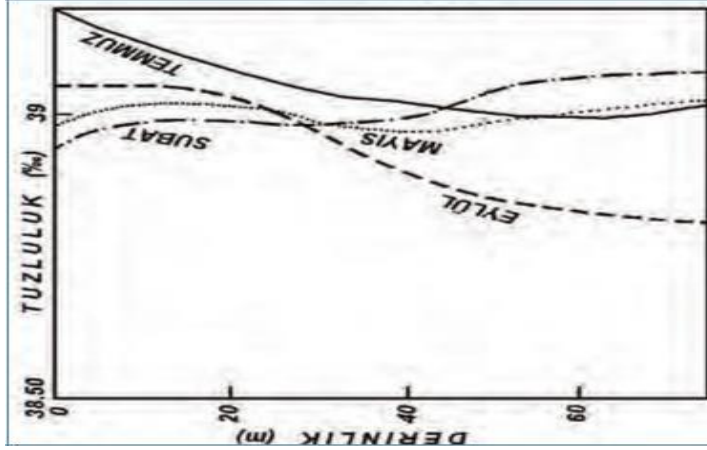
yazın (Temmuz) ise 30 metredir. Ortalama yüzey suyu sıcaklığı ilkbaharda (Mayıs) 15.5⁰C, yazın (Temmuz) 22.5⁰C sonbaharda (Eylül) 20.8⁰C, kışın (Şubat) 13.03⁰C dir. Ortalama dip suyu ise ilkbaharda (Mayıs) 14.8⁰C, yazın (Temmuz) 16.0⁰C, sonbaharda (Eylül), 16.1⁰C ve kışın (Şubat) 12.36⁰C dir (Meriç ve ark. 2012).

Dikili Kanalı'nda ortalama yüzey suyu sıcaklığı ilkbaharda (Mayıs) 16.39⁰C, yazın (Temmuz) 23.76⁰C sonbaharda (Eylül) 21.61⁰C, kışın (Şubat) 13.97⁰C dir. Ortalama dip suyu ise ilkbaharda (Mayıs) 14.24⁰C, yazın (Temmuz) 15.77⁰C, sonbaharda (Eylül), 15.26⁰C ve kışın (Şubat) 13.39⁰C dir (Meriç ve ark. 2012).



Şekil 2. 1: Edremit körfezi mevsimsel değişimlere göre sıcaklık değişimleri (Meriç ve ark. 2012)

Çalışma alanının yüzey suyu ile dip suyu arasında tüm mevsimlerde tuzluluk farkının fazla olmadığı görülmektedir. Ancak, bölgeye taşınan tatlı su kaynaklarının debisinin azalıp çoğalmasına ve yerel sıcaklık farklarından oluşan akıntılarının sebep olduğu küçük değişimler bazı derinliklerde gözlenmektedir. Edremit Körfezi'nde tuzluluk ilkbaharda (Mayıs) yüzey suyunda ‰38.84- ‰39.04; 30 m su derinliğinde ‰38.90- ‰39.08; yazın (Temmuz) yüzey suyunda ‰39.08- ‰39.26; 30 m su derinliğinde ‰38.95- ‰39.08; sonbaharda (Eylül)yüzey suyunda ‰38.97- ‰39.15; 30 m su derinliğinde ‰38.87-‰39.01 ve kışın (Şubat) yüzey suyunda ‰38.58- ‰39.21; 30 m su derinliğinde ‰38.63- ‰39.23 arasında değiştiği belirlenmiştir (Önce 2014).



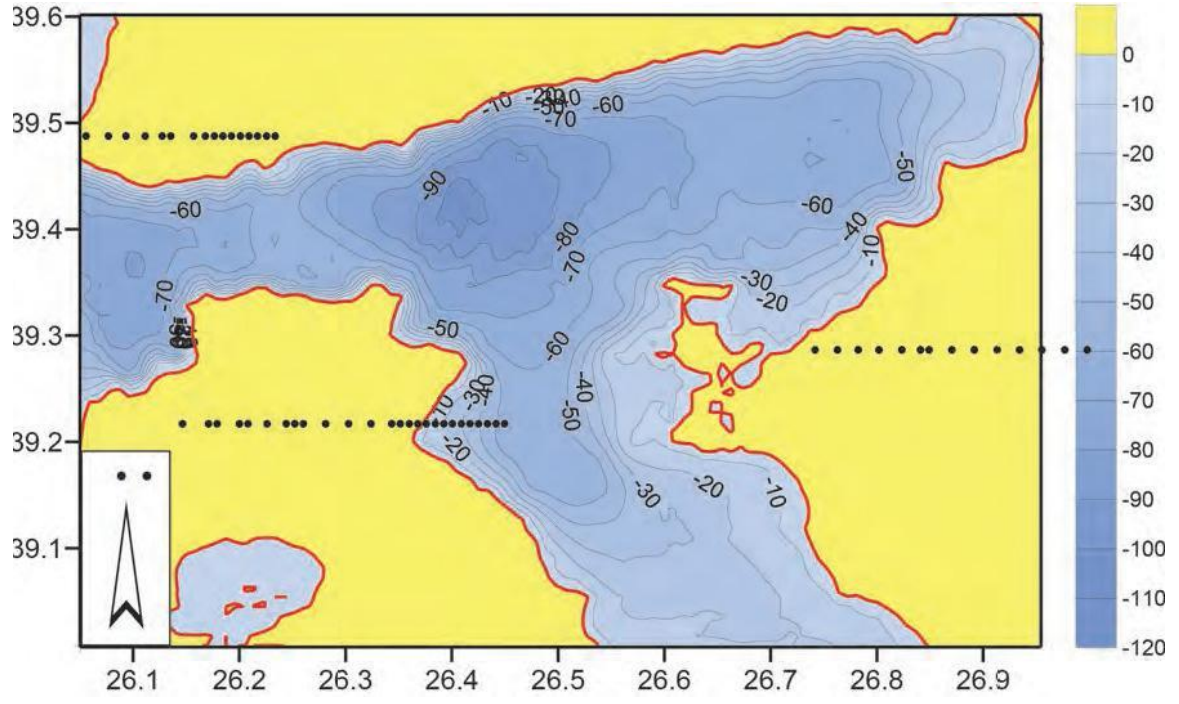
Şekil 2. 2: Edremit körfezi deniz suyu mevsimlik tuzluluk değişimi (Önce 2014)

Çalışma alanındaki akıntı sistemi incelendiğinde ise bölgede, belirgin bir akıntı sisteminin mevcut olmadığı saptanmıştır. Genellikle görülen bölgesel akıntılar, sıcaklık, tuzluluk ve yoğunluk farkları ile meteorolojik faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Farklı yoğunluktaki su kütlelerinin oluşturacağı akıntılar özellikle bölgeye tatlı su taşıyan Havran Çayı ve mevsimsel diğer akarsuların suyunun arttığı dönemde oluşmaktadır. Ayrıca, meteorolojik faktörlerin yüzeyde akıntılarının yön ve hızlarını etkileyeceği de bilinmektedir (Meriç ve ark. 2012).

2.6.3. Kıyı ve deniz dibi topoğrafyası

Baba Burnu ve Akçay arasında sahile paralel bir fay hattı uzanmaktadır. Bandırma Körfezi ile Edremit Körfezi arasındaki aktif faylar Kuzey Anadolu Fay'ının batı kesimini oluşturmaktadır. Akçay ve Alibey adası arasında yer yer falez tipi kıyılar mevcuttur (Eryılmaz 1996; Eryılmaz ve ark. 1998; Erol ve Yılmaz 1999). Bu falez tipi kıyıların arasında irili ufaklı derelerin denize bağlandığı kesimde denizaltı deltaları gelişmiştir. Ayrıca, Edremit Körfezi'nde körfezi boydan boya geçen doğu batı yönlü denizaltı vadisi görülmektedir.

Alibey Adası'nın doğusunda da bir abrazyon platformu gelişmiştir. Edremit Körfezi'nde deniz dibi topoğrafyası Midilli Adası kuzeyinde 110 metreye kadar ulaşan su derinliği körfezin doğu ucunda Akçay'a doğru yavaş yavaş sığlaşır. Midilli Adası ile Sivrice Burnu arasındaki derinliğin yanında Müsellim Kayalıkları yer almaktadır (Meriç ve ark. 2012).



Şekil 2. 3: Edremit Körfezi batimetri haritası (Meriç ve ark. 2012)

3. DENİZEL ORTAMLARIN ÖZELLİKLERİ

Deniz suyu yapısı nedeni ile tatlı sudan çok farklı özelliklere sahiptir. En önemli özellikleri tuzluluk ve sıcaklıktır. Bu iki özellik deniz suyunun yoğunluğuna etkiyen en önemli parametrelerdir. Yoğunluk ise deniz suyunun dikey hareketini kontrol eden temel faktörlerin başında gelmektedir.

Deniz suyunun özellikleri fiziksel ve kimyasal özellikler olarak ikiye ayrılabilir. Deniz suyunun fiziksel özellikleri arasında sıcaklık, akıntılar, yoğunluk, bulanıklık ve gel-git sayılabilir. Tuzluluk, pH, çözülmüş gazlar ve organik maddeler deniz suyunun kimyasal özelliklerindedir. Denizlerin sahip olduğu bazı kimyasal özellikler bazı fiziksel sonuçlara da neden olmaktadır. Örneğin özellikle tuzluluk ve ısıya bağlı olarak değişen deniz suyu yoğunluğu, su kütlelerinin hareketlerini belirlemektedir (Peker 2007).

Deniz suyunun özelliklerinin belirlenmesi denizlerde meydana gelen kirliliğinin anlaşılması ve yorumlanması için kaynak oluşturmaktadır.

3.1 Akıntılar

Su ortamında meydana gelen akıntılar üzerine dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu oluşan kuvvetler (Coriolis kuvvetleri) ve sürtünme kuvvetleri etki etmektedir. Akıntılarının oluşmasındaki önemli faktörler, rüzgarın su yüzeyindeki sürtünme kuvveti, atmosfer basıncındaki değişimler, su yüzeyinin eğiminden doğan basınç gradyanı, yoğunluğun yatay yönde değişmesinden doğan yatay basınç gradyanı ve gel-gitlerden doğan kuvvetler olarak sıralanabilmektedir (Peker 2007).

3.2 Sıcaklık

Sıcaklık, tuzlulukla birlikte deniz suyunun önemli özelliklerindedir. Sıcaklık ve tuzluluk suyun bir çok fiziksel ve kimyasal özelliği üzerinde etkilidir ve denizlerde görülen bir çok fiziksel ve kimyasal olayla sıcaklık ve tuzluluğun yakın ilişkisi vardır. Ayrıca sıcaklık deniz suyunun değişmez özelliklerinden bir tanesidir. Su ortamında sıcaklık değişimini etkileyen temel faktörler güneş radyasyonu ve atmosferle olan ısı alışverişleri olmaktadır (Peker 2007).

Deniz suyu sıcaklığı da derinliğe bağlı olarak ve mevsimsel faktörlerin etkisiyle değişim göstermektedir. Deniz yüzeyine yakın bölgelerde sıcaklık derinlere nazaran daha üniform bir hal almaktadır. Bunun nedeni deniz yüzeyine yakın bölgelerde rüzgârın etkisiyle daha iyi bir karışımın olmasıdır. Deniz suyunda derinliğe bağlı olarak sıcaklığın ani olarak değiştiği bölgeye Termoklin tabakası adı verilmektedir. Termoklin tabakasındaki sıcaklık değişimi 1°C/m'den daha büyük bir seviyede olmaktadır (Peker 2007).

3.3 Optik Özellikler

Deniz suyu çeşitli yapı ve boyutta askıda organik madde, anorganik ve çözünmüş maddeleri içermektedir. Bu maddelerin varlığı deniz suyunun optik özelliğine etki ederek ışık geçirgenliğini azaltmaktadır. Işık ışınları su içinde hem absorpsiyon hem de dağılma yoluyla kayba uğrayacağından ancak belli derinliklere kadar inebilmektedir. Işık geçirgenliği; güneş ışınlarının şiddetine, suyun bulanıklığına, alg ve benzeri mikroorganizmaların varlığına bağlı olarak derinlere geçişi esnasında kayıplara uğramakta ve ışıkta birtakım sönümler meydana gelmektedir (Peker 2007).

Pratikte deniz suyunun ışık geçirgenliği seki diski adı verilen bir disk vasıtasıyla ölçülmektedir. Disk su içerisine daldırılmakta ve diskin su içerisinde belirginliğini kaybettiği derinlik seki diski derinliği olarak kaydedilmektedir. Deniz ortamına yapılan deşarjlar neticesinde sudaki bulanıklık artmakta ve seki diski derinliği azalmaktadır. Aynı şekilde özellikle sahil boyunca fazla derin olmayan sığ bölgelerde alg aktivitesinin bahar ve yaz aylarında yüksek olması nedeniyle bulanıklık artmakta ve seki diski derinliği azalmaktadır (Peker 2007).

3.4 Gel-git

Ay ve güneşin dünya üzerindeki çekim kuvvetlerinin etkisiyle genellikle okyanuslarda meydana gelen gelgitler periyodik akıntılara sebep olmaktadır. Açık okyanuslara metreler mertebesinde olan gel-git seviye farkı, denizlerde daha küçük olmaktadır (Peker 2007).

3.5 Tuzluluk

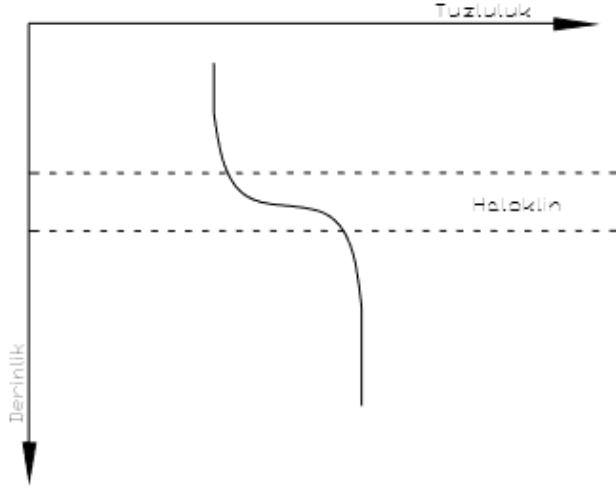
Tuzluluk, en basit ifadeyle 1 kg deniz suyunda gr biriminde ölçülen çözünmüş madde miktarı olarak tanımlanmaktadır. Tuzluluk deniz suyunun bağımsız değişkenlerinden bir tanesidir ve oşinografide tuzluluk terimi suyun içerdiği toplam tuzları simgelemek için kullanılmaktadır. Tuzluluk kimyasal bir özellik olmasına rağmen, deniz suyunun birçok fiziksel özelliği tuzluluğa bağlı olarak değişimler gösterebilmektedir. Örneğin deniz suyunun yoğunluğu, molekül viskozitesi, elektrik iletkenliği ve osmotik basıncı artan tuzlulukla birlikte artarken, deniz suyunun spesifik ısısı, donma noktası sıcaklığı, ve ısı iletkenliği artan tuzlulukla birlikte azalmaktadır. Deniz suyu kimyasal bileşimi incelendiğinde içerisinde çözünmüş halde organik ve inorganik maddelerin ve çözünmüş gazların olduğu görülmektedir. Çizelge 3.1'de deniz suyunun içeriğinde bulunan belli başlı erimiş tuzlar verilmektedir. Deniz suyundaki

tuzluluğu oluşturan başlıca iyonlar Na⁺ ve Cl⁻ iyonlarıdır. Çizelge 3.1'den anlaşılacağı gibi bu iki iyonun deniz suyundaki tuzluluğa olan katkıları yaklaşık %86 civarındadır (Peker 2007).

Çizelge 3. 1: Deniz suyunun içeriğinde bulunan erimiş tuzlar (Peker 2007)

Tuzlar	Miktar (g/kg)	Tuz İçeriğine Katkısı (%)
Klorür	18.980	55.04
Sodyum	10.556	30.61
Sülfatlar	2.649	7.68
Magnezyum	1.272	3.69
Kalsiyum	0.4	1.16
Potasyum	0.38	1.1
Bikarbonat	0.14	0.41
Brom	0.065	0.19
Stronsiyum	0.013	0.04
İyot	Eser miktarda	Eser miktarda
Toplam	~ 34.5	~99.9

Deniz yüzeyindeki tuzluluğun değişiminde yağışların ve iklimin önemli rolü vardır. Yağış suları, buz kütlelerinin erimesi, denizlere dökülen akarsuların getirdiği tatlı suların karışmasıyla deniz suyu tuzluluğu azalmakta, buna karşın buharlaşma ve buzlanma neticesinde deniz suyu tuzluluğu artmaktadır. Deniz ortamında tuzluluğun derinlikle değişimi mevsimsel şartlara göre farklılıklar göstermektedir. Tuzluluğun deniz dikey kesiti boyunca derinliğe bağlı olarak ani şekilde değişiklik gösterdiği ara bölgeye Haloklin tabakası adı verilmektedir. Sahil sularında daha az tuzlu sular üst kısımlarda, daha tuzlu sular ise alt kısımlarda yer almaktadır. Sahil sularında meydana gelen tuzluluk farkı okyanuslarda meydana gelen tuzluluk farkından daha fazla olmaktadır (Peker 2007).



Şekil 3. 1: Deniz suyunda tuzluluğun derinlikle değişimi (Peker 2007)

3.6 Elektriksel İletkenlik

Çözeltilerin elektrik akımını geçirmesine iletkenlik denir. İletkenlik iyon halindeyken çözülmüş tuzun bulunmasına bağlıdır ve sıcaklık derecesinin ve çözülmüş tuzun konsantrasyonunun artmasıyla doğru orantılı olarak artar. Deniz suyunun elektriksel iletkenliği (konduktivitesi) tuzluluk ve sıcaklığın bir fonksiyonudur. Bir suyun elektriksel iletkenliği suda çözülmüş bulunan iyonların cinsi ve konsantrasyonuna bağlıdır. Çözülmüş tuz konsantrasyonu arttıkça iletkenlikte artış olur. Bu nedenle suların elektriksel iletkenliği ölçülerek çözülmüş tuz miktarı hakkında fikir edinilebilir. Bir çözeltinin özgül elektriksel direnci 1cm^2 yüzey alanı ve 1cm uzaklıktaki iki elektrot arasında ölçülen dirençtir. Elektriksel iletkenlik ise elektriksel direncin tersi olarak tanımlanır ve birimi $\mu\text{s/cm}$ olarak gösterilir (Peker 2007).

3.7 Yoğunluk

Deniz suyunun yoğunluğu içeriğinde bulunan çözülmüş maddelerden dolayı saf suya göre daha fazladır. Saf suda $+4^\circ\text{C}$ de 1g/cm^3 olan yoğunluk değeri deniz suyunda yaklaşık %2-3 artarak $1.022 - 1.020\text{ g/cm}^3$ mertebelerine ulaşmaktadır. Deniz suyunun yoğunluğu oşinografik yoğunluk ile ifade edilmektedir. Oşinografik yoğunluk sıcaklık, tuzluluk ve basınçtan etkilenmektedir. Sıcaklık arttığında termal genişlemeden dolayı yoğunluk azalmaktadır. Tuzluluk arttığında eklenen daha fazla maddeden dolayı yoğunluk artmaktadır. Basınç arttığında yine basıncın sıkıştırma etkisinden dolayı yoğunluk artmaktadır. Yoğunluk değişiminde en önemli faktör olarak sıcaklık ön plana çıkmaktadır.

Deniz suyundaki yoğunluk değeri de sıcaklık ve tuzlulukta olduğu gibi derinliğe bağlı olarak değişmektedir. Yoğunluğun deniz suyu dikey ekseninde ani olarak değişim gösterdiği

bölgeye Pknoklin tabakası adı verilmektedir. Deniz suyu yoğunluğu üst kısımlarda daha düşük olmakta, derinlik arttıkça artarak sabit bir değere yaklaşmaktadır. Yoğunluk deniz ortamındaki türbülans üzerinde etki yapmaktadır. Deniz ortamındaki küçük yoğunluk farklarından meydana gelen bir yoğunluk tabaklaşması bile deniz suyunun düşey karışımını etkilemekte ve önemli miktarda enerji gereksinimine yol açmaktadır. Termoklin, haloklin ve pknoklin tabakaları genellikle birbirleriyle çakışmaktadır. Yoğunluk tabakalaşması neticesinde çok özel haller dışında deniz deşarjları sonucunda batmış atık su tarlası teşekkül etmektedir. Üniform yoğunluk olan deniz ortamında ise atık su tarlası su yüzeyine kadar ulaşarak yüzeyde bir atık su tarlası oluşturmaktadır (Peker 2007).

3.8 pH

Bir ortamdaki hidrojen iyonu potansiyelinin ölçüsü pH olarak tanımlanabilir. pOH ise bir ortamın hidroksil iyonu yönünden potansiyeli anlamına gelir. Bir ortamın asit, baz veya nötr olduğunu saptamak için çözelti ortamının $[H^+]$ veya $[OH^-]$ iyonu molar derişimini saptamak gerekir. Deniz suyunun pH değeri 7,5-8,4 arasında değişirken okyanusların sahip olduğu ortalama pH değeri 7,8'dir. pH değerini etkileyen en önemli faktör CO₂'dir. Deniz yüzeyinde fotosentez olayı cereyan ediyorsa pH değeri yükselir. Alt tabakalarda ise canlılar oksijen alıp verdiği için pH= 7,4 – 7,5 değerine kadar düşer. Deniz suyunda pH değerini etkileyen bir başka faktör ise tuzluluktur. Deniz suyunun pH değeri genel olarak 7,5-8,4 arasında değişmesine rağmen sıcak bölgelerde sığ sularda kuvvetli buharlaşma ve bunu takip eden yüksek tuz konsantrasyonu nedeni ile pH değeri bazen 9 gibi yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Buna karşın yağışlı kış mevsimlerinde akarsuların tatlı su getirmeleri nedeni ile haliçlerde pH değeri 6,6 civarını düşebilmektedir (Peker 2007).

3.9 Çözünmüş Gazlar

Deniz suyunda periyodik sistemdeki elementlerin hemen hemen tamamı bulunmaktadır. Ancak bu elementlerin çoğu oldukça düşük konsantrasyonlarda olmakta ve miktarları ekolojik şartlara göre değişim göstermektedir. Deniz suyunda mevcut olan ana elementler deniz suyu yoğunluğu üzerinde belirleyici etkiye sahiptir. İz elementler ise deniz ortamındaki jeokimyasal ve biyolojik faaliyetlerin gözlenmesinde önem taşımaktadırlar. Deniz suyu içerisinde atmosfer içerisindeki tüm gazlar bulunmaktadır. Çözünmüş halde bulunan bu gazların başlıcaları N₂, O₂, argon, CO₂, H₂S gazlarıdır. Bunların dışında helyum, neon, kripton ve xenon gibi inert gazlar da bulunmaktadır. Deniz suyundaki gazlar esas itibariyle atmosferden deniz suyuna

geçmektedir. Bununla birlikte, bazı nadir gazlar deniz dibinde oluşan radyoaktif ayrışma ürünleri halinde sedimentten suya karışmaktadırlar.

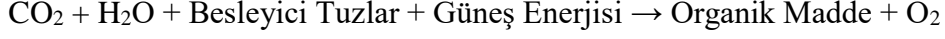
Deniz suyunda bulunan çözülmüş oksijen iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlardan birincisi deniz yüzeyi ile temas halindeki atmosfer, diğeri ise, deniz içerisinde yaşayan bitkisel canlı organizmalardır. Deniz suyu çözülmüş oksijen konsantrasyonu sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı olarak değişmektedir. Bitkilerin denizde güneş ışıklarının ulaşabildiği bölge içerisindeki metabolik faaliyetleri sonucunda oksijen açığa çıkar ve bu oksijen habbecikler halinde su yüzeyine doğru yükselir. Yaz boyunca, deniz suyu sıcaklığının yükselmesi ile suyun oksijeni tutma yeteneği azalmaktadır. Diğer bir deyişle sıcaklık ve yoğunluğun arttığı hallerde oksijen konsantrasyonu azalmaktadır. Kış döneminde suyun soğuması ile suda oksijenin çözünürlüğü artmakta ve bitkisel oksijen üretimi mevsimsel nedenler ile frenlense dahi, atmosferden deniz suyuna oksijen transferi artmaktadır.

Deniz suyundaki çözülmüş oksijenin atmosfer haricindeki diğer kaynağı deniz suyunda fotosentez yapan canlılardır. Bütün canlıların hayatlarının devamı ve büyüüp gelişmeleri için, enerji ve organik yapı taşlarına ihtiyaçları vardır. Canlıların enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında güneş en büyük kaynaktır. Güneş enerjisi bitkilerin bünyesinde kimyevî enerjiye dönüştürülür ve bu esnada inorganik maddelerden organik maddeler yaratılır. Bu hâdise fotosentez olarak bilinmektedir. Fotosentez, klorofil içeren bitkilerin atmosferdeki karbondioksitten ve sudan, güneş ışığını enerji kaynağı olarak kullanarak karbonhidrat oluşturması, serbest kalan oksijenin ise atmosfere bırakılması süreci olarak tanımlanmaktadır. Fotosentez yapamayan canlılar ise besin ve enerji ihtiyaçlarını farklı yollardan karşılarlar. Deniz suyunda yaşayan fitoplanktonlar da fotosentez yapacak şekilde klorofil pigmentlerine sahip bitkisel mikroorganizmalardır. Fitoplanktonlar, zooplanktonlarla (hayvansal mikroorganizmalar) birlikte besin zincirinin ilk halkalarını oluştururlar ve karalardaki bitkiler gibi fotosentez yaparlar. Karadaki yaşam gibi denizdeki yaşam da yeşil bitkilerin fotosentez yapabilmelerine bağlıdır. Fotosentezde kullanılan enerjiyi güneş ışığı sağlar, dolayısıyla güneş ışığı denizdeki bitkilerin dağılımında belirleyici rol oynamaktadır.

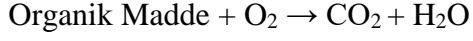
Fotosentez olayı güneş ışınlarının su içerisinde ulaşabildiği derinliklerde meydana geldiğinden, genellikle 200 m'den yukarıda kalan ve güneş ışınlarının yeterince ulaşabildiği suların oksijen içeriği, fotosentez olayından pozitif yönde etkilenmektedir. Buna karşın derin sularda organik maddeler ve oksijen, orada yaşayan organizmalar ve özellikle bakteriler tarafından tüketilirler. Organik maddelerin ayrışması suda çözülmüş oksijeni tükettiğinden buralardaki oksijen miktarı daha düşük olmaktadır. Bu şekilde denizel organizmaların

metabolik faaliyetleri sonucu oksijen tüketilip karbondioksit açığa çıkan bu olaya solunum + oksidasyon adı verilmektedir (Peker 2007).

Fotosentez;



Solunum + oksidasyon;



3.10 Bulanıklık

Su ortamında çeşitli yapı ve boyutta organik, inorganik ve çözünmüş maddelerin miktarına bağlı olarak suyun bulanıklığı değişim göstermektedir. Deniz suyunun bulanıklığı ışık geçirgenliğinin etkilemektedir. Fotosentezin gerçekleşmesi için gerekli olan güneş ışınlarının deniz suyunun derinliklerine iletilmesinde ise ışık geçirgenliği önemli rol oynamaktadır. Işık deniz ortamında emilmekte ve dağılmaya maruz kalmaktadır. Bulanık sularda ışık derinlere geçmemektedir. Deniz suyunun ışık geçirgenliğinin düşmesi fotosentez üzerinde engelleyici etki yapmaktadır (Peker 2007).

4. DENİZ KİRLİLİĞİ VE DENİZ KİRLİLİĞİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER

4.1. Denizlerde Kirlilik

Dünya yüzeyinin yaklaşık olarak yüzde yetmişinde okyanus ve denizler bulunmaktadır. Denizler beslenme, su sporları, ulaşım, içme ve sulama suyu temini açısından deniz kıyısına sahip ülkeler için önemli bir doğal kaynaktır. Fakat denizler bu yararlarına karşılık endüstri ve yerleşim yerleri tarafından alıcı ortam gibi değerlendirilip giderek kirletilmeye başlanmıştır. Denizlerdeki kirlilik sanayinin hızlı artışı ile günümüzde tehlikeli boyutlara gelmiştir (Peker 2007).

Denizler okyanuslardan daha küçük hacimli tuzlu su ortamlarıdır. Denizlerin etrafı karalarla çevrili olup okyanuslarla bağlantıları vardır. Kara parçalarının içlerine kadar haliç ve körfezler vasıtasıyla sokulurlar. Etrafı karalarla çevrili olan iç denizler boğazlar vasıtasıyla açık denizlerle ve okyanuslarla bağlantı kurarlar. Boğazların sahip oldukları hidrodinamik ve hidrografik özellikler, bağlantı halinde oldukları iç denizlerin su kalitesi, akıntı ve tabakalaşma karakterleri üzerinde önemli ölçüde etkilemektedir. Denizler içerisinde birçok canlı türü barındırması açısından ekolojik olarak da büyük öneme sahiptir. Kara ekosisteminden daha fazla sayı ve türde canlı deniz ortamında mevcuttur. Karalara nazaran daha büyük kütleyle sahip olduklarından iklim üzerinde de etkileri olmaktadır. Günümüzde büyük boyutlara ulaşan deniz kirliliği, üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizi de yakından ilgilendiren bir sorun olarak kendini göstermektedir (Peker 2007).

Denizlerin kirlenmesi sonucu deniz ortamında birçok olumsuz durum gerçekleşmektedir. Kirlenmeye neticesinde ortaya çıkan problemler gerekli önlemler alınmadığı takdirde ciddi sorunlara neden olmaktadır.

Deniz suyu kalitesinin bozulması sonucu, deniz dibi sedimanın kirlenmesi, oksijenin azalması ve anaerobik şartların oluşması gibi ekolojik ortama zarar veren durumlar ortaya çıkar. Ekolojik dengenin bozulması sonucu insan faaliyetlerinde yoğun olarak kullanılan denizler işlevini kaybetmeye başlar.

Petrol türevleri, pestisit ve ağır metal gibi kimyasal kirleticiler; suda yaşayan canlılarda yarattığı toksik, akut, kronik ve doğrudan etkilerin yanı sıra, dolaylı fizyolojik etkileri de olmaktadır. Bu tür kirleticiler, canlı kaynakların yumurtalarını ve genç bireylerini çok daha fazla etkilemektedir. Canlı kaynakların nesillerinin tükenmesine ve toplu yok olmalara yol açmaktadır (Peker 2007).

Deniz kirliliği; antropojenik kaynaklar tarafından deniz ortamına doğrudan veya dolaylı şekilde, canlı hayatına zarar verecek, doğal ekosistemi bozacak, insan sağlığını olumsuz etkileyecek, balıkçılık gibi faaliyetler de başta olmak üzere, deniz suyu kalitesinin bozularak denizlerin kullanımının kısıtlanması ya da engellenmesi şeklinde sonuçlar doğuracak denizlere madde veya enerji bırakılmasıdır. Deniz kirlenmesi, denizlere doğal arıtma kapasitelerinin üzerinde bir atık yükü ve cinsi ile deşarj yapılması neticesinde meydana gelmektedir (Peker 2007).

Su ortamında kirlilik meydana getiren kirleticileri genel anlamda üçe ayırmaktadır. Bunlardan ilki dayanıksız kirleticilerdir. Dayanıksız kirleticiler deşarj edildikleri ortamda kolayca parçalanabilen kirleticilerdir. Dayanıksız kirleticilere örnek olarak; öldüklerinde biyolojik olarak parçalanabilen koliform bakteriler, algler, balıklar ve diğer yüksek canlılar ile radyoaktif izotoplardan bazıları, evsel atıksular, gübre ve konserve sanayi atıkları ve termik santral soğutma suları verilebilir.

İkinci tür kirleticilere dayanıklı kirleticiler adı verilmektedir. Dayanıklı kirleticilere korunan madde de denilmektedir ve biyolojik ayrıştırılmaya karşı dayanıklıdır. İnorganik ve bazı organik maddelerden oluşan kirleticiler bu gruba girmektedir. Örnek olarak klorlu maddeler ve değişik tuzlar verilebilir.

Üçüncü tür kirleticiler ise devamlı kirleticilerdir. Devamlı kirleticiler besin zincirinde biriken maddelerdir. Örnek olarak civa, kurşun gibi ağır metaller, bazı pestisitler ve radyoaktif izotoplar sayılabilir (Peker 2007).

Denizlerdeki kirletici kaynaklar genel anlamda karasal kaynaklardan, hava hareketlerinden ve deniz içerisindeki faaliyetlerden meydana gelmektedir. Denizlerin kirlenmesinin başlıca nedeni denizlere yapılan atık su deşarjlarıdır. Gerek evsel gerekse endüstriyel nitelikli atık suların deniz ortamına verilerek uzaklaştırılma yoluna gidilmesi deşarjın yapıldığı yerlerdeki deniz suyu kalitesi üzerinde olumsuz değişimlerin meydana gelmesine yol açmaktadır. Deniz ortamının organik maddeleri özümleme yeteneğinden faydalanmak amacıyla yapılan atık su deşarjları, kontrolsüz ve gerekli şartlar sağlanmadan yapıldığı takdirde doğal ekosistemin bozulmasına yol açmaktadır. Ancak denizlerin kirlenmesine neden olan faktörler sadece atık su deşarjları ile sınırlı değildir. Bunun yanı sıra nehirler vasıtasıyla taşınan kirlilik, tarımsal faaliyetler, gemi taşımacılığı sonucunda ortaya çıkan kirlenme, limanlar ve marinalardan kaynaklanan kirlenme, gemi atık sularının denize boşaltılması ve deniz kazaları deniz ortamının kirlenmesine yol açan faktörler olmaktadır. Endüstriyel tesislerin baca gazlarından kaynaklanan kirletici parametrelerin atmosferde taşınıp

yağmur suları vasıtasıyla denizlerde kirliliğe yol açması hava kaynaklı kirliliğe örnek olarak verilebilir (Peker 2007).

Deniz kirliliğine neden olan faktörler kısaca şu şekilde sıralanabilir;

- Atık maddelerin arıtılmadan veya kısmen arıtılarak deniz ortamına deşarj edilmesi
- Denize akan derelerin taşıdıkları kirlilik neticesinde meydana gelen kirlenme
- Deniz kazaları neticesinde meydana gelen kirlenme
- Turizm amaçlı kullanımdan kaynaklanan kirlenme
- Deniz taşımacılığı neticesinde ortaya çıkan kirlenme
- Elektrik üretmek amacıyla deniz kıyılarına kurulan termik ve nükleer santraller
- Yanlış yer seçimi neticesinde tersanelerden, limanlardan ve balıkçı barınaklarından kaynaklanan kirlenme
- Yanlış şekilde yapılmış sahil dolgu alanları
- Üretim çiftliklerinden kaynaklanan kirlenme
- Hava kirliliğinin etkisiyle meydana gelen kirlenme (Peker 2007).

4.2. Deniz Kirliliğine Etki Eden Faktörler

4.2.1 Çözünmüş oksijen eksikliği

Aerobik ortamlarda yaşayan organizmaların çoğalmalarında ve bunların enerji üreten metabolik faaliyetlerinde çözünmüş oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Deniz suyundaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal aktivitelere bağlı olarak değişmekte ve sudaki canlı hayatının devam etmesi için önemli bir faktördür. Sudaki çözünmüş oksijen suda yaşayan bitkilerin fotosentez olayı sonucunda ortama verdikleri oksijenden ve atmosferdeki oksijenden kaynaklanmaktadır. Oksijenin sudaki çözünürlüğü, havadaki oksijenin kısmi basıncı, suyun sıcaklığı ve sudaki minerallerin konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Deniz suyunda bulunan çözünmüş oksijen iki kaynaktan sağlanmaktadır. Bunlardan birincisi deniz yüzeyi ile temas halindeki atmosfer, diğeri ise, deniz içerisinde yaşayan bitkisel canlı organizmalardır. Denizlerde sağlıklı bir biyolojik ortamın oluşumu, suda çözünmüş oksijenin konsantrasyonuna bağlıdır. Deniz suyunda sağlıklı bir biyolojik ortamın devamı için en az 5 mg/l mertebesinde bir çözünmüş oksijen konsantrasyonuna gereksinim duyulmaktadır (Peker 2007).

4.2.2 Zehirli gazların neden olduğu kirlilik

Sularda bulunan başlıca gazlar, H₂, N₂, CH₄, O₂, CO₂, H₂S, SO₂ ve NH₃'dür. Sularda çözünen gazların cinsi ve miktarı bölgelere, sıcaklığa ve suyun doygunluk derecesine bağlı olarak değişmektedir. Sularda çeşitli gazların doygunluk derecesi sıcaklığın azalmasıyla birlikte artmaktadır. 18⁰C'de 1 litre suda 554 g NH₃ çözünmektedir. İçme suyunun NH₃ içeriği ise 0,05 mg/l'den daha az olmalıdır. Diğer taraftan sazalar maksimum 2 mg NH₃/l'de, alabalıklar ise 0.8 mg NH₃/l'de yaşamaktadırlar. H₂S suda çok iyi çözünen bir gaz olup, anaerobik koşullarda organik maddenin parçalanması sonucu oluşmaktadır. Balıklar için zehirlilik sınırı 1mg/L civarındadır. Kükürt dioksidin balıklar için zehirlilik sınırı 16 mg SO₂/L civarındadır. Suda ayrıca HCl'de varsa bu sınır 0,5mg SO₂/L'ye kadar düşmektedir (Peker 2007).

4.2.3 Azot ve fosforun yol açtığı kirlilik

Azot ve fosfor sulardaki mikroorganizmalar için nütrient kaynaklarıdır ve alglerin aşırı derecede büyümesine sebep olurlar. Deniz kirliliğindeki en ciddi sorunlardan bir tanesi azot ve fosfor kirleticileridir. Ortamda bulunan bu besin maddelerinin kullanımı ile çözülmüş oksijen konsantrasyonu da azalmaktadır. Azot ve fosforun ortamdaki fazlalığı bazı zehirlerin açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Azot, evsel ve endüstriyel nitelikli noktasal kaynaklardan ve zirai kökenli alansal kaynaklardan denize ulaşmaktadır (Peker 2007).

Gerek canlı bünyesinde, gerek besin maddelerinde ve gerekse ölü organizmalarda bulunan azot, doğada azot döngüsü içerisinde sürekli dinamik bir haldedir. Azot bileşikleri sularda amonyak azotu, nitrit, nitrat ve organik azot olarak bulunabilmektedir. Deniz ortamında balıklar ve diğer su hayvanları için nitratın toksite değeri 3-13 mg/l, nitritin toksik sınırı ise 20-30 mg/l'dir. Amonyak keskin kokulu renksiz bir gaz olup, suda yaşayan canlılar üzerine zehir etkisi yapmaktadır. Amonyakın 0.2-2 mg/l arasındaki konsantrasyonları balıklar için zehirli olmaktadır.

Sularda fosfor çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur ve gerek doğal sularda ve gerekse su ve atık su arıtımında çok sayıda reaksiyona girmektedir. Fosfor nedeniyle ortaya çıkan su kirlenmesinin % 83'ü endüstriyel ve evsel atık sulardan kaynaklanmaktadır. Evsel atık sulardaki fosfatların ise %32-70'i deterjanlardan kaynaklanmaktadır. Aşırı fosfor konsantrasyonu akarsu, göl ve denizlerde ötrofikasyona yol açmaktadır. Ayrıca deterjan ve benzeri maddelerde bulunan polifosfatlar veya fosfor bileşikleri, suyun yüzey gerilimini

değiştirerek köpük oluşumuna neden olmakta ve deniz ortamındaki biyolojik olayları olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Peker 2007).

4.2.4 Petrol ve türevleri

Denizlerdeki petrol kirliliği, öncelikle deniz taşıma araçlarının sintine ve balast sularından, rafineri ve petrokimya komplekslerinin atıksularından, petrol dolun ve boşaltım tesislerinden gemi trafiğinden ve tanker kazalarından kaynaklanmakta ve denizlerdeki besin zincirlerinin tüm halkaları üzerinde önemli derecede olumsuz etkilere yol açmaktadır. Hidrokarbonlar karışımı olan ve doğal kaynaklarda sıvı halde bulunan ham petrol, karbon ve hidrojen gibi temel elementlerle birlikte ayrıca azot, kükürt, oksijen ve diğer elementleri de içermektedir. Petrol su yüzeyinde çeşitli kalınlıklarda film oluşturarak gaz alışverişini engellemekte ve dolayısıyla çözünmüş oksijenin azalmasına neden olmaktadır. Petrol ürünlerinin tamamı su yüzeyinde kalmamakta, örneğin ağır yağlar tabana çökerek organizmaları etkilemektedir. Yağlar balıkların solungaçlarına yapışıp balık boğulmasına neden olduğu gibi, zehir etkisi sonucu ölümlere de neden olmaktadır. Petrol kirliliği neticesinde ışık geçirgenliği azalmakta ve fotosentez engellenmektedir. Çok sayıdaki araştırma, özellikle yeni dökülen taze petrol atıklarının deniz organizmalarına şiddetli zehir etkisinde bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca petrol ürünlerinin deniz dibine çöken parçacıkları, tabanda yaşayan canlıları belli bir süre için olumsuz yönde etkilemektedir. Hayvan ve bitkiler üzerindeki diğer etkileri ise; hücre bölünmesinin gecikmesi, canlılarda mutasyon, balık beslenme aktivitesinde azalma, yüzücü ve dalıcı kuşların olumsuz yönde etkilenmesi şeklinde sıralanabilmektedir (Taş 2011).

4.2.5 Deterjanlar

Deterjanlar, formülasyonda ana madde olarak sentetik yüzey aktif madde yanında temizleme işlemine yardımcı kimyasal maddeler içeren temizlik mamulleridir. Deterjan yapımında kullanılan ve köpürmeyi sağlayan yaygın yüzey aktif maddeler; LAS (lineer alkil sülfonatlar), ABS (alkil benzen sülfonatlar), AS (alkol sülfotlar), STPP (sodyum tripolifosfat), DDB (dodesil benzen), LAB (lineer alknin benzen)'dir. Deterjanlar yüzey aktif madde oldukları için hava/su ara yüzeyinde konsantre olmaktadır. Sudaki çözünmüş deterjanlar suyun yüzey gerilimini azaltmaktadır. Deterjanlar algleri ve balıkları değişik şekillerde olumsuz olarak etkileyebilmektedirler. Deterjanlı sularda balıklar boğulma belirtisi göstermektedir. 3 ppm'lik

bir deterjan konsantrasyonunun 12 haftada alabalıkların % 50'sini öldürdüğü tespit edilmiştir. Sudaki çözülmüş oksijenin düşmesi deterjanların zehirlilik etkisini artırmaktadır (Peker 2007).

4.2.6 Patojen mikroorganizmalar

Organik maddelerle birlikte mikroplar ve özellikle patojenlerde sulara karışmaktadır. Genellikle yerleşim yerlerinin kirlenmiş sularında fazla miktarda patojen bulunmaktadır. İnsan ve hayvanlardan idrar ve dışkı yoluyla çok sayıda patojen sulara karışmaktadır. Fekal koliform bakterileri koliform grubu bakterilerinin bir alt grubu olup dışkı kökenli bakterilerdir. Fekal koliform bakterisi olarak tanımlanan bakterilerin başında E-koli gelmektedir. E-koli doğada sadece sıcak kanlı hayvanların barsak sistemlerinde bulunmakta ve su ortamına dışkı yoluyla geçmektedir (Peker 2007).

4.2.7 Askıda katı maddeler

Yoğunluğu suyun yoğunluğundan küçük olan tanecikler, suyun yüzeyine çıkarlar ve yüzeysel sulardaki yüzücü maddeleri oluştururlar. Yüzeysel sulardaki askıda bulunan tanecikler, mineral ya da organik kökenli olabilirler. Mineral kökenli askıda katı madde, zemin erozyonundan kaynaklanmaktadır. Askı halindeki organik maddenin ancak küçük bir kısmı zemin erozyonundan kaynaklanmakta olup, çoğunluğunu bitki artıkları, humus, doğal gübreler, evsel ve endüstriyel atık sular oluşturmaktadır. Askıda katı maddenin su ortamındaki artışı sudaki yaşama olumsuz etkiler. Bulanıklılığı arttırdığı için suyun ışık geçirgenliğini azaltmakta ve fotosentezle oksijen üretiminin düşmesine neden olmaktadır (Peker 2007).

4.2.8 Polisiklik aromatik hidrokarbonlar

Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) bugün bilinen kimyasal kanserojenlerin en büyük grubudur. Çevrede yaygın olarak bulunmaktadır. Karbon ve hidrojen içeren organik maddelerin pirolizi veya tam olmayan yanmaları sonucu oluşan 3 veya daha fazla aromatik halkalı bileşiklerdir. PAH'lar deney hayvanları ve insanlarda kuvvetli karsinojenik potansiyele sahip maddelerdir. PAH'lar tümör başlatıcı, geliştirici ve ilerletici etkileriyle kanserojen özellikte olup havada, suda, toprakta, sigara dumanında ve besin zincirinde toksik ve/veya mutajenik kirleticiler olarak bulunmaktadır (Peker 2007)

4.2.9 Radyoaktif kirleticiler

Atomları alfa, beta, gama gibi çeşitli ışınlar yaymak suretiyle parçalanarak maddelere radyoaktif madde denilmektedir. Radyoaktif atıklar sınır tanımamakta, kilometrelerce uzaklara taşınarak etki edebilmektedir. Sularda bulunan radyoaktivite; doğal radyoaktivite, radyoaktif yağışlar ve radyolojik tesisler olmak üzere başlıca üç kaynaktan ileri gelmektedir (Peker 2007).

4.2.10 Ağır metaller ve iz elementler

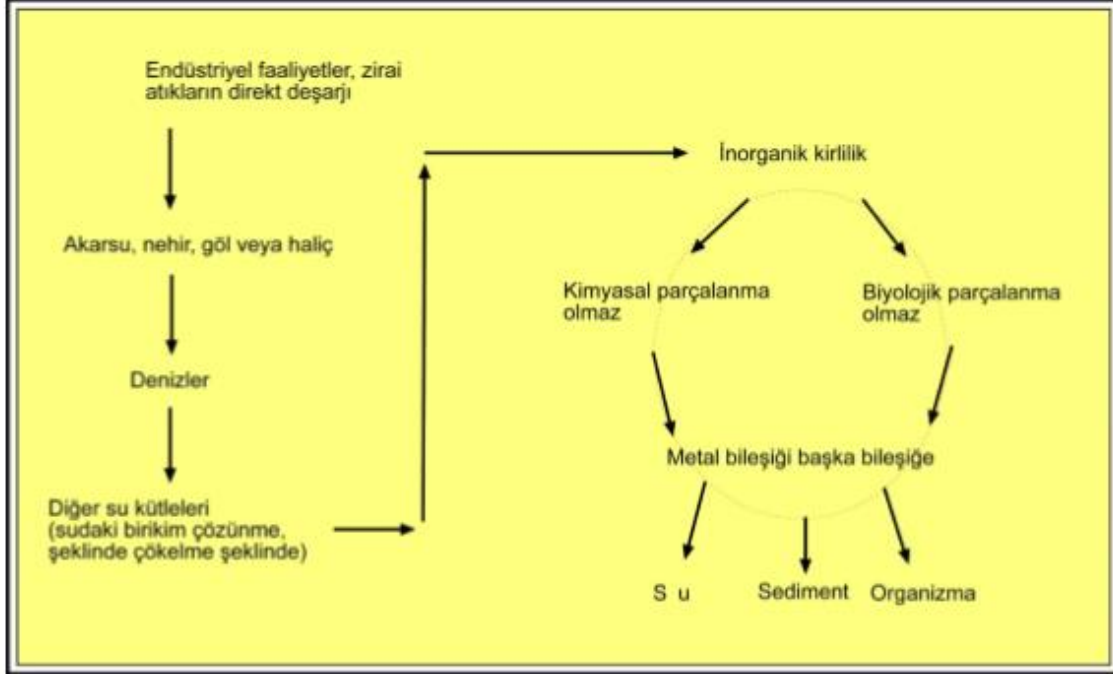
Doğal ortamlarda kirlilik yaratan birçok parametre vardır. Kirliliğe sebep olan parametrelerden en önemlilerinden birisi de ağır metallerdir. Ağır metaller devamlı kirleticiler grubundadır. Deniz ortamına evsel, endüstriyel ya da doğal yollarla karışan ağır metaller yok olmazlar. Girdikleri su ortamlarında parçalanmadan kalır ve sudan sedimana geçerek sedimanda ve bentik canlılarda birikime uğrarlar. Çevredeki kalıcılıkları, yüksek konsantrasyonlardaki toksisiteyi, canlı dokularında birikme eğilimleri ve besin zincirinde biomagnifikasyona uğramaları nedeniyle insanlar için potansiyel tehlike oluşturmaktadırlar. Deniz suyunda metaller fiziksel olarak dört esas formda bulunur. Bunlar, suda çözülmüş olarak, kolloid parçacıkları olarak, canlı organizmaların bünyesinde, diğer kolloid parçacıkların üzerindedir. Ağır metallerin denizel ortamlarda yarattıkları zehirlilik etkisi toksisite seviyelerine göre değişir. Ağır metallerin toksisitesi pH, çözülmüş oksijen, sıcaklık, çözeltinin yenilenme frekansı, çözeltideki diğer maddeler, sinerjetik etki gibi faktörlerdir

Metallerin toksisite sırası: Hg> Cd> Ag> Ni> Pb> As> Cr> Sn> Zn şeklindedir (Önce 2014). Ağır metaller, su kaynaklarına, endüstriyel atıklar veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısı ile bileşimde bulunan ağır metalleri çözmesi ve çözünen ağır metallerin ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşmasıyla geçerler. Sulara taşınan ağır metaller aşırı derecede seyrelirler ve kısmen karbonat, sülfat, sülfür olarak katı bileşik oluşturarak su tabanına çökerek bölgede zenginleşirler. Sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesi sınırlı olduğundan dolayı da suların ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak yükselir (Önce 2014).

Ağır metallerin ekolojik sistemde yayınımları dikkate alındığında doğal çevrimlerden daha çok insanın neden olduğu etkiler nedeniyle çevreye yayılımı söz konusu olduğu görülmektedir. Sürekli ve kullanıma bağlı kirlenmenin yanı sıra kazalar sonucu da ağır metallerin çevreye yayılımı önemli miktarlara ulaşabilmektedir (Ör. 1979 Lengrich'te çimento tesisinden talyum kaçağı). Yıllık olarak doğal çevrimler sonucu 7600 ton Cd, 18800 ton arsen, 3600 ton cıva 332000 ton kurşun atmosfere atılmakta iken, insan faaliyetleri sonucu deşarj

edilen miktarlar dikkate alındığında ise selen (19 kat), kadmiyum (8 kat), cıva, kurşun, kalay (6 kat), arsen, nikel ve krom (3 kat)) daha fazladır .

Ağır metallerin çevreye yayılımının da etken olan en önemli endüstriyel faaliyetler çimento üretimi, demir çelik sanayi, termik santraller, cam üretimi, çöp ve atık çamur yakma tesisleridir. Şekil 4.1'de bu sanayilerden çıkan ağır metaller özetlenmiştir (Önce 2014).



Şekil 4. 1: Doğada Ağır Metal Kirliliğinin Oluşum Şeması (Rether 2002)

5. DENİZLERDE ORGANİK VE İNORGANİK KİRLİLİĞİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN PARAMETRELER

Deniz suyunda çözülmüş halde birçok element bulunmaktadır. Bunlardan bir kısmı karbon, hidrojen, oksijen, azot, fosfor ve kükürt gibi canlıların yapı taşlarını oluşturan elementlerdir.

Kıta içi kirliliği yaratan en önemli kirletici parametrelerin başında organik kirleticiler ve ağır metal kirliliği gelmektedir. Deniz tabanından alınan dip çökellerin içerdiği organik madde miktarının ve kaynağının saptanmasında organik karbon içeriğinden faydalanılmaktadır.

Deniz ortamında organik madde (OM), biyokimyasal oksidasyona direnç gösteren bileşiklerden oluşur. Refrakter bileşikler humik ve fulvik asitler, yapısal karbonhidratlar ve siyah karbon genellikle sedimanter organik maddenin çoğunu oluşturur ve çoğunlukla karadan denize getirilirler (Winogradow ve ark. 2017).

Organik madde yüzdesi genel olarak denize taşınan organik madde yükünün çökelti tabakasında birikmesini gösteren bir parametredir. Bu analiz, organik maddenin kaynağı ve miktarını kontrol eden nedenlerin araştırılmasında kullanılmaktadır. Organik karbon içeriği belirlenerek organik maddenin çökeltme ve taşınmasında rol alan etkili süreçler, deniz tabanındaki oksijenlenme derecesi, organik karbona bağlı olarak değişen elementlerin durumu gibi deniz tabanında hüküm süren jeodinamik şartlar yorumlanmaktadır (Yurtsever ve ark 2007). Ayrıca, ağır metal miktarı ile organik madde arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Su kolonundaki çözülmüş veya partikül haldeki organik madde metaller için taşıyıcı görevi görür ve metaller bu sayede yüzey çökellerine dahil edilirler. Çökellerin organik madde içeriği, su içeriği ile de önemli derecede ilişkilidir. Çökelti derinliği arttıkça çökeltinin organik madde ve su içeriği azalır (Kaya 2007). Çökellerde organik madde içeriğindeki artış ise organik materyalde zengin antropojenik deşarjlar, su sisteminde yüksek birincil üretim ve çökellerde organik maddenin parçalanmasını güçleştirici indirgenme şartları gibi faktörlere bağlıdır (Pehlivan 2017).

Karbon (C) ve azot (N) gibi doğal kararlı izotoplar jeokimyasal süreçleri değerlendirmek için modern araçlardır. C ve N organik maddede hidrolojik akışların ve sedimanter süreçlerin parmak izlerini taşıyabilir (Souzaa 2017).

C_{org}/ N_{top} oranları, paleolake kombine azotun daha fazla bulunabilirliğini ve muhtemelen yosun türevi organik madde yüklemesini göstermektedir.

Ayrıca demir, manganez, kalsiyum ve bakır gibi canlıların yaşamı için gerekli olan birtakım yan ve iz elementler bulunmaktadır. Deniz suyunda çözülmüş olarak bulunan elementler sudaki derişimlerine göre 4 bölümde toplanabilmektedir:

- Esas (majör) elementler: Deniz suyundaki derişimleri 100 ppm'den fazladır.
Katyonlar: Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , K^+ , Sr^{++}
Anyonlar: Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , Br^- , F^-
- Yan (minör) elementler: Deniz suyundaki derişimleri 1-100 ppm arasında değişen esas element ve besleyici tuzların dışındaki elementler. Örneğin: Al, Cu, Fe, ...
- İz elementler: Deniz suyundaki derişimleri 1 ppm'den azdır.
Örneğin: Pb, Cd, Hg, Co, Zn, Cu, ...
- Radyoaktif elementler: Deniz suyundaki derişimleri iz elementler düzeyindedir.

5.1 Toplam Organik Karbon

Toplam Organik Karbon (TOK), su numunesinin organik moleküllerine kovalent bağ ile bağlanmış tüm organik karbon atomları konsantrasyonunun toplamıdır (Doğanay 2014). Hem doğal hem de suni tüm organik maddeleri içine alır. Pratik olarak Toplam Organik Karbon aşağıdaki formülle hesaplanır:

Toplam Organik Karbon = Toplam Karbon – Toplam İnorganik Karbon (Fil ve ark. 2018). Toplam organik karbon güncel ve eski dönem sedimanlarının tanımlanmasına ek olarak ekolojik risk değerlendirmek için de kullanılır ve kirlilik oranının bir göstergesidir (Bayram ve ark. 2011).

Araştırmalar , TOK'nin suyun türüne bağlı olduğunu göstermektedir, ancak sıcaklık, tuzluluk, pH, mikrobiyal aktivite ve çevre bitki örtüsü gibi çeşitli parametrelerden de etkilenir. Sonuç olarak, TOC değeri oldukça değişkendir: yeraltı suyu veya deniz sularında 1 mg / L'den, göl veya nehir sularında 2-10 mg / L'ye, bataklıklarda ise 10 g / L'ye kadar değişik değerler gözlenir (CWQGs 1996).

Kirlenmemiş doğal sularda, TOK, esasen hümitik maddelerden ve kısmen veya tamamen kısmen bozulmuş maddeden (genel olarak mikrobiyal bozulmaya dirençli) bitkisel veya hayvanlardan kaynaklanır. Denizel ortamlarda TOK kirliliği atıksu arıtma tesisi deşarjlarından, gübrelerden, tarım ilaçlarından, yüzey aktif maddelerden ve solventlerden kaynaklanmaktadır. TOC'nin belirlenmesinin önemi yakın zamanda tanınmıştır ve ölçümü çevre araştırmalarında yaygın bir uygulama haline gelmiştir (Tipping ve ark. 1999).

5.2 Organik Karbon

Deniz tabanından alınan dip çökellerin içerdiği organik madde miktarının ve kaynağının saptanmasında organik karbon içeriğinden faydalanılmaktadır. TOK besin ağının her seviyesinde üretilse de, birincil üretimde maksimum derecede üretim oranını belirler (Carlson 2002).

Organik madde yüzdesi genel olarak denize taşınan organik madde yükünün çökel tabakasında birikmesini gösteren bir parametredir. Organik kirleticiler; sularda çözülmüş olan oksijeni tüketerek kirlenmeye sebep olan maddelerdir. Organik maddenin kaynağı ve miktarını kontrol eden nedenlerin araştırılmasında kullanılmaktadır. Organik karbon içeriği belirlenerek organik maddenin çökme ve taşınmasında rol alan etkili süreçler, deniz tabanındaki oksijenlenme derecesi, organik karbona bağlı olarak değişen elementlerin durumu gibi deniz tabanında hüküm süren jeodinamik şartlar yorumlanmaktadır (Yurtsever ve ark. 2007). Ayrıca, ağır metal miktarı ile organik madde arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Su kolonunda ki çözülmüş veya partikül haldeki organik madde metaller için taşıyıcı görevi görür ve metaller bu sayede yüzey çökeltilerine dahil edilirler. Çökeltilerin organik madde içeriği, su içeriği ile de önemli derecede ilişkilidir. Çökeltilerin derinliği arttıkça çökeltinin organik madde ve su içeriği azalır. Çökeltilerde organik madde içeriğindeki artış ise organik materyalde zengin antropojenik deşarjlar, su sisteminde yüksek birincil üretim ve çökeltilerde organik maddenin parçalanmasını güçleştirici indirgenme şartları gibi faktörlere bağlıdır (Kaya 2007).

5.3 İnorganik Karbon

Deniz ve göl çökeltiler uzun vadeli bir doğal karbon havuzu oluşturur ve bu nedenle atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonunu etkiler. Buna göre, tortulardaki karbon dağılımının ölçülmesi, karbon bütçelerinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Ortamdaki iki ana karbon türü organik karbon (OC) ve inorganik karbondur (IC). Deniz tortullarına ulaşan madde miktarı iki formun bir karışımını içerir. Her ikisi de biyolojik faaliyetlerden kaynaklanabilir veya karadan denize taşınır. Karasal kaynaklar ayrıca biyolojik faaliyetlerin ve ayrışma süreçlerinin bir sonucudur (Koziorowska ve ark. 2017). İnorganik karbon Karbon IV'ün oksitlerini, hidroksitlerini ve iyonlarını ifade etmek için kullanılır. Karbonat ve bikarbonatın tüm çözülmüş formlarını içine alır (Fil ve ark. 2018).

5.4 Toplam Azot

Azot (N₂) atmosferde miktar olarak en yüksek oranda bulunan bir elementtir. Protein, aminoasit ve nükleik asitler gibi biyolojik bileşikler azot içermektedir. Doğada, bitkiler ve

mikroorganizmalar azotu farklı oksidasyon formlarına çevirerek azot döngüsüne katkıda bulunurlar. En önemli oksidasyon formları nitrat iyonu (NO₃), nitrit iyonu (NO₂-), amonyak (NH₃) ve amonyum iyonudur. (NH₄-) Doğal sulardaki toplam azot organik azot ve inorganik azot oksidasyon şekillerinin toplamıdır. Toplam azot; toplam Kjeldahl azotu (organik azot ve amonyak azotu), amonyum azotu, nitrat azotu ve nitrit azotunun toplamıdır (Doğanay 2014) .

Doğada toplam azotun birçok kaynağı vardır. Otomobil egzozları nitroz oksit içermektedir ve bu da çökeltme yoluyla suya karışmaktadır. Toprak kayması, böcekler, evsel atıksu deşarjı, gübre ve endüstriyel atıksu deşarjı başlıca kirletici kaynaklardır. Doğal kaynakları ise ölmüş bitki ve hayvan atıklarıdır (Doğanay 2014).

5.5 C/N oranı

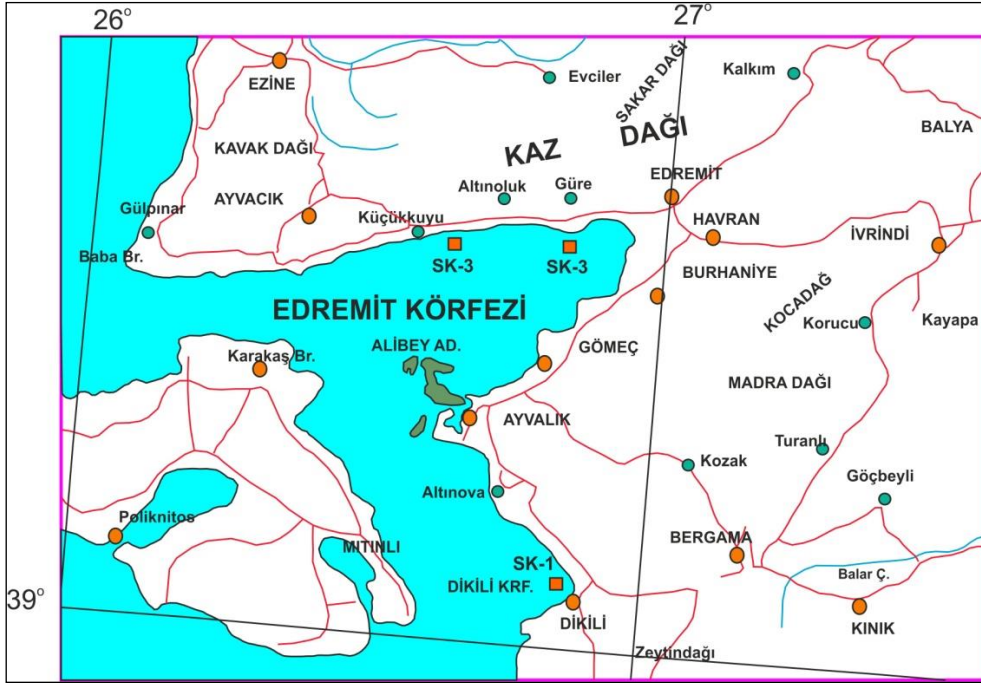
Elementel C-N analizleri çökellerde organik maddenin kökeni hakkında bilgiler verir. Denizel alg kökenli bitkilerin atomik C-N oranı çoğunlukla 10'den küçük; karasal kökenli bitkilerin C-N oranı 16'dan büyük; denizel+karasal kökenli bitki karışımı organik maddenin C-N oranı 10-16 arasında değişim gösterir (Hedges ve Oades 1997).

Yakın zamanda yapılan çalışmalar, kıyı yakını denizel ortama bol miktarda mikrobiyal olarak bozuşmuş toprağımsı organik maddenin taşındığını ve bu tür maddenin 8 ile 14 arasında değişen C-N oranına sahip olduğunu göstermiştir (Hedges ve Oades 1997; Goñi ve ark. 2003; Tesi ve ark. 2007).

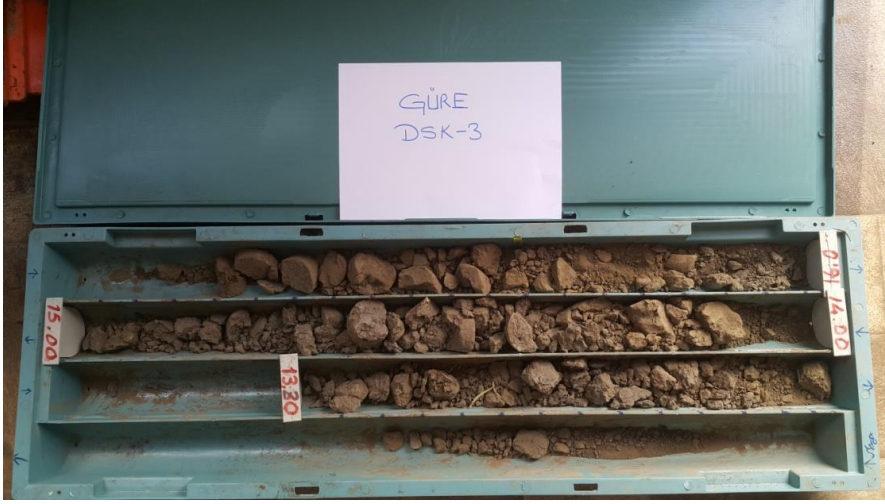
6. LABORATUAR ÇALIŞMALARI

6.1. Materyal Temini

Araştırmanın konusunu oluşturulan 3 adet deniz sondaj numuneleri 04.10.2012-15.11.2012 tarihleri arasında Güre (13.20 m - 16.00 m) , Küçükkuyu (10.00 m – 19.00 m) ve Dikili (13.00 m – 28.00 m) bölgesinden modüler deniz dubası ve üzerine kurulan yarı hidrolik rotary sisteme sahip sondaj makinası ile alınmıştır. Çalışma bölgesinde üç adet sondaj yapılmıştır (Güre SK-3,Küçükkuyu SK-3, Dikili SK-1) (Şekil 6.2). Çalışma alanına ait lokasyon ve yerbulduru haritası Şekil 6.1’de verilmiştir. Elde edilen örnekler laboratuvara güneş ışığı geçirmeyen karot sandıklar içerisinde getirilmiştir. Üç adet sondajdan her bir sondajdan 5 adet olmak üzere toplam 15 adet örnek incelenmiştir.



Şekil 6. 1: Çalışma Alanının Yerbulduru ve Numune Lokasyon Haritası



Şekil 6. 2: Güre bölgesine ait sondaj karot örneği



Şekil 6. 3: Küçükkuşu bölgesine ait sondaj karot örneği



Şekil 6. 4: Dikili bölgesine ait sondaj karot örneği

6.2 TC, TOC ve IC ve C/N Analizlerinin Yapılması

Organik madde analizleri için karotlardan ortalama 50 cm'lik ara ile 200' ar gram sediment numunesi alınarak Namık Kemal Üniversitesi Merkez Araştırma Laboratuvarı'na (NABİLTEM) gönderilmiştir . Sondaj derinliği boyunca toplanan 15 adet numunede Toplam organik carbon analizi için TOC- L serisi analiz cihazı (Model SSM 5000 A) kullanılmıştır. Bu cihaz ile TC, TOC ve IC ölçümleri yapılmıştır. Numunelerde C/N oranını belirlemek amacıyla toplam azot ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Azot ölçümü Vapodest VAP 20s model cihaz ile gerçekleştirilmiştir.

TOC- L serisi, 680°C'de yakma katalitik oksidasyon metodu ile çalışmaktadır. 4 µg/L ile 30,000 mg/L arasında ultra geniş bir ölçüm aralığı sunan bu analizörler ile, NDIR ile koordineli olarak 4 µg/L lik dedeksiyon limitlerine kadar inilebilmektedir. Bu yakma katalitik oksidasyon metodu ile elde edilebilen en yüksek hassasiyet seviyesidir. İlave olarak, yakma katalitik oksidasyon metodu sayesinde yalnızca kolay dekompoze olabilen düşük molekül ağırlıklı organik bileşiklerin değil aynı zamanda çözünmeyen dekompoze olması zor ve makromoleküler organik bileşiklerin de verimli bir şekilde okside olmasını mümkün kılmaktadır. Tipik TOK ölçümünde hem toplam karbon (TC) hem de inorganik karbon (IC) ölçülmektedir. İnorganik karbon miktarının toplam karbon miktarından çıkarılmasıyla toplam organik karbon miktarı elde edilebilir (Doğanay, 2014).

6.3 Sediman Çökelim Hızı ve Tarihlendirme:

Yümün and Önce (2017) tarafından yapılan çalışmada Dikili, Güre ve Küçükkuuyu sondaj karotlarının tabanından radyokarbon yaş tayini yapılmıştır. Radyokarbon analizinde deniz sedimanları Standart-AMS (¹⁴C) yöntemiyle analiz edilmiştir (Çizelge 6.1). ¹⁴C yöntemi ile yapılan yaşlandırmada en tabandan alınan Dikili DSK-1 örneğinde 5750±/ 30 BP yaşı elde edilmiştir. Dikili sondajında (DSK-1) 13 m su derinliğinden sonra 7 m sondaj yapılmıştır. Karot numunelerinin tabanından (20 m) alınan sedimanların toplam kalınlığı 7 m'dir. Toplam 7 metre sediman çökelimi 5750 yılda gerçekleşmiştir. Bu verilere göre sediman çökelim hızı **V_s=1,217 mm/yıl** olarak saptanmıştır (Çizelge 6.1). Güre sondajında toplam 9.20 m su derinliğinden sonra 30.00 m.'ye kadar sondaj yapılmış olup, toplam 20.80 m karot elde edilmiştir. Elde edilen karot boyu çökelim yaşına bölünmesiyle sedimantasyon hızı (V_s= 7,509 mm/yıl) hesaplanmıştır. Küçükkuuyu sondajında toplam 21.25 m karot elde edilmiştir. Karotun en tabanından alınan örneğin ¹⁴C yöntemi ile 3700 ±/ 30 BP sayısal bir yaş elde edilmiştir(Kaynak verilecek). Buna göre Küçükkuuyu bölgesinde sedimantasyon hızı V_s= 5.743 mm/yıl olarak saptanmıştır. Dikili bölgesi düz bir alan olması ve akarsuların etkisinin az görülmesi sebebiyle

sedimentasyon hızı en azdır ($V_s=1,217$ mm/yıl). Güre’de ($V_s=7,509$ mm/yıl) ve Küçükkuyu’da ($V_s=5.743$ mm/yıl) sedimentasyon hızlarının nisbeten fazla olması kıyıdaki çevre arazilerin daha eğimli bir morfolojiye sahip olmasının bir sonucu olarak görülmektedir. Çünkü her türlü sediman karasal alandan türeyerek, denizel ortama erozyon yolu ile taşınmış ve çökelim sürecinin gerçekleşmesine neden olmuştur.

Çizelge 6. 1: Ölçülen Radokarbon Yaşı (Yümün and Önce, 2017)

Numune Özellikleri (Sample Data)	Ölçülen Radokarbon Yaşı (Measured Radiocarbon Age)	$\delta^{13}C$	Normal Radokarbon Yaşı (Conventional Radiocarbon Age(*))	Sedimentasyon Yaşı (Sedimentation speed (V_s) mm/year)
Beta - 423881 SAMPLE : EKP_1 (Dikili/İzmir) ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT: (organic sediment): acid washes 2 SIGMA CALIBRATION : Cal BC 4690 to 4520 (Cal BP 6640 to 6470)	5750 +/- 30 BP	-24.9 o/oo	5750 +/- 30 BP	1,217
Beta – 423882 SAMPLE: EKP_2 (Küçükkuyu/Çanakkale) ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT: (organic sediment): acid washes 2 SIGMA CALIBRATION : Cal BC 2195 to 2165 (Cal BP 4145 to 4115) and Cal BC 2150 to 2020 (Cal BP 4100 to 3970) and Cal BC 1990 to 1980 (Cal BP 3940 to 3930)	3710 +/- 30 BP	-25.4 o/oo	3700 +/- 30 BP	5.743
Beta – 423883 SAMPLE : EKP_3 (Güre/Balikesir) ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT: (organic sediment): acid washes 2 SIGMA CALIBRATION : Cal BC 1000 to 835 (Cal BP 2950 to 2785)	2780 +/- 30 BP	-25.9 o/oo	2770 +/- 30 BP	7,509

7. ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma bölgesi olan Dikili (İzmir), Güre (Balıkesir) ve Küçükkuşu (Çanakkale) bölgelerinde Yümün Mühendislik tarafından, Ege Denizinde 3 adet karotlu sondaj yapılmış olup, bu çalışmada sondajdan elde edilen karotlar kullanılmıştır. Her bir karot numunelerinden tabanda, ortada ve üst düzeyde olmak üzere beşer adet sediman numunesi alınarak laboratuvarında TOC, OC, IC (Çizelge 7.1, Şekil 7.1-3) ve TN (Çizelge 7.2, Şekil 7.1-3) yoğunlukları analiz edilmiştir.

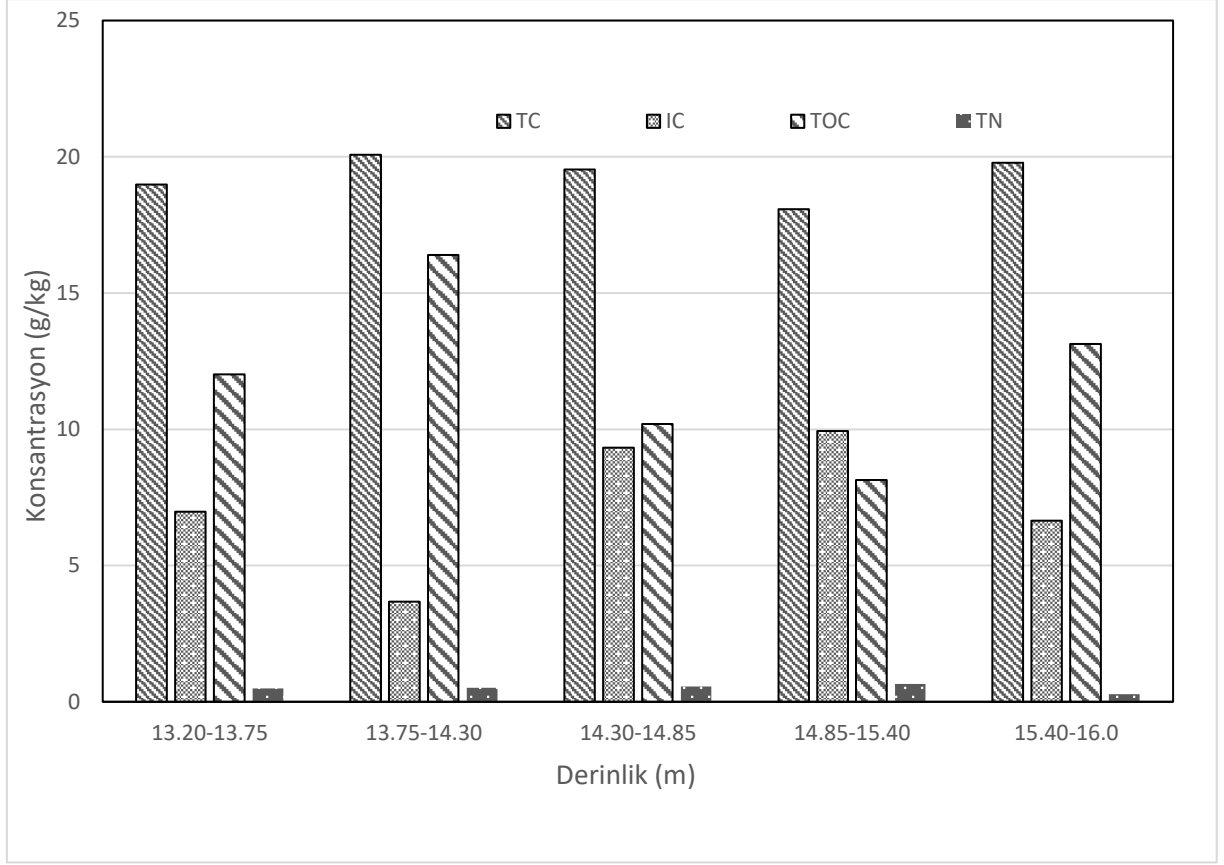
Çizelge 7. 1: Küçükkuşu (Çanakkale) , Güre (Balıkesir) ve Dikili(İzmir) Sondajlarında Elde Edilen Numunelerin TOC, OC, IC Yoğunlukları

NUMUNE KODU	DERİNLİK (m)	ANALİZ SONUCU (%)		
		TC	IC	TOC
GÜRE (DSK-3) – KİR 1	13.20-13.75	1,898	0,697	1,201
GÜRE (DSK-3) – KİR 2	13.75-14.30	2,007	0,367	1,640
GÜRE (DSK-3) – KİR 3	14.30-14.85	1,953	0,933	1,020
GÜRE (DSK-3) – KİR 4	14.85-15.40	1,808	0,994	0,814
GÜRE (DSK-3) – KİR 5	15.40-16.00	1,978	0,665	1,313
KÜÇÜKKUYU (DSK-3) – KİR 1				
KÜÇÜKKUYU (DSK-3) – KİR 1	13.00-16.00	2,035	0,801	1,234
KÜÇÜKKUYU (DSK-3) – KİR 2	16.00-19.00	2,559	0,605	1,954
KÜÇÜKKUYU (DSK-3) – KİR 3	19.00-22.00	2,576	0,812	1,764
KÜÇÜKKUYU (DSK-3) – KİR 4	22.00-25.00	1,906	0,871	1,035
KÜÇÜKKUYU (DSK-3) – KİR 5	25.00-28.00	2,895	0,859	2,036
DİKİLİ (DSK-1) – KİR 1				
DİKİLİ (DSK-1) – KİR 1	10.00-11.80	1,628	0,587	1,041
DİKİLİ (DSK-1) – KİR 2	11.80-13.60	1,824	0,564	1,260
DİKİLİ (DSK-1) – KİR 3	13.60-15.40	2,041	0,943	1,098
DİKİLİ (DSK-1) – KİR 4	15.40-17.20	0,9678	0,691	0,276
DİKİLİ (DSK-1) – KİR 5	17.20-19.00	0,9520	0,630	0,271

Çizelge 7. 2: Küçükuyu (Çanakkale) , Güre (Balıkesir) ve Dikili(İzmir) Sondajlarında Elde Edilen Numunelerin TN Yoğunlukları

NUMUNE KODU	DERİNLİK (m)	ANALİZ SONUCU
		(%)
		AZOT ORANI
GÜRE(DSK-3) – KİR 1	13.20-13.75	0,049
GÜRE(DSK-3) – KİR 2	13.75-14.30	0,051
GÜRE(DSK-3) – KİR 3	14.30-14.85	0,056
GÜRE(DSK-3) – KİR 4	14.85-15.40	0,066
GÜRE(DSK-3) – KİR 5	15.40-16.00	0,028
KÜÇÜKKUYU(DSK-3) – KİR 1	13.00-16.00	0,109
KÜÇÜKKUYU(DSK-3) – KİR 2	16.00-19.00	0,134
KÜÇÜKKUYU(DSK-3) – KİR 3	19.00-22.00	0,112
KÜÇÜKKUYU(DSK-3) – KİR 4	22.00-25.00	0,157
KÜÇÜKKUYU(DSK-3) – KİR 5	25.00-28.00	0,120
DİKİLİ(DSK-1) – KİR 1	10.00-11.80	0,104
DİKİLİ(DSK-1) – KİR 2	11.80-13.60	0,087
DİKİLİ(DSK-1) – KİR 3	13.60-15.40	0,108
DİKİLİ(DSK-1) – KİR 4	15.40-17.20	0,081
DİKİLİ(DSK-1) – KİR 5	17.20-19.00	0,096

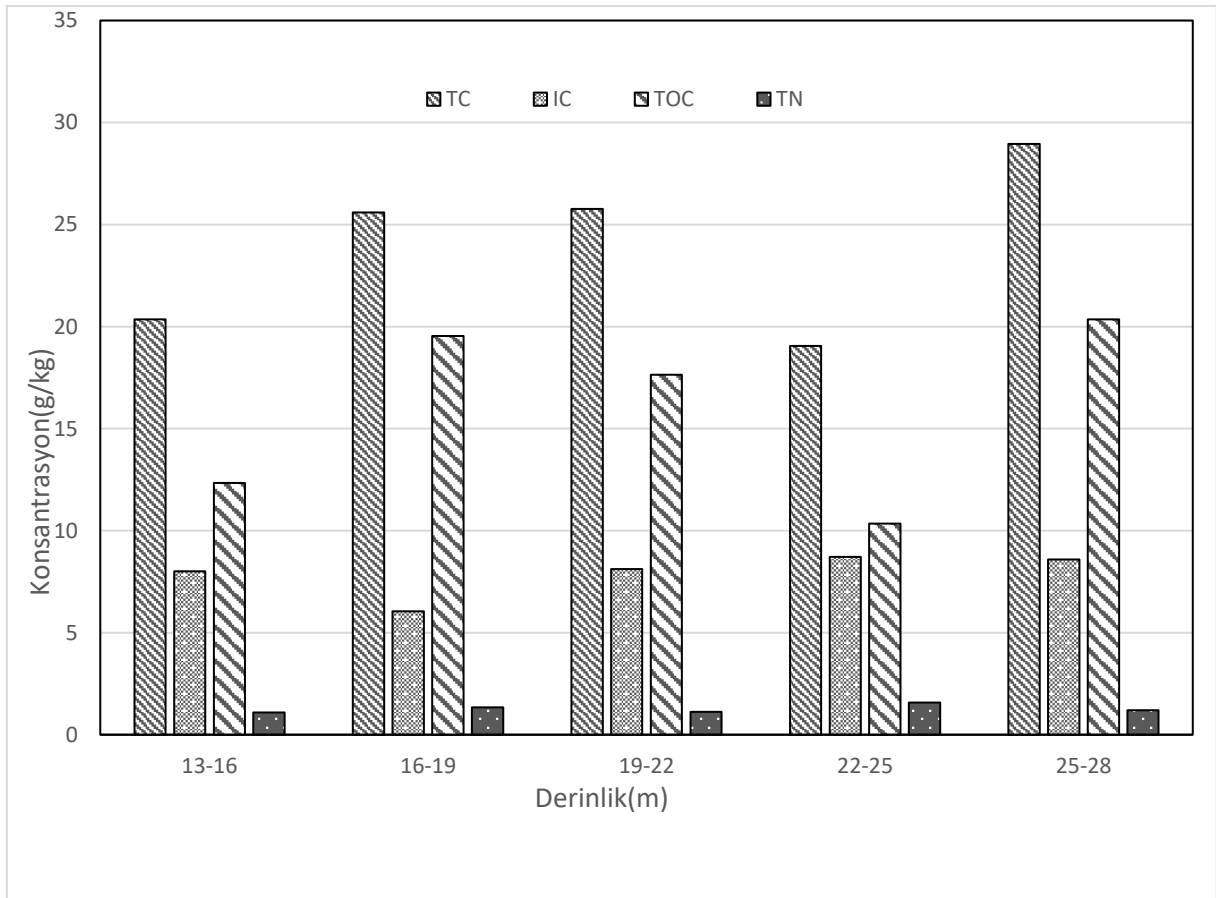
Bu analizlerde Küçükuyu ve Güre’de tabanda ve üst düzeyde karbon oranlarının belirgin olarak yüksek olduğu görülmektedir. Dikili’de ise sondajın en üst düzeyinde karbon değerleri yüksek olarak elde edilmiştir. Azot değerleri ise karbon değerlerinin aksine sondajların orta düzeylerinde yüksek değerdedir. Karbonun üst noktalarda yüksek olması kıyı alanlarda nüfus yoğunlaşmasına bağlı evsel atıkların yoğunlaşmasının bir sonucu olarak değerlendirilebilir.



Şekil 7. 1: Güre deniz tabanı sondajında derinliğe bağlı olarak TC, IC, TOC ve TN konsantrasyon değişimi

Şekil 7.1'den görüldüğü gibi Güre deniz tabanından alınan örnek numunelerde TC, IC, TOC ve TN analiz sonuçları görülmektedir. Güre bölgesi için derinlik boyunca alınan örneklerde ölçülen parametrelerin belirli oranda artışı yada azalış görülmemiştir. TOC konsantrasyonu 12.01-13.13 g/kg aralığında değişmiştir. Yüzey ve daha derinden alınan numuneler karşılaştırıldığında standart bir artış yada azalış tesbit edilememiştir. En üst sediment numunesinde TOC konsantrasyonu 12.01 g/kg bulunmuştur. Çökelti hızı 7.509 mm/yıl olduğundan 13.75-14.30 m derinlikten alınan karot örneklerinin analizi sonucu TOC konsantrasyonu 16.40 g/kg bulunmuştur. Yıllık sedimentasyon miktarı (Vs7.509 mm/yıl) ve bölgenin nüfus ve tarım yapısına bakıldığında yaklaşık 100 yıl önce bu bölgenin insan kaynaklı kirlendiği söylenemez. Bu durumda toplam yağış şiddetine bağlı doğal kıta içi kirliliğin daha hakim olduğu söylenebilir. 14.85-15.40 m aralığında alınan sedimen numunesinde en düşük TOC konsantrasyonu ölçülmüştür. 15.40-16 m derinlikten alınan numunede TOC konsantrasyonu 13.13 g/kg yükselmiştir. TOC'nin yüksek ölçülmesi kıta içi kaynaklı yüksek miktarda organik madde içeren bitki kaynaklı olduğunu göstermektedir. Aynı noktada toplam azot konsantrasyonunda çok düşük olması alg ve deniz bitkileri kökenli organik madde

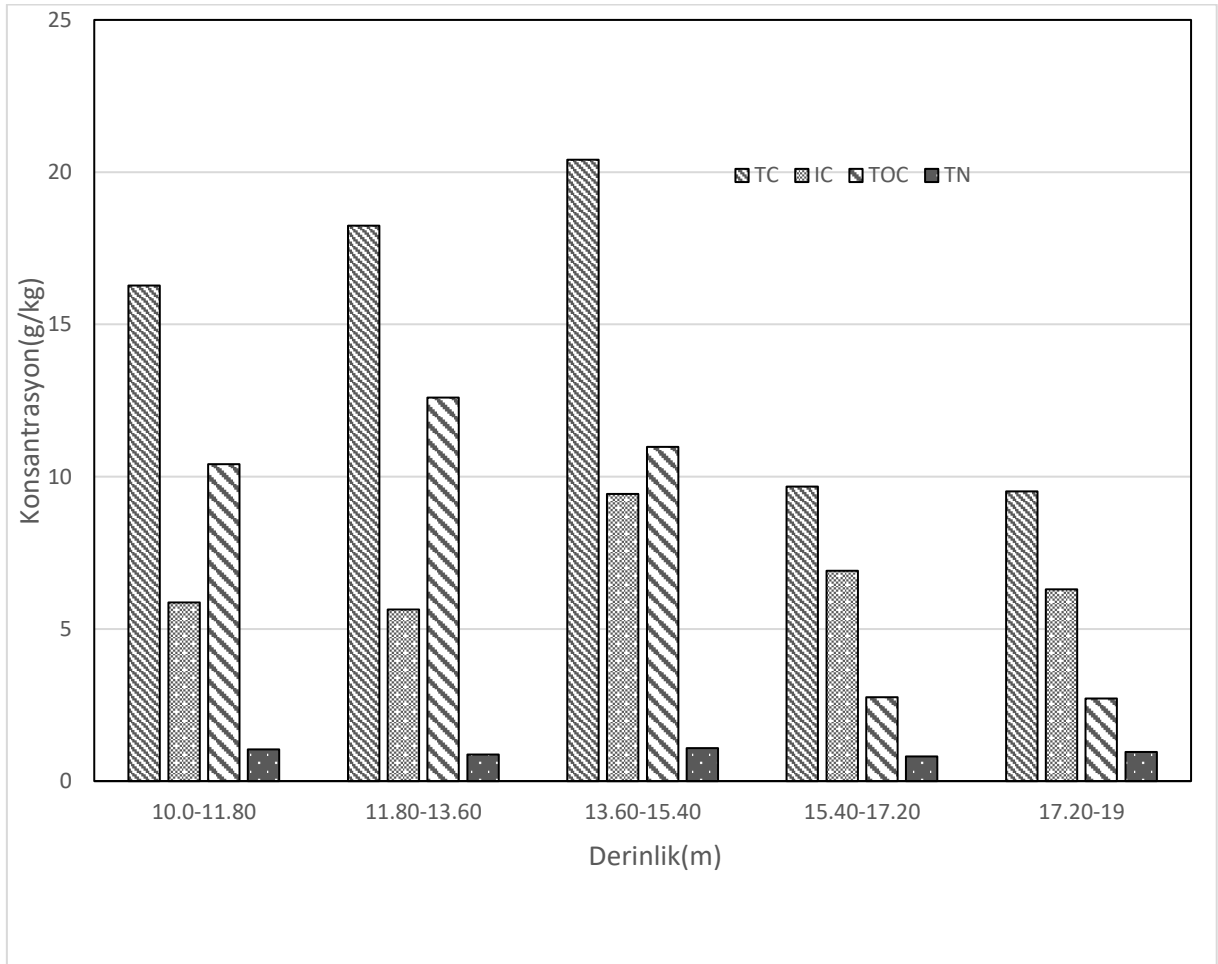
olmadığını göstermektedir. Bu numune noktasında derinlik boyunca alınan numunelerde inorganik karbon konsantrasyonu (Karbonatlar) 3.67-9.94 g/kg arasında değişmiştir. Toplam azot konsantrasyonları(0.28-0.49 g/kg) ve TOC'nin diğer bölgelere göre düşük olması bu alanda deniz tabanında biyolojik aktivitenin fazla olduğunu göstermektedir. Güre SK-3 noktasından derinlik boyunca alınan numunelerde TC konsantrasyonu 18.08-19.78 g/kg aralığında değişmektedir.



Şekil 7. 2:Küçükkuyu deniz tabanı sondajında derinliğe bağlı olarak TC, IC, TOC ve TN konsantrasyon değişimi

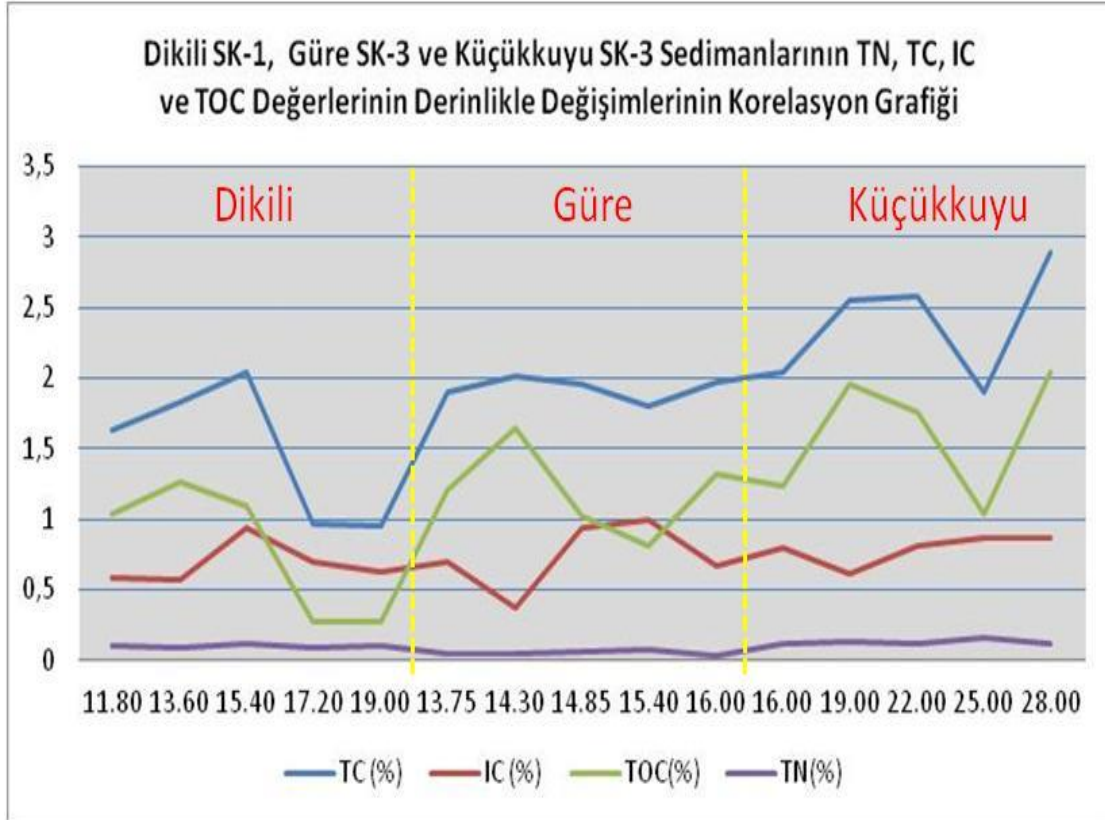
Küçükkuyu SK-3 noktasında deniz tabanından 13-28 m arasında karot örnekleri alınmıştır. Toplam azot konsantrasyonu (1.09-1.57 g/kg) en yüksek bu bölgede bulunmuştur. SK-3 noktasında sedimentasyon hızı(5.743 mm/yıl) dir. TOC konsantrasyonu 10.35-20.36 g/kg arasında değişmektedir. Bu bölgede toplam azot ve TOC'nin yüksel olması deniz kökenli organik kirliliğin fazla olduğunu göstermektedir. İnorganik karbon konsantrasyonu(6.05-8.71 g/kg) arasında değişmektedir. Küçükkuyuda TOC/TN oranı genel olarak 10'dan büyüktür. Sedimentte azot ve karbon konsantrasyonlarının yüksek olması karbonlu ve azotlu maddelerin

biyolojik parçalanmasının yavaş olduğunu göstermektedir. Deniz tabanında nitrifikasyon ve denitrifikasyon hızı düşüktür. Aksi takdirde azot konsantrasyonunun daha düşük değerde olması gerekirdi. 13-16 m arasında alınan numunede TOC konsantrasyonu 12.34 g/kg ölçülmüştür. 16-19 m ve 19-22 m arasında alınan örneklerde sırasıyla 19.54 ve 17.64 g/kg TOC ölçülmüştür. 22-25 m aralığında alınan numunede en düşük TOC değeri (10.35 g/kg) bulunmuştur. TOC/TN oranı 6.53 bulunmuştur. Bu periyotta kıta içi kirliliğinin olmadığı ve deniz tabanında biyolojik aktivitenin sınırlı (yüksek konsantrasyonda toplam azot) olduğu sonucuna varılmıştır. Küçükkuyu bölgesinde tarımsal alanların sınırlı olması, sedimenlerde ölçülen yüksek azot konsantrasyonlarının alglerden kaynaklandığını göstermektedir. TC(19.06-28.95 g/kg) en yüksek bu noktadan alınan örneklerde ölçülmüştür.



Şekil 7. 3:Dikili deniz tabanı sondajında derinliğe bağlı olarak TC, IC, TOC ve TN konsantrasyon değişimi

Şekil.7.3’de Dikili SK3 noktasından alınan örneklerde TC, IC,TOC ve TN değerlerinin derinlik boyunca değişimi verilmiştir. Deniz tabanından 10 ile 19.0 m arasında çökelti numuneleri alınmıştır. TOC değeri 2.71-12.60 g/l arasında değişmektedir. TOC konsantrasyonu 15.40-19 metre arasında 2.71-2.76 olarak bulunmuştur. Sediment üst katmanlarına göre oldukça düşük bir değerdir. Karasal ve denizsel kirliliğin minimum olduğunu göstermektedir. IC konsantrasyonu(5.64-9.43 g/kg) en düşük bu noktada bulunmuştur. Bu alanda sedimentasyon hızı 1.217 mm/yıl dır. En üst katmanlarda TOC’nin yüksek olması kıta içi ve denizsel kirliliğin fazla olduğunu göstermektedir. En üst iki katmanın oluşum zamanı 2958 yıla karşılık gelmektedir. TC konsantrasyonu derinlik arttıkça artmaktadır ve belli bir noktadan sonra tekrar azalmaktadır. Bu durum bu noktada IC konsantrasyonunun yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.Toplam azot konsantrasyonu derinlik boyunca farklı değerler almaktadır. Bu numune noktalarında belli bir artış yada azalmadan söz edilemez. TN konsantrasyonu 0.81-1.08 g/kg arasında değişmektedir. 11.80-13.60 arasında yaklaşık 1479 yıl sürecinde kıta içi kaynaklı kirliliğin hakim olduğu düşünülmüştür. Numune noktalarında azot konsantrasyonlarının yüksek olması biyolojik parçalanmanın(nitrifikasyon ve denitrifikasyon) zayıf olduğunu göstermektedir.



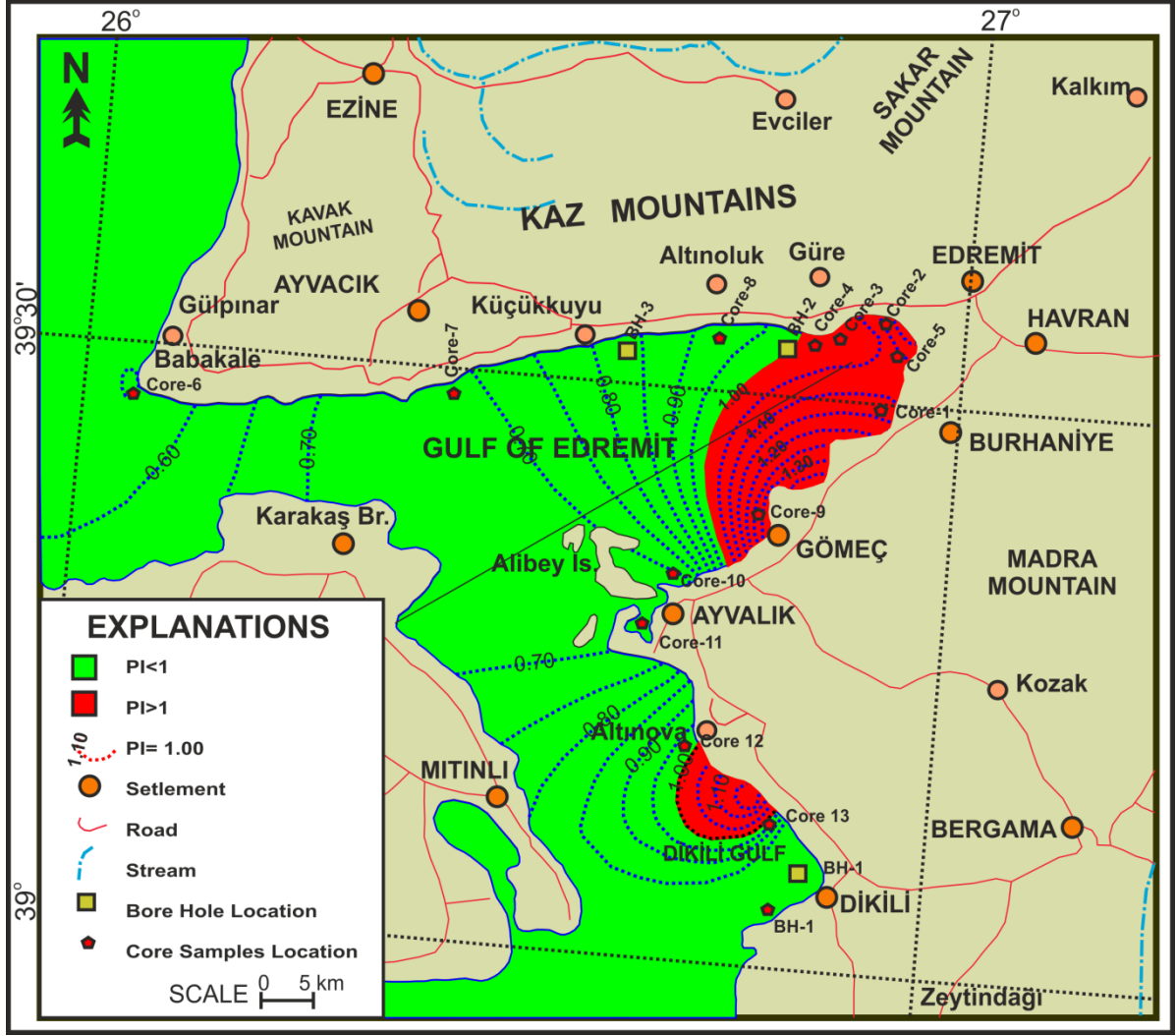
Şekil 7. 4: Dikili SK-1, Güre SK-3 ve Küçükkuşu SK-3 Sedimanlarının TN, TC, IC ve TOC Değerlerinin Derinlikle Değişimlerinin Korelasyon Grafiği

Bölgesel kıyaslama yapabilmek için Dikili, Güre ve Küçükкуюu'da alınan sondaj numunelerinin TN, TC, IC ve TOC değerlerinin yüzde oranlarının derinlikle değişimleri korelasyon grafiği şekil7.4'de verilmiştir. Grafiktende görüldüğü gibi Küçükкуюu bölgesinde TOC değerleri Dikili ve Güre'ye göre daha fazla olduğu görülmektedir. Bu numune noktaları Yümün ve Önce (2017) tarafından yapılan Kirlilik İndeksi haritası (Şekil 7.5) ile karşılaştırıldığı zaman, ağır metal konsantrasyonları (indeks değerleri) açısından temiz ortamı temsil ettiğini söyleyebiliriz. Küçükкуюu, Dikili ve Güre bölgelerinde geniş zaman periyodunda karasal ve denizsel azot kaynaklarının benzer olduğunu göstermektedir. Şekil.7.4'den de görüldüğü gibi en düşük TOC değerleri Dikili bölgesinde ölçülmüştür.

Kirlilik İndeks değeri ağır metallerin oransal bir ortalama değerlerine karşılık gelen bir orantılılık katsayısı olup, İnorganik maddelerin havza içindeki yoğunluklarını göstermektedir. PI değerlerinin Kriging yöntemi ile sayısallaştırılarak elde edilen Kirlilik İndeksi Haritası, kirlilik unsurlarının havzada coğrafik olarak dağılımını görselleştirmektedir(Yümün ve Önce,).

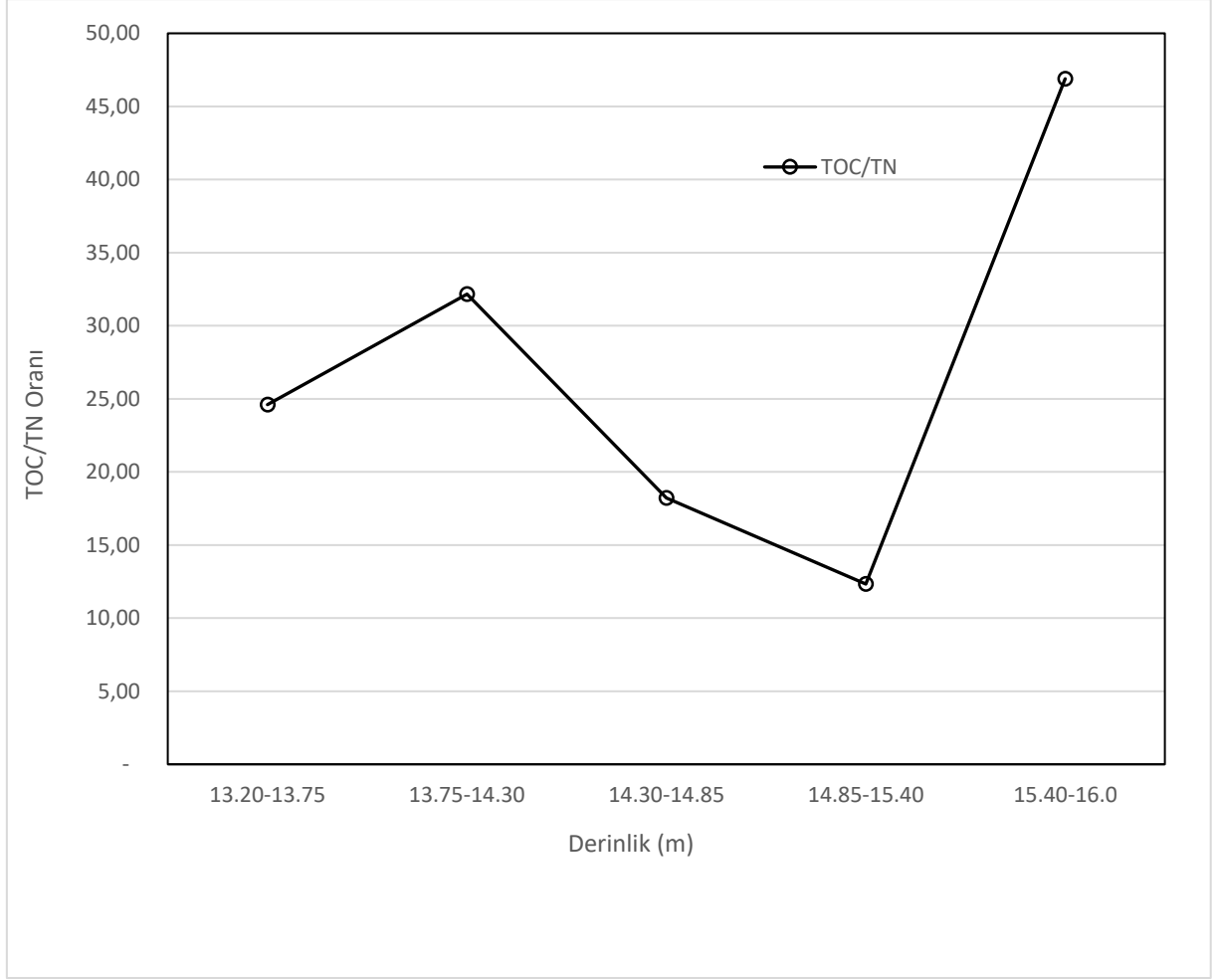
Organik karbonun aksine inorganik karbon (IC) değerleri ortalama olarak her üç bölgede de eşit olarak görülmektedir. Bu değerin eşit olması karasal alandan gelen inorganik karbonun kaynaklarının benzer olduğunu göstermektedir. Karbon dışındaki diğer inorganik elementler ise Güre ve Dikilide yüksek, Küçükкуюu'da ise düşüktür. Zaten güncel dönemde Güre-Küçükкуюu arasında plajlar var ve Ege Denizi'nin bu bölümleri turizm açısından temiz ve uygun ortamlardır.

Dikili bölgesi deniz tabanındaki sedimanların 2000 yıldan daha fazla sürede oluştuğu düşünüldüğünde organik kirliliğin kıta içi kaynaklı olduğu yani mevcut sanayi ile bağlantılı olmadığı tespit edilmiştir.



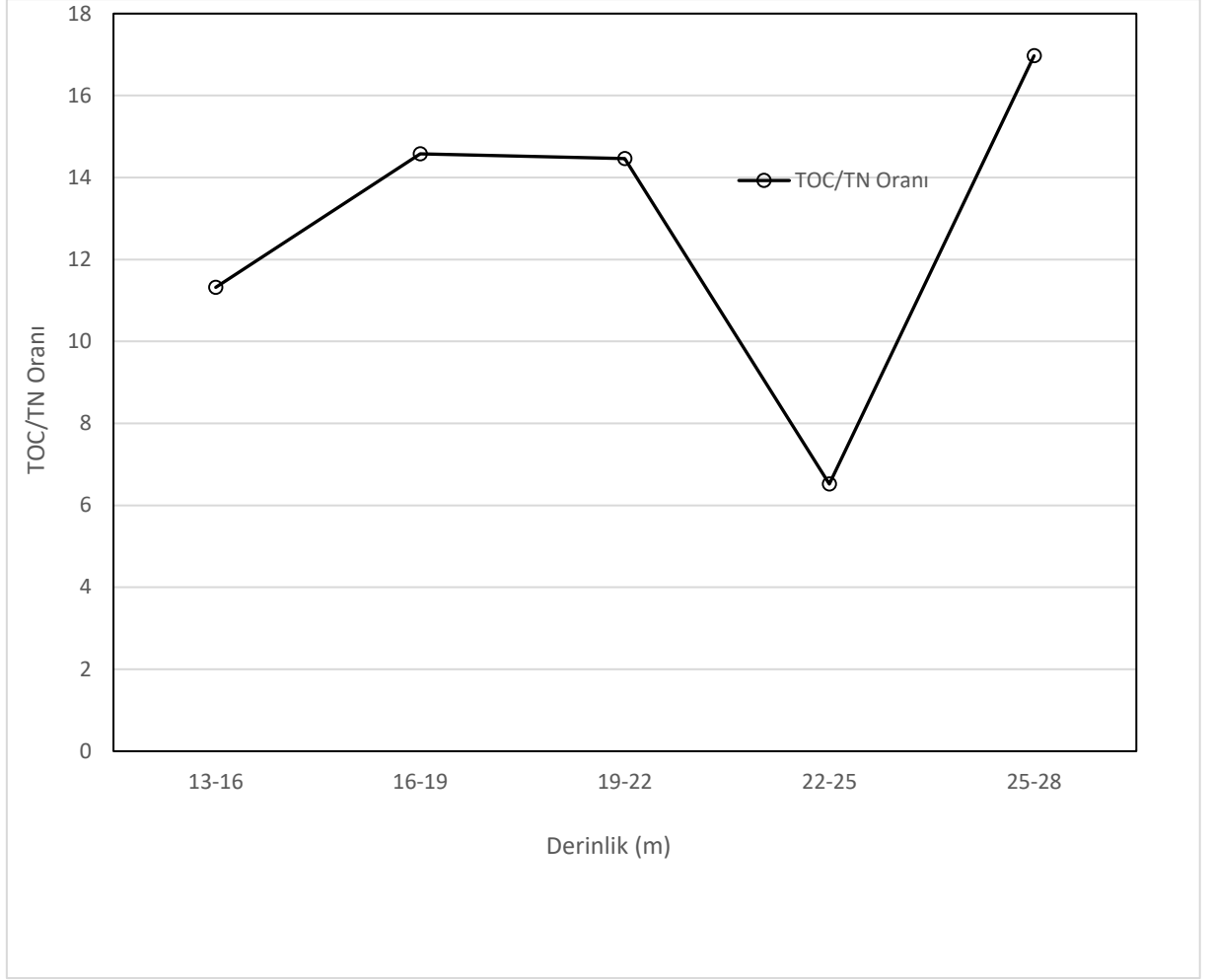
Şekil 7. 5: Edremit Körfezinin Kirlilik İndeksi Haritası (Yümün and Önce, 2017)

Dilili bölgesinde Marmara Denizi'nde sediman çökelim hızı $V_s=1,217$ mm/yıl, Güre $V_s= 7,509$ mm/yıl ve Küçükkuşu bölgesinde sedimantasyon hızı $V_s= 5.743$ mm/yıl olarak saptanmıştır. Küçükkuşu ve Güre bölgelerinde sediman hızının yüksek olması organik karbonun daha yüksek olmasına neden olmuştur. Ayrıca bu bölgeler Kaz Dağları'na komşu alanlar olup, bitki örtüsü ve ormanın yoğun olduğu alanlardır. Bu nedenle de deniz sedimanlarında toplam organik karbon (TOC) değerleri yüksek olarak elde edilmiştir. Bunun aksine Dikili bölgesinde orman alan yok ve sediman çökelim hızı yavaştır. Sediman hızının yavaş olması organik karbon birikiminin az olmasına neden olmaktadır.



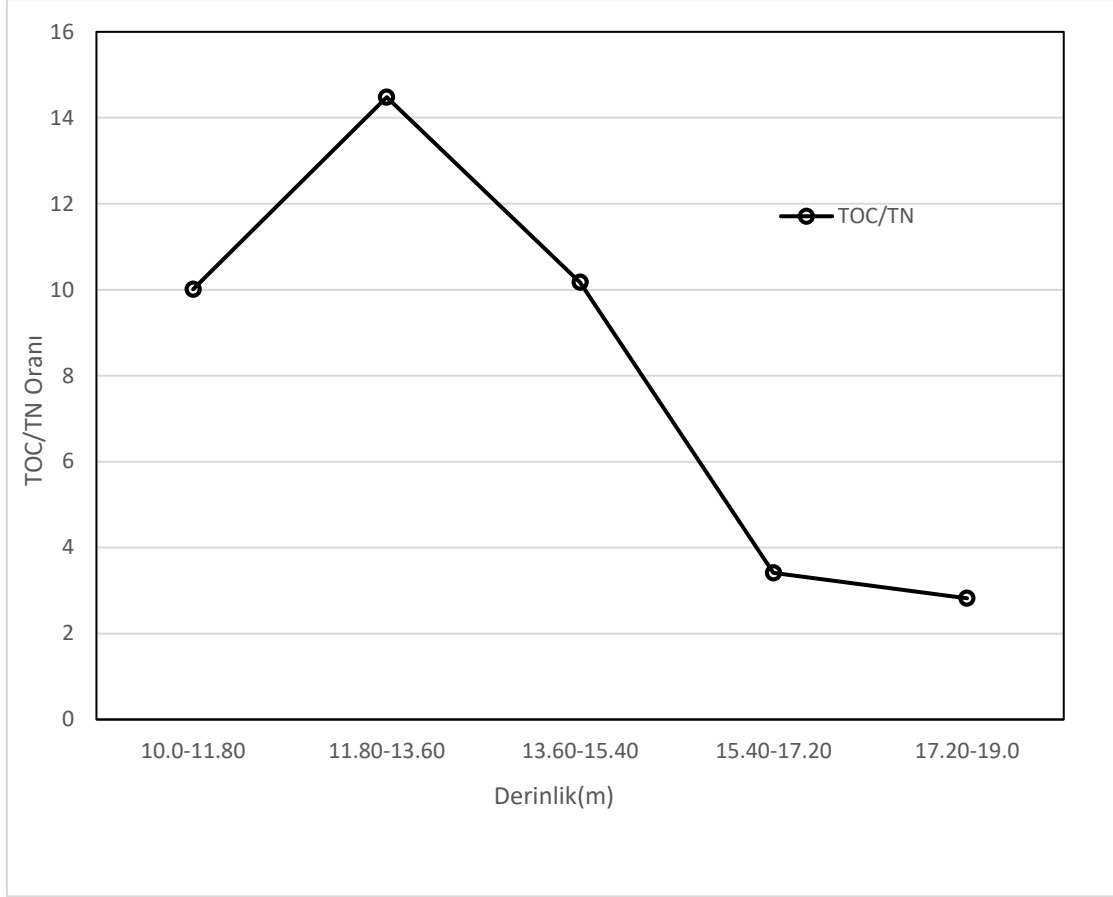
Şekil 7. 6:Güre Koyu deniz tabanında sondaj derinliğine bağlı olarak TOC/TN oranlarının değişimi

Güre bölgesinde deniz tabanında yapılan sondaj sonucunda genel olarak TOC/TN oranları 13.20-13.75 metre sondaj derinliğinde 24.61 bulunmuştur. Bu alanda kıta içi kirliliğinin çok yoğun olduğu bulunmuştur. 13.75-14.30 metre sediment tabakasında kıta içi organik madde kirliliği(TOC/TN=32.16) daha da artmıştır.13.75-15.40 metre sedimen kalınlığında TOC/TN oranı 12.33'e düşmüştür. Bu kalınlıkta çökelti oluşumu için gerekli 220 yıllık zaman diliminde kıta içi organik madde taşınımı oldukça azalmıştır. 15.40-16.0 metre sedimen aralığında(80 yıl). Kıta içi organik madde artışının çok yüksek olduğu(TOC/TN=46.89) bulunmuştur. Sonuç olarak hernekadar yağış kayıtları olmasada belirli zaman periyotlarında aşırı yağışlardan kaynaklandığı tahmin edilen ve bitkisel kaynaklı organik madde taşınımının gerçekleştiği düşünülmektedir.



Şekil 7. 7:Küçükkuyu deniz tabanında sondaj derinliğine bağlı olarak TOC/TN oranlarının değişimi

Küçükkuyu su yüzeyinden 13-16 metre derinlikte mevcut sediment tabakasında TOC/TN oranı 11.32 bulunmuştur. 16-22 metre sediment aralığında TOC/TN oranı 14 olarak sabit kalmıştır. Mevcut literatür doğrultusunda bu çökelti zaman periyodunda kıta içi ve denizsel organik madde kirliliği hakim olmuştur. 22-25 m çökelti oluşum zamanında TOC/TN oranı hızla azalmıştır. TOC/TN oranı 6.52 olarak gerçekleşmiştir. Bu bölgede sediment çökeltim hızının 5.743 mm/yıl olduğundan hareketle yaklaşık 500 yıl periyodunda organik madde taşınımı sabit kalmıştır. 25-28 m'lik sondaj derinliği için TOC/TN oranı 16.97 olarak ölçülmüştür. Bu zaman periyodunda kıta içi organik madde taşınımı denizsel ortama göre daha etkin olmuştur.



Şekil 7. 8:Dikili deniz tabanında sondaj derinliğine bağlı TOC/N oranlarının değişimi

Dikili teniz tabanı sondaj derinliğine bağlı olarak TOC/TN değişimi şekil 7.8'de gösterilmiştir. Sediment üst tabakalarında TOC/TN oranı yüksek bulunmuştur. Tabandan derine inildikçe TOC/TN oranı azalmıştır.10-11.80 metre sondaj derinliğinde TOC/TN oranı 10.01 bulunmuştur. Bu durum deniz taban çamurunun en üst bölümünde organik madde kaynağının denizin kendi yapısından(biyolojik aktivite) kaynaklandığı tesbit edilmiştir. 11.80-13.60 m sondaj derinliğinde TOC/TN oranı 14.48 olarak ölçülmüştür. Organik maddenin kaynağı denizsel ve karasal olduğu tesbit edilmiştir(Venkatesan and Kaplan, 1987).Bu alanda sedimen çökelme hızınının 1.217 mm/yıl olduğundan hareketle 1.8 metrelik sediman oluşumu için 1479 yıl gereklidir. Bu periyotta karasal bitkilerden kaynaklanan kıta içi kirliliği artmıştır. 17.20-19.0 metre sondaj derinliğinde TOC/TN oranı 2.82 bulunmuştur. Bu çökelti oluşum zaman periyodunda kıta içi organik madde taşınımının çok düşük olduğu tespit edilmiştir.

8. TARTIŞMA VE SONUÇ

Küçükkuyu, Güre ve Dikili bölgesinde denizden alınan karot örnekleri TC, TOC, IC ve toplam azot ölçümleri sonucunda sondaj derinliklerine bağlı olarak TOC/TN oranları bulunmuştur. Küçükkuyu bölgesinde toplam azot konsantrasyonlarının 1.09-1.20 gr/kg olması ve sondaj derinliği boyunca artması deniz ortamında alg aktivitesinden kaynaklanan azot olduğu sonucuna varılmıştır. TOC konsantrasyonları Küçükkuyu, Güre ve Dikili deniz sedimanlarında sırasıyla 12.34-20.36, 12.01-13.13 ve 2.71-10.41 gr/kg bulunmuştur.

Küçükkuyu körfezinde Deniz tabanında biriken organik madde ve azotun biyolojik olarak parçalanması düşük verimde gerçekleşmiştir. Küçükkuyu sedimanlarında oksijen kısıtı nedeniyle azot içeren organik maddelerin nitrata dönüşmediği ve buna bağlı olarak denitrifikasyonun gerçekleşmediği düşünülmüştür. Bu durum sedimanlarda ölçülen yüksek konsantrasyonlarda organik karbon ve azot konsantrasyonlarından anlaşılmaktadır.

Güre bölgesinde deniz taban çamurunda toplam azotun derinlik boyunca azalması nitrifikasyon ve denitrifikasyon reaksiyonlarının gerçekleştiğini göstermektedir.

Dikili bölgesinde derinlik boyunca TOC ve TN'nin azalması taban sedimentlerinde denitrifikasyonun gerçekleştiğini göstermektedir. En yüksek TOC/TN oranı Güre DS3 noktasında 15.40-16.0 m derinlikte 46.89 olarak ölçülmüştür. En düşük TOC/TN oranı Dikili SK1 nolu noktada 2.82 olarak bulunmuştur.

Genel olarak Güre SK3 noktasında tüm derinlik boyunca TOC/TN'in yüksek olması karasal yüksek bitkilerden kaynaklanan organik kirliliği işaret etmektedir. Meyers ve arkadaşları TOC/TN oranının 12-14 arasında olması durumunda karasal kaynaklı organik madde olduğunu belirtmişlerdir. Bu durumda Güre bölgesinde karasal kirliliğin hakim olduğu sonucuna varılabilir.

Venkatesan ve arkadaşları TOC/TN oranı 6-8 arasında olması durumunda organik maddenin planktonik deniz kökenli olduğunu belirtmişlerdir. Dikili SK1 15-19 m aralığında organik madde deniz kökenli bulunmuştur. Diğer noktalarda karasal ve denizsel organik madde oluşumu görülmüştür. Dikili SK1, Güre SK3 ve Küçükkuyu SK3 noktaları ağır metal kirliliği açısından temiz bölgede kalmaktadır.

TC içeriği IC ve TOC'nin toplamından kaynaklanmaktadır. Toplam karbon miktarı en yüksek küçükkuyu en düşük Dikili bölgesinde gözlemlenmiştir. Bu durum bazı noktalarda TOC'nin yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

TC içeriği Küçükkuyu bölgesinde 19.06-28.95 arasında, Güre bölgesinde 18.08-20.07 arasında ve Dikili bölgesinde 9.52-20.41 arasında değiştiği bulunmuştur.

Ayrıca Küçükkuyu ve Güre bölgelerinde arazi yapısı nedeniyle daha yüksek oranda sedimentasyon hızı mevcuttur. Bu durum kıta içi organik madde kökenli kontaminasyonu artırmaktadır. Dikili bölgesi daha düz bir alanda kurulmuştur. Tarımsal alan daha yoğundur.

9.KAYNAKLAR

- Avramidisa P, Nikolaoua K , Bekiarib V (2015). Total Organic Carbon And Total Nitrogen In Sediments And Soils: A Comparison Of The Wet Oxidation – Titration Method With The Combustion-Infrared Method. *Agriculture And Agricultural Science Procedia*, 4: 425 – 430.
- Azevedo DA, (2003). A preliminary investigation of the polar lipids in recent tropical sediments from aquatic environments at Campos dos Goytacazes. *Journal of the Brazilian Chemical Society* 14, 97–106.
- Bartoli G, Sagnella P, Fioretto Ea (2012). Heavy metal Content In Sediments Along The Calore River: Relationships With Physical–Chemical Characteristics. *J. Environ. Manag*, 91:9–14.
- Başkan A E (2010). Zeytinyağı İşletmelerinin Atıkları Ve Değerlendirme Yolları. T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı. Denizli
- Baykal F, Emekli G, Ataberk E (2011). Dikili Ve Bergama Turizmini Bütünleştirmede Coğrafi Faktörlerin Rolü. *Ege Coğrafya Dergisi*. 1-16.
- Bayram A, Önsoy H, Akinci G, Bulut VN (2011). Variation Of Total Organic Carbon Content Along The Stream Harsit, Eastern Black Sea Basin, Turkey. *Environ Monit Assess* 182:85–95.
- Bianchi Ts, Canuel Ea (2011). *Chemical Biomarkers In Aquatic Ecosystems*. Usa.
- Cevri A (2015) Adalar Denizi'nin Jeopolitik Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı. İstanbul.
- Cwqgs (1996). *Canadian Water Quality Guidelines, Parameter-Specific Background Information*. Ottawa: Canadian Council Of Research And Environment Ministers.
- Doğanay E (2014). Ab Su Çerçeve Direktifine Göre Ülkemiz Sularının Fizikokimyasal Ve Kimyasal Parametreler Açısından İzlenebilmesi İçin Kullanılabilecek Analiz Metotlarının Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, T.C Orman Ve Su İşleri Bakanlığı. Ankara.
- Carlson Ca (2002), Production And Removal Processes, In *Biogeochemistry Of Marine Dissolved Organic Matter*. Edited By D. A. Hansell And C. A. Carlson, Pp. 91–151, Elsevier, San Diego.
- Ercan T, Türkegan A, Akyürek Behçet, Günay E, Çbvecbai A, Athiş M, Can P, Erkan M, Özkirişçi C (1984). Dikili-Bergama-Çandarlı (Batı Anadolu) Yöresinin Jeolojisi Ve Magmatik Kayaçların Petrolojisi.
- Eryılmaz M (1996). Ege Denizi'nde Doğal Uzantının Saptanmasında Kullanılan Yerbilimleri Kriterleri, (Doktora Tezi), İstanbul Ü. Deniz Bil. Ve İşl. Enst., İstanbul.
- Eryılmaz M, Yücesoy-Eryılmaz F (1998). Kıt'a Sahaneliği- Doğal Uzantı Kavramları Ve Ege Denizi'ndeki Kıt'a Sahaneliği Sorunu. Türkiye'nin Kıyı Ve Deniz Alanları Iı. Ulusal Konferansı. Türkiye Kıyıları 98 Konferansı Bildiriler Kitabı (Ed.) E. Özhan. 22 25 Eylül. Odtü, 737-748, Ankara.

- Eryılmaz M, Yücesoy Eryılmaz F (2012). Edremit Körfezi'nin Oşinoğrafisi. Mersin Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Mersin.
- Fil BA, Gündüz Z, Güngör A, Korkmaz M, Uzuner S, Sertkaya S, Süzen Y, Çalgan E (2018). Çevre Mühendisliği Laboratuvarı Deney Föyü-2 , Balıkesir Üniversitesi. <http://cevre.balikesir.edu.tr/wpcontent/uploads/2017/09/%C3%87EVREm%c3%9cend%c4%b0sl%c4%b0%c4%9e%c4%b0-laboratuvarı-deney-f%c3%96y%c3%9c.pdf>
- Goñi Ma, Teixeira Mj, Perkey Dw (2003). Sources And Distribution Of Organic Matter İn A River-Dominated Estuary (Winyah Bay, Sc, Usa). *Estuarine, Coastal And Shelf Science*, 57(5), 1023-1048.
- Hecky Re, Campbell P, Hendzel Ll (1993). The Stoichiometry Of Carbon, Nitrogen, And Phosphorus İn Particulate Matter Of Lakes And Oceans.
- Hedges Jı, Oades Jm (1997). Comparative Organic Geochemistries Of Soils And Marine Sediments. *Organic Geochemistry*, 27(7-8), 319-361.
- İrtem E (2010). Balıkesir'in Ege Denizi Kıyı Alanları Sorunları Ve Çözüm Önerileri. Balıkesir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı.
- Jacob J, Jayaraj K, Rehman HH, Chandramohanakumar N, Balachandran KK, Raveendran TV, Joseph T, Achuthankutty MN (2011). Biogeochemical Characteristics Of The Surface Sediments Along The Western Continental Shelf Of İndia. *Organic Geochemistry*, 42-9. 1025-1038.
- Kaya Y (2007). Çubuk-ıı Barajı Dip Çamuru Örneklerinde Ağır Metal Dağılımının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. Ankara.
- Koziorowska K, Kulinski K, Pempkowiak J (2016). Sedimentary Organic Matter İn Two Spitsbergen Fjords: Terrestrial And Marine Contributions Based On Carbon And Nitrogen Contents And Stable İsootopes Composition .
- Koziorowska K, Kuliński K, Pempkowiak J (2017). Distribution And Origin Of İnorganic And Organic Carbon İn The Sediments Of Kongsfjorden, Orthwest Spitsbergen, European Arctic. *Continental Shelf Research*, 150:27-35.
- Lallier-Verges E, Perrussel B, Disnar Jr, Baltzer F (1998). Relationships Between Environmental Conditions And The Diagenetic Evolution Of Organic Matter Derived From Higher Plants İn A Modern Mangrove Swamp System (Guadeloupe, French West Indies). *Organic Geochemistry* 29:1663–1686.
- Martínez-Santos M, Probst A, García-García J, Ruiz-Romera E (2015). Influence Of Anthropogenic İnputs And A High-Magnitude Flood Event On Metal Contamination Pattern İn Surface Bottom Sediments From the Deba River Urban Catchment. *Science Of The Total Environment*, 514:10–25.

- Meyers P (2003). Applications Of Organic Geochemistry To Paleolimnological Reconstructions: A Summary Of Examples From The Laurentian Great Lakes. *Org. Geochem*, 34: 261–289.
- Meyers P, Leenheer Mj, Eadie Bj, Maule Sj (1984). Organic Geochemistry Of Suspended And Settling Particulate Matter İn Lake Michigan. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48: 443-452.
- Meriç E, Avşar N, Nazik A, Koçak F, Eryılmaz F, Eryılmaz M, Barut İ, Yokeş M, Dinçer F, Esenli F, Esenli V, Özdemir Z, Türker A, Aydın Ş (2012). Edremit Körfezi (Balıkesir) Kıyı Alanlarında Oşinografik Özelliklerin Bentik Foraminifer, Ostrakod Ve Bryozoon Toplulukları Üzerindeki Etkileri İle İlgili Yeni Veriler. *Tpjkd Bülteni Cilt:24, Sayı:2*, 31-77.
- Önce M (2014). Güre (Edremit/Balıkesir) İle Küçükuyu (Ayvacık/Çanakkale) Arasında Ege Denizi'ndeki Ağır Metal Kirliliğinin Yayılımı Ve Foraminiferler Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- Öngör T (2014). Jeotermal Sahalarda Jeolojik Ve Jeofizik Arama İlke Ve Stratejileri
- Pehlivan H (2017). Marmara Denizi Güneyi (Kocasu Deltası) Sedimentlerinde Ağır Metal Kirliliğinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- Peker F (2007). İstanbul Boğazı Deniz Kirliliğine Sebep Olan Kirletici Kaynaklar Ve Su Kalitesinin Değişimleri. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Rether A (2002), Doktora Tezi, Münih Teknik Üniveritesi, Entwicklung Und Charakterisierung Wasserlöslicher Benzoylthioharnstoff-funktionalisierter Polymere Zur Selektiven Abtrennung Von Schwermetallionen Aus Abwässern Und Prozesslösungen.
- Sampaio L, Rodrigues Am, Quintino V (2010). Carbon And Nitrogen Stable İsoptes İn Coastal Benthic Populations Under Multiple Organic Enrichment Sources. *Marine Pollution Bulletin*, 1790-1802.
- Souzaa JRBD, Zuchib MDR, Costab AB, Azevedob AEGD, Spanob S (2017). Geochemical Markers Of Sedimentary Organic Matter İn Todos Os Santos Bay, Bahia – Brazil. Indicators Of Sources And Preservation. *Marine Pollution Bulletin*, 119:239-246.
- Stein R (1991). Accumulation Of Organic Carbon In Marine Sediments. Berlin, Springer Verlag. 217 .
- Taş F (2001), Marmara Denizi Ve Boğazlarda Meydana Gelen Tanker Kazaları Sonucu Oluşan Kirliliğın Temizleme Çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Deniz Bilimleri Ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

- Tesi T, Misericocchi S, Goñi Ma, Langone L (2007). Source, Transport And Fate Of Terrestrial Organic Carbon On The Western Mediterranean Sea, Gulf Of Lions, France. *Marine Chemistry*, 105(1), 101-117.
- Tipping E, Woof C, Rigg E, Harrison Af, Ineson P, Taylor K, Benham D, Poskit J, Rowland Ap, Bold R, Harkness D. Climatic (1999) Influences On The Leaching Of Dissolved Organic Matter From Upland Uk Moorland Soils, Investigated By A Field Manipulation Experiment, *Environment International* 25:83-95.
- Venkatesan M₁, Kaplan Ir (1987). The Lipid Geochemistry Of Antarctic Marine Sediments: Bransfield Strait. *Marine Chemistry*, 21:347-375.
- Vilhena MP, Costa ML, Berredo JF, Paiva RS, Moreira MZ (2017). The Sources And Accumulation Of Sedimentary Organic Matter In Two Estuaries In The Brazilian Northern Coast. *Regional Studies In Marine Science*, In Press.
- Visco G, Campanella L, Nobili V (2005). Organic Carbons And Toc In Waters: An Overview Of The International Norm For Its Measurements. *Microchemical Journal*, 79:1-2, 185-191.
- Waterson Ej, Canuel Ea (2008). Sources Of Sedimentary Organic Matter In The Mississippi River And Adjacent Gulf Of Mexico As Revealed By Lipid Biomarker And D¹³C_{toc} Analyses. *Organic Geochemistry*, 39:422-439.
- Winogradow A, Pempkowiak J (2017). Characteristics Of Sedimentary Organic Matter In Coastal And Depositional 1 Areas In The Baltic Sea. *Estuarine, Coastal And Shelf Science* In Press.
- Yurtsever Tş, Demirci Ö, Hakyemez Hy, Sarıkavak Kt, Yiğit F, İleri Ö (2007) Marmara Denizi Güney Şelfi Batı Kesiminin Yapısal Unsurları Ve Sedimantolojik Özelliklerinin Araştırılması. Tübitak Raporu. Ankara.
- Yümün Z, Önce M (2017). Monitoring Heavy Metal Pollution In Foraminifera From The Gulf Of Edremit (Northeastern Aegean Sea) Between Izmir, Balıkesir And Çanakkale (Turkey). *Journal Of African Earth Sciences*, 130:110-124.
- Zetsche E, Thornton B, Midwood Aj, Witte U (2011). Utilization Of Different Carbon Sources In A Shallow Estuary Identified Through Stable Isotope Techniques. *Cont. Shelf Res*, 31:832-840.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sevinç YÜMÜN
Doğum Yeri ve Tarihi : KOCASİNAN/KAYSERİ
Yabancı Dili : İNGİLİZCE
İletişim (Telefon/e-posta) : 05437889343 / sevinc.yumun@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : (2008-2010) CEMAL BOZKURT ANADOLU LİSESİ
: (2010-2012) FATMA KEMAL TİMUÇİN ANADOLU LİSESİ
Lisans : (2012-2016) TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ, ÇEVRE
MÜHENDİSLİĞİ
Yüksek Lisans : (2016-2019) TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ, ÇEVRE
MÜHENDİSLİĞİ

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl : (2017-devam) POLİZA ENDÜSTRİ A.Ş

Yayımları (SCI ve diğer) : THE ORIGIN OF THE TOTAL ALPHA AND BETA RADIATION
VALUES OF THE WATERS OF ÇANAKKALE STRAIT
(ÇANAKKALE/TURKEY)
: STRATIGRAPHIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF
KULAKÇAYIRI LAKE(İSTANBUL/TURKEY) AND ITS VICINITY