

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

**İZMİR İÇ KÖRFEZİ'NDE SU KOLONU VE
SEDİMENTTE BİYOJENİK SİLİS DAĞILIMLARI**

Gizem MERKS

Tez Danışmanı : Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK

Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi : 17.01.2017

Bornova-İZMİR

2017

Gizem MERKS tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “İzmir İç Körfezi’nde Su Kolonu ve Sedimentte Biyojenik Silis Dağılımları” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 17.01.2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK

Raportör Üye : Doç. Dr. E. Yeşim ÖZKAN

Üye : Prof. Dr. Aynur KONTAŞ

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “İzmir İç Körfezi’nde Su Kolonu ve Sedimentte Biyojenik Silis Dağılımları” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

17 / 01 / 2017

İmzası

Adı-Soyadı

Gizem MERKS

ÖZET**İZMİR İÇ KÖRFEZİ'NDE SU KOLONU ve SEDİMENTTE
BİYOJENİK SİLİS DAĞILIMLARI**

Merks, Gizem

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK

Ocak, 2017, 34 sayfa

Bu tezin amacı, çözünmüş silikat kaynağı olarak sedimentin ne derece önemli olduğunu biyojenik silis, klorofil α , karbonat konsantrasyonları ve reaktif silis akışları ile ortaya koymaktır.

Reaktif silis akışları tekne üstünde, deniz suyu ile sıcaklığı sabit tutulan akrilik tank içinde alınan karot örneklerinin inkübasyon denemeleri ile gerçekleştirilmiştir. Sedimentte karbonat, klorofil α , klorofil bozunma ürünleri, organik karbon, biyojenik silis ve Alüminyum ölçümleri yapılmıştır. Kış ve yaz aylarında karbonat çökmesine dair deliller bulunmuş olup biyojenik silis üzerinde karbonat çökmesi nedeniyle silikat çözünürlüğü etkilenmektedir. Reaktif silis akışlarını kontrol eden ana faktör kalsiyum karbonat miktarı ve biyojenik silis olmakla birlikte çimento materyalini oluşturan diğer değişkenler de verilerdeki varyasyonu azaltmaktadır (organik karbon gibi). Yaz periyodunda kışa göre çok daha yüksek olan sedimentten reaktif silis akışları gözlenmiştir ki nehirlerle gelen reaktif silis yükü yaz aylarında son derece düşük olduğu bilinmektedir. Böylece yaz mevsiminde sedimentten su kolonuna giren reaktif silis İzmir İç Körfezi'nde diatom baskınlığını sağlayan ana süreçtir.

Nehirlerin çok daha az katkıda bulunduğu yaz aylarında daha düşük primer produktivite nedeniyle litojenik silt boyutunda katkının baskın olması ve reaktif silis akışını artırıcı etkisi nedeniyle diatom çoğalmalarını desteklemesi, halk sağlığı ve midye toplayıcılığı üzerinde olumlu etkileri ön plana çıkmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Biyojenik silis, reaktif silis akışları, karbonat çökmesi, İzmir İç Körfezi.

ABSTRACT

**BIOGENIC SILICA DISTRIBUTIONS IN WATER COLUMN
AND SEDIMENT IN THE INNER BAY OF IZMIR**

Merks, Gizem

MSc in Marine-Inland Water Sciences and Technology

Supervisor: Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKŞİK

January, 2017, 34 pages

The aim of the thesis is to find the importance of the sediment in the dissolved silicate source with fluxes of biogenic silica, chlorofil α , carbon concentrations and reactif silica.

To measure reactif silica fluxes, incubation experiments on board were conducted on core samples in acrylic tanks with sea water temperature held constant. Carbonate, chlorofil α , chlorophyll degradation products, organic carbon, biogenic silica and aluminium measurements are made. Evidence has been found to carbonate precipitation in the winter and summer months. Biogenic silica dissolution is affected negatively via carbonate sedimentation as fine grade particulates in winter and affected positively via coars grade particules from rivers runoff. The main factors controlling the reactif silica flux is calcium carbonate and biogenic silica. Other variables like organic carbon that make up the cement material also reduces the variations in the data. Reactif silica fluxes in the summer period are much higher compared to winter period was observed. Thus the reactif silica flux from sediment to overlaying water in summer period is the main process that provides the diatom dominance. Reactive Silica coming from rivers is extremely low compared to winter period.

In the summer period which contributed much less reactif silica in the river, because of the lower primary productivity compared to the winter period and the silt size lithogenic contribution dominance, reactif silica flux enhancing effect of promoting the diatom growth, positive impact on public health and mussel gathering is come to the fore.

Key Words: Biogenic silica, reactif silica flux, carbonate precipitation, Izmir Inner Bay.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince bilgilerinden yararlandığım, tezimde destek ve anlayış gösteren değerli hocam, Sayın Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK'a yürekten teşekkür ederim.

Gerek arazi gerekse laboratuvar araŐtırmalarımız süresince desteğini esirgemeyen sevgili arkadaşım Ethem MANİGA'ya, en umutsuz anlarımda bile beni yüreklendiren ve güç veren kıymetli eşim Mark H. MERKS'e, her koşulda bana güvenen anne ve babama ve tüm aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

ÇalıŐmama destek veren Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Őube Müdürlüğü'ne teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLERSayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1.GİRİŞ	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3.MATERYAL VE YÖNTEM	4
3.1 Çalışma Bölgesinin Tanıtımı	4
3.2 Çalışma Bölgesinin Jeolojisi	4
3.3 İstasyonlar ve Örnekleme	5
3.4 Biyojenik Silis	6
3.5 Organik Karbon	7
3.6 İnorganik Karbon (Karbonat)	8
3.7 Sedimentte Bozunma Ürünleri	8
3.8 Sediment Pore Suyu Parametreleri	8

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.9 Bentik Akış İnkübasyonları	9
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	11
5.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	27
ÖZGEÇMİŞ	34
EKLER	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 İzmir İç Körfezi ve tasarlanan örnekleme istasyonları	6
3.2 5cm yarıçaplı (ID) Yerçekimsel Karot Örnekleme Cihazı	7
3.3 Fakültemizde Geliştirilen Pore Water Squeezer	9
3.4 Sediment örnekleme ve tekne üstünde core inkübasyonu	10
4.1 28.Ağustos 2007'de İzmir İç Körfezi sedimentlerinde klorofil bozunma ürünleri dağılımı	11
4.2 28 Ağustos 2007'de İzmir İç Körfezi sedimentlerinde organik karbon dağılımı	12
4.3 28 Ağustos 2007'de İzmir İç Körfezi sedimentlerinde karbonat dağılımı	12
4.4 İzmir İç Körfezi'nde 16.01.2008 tarihinde sedimentte Klorofil Bozunma Ürünlerinin dağılımları	13
4.5 İzmir İç Körfezinde 16.01.2008 tarihinde sedimentte klorofil α dağılımları	14
4.6 İzmir İç Körfezinde 16.01.2008 tarihinde sedimentte OrgC dağılımları....	14
4.7 İzmir İç Körfezinde 16.01.2008 tarihinde sedimentte $CO_3^{=}$ dağılımları	15
4.8 İzmir İç Körfezi'nde 16.01.2008 tarihinde sedimentte BSi dağılımları	15
4.9 Tüm veriler kullanılarak sedimentten RSi akışının OrgC ile normalize edilmiş karbonat konsantrasyonları ile ilişkisi	17

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

4.10 Tüm veriler kullanılarak sedimentten orgC normalize RSi akışının sedimentin orgC normalize karbonat içeriği ile bağıntısı	17
4.11. 16 Ocak 2008’de Sedimentten RSi akışı ile sediment Chl α içeriği arasındaki bağıntı	18
4.12. BSi, kil ve detrital Al’un karbonatlar üzerinde seyrelme etkisi.	19
4.13 Tüm istasyon ve periyotlarda mikroalglerin karbonatlar üzerinde seyrelme etkileri	20
4.14 28.08.2007’de sedimentte Chl α konsantrasyonları ile RSi akışının değişimleri.....	21

ÇİZELGELER DİZİNİÇizelgeSayfa

Tablo I. İzmir İç Körfezi'nde 28.08.2007'de 9 istasyonda nutrientlerin devretme zamanları.....23

Tablo II. İzmir İç Körfezi'nde 16.01.2008'de 13 istasyonda nutrientlerin devretme zamanları.....24

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
Σ	Toplam
<i>Chl α</i>	Klorofil α
$CaCO_3$	Kalsiyum Karbonat
Al	Alüminyum
NaOH	Sodyum Hidroksit
HNO_3	Nitrik Asit
$CO_3^{=}$	Karbonat
CO_2	Karbondioksit
$MgCO_3$	Magnezyum Karbonat
HF	Hidrojen Florür
NH_4^+	Amonyum
<u>Kısaltmalar</u>	
BSi	Biyojenik Silis
RSi	Reaktif Silis
CDP	Klorofil Bozunma Ürünleri
DSi	Çözünmüş Silis
JSi	Silikat akışı
RP	Reaktif Fosfat
PP	Primer Produktivite

1. GİRİŞ

Dünya okyanuslarını ve denizleri birbirinden ayıran temel özelliklerden biri, belki de en önemlisi deniz tabanının jeomorfolojik şeklini oluşturan sedimentasyon olayıdır (Özkan et al., 2008).

Denizlerdeki sedimentasyon olayı birtakım biyo-jeo-kimyasal süreçler sonrasında gerçekleşmektedir. Bu süreçler sırası ile: Terijenik, biyojenik, otojenik ve evoporitler olarak dört grup altında toplanmaktadır. Bu süreçleri biyotürbasyon (sediment dağılımı), difüzyif akışlar (sediment ara suyu ile taban suyu arasındaki akış), advectif akışlar (sediment ile taban suyu arasındaki akış), erozif akışlar (sediment yatağı ile dip suyu arasındaki akış), tortusal akışlar (deniz suyundaki partiküllerin dibe çökmesi) ve transformasyon/bozunma akışları (sedimentte yer alan partiküllerin kimyasal bozunmaya uğraması) etkilemektedir. Sedimentler bu difüzyif, advectif akışlarla ve biyolojik süreçlerle üzerindeki su kolonuna nutrient pulsları sağlayabilen önemli bir kaynaktır.

Bu süreçler sonucunda deniz ve okyanusların kendine has sediment oluşumları ve karakteristikleri belirlenmektedir. Bu da her bir deniz ve okyanusun ekolojik anlamda farklılıklar göstermesine yol açmaktadır. Örneğin: Tane yapısı çok ince partiküllerden oluşan bir deniz tabanı ile tane yapısı kalın ve kaba partiküllerden oluşan bir deniz tabanında dağılım gösteren organizmalar birbirinden çok farklıdır (Özkan et al., 2008).

Sedimentler belirli şartlarda su kolonundan nutrientleri uzaklaştıran bir dinamik yapıya sahiptir. Sediment, üzerindeki su kolonunda algal çoğalmaları destekler ve oluşan primer üretim ile orantılı olarak sedimentte biyolojik solunumun büyüklüğü artar (Christensen, 2000).

Okyanus ve deniz tabanında yer alan sediment tabakasının, deniz ekosisteminde birçok rolü bulunmaktadır. Bunlardan biri ve en önemlisi dip yapısını belirlemesidir (Kocataş, 2002).

Diğer önemli bir fonksiyonu da, deniz suyu ile sediment tabakasının birleşim noktasını oluşturan ara yüzeydeki nutrient alışverişidir. Bu çift taraflı nutrient geçişinde, ortamın su sıcaklığı, tuzluluğu, akıntılar ve mevsimler önemli bir rol oynamaktadır. Sediment içerisinde yer alan nutrientler, bentik organizmalar tarafından kullanılmakta ve bu kullanım sediment ile deniz suyu arasındaki nutrient döngüsünün temelini oluşturmaktadır (Fossing et al., 2004). Bu süreçte sediment ile deniz suyu arasındaki nutrient geçişine “nutrient flux” (nutrient akışı) adı verilmektedir (Özkan et al., 2008).

Bu nutrient geçişleri ise deniz tabanında bulunan sediment tabakasındaki ve su kolonunda klorofil α miktarını direkt olarak etkilemektedir. Denizlerdeki primer produktivite sonucunda oluşan klorofil α , deniz ekosisteminde büyük öneme sahiptir. Dünya okyanus ve denizlerinde klorofil α miktarları yörelere göre büyük değişimler gösterir.

İzmir İç Körfezi'nde diatom yönünden baskın fitoplankton kommunitelerinin çoğalmalarını destekleyen silikatın rolünün ortaya koyulması büyük önem taşımaktadır. Toksin içeren dinoflagellat türlerinin çokluğu ve ürettikleri toksinlerden dolayı oluşan toksisite riski nedeniyle diatomların kommunitede baskınlığı kıyısal sulara ve akuakültür sahalarında arzu edilen bir durumdur. Günümüzde barajlarla, nehir havzasında ötrofikasyonla ortamdan uzaklaşan silikat nedeniyle daha az silikat denize ulaşmakta bunun sonucu olarak da denizde ve karada yaşamı daha riskli hale getirmektedir. Noktasal ve yaygın su kaynaklarıyla denize taşınan çözünmüş silikatın ekosistemin sağlıklı kalmasında rolü büyüktür. Çözünmüş silikatın nehirler aracılığıyla İzmir İç Körfezi'ne katkısı özellikle yağışlı dönemlerde belirgindir (Sunlu ve ark., 2005). Mevcut silikatın İç körfez dışına çıkmadan içeride kalması tabii ki diatom çoğalması ve nihai olarak çöküşü BSi'nin körfez içinde kalmasıyla sonuçlanabilir. Yaz aylarında sedimentten BSi'nin çözünmesiyle çözünmüş silis (DSi) akışları ilave bir kaynak oluşturarak İç Körfez sularında diatom dominansisini artırmalı ve toksik türler açısından zengin olan dinoflagellatların çoğalmasını baskı altında tutmalıdır. Midye toplayıcılığı ve midye dolma üretimini tehdit eden ve halk sağlığı ile direkt ilgili olan dinoflagellat çoğalmalarının baskı altında tutulması, İç körfez sularının halk sağlığı açısından daha emniyetli hale gelmesi demektir.

Tezin amacı, çözünmüş silikat kaynağı olarak sedimentin ne derece önemli olduğunu BSi, Chl α , karbonat konsantrasyonları ve RSi akışları ile ortaya koymaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çözünmüş Silikat (DSi) karalarda kayaçların yağmur sularında çözünmesinden gelmekte ve okyanusların ana silikat kaynağını oluşturmaktadır. Okyanuslara taşınım atmosferik ve nehirler yoluyla olmaktadır (Wollast, 1974; Tréguer et al., 1995; Derry et al., 2005; Tréguer and De La Rocha, 2013). Nehir kaynaklı DSi nehirlerde ve nehir ağızlarında diatomlar tarafından önemli ölçüde tüketilmektedir. Sonuçta sedimentte biyojenik silis (diatom iskeletleri) artmaktadır. Biyojenik silisin nehirlerde ve nehir ağızlarında çökmesi ve sedimente katılması denize daha az silikat girişiyle sonuçlanır (Conley et al., 1993; Chou and Wollast, 2006). Çözünmüş silikat, konservatif taşınım ile kıyısul sulara katkıda bulunabilir. Özellikle gelgitin olduğu nehirlerde bu durum gözlenmektedir. BSi dinamikleri, nehir ağızlarında kalmaları ve kıyısul sulara taşınimleri çok iyi araştırılmamıştır (Chou and Wollast, 2006).

Okyanusta ve oligotrofik çevrede BSi, su kolonunda çözünerek bir silis kaynağı olarak hizmet etmektedir (Tréguer et al., 1995; Tréguer and De La Rocha, 2013; Fanning et al., 2015). Eutrofik bölgelerde silis çözünürlüğü hızlı batıştan dolayı dipte gerçekleşmektedir.

Ayrıca diatom patlamalarında silikat önemli limitleyici faktör olarak bilinmesine karşın (Schelske and Stoermer, 1971), diatomlardaki amorf silisin rutin tayinleri deniz laboratuvarları için çok yaygın değildir (Ragueneau and Tréguer, 1994). Partikül silis tayini 1960'larda biyojenik ve mineral ayrımı yapılmadan başlanmıştır. Alkali-boratlarla örneklerin birleştirilmesi ve HF çözünürleştirilmesi analizi toplam silis konsantrasyonları analizlerinde kullanılmıştır ve bunlar biyojenik materyal için seçici değildi (Golterman, 1969). O zamandan beri deniz sedimentinde biyojenik opal içeriğini tahmin etmede birçok metod geliştirilmiştir. Bazıları örneğin amorf opale direkt IR spektroskopisi (Chester and Elderfield, 1968) ve X ışınlarının kırılarak yayılması (Eisma and Van der Gaast, 1971; Ellis and Moore, 1973) gibi katı fazın yapısal karakteristiklerinden uyarlanmıştır; diğer teknikler örneğin ayrımsal ıslak-alkalin ekstraksiyonu (Mortlock and Froelich, 1989) ve tek ıslak-alkalin ekstaksiyonu (Eggemann et al., 1980; De Master, 1981) gibi yöntemler ise kimyasal karakteristikler kullanılarak uyarlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Bölgesinin Tanıtımı

Anadolu'nun Ege Denizi'ne yönelik batı sahillerinde doğu-batı yönlü pek çok körfez vardır. Bu körfezler hidrografi ve sedimentoloji yönünden oldukça ilginçtirler. İzmir Körfezi de bunların en önemlilerinden biridir.

İzmir Körfezi Türkiye'nin batı sahillerinde ve Ege Denizi'ne açılan doğal bir körfezdır. 410.3 km²'lik bir alanda 38° 20N 38° 40N enlem, 26° 30E ve 27° 10E boylamda yer alan körfezin evsel ve endüstriyel atıklarla son 30 yıldır kirlendiği bilinmektedir. Bu nedenle körfez suları oldukça yüksek eutrofik bir özellik taşımaktadır (Gençay ve Büyükkışık, 2004). İzmir Körfezi; dış, orta ve iç olmak üzere üç kesimden oluşur. Dış Körfez, kuzeybatı-güneydoğu batı yönünde ~45km uzunluğunda ve Karaburun-Foça hattı arasında ~20 km genişliğindedir. Uzun Ada ve Urla Yarımadası Dış Körfezi ~6 km genişliğindeki batı kesimi (Mordoğan Geçidi ve Gülbahçe Körfezi) ve ~12 km genişliğindeki doğu kesimi (Dış Körfez) olmak üzere iki kısma ayırır. Dış Körfez'i kuzeybatıdan Gediz deltasının Holosen yaşlı çökelleri ve güneydoğudan ise Urla Yarımadası, Hekim Adası ve irili ufaklı Çiçek Adaları sınırlar. Dış Körfez'in Ege Denizi'ne açıldığı Foça-Karaburun hattında derinlik genellikle ~ 50 m'den azdır. Orta ve iç körfez doğu batı yönünde toplam olarak ~24 km uzunluğunda ve ~6 km genişliğindedir. Yaklaşık 10 km uzunluğundaki Orta Körfez İç Körfez'den Yenikale Geçidi diye adlandırılan, 13 m derinliğinde çok dar sıklıkla ayrılır. Bu sıklık son birkaç yüzyıl içinde Gediz Nehri'nin Pelikan ve Karşıyaka ağızları ile gösterdiği delta ilerlemesi sonucunda oluşmuştur. İç Körfez'de su derinliği genellikle 15 m'den azdır. Çalışma alanı İzmir Körfezi'nin tümünü değil sadece iç körfezi kapsamaktadır (Özkan et al., 2008) (Şekil 3.1).

3.2 Çalışma Bölgesinin Jeolojisi

Çevrenin jeolojisi çeşitli araştırmacılar tarafından oldukça detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bölgenin genel jeolojisi Chaput ve Hakkı (1930); Parejas (1940); Kalafatçioğlu (1961); Akartuna (1962); Brinkmann (1967; 1971 ve 1972) tarafından; Yamanlar Dağı ve civarı Dora (1964), Başoğlu'ndan (1975), Karaburun ve Yarımadası ise Brinkmann (1971); Gümüş (1971), doğuda Bornova Ovası'nda yer alan alüvyonlar ise Ardos (1968) tarafından çalışılmıştır (Başoğlu, 1975).

Yukarıdaki çalışmalara göre kuzeyde Yamanlar Dağı'nda üst kretase yaşlı bir filiş serisi ve bunun doğuya doğru uzantısında kireçtaşı serileri yer alır. Tüm

bu seri yer yer neojen yaşlı kayaç topluluğu ile örtülmüştür. Aynı Neojen, Bornova Ovası'nda da gözlenmektedir. Çevrede büyük bir alanda yayılım gösteren Neojen serisi andezit ve dasit karakterindeki volkanik ürünler ve türevleri ile lagünlerde çökelmiş kireçtaşı-kil taşı ve türevlerinden oluşmuştur.

Körfezin güney kesiminde durum kuzeydeki ile aynı olmakla beraber bazı farklılıklar da göstermektedir. Bu farklılıklar, batıya doğru gidildiğinde özellikle Karaburun Yarımadası'na doğru paleozoik yaşlı daha eski formasyonların gözükmesi şeklinde gelişir. Diğer taraftan Kadifekale ve yakın çevresi Neojen yaşlı kayaç topluluğu ile bunun doğusundaki Kemalpaşa ve Nif Dağı'nda filiş ve kireçtaşı serileri yer alır. Bu filiş serisi batıda Çatalkaya'ya doğru bir yayılım gösterir. Ancak daha da batıya doğru Urla civarında Neojen serileri büyük bir alanı kaplarlar. Aynı Neojen Körfez'in kuzey kıyı şeridi ve sahil zonu boyunca da izlenir (Başoğlu, 1975).

Genel olarak Körfez bir çöküntü vadisinde oluşmaktadır. Sahil zonunda ise Neojen yaşlı kayaç toplulukları egemendir.

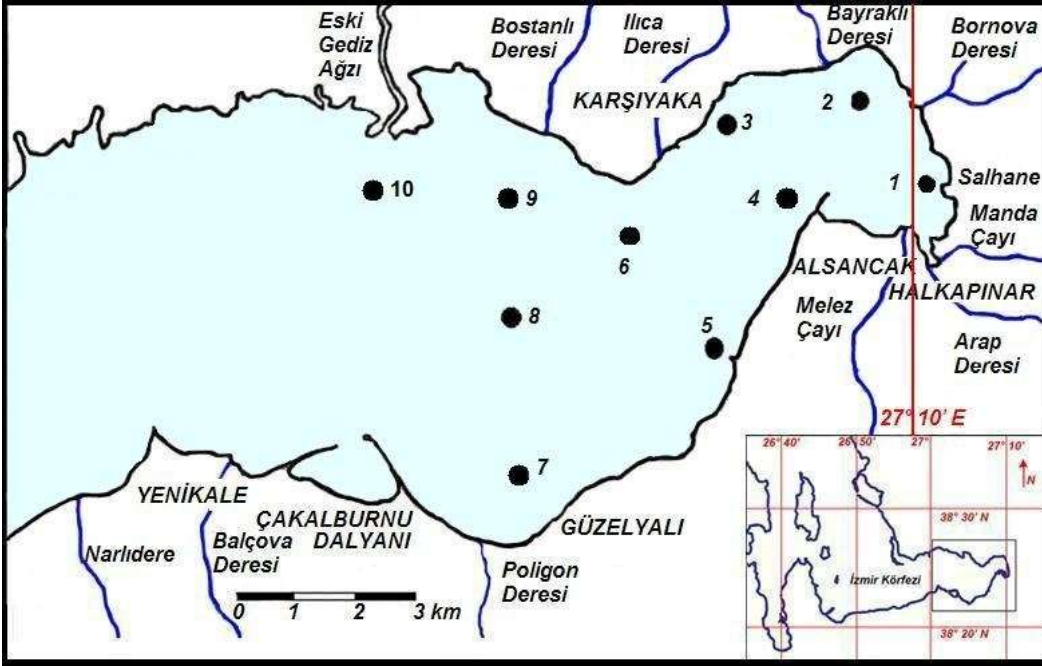
İzmir Körfezi'nin oluşumu, bölgesel jeolojik olaylarla sıkı sıkıya bağlıdır. Körfezin neojen devri sonunda muhtemelen orta pleistosen eğim atımlı faylanmalarla oluştuğu çeşitli araştırmacılar tarafından belirtilmiştir (Ketin, 1968; Arpat ve Bingöl, 1969; Baird, 1971; Brinkmann, 1971; İlhan, 1971 a, 1971 b; Evans, 1972; İzdar, 1974). Yine aynı araştırmacılar, İzmir Körfezi de dahil, Marmara Denizi, Batı Anadolu kıyılarındaki belli başlı tüm körfezlerin aktif durumda birer graben oldukları konusunda görüş birliğindedirler. Bu görüşlerini sık sık depremlerin oluşu ile faylanmalar sonucu ortaya çıkan küçük açılı şekillenmeler ve bunlara ek olarak da Ege Adaları ile Batı Anadolu'da bulunan stratigrafik birimlerin litolojisi ve içlerinde bulunan omurgalı fosiller arasındaki eşdeğerliklerle kanıtlanmaktadır.

Yukarıdaki görüşlerin ve onların dayandığı verilerin ışığında İzmir Körfezi'nin Kuvaterner başında (orta Pleistosen) eğim atımlı faylarla sınırlanmış bir çöküntü havzası şeklinde oluştuğu söylenebilir. Bu çöküntü havzasının Pleistosen ve Holosen geçirdiği evreleri kapsayan özel bir araştırma yoktur (Özkan vd., 2008).

3.3 İstasyonlar ve Örnekleme

Şekil 3.1 de sediment, su örnekleme ve karot inkübasyonlarının yapıldığı istasyonları göstermektedir. 2007 Ağustos'unda 8 istasyonda, Ekim 2007, Kasım 2007'de 6 nolu istasyonda ve 2008 Ocak ayında tüm istasyonlarda EGESÜF

araştırma gemisi ile çalışılmıştır. Her istasyonda hem tekne üstü inkübasyon çalışmaları (3-4 tekrarlı olarak) hem de core sampler ile sediment örnekleme ve dip suları örnekleme yapılmıştır.



Şekil 3.1 İzmir İç Körfezi ve tasarlanan örnekleme istasyonları. Özkan ve diğ., 2008'den alınmıştır.

Çalışma bölgesi olan İç Körfez'de toplam 16 istasyondan 8'inde 28.08.2007 tarihinde, 10 istasyonda 16.01.2008 tarihinde bölgesel değişkenliği belirlemek için çalışıldı (Şekil 3.1). Dağılmamış sediment örnekleri Şekil 3.2 de görülen 5cm çaplı Gravity Corer ile alınmış olup borunun alt ve üst kapakları takılarak ve dik pozisyonda 0°C'da plastik kutu içerisinde laboratuvara getirildi. Sediment örnekleme hem sediment analizinde hem de inkübasyon çalışmalarında kullanılmıştır. Çok sayıda örnekleme esnasında tek bir istasyondan alınan örneklerin bir kısmı geminin akıntıyla kayması nedeniyle 100-200 m farklı olması nedeniyle bu çalışmada kullanılanlar detrital malzeme ağırlıklı düşük kil içerikli örneklerdir.

3.4 BSi (Biyojenik Silis)

Bu çalışmada BSi tayinleri Mortlock ve Froelich'e (1989) göre zamanlı çözündürme metodu kullanılarak yapılmıştır. Zamanlı çözündürme metodunda hem silikat hem de Al ölçümleriyle BSi için düzeltme yapılarak daha doğru değerler belirlenmeye çalışılmıştır (Ek1 ve Ek2). BSi ölçümlerinin yapıldığı 3, 5, 8, 9, 10 nolu istasyonların sediment bileşiminde detrital materyalin varlığı zamanlı

çözündürme metoduyla ölçülen Alüminyumun basamaklı yapısından anlaşılmaktadır (Ek3). Si/Al oranlarının çok büyük değerlerden 2 civarına inmesi tabakalı kil minerallerinde gözlenen bir durumdur. Fakat çok küçük Si/Al değerlerinden çok yüksek değerlere çıkış detrital malzemeye mal edilerek basamaklı olarak hesaplanmıştır (Ek3).

Çalışmada istasyon 3, 5, 8, 9, 10'a ait 2008 yılında alınmış ve usulüne göre muhafaza edilmiş sediment örnekleri kullanılmıştır.

DeMaster (1981) ve Kamatani and Oku (2001) tarafından belirlenen yöntemlere göre analizde düzeltmeler yapılmıştır. Sediment örnekleri her bir istasyon için tartılmış (20-50 mg arasında) ve 50 ml teflon tüplere yerleştirilerek 10 ml 1M NaOH ilave edilmiştir. Takiben ultrasonik homojenizer ile karıştırılıp 100⁰C'lik etüvde 1 gün boyunca özütlenerek bir daha karıştırma yapmaksızın alınan örnekler ICP MS de 30 dk. 1 saat 1,5 saat, 3 saat, 5 saat, 6 saat, 8 saatlerde bakılmıştır. Ayrıca her grup için ayrı blank konulmuştur. 5 ml sıcak çözeltilerden berrak kısımdan örnek alınıp aynı solüsyona 30 ml saf su ve 15 ml HNO₃ eklenmiştir. Soğumadan sonra solüsyon 50 ml'ye tamamlanmıştır. Çözünmüş silis ICP-MS (Inductively coupled plasma-mass spectrometer) ile ölçülmüştür. Eş zamanlı Al tayini de Metrohm marka Computrace 797 Voltmetre ile -420mV pik potansiyelinde Calcon reaktifi ile kompleksleştirilerek yapılmıştır.



Şekil 3.2 5cm yarıçaplı (ID) Yerçekimsel Karot Örnekleyici (Gravity Corer) (Özkan 2008'den alınmıştır.).

3.5 Organik Karbon

Organik karbon tayini hacmi belli potasyum dikromatın ilavesini takiben fenilamin indikatörü eşliğinde kalan dikromatın demir amonyum sülfat

kullanılarak geri titrasyonu ile ölçülmesi esasına dayanan Walkley-Black Metodu (Gaudette et al., 1974) ile gerçekleştirildi.

3.6 İnorganik Karbon (Karbonat)

Organik karbon tayini yapılan tüm örneklerde karbonat tayini de gerçekleştirildi. Karbonat tayini, sedimentin %10'luk HCl ile muamelesiyle serbest kalan CO₂ gazının kısmi basıncının ölçümü esasına dayanan gasometrik yöntem kullanılarak gerçekleştirildi (Martin, 1972).

3.7 Sedimentte Klorofil Bozunma Ürünleri (CDP)

Klorofil bozunma ürünleri de yine tüm derinliklerde incelenmiştir. Sedimentte klorofil bozunma ürünleri aseton ekstraksiyonu ve spektrofotometre yoluyla hesaplanmıştır (Lorenzen, 1971).

3.8 Sediment Pore Suyu Parametreleri

İlk 9 istasyonda aynı noktalardan alınan diğer bir karot örneğinden ilk 10 cm'lik kısmı sediment ara suyu çıkarıcı (pore water squeezer) sisteme yerleştirilip (Şekil 3.3) basınçla sediment pore suyu iki kat GF/C filtre kağıdından geçerek berrak olarak 50 ml kadar elde edildi. RSi konsantrasyonları Strickland and Parsons'a (1972) göre belirlendi.



Şekil 3.3 Fakültemizde Geliştirilen Pore Water Squeezer (Sediment Ara Suyu Çıkarıcı).

3.9 Bentik Akış İnkübasyonları

Sediment içeren core tüpleri içine dip suyu ilave edilerek tamamen dip suyu ile dolduruldu. Üstleri akrilik kapaklarla kapatılıp sızdırmazlığı lastik bantlarla sağlandı. Denemelerde kontrol örneği olarak dip suyu ile doldurulmuş core tüpleri kullanıldı. Başlangıç ve bitişte kontrol ve test gruplarından su örnekleri alındı ve kuru buz ile derhal donduruldu. Denemeler tekne üzerinde core tüpleri için adapte edilen ve bir pompa ile deniz suyu geçirilen iki inkübasyon tankında (Şekil 3.4) 4-6 saat olmak üzere sürdürüldü. Ölçümler başlangıçta birinci gün ve 4-6 saat sonra karot yüzeyinden sifonla alınan su örneklerinde yapıldı. Sediment üstü su, sediment üst tabakasının karışmasına izin vermeyecek şekilde karıştırıldı. Başlangıçta sediment içeren coredaki su hacmi belirlendi. Alınan 100 ml'ye yakın örnek GF/C filtre kağıdından filtre edildi. Silikat analizlerinde milipor HA 0,45 mikron filtre kağıdı kullanıldı. Süzülen ve destile su ile seyreltilen su örneklerinde, silikat analizleri Strickland and Parsons'a (1972) göre yapıldı.

Akış hesapları aşağıdaki denkleme göre hesaplandı:

$$\text{Flux} = ([\text{Nutrient}]_{\text{test}} - [\text{Nutrient}]_{\text{kontrol}}) * [\text{core'da su yüksekliği, m.}] * 1000 * 24 / \Delta t$$

Burada Δt saat olarak, h metre olarak karot içinde su yüksekliği, nutrient konsantrasyonu $\mu\text{g-at/L}$ ($= \text{mg-at/m}^3$) olarak alındı. 1000 çarpanı mg-at/m^2 'yi $\mu\text{g-at/m}^2$ 'ye çevirme faktörüdür.

Tüm derinliklerdeki veriler nutrient envanterinin (yüzeyden dibe kadar integre edilen nutrient miktarı) hesaplanmasında kullanıldı ($\mu\text{mol/m}^2$). Flux (akış; $\mu\text{mol/m}^2\text{gün}$) değerleri bu envanter değerlerine bölünerek döngü süreleri (Turn over time) hesaplandı.



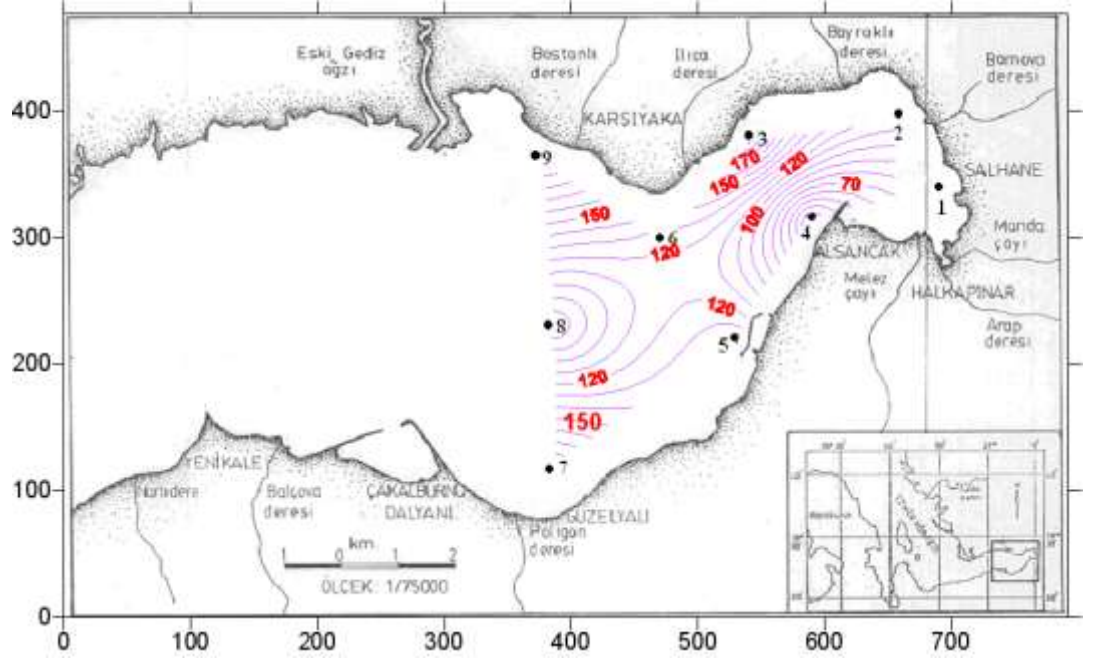
Şekil 3.4 Sediment örnekleme ve tekne üstünde core inkübasyonu

Ocak ayında da örnekleme ve inkübasyon çalışmaları gerçekleştirildi. Nutrientin su kolonu envanteri/Akış = Devretme Zamanı (Turnover time) hesaplandı.

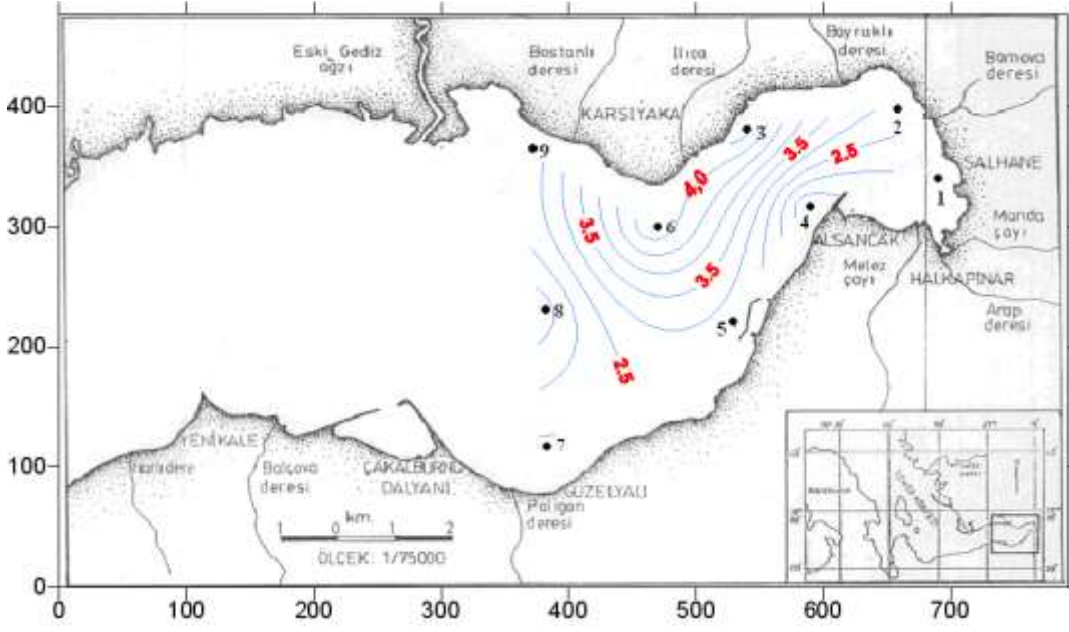
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Şekil 4.1’de sedimentte kuzey ve güney kıyılarındaki klorofil bozunma ürünlerinde (CDP) 7, 9, 3, 6 nolu istasyonlarda yüksek değerler dikkati çekmektedir. Merkezi ve doğu istasyonlarında (8 ve 4 nolu istasyonlarda) belirgin bir şekilde düşük miktarlar mevcuttur.

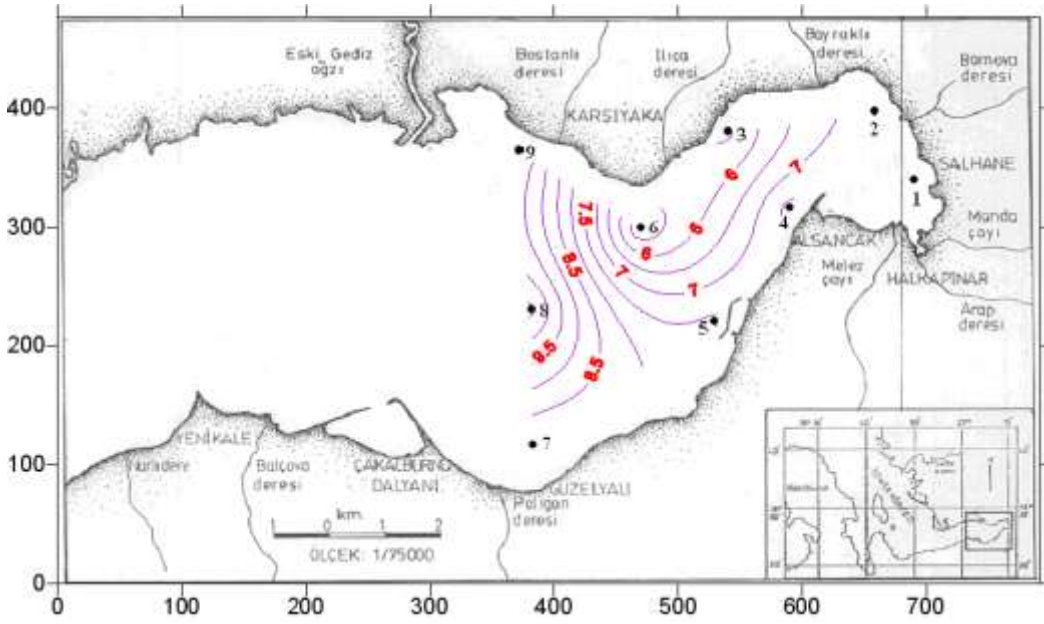
Sedimentte organik karbon miktarı Kuzey kıyılarındaki yüksek değerler (6 ve 3 nolu istasyonlarda) olup limana ve açığa doğru azalmaktadır. Sedimentte karbonat içeriği ile ters orantılı olarak hemen hemen aynı dağılımı göstermektedir (Şekil 4.2, 4.3).



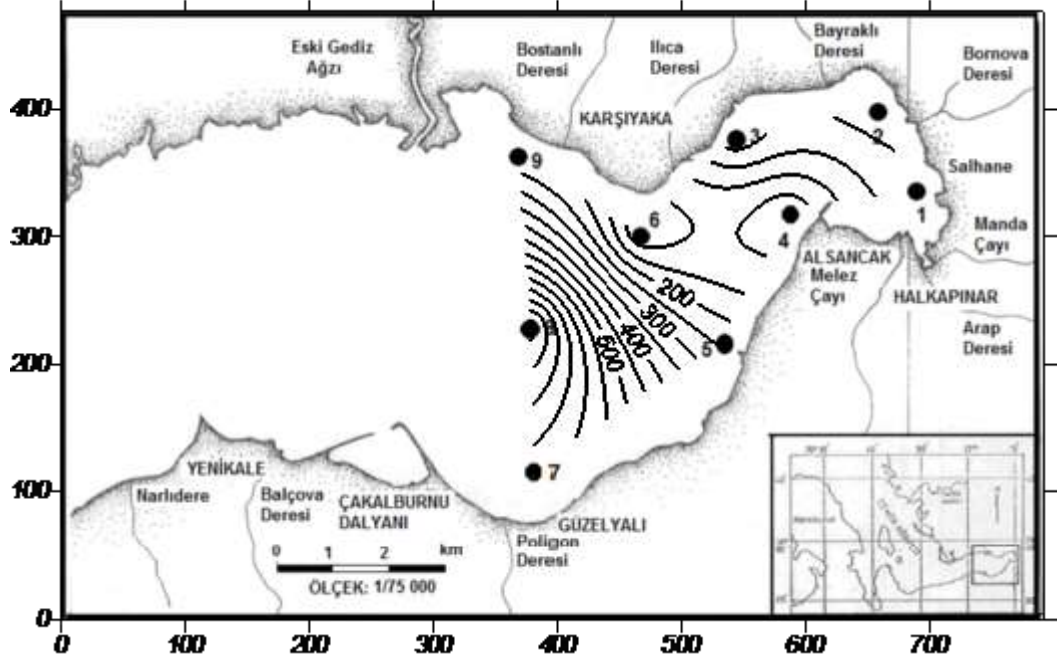
Şekil 4.1 28. Ağustos 2007’de İzmir İç Körfezi sedimentlerinde klorofil bozunma ürünleri (CDP) dağılımı (µg/g).



Şekil 4.2 28 Ağustos 2007'de İzmir İç Körfezi sedimentlerinde organik karbon dağılımı (%).



Şekil 4.3. 28 Ağustos 2007'de İzmir İç Körfezi sedimentlerinde karbonat (%) dağılımı.

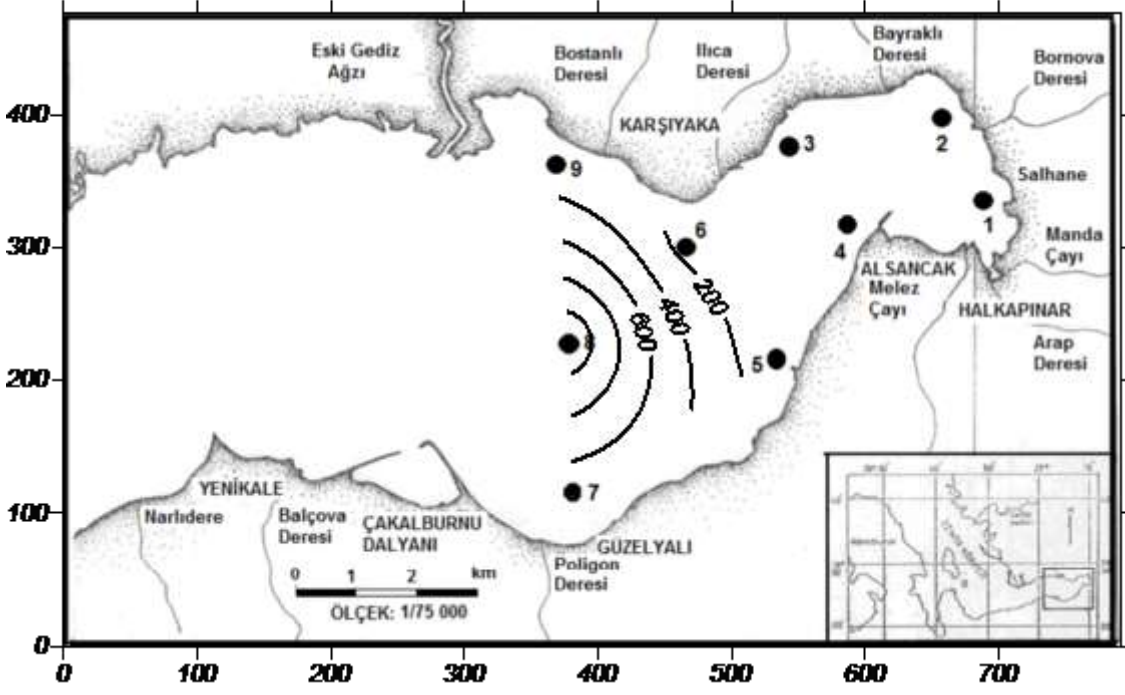


Şekil 4.4. İzmir İç Körfezi'nde 16.01.2008 tarihinde sedimentte Klorofil Bozunma Ürünlerinin dağılımları.

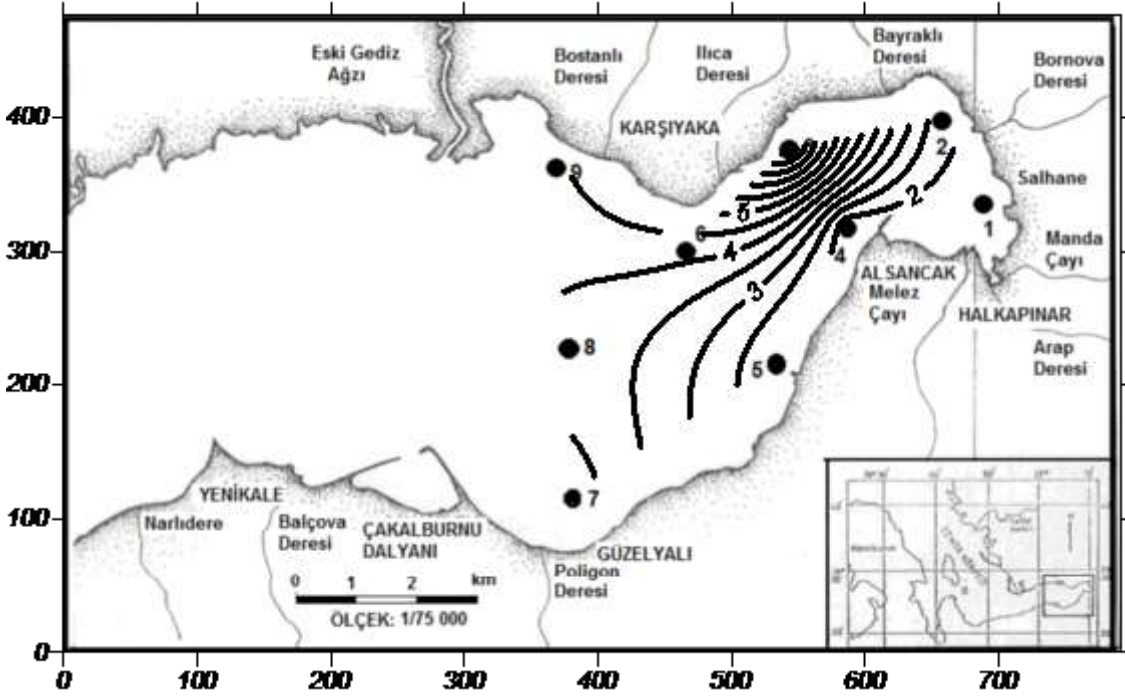
16 Ocak 2008'de sedimentte klorofil bozunma ürünleri (Şekil 4.4) ve Chl α dağılımları (Şekil 4.5) benzer olup İç Limandan batıya doğru artmaktadır. En yüksek değerler 8 nolu istasyonda gözlenmiştir.

Organik karbon ile karbonat dağılımları ters bağıntılıdır (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7). Organik karbonun düşük olduğu istasyonlarda karbonat yüksektir. 3 nolu istasyonda OrgC en yüksek bulunmuştur. Yüksek karbonat değerleri 1, 9 ve 7 nolu istasyonda gözlenmiştir.

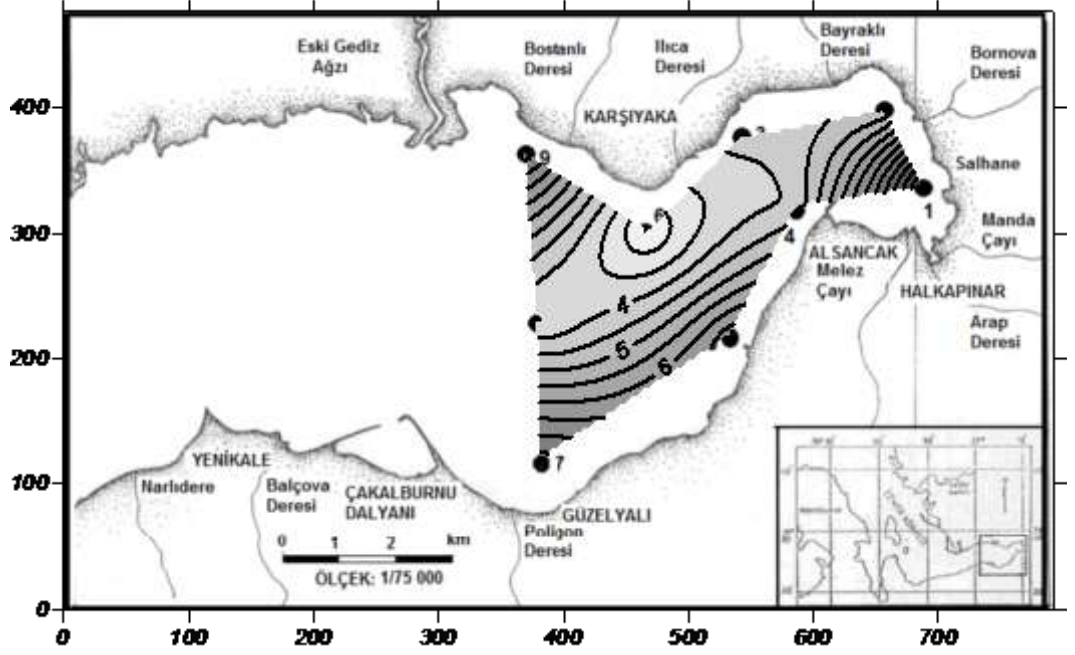
Yaz aylarında istasyonlarda sedimentten gelen silikat yükünün kışa göre 10 ila 100 kat fazla olduğu (Özkan et al.,2017) rapor edilmiştir. Bu durum özellikle yağışsız geçen yaz aylarında İç Körfez'e silikat sağlayan bir kaynak durumundadır. Diatom çoğalmasını desteklemektedir.



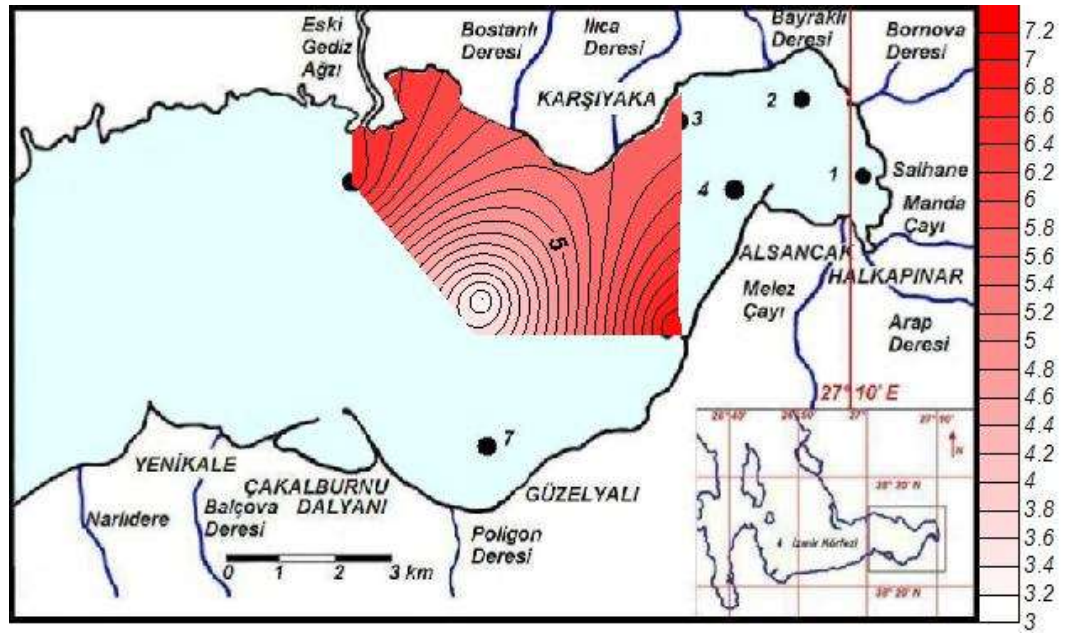
Şekil 4.5. İzmir İç Körfezinde 16.01.2008 tarihinde sedimentte klorofil α dağılımları.



Şekil 4.6. İzmir İç Körfezinde 16.01.2008 tarihinde sedimentte OrgC dağılımları.



Şekil 4.7. İzmir İç Körfezinde 16.01.2008 tarihinde sedimentte CO_3^{2-} (%) dağılımları.

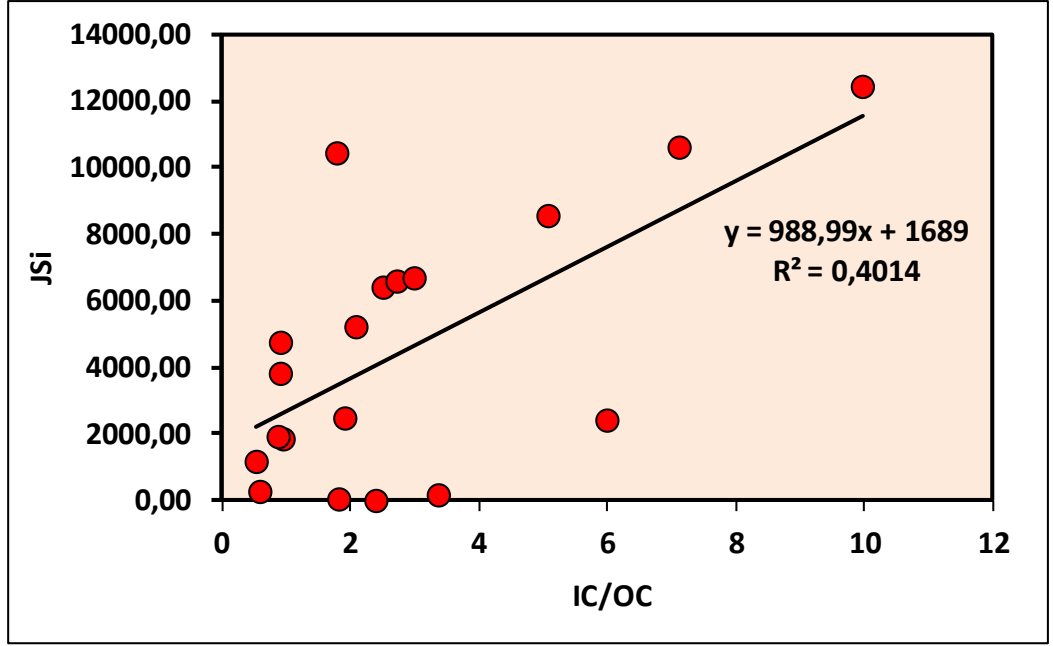


Şekil 4.8. İzmir İç Körfezi'nde 16.01.2008 tarihinde sedimentte BSi dağılımları.

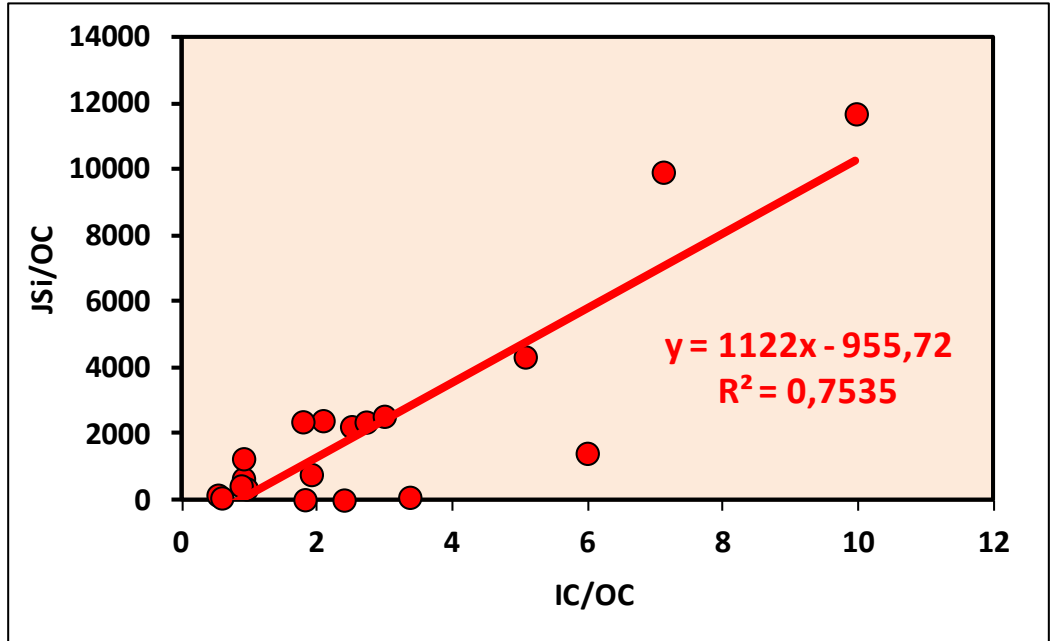
Biyojenik silis dağılımları 5, 9 ve 10 nolu istasyonlarda en yüksek olup güneye doğru azalmaktadır (Şekil. 4.8). Bostanlı deresi ve Eski Gediz Ağızı'ndan gelen çözülmüş silikatın diatomlar ve bentik canlılar aracılığı ile sedimentte tutulduğunu gösterir gibidir. Ayrıca 5 nolu istasyonda da yüksek BSi değerleri

Konak Pier önlerinde dipten tatlı su girişinin olduğunu göstermektedir (Özkan et al., 2014). RSi bu bölgede diatomlar tarafından alınarak sedimentte birikmektedir.

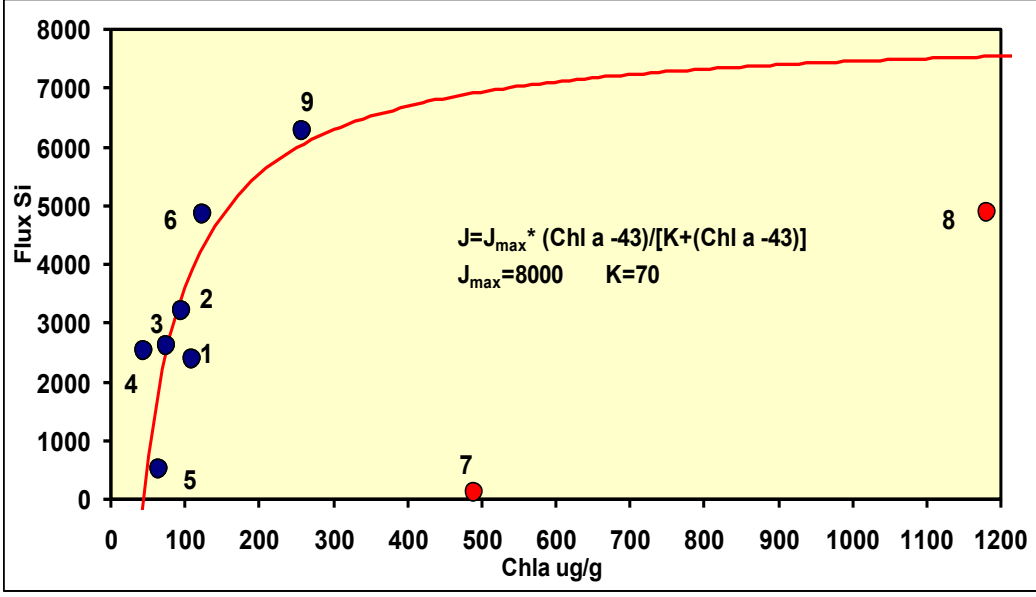
Sedimentten RSi akışı, pore suyunda RSi konsantrasyonu azalmış olanda daha yüksek olmaktadır. Bir noktada RSi akışı pore suyu konsantrasyonu artışı ile azalmaktadır. Pore suyu örneklerinin inkübasyondan sonra alınması düşük pore suyu RSi konsantrasyonları, yüksek RSi akışı ile karakterize olmaktadır. Yüksek akış ile pore suyunda RSi konsantrasyonlarının azalması normal bir durumdur. RSi akışını kontrol eden bir değişken CO_3^{2-} konsantrasyonu olabilir (Özkan, vd., 2016) 1 ve 9 nolu istasyonlar hariç yüksek akış değerleri karbonat içeriği azalışının bir sonucudur. BSi'nin organik madde ve kalkerli bileşenlerle kaplanması (Ohlendorf and Sturm, 2008) pore suyu silikat çözünürlüğünü azaltacaktır. Karbonatlar, organik karbon, ferrik oksit hidrositleri, kil mineralleri ve ince silt denizel ortamda taşıyıcı fazlardır. Organik karbon ile veriler normalize edildiğinde organik karbonun tüm istasyonlarda ve tüm mevsimlerde aynı olması durumunda RSi akışları organik karbon normalize karbonat değerleriyle zayıf bir pozitif korelasyon ($R^2=0,4014$) vermektedir (Şekil 9). Akışlar da OrgC ile normalize edildiğinde $R^2=0,7535$ 'e artmaktadır (Şekil 10). Yani tüm veriler dikkate alındığında IC_{OC} değerleri akışlardaki varyasyonun %75'ini açıklamaktadır. 1 ve 9 nolu istasyonlarda doğrusal ilişkiden sapma Şekil 4.11'de verilen $J_{Si}/Chl \alpha$ dağılım grafiğinden açıklanabilir. Bu Şekilde 7 ve 8 nolu istasyonlar hariç $Chl \alpha$ da artışla J_{Si} 'in parabolik artışı $300 \mu g Chl \alpha /L$ ye kadar gözlenmektedir. Diatomların biyolojik olarak etkilenen kalsit çökmesinde sıklıkla çekirdek olarak etki ettiği Sturm et al. (1982) tarafından belirtilmektedir. Dolayısıyla 1 ve 9 nolu istasyonlar sırasıyla düşük ve yüksek diatom $Chl \alpha$ değerine sahip olmalıdır. Şekil 4.11'de parabolik ilişkiden sapan 7 ve 8 nolu istasyonlarda 500 ve $1200 \mu g Chl \alpha /L$ değerlerine karşılık gelen gözlenen akış hızları (Şekil 4.11) teorik akış hızlarından çok düşüktür. Fakat gözlenen değerleri karbonat içerikleri açıklamaktadır. Diatomların biyolojik olarak etkilenen kalsit çökmesinde sıklıkla çekirdek olarak etki ettiği Sturm et al. (1982) tarafından belirtilmektedir. Diğer bir olasılık ise sediment yüzeyinin $Chl \alpha$ değerleri dinoflagellatların göreceli baskınlığını gösteriyor olabilir.



Şekil 4.9. Tüm veriler kullanılarak sedimentten RSi akışının OrgC ile normalize edilmiş karbonat konsantrasyonları ile ilişkisi

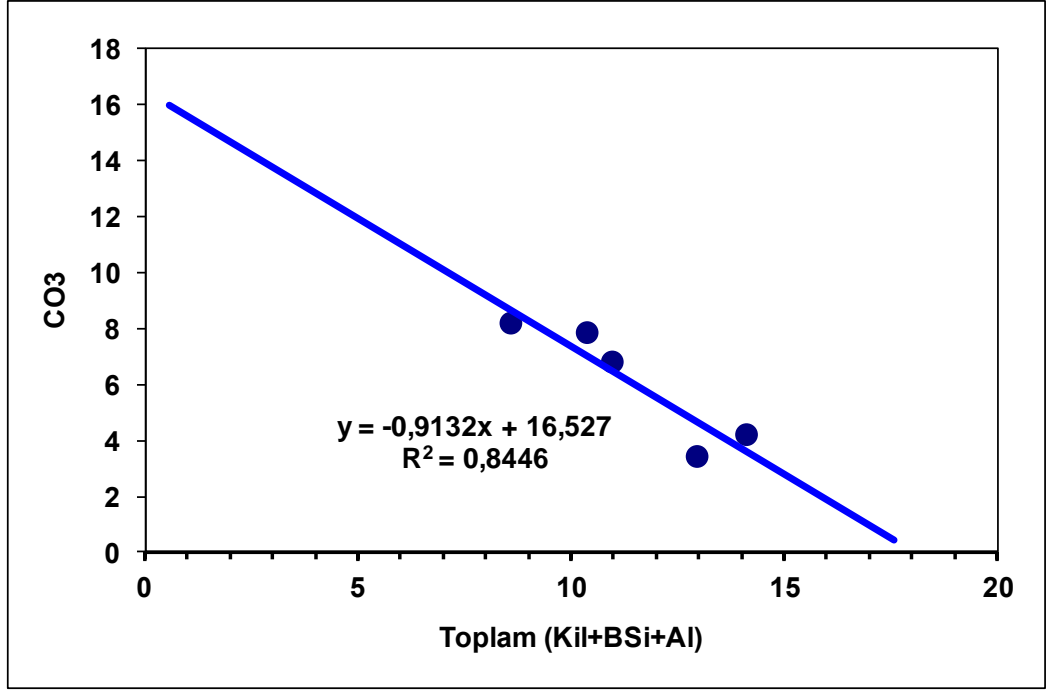


Şekil 4.10 Tüm veriler kullanılarak sedimentten OrgC normalize RSi akışının, sedimentin OrgC normalize karbonat içeriği ile bağıntısı.



Şekil 4.11. 16 Ocak 2008'de Sedimentten RSi akışı ile sediment Chl α içeriği arasındaki bağıntı.

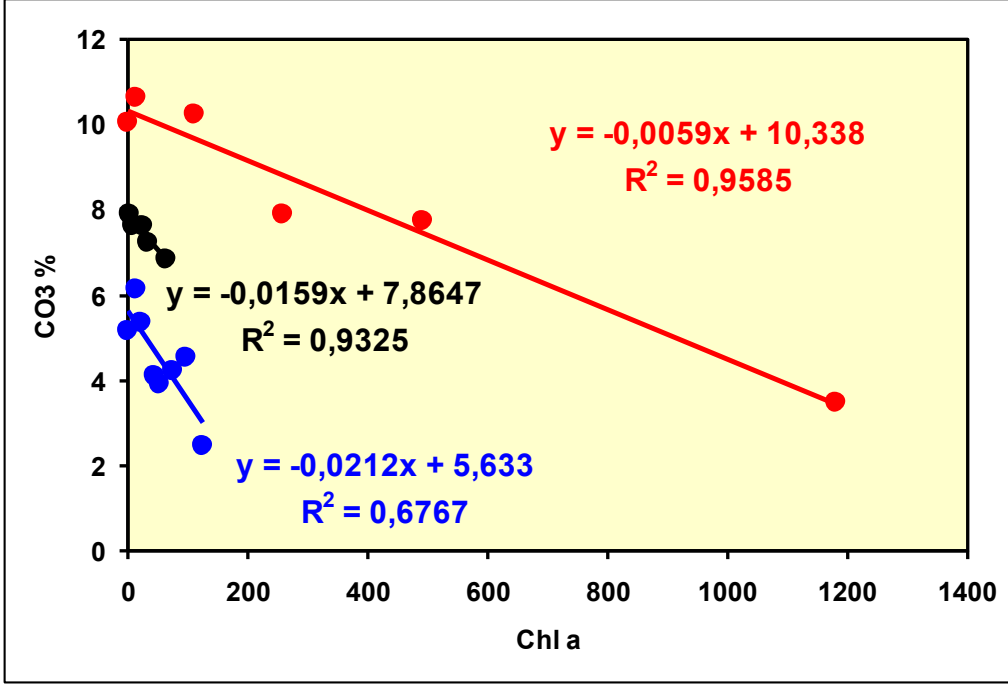
Kış peryodunda İstasyon 3, 5, 8, 9, 10 da detrital malzeme ağırlıklı sedimente BSi'in belirlenmesinde zamanlı çözündürme metodunda Si/Al oranları ve Al da basamaklı olarak gözlenen çözünürlüğün duruşu ve artışlar dikkate alınarak Ek'de görüldüğü gibi detrital ağırlıklı artışlar toplanarak BSi ve Det-Al ile kilin çözünmesine mal edilen artışlar toplanarak Kil Si'i hesaplanmıştır. Hesaplama şekil ve tabloları EK'de verilmiştir.



Şekil 4.12. BSi, kil ve detrital Al'un karbonatlar üzerinde seyrelme etkisi. Kuzeyden gelen kil mineralleriyle güneyden gelen karbonatların üzerinde seyrelme etkisi. Aynı zamanda BSi'in boy grubunun kil boyutuna yakın olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil.4.12'de ana çimento materyalini oluşturan karbonatların üzerinde BSi'nin seyrelme etkisi görülmektedir. İstasyon 3 seyrelme doğrusundan önemli ölçüde sapmaktadır. Çimento materyalleri olan Det-Al, Kil-Si'i ve karbonatların toplamı dikkate alındığında.

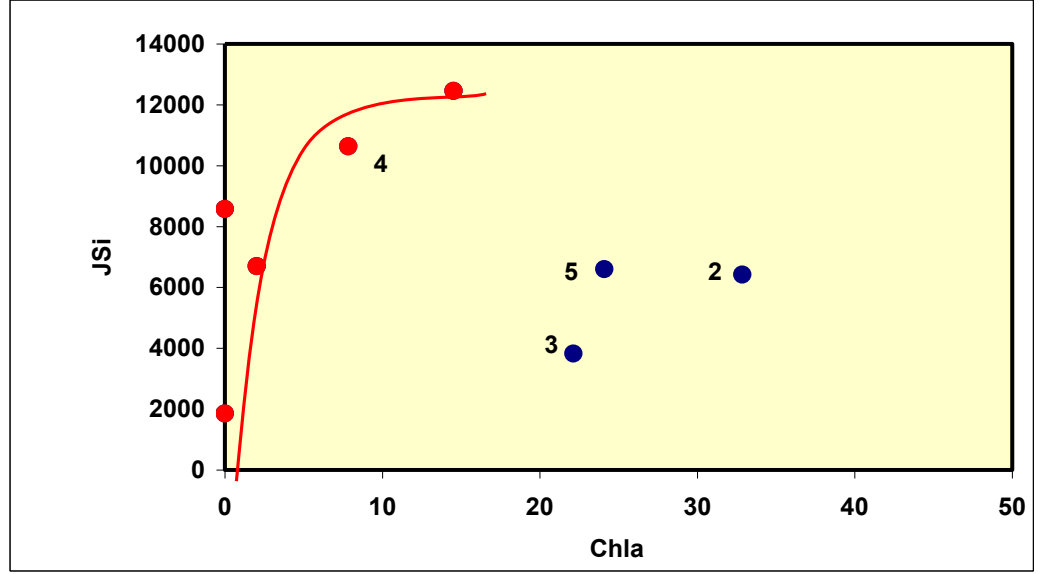
Şekil.4.13'de tüm datayı kapsayan $Chl \alpha / CO_3^{=}$ ilişkileri $Chl \alpha$ 'nın $CO_3^{=}$ lar üzerinde seyreltici etkisini göstermektedir. Kırmızı semboller 8, 9 nolu istasyonların kış ve yaz değerleri ile 1 ve 7 nolu istasyonların kış değerlerini kapsamaktadır ve en geniş seyreltme aralığını vermektedir. 3 ve 6 nolu istasyonlar mavi sembollerle gösterilmiştir. 6 nolu istasyon sonbahar mevsiminde sediment $Chl \alpha$ miktarına göre karbonatça zengin ya da fakir olmaktadır. Genelde tüm data karbonat üzerinde seyrelmeyi göstermektedir.



Şekil 4.13 Tüm istasyon ve periyodlarda mikroalglerin karbonatlar üzerinde seyrelme etkileri.

Kış aylarında karbonatta artışla silika akısında azalma belirgin (Özkan, vd., 2016) iken yaz aylarında %11'e varan karbonat artışıyla silis akısında artışın olduğu (Özkan, vd., 2016) tarafından rapor edilmiştir.

Şekil.4.14'de silika akışının sediment Chl α miktarıyla değişimi verilmektedir. İstasyon 3, 5 ve 2'de daha yüksek Chl α konsantrasyonlarından beklenen silis akısı değerlerinden daha düşük değerlerin gözlenmesi $CO_3^{=}/J_{Si}$ ilişkisiyle (Özkan, vd., 2016) açıklanabilmektedir. Yaz aylarında zaman zaman şiddetli ve kısa süreli yağışlarla gelen karbonat mineralleri daha büyük boyutlu olup sedimentin porozitesini artırabilir. İzmir Körfezi'nde organik karbonun silt boyutlu taneler üzerine bağlanması da poroziteyi artırabilir (Sunlu et al 2008). Organik karbonun etkileri normalizasyonla ortadan kaldırıldığında genel eğilim karbonat artışıyla silikat akışlarının arttığı yönündedir ve karadan gelen karbonat minerallerinin etkisi önemlidir.



Şekil 4.14 28.08.2007’de sedimentte Chl α konsantrasyonları ile RSi akışının değişimleri.

Sedimentler, eutrofikasyonu azaltmak için arıtma işlemiyle harcanan çabanın etkilerini geciktirebilir (Rizzo and Christian, 1996) veya su kolonuna sağladığı RSi ile yerel fitoplankton kompozisyonunda diatom ağırlıklı değişimlere neden olarak toksik türlerin çoğalmasını önleyebilir (Fouillaron et al., 2007). Sediment, üzerindeki su kolonunda algal çoğalmaları destekler. Oluşan primer üretim ile orantılı olarak sedimentte biyolojik solunumun büyüklüğü artar (Christensen, 2000). Bentik Mikro Alg produktivitesi ise aynı zamanda sediment oksijen havuzuna katkı sağlar. Sedimentin tane boyu yapısı, sediment topografyası (Precht et al., 2004) ve sedimentin organik madde içeriği (Hammond et al., 1984) nutrient akışını önemli ölçüde etkilemektedir. İnfauna, özellikle ince taneli geçirgen olmayan sedimentlerde biotürbasyon ve bioirrigationa neden olarak nutrient akışını artırmaktadır (Lewandowski and Hupfer, 2005; Meysman et al, 2006, Precht et al, 2004). İzmir İç Körfezi’nde yaz aylarında gözlenen yüksek akışlardan infauna belli ölçüde sorumlu olabilir. Araştırılması gereken bir konudur.

Silikat akışları ile sediment pore suyu silikat konsantrasyonları arasında gözlenen negatif ilişkiden akışın düşük olduğu istasyonlarda yüksek pore suyu Silikat konsantrasyonları ya da tersi durum, sedimentten akışın az ya da çok oluşunda etkin olan etmenlerin ne olduğu sorusu akla gelmektedir. Sedimentin tane boyu yapısı ve dolayısıyla poroziteden kaynaklanan geçirgenlik (permeability) önemli etmenlerden biridir. Dip sularında kışın 5 μ M RSi mevcut olup sedimentten suya akışı desteklemektedir. Fakat düşük akışı

açıklanamamaktadır. Yaz örneklemesinde çok yüksek akışlar sedimentin ilk 10 cm'sinde yer alan bentik canlıların artan sıcaklıkla sedimentte biyotürbasyona ve biyoirrigation aktivitesinde artışın çözünen alışverişini önemli ölçüde artırmasından kaynaklanması olasıdır (Taş vd., 2009). Geçirgenliği artıran etmenlerden biri de sedimentin daha klastik hale gelmesidir. Yani çimento vazifesi gören organik madde, demir oksihidroksitleri, kil ve nanometre boyutta karbonatların daha büyük yapıda olan diatom iskeletleri (BSi), diatom iskeletleri içeren zooplankton fekal pelletleri ve diatom hücreleriyle (Chl α) karışması poroziteyi artırıp geçirgenlikte artış sağlamaktadır. Ayrıca kalsiyum karbonat çökmesi su derinliğinin az olduğu, ΣCO_2 'in düşük olduğu, sıcaklığın yüksek ve suyun daha tuzlu olduğu Bahama Bankları gibi (Swart et al., 2014) bölgelerde gözlenmektedir. Bu şartlarda karbonat suda aşırı doymuş durumda olmakta ve MgCO_3 komplekslerinin CaCO_3 çökmesine ket vurucu etkisi kırılıp diatom iskeletlerinin çökme için çekirdek teşkil etmesi ile karbonat çökmesi oluşmaktadır. Dolayısıyla CaCO_3 çökmesinin BSi'nin üzerini örtmesi geçirgenliği azaltacaktır. Kış peryodunda sedimentte yüksek Chl α değerleri (1100 $\mu\text{g/g}$ 'a kadar artan) dip sularında ve sediment pore suyunda ΣCO_2 'i azaltarak karbonatı artırıcı etkileri ($[\text{CO}_3^-] = \text{Alkalinite} - \Sigma\text{CO}_2$) baskın olabilir ve karbonat çökmesini sağlayabilir (yüzey sularında CaCO_3 çökmesine ilave olarak).

Sedimentte çimento materyali olarak detrital alüminyum ve Kil-Si'i karbonata ilave edildiğinde datadaki belirsizlikler ortadan kalkmaktadır. Dolayısıyla BSi'in çimento materyaline katılımı çimento materyalini (sediment geçirgenliğini azaltan) seyreltmesiyle geçirgenliği ve sedimentten silikat akışlarını artırmaktadır.

Tablo I. İzmir İç Körfezi'nde 28.08.2007'de 9 istasyonda nutrientlerin devretme zamanları (Turnover time).

Station	Turnover time (day)				
	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	RSi	RP	NH ₄ ⁺
1	0,8	57,3	2,0	-24,5	84,2
2	6,0	41,8	4,3	13,8	2,2
3	3,1	-7,8	16,9	-44,5	4,7
4	2,1	9,2	5,3	9,3	3,1
5	-0,9	-21,6	10,0	34,9	5,9
6	-7,9	79,8	28,9	-42,3	10,5
7	-4,8	9,4	12,5	24,9	-20,1
8	11,2	25,5	4,7	21,9	2,7
9	-2,0	23,4	2,7	60,8	4,1

Tablo I'de nutrientlerin sedimentten akışlarla hesaplanan devretme zamanları ağustos ayı için verilmektedir. RSi 2 gün ile 29 gün arasında değişmektedir. RSi için Bostanlı açıklarında çok küçük devretme zamanı bölgede diatom çoğalmasını destekler görünmektedir. RP için 60 günlük devretme süresi ise RP'nin algal çoğalmayı sınırlayabileceğini göstermektedir. NH₄⁺ 4 gün ile rejenere azot formunun algal büyümeyi destekleyebileceğini göstermektedir.

Tablo II'de ocak ayı için nutrientlerin devretme zamanları verilmektedir. RSi istasyon 9'da 74 günlük en kısa devretme süresi ile RSi'in sınırlayıcı olabileceğini ortaya koymaktadır. Muhtemelen ince taneli karbonat çökmesi RSi akışlarını sınırlamaktadır. RP, istasyon 9'da en kısa 16 günlük devretme süresi nitrat ile çok benzerdir. Amonyum ise 1,7 gün ile çok kısa devretme süresine sahiptir. Azot sınırlayıcılığı beklenmemektedir. Daha soğuk kışların beklendiği durumlarda karbonat çökmesi gerçekleşmeyecektir. Çünkü karbonatların çözünürlüğü sıcaklık düşüşü ile artmaktadır. Bentik mikroalg fotosentezi çözülmüş CO₂'i sifıra doğru azaltacağından soğuma ve fotosentezin zıt etkilerinin hangisinin daha baskın olacağı sorusu akla gelmektedir. Yerinde yapılacak mezocosm deneyleri bu soruya ve diatom baskınlığının sürekliliği ya da diğer bir deyişle diatom çoğalmalarında mevsimselliğin azalması durumuna (Chauvaud et al.,2000) açıklık getirecektir.

Tablo II. İzmir İç Körfezi'nde 16.01.2008'de 13 istasyonda nutrientlerin devretme zamanları (Turnover time).

İST	TURNOVER TIME (GUN)				NH ₄ ⁺
	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	RSi	RP	
1	10,3	18,6	260,8	23,4	10,5
2	30,9	14,9	111,1	39,1	-879,5
3	399,0	-14,3	260,9	133,9	5,4
4	32,4	29,7	176,9	243,3	4,2
5	986,4	34,4	1363,7	24,9	3,7
6	92,3	-18,8	157,4	116,5	12,1
7	-81,2	-46,4	4628,0	61,6	18,7
8	105,8	76,7	151,1	84,0	6,7
9	105,6	11,9	73,9	16,2	1,7
10	116,97	0	2321,43	19,46	2,01
11	0	17,88	0	0	2,23
12	2,88	-0,47	74,8	0	-0,7
13	34,86	-1,82	98,59	11,68	3,24

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

1-İzmir Körfezinde kış aylarında su kolonunda otokton $\text{CO}_3^{=}$ çökmesine ve yaz aylarında ise yağmurlar aracılığı ile litojenik $\text{CO}_3^{=}$ çökmesine dair deliller elde edilmiştir.

Çökelen karbonatlar hakkında bilgi, sedimentte bulunan BSi 'in çözünmesi su kolonuna akışı ile karbonatların ilişkisinden yararlanılarak elde edilmiştir. İzmir Körfezi'nde yüzey, dip suları ve sediment pore sularında: $[\text{CO}_3^{=}] = \text{Alkalinite} - \Sigma\text{CO}_2$ Denkleminden karbonat çökmesi, artan primer produktivitenin sonucu olarak pH'ın artışı, ΣCO_2 'in çok düşük değerlere düşüşü ile açıklanabilir. Yukardaki denklemden $[\text{CO}_3^{=}]$ konsantrasyonu çökecek konsantrasyonlara ulaşabilir. Bazı fitoplankton türleri, siyanobakteriler ve kavkılı plankton çökeltmede aracılık edebilir. İklimsel değişimlerin de etkili olduğu nehirlerle gelen litojenik katkı ve karbonatların tane boyu dağılımında hangi boy grubunda yer aldığı ve üzerindeki su kolonuna nasıl bir etkide bulunduğu direkt delillerle belirlenebilir.

2- RSi akışlarını kontrol eden ana faktör CaCO_3 miktarı ve BSi olmakla birlikte çimento materyalini oluşturan diğer değişkenler de datadaki varyasyonu azaltmaktadır. Organik karbon ise ana taşıyıcı fazlardan olması nedeniyle değişkenler OrgC ile bölünerek normalize edildiğinde datada varyasyon tüm yıl verileri için önemli ölçüde azalmaktadır. Genel olarak artan normalize $\text{CO}_3^{=}$ değerleri ile normalize RSi akışı artmaktadır. Karbonat çökeltisinin ince taneli olması sediment permeabilitesini azaltacağından RSi akışını azaltacaktır. Bu durumda sadece karbonat değil detrital Al ve kil miktarları ile birlikte toplanmalıdır, 16.01.2008 periyodunda olduğu gibi.

3- Kış periyodunda BSi İç Körfez'in ortasında bulunan 8 nolu istasyonda %11,58 ile en yüksek tir. Fakat kil ve karbonat içeriği de daha yüksektir. Dolayısıyla su kolonuna silikat akışı çok yüksek değildir. Kuzeyde yer alan 9 ve 10 nolu istasyonlarda 5%'lik BSi değerleri ve litojenik karbonat değerleri sedimentin su kolonuna RSi katkısının daha yüksek olabileceğini ortaya koymaktadır.

4- Yaz periyodunda kışa göre çok daha yüksek olan sedimentten RSi akışları gözlenmiştir ki nehirlerle gelen RSi yükü yaz aylarında son derece düşük olduğu bilinmektedir. Böylece sedimentten su kolonuna giren RSi akışı ve yükünün diatom çoğalması açısından önemi ön plana çıkmaktadır.

5- Autojenik karbonat çökmesi sedimentten RSi akışlarını azaltıcı yönde etki etmektedir. Silikatın körfez içinde kalması yararlı fakat su kolonuna daha az katkı toksik dinoflagellatların baskın olmasına, dolaylı olarak halk sağlığı ve mide toplayıcılığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir. Fakat nehirlerin çok daha az katkıda bulunduğu yaz aylarında daha düşük primer üretivite (PP) nedeniyle, litojenik silt boyutunda katkının baskın olması ve RSi akışını artırıcı etkisi nedeniyle diatom çoğalmalarını desteklemesi, halk sağlığı ve mide toplayıcılığı üzerinde olumlu etkileri ön plana çıkmaktadır. Ayrıca sürekli ve düzenli şekilde mide hasatı, toplanmadan kalan midyelerin daha hızlı büyümesini sağlar.

6- Bu konuda yapılacak çalışmalar öncelikle İzmir İç Körfezi'nde hidrolik kalma zamanının belirlenmesi, bentozun su kolonunda fitoplankton biyomasını (klorofil α) kontrol edebileceği hipotezini test etmek için yapılmalıdır. İkinci olarak yerinde mesocosm denemeleri ile diatom topluluklarının baskınlığı ve mevsimselliğin ortadan kalkışı gösterilmelidir.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akartuna, M.**, 1962, İzmir- Torbalı- Seferihisar- Urla bölgesinin jeolojisi hakkında, *MTA Dergi*, 1-19:59s.
- Ardos, M.**, 1968, Bornova Birikintisi Konisi, *Ege Üniversitesi Fen Fakültesi İlmî Raporlar Serisi*, 61s.
- Arpat, E., ve Bingöl, E.**, 1969, Ege Bölgesi graben sisteminin gelişimi üzerine düşünceler, *MTA Dergi*, 1-9:73s.
- Baird, D.W.**, 1971, Review of Mediterranean Alpine Tectonics, A Geology and History of Turkey, Petroleum Exploration Society of Libya, 13th Annual Field Conferance, 139-58p.
- Başoğlu, Ş.**, 1975, İzmir İç Körfez Hidrografisi ve Sedimantolojisi, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Fakültesi, Bornova, 85s.
- Brinkmann, R.**, 1967, İzmir Yöresi'nde pelajik trias, *E.Ü.F.F. İlmî Rapor Servisi.*, İzmir, 37s.
- Brinkmann, R.**, 1971, The geology of Western Anatolia. History and Geology of Turkey A.S. Campell, Editor, The petroleum exploration society of Libya, Tripoli, 171-190p.
- Brinkmann, R., Flugel E., Jakoshagen V., Lechmer H., Rendel B. and Trick P.**, 1972, Trias, Jura und unterkreide der Halbinsel Karaburun (West Anatolien), Marburg, *Geologica Paleontologica*, 6:139-150s.
- Chaput, E. ve Hakkı, İ.**, 1930, Recherches sur la structure de la region de Smyrna, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü, 11s.
- Chauvaud, L., Jean F., Ragueneau, O. and Thouzeau, J.**, 2000, Longterm variation of the Bay of Brest ecosystem : Benthic-pelagic coupling revisited, *Marine Ecology Progress Series*, 200:35-48p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chester, R. and Elderfield, H.**, 1968, The infrared determination of opal in siliceous deep-sea sediments, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 32(10):1128-1140p.
- Christensen, J.P.**, 2000. A relationship between deep sea benthic oxygen demand and oceanic primary productivity, *Oceanologica Acta*, 23(1):65-82.
- Chou, L. And Wollast, R.**, 2006, Estuarine Silicon Dynamics In: *The Silicon Cycle. Human Perturbations and Impacts on Aquatic Systems*, 93-120, Ittekkot, V., Unger, D., Humborg, C. And Tac, N. Scope (Eds.), Island Press, Washington, 275p.
- Conley, D.J., Schelske, C.L. and Stoermer, E.F.**, 1993, Modification of the biogeochemical cycle of silica with eutrophication, *Marine Ecology Progress Series*, 101: 179-192p.
- DeMaster, D.J.**, 1981, The supply and accumulation of silica in the marine environment, *Geochimica et Cosmochimica Acta.*, 45(10):1715-1732p.
- Derry, L.A., Kurtz, A.C., Ziegler, K. and Chadwick, O.A.**, 2005, Biological control of terrestrial silica cycling and export fluxes to watersheds, *Nature*, 433:728-731p.
- Dora, Ö.**, 1964, Geologisch- lagerstätten- kundliche Untersuchungen im Yamanlar- Gebirge nördlich van Karşıyaka (West Anatolien), *MTA*, 116p.
- Eggimann, D.W., Manheim, F.T. and Betzer, P.R.**, 1980, Dissolution and analysis of amorphous silica in marine sediments, *Journal Sedimentary Petrology*, 51:215-225p.
- Eisma, D. and Van Der Gaast, S. J.**, 1971, Determination of opal in marine sediments by X-ray diffraction, *Netherlands Journal of Sea Research*, 5:382-389p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ellis, D.B. and Moore, T.C.**, 1973, Calcium carbonate, opal and quartz in Holocene pelagic sediments and the calcite compensation level in the South Atlantic Ocean, *Journal of Marine Research*, 31:210-227p.
- Evans, G.**, 1971, The recent sedimentation of Turkey and the adjacent Mediterranean and Black Seas, A Review, *History and Geology of Turkey*, A.S. Campell Editor, The petroleum exploration society of Libya, Tripoli, 385-406p.
- Fanning, K. and Schink, D.R.**, 2003, Interaction of marine sediments with dissolved silica, *Limnology and Oceanography*, 14(1):59-68p.
- Fossing, H., Berg, P., Thamdrup, B., Rysgaard, S., Sorensen, H.M. and Nielsen, K.**, 2004, A model set-up for an oxygen and nutrient flux model for Aarhus Bay (Denmark), *NERI Technical Report*, No. 483:65p.
- Foullaron, P., Clavin P., L'Helguen, S., Huonnic, P., Martin-Jezequel, V., Mason, A., Longphuir, S.N., Pondaven, P., Thouzeau, G. and Leynaert, A.**, 2007, Response of a phytoplankton community to increased nutrient inputs: A mesocosm experiment in the Bay of Brest (France), *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 351:188-198p.
- Gaudette, H.E., Fligh, W.R., Tonner, L. and Folger, D.W.** 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44:249-253p.
- Gençay-Aydın, H., and Büyükkışık, B. H.**, 2004, Effects of sewage outfall on phytoplankton community structure in Izmir Bay (Aegean Sea), *E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, 21(1-2):107-111p.
- Golterman, H.L.**, 1969, Methods for chemical analysis of fresh waters, *International Biological Program Handbook 8*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 172p.
- Gümüş, H.**, 1971, Karaburun Yarımadası'nın orta kısmının jeolojisi, E.Ü.F.F. İlmi Rapor Serisi, 100, İzmir, 1-16p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hammond, D.E., Giordani, P., Montanari, G., Rinaldi, A., Poletti, R., Rovatti, G., Astorri, M. and Ravaoli, M.,** 1984, Benthic flux measurement in N-W Adriatic coastal waters, *Memorie della Società Geologica Italiana*, 27:461-467p.
- İlhan, E.,** 1971 a, The structural features of Turkey, *Geology and History Turkey*, Campell Editor, The Petroleum Exploration Society of Libya, 159-169p.
- İlhan, E.,** 1971 b, Earthquakes of Turkey, *Geology and history of Turkey*, A.S., Campell Editor, The Petroleum Exploration society of Libya, 431-442p.
- İzdar, K.E.,** 1974, Batı Anadolu'nun jeoteknik gelişimi ve Ege Denizi çevresine ait yapı üniteleri ile karşılaştırılması, *Ege Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Fakültesi Yayınları*, 8.
- Kalafatçoğlu, A.,** 1961, Karaburun Yarımadası'nın jeolojisi, *Maden Teknik Arama Enstitüsü*, 56:53-62s.
- Kamatani, A. and Oku, O.,** 2000, Measuring biogenic silica in marine sediments, *Marine Chemistry*, 68 (3):219-229p.
- Ketin, İ.,** 1968, Türkiye'nin genel tektonik durumu ile başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler, *Maden Teknik Arama Enstitüsü*, 71: 129-134s.
- Kocataş, A.,** 2002, *Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş*, E.Ü. Su ürünleri Fakültesi Kitaplar Serisi No:60, Ders kitabı dizini, 28, İzmir, 358s.
- Lewandowski, J. and Hupfer M.,** 2005, Effect of the macrozoobenthos on two-dimensional small-scale heterogeneity of pore water phosphorus concentrations in lake sediments: A laboratory study, *Limnology and Oceanography*, 50(4):1106-1108p.
- Lorenzen, C.J.,** 1971, Chlorophyll-degradation products in sediments of Black Sea: Biology, *WoodsHole Oceanographic Institution Contribution*, 2828:426-428p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Martin, D.F., 1972**, Marine Chemistry, Analytical Methods, Marcel Dekker Inc., NewYork, 389p.
- Meysman, F.J.R., Galaktionov, O.S., Gribsholt, B. and Middelburg, J. J., 2006**, Bioirrigation in permeable sediments: Advective pore-water transport induced by Burrow Ventilation, Limnology and Oceanography, 51(1):142-156p.
- Mortlock, R.A. and Froelich, P.N., 1989**, A simple and reliable method for the rapid determination of biogenic opal in pelagic sediments, Deep Sea Research Part A, Oceanographic Research Papers, 36(9):1415-1426p.
- Ohlendorf, C. and Sturm, M., 2008**, A modified method for biogenic silica determination, Journal of Paleolimnology, 39(1):137–142p.
- Özkan, E. Y., Kocatas, A. and Buyukisik, B. H., 2008**, Nutrient dynamics between sediment and overlying water in the inner part of Izmir Bay, Eastern Aegean, Environmental Monitoring and Assessment, 143:313-325p,
- Özkan, E.Y., 2008**, İzmir Körfezinde Sedimentte Nutrient Akışlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 184s.
- Özkan, E.Y., Büyükişik, B.H., Konaş, A., ve Buyurgan, Ö., 2016**, İzmir Körfezinde Karbonat Çökelimi, ODTÜ Türkiye Deniz Bilimleri Konferansı, 399s.
- Özkan, E.Y., Büyükişik, H.B., Konaş, A., Özel, E., 2017**. İzmir İç Körfez Sularının Halk Sağlığı Açısından Değerlendirilmesinde Su Kalitesinin Rehabilitasyonu için Uygulanabilecek Biyojeokimyasal Stratejilerin Belirlenmesi, TÜBİTAK Proje No,114Y419, Ankara.
- Parejas, E, 1940**, Le flysch Cretace des environs de Smyrna, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, 6.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Precht, E., Franke, U., Polerecky, L. and Huettel, M., 2004**, Oxygen Dynamics in Permeable Sediments with Wave-driven Pore Water Exchange, *Limnology and Oceanography*, 49(3):693-705p.
- Ragueneau, O. and Treguer, P., 1994**, Determination of biogenic silica in coastal waters: Applicability and limits of the alkaline digestion method, *Marine Chemistry*, 45(1-2):43-51p.
- Rizzo, W.M. and Christian, R.R., 1996**, Significance of subtidal sediments to heterophylly-mediated oxygen and nutrient dynamics in a temperate estuary, *Estuaries*, 19(2B):475-487p.
- Schelske, C.L. and Stoermer, E.F., 1971**, Eutrophication, silica depletion and predicted changes in algal quality in Lake Michigan, *Science*, 173(3995):423-424p.
- Strickland, J.D.H. and Parsons T.R., 1972**, A Practical Handbook of Seawater Analysis, Bulletin No. 167, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 310p.
- Sturm, M., Zeh, U., Mueller, J., Sigg, L. and Stabel, H.H., 1982**, Suspension Material in Lake Constance Studied by Periodic Sampling of Sediments, *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 75:579-588p.
- Sunlu, U., Büyükkışık H.B., Koray, T., Von Bröckel, K., Sunlu, F.S., Sever, T.M., Gençay-Aydın, H., Aksu, M., Aydın, A. and Orçun, E., 2005** Büyük Kanal Projesinin Aktif Hale Geçirilmesinin İzmir Körfezi Sularında Alt Besinsel Seviyeler Üzerine Etkileri, TÜBİTAK Proje Raporu No:102Y116.
- Sunlu, U., Aksu, M., Büyükkışık B.H., Sunlu, F.S., 2008**, Spatio-temporal variations of organic carbon and chlorophyll degradation products in the surficial sediments of Izmir Bay (Aegean Sea/Turkey), 146(1):423-432p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Swart, P.K., Oehlert, A.M., Mackenzie, G.J., Eberli, G.P. and Reijmer J.J.G.**, The fertilization of the Bahamas by Saharan dust; A trigger for carbonate precipitation?, *Geology*, 42 (8):671-674p.
- Taş, E.Ç., Ergen, Z. and Sunlu, U.**, 2009, 2002 – 2004 yılları arasında Homa Lagününden (İzmir Körfezi) toplanan *Hediste diversicolor*'da ve yaşadığı sedimentte ağır metal düzeylerinin (Cd, Cu, Zn, Pb, Cr, Fe) araştırılması, *E.U. Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 26, İzmir, 179 -185s.
- Tréguer, P. and De La Rocha, C.J.**, 2013, The world ocean silica cycle, *Annual Review of Marine Science*, 5:477–501p.
- Tréguer, P., Nelson, D.M., Van Bennekom, A.J., DeMaster, D.J., Leynaert, A. and Quéguiner, B.**, 1995, The balance of silica in the world ocean: a reestimate, *Science* 268(5209):375–379p.
- Wollast, R.**, 1974, The Silica Problem. In *The Sea*, Wiley, 5:349,392p.

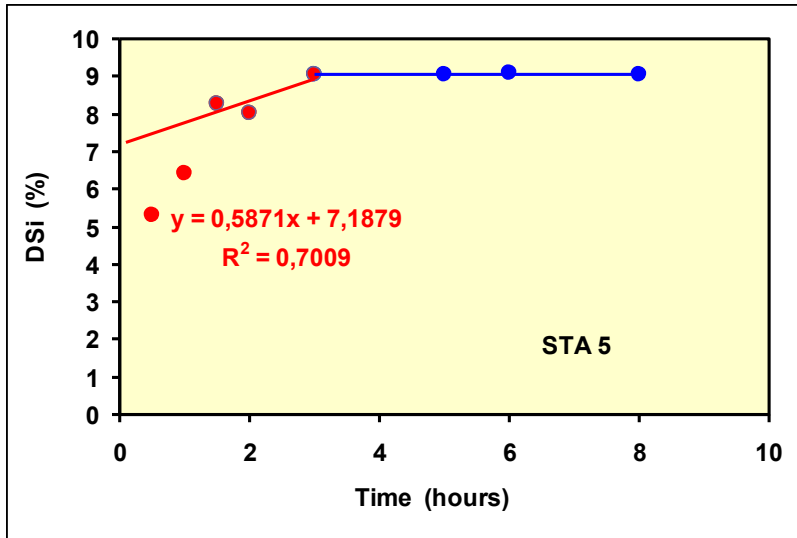
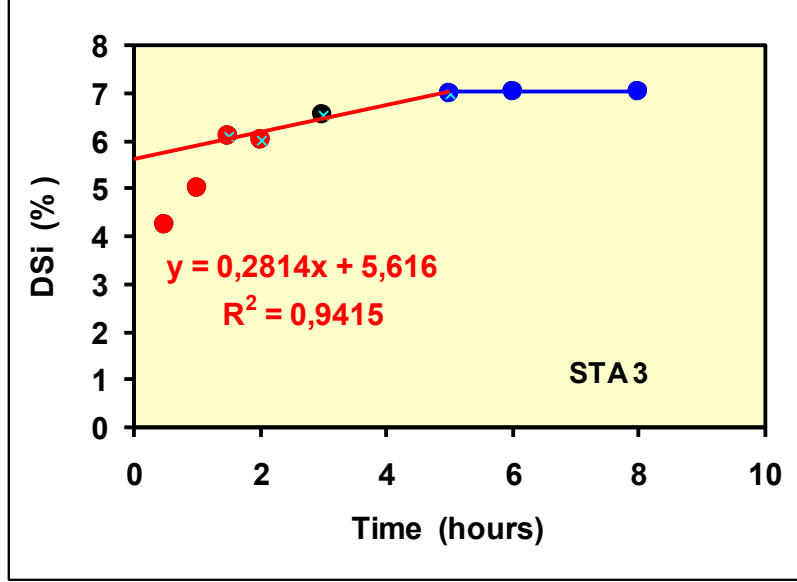
ÖZGEÇMİŞ

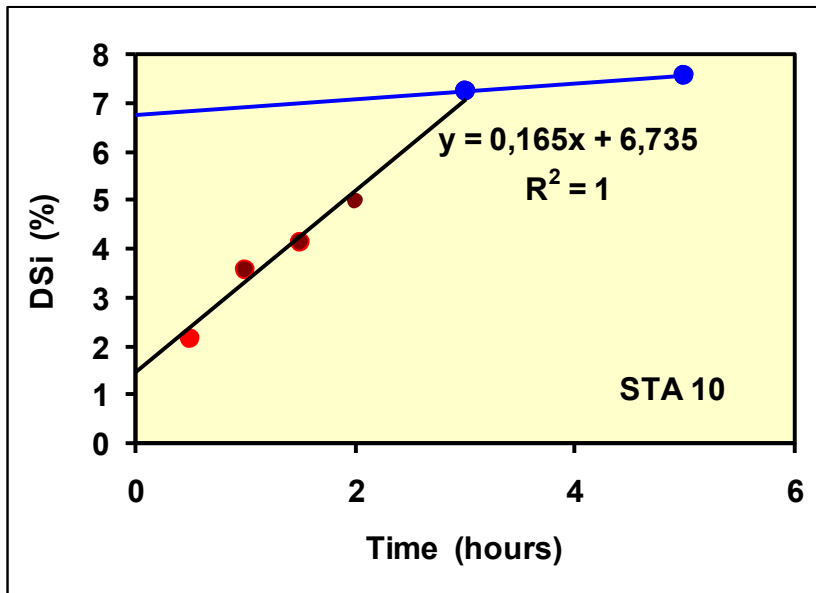
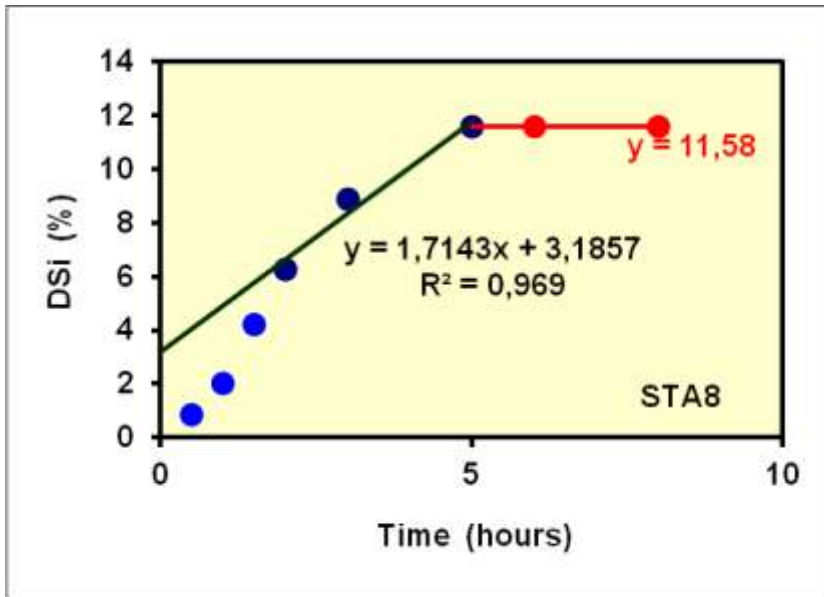
Gizem MERKS 1987 yılında İstanbul'da doğmuştur. İlköğretimini ve liseyi İstanbul'da tamamlamıştır. 2005 yılında kazandığı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden 2010 yılında mezun olduktan sonra aynı üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır ve halen çalışmalarını sürdürmektedir.

EKLER

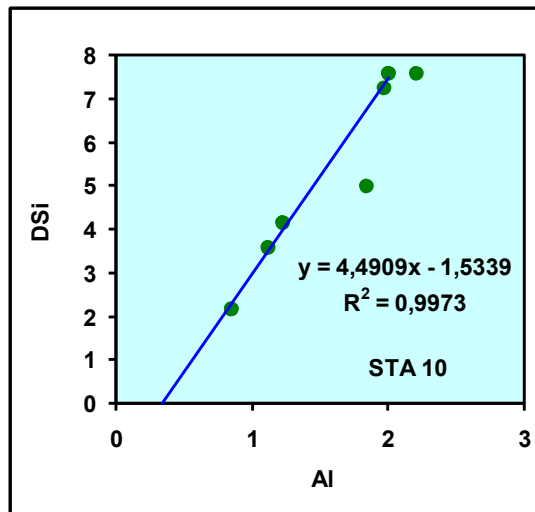
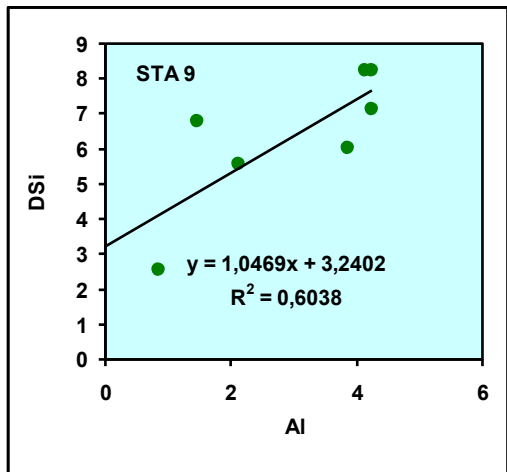
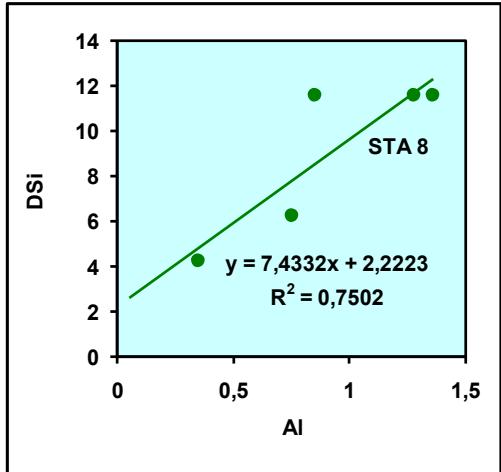
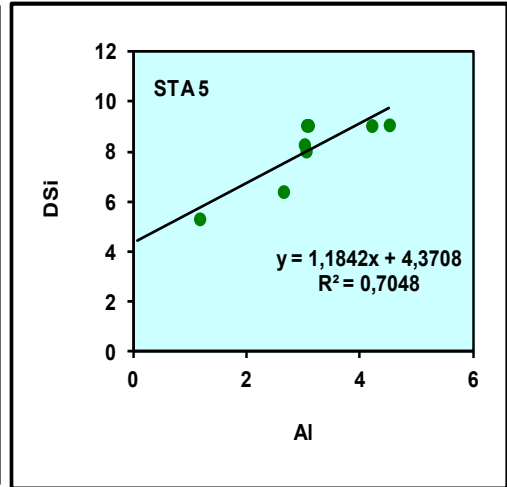
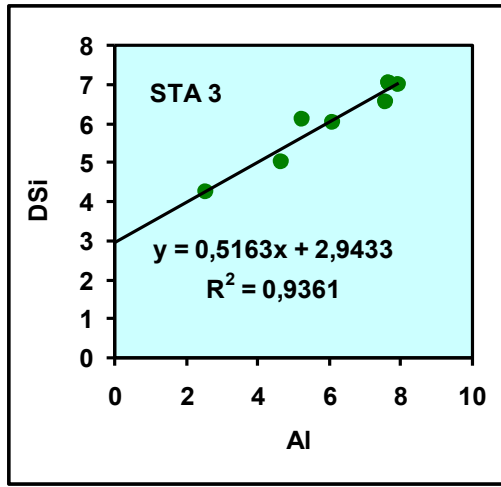
Zamanlı çözündürme metodu (sadece silis yöntemi) ile 3, 5, 8, 9, 10 nolu istasyonlarda BSi tayini.

Kırmızı doğrunun Y eksenini kestiği nokta BSi'li vermektedir.

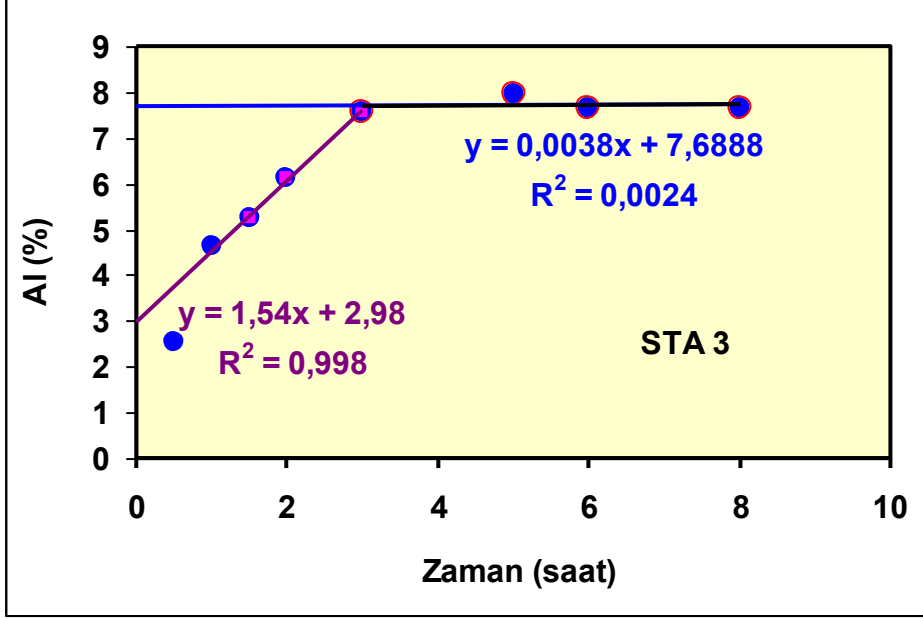




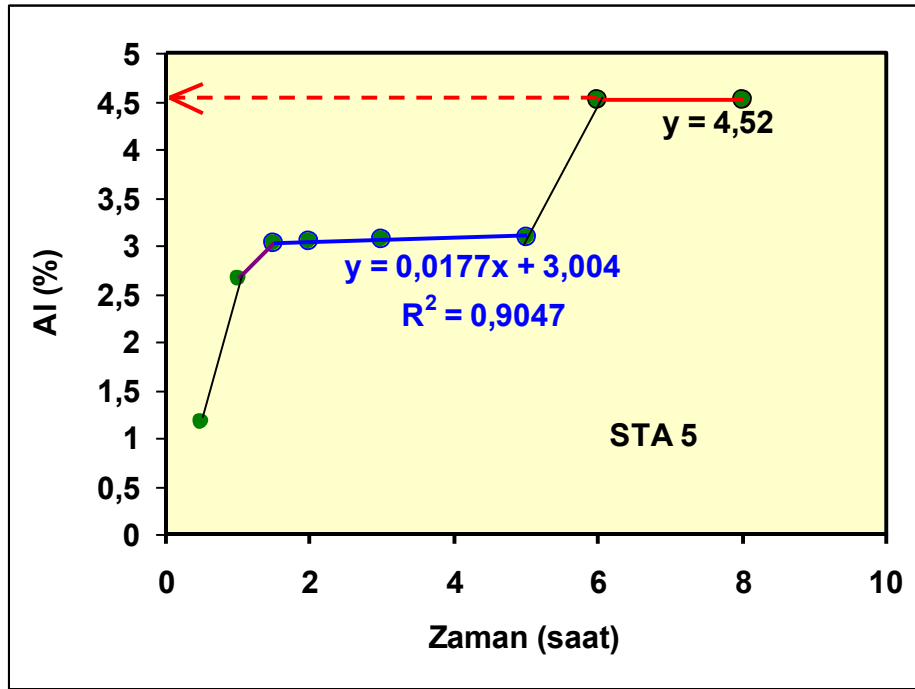
Zamanlı çözündürme metodu (Si/Al metodu) ile 3, 5, 8, 9, 10 nolu istasyonlarda BSi tayini. Doğrunun Y eksenini kestiği değer BSi değerini vermektedir.



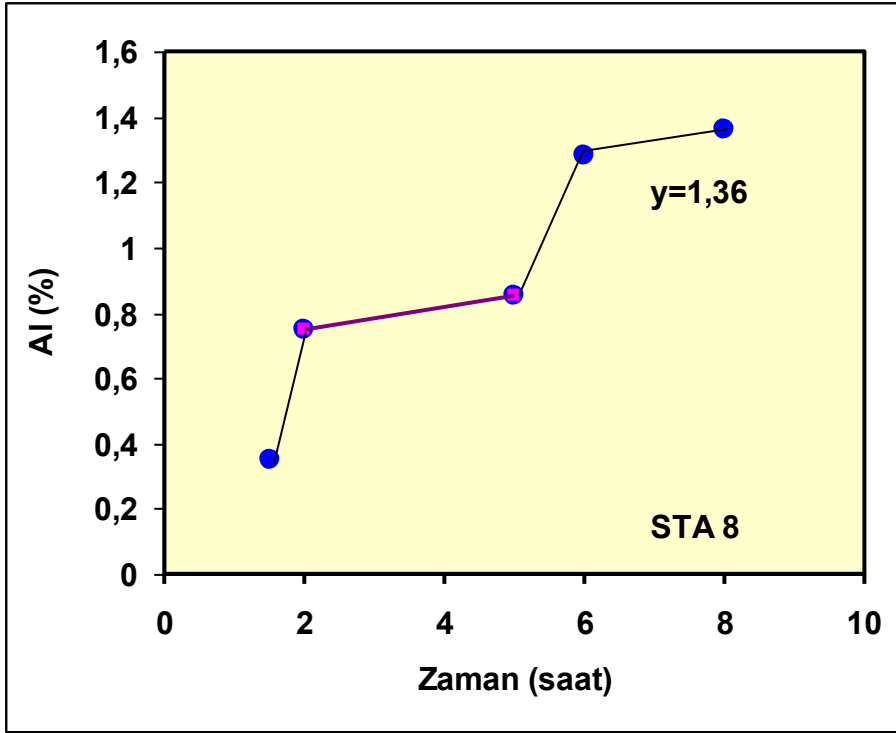
Zamanlı çözdürme metodu (integrasyon metodu) ile 3, 5, 8, 9, 10 nolu istasyonlarda BSi tayini. Görünür BSi üzerinde düzeltmeler Si/Al oranları kullanılarak yapılmıştır. Si/Al oranları 0,7-2 arası kil minerallerine mal edilmiştir. Bu aralığın dışındaki değerlere karşılık gelen DSi miktarları BSi olarak alınıp toplanmıştır.



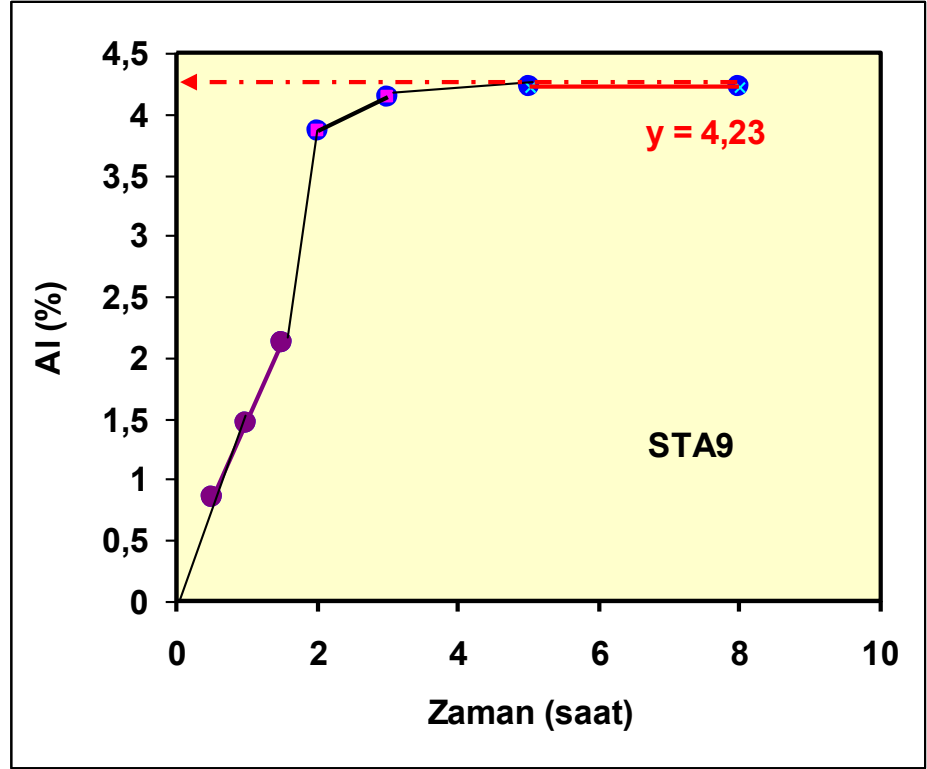
IST-3 Saatler	wt Al	wt Si	molar Al/Si	atomic Si/Al	SiO2wt/Al2O3wt
	0	0			
0,5	2,54	4,25	0,312	1,61	
Δ	2,54	4,25	0,312	1,61	1,89
1	4,65	5,02			
Δ	2,11	0,77	1,429	0,35	0,41
1,5	5,25	6,12			
Δ	0,6	1,1	0,284	1,76	2,07
3	7,58	6,54			
Δ	2,33	0,42	2,892	0,17	0,20
6	7,65	7,05			
Δ	0,07	0,51	0,072	6,99	8,23
Det-/Bsi	7,05	5,95	0,618	0,81	0,95
Kil	0,6	1,1	0,284	1,76	2,07
toplam	7,65	7,05	0,566	0,88	1,04



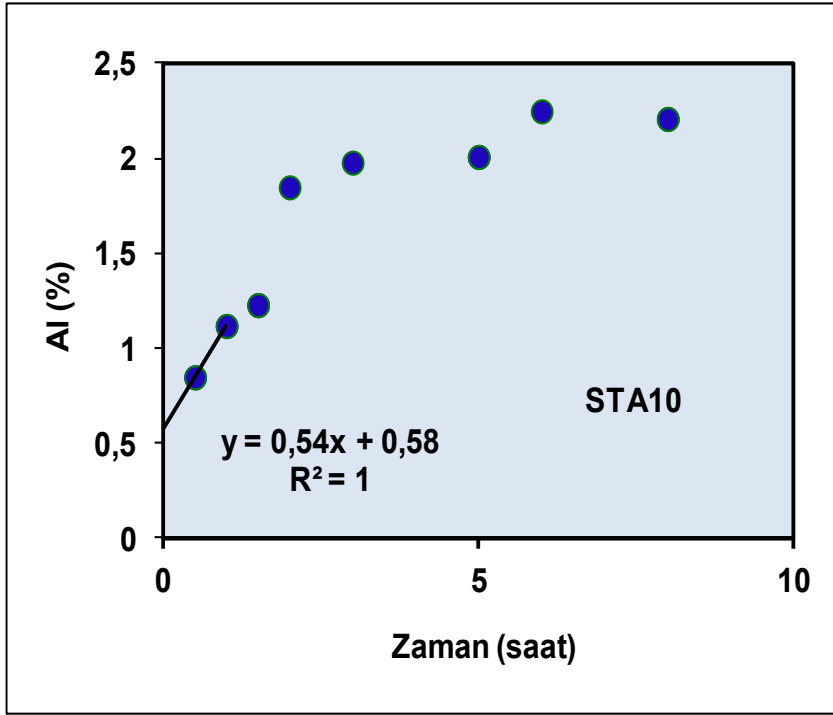
IST 5 Saatler	wt Al	wt Si	molar Al/Si	atomic Si/Al	SiO2wt/Al2O3wt
0	0	4,37			
0,5	1,17	5,32			
Δ	1,17	0,95	0,642	0,78	0,92
1	2,65	6,41			
Δ	1,48	1,09	0,708	0,71	0,83
1,5	3,02	8,29			
Δ	0,37	1,88	0,103	4,88	5,74
2	3,05	8,3			
Δ	0,03	0,01	1,564	0,32	0,38
3	3,06	9,06			
Δ	0,01	0,76	0,007	72,96	85,88
5	3,09	9,06			
Δ	0,03	0		0,00	0,00
6	4,52	9,08			
Δ	1,43	0,02	37,278	0,01	0,02
Det-/Bsi	1,87	7,04	0,138	3,61	4,25
Kil	2,65	2,04	0,677	0,74	0,87
toplamlam	4,52	9,08	0,260	1,93	2,27



IST 8 Saatler	wt Al	wt Si	molar Al/Si	atomic Si/Al	SiO2wt/Al2O3wt
0	0	2,68			0,00
1,5	0,35	4,23			
Δ	0,35	1,55	0,118	4,25	5,00
2	0,75	6,26			
Δ	0,4	2,03	0,103	4,87	5,73
5	0,85	11,58			
Δ	0,1	5,32	0,010	51,07	60,12
6	1,28	11,58			
Δ	0,43	0		0,00	0,00
8	1,36	11,58			
Δ	0,08	0		0,00	0,00
Det-/Bsi Kil	1,36 0	11,58 0	0,061	8,17	9,62
toplamlam	1,36	11,58	0,061	8,17	9,62



IST-9 Saatler	wt Al	wt Si	molar Al/Si	atomic Si/Al	SiO ₂ wt/Al ₂ O ₃ wt
	0	3,24			
Δ	0	3,24			
1,5	2,12	5,56			
Δ	2,12	2,32	0,476	1,05	1,24
2	3,85	6,02		1,50	
Δ	1,73	0,46	1,961	0,26	0,30
3	4,13	8,23			
Δ	0,28	2,21		7,58	8,92
8	4,23	8,25			
Δ	0,1	0,02		0,19	0,23
Det-/Bsi	2,11	5,93	0,186	2,70	3,18
Kil	2,12	2,32		1,05	1,24
toplam	4,23	8,25	0,267	1,87	2,20



IST 10 Saatler	wt Al	wt Si	molar Al/Si	atomic Si/Al	SiO2wt/Al2O3wt
	0,5	1,45		2,78	3,28
0,5	0,85	2,15			
Δ	0,35	0,7	0,261	1,92	2,26
1	1,12	3,56			
Δ	0,27	1,41	0,100	5,01	5,90
1,5	1,23	4,12			
Δ	0,11	0,56	0,102	4,89	5,75
2	1,85	4,96			
Δ	0,62	0,84	0,385	1,30	1,53
3	1,98	7,23			
Δ	0,13	2,27	0,030	16,76	19,73
6	2,25	7,56			
Δ	0,27	0,33	0,427	1,17	1,38
Det-/Bsi	1,01	5,69	0,093	5,41	6,37
Kil	1,24	1,87	0,346	1,45	1,70
toplamlam	2,25	7,56	0,155	3,23	3,80