

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**İZMİR KÖRFEZİ ÇİFT KABUKLU YUMUŞAKÇA
ÜRETİM ALANLARINDA TOKSİK FİTOPLANKTON
TESPİTİ VE BİYOTOKSİN ANALİZLERİ**

Bekir DOĞAN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aynur LÖK

Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Sunuş Tarihi: 04.02.2016

Bornova - İZMİR

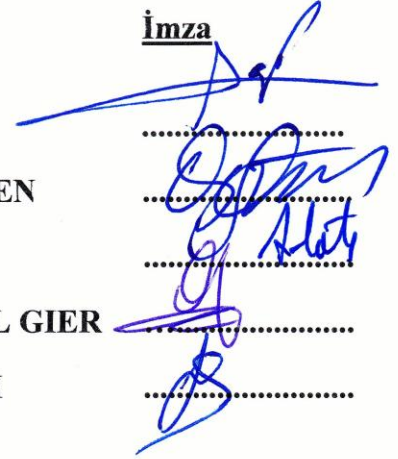
2016

Bekir DOĞAN tarafından Doktora tezi olarak sunulan “**İzmir Körfezi Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarında Toksik Fitoplankton Tespiti Ve Biyotoksin Analizleri**” başlıklı bu çalışma, E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesinin ilgili hükümleri uyarınca, tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 04/02/2016 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Aynur LÖK
Raportör Üye : Prof. Dr. Osman ÖZDEN
Üye : Prof. Dr. Altan LÖK
Üye : Doç. Dr. Güzel YÜCEL GIER
Üye : Doç. Dr. Sefa ACARLI

İmza



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum “İzmir Körfezi Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarında Toksik Fitoplankton Tespiti ve Biyotoksin Analizleri” 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.

04/02/2016

İmzası

Bekir DOĞAN

ÖZET**İZMİR KÖRFEZİ ÇİFT KABUKLU YUMUŞAKÇA
ÜRETİM ALANLARINDA TOKSİK FİTOPLANKTON
TESPİTİ VE BİYOTOKSİN ANALİZLERİ**

DOĞAN, Bekir

Doktora Tezi, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aynur LÖK

Şubat 2016, 95 sayfa

Bu çalışmada, İzmir Körfezi'nde yer alan İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarında, iki haftada bir olmak üzere, 2013 ve 2014 yılları boyunca toplam 96 adet deniz suyu ve 96 grup akivades (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) numunesi alınmıştır. Deniz sularında fitoplankton analizi ile sıcaklık, tuzluluk, pH, amonyum, nitrit, nitrat, silis, fosfat analizleri yapılmıştır. Akivadeslerde, Domoik Asit (DA), Okadaik Asit (OA), Dinophysetoksin (DTX), Yessotoksin (YTX), Azaspirasit (AZA) ve Saxitoksin (STX) araştırılmıştır. İstasyonlar arası su analizlerinin istatistik hesaplamalarında, her iki yılda, ilk altı aylık dönemde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır, ancak yılların ikinci altı aylık dönemlerinde ise anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Fitoplankton hücre yoğunluğu ve tür çeşitliliği bakımından, Bacillariophyceae sınıfı İnciraltı istasyonunda %84, Bostanlı istasyonunda %90 oranında dominant çıkmıştır. Toksik fitoplankton türlerinden *Dinophysis rotundata*, *Prorocentrum lima*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve *Pseudo-nitzschia pungens* hem fizikokimyasal parametreler hem de biyotoksinler ile korelasyon oluşturmuştur. Toksik fitoplankton hücre yoğunluğunda ve tür çeşitliliğinde meydana gelen değişimlere bağlı olarak, biyotoksin değerlerinde de değişimler tespit edilmiştir. Bu ilişki, istatistik analizlerinde polinomial eğilim çizgileriyle açıklanmıştır. Çalışma bulgularına göre 2013 ve 2014 yıllarında, risk teşkil edecek kadar toksik fitoplankton ve biyotoksin değerleriyle karşılaşılmasıdır.

Anahtar sözcükler: İzmir Körfezi, çift kabuklu, yumuşakça, akivades, toksik fitoplankton, biyotoksin, mevsimsel değişim

ABSTRACT**TOXIC PHYTOPLANKTON DETECTION AND
BIOTOXIN ANALYSIS ON BIVALVE MOLLUSC
PRODUCTION AREAS IN IZMIR BAY**

DOĞAN, Bekir

Ph.D. in Department of Aquaculture

Supervisor: Prof. Dr. Aynur LÖK

February 2016, 95 pages

In this study, totally 96 water sample and 96 group carpet shell clam (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) samples were taken between the years of 2013 and 2014 from İnciraltı-İstihkâm and Bostanlı-Degaj sample station in Izmir Bay. Temperature, salinity, pH, ammonia, nitrite, nitrate, silica, phosphate and phytoplankton analysis were performed in water samples. Domoic Acid (DA), Okadaic Acid (OA), Dinophysetoxin (DTX), Yessotoxin (YTX), Azaspiracid (AZA) and Saxitoxin (STX) were investigated on clam meat samples. There wasn't statistically significant differences between stations for water analysis in the first six months every two years. On the other hand, was found significantly differences in the second part of the year. In terms of phytoplankton cell density and species diversity, was observed Bacillariophyceae class dominance in 84% of İnciraltı station and 90% of Bostanlı station. *Dinophysis rotundata*, *Prorocentrum lima*, *Pseudo-nitzschia pseudo delicatissima* and *Pseudo-nitzschia pungens* were constituted correlation relationship both physicochemical parameters and biotoxins. Accumulation of Biotoxins were determined depending on the toxic phytoplankton qualities and quantities. The relationships between biotoxin and phytoplankton cell density were explained by polynomial trendlines in the statistical analysis. According to the results of studies was not encountered to toxic phytoplankton and biotoxin value which enough to pose a risk, in the years of 2013 and 2014.

Keywords: Izmir Bay, bivalvia, molluscs, carpet shell clam, toxic phytoplankton, biotoxin, seasonal changes

TEŞEKKÜR

Doktora çalışmalarım boyunca, akademik bilgi ve yardımlarını esirgemedен sağlayan tez danışmanım, Prof. Dr. Aynur LÖK'e şükranlarımı sunarım.

Çalışma materyallerinin temininde destek sağlayan, İzmir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü çalışanlarına, tez çalışmalarım boyunca, numunelerin hazırlanması ve analizlerinde yardımları olan, İzmir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Biyotoksin Analizleri Laboratuvarının özverili personeline teşekkür ederim.

Doktora öğrenimi ile beraber hayatıma giren, sevgili eşim Gönül DOĞAN'a, doktora çalışmalarımı büyüyen, oğlum Muhammed Emin DOĞAN'a, başarılı bir evlat görmek için hiçbir zaman fedakârlıktan kaçınmamış, hayatımın her aşamasında destek ve ilgilerini göstermiş, her zaman yanımda olan Annem ve Babama teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xviii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xx
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Toksik Fitoplankton.....	3
2.2. Biyotoksin.....	10
2.3. Çift Kabuklu Yumuşakçalar	14
2.3.1. Akivades	16
3. MATERYAL ve METOT.....	17
3.1. Çalışma Alanı	17
3.2. Deniz Suyu Materyali	18
3.2.1. Deniz suyu analizleri	21

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.2.2. Toksik fitoplankton analizleri	21
3.3. Çift Kabuklu Yumuşakça Materyali	21
3.3.1. Numunelerin alınması	21
3.3.2. Numunelerin hazırlanması	23
3.3.3. Biyotoksin analizleri	24
3.4. İstatistiksel Analizler.....	24
4. BULGULAR.....	26
4.1. Deniz Suyu Parametreleri	26
4.1.1. Sıcaklık.....	26
4.1.2. Tuzluluk	28
4.1.3. pH.....	30
4.1.4. Amonyum.....	32
4.1.5. Nitrit.....	32
4.1.6. Nitrat	33
4.1.7. Silis.....	34
4.1.8. Fosfat.....	36

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2. Fitoplankton Analizi Bulguları	36
4.2.1. Toplam fitoplankton	36
4.2.2. Toksik fitoplankton.....	47
4.2.3. Deniz suyu parametreleri ile toksik fitoplankton ilişkisi.....	49
4.3. Biyotoksin Analizi Bulguları	51
4.3.1. İnciraltı istihkâm istasyonu.....	51
4.3.2. Bostanlı degaj istasyonu	54
4.3.3. Toksik fitoplankton ile biyotoksin ilişkisi	57
5. TARTIŞMA.....	62
5.1. Deniz Suyu Parametreleri	62
5.2. Toksik Fitoplankton.....	66
5.3. Biyotoksin.....	70
6. SONUÇ.....	74
7. ÖNERİLER.....	76
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	95

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Çift kabuklu yumuşakçalar	15
3.1 Numune alma alanları	18
3.2 Deniz suyu numunesi alınması	20
4.1 İnciraltı istasyonu deniz suyu sıcaklıkları	26
4.2 Bostanlı istasyonu deniz suyu sıcaklıkları	27
4.3 İnciraltı istasyonu deniz suyu tuzluluğu.....	28
4.4 Bostanlı istasyonu deniz suyu tuzluluğu	29
4.5 İnciraltı istasyonu deniz suyu pH'sı.....	30
4.6 Bostanlı istasyonu deniz suyu pH'sı	31
4.7 İnciraltı istasyonu deniz suyu silisi	34
4.8 Bostanlı istasyonu deniz suyu silisi	35
4.9 İnciraltı istasyonu toplam fitoplankton hücre yoğunluğu	41
4.10 Bostanlı istasyonu toplam fitoplankton hücre yoğunluğu.....	46
4.11 Toplam fitoplankton dendrogramı	46
4.12 İnciraltı istasyonu toksik fitoplankton hücre yoğunluğu.....	47
4.13 Bostanlı istasyonu toksik fitoplankton hücre yoğunluğu	48
4.14 İnciraltı istasyonu toplam biyotoksin yoğunluğu.....	53

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.15 Bostanlı istasyonu toplam biyotoksin yoğunluğu.....	56
4.16 İnciraltı istasyonu, 2013-2014 birleşik polinom eğrileri	60
4.17 Bostanlı istasyonu, 2013-2014 birleşik polinom eğrileri.....	61

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Deniz suyu numune alma zamanları	19
3.2 Çift kabuklu yumuşakça numune alma zamanları	22
4.1 İnciraltı istasyonu deniz suyu sıcaklığı (°C)	26
4.2 Bostanlı istasyonu deniz suyu sıcaklığı (°C).....	27
4.3 İnciraltı istasyonu deniz suyu tuzluluğu (‰).....	28
4.4 Bostanlı istasyonu deniz suyu tuzluluğu (‰)	29
4.5 İnciraltı istasyonu deniz suyu pH'sı.....	30
4.6 Bostanlı istasyonu deniz suyu pH'sı	31
4.7 İnciraltı istasyonu deniz suyu nitrit değeri (mg/L).....	32
4.8 Bostanlı istasyonu deniz suyu nitrit değeri (mg/L).....	32
4.9 İnciraltı istasyonu deniz suyu nitrat değeri (mg/L).....	33
4.10 Bostanlı istasyonu deniz suyu nitrat değeri (mg/L)	33
4.11 İnciraltı istasyonu deniz suyu silisi (mg/L).....	34
4.12 Bostanlı istasyonu deniz suyu silisi (mg/L)	35
4.13 İnciraltı, 2013 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).....	37
4.14 İnciraltı, 2014 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).....	39
4.15 Bostanlı, 2013 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml)	42

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.16 Bostanlı, 2014 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).....	44
4.17 İnciraltı, su parametreleri ile toksik fitoplankton korelasyonu.....	49
4.18 Bostanlı, su parametreleri ile toksik fitoplankton korelasyonu	50
4.19 İnciraltı istasyonu biyotoksin değerleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	52
4.20 İnciraltı biyotoksini tanımlayıcı istatistikleri.....	53
4.21 Bostanlı istasyonu biyotoksin değerleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$).....	55
4.22 Bostanlı biyotoksini tanımlayıcı istatistikleri	56
4.23 İnciraltı, toksik fitoplankton ile biyotoksin korelasyonu	57
4.24 Bostanlı, toksik fitoplankton ile biyotoksin korelasyonu	58
4.45 Biyotoksinlerle ilişkili fitoplankton cinsleri	59
5.1 İstasyonlar ve yıllara göre toplam fitoplanktonun farklılığı	67

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
<i>pg</i>	<i>pikogram</i>
<i>mL</i>	<i>mili Litre</i>
<i>°C</i>	<i>Santigrad Derece</i>
<i>‰</i>	<i>Binde</i>
<i>mg/L</i>	<i>miligram Litre</i>
<i>mg/kg</i>	<i>mikrogram kilogram</i>
<i>eq./kg</i>	<i>eşdeğer kilogram</i>
<i>NO₂</i>	<i>Amonyum</i>
<i>NO₃</i>	<i>Nitrit</i>
<i>NH₄</i>	<i>Nitrat</i>
<i>SO₄</i>	<i>Silikat</i>
<i>PO₄</i>	<i>Fosfat</i>

Kısaltmalar

EC	European Council
MBA	Mause Bio Assey
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
ISO	International Standart Organization

1. GİRİŞ

Yeryüzünde insan nüfusu 2015 yılı itibariyle 7,3 milyar kişiye yaklaşmakta (Census, 2015), ülkemizde ise 77,7 milyon kişiye ulaşmaktadır (TÜİK, 2015). Nüfus artışı beraberinde beslenme ihtiyacını ortaya çıkarmaktadır. Sucul ortamın en önemli besin kaynağını balıktan sonra çift kabuklu yumuşakçalar ve eklem bacaklılar oluşturmaktadır (Anon, 2013). Bu nedenle beslenme ihtiyacının karşılanması açısından, deniz ve iç sularımızda bulunan potansiyel su ürünleri ve miktarlarının araştırılması önem kazanmaktadır (ÖİK, 2014).

Su ürünlerimiz, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi, ülkemizde de toplumun besin ihtiyacını karşılaması, yem sanayi için hammadde olması, işsizliğe karşı iş imkânı sunması ve ekonomik katma değer ile ihracatının yapılması gibi nedenlerle önemli olmaktadır. Su ürünlerinin toplam varlığı, gerek tarımsal faaliyetlerde gerekse de makroekonomik hesaplamalarda önemli bir konuma ulaşmamaktadır. Su ürünleri üretim miktarlarının yükseltilerek, ekonomik değeri olan türlerin sürdürülebilir tekniklerle üretiminin artırılması ve her aşamada laboratuvar kontrolünün yapılması, ülkemizin güvenli besin ihtiyacının sağlanmasında zorunlu görülmektedir. Bu nedenlerle su ürünlerinin üretimi, avcılığı, kontrolü ve analizi ile ilgili araştırma geliştirme faaliyetlerinin çoğaltılması gerekmektedir (ÖİK, 2014).

Dünya genelinde çift kabuklu yumuşakça istihali avcılık veya yetiştiricilik yoluyla yapılmaktadır. Toplam çift kabuklu yumuşakça üretiminin % 70'i Çin tarafından, geriye kalan kısmı ise Japonya, Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Kore, Şili, Tayland, Fransa, İspanya ve İtalya tarafından gerçekleştirilmektedir (FAO, 2014). Dünya üzerinde çift kabuklu yumuşakça türlerinin toplam üretimi 1950 yılında 281.013 ton iken, 2000 yılında 9.757.564 ton olarak gerçekleşmekte ve 2013 yılında 22.432.617 tona ulaşmaktadır (FAO, 2014).

Çift kabuklu yumuşakça üretiminin yüksek oranda yapıldığı ülkeler, çift kabuklu yumuşakça türlerinin menşei ve kontrol bilgilerinin belirtilmesi şartıyla uluslararası ticaretinin kısıtlama olmaksızın yapılabileceğini belirtmektedir (WHO, 2010). Buna göre, satışı yapılan çift kabuklu yumuşakçaların ilk üretim anında kontrol edilmesi, mikrobiyolojik ve biyotoksin yönüyle risk taşınamaması, izleme sistemleriyle de kontrolünün yapılması istenmektedir (WHO, 2010).

Avrupa Birliği (AB) direktiflerine göre, üretim bölgesi olarak belirlenecek çift kabuklu yumuşakça üretim alanları için; sağlık srvey çalışması, kirletici düzey çalışması, bulaşan incelemeleri, mevsimlere ait meteorolojik değişimlerin izlenmesi zorunlu kılınmaktadır. Bu zorunlulukların yerine getirilmemesi durumunda, çift kabuklu yumuşakça ithalat ve ihracatının yapılamayacağı belirtilmektedir (EC, 2004).

Ülkemizde istihsalı yapılan çift kabuklu yumuşakça türleri; akivades (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758), beyaz kum midyesi (*Venus gallina* Linnaeus, 1758), istiridye (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758), kılılı midye (*Modiolus barbatus* Linnaeus, 1758), kidonya (*Venus verrucosa* Linnaeus, 1758), kara midye (*Mytilus galloprovincialis* Linnaeus, 1819) ve tarak (*Pecten jacobaeus* Linnaeus, 1758) olarak bildirilmektedir (Anon, 2005). Bu türler 1950 yıllarından sonra ihracatın gelişmeye başlaması ile kayıt altına alınmaktadır. Bu dönemden sonra su ürünleri ilk olarak komşu ülkelere ihraç edilmektedir. Özellikle İzmır Körfezi'nde istihsalı yapılan çift kabuklu yumuşakçaların ihracatında gelişme olduğu görülmektedir. Sonraki yıllarda ticaret yollarının çoğalması ile dış ülkelere su ürünleri ihracatı artarak devam etmektedir (Alpbaz, 2000).

Ülkemizde ift kabuklu yumuşakça üretimi, genelde Karadeniz, Marmara ve Ege Denizi kıyıları ile İstanbul ve Çanakale Boğazı kıyılarında avcılık yoluyla yapılmaktadır. 2013 yılı itibariyle avcılık alanı olarak belirlenen 29 bölge ve 1 yetiştiricilik alanında üretim gerçekleştirildiği bildirilmektedir (Anon, 2013). Ülkemizde ift kabuklu yumuşakça türlerinin ihracatı, 2010 yılında 340 ton, 2011 yılında 5 ton olarak gerçekleşmiştir. Ancak, 2012 ve 2013 yıllarında herhangi bir ihracatın yapılamadığı bildirilmektedir (FAO, 2014). Bunun nedeninin AB direktiflerinde bulunan, AB'ye ihraç edilecek canlı çift kabuklu yumuşakçaların istihsalini kontrol eden, yürürlükteki gıda güvenliği kontrol sistemi kıstaslarının tam olarak karşılanamaması şeklinde açıklanmaktadır (FVO, 2012).

Bu tez çalışmasının amacı, İzmır Körfezi ift kabuklu yumuşakça üretim alanlarındaki deniz suyunda toksik fitoplanktonların tespiti ve çift kabuklu yumuşakça türlerinde biyotoksin analizlerini 2013 ve 2014 yılları boyunca yapmaktır. Bunun bağlamda; toksik fitoplankton türlerindeki mevsimsel değişimlere göre çift kabuklu yumuşakça bünyesinde biriken biyotoksinin tipi ve miktarını araştırmaktır. Araştırma sonucunda toksik fitoplankton ile biyotoksin birikiminin süre ve düzeyi saptanarak, üretim alanının izleme, denetim ve erken uyarı mekanizmasının oluşturulmasına katkı sağlanacaktır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Toksik Fitoplankton

Dünya denizlerinde şimdiye kadar tespit edilen yaklaşık 4.000 denizel fitoplankton türü bulunmaktadır. Bu türlerden yaklaşık 200'ünün zararlı türler olduğu belirtilmektedir. Yine bu türler arasında, dinoflagellat türleri başta olmak üzere yaklaşık 80 türün, biyotoksin üretme kapasitesine sahip fitoplankton olduğu bildirilmektedir (Zingone et al., 2000; Smayda et al., 2003).

Deniz ve tatlı sularda fitoplankton olarak adlandırılan tek hücreli mikroskobik canlılar, ilkbahar ve sonbahar arasındaki ani ısınma dönemi sırasında, koy ve körfezlerde meydana gelen ötrofikasyon sonucu litrede 10.000 hücreden fazla sayıya ulaşmaktadır (Meyer and Köster, 2000). Bu durumda yapılarında bulunan pigmentlerden dolayı su yüzeyinde renklenmelere neden olurlar. Genel haliyle red-tide adı verilen bu durum, balıkların ölmesiyle balık kıırımı tabiri ile de anılmaktadır (Metin,1995; Özel, 2003).

Zararlı ve toksik fitoplanktonların, red-tide sonucu ortamdaki etkilerinin, insanlar ve deniz canlılarında hastalıklar veya ölüm, su yüzeyinde yoğun renk değişimleri ve köpük oluşumu, balıkların toplu ölümleri ve kıyılarına vurmaları vb. gibi olduğu bildirilmektedir. Ayrıca deniz ekosistemindeki birçok organizmanın ergin bireyleri kadar, larva ve yavru bireyleri de etkilendiği için, biyotoksinlerin besin zinciri yoluyla aktarılması sonucu besin zincirine olan etkileri de görülmektedir (Anderson, 2001).

Zararlı fitoplankton çoğalmalarını adlandırmak için dünya örgütleri tarafından çeşitli tanımlar yapılmaktadır. Bu tanım, deniz suyunun veya tatlı suyun fark edilir biçimde renk değiştirmesi sonucu, su yüzeyinde köpüklerin oluşması, ortamdaki balıkların ve omurgasızların toplu ölümleri, insanlarda görülen biyotoksinite etkileri gibi doğrudan veya dolaylı değişimler şeklinde de tarif edilmektedir (ICES, 1984).

UNESCO/IOC-HAB (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü, Uluslararası Deniz ve Okyanuslar Topluluğu, Zararlı Alg Üremeleri Bürosu) kararı ile bir diğer adlandırmada ise, deniz suyu ve tatlı su alanlarında, "Zararlı Alg Aşırı Üremeleri" genel adı ile tanımlanmaktadır (Koray, 2002).

Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), fitoplankton patlamalarının insanlar üzerindeki biyotoksik etkilerini, toksik fitoplanktonlar tarafından biyotoksin birikimine maruz kalmış su ürünlerinin tüketilmesiyle oluşan, toplum arasında yol açtığı en belirgin sağlık sorunları şeklinde belirleyip, deniz ürünleri toksin zehirlenmesi adını vermektedir (AÇA, 2006).

Dünya denizlerinde, son yıllarda sıklıkla gözlenen fitoplankton patlamalarının gerçekleştiği kıyısularda, izleme çalışmalarının düzenli olarak yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. İlk defa Japonya'da, çift kabuklu üretim alanlarında yaşanan problemleri kaynağında izlemek üzere plankton ve biyotoksin izleme sistemi kurularak çalıştırılmıştır. Kuzey Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda ile birlikte AB ülkeleri, bu sistemi geliştirerek kendi çift kabuklu üretim alanlarında uygulamaktadır. Bu nedenle AB direktifleriyle mevzuata giren toksik fitoplankton çalışmaları, giderek önem kazanmaya başlamaktadır (Hess, 2012).

Dünya üzerinde fitoplanktonların toksik etkisi üzerine yapılan ilk araştırmada, *Gonyalulax* cinsinin parolitik toksinlerle olan ilişkisi tespit edilmektedir (Sommer et al., 1937). Daha sonra planktonların biyotoksin ilişkileri üzerine yapılan farklı araştırmalarda, çift kabuklu yumuşakçaların toksik olmalarının dinoflagellat kaynaklı olduğu anlaşılmaktadır (Sommer and Meyer, 1937; Meyer, 1953).

Çift kabuklu deniz ürünlerinin tüketilmesiyle, insanlarda meydana gelen duyu bozukluğu, karıncalanma ve kısmen felç gibi parolitik durumların, toksik planktonlardan kaynaklandığı bildirilmektedir (Seven, 1958). Yine parolitik zehirlenmelerin toksik fitoplanktonlardan kaynaklandığı bulgusuna ulaşılmaktadır (Schantz, 1960; 1963).

Çift kabuklu yumuşakça ve karides yetiştiriciliği yapılan işletmelerde toplu ölümlerin görülmesi üzerine, bu işletmelerin yer aldığı sularda, zararlı fitoplankton çoğalmalarının olduğu vurgulanmaktadır (Shumway, 1995). Avustralya'da *Anabaena circinalis* türünün tatlı sularda aşırı çoğalması sonucu, ortamda bulunan balık, midye, kuş gibi canlıların etkilendiği ve bu canlılarla beslenen insanların parolitik zehirlenmelere maruz kaldığı anlaşılmaktadır (Negri and Jones, 1995). İtalya'nın Kuzey Adriyatik Denizinden elde edilen *Dinophysis fortii* türünün, yüksek performanslı sıvı kromatografisi veya kütle detektörleri gibi enstrümental analiz cihazları ile laboratuvar incelemeleri sonucunda pectenotoxin-2 (PTX-2) içerdiği ve Avrupa'da ilk defa tespit edildiği bildirilmektedir (Draisci et al., 1996).

Toksik fitoplanktonlar ve biyotoksinlerin insan fizyolojisi üzerine tesirlerini inceleyen araştırmacılar, bazı planktonik organizmalarla (*Aureococcus anophagefferens*, *Heterocapsa circularisiquama*, *Prorocentrum minimum*, *Gymnodinium aureolum*) beslenen çift kabuklu yumuşakça türlerinin tüketilmesi sonucu, insanlarda biyotoksin zehirlenmelerinin olduğunu belirtmektedir. Biyotoksin üreten cinslerin (*Alexandrium* spp., *Pseudo-nitzschia* sp. ve *Dinophysis* spp. gibi) hem çift kabuklu yumuşakça türlerinde hem de insanların sindirim ve sinir sistemi üzerinde doğrudan biyotoksik etki gösterdiği vurgulamaktadır (Whyte et al., 2001). 1990'lı yıllarda *Pfisteria piscicida* türünün aşırı miktarda üremesi sonucu kütleli balık ölümlerine neden olduğu bildirilmektedir (Morris, 1999).

Denizel fitoplanktonların aşırı çoğalmalarında, ortamda bulunan sucül organizmalarla beraber insanların ciddi risk altında olduğu, bazen tek fitoplankton türü toksik etkiye sahipken bazen de birden fazla fitoplankton türünün toksik etkiye neden olduğu belirtilmektedir (Vandolah, 2000). Hindistan'da yapılan bir araştırmada, *Prorocentrum lima* türünün, güney ve batı Hint okyanusundaki dört farklı yerden izole edilen kolonilerinin, morfolojik ve toksikolojik değişkenlikler gösterdiği aktarılmaktadır (Bouaicha et al., 2001). Diğer yandan *Alexandrium fundyense* türünün aşırı çoğalması sonucu, ortamda bulunan zooplanktonlar tarafından tüketilmesiyle zooplanktonlarda meydana gelen parolitik toksin birikiminin, zooplanktonun farklı boylarına göre farklı düzeylerde olduğu bildirilmektedir (Doucette et al., 2005).

Yeni Zelanda'da yapılan farklı bir çalışmada; *Gonyaulax spinifera* türünün, deniz suyunda hücre başına ortalama 188 pg Yessotoksin konsantrasyonuna sahip olduğu ortaya çıkmaktadır (McNabb et al., 2006). İsveç'in batı kıyılarında, *Dinophysis* spp. türlerinin popülasyon yoğunluğu ve çevre koşullarına bağlı toksisitesinin araştırıldığı çalışmada, *Dinophysis acuta* türünün ortalama 100 hücre/L'de ve *Dinophysis acuminata* türünün ortalama 250 hücre/L'de aynı toksisiteye sahip olduğu anlaşılmaktadır (Lindahl et al., 2007). Benzer çalışmalar sonraki yıllarda da yapılarak, zararlı fitoplankton üremelerinin biyotoksinlerle olan ilişkileri araştırılmaktadır (Gobler et al., 2008; Richlen et al., 2008; Anderson et al., 2008).

Yunanistan kıyı sularında, potansiyel toksik olan epifitik *Prorocentrum* türlerinin araştırıldığı çalışmada, *Prorocentrum rhathymum*, *Prorocentrum borbonicum*, *Prorocentrum levis*, *Prorocentrum emarginatum* ve *Prorocentrum lima* türlerinin, Kuzey Ege kıyı şeridi boyunca 2003 Ağustos ile 2005 Aralık döneminde, 50 istasyondan toplanan makrofit, su sütunu ve sediment örneklerinin incelenmesi sonucu tespit edildiği bildirilmektedir (Aligizaki et al., 2009).

Ege Denizi'nin Türkiye kıyılarından balık ölümlerinin ilk kez rapor edilmesi 1955 yıllarında W. Nümann tarafından bildirilmektedir. Bu tarihten sonra, fitoplankton patlamaları basın mensupları ve bilim insanları tarafından her yıl gözlemlenmektedir (Acara ve Nalbantoğlu, 1960). Fitoplankton patlamaları belirgin bir şekilde, yıllık olarak düzenli değişimler göstermektedir. Dinoflagellat türlerinin (*Prorocentrum micans*, *Noctiluca scintillans*, *Alexandrium minutum*, *Gochtodinium simplex*, *Scrippsiella trochoidea*), tekrarlayan fitoplankton patlamaları sırasında deniz suyunu belirgin şekilde kırmızıya çevirdiği görülmektedir. Diyatomlar ve öglenoidler gibi kokkolitoforidlerin de su yüzeyinde farklı renklenmelere neden olduğu belirtilmektedir (Koray, 2001a).

İzmir Körfezinde planktonik organizmalar üzerine niteleyici ilk araştırma, Ergen (1967) tarafından bildirilmektedir. Bu araştırmayı takip eden yıllarda, dinoflagellatların tanımlanması çalışmaları ve *Ceratium* cinsinin dağılımı, nicel ve nitel yönden incelenmektedir (Geldiay ve Ergen, 1968; Öber, 1972).

İzmir Körfezi'nde, seçilmiş farklı iki istasyonda biyolojik birincil üretim üzerine yapılan ilk araştırmada, birincil üretimi etkileyen faktörlerden sıcaklık, tuzluluk, azot bileşikleri hakkında temel bilgi verilmektedir (Geldiay ve Uysal, 1978). Sonraki yıllarda ise *Ceratium* sp. ve *Rhizosolenia* sp. gibi türler üzerinde çalışmalar yapılarak, türlerin tanımı, tespiti, mevsimlere göre dağılımı üzerine yoğunlaşmaktadır (Koray ve Gökpınar, 1983; Gökpınar ve Koray, 1983). Bu çalışmalar sonucunda, İzmir Körfezinde red-tide olayına sebep olan fitoplanktonlar incelenerek ilk tür tespitleri bildirilmektedir (Koray, 1984). Sonraki yıl Koray (1985) "İzmir Körfezi'nin Mikro planktonunda Meydana Gelen Değişimlerde Ortam Faktörlerinin Rolü" isimli doktora çalışmasında, İzmir Körfezi'nde nano plankton ve tek hücreli mikro plankton türlerinin niteleyici ve niceleyici dağılımlarını inceleyerek, çevreyle ilgili faktörler ile besleyici elementler arasındaki dönemsel ilişkileri ortaya koymaktadır.

Fitoplankton türlerinin aşırı çoğalmalarının, ortamda bulunan besleyici elementlerin sınırlamasından dolayı olumsuz bir şekilde etkilendiği, türlerin çeşitliliği indeksleriyle bildirilmektedir (Koray ve Büyükişık, 1987). Ardından, denizel ekosistemde dinoflagellat türlerinin aşırı çoğalmaları ve bunu tetikleyen fiziksel ve kimyasal etmenler araştırılarak, sıcaklık, tuzluluk, gün ışığı ve besleyici elementler gibi faktörler belirlenmektedir (Koray ve Büyükişık, 1988). Daha sonra Koray ve Büyükişık (1992) tarafından fitoplankton gelişiminde önemli bir yer tutan, ışık, sıcaklık ve besin tuzuna bağlı model çalışmaları yapılmaktadır. Bir modele göre ilkbahar başlangıcında; sıcaklık, fosfat, nitrat ve gün ışığı süresinin artmasıyla fitoplankton biyokütlesinde artış gözlenmektedir. Ancak fitoplanktonlar tarafından kullanılan silisin azalmasıyla, diatomlar ve dinoflagellatlar azalırken, nano planktonlarda artış meydana geldiği belirtilmektedir.

İzmir Körfezi'nde ilkbahar aylarında ve yaz başlarında aşırı üreme gösteren *Prorocentrum micans* türünün, körfezden toplanan midye ve istiridyelerin yenmesinden sonra, insanlarda görülen ishal olaylarının sebebi olduğu ortaya konulmakta ve konunun toplum sağlığı açısından önemine vurgu yapılmaktadır (Koray, 1992).

Ülkemizden çift kabuklu yumuşakçaların ihracatında yaşanan olumsuzluklar üzerine, 23 farklı üretim alanında, 1999 yılının Haziran ile Eylül ayları arasında, 15 günde bir su numuneleri alınmıştır. Çalışma sonucunda, parolitik ve amnezik zehirlenmelere neden olan fitoplankton türleri tespit edilememekte ancak diaretik zehirlenmelere neden olan *Dinophysis* türlerinin varlığı bildirilmektedir (Demir, 2000).

Türkiye sularının, Karadeniz, Ege ve Doğu Akdeniz bölümlerinde bulunan mikrop plankton türleri 1993-1995 yılları arasında, klasis düzeyinde gruplanarak, tür zenginlikleri sistematik düzeyde karşılaştırmalı olarak incelenmiştir (Koray vd., 2000). Araştırmaya göre, 518 tür taksası saptanmasına rağmen, bunlardan ancak 82 tanesi tüm bölgelerde gözlemlenebilmektedir. Denizlerde yapılacak çalışmalarda tür çeşitliliğinin tespitinde, zamana bağlı değişimlerin ön planda tutulması tavsiye edilmektedir (Koray, 1994). Aynı yıl içerisinde yapılan bir diğer çalışmada, Türkiye denizleri açık suları fitoplankton kompozisyonu incelenmekte, sonuç olarak, fitoplanktona bağlı verimliliğin Karadeniz'den Akdeniz'e doğru giderek azaldığı saptanmaktadır (Soydemir, 2000).

Türkiye denizlerinde araştırılacak fitoplankton türlerinin kontrol listesini hazırlamak amacıyla, ülkemiz denizlerinin kıyı hattı boyunca, 1955 yılından 2000 yılına kadar çalışılmış fitoplankton ile ilgili araştırmalar incelenmiştir. İki cins kademesinde olmak üzere yedi prokaryot taksası ve 430'u tür kademesinde olmak üzere 485 eukaryot taksası içeren liste, araştırmacıların kullanımına sunulmaktadır (Koray, 2001b).

İzmir Körfezi çift kabuklu yumuşakçaları (*Mytilus galloprovincialis*, *Tapes decussata*, *Venus* spp.) üzerinde toksik ve toksik olmayan fitoplanktonların etkileri incelendiğinde, önceki çalışmalarda yer alan istatistiklerin kesin olmadığı bildirilmektedir (Koray, 2001a).

Çift kabuklu yumuşakçaların ilkbahar aylarında besin olarak kullanılmaması nedeniyle, toplum için biyotoksin zehirlenmelerinin nadir bir risk faktörü olduğu vurgulanmakta ve *Ceratium fusus*, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis fortii*, *Dinophysis mitra*, *Dinophysis rotundata*, *Dinophysis sacculus*, *Dinophysis tripos*, *Gonyaulax grindleyi*, *Prorocentrum cassubicum* ve *Prorocentrum lima* türlerinin denizlerimizde bulunan bazı toksik türler olduğu kaydedilmektedir (Koray, 2001b).

İzmir Körfezi'nde, parolitik biyotoksine bağlı zehirlenmeler ile ilgili belirgin bir kanıt olmamasına rağmen, sadece bir türde görülen balık ölümleri, tüm vücut ve solungaçlarda görülen sarımsı renklenme ile tanımlanmaya çalışılmaktadır. Biyotoksin zehirlenmesi meydana geldiğinde, *Alexandrium minutum* türünün ml'de 6 milyar hücreyi geçtiği bildirilmektedir. Ayrıca demersal ve pelajik balıklarda oksijen yetersizliği belirtileri gözleendiği, bu belirtilerin diyatom *Thalassiosira angustelineata*, *Thalassiosira allenii* ve öglenoid *Eutreptiella gymnastica* 'nın toksik olmayan hücre patlamalarından sonra ve geceleri gözleendiği anlaşılmaktadır (Koray, 2001b).

Koray ve Çolak Sabancı 2001 ve 2004 yıllarında, toksik fitoplanktonlar üzerine yaptıkları çalışmalarda, ülkemizde rapor edilen fitoplankton türlerinin yaklaşık %10'unun toksik-zararlı şeklinde aşırı üreme yaptıkları sonucuna varmaktadır. İzmir Körfezi'nde, bazı bölgelerde fitoplankton patlamalarını inceleyen Bizsel ve Bizsel (2002), çalışmalarında toksik türlerden *Heterosigma cf. akashiwo* ve *Gymnodinium cf. mikimotoi*'yi ilk defa bildirmektedir.

Çolak Sabancı ve Koray (2005), 1999, 2000, 2001 yıllarında iç, orta, dış körfezde yer alan üç istasyonu plankton çeşitliliği yönüyle incelemektedir. Sonuç olarak; İzmir Körfezi, büyük kanal projesi öncesi ve sonrasında ilk kez yapılan mikrop plankton analizlerine göre, Büyük Kanal Projesi'nde inşa edilen arıtma tesislerinin % 60 düzeyinde pozitif aktivite gösterdiği ve fitoplankton toplulukları yapısındaki düzelmelerin, beklenildiğinden daha hızlı bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir.

İzmir Körfezi'nde, Karşıyaka Yat Limanı bölgesinde, 2003–2004 yılları arasında, fitoplankton türlerinin dağılımları ve fizikokimyasal ortam parametrelerinin değişimleri, yıllara bağlı olarak araştırılmıştır (Kükreer ve Aydın, 2006). Bu çalışmaya göre, Büyük Kanal Projesi'nin tamamlanması sonucu, fitoplankton ve fizikokimyasal faktörlerde, projeden önceki yıllara oranla iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. Ancak ortamda zararlı fitoplankton türlerin de bulunduğu bildirilmektedir. Başka bir çalışmada, İzmir Büyük Kanal Projesi'nin, İzmir Körfezi'nin iç bölgesindeki fitoplankton varlığında meydana getirdiği etkiler incelenmekte, çalışma sonucunda azot elementinin fitoplanktonlar üzerinde sınırlayıcı faktör olduğu vurgulanmaktadır (Garip, 2006).

İzmir Körfezi Urla İskele'de yapılan farklı bir çalışmada, kültüre alınan kara midyelerin yıllık beslenme döngüsü üzerine kalitatif yaklaşımla ilk sonuçlar elde edildi zaman, kara midyelerin mide içeriklerinde *Licmophora abbreviata*, *Navicula* sp., *Coscinodiscus* sp., *Nitzschia* sp., *Gonyaulax* sp., *Dinophysis* sp., *Prorocentrum* sp., *Protoperidinium* sp. ve *Oxyphysis oxytoxoides* gibi fitoplankton türlerine rastlanıldığı açıklanmaktadır (Lök vd., 2010).

İzmit Körfezi plankton kompozisyonunun mevsimsel olarak incelenmesi ve sediment karakterizasyonu çalışmasında, elde edilen sonuçlara göre; toksik olmayan ancak zararlı red-tide çoğalmalarına neden olan *Ceratium furca*, *Prorocentrum micans*, *Rhizosolenia setigera* ve *Noctiluca scintillans* türlerine rastlanılmaktadır. Fakat bu fitoplanktonlara ait hücre yoğunluklarının, herhangi bir toksisiteye neden olacak düzeyde gerçekleşmediği belirtilmektedir (Küçük, 2012).

2.2. Biyotoksin

Çift kabuklu yumuşakça toksinleri olarak bilinen denizel biyotoksinlerin, temelde toksik fitoplanktonlar tarafından üretildiği, kimyasal yapılarına göre sekiz grup olarak sınıflandırıldığı belirtilmektedir. Bunların, Azaspracids (AZAs), Brevetoxins (BTXs), Cyclicimine, Domoic Acid (DA), Okadaic Acid (OA), Pectenotoxins (PTXs), Saxitoxins (STXs) ve Yessotoxins (YTXs) olduğu bildirilmektedir (FAO/WHO, 2004). Biyotoksinler, insan sağlığı üzerinde gösterdikleri belirtilere göre; Paralytic Shellfish Poisoning (PSP), Amnesic Shellfish Poisoning (ASP) ve Diarrhaetic Shellfish Poisoning (DSP) şeklinde de tanımlanmaktadır (FAO, 2004).

Biyotoksinlerin, suyu filtreleyerek beslenen kara midye, akivades, istiridye ve kum midyeleri gibi çift kabuklu yumuşakçaların, hepatopankreasları, bağıdoku ve lipit dokularında biriktiği bildirilmektedir. Biyotoksin birikmiş çift kabuklu yumuşakçaların, insanlar tarafından tüketilmesiyle, baş ağrısı, kusma, ishal ve sinirsel problemler, sıra dışı durumlarda ise can kaybına rastlandığı vurgulanmaktadır (FAO, 2004). İnsanlarda, çift kabuklu yumuşakça türlerinin tüketilmesine bağlı olarak, son yıllarda yaklaşık 2.000 zehirlenme vakası bildirilmekte, bunlardan %15'i ise ölümlü sonuçlanmaktadır (Mercedes and Esther, 2006).

Çift kabuklu yumuşakçaların tüketilmesi sonucu, insanların sinir sistemlerinde meydana gelen rahatsızlıklar üzerine Kellaway (1935) bir araştırma yapmıştır fakat çalışmasında biyotoksinlerden bahsetmemektedir. Daha sonra, fitoplanktonların neden olduğu biyotoksinler üzerine yapılan ilk araştırmada PSP biyotoksininden bahsedilmektedir (Sommer and Meyer, 1937). Aynı dönemde, Gonyalulax cinsine ait türlerin PSP ile olan ilişkisinin tespit edildiği anlaşılmaktadır (Sommer et al., 1937).

Biyotoksin zehirlenmeleri daha önceleri midye zehirlenmesi veya gıda zehirlenmesi olarak tanımlandığından, eski araştırmalar daha çok bu konular etrafında gerçekleştirilmektedir (Meyer, 1953; Sapeika, 1953; Fingerman et al., 1953; Seven, 1958; Bolton et al., 1959). İlerleyen yıllarda, bu zehirlenmelerin toksik fitoplanktonlardan kaynaklandığı anlaşılmakta ve çalışmalar biyotoksinler üzerine yoğunlaşmaktadır (Murtha, 1960; Pepler and Loubser, 1960; Schantz, 1960; Schantz, 1963).

Avrupa ülkelerinde, 1950 ile 1990 yılları arasında, canlı çift kabuklu yumuşakçaların satışında ciddi bir kontrol mekanizması bulunmamaktadır. 1960'lı yıllardan sonra, Avrupa ülkelerinin birbirlerine bütünleşmesi ile kontrol mekanizması ihtiyacı tartışılmaya başlanılmaktadır. Bu nedenle ilk defa 1991 yılında, birlik mevzuatında 91/492/EEC ve 91/493/EEC numaralı yönetmelikler çıkarılarak, biyotoksinler ile ilgili kontrol mekanizmaları oluşturulmaktadır (Hess, 2012). Bu yönetmeliklerde, DSP ve PSP biyotoksinleri için temel tanımlar, teşhis yöntemleri ve kontrol şartları belirlenmektedir. İlgili yönetmeliklerde yer almamasına rağmen, 91/67/EEC konsey direktifi ile ASP biyotoksinleri için, analiz yöntemi ve limiti de belirtilmektedir (Anon., 1997).

AB direktiflerine atıf yapılarak çıkarılan komisyon raporlarında, biyotoksinlerin tespitine yönelik ilk analiz metotları da vurgulanmaktadır. Buna göre; PSP analizlerinin AOAC'nin (Association of Official Analytical Chemists) 959.08 numaralı yöntemiyle, ASP analizlerinin ultraviyole dedektörlü sıvı kromatografi (HPLC-UV) yöntemiyle, DSP analizlerinin sıvı kromatografi (HPLC) yöntemiyle yapılması kararlaştırılmaktadır (Yasumoto and Murata, 1993; Quilliam et al., 1995; AOAC, 1995).

Kuzey Adriyatik Denizi kıyı şeridinde bulunan midyeler üzerinde 1988, 1989 ve 1991 yıllarında yapılan biyotoksin izleme çalışmalarında, ASP, DSP ve PSP biyotoksinleri araştırılmaktadır. Belirtilen tarihlerde sadece DSP biyotoksinlerine rastlanıldığı, ASP ve PSP biyotoksinlerine rastlanılmadığı bildirilmektedir (Viviani et al., 1997). İngiltere'de yapılan diğer bir çalışmada, biyotoksin tespit metotlarının karşılaştırılması yapılmakta, en hızlı ve en doğru analiz yönteminin geliştirilebilmesi için çalışmaların başlatıldığı açıklanmaktadır (Scoging, 1998). İzleyen yıllarda, biyotoksinlerin enstrümental analiz cihazlarıyla tespitine yönelik farklı çalışmalar ortaya konmaktadır (Amandi et al., 2002; Pierotti et al., 2003; Bean et al., 2005; Rossini, 2005; Toyofuku, 2006; Turrell et al., 2007; Syaifudin et al., 2009; Louppis et al., 2010; McCarron et al., 2011).

Birbirini takip eden çalışmalarda, bazı biyotoksinler, araştırılan bölgelerde ilk defa bildirilmektedir. Örneğin; Doğu Adriyatik Denizinde, kara midye üzerine yapılan PSP çalışmasında ilk defa 1.550,49 mg STX eq./kg miktarında biyotoksin tespit edildiği ve Hırvatistan kayıtlarına geçirildiği bildirilmektedir (Ujevic et al. 2012). Yunanistan'da yapılan bir diğer çalışmada ise *Prorocentrum minimum* kaynaklı ilk Tetrodotoksin tespiti kaydedilmektedir (Vlamiş et al., 2015).

Ülkemizde, çift kabuklu yumuşakça türleri üzerinde, morfolojileri, üremeleri, çevresel etkileşimleri gibi çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Yılmaz, 1989; Eftelioğlu, 1989; Fırat, 1990; Hindioğlu, 1990; Demirci, 1990; Çangal, 1991; Selçuk, 1996; Ulca, 1996; Ateş, 1998; Tekoğlu, 1999). Ancak çift kabuklu yumuşakçalarda, biyotoksinlerin tespiti üzerine yeterli araştırma bulunmamaktadır.

Konuyla ilgili ilk bilgileri veren Albaz'ın (1988), çift kabuklu yumuşakça türlerinin ihracatında dikkat edilmesi gereken konular ve biyotoksin varlığı hususunda seminer kitapçığı bulunmaktadır. Daha sonraki yıllarda Koray (1992), aşırı üremeleri sonucu tespit edilen toksik ve zararlı fitoplankton türlerinin, insan sağlığını etkilemesi ile ilgili çalışmasını ortaya koymakta ve konunun toplum sağlığı açısından önemine vurgu yapmaktadır.

Ülkemiz karasularından avlanan bazı çift kabuklu yumuşakçalarda, PSP ve DSP biyotoksin kalıntıları da araştırılmıştır (Eryiğit, 1998). Çalışmada, 1995 ve 1996 yılları boyunca Batı Karadeniz, İstanbul Boğazı girişi, Kuzey Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı girişi olmak üzere dört farklı bölgede doğal olarak yetişen, kum midyesi (*Venus gallina*), istiridye (*Ostrea edulis*) ve kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) türlerinde PSP ve DSP biyotoksinlerinin, bölgelere göre değişmekle birlikte, bütün bir yıl boyunca değişik oranlarda bulunabileceği ilk kez belirtilmektedir.

İzmir Körfezi'nde bulunan kara midyelerde, domoik asit miktarının yüksek performanslı sıvı kromatografi ile tespiti çalışması bulunmaktadır (Özçile, 1996). Bu çalışmada; İzmir Körfezi'nden çıkartılan 15 ayrı midye örneklemesinden elde edilen kara midye numunelerine, hızlı ekstraksiyon yöntemi kullanılmakta ve ölçümler ultraviyole detektörü bağlı yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC-UV) cihazı ile gerçekleştirilmektedir. Çalışmada, herhangi bir miktarda domoik asit varlığına rastlanılmadığı bildirilmektedir.

İzmir, Balıkesir, Çanakkale ve İstanbul kıyılarından toplanan çift kabuklu yumuşakçalar üzerinde saksitoksin (STX) ve dinofisistoksin (DTX) tespitinin yapılmasına dair bir çalışmada, DTX biyotoksinine hiç rastlanılmadığı, STX biyotoksinine ise İzmir ve Balıkesir kıyılarından toplanan örneklerde, ilkbahar sonu ve yaz aylarında rastlanıldığı, ancak tespit edilen düzeylerin insan sağlığı için risk taşımadığı anlaşılmaktadır (Küçükgünay, 2000).

İzmir Körfezi'nden, 1999 ile 2000 yılları boyunca aylık dönemler halinde toplanan kara midye ve akivades türlerinde, parolitik ve amnezik biyotoksin analizleri yapılmaktadır (Göçer, 2001). Analiz sonuçlarına göre, çift kabuklu yumuşakça örneklerinde saksitoksine rastlanmamakta, eser düzeyde de olsa domoik asit saptanmaktadır (en fazla 0,53 mg/gr domoik asit). Tespit edilen en yüksek domoik asit miktarının, insan beslenmesinde kabul edilen en yüksek biyotoksin değerinin, (20 mg/gr domoik asit) oldukça altında olduğu belirtilmektedir.

İzmir Körfezinde yapılan bir diğer çalışmada, kara midyede bulunan biyotoksin dışındaki diğer toksik madde kaynakları (Ağır metal, *Escherichia coli*, Fekal koliform, *Salmonella*, *Vibrio parahaemolyticus*, maya ve küf) araştırılmakta, örneklerde herhangi bir toksisiteye rastlanılmadığı vurgulanmaktadır (Esen, 2006).

Doğan (2007), çalışmasında, çift kabuklu yetiştiriciliğinin dünya su ürünleri yetiştiriciliğindeki yeri ve önemine vurgu yapmaktadır. Türkiye'de üretimi yapılan çift kabuklu yumuşakçaları incelemektedir. Çift kabuklu yumuşakça numunelerinde yapılan, mikrobiyolojik, kimyasal, ağır metal ve biyotoksin analizlerini ele almaktadır. Biyotoksin ve toksik fitoplankton analizleri hakkında detaylı bilgi vermektedir. Doğan (2009), yüksek lisans tez çalışmasında, Türkiye'de üretilen çift kabuklu yumuşakçaları, DSP biyotoksinleri yönüyle, deney faresiyle yapılan biyolojik yöntemle (MBA) alternatif olarak, flüoresans detektörlü yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC/FLD) cihazı ile analiz etmektedir. Eylül 2008 ile Ocak 2009 tarihleri arasında analize aldığı 406 parti çift kabuklu yumuşakça numunesinin, biyolojik yöntemle yapılan analiz sonuçlarına göre, % 90 oranında DSP biyotoksinleri yönünden herhangi bir toksisite tespit edilmediğini açıklamaktadır.

Doğan (2009), şüpheli çift kabuklu numunelerine % 2 oranında rastlamakta olup, doğrulama analizleri sonucunda sadece bir adet istiridye numunesi dışında, diğerlerinin DSP negatif olduğunu belirtmektedir. Geriye kalan % 8 oranında DSP pozitif çıkan örneğin, doğrulama analizleri sonucunda ise sadece bir adet kara midye numunesi dışında, diğerlerinin DSP negatif olduğunu bildirmektedir. Analize aldığı çift kabuklu yumuşakça numunelerinin, %92'sinin ise tespit limiti (LOD) değerinin altında bulunduğunu belirtmektedir. DSP biyotoksinler için >160 eq. OA µg/kg olan sınır değerinin üzerinde tespit edilen çift kabuklu yumuşakçaya da %7 oranında rastlandığını vurgulamaktadır.

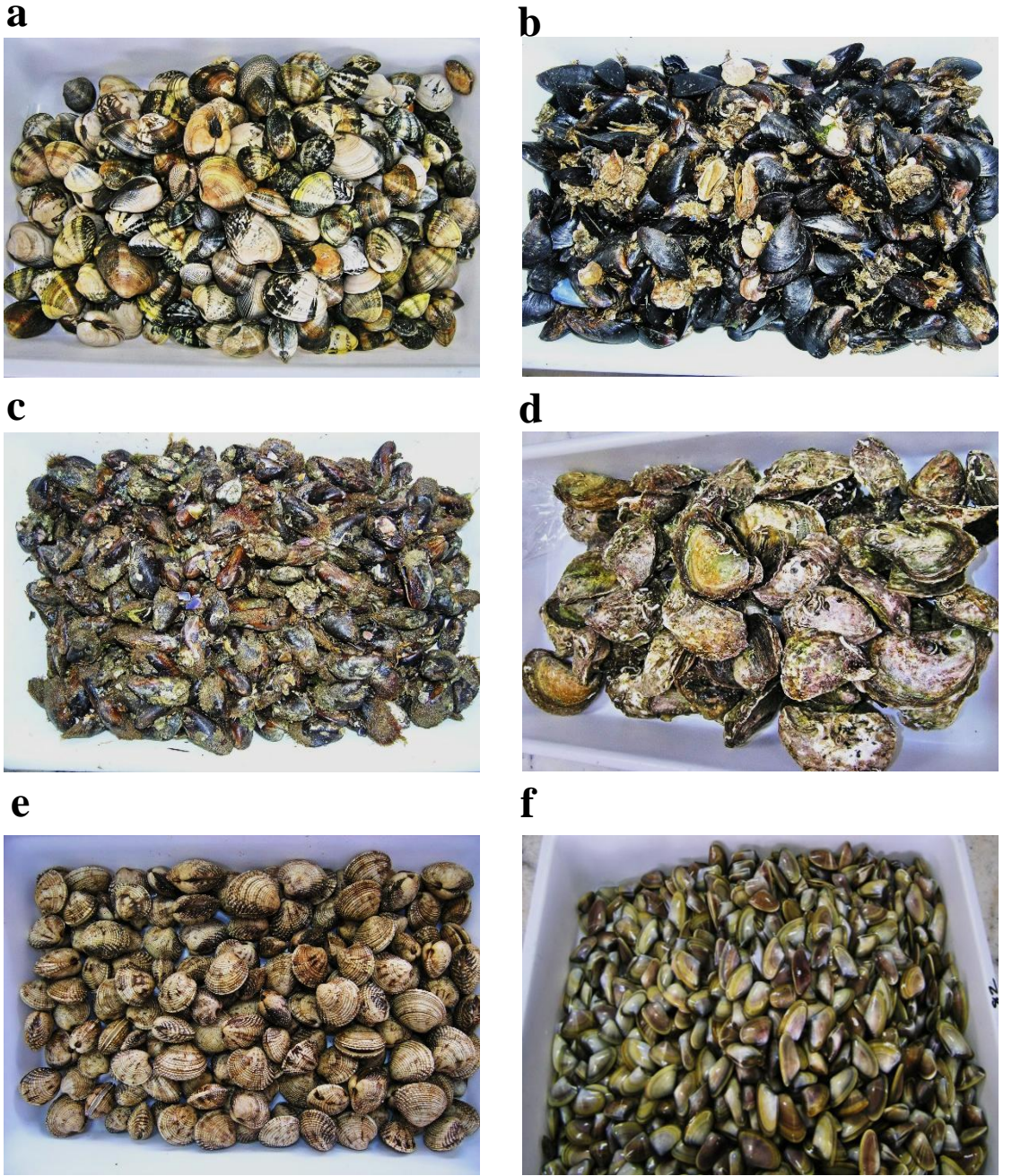
2.3. Çift Kabuklu Yumuşakçalar

Dünya üzerinde çift kabuklu yumuşakça istihali 1950 ile 2013 yılları arasında giderek artmaktadır. 2013 yılında toplam üretimin 22.432.617 ton olarak gerçekleştiği bildirilmektedir (FAO, 2013). 2103 yılında istihali yapılan türler içerisinde 555.913 ton üretimle ilk sırayı İstiridye (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793) almaktadır (FAO, 2013). Ülkemizde, 2014 yılında toplam su ürünleri üretimi 537.345 ton olarak gerçekleşmekte, bu üretimin %4,10'luk kısmını 22.040 ton ile çift kabuklu yumuşakçalar oluşturmaktadır (BSGM, 2014)

Çift kabuklu yumuşakça olarak adlandırılan Mollusca şubesinde 50 binden fazla tür bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca omurgasızlar içerisinde Arthropoda şubesinden sonra, dünya üzerinde yetiştiriciliği yapılan en fazla üyeye sahip olduğu belirtilmektedir (Tekoğul, 1999; Kırtık, 2014).

Çift kabuklu yumuşakçalar, sistematik sınıflamada Mollusca filumunun Bivalvia klasisi içerisinde yer almaktadır. Ülkemizde, ekonomik değere sahip olan ve istihali yapılan başlıca çift kabuklu yumuşakçalar; akivades (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758), cikcik (*Venus gallina* Linnaeus, 1758), istiridye (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758), kara midye (*Mytilus galloprovincialis* Linnaeus, 1819), kıllı midye (*Modiolus barbatus* Linnaeus, 1758), kidonya (*Venus verrucosa* Linnaeus, 1758), kum şırlanı (*Donax trunculus* Linnaeus, 1767), tarak (*Pecten jacobaeus* Linnaeus, 1758) türleridir (BSGM, 2015), (Şekil 2.1).

Ülkemizde çift kabuklu yumuşakça istihsal alanları, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından ilan edilmektedir. 2015 yılında ilan edilen 15 üretim alanında, akivades, kara midye, cikcik, kidonya ve kum şırlanı istihsaline izin verilmektedir. İzmir Körfezi içerisinde 101 numaralı İnciraltı İstihkâm istasyonu ve 102 numaralı Bostanlı Degaj istasyonları yer almaktadır. Bu istasyonlarda çift kabuklu yumuşakça türü olarak akivades istihali yapılmaktadır. (GKGM, 2015b). Tez çalışmasında ticari çift kabuklu kum midyesi türlerinden olan akivades seçilmiştir.



Şekil 2.1 Çift kabuklu yumuşakçalar.

a) Akivades, b) Kara midye, c) Kılılı midye, d) İstiridye, e) Kidonya, f) Kum şırlanı

2.3.1. Akivades

Batı Karadeniz'den Marmara'ya, Ege Denizi'nden Akdeniz'e doğru geniş dağılım gösteren *Tapes decussatus*, ülkemiz kıyılarında bulunan değerli bir akivades türüdür. En fazla istihali Ege bölgesi kıyılarında yapılmaktadır ve Haziran ile Temmuz aylarında üremektedir (Alpbaz, 2005; BSGM, 2015).

Vücut yapısı iki eşit kabuktan meydana gelmiş olup, kabukların üzerinde hem dikey hem yatay ışın hatları bulunmaktadır. Kabukların üzerindeki yatay ışın hatları daha belirgindir. Kabuğun iç kısmında yer alan doku krem rengindedir ve iki adet kapama kası vardır. Kabuğun ön tarafından bakıldığında, üç adet kardinal diş yapısı mevcuttur. Kabuğun içinde düzensiz bir şekilde, manto izi görülmektedir. Kabukta, küçüklü büyüklü koyu benekli şekiller vardır. Solunum ve boşaltım işlemlerine yarayan sifon benzeri organları bulunmaktadır. Ayak vazifesi görecekle şekilde dokunaçları gelişmiş olup, böylece üzerinde bulunduğu kumulu kazarak daha derinlere inebilirler. En büyük boyu 6 cm olabilirken, ortalama uzunlukları 3 ile 4 cm arasındadır. Yaşam alanı olarak 5 ile 25 cm derinliğine kadar kumluk ve çakıllık zeminleri tercih etmektedir (Fırat, 1990; Tekin, 1990; Ergün, 1992; Tekoğul, 1999; Serdar, 2003).

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Çalışma Alanı

İzmir Körfezi, toplam 200 km²'lik alanı ve 11,5 milyar m³'lük su kapasitesi ile Akdeniz'de yer alan körfezlerin en büyüklerinden biridir. Körfeze adını veren İzmir, ticareti, endüstrisi ve kültürü ile önemli bir şehirdir (İZSU, 2014). Kent yaklaşık 88.000 hektar alan üzerine, kıyı boyunca körfez etrafında kurulmaktadır. Nüfus yoğunluğu bakımından Türkiye'nin en büyük 3. yerleşim şehridir. İzmir Körfezi daha önceleri İç ve Dış Körfez olmak üzere iki ana bölüme ayrılırken daha sonraları hidrolojik ve çevreyle ilgili özellikleri de göz önüne alınarak, Dış Körfez (Karaburun-Foça-Urla arası), Orta Körfez (Yenikale Geçidi'ne kadar) ve İç Körfez (İnciraltı-Karşıyaka-Bayraklı arası) şeklinde üç kısma ayrılmaktadır.

Çalışma alanı olarak belirlediğimiz İç Körfez (Şekil 3.1) 'L' şeklinde, yaklaşık 60 km² büyüklüğe sahiptir. Kuzeyinde Yamanlar, güneyinde Çatalkaya Dağı bulunur ve topografik konumuyla şiddetli rüzgârlara maruz kalmamaktadır. İç Körfez, Orta Körfez'den 13 m derinliğindeki Yenikale Geçidi ile ayrılmaktadır. Yenikale'nin her iki kısmında suyun fizikokimyasal özellikleri farklıdır.

İç Körfez'in en derin noktası ise yaklaşık 20 m'dir ve batıdan doğuya doğru gidildikçe derinlik azalmaktadır. İç kesimdeki sığlaşmanın nedeni, Karşıyaka ilçesinin batısından dökülen Gediz ırmağının taşıdığı alüvyonları iç körfeze biriktirmiş olmasıdır. Gediz ırmağının ağzı 1986 yılında akış yönü değiştirilerek, daha geniş ve derin olan dış körfeze doğru yönlendirildiği bildirilmektedir (Uslu, 1994).

İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj bölgelerinde yer alan çift kabuklu yumuşakçaların izleme ve kontrol çalışmaları T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yapılmaktadır. Bu görev, 04.07.2012 tarih ve 23642 sayılı "Avcılık veya Yetiştiricilik Yoluyla Elde Edilen Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanlarının Belirlenmesi, Sınıflandırılması, Ürün Alımına Açılıp Kapatılması ve Numune Alımına İlişkin Uygulama Talimatı" gereğince İzmir İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü tarafından yerine getirilmektedir (GKGM, 2012).

İnciraltı İstihkâm ($38^{\circ}24'52.8''N$ $27^{\circ}02'38.3''E$) ve Bostanlı Degaj ($38^{\circ}27'22.9''N$, $27^{\circ}01'38.0''E$) koordinatlarında birer adet örnek alma noktası bulunmaktadır. Alınan örnekler, analizleri yapılmak üzere İzmir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü bünyesinde bulunan Biyotoksin Analizleri Laboratuvarına getirilmektedir.



Şekil 3.1 Numune alma alanları.

a) Türkiye-İzmir, b) İzmir Körfezi, c) Bostanlı Degaj ve İnciraltı İstihkâm.

3.2. Deniz Suyu Materyali

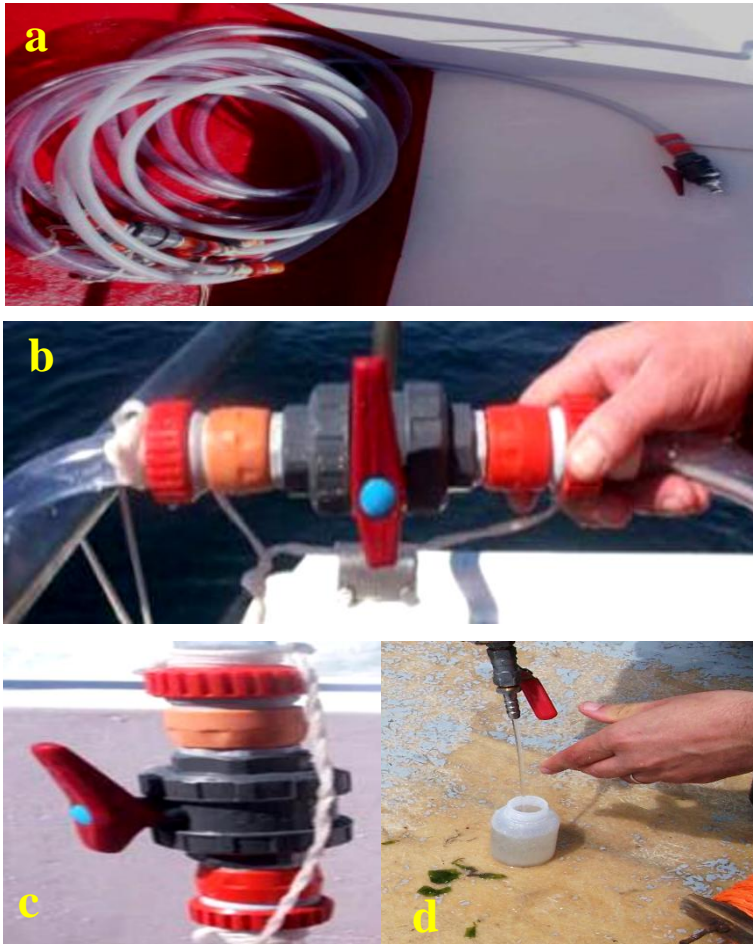
İzmir Körfezi'nde İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarında bulunan, çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarındaki deniz sularında, tuzluluk, pH, sıcaklık, amonyum, nitrit, nitrat, silis, fosfat parametreleri ile toksik fitoplankton türlerinin mevsimsel değişimleri izlenmek üzere, 2013 ve 2014 yıllarında, 15'er gün ara ile toplam 96 parti numune alınmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Deniz suyu numune alma zamanları.

Sıra No	Adı	Analiz Türü	İstasyon	Tarih
1	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	02.01.2013
2	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.01.2013
3	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	02.02.2013
4	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	28.02.2013
5	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	13.03.2013
6	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	26.03.2013
7	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.04.2013
8	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	29.04.2013
9	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.05.2013
10	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	29.05.2013
11	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.06.2013
12	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	28.06.2013
13	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.07.2013
14	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.07.2013
15	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	13.08.2013
16	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	27.08.2013
17	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	13.09.2013
18	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	27.09.2013
19	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.10.2013
20	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	28.10.2013
21	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	13.11.2013
22	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	27.11.2013
23	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	18.12.2013
24	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.12.2013
25	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	13.01.2014
26	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	28.01.2014
27	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.02.2014
28	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	28.02.2014
29	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.03.2014
30	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	31.03.2014
31	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.04.2014
32	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.04.2014
33	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.05.2014
34	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	29.05.2014
35	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	16.06.2014
36	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.06.2014
37	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.07.2014
38	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.07.2014
39	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.08.2014
40	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	29.08.2014
41	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.09.2014
42	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	29.09.2014
43	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.10.2014
44	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.10.2014
45	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	14.11.2014
46	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	28.11.2014
47	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	15.12.2014
48	Deniz Suyu	SU-Fitoplankton	101-102	30.12.2014

Her bir numune alma noktası, en az 10 metrelik doğrulukla İnciraltı İstihkâm (38°24'52.8"N 27°02'38.3"E) ve Bostanlı Degaj (38°27'22.9"N, 27°01'38.0"E) harita koordinatlarında yer almaktadır. Bu noktalardan deniz suyu kalitesini belirlemek için, su yüzeyinden en az 50 cm derinlikten 2 litrelik plastik şişelere deniz suyu numunesi alınmaktadır. Toksik fitoplankton analizleri yapmak için 50 cm'lik bölümlere ayrılmış olan toplam 150 cm'lik bölmeli hortum kullanılmaktadır.

Bir ucu tekneye sabitlenmiş, diğer ucuna kurşun ağırlık bağlanmış bölmeli hortum, vanaları açık bir şekilde denize bırakılmaktadır. Birkaç dakika denizde bekletilen hortum, vanaları kapatılarak tekneye çekilmektedir. Hortumun her bir bölümünde bulunan deniz suyu numuneleri, vanaları tek tek açılarak üzerlerinde 50, 100 ve 150 cm yazan 500 ml'lik plastik kaplara aktarılmaktadır (Şekil 3.2). Her 500 ml'lik deniz suyu numunesine son konsantrasyonu % 4 olacak şekilde % 37'lik ticari formaldehit eklenmektedir (Çolak Sabancı ve Koray, 2001).



Şekil 3.2 Deniz suyu numunesi alınması.

a) Kademeli hortum, b) Kapalı vana, c) Açık vana d) Plastik kaplara aktarım.

3.2.1. Deniz suyu analizleri

Deniz suyu numunelerinin tuzluluk analizleri, su kalitesi elektriksel iletkenlik yöntemi kullanılarak, laboratuvar ortamında, Selecta CD-2005 Model kondüktometre cihazı ile yapılmıştır (TSE, 2012). Analize uygun şekilde alınan deniz sularının sıcaklık ölçümü formaldehit eklenmeden önce, 1-2 dakika civalı termometre daldırılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir. Deniz suyu numunelerinin pH analizleri, Sartorius™ pH metre cihazı ile laboratuvar ortamında 20-22 °C sıcaklıkta yapılmıştır (TSE, 2013). Deniz suyu numunelerinin amonyum, nitrit, nitrat, silis analizleri Shimadzu UV-1800 UV/VIS Spektrofotometre cihazı ile laboratuvar ortamında yapılmıştır (TSE, 1989; TSE, 1990; TSE, 1999; TSE, 2014).

3.2.2. Toksik fitoplankton analizleri

İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarında bulunan, çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarındaki deniz sularında, toksik fitoplankton türlerinin mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, fitoplanktonların daha kolay ve hızlı tespit edilmesi için Olympus CKX41 marka inverted mikroskop kullanılmıştır. Deniz suyu numuneleri sedimentasyon yöntemiyle indirgenerek sayım kamaralarına alınmaktadır. Tür tespiti için inverted faz kontrast mikroskobu ile bakılmaktadır (Utermöhl 1931, 1958; Reid, 1983; TSE, 2006). Önceki çalışmalardan yararlanılarak, tespit edilen fitoplankton türlerinin tanımlamaları yapılmıştır (Hallegraeff et al., 1995; Matsuoka and Fukuyo, 2000; Anderson et al., 2001; Demir, 2000; Soydemir, 2000; Koray, 2001; Çolak Sabancı ve Koray, 2001).

3.3. Çift Kabuklu Yumuşakça Materyali

İzmir Körfezinde, çift kabuklu yumuşakça üretim alanı olarak belirlenmiş, 101 numaralı İnciraltı İstihkâm ve 102 numaralı Bostanlı Degaj istasyonları yer almaktadır. Bakanlıkça izin verilen bu alanlarda ise çift kabuklu yumuşakça türü olarak akivades istihsalı yapılmaktadır (GKGM, 2012). Bu nedenle, çift kabuklu yumuşakça materyalimizi akivades türü oluşturmaktadır.

3.3.1. Numunelerin alınması

İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarında bulunan çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarındaki her bir numune alma noktasından, biyotoksin parametrelerinin mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, 2013 ile 2014 yıllarında, 15'er gün ara ile toplam 96 parti akivades numunesi alınmıştır (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Çift kabuklu yumuşakça numune alma zamanları.

Sıra No	Adı	Analiz Türü	İstasyon	Tarih
1	Akivades	Biyotoksin	101-102	02.01.2013
2	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.01.2013
3	Akivades	Biyotoksin	101-102	02.02.2013
4	Akivades	Biyotoksin	101-102	28.02.2013
5	Akivades	Biyotoksin	101-102	13.03.2013
6	Akivades	Biyotoksin	101-102	26.03.2013
7	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.04.2013
8	Akivades	Biyotoksin	101-102	29.04.2013
9	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.05.2013
10	Akivades	Biyotoksin	101-102	29.05.2013
11	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.06.2013
12	Akivades	Biyotoksin	101-102	28.06.2013
13	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.07.2013
14	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.07.2013
15	Akivades	Biyotoksin	101-102	13.08.2013
16	Akivades	Biyotoksin	101-102	27.08.2013
17	Akivades	Biyotoksin	101-102	13.09.2013
18	Akivades	Biyotoksin	101-102	27.09.2013
19	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.10.2013
20	Akivades	Biyotoksin	101-102	28.10.2013
21	Akivades	Biyotoksin	101-102	13.11.2013
22	Akivades	Biyotoksin	101-102	27.11.2013
23	Akivades	Biyotoksin	101-102	18.12.2013
24	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.12.2013
25	Akivades	Biyotoksin	101-102	13.01.2014
26	Akivades	Biyotoksin	101-102	28.01.2014
27	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.02.2014
28	Akivades	Biyotoksin	101-102	28.02.2014
29	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.03.2014
30	Akivades	Biyotoksin	101-102	31.03.2014
31	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.04.2014
32	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.04.2014
33	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.05.2014
34	Akivades	Biyotoksin	101-102	29.05.2014
35	Akivades	Biyotoksin	101-102	16.06.2014
36	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.06.2014
37	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.07.2014
38	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.07.2014
39	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.08.2014
40	Akivades	Biyotoksin	101-102	29.08.2014
41	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.09.2014
42	Akivades	Biyotoksin	101-102	29.09.2014
43	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.10.2014
44	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.10.2014
45	Akivades	Biyotoksin	101-102	14.11.2014
46	Akivades	Biyotoksin	101-102	28.11.2014
47	Akivades	Biyotoksin	101-102	15.12.2014
48	Akivades	Biyotoksin	101-102	30.12.2014

Canlı, dolgun ve dış kabukları temiz akivades örnekleri, biyotoksin analizleri için en az 1 kg olacak şekilde file torbalara konularak, paçal hale getirilmeden ayrı ayrı kolilerde paketlenmiştir. Paket içerisine buz aküleri ile soğutma uygulanmaktadır.

3.3.2. Numunelerin hazırlanması

Laboratuvara getirilen akivades numuneleri ilk olarak tatlı su ile iyice temizlenmektedir. Akivadesler adduktor kası kesilerek açılmaktadır. Kum ve yabancı maddeleri uzaklaştırmak için iç kısım tatlı su ile durulanmaktadır. Kabuk içerisindeki et, adduktor kası ve dokular bıçak yardımıyla çıkarılmaktadır. Kabuklar çıkarıldıktan sonra tuzlu suyun ayrılması için bir elek içerisine dokular boşaltılmaktadır.

Biyotoksin analizinde kullanılacak numune için en az 100-150 g miktar doku elde edilmektedir. Bu dokular Ultra Turrax™ cihazı ile homojenize edilerek analize hazır hale getirilmektedir (Quilliam et al. 1995; EU-CRLMB, 2010; EU-CRLMB, 2011).

Doku homojenatı 15 ml poli propilen santrifüj tüpü içine 2,00 g \pm 0,05 g ağırlığında tartılmaktadır. Üzerine 9,0 ml % 100 metanol ilave edilmekte ve maksimum hız düzeyinde 3 dakika boyunca girdaplı karıştırma ile örnek homojenize edilmektedir. Homojenat 20 °C'de 10 dakika süre 2000 devir/dakika hızda santrifüj edilerek, üstte kalan faz 20 ml hacimli balon jöjeye aktarılmaktadır.

Dipte kalan pelet dokuya, 9,0 ml % 100 Metanol eklenerek, Ultra Turrax™ cihazı ile bir dakika boyunca tekrar homojenize edilmektedir. İkinci defa elde edilen homojenat tekrar 20 °C'de 10 dakika süre 2000 dakika/devir hızda santrifüj edilmektedir. Üstte kalan faz 20 ml hacimli balon jöjeje eklenerek ilk ekstrakt ile bir araya getirilmekte ve son hacim % 100 metanol ilave edilerek 20 ml'ye tamamlanmaktadır (Quilliam et al. 1995; EU-CRLMB, 2010; EU-CRLMB, 2011).

3.3.3. Biyotoksin analizleri

DSP grubunda yer alan, Okadaic Acid (OA), Dinophisetoxin-1 (DTX1), Dinophisetoxin-2 (DTX2), Azaspiracid-1 (AZA1), Azaspiracid-2 (AZA2), Azaspiracid-3 (AZA3), Yessotoxin (YTX) ve homo-Yessotoxin (hYTX) biyotoksinleri ile ASP grubunda yer alan Domoic Acid (DA) biyotoksininin analizleri, Thermo Scientific™ Endura™ Triple Quadrupole Mass LC-MS/MS cihazı ile yapılmıştır (EU-CRLMB, 2010; EU-CRLMB, 2011).

PSP grubunda yer alan, Saxitoksin (STX), Neosaxitoksin (NEO), Gonyautoxins 2&3 (GTX2&3) ve Gonyautoxins 1&4 (GTX1&4) biyotoksinlerinin analizleri, Agilent 1100 Series Value System HPLC cihazı ile yapılmıştır (Quilliam et al. 1995).

3.4. İstatistiksel Analizler

Tez çalışmasında, deniz suyu analizleri, fitoplankton analizleri ve biyotoksin analizlerinden elde edilen veriler, tanımlayıcı istatistiksel analizleri ile açıklanmaktadır. İstatistiksel analiz hesaplamalarında, Microsoft Excel Veri Çözümleme Aracı ile IBM SPSS (International Business Machines - Statistical Package for the Social Sciences) Statistics programı kullanılmıştır.

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov Testi ile homojen dağılıma uygunluğu ANOVA Testi ile belirlenmektedir. Verilerin değerlendirilmesinde %95 güven eşiği ve $p < 0,05$ anlamlılık değeri kullanılmaktadır. Normal veya homojen dağılıma uygun olmayan verilerde Ki-Kare Testi ve Kruskal-Wallis Testi yapılmaktadır. Kruskal-Wallis Testinde anlamlı çıkan veriler, Mann-Whitney U Testi ile karşılaştırılmaktadır.

Deniz suyu örneklerinin toplam fitoplankton sonuçlarına, One-Sample Kolmogorov-Smirnov Testi, Varyansların Homojenliği Testi ve Cluster Analizi yapılmaktadır. Deniz suyu ve akivades örneklerinin, toplam fitoplankton ve toplam biyotoksin sonuçlarına Ki-Kare Testi uygulanmaktadır. Akivades örneklerinin toplam biyotoksin sonuçları ile deniz suyu örneklerinin toplam fitoplankton sonuçlarına Kruskal Wallis Testi yapılmaktadır. Akivades örneklerinin toplam biyotoksin sonuçları ile deniz suyu örneklerinin toplam fitoplankton sonuçlarına Çoklu Regresyon Testi yapılmaktadır.

Deniz suyu örneklerinin fizikokimyasal analiz sonuçları ile toksik fitoplankton analiz sonuçlarına Korelasyon Testi yapılmaktadır. Akivades örneklerinin biyotoksin analiz sonuçları ile deniz suyu örneklerinin toksik fitoplankton sonuçlarına Korelasyon Testi yapılmaktadır. Deniz suyun örneklerinin toplam fitoplankton analizi sonuçları ile akivades örneklerinin biyotoksin analizi sonuçlarına, polinom eğilim analizi uygulanmaktadır.

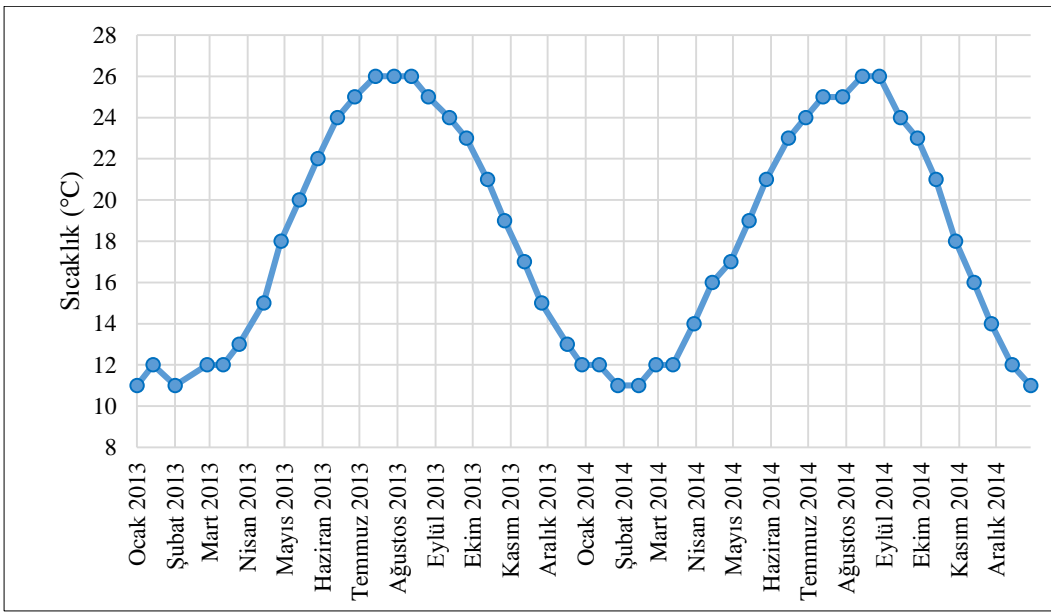
Polinom eğilim çizgisi, veri değerlerinin artıp azalmasında kullanılan kıvrımlı çizgidir. Bu eğilim çizgisi, geniş bir veri kümesindeki ilişkileri açıklarken çok kullanışlıdır. Polinomun sırası, verideki artıp azalma sayısına veya kıvrımda kaç tane eğim görüldüğüne bağlı olarak belirlenir. Genel olarak 2. ve 3. derece polinomlar istatistiksel analizlerde kullanılmaktadır.

4. BULGULAR

4.1. Deniz Suyu Parametreleri

4.1.1. Sıcaklık

İnciraltı İstihkâm istasyonunda 2013 yılında, en düşük sıcaklık 11°C ile Ocak ve Şubat aylarında, en yüksek sıcaklık 26°C ile Temmuz ve Ağustos aylarında ölçülmüştür. 2014 yılında, en düşük sıcaklık yine 11°C ile Ocak ve Şubat aylarında, en yüksek sıcaklık ise 26°C ile Ağustos ayında ölçülmüştür (Şekil 4.1).



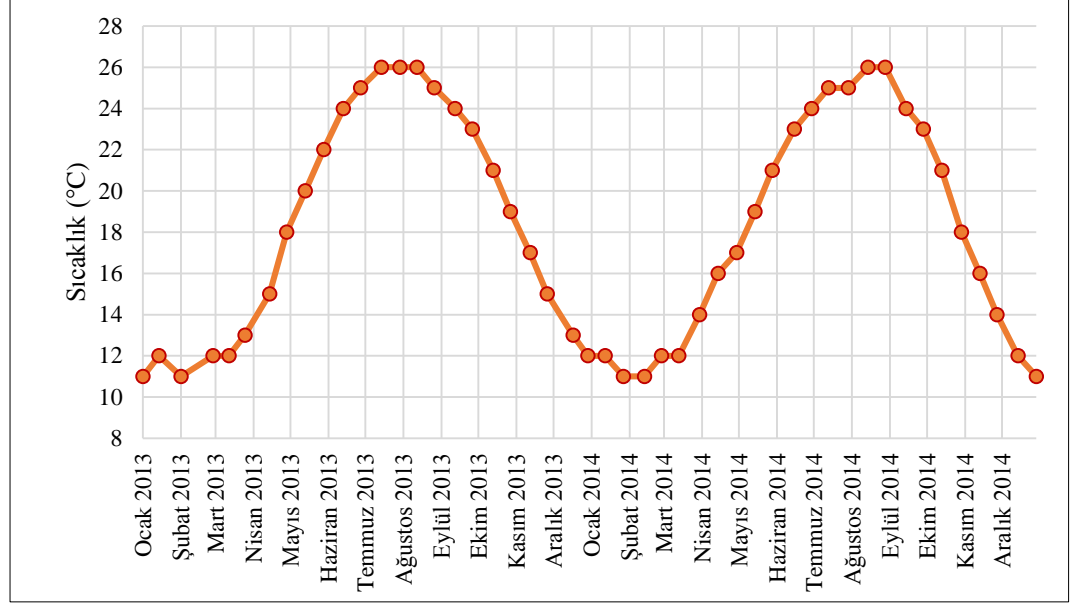
Şekil 4.1 İnciraltı istasyonu deniz suyu sıcaklıkları.

Ortalama sıcaklık; 2013 yılında 18,41°C olarak, 2014 yılında 18,04°C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). İnciraltı istasyonundaki deniz suyu sıcaklık dağılımlarının normal olduğu ancak homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.1 İnciraltı istasyonu deniz suyu sıcaklığı (°C).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	11	26	18,41±1,14
	2014	24	11	26	18,04±1,12

Bostanlı Degaj istasyonunda 2013 yılı boyunca, en düşük sıcaklık 11°C ile Aralık - Ocak - Şubat aylarında, en yüksek sıcaklık 26°C ile Temmuz - Ağustos aylarında ölçülmüştür. 2014 yılı boyunca, en düşük sıcaklık 11°C ile Aralık - Ocak - Şubat aylarında, en yüksek sıcaklık 26°C ile Temmuz - Ağustos aylarında ölçülmüştür (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Bostanlı istasyonu deniz suyu sıcaklıkları.

Ortalama sıcaklık ise 2013 yılında 18,41°C olarak, 2014 yılında 18,04°C olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Bostanlı Degaj istasyonundaki deniz suyu sıcaklık dağılımlarının normal olduğu ancak homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

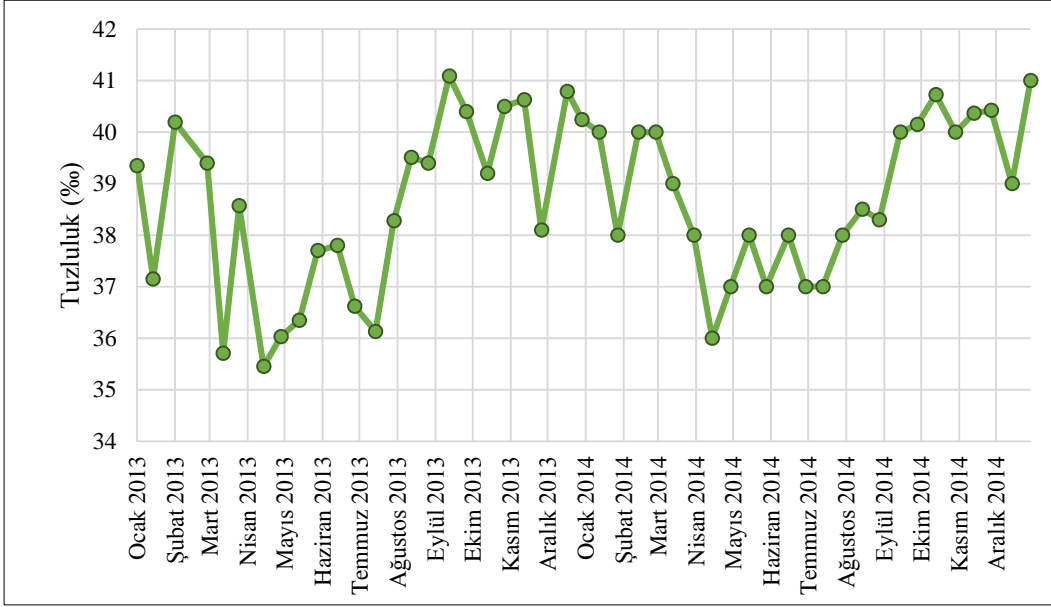
Çizelge 4.2 Bostanlı istasyonu deniz suyu sıcaklığı (°C).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	11	26	18,42±1,15
	2014	24	11	26	18,04±1,13

İnciraltı ve Bostanlı alanlarının, istasyonlar arası sıcaklık değerlerinin yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında yine Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

4.1.2. Tuzluluk

İnciraltı İstihkâm istasyonunda; 2013 yılında, en düşük tuzluluk oranı %35,45 olarak Nisan ayında, en yüksek tuzluluk oranı %41,09 olarak Eylül ayında ölçülmüştür. 2014 yılında, en düşük tuzluluk oranı %36 olarak Nisan ayında, en yüksek tuzluluk oranı %41 olarak Aralık ayında ölçülmüştür (Şekil 4.3).



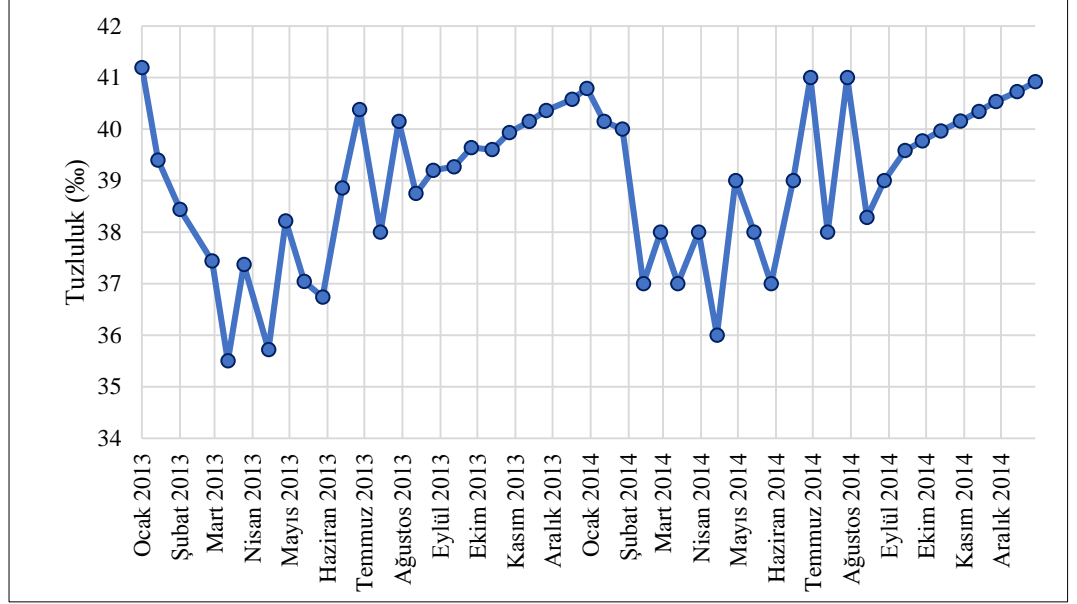
Şekil 4.3 İnciraltı istasyonu deniz suyu tuzluluğu.

İnciraltı istihkâm istasyonunda; 2013 yılında ortalama tuzluluk oranı %38,52 olarak, 2014 yılı ortalama tuzluluk oranı ise %38,81 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). İnciraltı İstihkâm istasyonundaki deniz suyu tuzluluk dağılımlarının normal ve homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak Mart ve Kasım aylarına ait değerlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmektedir ($p>0,05$).

Çizelge 4.3 İnciraltı istasyonu deniz suyu tuzluluğu (%).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	35,45	41,09	38,52±1,14
	2014	24	36,00	41,00	38,81±1,12

Bostanlı Degaj istasyonunda, 2013 yılında, en düşük tuzluluk oranı %35,5 olarak Mart ayında, en yüksek tuzluluk oranı %41,19 olarak Ocak ayında ölçülmüştür. 2014 yılında, en düşük tuzluluk oranı %36 olarak Nisan ayında, en yüksek tuzluluk oranı %41 olarak Haziran ve Temmuz ayında ölçülmüştür (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Bostanlı istasyonu deniz suyu tuzluluğu.

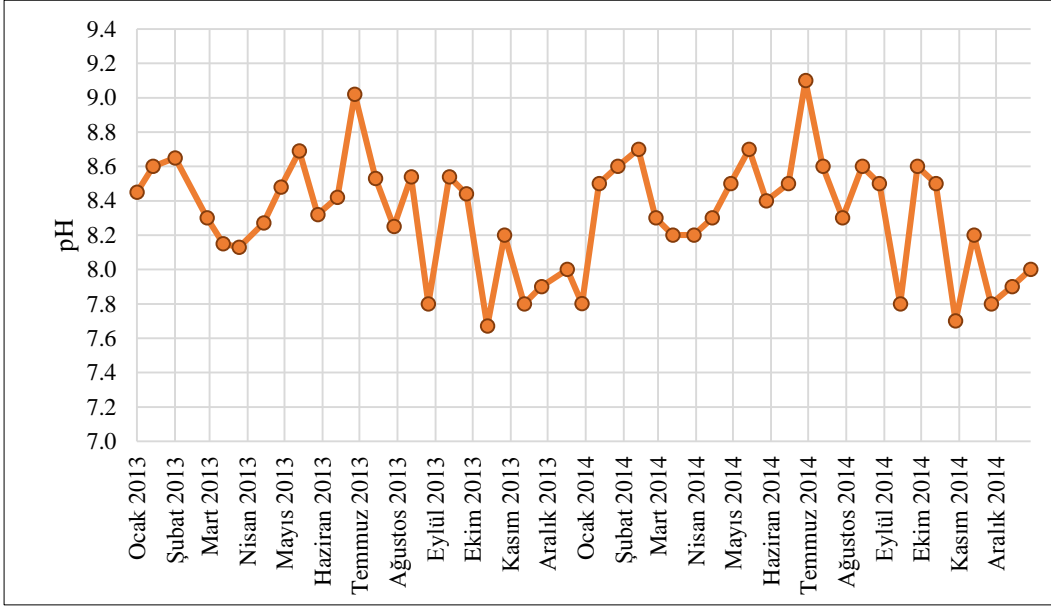
Bostanlı Degaj istasyonunda; 2013 yılı ortalama tuzluluk oranı %38,86 olarak, 2014 yılı ortalama tuzluluk oranı ise %39,10 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bostanlı Degaj istasyonundaki deniz suyu tuzluluk dağılımlarının normal ve homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak Mart ayına ait değerlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmektedir ($p>0,05$). İstasyonlar arası tuzluluk değerlerinin yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında yine Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$), her iki yılda, ilk altı ayda anlamlı bir farklılık bulunmamakla birlikte yılların ikinci aylık dönemlerinde farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4 Bostanlı istasyonu deniz suyu tuzluluğu (%).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Bostanlı Degaj	2013	24	35,50	41,19	38,86±1,15
	2014	24	36,00	41,00	39,10±1,13

4.1.3. pH

İnciraltı İstihkâm istasyonunda; 2013 yılında en düşük pH değeri Ekim ayında 7,67 iken, en yüksek pH değeri Haziran ayında 9,02 olarak ölçülmüştür. 2014 yılında, en düşük pH değeri Ekim ayında 7,70 iken, en yüksek pH değeri Haziran ayında 9,10 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.5).



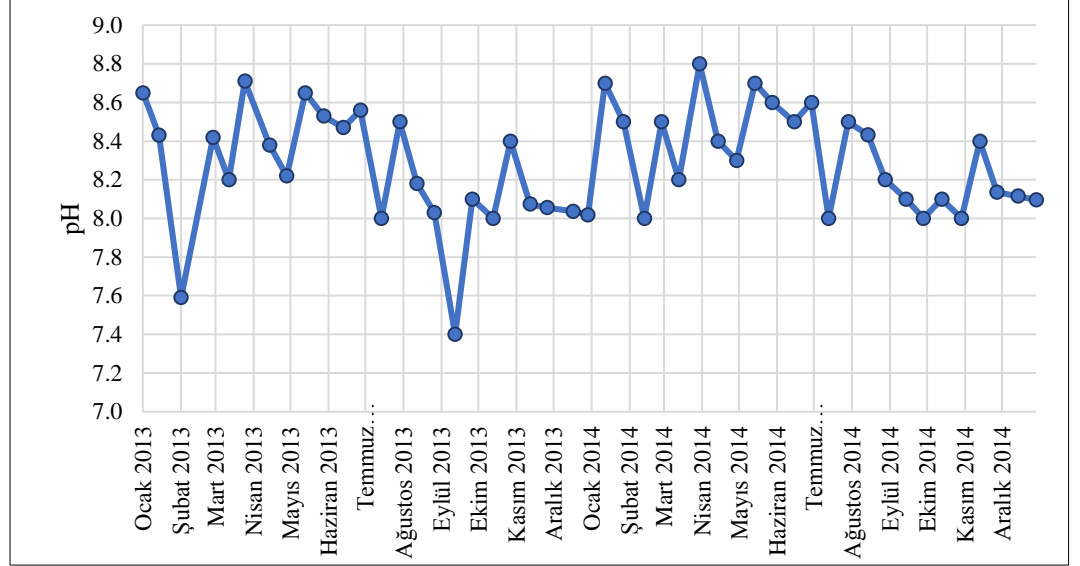
Şekil 4.5 İnciraltı istasyonu deniz suyu pH'sı.

İnciraltı İstihkâm istasyonunda, 2013 yılı ortalama pH değeri 8,28 olarak tespit edilmiştir. 2014 yılı ortalama pH değeri 8,35 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). İnciraltı İstihkâm istasyonundaki deniz suyu pH'sı dağılımlarının normal ve homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak Ağustos, Eylül ve Ekim aylarına ait değerlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmektedir ($p>0,05$).

Çizelge 4.5 İnciraltı istasyonu deniz suyu pH'sı.

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	7,67	9,02	8,28±0,07
	2014	24	7,70	9,10	8,35±0,07

Bostanlı Degaj istasyonunda, 2013 yılında, en düşük pH değeri Eylül ayında 7,40 iken, en yüksek pH değeri Nisan ayında 8,71 olarak ölçülmüştür. 2014 yılında, en düşük pH değeri Şubat ve Temmuz aylarında 8,0 iken, en yüksek pH değeri Mart ayında 8,80 olarak ölçülmüştür (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Bostanlı istasyonu deniz suyu pH'sı.

2013 yılı ortalama pH değeri 8,23 olarak tespit edilmiştir. 2014 yılı ortalama pH değeri 8,32 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Bostanlı Degaj istasyonundaki deniz suyu pH'sı dağılımlarının normal ve homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak Şubat, ağustos ve Eylül aylarına ait değerlerde anlamlı bir farklılık tespit edilmektedir ($p>0,05$).

Çizelge 4.6 Bostanlı istasyonu deniz suyu pH'sı.

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Bostanlı Degaj	2013	24	7,40	8,71	8,23±0,06
	2014	24	8,00	8,80	8,32±0,05

Bostanlı ve İnciraltı alanlarındaki istasyonlar arası pH değerlerinin yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında, yine Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$), her iki yılda, sonbahar ayları Eylül, Ekim ve Kasım dönemlerinde farklılık olduğu tespit edilmiştir.

4.1.4. Amonyum

İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj üretim alanlarında; 2013 yılında, amonyum değeri yıl boyunca Haziran ayında 0,044 mg/L ve Ağustos ayında 0,026 mg/L olarak iki defa tespit edilmiş olup, istatistiksel anlamda değerlendirmeye alınmamıştır. 2014 yılında ise tespit edilebilir herhangi bir değere rastlanılmamıştır.

4.1.5. Nitrit

İnciraltı İstihkâm istasyonunda; 2013 yılında, Nitrit değeri yıl boyunca 0-16,5 mg/L aralığında olup, en yüksek değerler Mart ve Mayıs aylarında bulunmuştur. 2013 yılı ortalama değeri ise 0,94 mg/L ölçülmüştür. 2014 yılında, Nitrit değeri yıl boyunca 0-16,5 mg/L aralığında olup, en yüksek değer Mart ayında bulunmuştur. 2014 yılı ortalama değeri 1,27 mg/L ölçülmüştür (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 İnciraltı istasyonu deniz suyu nitrit değeri (mg/L).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	0	16,50	0,94±0,068
	2014	24	0	16,50	1,27±0,074

Bostanlı Degaj istasyonunda, 2013 yılında, Nitrit değeri yıl boyunca 0-15,5 mg/L aralığında olup en yüksek değerler yine Mart ve Mayıs aylarında ölçülmüştür. 2013 yılı ortalama değeri ise 1,21 mg/L bulunmuştur. 2014 yılında, Nitrit değeri yıl boyunca 0-15,5 mg/L aralığında olup, en yüksek değeri Mart ayında saptanmıştır. 2014 yılı ortalaması ise 1,34 mg/L ölçülmüştür (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Bostanlı istasyonu deniz suyu nitrit değeri (mg/L).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Bostanlı Degaj	2013	24	0	15,50	1,21±0,066
	2014	24	0	15,50	1,34±0,073

İstasyonlar arası nitrit değerlerinin, yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında Kruskall Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$), anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır.

4.1.6. Nitrat

İnciraltı İstihkâm istasyonunda; 2013 yılında, Nitrat değeri yıl boyunca 0-10,7 mg/L aralığında olup, en yüksek değer Mayıs ayında tespit edilmiştir. 2013 yılı ortalaması 0,86 mg/L ölçülmüştür. 2014 yılında, Nitrat değeri yıl boyunca 0-7,07 mg/L aralığında olup, en yüksek değeri Nisan ayında bulunmuştur. 2014 yılı ortalaması 0,86 mg/L ölçülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 İnciraltı istasyonu deniz suyu nitrat değeri (mg/L).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	0	10,70	0,86±0,044
	2014	24	0	7,07	0,86±0,038

Bostanlı Degaj istasyonunda, 2013 yılında, Nitrat değeri yıl boyunca 0-11,3 mg/L aralığında olup, en yüksek değeri Mart ayında tespit edilmiştir. 2013 ortalaması ise 1,85 mg/L ölçülmüştür. 2014 yılında, Nitrat değeri yıl boyunca 0-8,3 mg/L aralığında olup, en yüksek değeri Aralık ayında tespit edilmiştir. 2014 ortalaması ise 1,16 mg/L ölçülmüştür (Çizelge 4.10).

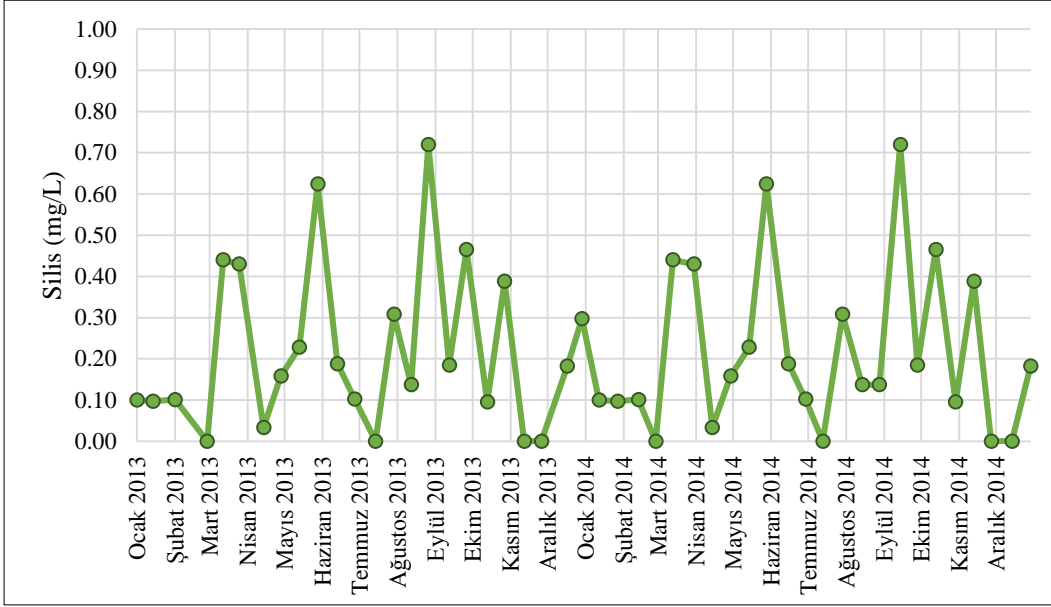
Çizelge 4.10 Bostanlı istasyonu deniz suyu nitrat değeri (mg/L).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Bostanlı Degaj	2013	24	0	11,30	1,85±0,070
	2014	24	0	8,30	1,16±0,047

İstasyonlar arası nitrat değerlerinin, yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$), istasyonlar arasındaki farklar anlamlı bulunmamaktadır. Ancak aynı istasyonun yılları arasındaki fark anlamlı bulunmaktadır.

4.1.7. Silis

İnciraltı İstihkâm istasyonunda; 2013 yılında, Silis değeri 0-0,72 mg/L aralığında olup, en yüksek değer Ağustos ayında tespit edilmiştir. 2014 yılında, Silis değeri yine 0-0,72 mg/L aralığında olup, en yüksek değer Eylül ayında tespit edilmiştir (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 İnciraltı istasyonu deniz suyu silisi (mg/L).

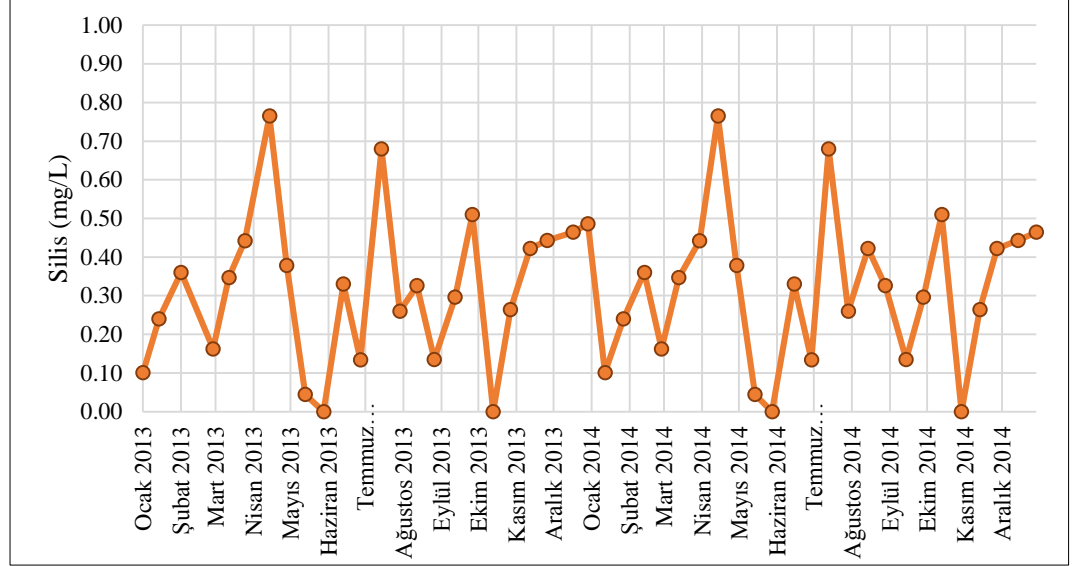
İnciraltı istasyonu, 2013 yılı ortalaması 0,22 mg/L ölçülmüştür. 2014 yılı ortalaması ise 0,21 mg/L ölçülmüştür (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 İnciraltı istasyonu deniz suyu silisi (mg/L).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
İnciraltı İstihkâm	2013	24	0	0,72	0,22±0,004
	2014	24	0	0,72	0,21±0,004

İnciraltı İstihkâm istasyonundaki deniz suyu silis değeri dağılımlarının normal ve homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak Ağustos ve Aralık ayları arasındaki değerlerde yıllar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmektedir ($p>0,05$).

Bostanlı Degaj istasyonunda, 2013 yılında, Silis değeri yıl boyunca 0-0,76 mg/L aralığında olup, en yüksek değeri Nisan ve Temmuz aylarında tespit edilmiştir. 2014 yılında, Silis değeri yine 0-0,76 mg/L aralığında olup, en yüksek değeri Nisan ayında tespit edilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8 Bostanlı istasyonu deniz suyu silisi (mg/L).

Bostanlı istasyonu, 2013 yılı ortalaması 0,32 mg/L ölçülmüştür. 2014 yılı ortalaması ise 0,31 mg/L ölçülmüştür (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Bostanlı istasyonu deniz suyu silisi (mg/L).

İstasyonlar	Tarih	N	En Düşük	En Yüksek	Ortalama
Bostanlı Degaj	2013	24	0	0,72	0,32±0,004
	2014	24	0	0,72	0,31±0,003

Bostanlı Degaj istasyonundaki deniz suyu silis değeri dağılımlarının normal ve homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Her iki yılda ve aylar arasında Kruskall Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Ancak Ağustos ve Kasım ayları arasındaki değerlerde yıllar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmektedir ($p>0,05$).

İstasyonlar arası nitrat değerlerinin, yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında Kruskall Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$), istasyonlar arasındaki farklar anlamlı bulunmamaktadır.

4.1.8. Fosfat

İnciraltı İstihkâm istasyonunda, fosfat değeri 2013 yılı boyunca Mayıs ayında 0,035 mg/L ve Temmuz ayında 0,061 mg/L olarak iki defa tespit edilmiş olup, istatistiksel anlamda herhangi bir değerlendirmeye alınmamıştır. 2014 yılında ise herhangi tespit edilebilir değere rastlanılmamaktadır.

Bostanlı Degaj istasyonunda, fosfat değeri 2013 yılı boyunca Ocak ve Aralık aylarında 0,0451 mg/L olarak iki defa tespit edilmiş olup, herhangi bir değerlendirmeye alınmamıştır. 2014 yılında ise herhangi tespit edilebilir değere rastlanılmamaktadır.

4.2. Fitoplankton Analizi Bulguları

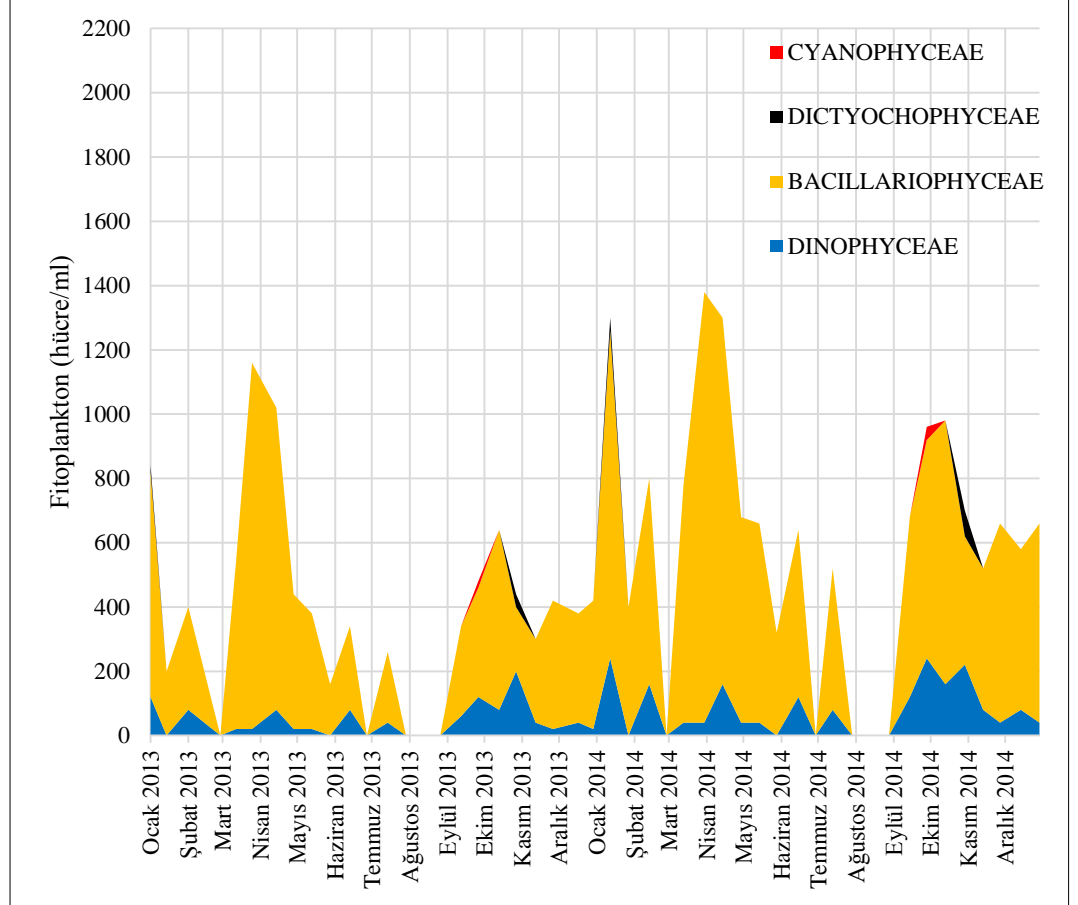
4.2.1. Toplam fitoplankton

İnciraltı İstihkâm istasyonundaki fitoplanktonların mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, 2013 yılında 15'er gün ara ile alınan deniz suyu örneklerinin, yapılan fitoplankton analizleri sonucunda, tanımlanan fitoplankton türleri ve aylara göre tespit edilen miktarları Çizelge 4.13'de verilmektedir. İnciraltı İstihkâm istasyonu toplam fitoplankton yoğunluğu, 2013 yılı içerisinde, Mart ve Nisan aylarında 1.760 hücre/ml seviyesine ulaşmaktadır.

2014 yılı içerisinde, toplam fitoplankton yoğunluğunun yine Mart ve Nisan aylarında 2.080 hücre/ml seviyesine ulaştığı anlaşılmaktadır. 2014 yılında da devam eden fitoplankton analizleri sonucunda tanımlanan fitoplankton türleri ve aylara göre tespit edilen miktarları ise Çizelge 4.14'de verilmektedir.

Elde edilen toplam fitoplankton sonuçlarına, One-Sample Kolmogorov-Smirnov testi ile Varyansların Homojenliği testi yapılmıştır. İncelenen parametrelerin dağılımlarının normal olduğu ancak homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Bölgeler arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Çizelgelerde elde edilen değerlerin hesaplanmasında varyansların ortalaması kullanılmıştır (TSE, 2006).

İnciraltı istasyonunda, tanımlanan fitoplankton türleri yıllar arasında değişmemekle beraber, tespit edilme miktarlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. 2013 ve 2014 yıllarına ait toplam fitoplankton sonuçlarının yığılmış alan grafiği Şekil 4.9’da verilmektedir. Bacillariophyceae sınıfının diğer sınıflara % 84 daha baskın olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.9 İnciraltı istasyonu toplam fitoplankton hücre yoğunluğu.

Bostanlı Degaj istasyonundaki fitoplanktonların mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, 2013 yılında 15'er gün ara ile alınan deniz suyu örneklerinin, yapılan fitoplankton analizleri sonucunda, tanımlanan fitoplankton türleri ve aylara göre tespit edilen miktarları Çizelge 4.15.'de verilmektedir. Toplam fitoplankton yoğunluğu 2013 yılı içerisinde Mart ve Nisan aylarında 1.160 hücre/ml seviyesine ulaşmaktadır. Çizelgelerde elde edilen değerlerin hesaplanmasında varyans sıklası kullanılmıştır (TSE, 2006).

Çizelge 4.15 Bostanlı, 2013 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).

2013 - Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık												
Numune Serisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DINOPHYCEAE Fritsch, 1927																								
<i>Ceratiumfurca eugrannum</i> Ehrenberg, 1883																		20	20					
<i>Ceratium fusus var. seta</i> Ehrenberg, 1841	20	20					20											20		20	40	40	20	
<i>Ceratium</i> sp. Schrank, 1793	20	20					20	20										20	40	20				
<i>Oxytoxum</i> sp. Stein, 1883																				20		20		
<i>Prorocentrum cordatum</i> Ostenfeld, 1975													20											
<i>Prorocentrum lima</i> Ehrenberg, 1878	20										40										180			
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Prorocentrum scutellum</i> Schröder, 1900	20						20				20							20	20					
<i>Prorocentrum</i> sp. Ehrenberg, 1834		20								20								20	40	20	20			
<i>Protoperdinium</i> sp. Bergh, 1882	20					20	20												20					
BACILLARIOPHYCEAE Haeckel, 1878																								
<i>Achnanthes</i> sp. Vincent, 1822	20	20					20			20									20		20		20	
<i>Amphora</i> sp. Ehrenberg ex Kützing, 1844				20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1889							20																	
<i>Chaetoceros</i> sp. Ehrenberg, 1844	20	20	20	40	60	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg, 1843	20	40	20	20	60	20	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Coscinodiscus</i> Ehrenberg, 1839	20	20					20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Cylindrotheca</i> Rabenhorst, 1859		20	20															20						
<i>Ditylum brightwellii</i> (T. West) Grunow, 1885										20														
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg, 1839								20																
<i>Fragilaria</i> sp. Lyngbye, 1819																				20	20	20	20	20
<i>Grammatophora</i> sp. Ehrenberg, 1840	20	20								20								20	20					
<i>Guinardia</i> sp. H. Peragallo, 1892		20			20		20				20							20	40	20				
<i>Gyrosigma spencerii</i> Griffith and Henfrey, 1856	20	40	20					20	20									20			20		20	20
<i>Hemiaulus hauckii</i> Van Heurck, 1882													20											
<i>Hemiaulus</i> sp. Heiberg, 1863					20	20															20		20	
<i>Licmophora abbreviata</i> C. Agardh, 1831	20	40	20						20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Licmophora</i> sp. C. Agardh, 1827		20																			20	20	20	20
<i>Navicula</i> sp. Vincent, 1822	20	20	20	20	20	20	20	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	80	60	60	20	20
<i>Nitzschia longissima</i> (Brébisson) Ralfs, 1861	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<i>Nitzschia</i> sp. Baer, 1826	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	40	20	20
<i>Phaeodactylum tricorutum</i> Bohlin, 1897				20														20			20		20	20

Çizelge 4.15 (Devamı) Bostanlı, 2013 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).

2013 - Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık													
Numune Serisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>Pleurosigma</i> sp. W.Smith, 1852	20	20							20	20	20						20	20	20	20			20		
<i>Proboscia alata</i> f. <i>gracillima</i> Brightwell, 1896		20				20																			
<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>p.delicatissima</i> Hasle, 1993	180					460	340																		
<i>Pseudo-nitzschia pungens</i> G.R.Hasle, 1993	220				300	480	400	220	120										300	80	180	160	180		
<i>Pseudosolenia calcar-avis</i> B.G.Sundström, 1986	20																	20		20					
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>curvirostris</i> Gran, 1900		20				20	20																		
<i>Rhizosolenia</i> sp. Brightwell, 1858	20	20				20	60	20	40	20								20	60	80	40	20	40	20	20
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i> H.Peragallo 1888							20																		
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873		20																							
<i>Skeletonema</i> sp. Greville, 1865	20	20		20		20	40	20	20	20			20					20	40	20		20		20	
<i>Striatella</i> sp. C.Agardh, 1832		20							20													20		20	
<i>Striatella unipunctata</i> (Lyngbye) C.Agardh, 1832	20	40	20		20	40	20		20		20		20					20	40	20					
<i>Thalassionema</i> <i>nitzschioides</i> Meresch., 1902						20		20			20														
<i>Thalassiosira</i> sp. Cleve, 1873						20												20	20			20		20	
<i>Thalassiothrix</i> sp. Cleve and Grunow, 1880																						20		20	
DICTYOCOPHYCEAE Fritsch, 1927																									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839																									20
<i>Dictyocha</i> sp. Ehrenberg, 1837	20																								20
CYANOPHYCEAE Schaffner, 1909																									
<i>Anabaena</i> sp. Bornet and Flahault, 1886																									20

2014 yılında da devam eden fitoplankton analizleri sonucunda tanımlanan fitoplankton türleri ve aylara göre tespit edilen miktarları ise Çizelge 4.16'de verilmektedir. 2014 yılı içerisinde, toplam fitoplankton yoğunluğunun, Mart ve Nisan aylarında 1.410 hücre/ml seviyesine ulaşmaktadır. Çizelgelerde elde edilen değerlerin hesaplanmasında varyansların ortalaması kullanılmıştır (TSE, 2006).

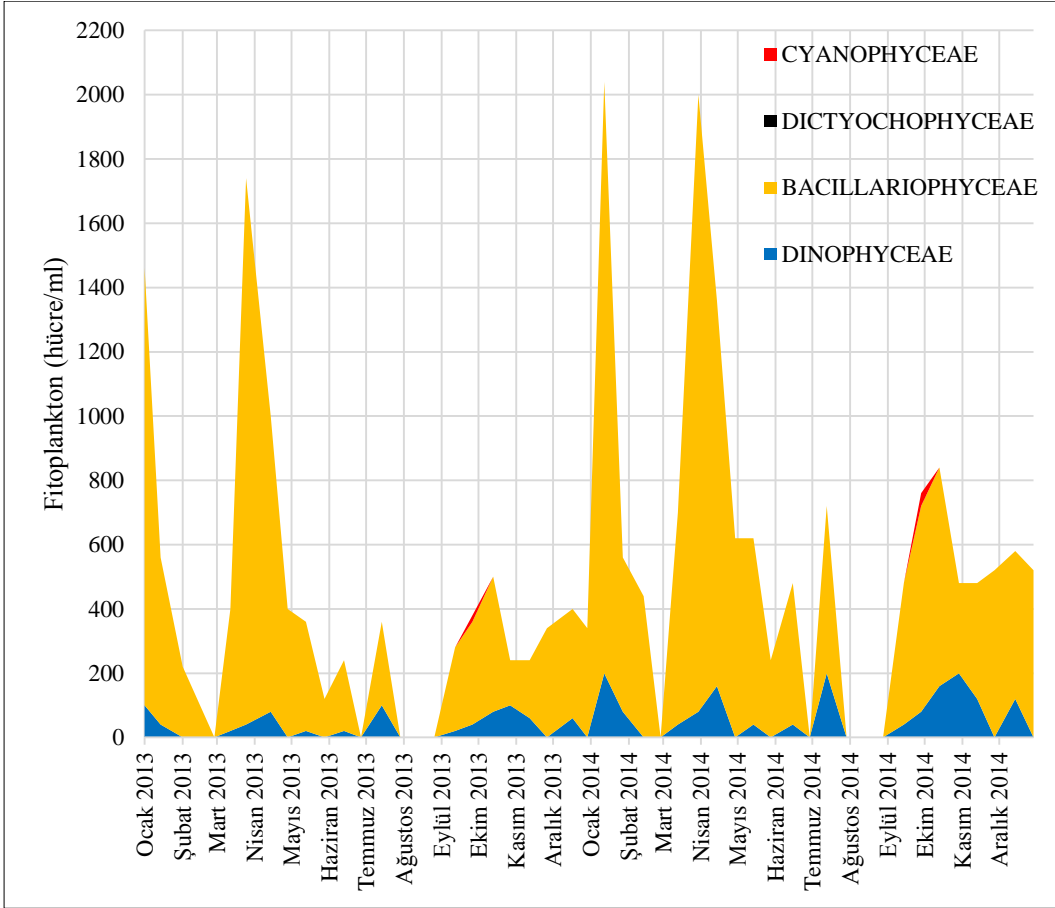
Çizelge 4.16 Bostanlı, 2014 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).

2014 - Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık												
Numune Serisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DINOPHYCEAE Fritsch, 1927																								
<i>Ceratiumfurca eugrannum</i> Ehrenberg, 1883																		40	40					
<i>Ceratium fusus var. seta</i> Ehrenberg, 1841	40	40					40											40		40	40	40	40	
<i>Ceratium</i> sp. Schrank, 1793	40	40						40	40									40	40	40				
<i>Oxytoxum</i> sp. Stein, 1883																				40		40		
<i>Prorocentrum cordatum</i> Ostenfeld,1975													40											
<i>Prorocentrum lima</i> Ehrenberg, 1878	40										40									180				
<i>Prorocentrum micans</i> Ehrenberg, 1834	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Prorocentrum scutellum</i> Schröder, 1900	40							40						40				40	40					
<i>Prorocentrum</i> sp. Ehrenberg, 1834		40								40							40	40	40	40				
<i>Protoperdinium</i> sp. Bergh, 1882	40					40	40											40						
BACILLARIOPHYCEAE Haeckel, 1878																								
<i>Achnanthes</i> sp. Vincent, 1822	40	40						40			40								40		40		40	
<i>Amphora</i> sp. Kützing, 1844				40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Chaetoceros curvisetus</i> Cleve, 1889							40																	
<i>Chaetoceros</i> sp. Ehrenberg, 1844	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Climacosphenia moniligera</i> Ehrenberg,1843	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Coscinodiscus</i> sp. Ehrenberg, 1839	40	40						40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Cylindrotheca</i> sp. Rabenhorst, 1859		40	40															40						
<i>Ditylum brightwellii</i> (T.West) Grunow, 1885											40													
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg, 1839									40															
<i>Fragilaria</i> sp. Lyngbye, 1819																				40	40	40	40	40
<i>Grammatophora</i> sp. Ehrenberg, 1840	40	40								40							40	40						
<i>Guinardia</i> sp. H.Peragallo, 1892		40		40				40			40							40	40	40				
<i>Gyrosigma spencerii</i> Griffith&Henfrey, 1856	40	40	40						40	40								40			40		40	40
<i>Hemiaulus hauckii</i> Van Heurck, 1882													40											
<i>Hemiaulus</i> sp. Heiberg, 1863					40	40															40		40	
<i>Licmophora abbreviata</i> C.Agardh, 1831	40	40	40							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Licmophora</i> sp. C.Agardh, 1827		40																			40	40		40
<i>Navicula</i> sp. Vincent, 1822	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Nitzschia longissima</i> Ralfs, 1861	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Nitzschia</i> sp. Baer, 1826	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
<i>Phaeodactylum tricorutum</i> Bohlin,1897					40													40			40		40	40

Çizelge 4.16 (Devamı) Bostanlı, 2014 fitoplanktonu tür ve miktarı (hücre/ml).

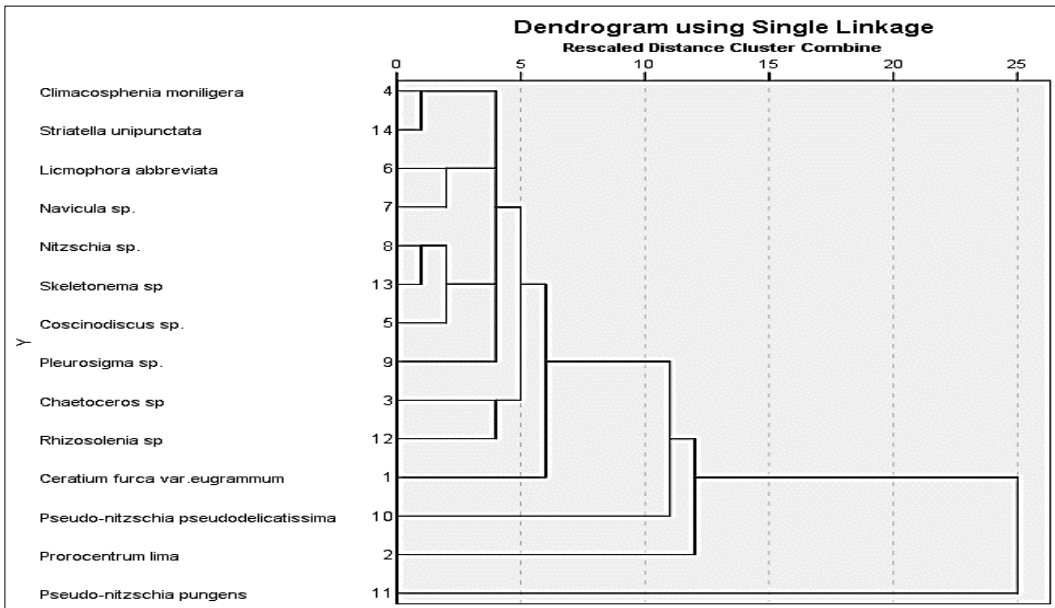
Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık													
Numune Serisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<i>Pleurosigma</i> sp. W.Smith, 1852	40	40							40	40			40				40	40		40			40		
<i>Proboscia alata</i> f. <i>gracillima</i> Brightwell, 1896		40				40																			
<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>p.delicatissima</i> Hasle, 1993	180					460	340																		
<i>Pseudo-nitzschia</i> <i>pungens</i> Grunow, 1993	240				300	480	400	240	140										300		80	180	140	180	
<i>Pseudosolenia calcar-</i> <i>avis</i> Schultze, 1986	40																	40		40					
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>curvirostris</i> Gran, 1900		40				40	40																		
<i>Rhizosolenia</i> sp. Brightwell, 1858	40	40				40	40	40	40									40	40	40	40	40	40	40	
<i>Rhizosolenia</i> <i>stolterfothii</i> H.Peragallo, 1888								40																	
<i>Skeletonema costatum</i> (Greville) Cleve, 1873		40																							
<i>Skeletonema</i> sp. Greville, 1865	40	40		40		40	40	40	40	40			40					40	40	40			40		
<i>Striatella</i> sp. C.Agardh, 1832		40							40													40		40	
<i>Striatella unipunctata</i> C.Agardh, 1832	40	40	40		40	40	40		40	40			40					40	40	40					
<i>Thalassionema nitzschioides</i> Meresc., 1902						40		40		40															
<i>Thalassiosira</i> sp. Cleve, 1873						40												40	40			40		40	
<i>Thalassiothrix</i> sp. Grunow, 1880																						40		40	
DICTYOCOPHYCEAE Fritsch, 1927																									
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg, 1839																								40	
<i>Dictyocha</i> sp. Ehrenberg, 1837	40																							40	
CYANOPHYCEAE Schaffner, 1909																									
<i>Anabaena</i> sp. Bornet and Flahault, 1886																									40

Bostanlı istasyonunda, tanımlanan fitoplankton türleri yıllar arasında değişmemekle beraber, tespit edilme miktarlarında farklılıklar olduğu görülmektedir. 2013 ve 2014 yıllarına ait toplam fitoplankton sonuçlarının yığılmış alan grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir. Bacillariophyceae sınıfının diğer sınıflara % 84 daha baskın olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.10 Bostanlı istasyonu toplam fitoplankton hücre yoğunluğu.

Toplam fitoplankton türlerine yapılan Cluster Analizi sonucunda, istasyonlarda üç ile beş arasında kümelenme oluşturulabilmektedir (Şekil 4.11).

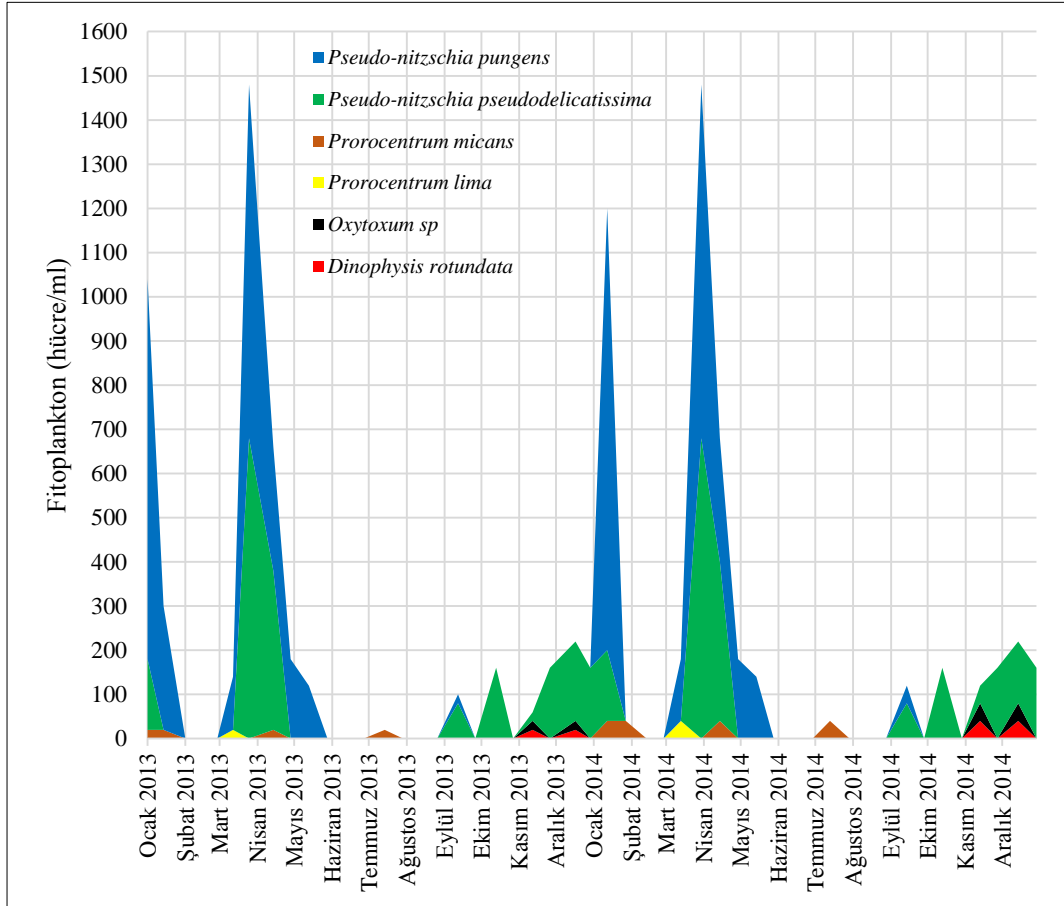


Şekil 4.11 Toplam fitoplankton dendrogramı.

4.2.2. Toksik fitoplankton

İnciraltı İstihkâm istasyonunda, 2013 ve 2014 yıllarında 15'er gün ara ile alınan ve mevsimsel değişimlerini izlemek üzere incelemesi yapılan deniz suyu örneklerinde, tespit edilen toksik fitoplanktonlara ait yığılmış alan grafiği Şekil 4.12'de verilmektedir.

Toksik fitoplankton sonuçlarına, One-Sample Kolmogorov-Smirnov testi ile Varyansların Homojenliği testi yapılmıştır. İncelenen bileşenlerin dağılımlarının normal olduğu ancak homojen olmadığı anlaşılmıştır ($p>0,05$). Bölgeler arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

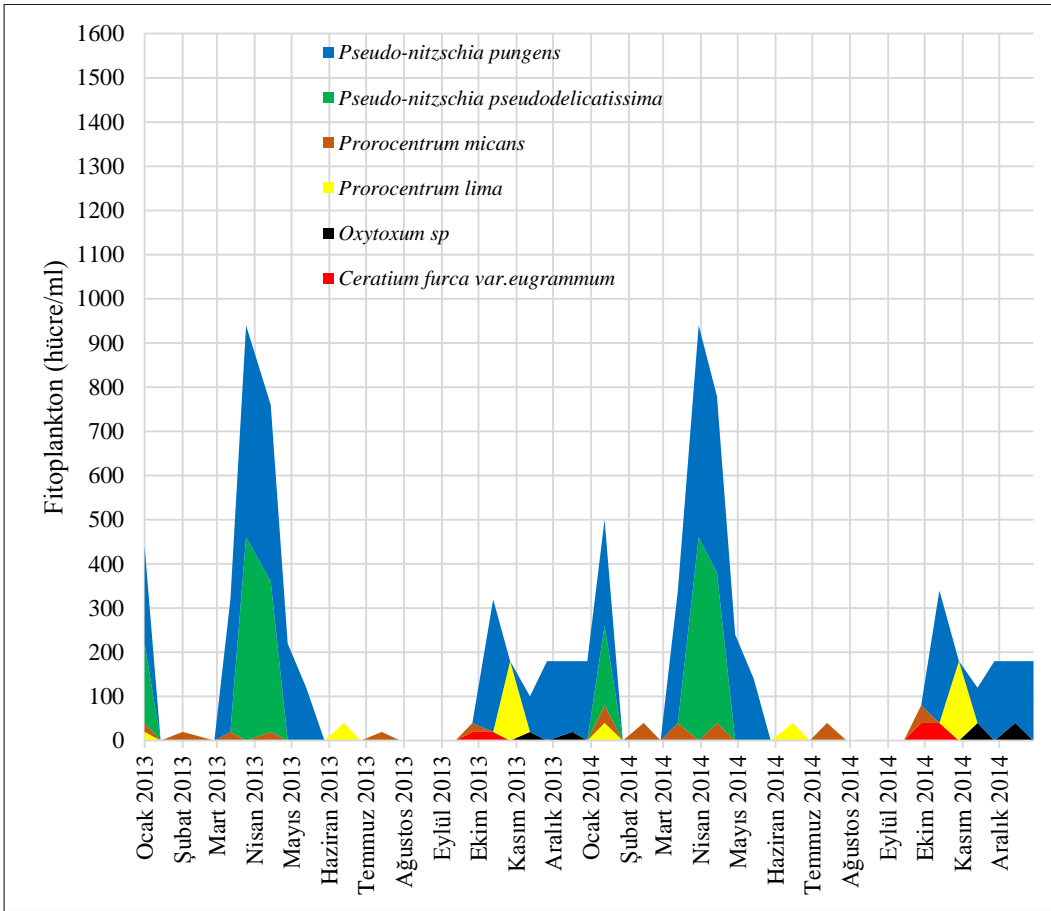


Şekil 4.12 İnciraltı istasyonu toksik fitoplankton hücre yoğunluğu.

Toplam toksik fitoplankton yoğunluğu, 2013 ve 2014 yılları içerisinde, mart ve nisan aylarında, en yüksek 1.520 hücre/ml seviyesine ulaşmaktadır. Toksik ve zararlı fitoplankton türü olarak, *Ceratium furca* var. *eugrammum*, *Dinophysis rotundata*, *Oxytoxum* sp., *Prorocentrum lima*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve *Pseudo-nitzschia pungens* tespit edilmiştir.

Bostanlı Degaj istasyonunda da, incelemesi yapılan fitoplanktonların mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, 2013 ve 2014 yıllarında 15'er gün ara ile alınan deniz suyu örneklerine ait toksik fitoplankton sonuçlarının yığılmış alan grafiği Şekil 4.13'de verilmektedir.

Toksik fitoplankton yoğunluğu, 2013 ve 2014 yılları içerisinde Mart ve Nisan aylarında 940 hücre/ml seviyesine çıkmaktadır. Toksik ve zararlı fitoplankton türü olarak, *Prorocentrum lima*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Prorocentrum micans*, *Oxytoxum* sp. ve *Ceratium furca* var. *eugrammum* tespit edilmiştir.



Şekil 4.13 Bostanlı istasyonu toksik fitoplankton hücre yoğunluğu.

4.2.3. Deniz suyu parametreleri ile toksik fitoplankton ilişkisi

2013 ve 2014 yıllarında İnciraltı ve Bostanlı bölgelerinden analize alınan deniz suyu örneklerinde, su kalitesi analiz sonuçları ile toksik fitoplankton analiz sonuçlarından elde edilen veriler arasındaki ilişkilerin istatistiki olarak değerlendirildiği çizelgeler oluşturulmuştur. Çizelgedeki, 0-0,5 arasında olan değerler zayıf korelasyon, 0,5-0,75 arasında olan değerler orta derecede korelasyon, 0,75-1 arasında olan değerler ise kuvvetli korelasyon kabul edilmektedir (Eymen, 2007).

İnciraltı İstihkam istasyonu için oluşturulmuş su parametreleri ile toksik fitoplanktonlar arasındaki korelasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.17’de verilmektedir. Çizelgede kümeleme analizlerinde en büyük kümeyi oluşturan ve sadece korelasyon ilişkisi hesaplanabilen toksik fitoplankton türlerine yer verilmektedir.

Çizelge 4.17 İnciraltı, su parametreleri ile toksik fitoplankton korelasyonu.

	°C	‰	pH	NH ₄	NO ₂	NO ₃	SiO ₂	PO ₄	a	b	c
°C	1										
‰	0,064	1									
pH	-0,037	-0,130	1								
NH ₄	0,362	0,234	0,144	1							
NO ₂	-0,388	-0,163	-0,190	-0,104	1						
NO ₃	-0,424	-0,280	0,141	-0,150	-0,031	1					
SiO ₂	-0,044	-0,228	-0,332	-0,165	0,046	0,330	1				
PO ₄	-0,365	0,265	-0,025	-0,088	0,349	-0,155	0,044	1			
a*	0,052	0,503	-0,961	0	-0,500	-0,500	-0,736	0	1		
b**	0,569	-0,587	0,160	0	-0,822	0,963	0,582	0	0	1	
c***	0,037	-0,643	0,316	0	-0,352	0,603	0,512	-0,287	0	0,994	1

*a) *Prorocentrum lima*, **b) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, ***c) *Pseudo-nitzschia pungens*

Çizelgeye göre pozitif yönlü en kuvvetli korelasyon ilişkisi +0,994 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve *Pseudo-nitzschia pungens* arasında, ikinci olarak +0,963 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve NO₃ arasında bulunmaktadır. Negatif yönlü en kuvvetli korelasyon ilişkisi ise -0,961 değeri ile *Prorocentrum lima* ve pH arasında, ikinci olarak -0,822 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve NO₂ arasında yer almaktadır.

Bostanlı Degaj istasyonu için oluşturulmuş su parametreleri ile toksik fitoplanktonlar arasındaki korelasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.18’de verilmektedir. Çizelgede kümeleme analizlerinde en büyük kümeyi oluşturan ve sadece korelasyon ilişkisi hesaplanabilen toksik fitoplankton türlerine yer verilmektedir.

Çizelge 4.18 Bostanlı, su parametreleri ile toksik fitoplankton korelasyonu.

	°C	‰	pH	NH ₄	NO ₂	NO ₃	SiO ₂	PO ₄	a	b	c
°C	1										
‰	0,079	1									
pH	-0,058	-0,172	1								
NH ₄	0,369	0,172	0,169	1							
NO ₂	-0,401	0,114	-0,502	-0,107	1						
NO ₃	-0,517	-0,149	0,053	-0,159	0,121	1					
SiO ₂	-0,146	-0,123	-0,280	-0,167	0,162	0,362	1				
PO ₄	-0,270	0,198	0,009	-0,088	0,047	-0,164	0,040	1			
a*	0,245	-0,159	-0,792	0	0,693	-0,397	0,347	0	1		
b**	0,569	-0,739	0,089	0	-0,959	0,932	0,582	0	0	1	
c***	-0,210	-0,550	0,383	0	-0,594	0,422	0,274	-0,165	0	0,991	1

*a) *Prorocentrum lima*, **b) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, ***c) *Pseudo-nitzschia pungens*

Çizelgeye göre pozitif yönlü en kuvvetli korelasyon ilişkisi +0,991 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve *Pseudo-nitzschia pungens* arasında, ikinci olarak +0,932 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve NO₃ arasında bulunmaktadır. Negatif yönlü en kuvvetli korelasyon ilişkisi ise -0,959 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve NO₂ arasında, ikinci olarak -0,792 değeri ile *Prorocentrum lima* ve pH arasında yer almaktadır.

4.3. Biyotoksin Analizi Bulguları

4.3.1. İnciraltı istihkâm istasyonu

İnciraltı İstihkâm istasyonunda, biyotoksinlerin mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, 2013 ve 2014 yıllarında 15'er gün ara ile alınan çift kabuklu yumuşakça örneklerinin, aylara göre biyotoksin analizi sonuçları, Çizelge 4.19'da verilmektedir.

2013 yılında en yüksek toplam biyotoksin değerleri Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında ortalama 210 µg/kg seviyelerine ulaşılmaktadır. Toplam biyotoksin yoğunluğu, 2013 yılı boyunca, en yüksek 219,28 µg/kg, ortalama 101,15 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

2014 yılında ise, en yüksek toplam biyotoksin değerlerine Nisan, Mayıs, Haziran, Eylül ve Ekim aylarında 250 µg/kg düzeyinde rastlanılmaktadır. Toplam biyotoksin yoğunluğu 2014 yılı boyunca, en yüksek 258,69 µg/kg, ortalama 148,10 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl içerisindeki dönemsel biyotoksin artışlarının STX kaynaklı olduğu gözlenmektedir.

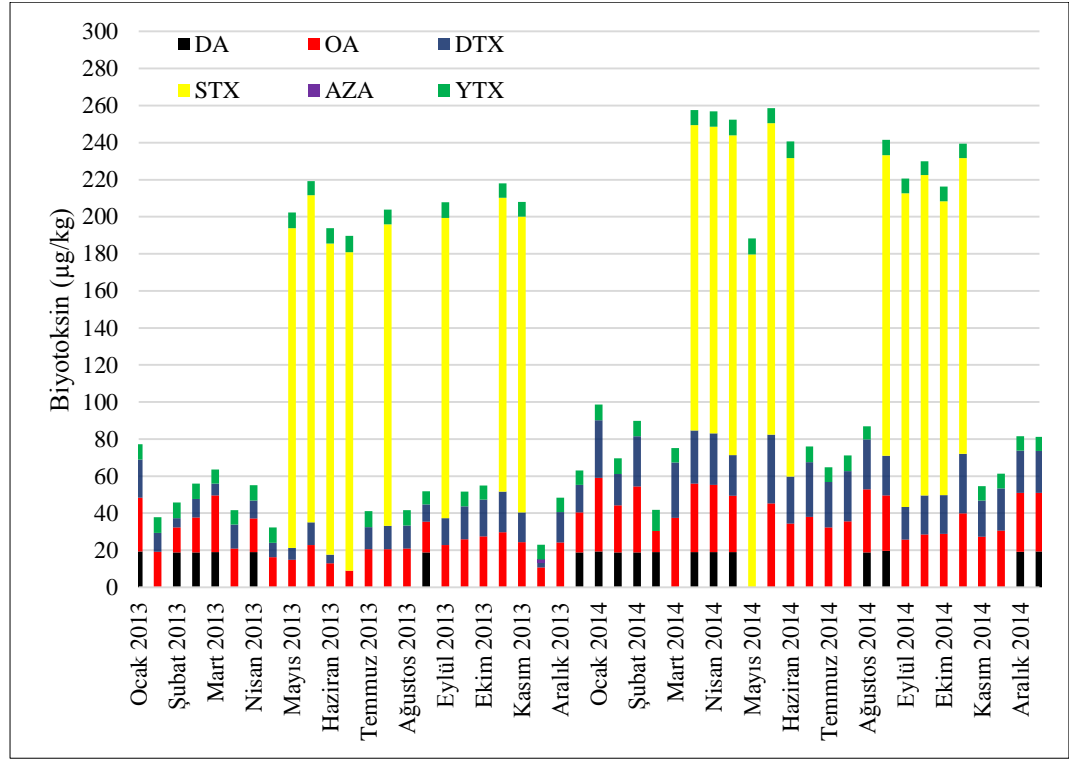
Biyotoksin analiz verilerine, One-Sample Kolmogorov-Smirnov testi ile Varyansların Homojenliği testi yapılmıştır. İncelenen parametrelerin dağılımlarının normal olduğu ancak homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Yıllar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Çizelge 4.19 İnciraltı istasyonu biyotoksin değerleri ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

2013 - Aylar	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Örneklem Serisi																								
DA	19,41		18,82	18,84	19,01		18,99									18,85								18,77
OA	29,01	19,16	13,52	18,80	30,54	20,94	18,08	16,20	14,88	22,77	12,89	8,92	20,53	20,58	20,82	16,51	22,83	25,89	27,53	29,75	24,37	10,63	24,22	21,62
DTX	20,45	10,20	4,89	10,04	6,33	12,92	9,76	7,76	6,42	12,26	4,66		12,00	12,58	12,42	9,43	14,48	17,81	19,84	21,86	16,03	2,73	16,28	14,89
STX									172,60	176,55	168,03	171,90		162,76			162,13				158,62	159,71		
AZA																								
YTX	8,35	8,50	8,55	8,30	7,71	7,70	8,24	8,32	8,46	7,70	8,23	8,92	8,53	7,94	8,40	7,08	8,36	7,98	7,58	7,81	7,80	7,90	7,82	7,79

2014 - Aylar	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Örneklem Serisi																									
DA	19,41	18,82	18,84	19,01		18,99	18,99	18,99							18,85	19,60								19,20	19,24
OA	39,65	25,43	35,48	11,35	37,54	36,98	36,24	30,40	45,33	34,38	37,99	32,35	35,56	29,89	25,64	28,55	28,80	39,88	27,31	30,62	27,31	30,62	31,82	31,76	
DTX	31,14	16,88	27,18		29,84	28,74	27,91	21,94	37,10	25,46	29,46	24,41	27,16	26,92	21,54	17,67	20,98	20,99	32,08	19,41	22,80	19,41	22,81	22,57	
STX						164,69	165,45	172,60	179,65	168,03	171,90					162,13	169,31	172,91	158,62	159,71					
AZA																									
YTX	8,50	8,55	8,30	11,35	7,70	8,24	8,32	8,46	8,66	8,23	8,92	8,53	7,94	8,40	7,08	8,36	7,98	7,58	7,81	7,80	7,90	7,82	7,61	7,55	

İnciraltı İstihkâm istasyonunda yapılan biyotoksin analizleri sonucu tespit edilen değerlerin yığılmış sütun grafikleri, Şekil 4.14’de verilmektedir.



Şekil 4.14 İnciraltı istasyonu toplam biyotoksin yoğunluğu.

Tanımlayıcı istatistikleri verilere göre en düşük ve en yüksek biyotoksin değerleri; 2013 yılında, DA 0-19,41 µg/kg, OA 8,91-30,54 µg/kg, DTX 0-21,85 µg/kg, STX 0-176,54 µg/kg, AZA 0-1,71 µg/kg ve YTX 7,08-8,91 µg/kg arasında değişmektedir. 2014 yılında ise; DA 0-19,60 µg/kg, OA 0-45,32 µg/kg, DTX 0-37,09 µg/kg, STX 0-179,64 µg/kg, ve YTX 7,08-11,35 µg/kg arasında bulunmaktadır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 İnciraltı biyotoksini tanımlayıcı istatistikleri.

Biyotoksin (µg/kg)	N	2103			2014		
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama (± 0,01)	En Düşük	En Yüksek	Ortalama (± 0,01)
DA	24	0	19,41	5,52	0	19,60	8,74
OA	24	8,91	30,54	20,45	0	45,32	31,12
DTX	24	0	21,85	11,50	0	37,09	23,12
STX	24	0	176,54	55,51	0	179,64	76,87
AZA	24	0	1,71	0,07	0	0	0
YTX	24	7,08	8,91	8,08	7,08	11,35	8,23

4.3.2. Bostanlı degaj istasyonu

Bostanlı Degaj istasyonunda, biyotoksinlerin mevsimsel değişimlerini izlemek üzere, 2013 ve 2014 yıllarında 15'er gün ara ile alınan çift kabuklu yumuşakça örneklerinin, aylara göre biyotoksin analizi sonuçları, Çizelge 4.21'de verilmektedir.

2013 yılında en yüksek toplam biyotoksin değerleri Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında ortalama 225 µg/kg seviyelerine ulaşılmaktadır. Toplam biyotoksin yoğunluğu, 2013 yılı boyunca, en yüksek 296,56 µg/kg, ortalama 109,35 µg/kg olarak tespit edilmiştir.

2014 yılında ise, en yüksek toplam biyotoksin değerlerine Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz ve Eylül aylarında 240 µg/kg düzeyinde rastlanılmaktadır. Toplam biyotoksin yoğunluğu 2014 yılı boyunca, en yüksek 255,94 µg/kg, ortalama 136,73 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Her iki yıl içerisindeki dönemsel biyotoksin artışlarının STX kaynaklı olduğu gözlenmektedir.

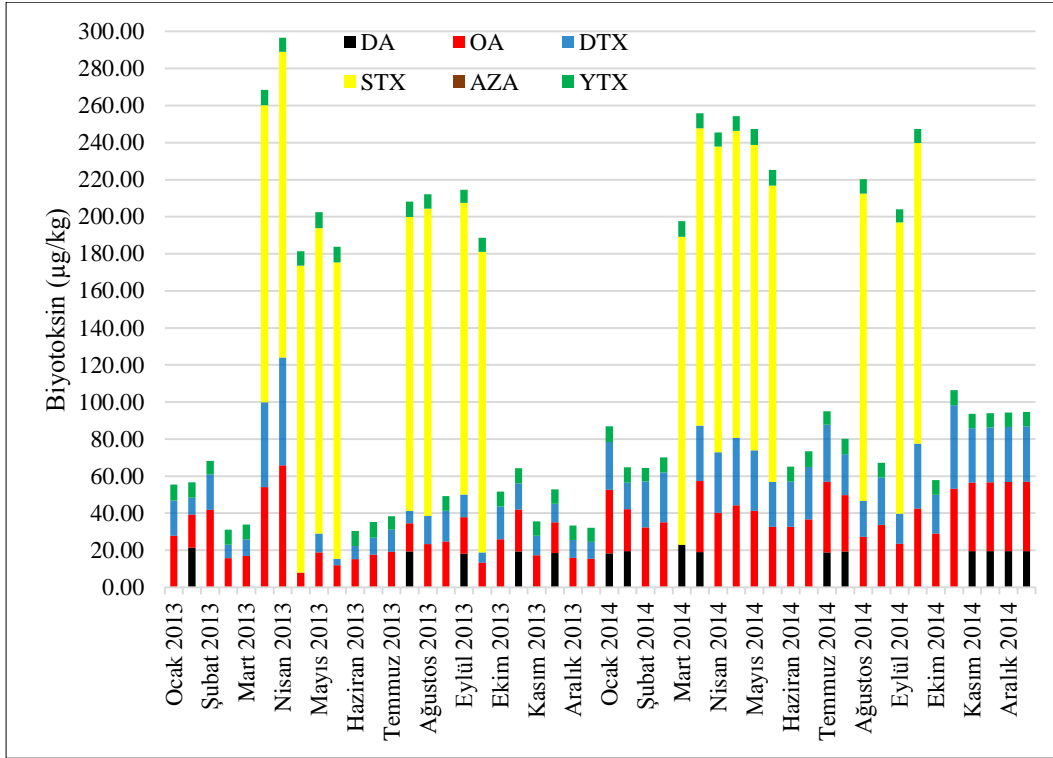
Biyotoksin sonuçlarına, One-Sample Kolmogorov-Smirnov testi ile Varyansların Homojenliği testi yapılmıştır. İncelenen bileşenlerin dağılımlarının normal olduğu ancak homojen olmadığı anlaşılmaktadır ($p>0,05$). Yıllar arasında Kruskal Wallis testine göre ($p>0,05$) ve Çoklu Regresyon testine göre ($p>0,01$) anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.21 Bostanlı istasyonu biyotoksin değerleri (µg/kg).

2013 - Aylar	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Örneklem Serisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DA		21,48												19,41		18,18				19,33		18,42		
OA	27,74	17,69	41,82	15,63	16,94	54,05	65,88	7,84	18,79	11,91	15,18	17,61	19,17	15,07	23,28	24,62	19,58	13,29	25,86	22,55	17,19	16,56	15,94	15,32
DTX	19,11	9,21	19,09	7,27	9,00	45,78	58,21	10,18	3,38	7,04	9,18	11,85	6,83	15,31	16,73	12,41	5,56	17,86	14,28	10,59	10,10	9,61	9,12	
STX						160,37	164,87	165,75	164,91	160,07				158,54	165,72	0,00	157,27	162,27						
AZA																								
YTX	8,55	8,19	7,23	8,26	7,85	8,27	7,62	7,84	8,61	8,53	8,14	8,43	7,32	8,24	7,85	7,90	7,10	7,59	8,00	8,14	7,80	7,78	7,77	7,75

2014 - Aylar	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Örneklem Serisi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DA	18,23	19,48			22,99	18,99							18,85	19,41							19,49	19,47	19,45	19,42
OA	34,37	22,63	32,23	35,09		38,29	40,28	44,25	41,26	32,64	32,60	36,66	38,10	30,34	27,28	33,59	23,42	42,54	28,95	53,17	37,06	37,24	37,43	37,62
DTX	25,82	14,44	25,00	26,84		30,02	32,67	36,41	32,65	24,11	24,46	28,23	30,78	22,10	19,42	25,70	16,32	34,95	20,95	45,03	29,26	29,47	29,68	29,89
STX					166,21	160,37	164,87	165,75	164,91	160,07					165,72		157,27	162,27						
AZA																								
YTX	8,55	8,19	7,23	8,26	8,41	8,27	7,62	7,84	8,61	8,53	8,14	8,43	7,32	8,24	7,85	7,90	7,10	7,59	8,00	8,14	7,78	7,76	7,74	7,71

Bostanlı Degaj istasyonunda yapılan biyotoksin analizleri sonucu tespit edilen değerlerin yığılmış sütun grafikleri, Şekil 4.15’de verilmektedir.



Şekil 4.15 Bostanlı istasyonu toplam biyotoksin yoğunluğu.

Tanımlayıcı istatistikleri verilere göre, en düşük ve en yüksek biyotoksin değerleri, 2013 yılında, DA 0-21,48 µg/kg, OA 7,84-65,87 µg/kg, DTX 0-58,20 µg/kg, STX 0-165,74 µg/kg, ve YTX 7,10-8,60 µg/kg arasında değişmektedir. 2014 yılında ise; DA 0-22,99 µg/kg, OA 0-53,17 µg/kg, DTX 0-45,03 µg/kg, STX 0-166,20 µg/kg, ve YTX 7,10-8,60 µg/kg arasında bulunmaktadır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 Bostanlı biyotoksini tanımlayıcı istatistikleri.

Biyotoksin (µg/kg)	N	2103			2014		
		En Düşük	En Yüksek	Ortalama (± 0,01)	En Düşük	En Yüksek	Ortalama (± 0,01)
DA	24	0	21,48	4,03	0	22,99	8,15
OA	24	7,84	65,87	22,47	0	53,17	34,04
DTX	24	0	58,20	14,07	0	45,03	26,42
STX	24	0	165,74	60,82	0	166,20	61,14
AZA	24	0	0	0	0	0	0
YTX	24	7,10	8,60	7,94	7,10	8,60	7,96

4.3.3. Toksik fitoplankton ile biyotoksin ilişkisi

İnciraltı ve Bostanlı bölgelerinden, 2013 ve 2014 yıllarında alınan, deniz suyu örneklerinin toksik fitoplankton analizi ile çift kabuklu yumuşakça örneklerinin biyotoksin analizinden elde edilen veriler üzerinde, aralarındaki ilişkilerin istatistiki olarak değerlendirildiği çizelgeler oluşturulmuştur. Çizelgelerdeki, 0-0,5 arasında olan değerler zayıf korelasyon, 0,5-0,75 arasında olan değerler orta derecede korelasyon, 0,75-1 arasında olan değerler ise kuvvetli korelasyon kabul edilmektedir (Eymen, 2007).

İnciraltı İstihkam istasyonu için oluşturulmuş toksik fitoplankton ile biyotoksinler arasındaki korelasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.23'de verilmektedir. Çizelgede kümeleme analizlerinde en büyük kümeyi oluşturan ve sadece korelasyon ilişkisi hesaplanabilen toksik fitoplankton türlerine yer verilmektedir.

Çizelge 4.23 İnciraltı, toksik fitoplankton ile biyotoksin korelasyonu.

	a	b	c	DA	OA	DTX	STX	YTX
a*	1							
b**	0	1						
c***	0	0,991	1					
DA	0,993	0	-0,165	1				
OA	-0,015	0,732	0,795	-0,164	1			
DTX	0	0,727	0,785	-0,146	0,972	1		
STX	0	0,894	0,419	0,003	0,182	0,217	1	
YTX	-0,603	-0,371	-0,019	-0,051	-0,148	-0,103	0,028	1

*a) *Prorocentrum lima*, **b) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, ***c) *Pseudo-nitzschia pungens*

Çizelgeye göre pozitif yönlü en kuvvetli korelasyon ilişkisi, +0,993 değeri ile DA ve *Prorocentrum lima* arasında, +0,991 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* ve *Pseudo-nitzschia pungens* arasında, +0,972 ile DTX ve OA arasında, +0,894 değeri ile STX ve *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* arasında görülmektedir. Negatif yönlü kuvvetli korelasyon bulunmamakla beraber -0,603 değeri ile YTX ve *Prorocentrum lima* arasında orta dereceli korelasyon ilişkisi tespit edilmektedir.

Bostanlı Degaj istasyonu için oluşturulmuş toksik fitoplankton ile biyotoksinler arasındaki korelasyon katsayısı değerleri Çizelge 4.24'de verilmektedir. Çizelgede kümeleme analizlerinde en büyük kümeyi oluşturan ve sadece korelasyon ilişkisi hesaplanabilen toksik fitoplankton türlerine yer verilmektedir.

Çizelge 4.24 Bostanlı, toksik fitoplankton ile biyotoksin korelasyonu.

	a	b	c	DA	OA	DTX	STX	YTX
a*	1							
b**	0	1						
c***	0	0,994	1					
DA	-0,500	-0,047	-0,164	1				
OA	0,997	0,712	-0,159	-0,295	1			
DTX	0,998	0,672	-0,160	-0,274	0,991	1		
STX	0	0,894	0,539	-0,278	-0,149	-0,115	1	
YTX	-0,507	-0,371	0,135	0,073	-0,104	-0,122	0,031	1

*a) *Prorocentrum lima*, **b) *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, ***c) *Pseudo-nitzschia pungens*

Çizelgeye göre pozitif yönlü en kuvvetli korelasyon ilişkisi +0,998 değeri ile DTX ve *Prorocentrum lima* arasında, +0,997 değeri ile OA ve *Prorocentrum lima* arasında, +0,994 değeri ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, ve *Pseudo-nitzschia pungens* arasında, +0,991 değeri ile DTX ve OA arasında gerçekleşmektedir. Negatif yönlü kuvvetli korelasyon ilişkisi bulunmamakla beraber -0,507 değeri ile YTX ve *Prorocentrum lima* arasında orta dereceli korelasyon ilişkisi tespit edilmektedir.

Fitoplankton hücre yoğunluğunda meydana gelen değişimlere doğru orantılı olarak, biyotoksinlere ait değerlerde de değişimler gözlenmektedir. Bu ilişki istatistik analizlerinde en iyi şekilde, polinomial eğilim çizgileriyle açıklanmaktadır (Vatansever, 2009).

İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarının, 2013 ile 2014 yıllarındaki biyotoksin ve fitoplankton verileri için ayrı ayrı hesaplanan polinom denklemleri, devamlılık ilkesi gözetilerek birleştirilmiştir.

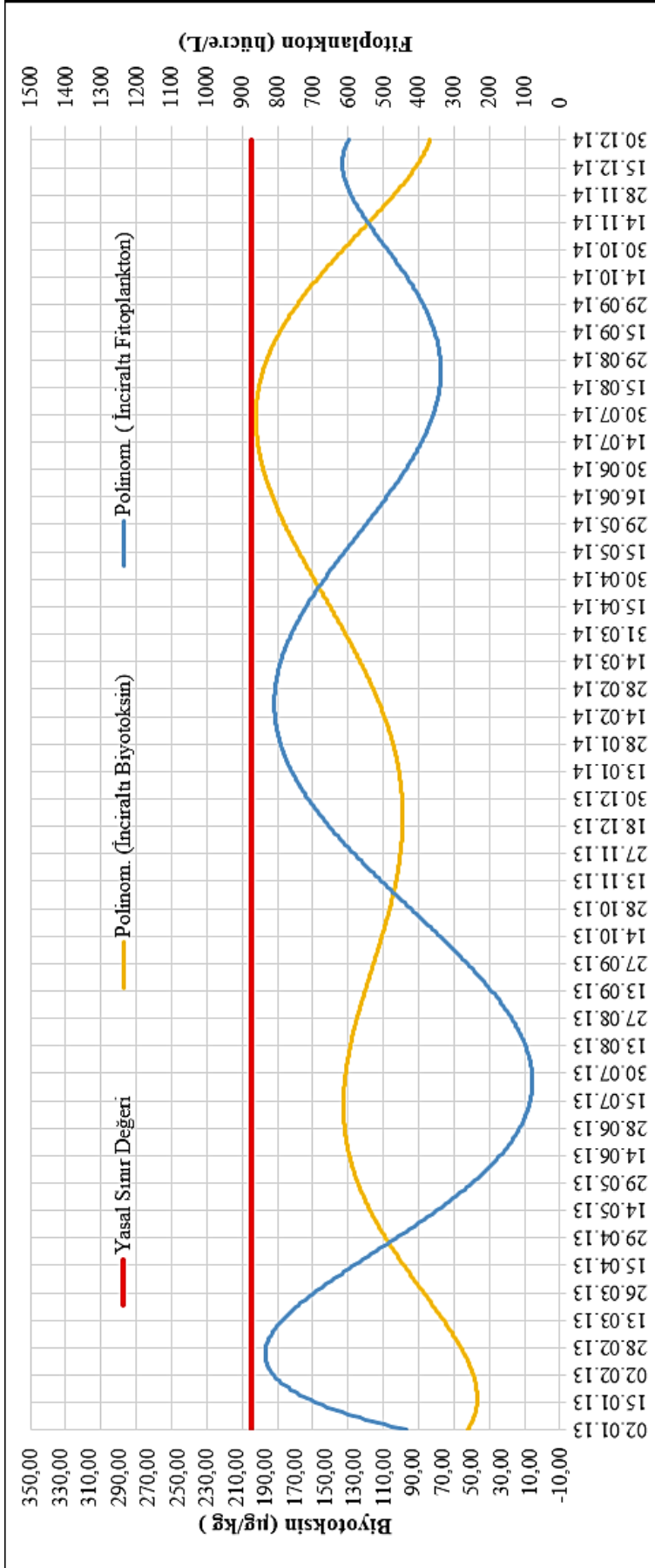
2013 yılı bileşik polinom grafiği; Biyotoksin: $y = 4E-06x^6 - 0,0005x^5 + 0,0305x^4 - 0,7636x^3 + 8,285x^2 - 26,259x + 71,357$ Fitoplankton: $y = -3E-05x^6 + 0,0054x^5 - 0,3212x^4 + 8,9376x^3 - 113,73x^2 + 539,35x$ ve 2014 yılı bileşik polinom grafiği; (Biyotoksin: $y = 3E-06x^6 - 0,0004x^5 + 0,0155x^4 - 0,2016x^3 - 1,3291x^2 + 37,323x$ Fitoplankton: $y = -3E-05x^6 + 0,0045x^5 - 0,2639x^4 + 7,22x^3 - 90,751x^2 + 433,52x$) polinom formülü ile hesaplanmıştır. Yıllara göre ardışık polinom denklemlerinden elde edilen verilerle oluşturulan birleşik polinom eğrileri Şekil 4.16 ve Şekil 4.17’de verilmektedir.

Polinom eğilimleri incelendiğinde, fitoplankton eğilim çizgisinin ilk tepe noktasına ulaştığı zamanda, biyotoksin eğilim çizgisinin artmaya başladığı görülmektedir. Biyotoksin eğilim çizgisinin ilk tepe noktasına ulaştığı zamanda ise fitoplankton eğilim çizgisinin dip noktasına geldiği görülmektedir.

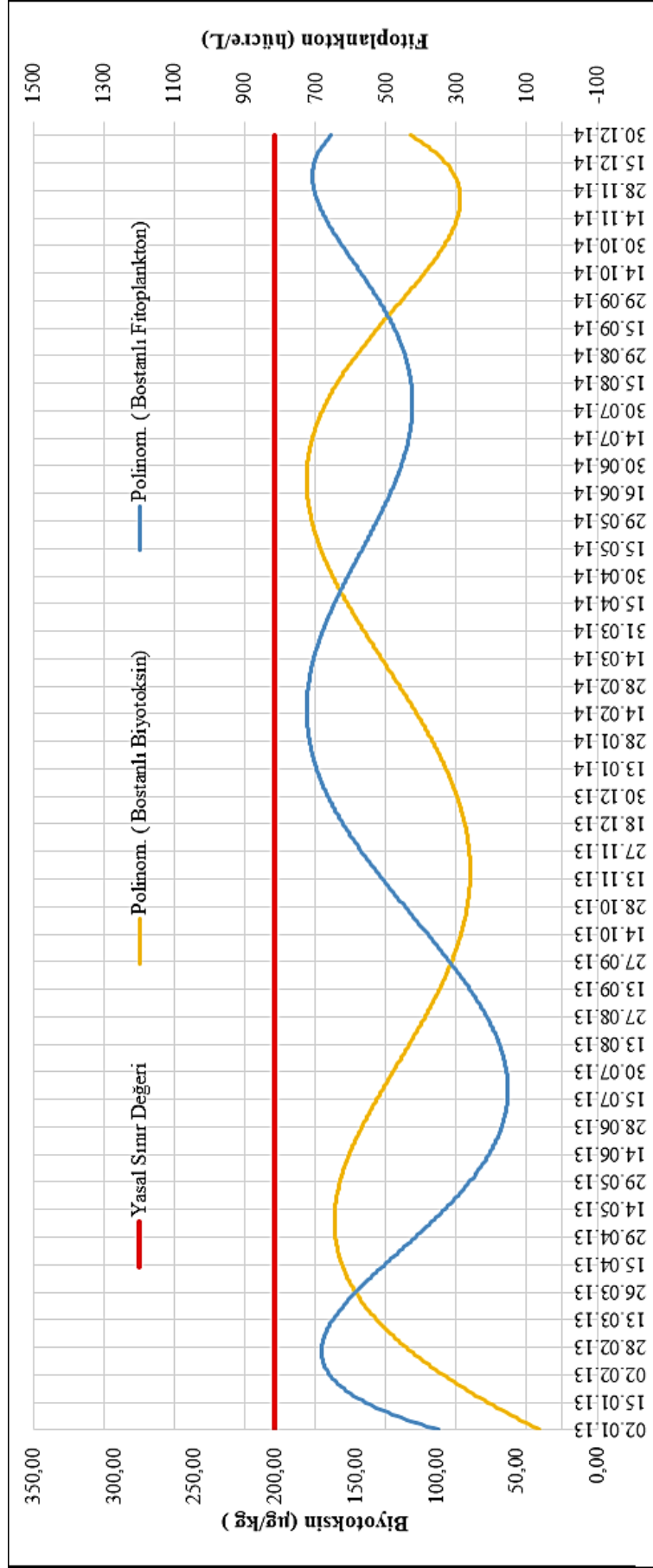
İzmir iç körfezinde bulunan çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarında yapılacak bundan sonraki çalışmalara yardımcı olmak amacıyla, biyotoksinlerle doğrudan ilişkili toksik fitoplankton genusları Çizelge 4.25’de verilmektedir.

Çizelge 4.25 Biyotoksinlerle ilişkili fitoplankton genusları.

Biyotoksin Grubu	Biyotoksin Tipi	Fitoplankton Genusu	Yoğunluk (hücre/ml)
PSP	STX, NeoSTX, GTX	<i>Alexandrium</i> sp. Halim, 1960	1.000
PSP, NSP	STX, Brevetoxin	<i>Gymnodinium</i> sp. F.Stein, 1878	500
PSP	STX, GTX	<i>Pyrodinium</i> sp. L.Plate, 1906	200
PSP	STX, GTX	<i>Lingulodinium</i> sp. D.Wall, 1967	1.200
DSP	OA, DTX, YTX	<i>Dinophysis</i> sp. Ehrenberg, 1839	200
DSP	OA, DTX	<i>Prorocentrum</i> sp. Ehrenberg, 1834	200
ASP	DA	<i>Pseudo-nitzschia</i> sp. H.Peragallo, 1900	10.000
DSP	AZA	<i>Protoberidinium</i> sp. R.S.Bergh, 1881	100



Şekil 4.16 İnciraltı istasyonu, 2013-2014 birleşik polinom eğrileri.



Şekil 4.17 Bostanlı istasyonu, 2013-2014 birleşik polinom eğrileri.

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, İzmir Körfezi çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarında tespit edilen toksik fitoplanktonların ve biyotoksinlerin mevsimsel değişimleri izlemek için yapılmıştır. İç körfezde bulunan çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarından, İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarında, 2013 ve 2014 yılları boyunca, 96 parti deniz suyu ve 96 parti akivades (*Tapes decussatus*, Linnaeus, 1758) numunesi alınmıştır. Laboratuvara getirilen deniz sularında su kalitesi analizleri ile fitoplankton analizi, akivades örneklerinde ise biyotoksin analizleri yapılmıştır.

5.1. Deniz Suyu Parametreleri

Sıcaklık, tuzluluk, pH ve besin tuzu parametrelerinin fitoplankton türleri üzerinde sınırlayıcı etmenler olduğu kabul edilmektedir (Michael and Edward, 1990). Ancak bu parametrelerin tek başlarına bir etkileri olabileceği gibi birlikte de sınırlayıcı rol alabildikleri düşünülmektedir.

Çalışma boyunca ölçülen deniz suyu sıcaklık değerlerinin mevsimlere göre değişimi incelendiğinde, 2013 ve 2014 yıllarında en yüksek 26°C ile Temmuz-Ağustos aylarında, en düşük 11 °C ile Ocak ve Şubat aylarında ölçüldüğü görülmektedir. Bu sıcaklık değerleri hem İnciraltı İstihkâm hem de Bostanlı Degaj bölgelerinde aynı değerlerdedir. Sabancı ve Koray (2001), İzmir Körfezinde 1998 ve 1999 yıllarını kapsayan çalışmalarında, maksimum sıcaklık değerini Eylül ayında 25,97 °C, minimum sıcaklık değeri ise Ocak ayında 12.18 °C olarak bildirmektedir.

İç körfeze gelen gün ışığının doğu ve batı yönünde doğrusal olması ve istasyonların iç körfezin kuzey ve güney kesimlerinde yer alması, sıcaklık farkının artmamasının ana nedenlerinden biri olduğu varsayılmaktadır.

Kükre ve Aydın (2006), iç körfezde 2003 ve 2004 yıllarında yaptıkları çalışmalarında maksimum sıcaklık değerini 27,6 °C olarak, minimum sıcaklık değerini ise 8,8 °C olarak belirtmektedir. İç Körfez, yaz ve kış diğer bölgelerden farklı şekilde daha fazla sıcaklık katmanlaşması göstermektedir. Bu katmanlaşma kış aylarında yatay olup, yaz aylarında ise hem yatay hem de dikey olarak görülmektedir (Sabancı ve Koray, 2001). Bu bağlamda; çalışmamızda elde ettiğimiz sıcaklık değerlerinin, genel olarak önceki iç körfez çalışmalarında elde edilen sıcaklık verileriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Çalışma boyunca ölçülen diğer bir faktör ise tuzluluktur. Körfezin tüm bölümlerinde kış ve ilkbahar dönemlerinde yüzey suları düşük tuzluluk göstermektedir. Yaz ve sonbahar dönemlerinde derinliğe göre tuzluluk katmanları oluşmamaktadır. Ancak yaz döneminde su yüzeyinde meydana gelen buharlaşma nedeniyle yüzey sularının tuzluluk oranları az miktarda da olsa artmaktadır (DBTE, 1997).

Çalışmamızda, en düşük tuzluluk değeri 2013 yılında, ‰ 35,45 değeri ile İnciraltı İstihkâm istasyonunda, Nisan ayında ölçülmüştür. Tuzluluğun en yüksek değeri ise 2013 yılında ‰ 41,19 olarak Bostanlı Degaj istasyonunda, Ocak ayında ölçülmüştür. İzmir Körfezinde, 1998 ile 2001 yılları arasında, en yüksek tuzluluk değerinin Eylül ayında ‰ 39,52 olarak, en düşük tuzluluk değerinin Nisan ayında ‰ 37,65 olarak ölçüldüğü bildirilmektedir (Sabancı ve Koray, 2001).

Tuzluğun en yüksek değerlerinin Ocak ayına sarkması yıl itibariyle sonbahar yağışlarının etkisinin görülmemesinden kaynaklandığı ve sıcaklık katmanlaşmasının en üst seviyede görülmesiyle örnekleme derinliğinin bu katmanda olması şeklinde değerlendirilmiştir.

Mart ve Temmuz ayları arasında gerçekleşen mevsim yağmurlarının ani ve şiddetli olması nedeniyle iç körfezin tuzluluk değeri, çalışmamızda elde ettiğimiz verilere göre ani düşüşler göstermektedir. Temmuz ve Ekim ayları arasındaki dönemin yağışsız ve sıcak geçmesinin etkisiyle yüksek seyreden tuzluluk oranı, Ekim ve Mart ayları arasında da iç körfeze yeterli tatlı su girdisinin olmaması nedeniyle düşme eğilimi göstermemektedir.

İzmir Körfezi tuzluluk değerlerinin, son 30 yılın verileri ile karşılaştırılmasında (Büyükışık ve Erbil 1987, Sabancı ve Koray 2001, Aydın ve Büyükışık 2004, Kontaş vd. 2004) en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu durumun (Kükrer ve Aydın, 2006), büyük kanal arıtma tesislerinin tamamlanmasıyla, şehirden iç körfeze gelen tatlı su girdisinin durdurularak, arıtma tesisine aktarılması ve tesisin deşarjını orta körfeze yapmasının bir sonucu olduğu da değerlendirilmektedir.

pH değerinin su kalitesi üzerinde birçok etkisi olduğundan, doğrudan ve dolaylı etkilerinin belirlenmesi güçleşmektedir (Lampert and Sommer, 1997). pH değeri açısından istasyonlar ve 2013-2014 yılları değerlendirildiğinde, en yüksek pH değeri 9,10 olarak 2014 yılında İnciraltı İstihkâm istasyonunda, Haziran ayı

sonunda ölçülmüştür. pH değerinin en düşük olduğu 7,40 değeri 2013 yılında Bostanlı Degaj istasyonunda, Eylül ayında tespit edilmiştir. Bununla beraber her iki istasyonda ve her iki yılda ortalama pH değerleri 8,23-8,35 arasında değişmektedir.

Çalışmamızda elde edilen verilere göre, sıcaklık ve tuzluluk parametrelerinin, pH değerleri üzerinde doğrudan etkili olmadığı ancak bu parametrelerin her iki istasyonda ve her iki yılda Haziran ayından sonraki düzensizlikleri ile dolaylı ilişkisi olduğu düşünülmektedir.

İzmir Körfezi pH değerlerinin, son yıllardaki veriler ile karşılaştırıldığında en yüksek değerlere ulaştığı tespit edilmektedir (Koray vd. 1986, Kocataş vd. 1988, Bizsel ve Uslu, 2000, Kaymakçı vd. 2001, Aydın ve Büyükkışık 2004, Kükrer ve Aydın, 2006, Çolak-Sabancı, 2008). Sucul ortamda, bitkisel organizmaların karbondioksit kullanımındaki pH'nın etkisi, pH değeri 8'i aşmadıkça önemli olmamaktadır. (Goldman and Horne, 1983). Ancak pH değerinin düşük olması çift kabuklu yumuşakçaların kabuk yapılarında çok ciddi hasarlara yol açtığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra, sucul ortamın pH değeri, besin tuzlarının suda bulunmasında ve organizmalar tarafından alınmasında çok önem arz etmektedir (Harper, 1992). Bu durum ise incelemekte olduğumuz fitoplankton varlığı üzerinde etkileri olduğu anlamına gelmektedir.

Denizlerde, pH değeri 8,8'i geçtikten sonra fotosentez etkinliği önemli oranda azalmakta ya da sınırlanmaktadır (Reynolds, 1993). Çalışmamızda elde ettiğimiz besleyici tuzlar ve fitoplankton değerlerine göre, yine Haziran ayına kadar fitoplankton varlığının ortamdaki besin tuzlarını tüketmesi nedeniyle, pH değeri 9'un üzerine çıkmaktadır. Sınırlanan fotosentez etkinliği sonucu, Haziran ayından sonraki dönemde hem besin tuzlarında hem de fitoplankton varlığında değişimler olmaktadır.

Deniz suyunda bulunan aşırı miktardaki besleyici tuz yoğunlukları karşısında fitoplanktonlar farklı tepkiler vermektedir. Amonyum azotunun 0,50 µg/L, nitrit azotunun 0,05 µg/L, nitrat azotunun 0,15 µg/L, fosfatın 0,25 µg/L ve silisin 0,80 µg/L'den daha yüksek yoğunluklarında, dengeli fitoplankton varlığı bozulmaktadır (Koray, 1985). Bu durum, bazı fitoplankton türlerinin aşırı üremesi sonucu ortamda baskın çıkmalarına neden olmaktadır. Örneğin, çalışmamızda, Bostanlı Degaj istasyonunda 8,30 µg/L nitratın ölçüldüğü 2013 yılı Mart ayında *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*'nın 460 hücre/L, *Pseudo-nitzschia pungens*'in 480 hücre/L olarak diğer türlere göre aşırı üremektedir. Bu gibi durumlar önceki çalışmaları

doğrular niteliktedir. Amonyum, nitrit, nitrat, silis ve fosfat parametrelerinin yıllara ve istasyonlara göre değerlendirilmesinde, daha önceki çalışmalar incelenerek (Bizsel ve Uslu, 2000, Kükreer ve Aydın, 2006, Çolak Sabancı, 2008) en düşük, en yüksek ve ortalama değerleri karşılaştırılmıştır.

Kirletilmemiş koy, iç körfez, haliç ve tatlı sularda amonyum değerleri diğer besleyici tuzlarla karşılaştırıldığında genellikle düşüktür (Morris 1980). Koray vd. (1996) ile Koray ve Büyükişik (1992) tarafından ifade edilen modele kısmen benzese de, Aralık ayı ile birlikte artışa geçen nitrat, Aralık ve Mart ayında en yüksek değerine ulaşmaktadır. Çalışmamızda, toplam fitoplanktonun arttığı ilkbahar aylarında nitrat değerleri artmaktadır ancak yaz aylarıyla beraber değeri sıfıra yaklaşan numuneler de bulunmaktadır. Nisan ayından Aralık ayının sonuna kadar nitrat değerlerinde Haziran ayı dışında önemli bir değişim görülmemektedir.

Aralık ile Şubat ayı öncesi dönemde izlenen amonyum değerlerindeki bu artışın azot rejenerasyonuna bağlı olduğu açıklanmaktadır. Aynı aylarda meydana gelen benzer artış, daha önceki çalışmalarda da bildirilmektedir (Koray, 1995; Kontaş vd. 2004). Eski yıllarla kıyaslandığında tıpkı amonyumda olduğu gibi nitratta da bir iyileşme olduğu anlaşılmakta (Kocataş vd. 1988, Aydın ve Büyükişik 2004) ve İç körfezin nitrat değerlerinin, orta körfezin değerlerine yaklaştığı görülmektedir.

Nitrit, Şubat ile Kasım ayları arasında herhangi aşırı bir artış göstermemektedir. Bu durum önceki yıllara ait (Kocataş vd. 1988; Koray vd. 1996; Kaymakçı vd. 2001; Aydın ve Büyükişik 2004) çalışma değerleriyle uyumlu görülmektedir. Ancak nitrit, nitratta olduğu gibi sonbahar ile artışa geçmektedir ve Ocak ayında azot rejenerasyonu nedeniyle yoğunluğu artmaktadır ve yılın en yüksek değerine ulaşmaktadır.

İlkbaharla birlikte fitoplankton tarafından kullanılan silis azalmaya başlamakta ve fitoplankton topluluğunda diyatomlar ve ardından dinoflagellatlar artmaya başlamaktadır. Silikatın azalmasının devam etmesiyle, diyatomlar ve dinoflagellatlar azalırken, nano plankton türleri artmaya başlamaktadır (Koray, 1995; Büyükişik ve Erbil, 1987). Bu durum, önceki araştırmacılar tarafından belirtilen (Koray ve Büyükişik, 1992), silisin fitoplankton varlığının artış dönemindeki süksesyonu kontrol ettiği görüşüyle uyum içinde görülmektedir.

Silisin genelde kış aylarında daha yüksek değerlerde seyrettiği, ancak yaz aylarında da aşırı artışlar gösterdiği tespit edilmektedir. Nisan ve Mayıs aylarıyla birlikte artan fitoplankton aktivitesine bağlı olarak azalmaya başlamakta ve ilkbahar yaz geçişlerinde fitoplanktonlar tarafından kullanılarak yoğunluğunun azaldığı anlaşılmaktadır.

Silikatın yaz aylarındaki artışının nedeni ise, dibe çöken ölü fitoplanktonların bozunmasıyla meydana gelen remineralizasyonla ilişkili olabileceği, alıcı ortama yapılan tatlı su deşarjının da bu sonucu etkileyebileceği kaydedilmektedir (Koray, 1995). Bu çalışmamızda İç körfezde elde edilen silis değerleri, daha önceki yıllarda elde edilen değerlerle (Aydın 1993; Konaş vd. 2004) uyumluluk göstermektedir.

Ege Denizi'nin fosfat değerleri genelde çok düşüktür. İç körfezde gözlenen değerlere göre Ege Denizi değerleri oldukça yüksektir (Konaş, 2004). Çalışmamızda elde edilen fosfat değerleri, Büyük Kanal Projesi'nin tam kapasiteyle devreye girmesinden önceki çalışmalarda bulunan araştırmacıların değerleriyle karşılaştırıldığında (Kocataş vd., 1988; Kaymakçı vd., 2001; Konaş vd., 2004; Aydın ve Büyükişik 2004), beklenen düzeyde belirgin bir azalmanın olmadığı görülmektedir .

5.2. Toksik Fitoplankton

İnciraltı İstihkâm istasyonunda 2013 ve 2014 yıllarında; Bacillariophyceae sınıfından 44 tür, Dinophyceae sınıfından 14 tür ve Cyanophyceae sınıfından 1 tür toplam 59 tür tespit edilmiştir. Bostanlı Degaj istasyonunda, Bacillariophyceae sınıfından 36 tür, Dinophyceae sınıfından 10 tür, Dictyochophyceae sınıfından 2 tür ve Cyanophyceae sınıfından 1 tür, toplam 49 tür tespit edilmiştir.

Hücre yoğunluğu ve tür çeşitliliği bakımından, Bacillariophyceae sınıfı diğer sınıflara oranla İnciraltı istasyonunda %84 oranında, Bostanlı istasyonunda %90 oranında baskın çıkmaktadır. Bacillariophyceae sınıfı üyelerinin ortamda baskın çıkmasının, çift kabuklu yumuşakça yetiştiriciliğinde istenilen bir durum olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 5.1'de 2013 ve 2014 yıllarında, istasyonlar arasında istatistiki açıdan fitoplankton sonuçlarında anlamlı bir fark olup olmadığı test edilmiştir. Fitoplankton tür ve sayısı olarak, her iki istasyon ve her iki yıldaki mevsimsel değişimler arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p>0,05$).

Çizelge 5.1 İstasyonlar ve yıllara göre toplam fitoplanktonun farklılığı.

	2013 İnciraltı Fitoplankton	2013 Bostanlı Fitoplankton	2014 İnciraltı Fitoplankton	2014 Bostanlı Fitoplankton
Kruskall Wallis Test	14,227	16,597	12,798	16,489
Anlamlılık (p>0,05)	,358	,218	,464	,224

Tümer vd. (2011), İzmir Körfezinde 2010 yılı Ağustos ayında, Bostanlı istasyonunda toksik fitoplanktonları gözlemlemekte ve bu ayda toplam toksik ve zararlı fitoplankton miktarının 38.000.000 hücre/L değerine ulaştığını bildirmektedir. Toksik olmayan fakat aşırı üreme gösterebilen ve dolaylı zararları olan türlerin de hesaba katılmasıyla, bahsedilen yoğunluğa dönem dönem rastlanılabileceği düşünülmektedir.

Pseudo-nitzschia sp. türlerinden bazıları, domoik asit üretmesi nedeniyle potansiyel toksik fitoplankton türleri arasında değerlendirilmektedir (Subba Rao et al. 1988; Bates et al. 1989; Garrison et al. 1992; Lundholm et al. 1994; Rhodes et al. 1998). Bu türler amnezik zehirlenmelere yol açarak ortamdaki canlıları olumsuz etkilemektedirler (Ignatiades ve Gotsis-Skretas, 2010). *Pseudo-nitzschia* sp. türlerinin yurtdışı tür indekslerine göre, biyotoksosite oluşturabilecek en yüksek değerinin yaklaşık 10.000 hücre/ml olduğu bildirilmektedir (Bates et al. 1989; Andersen, 1996). Ancak çalışma istasyonlarımızla ilgili herhangi bir değere rastlanılmadığı için elde ettiğimiz değerler ilk referans değerler olarak kullanılması öngörülmektedir.

Çalışmamızda, İnciraltı İstihkâm istasyonunda, 2013 yılında, yıl boyu tespit edilen toksik fitoplanktonlardan toplamda en yüksek miktara ulaşan türler; *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* 1.960 hücre/ml ve *Pseudo-nitzschia pungens* 2.660 hücre/ml 'dir. 2014 yılında aynı türler, aynı bölgede yıl boyunca toplamda; *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* 1.940 hücre/ml ve *Pseudo-nitzschia pungens* 2.580 hücre/ml ölçülmektedir. Bostanlı Degaj bölgesinde, 2013 yılında, yıl boyu tespit edilen toksik fitoplanktonlardan en yüksek miktara ulaşan türler; *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* 1.040 hücre/ml ve *Pseudo-nitzschia pungens* 2.840 hücre/ml'dir. 2014 yılında aynı türler, aynı bölgede yıl boyunca toplamda; *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* 980 hücre/ml ve *Pseudo-nitzschia pungens* 2.680 hücre/ml ölçülmektedir. Elde edilen verilerden bu türlerin yeterli toksisiteye neden olamayacağı ancak eser düzeyde de olsa toksik birikime neden olabileceği anlaşılmaktadır.

Besleyici tuzlar ile toksik fitoplanktonların korelasyon ilişkileri göz önüne alındığında; *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, 2013 yılında İnciraltı İstihkam istasyonunda silis değerleri ile +0,631 değerli ve orta derecede bir ilişki göstermektedir. 2013 yılında Bostanlı Degaj istasyonunda ise yine *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, nitrit ile -0,959 değerli, nitrat ile +0,932 değerli ve çok kuvvetli bir ilişki göstermektedir. Bununla beraber, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, 2014 yılında İnciraltı İstihkâm istasyonunda nitrit değerleri ile +0,894 değerli ve çok kuvvetli bir ilişki göstermektedir. 2014 yılında Bostanlı Degaj bölgesinde ise yine *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, nitrit ile -0,822 değerli, nitrat ile +0,963 değerli ve çok kuvvetli bir ilişki göstermektedir. Her ne kadar besleyici tuzlar ile fitoplanktonlar arasında pozitif veya negatif yönlü kuvvetli veya orta dereceli bir korelasyon ilişkisi belirlenebilse de, bu ileriye dönük fitoplankton artışlarında tahmin unsuru olarak kullanılması açısından yeterli bulunmamaktadır.

Dinophysis cinsine ait türler soğuk mevsimlerde plankton içinde dominant özellik taşıdığı, yaz aylarında termoklin katmanında buldukları ve suların karışmasıyla yüzey sulara çıktıkları bildirilmekte (Senicheva 1994), bu türlerin taksonomik yapısının tüm kıyılarda kontrol edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Fransa'da yıllık DSP izleme programı uygulanmakta ve Dinophysis türlerinin takip edildiği açıklanmaktadır (Le Baut et al., 1991). İtalya'da ise Pesaro kıyısında Dinophysis türlerinin izlendiği bildirilmektedir (Ammazzalorso et al., 1991). Yine aynı yıllarda, İspanya Rias Bajas'da bölgesinde *Dinophysis acuta* türünün yaz aylarında termal katmanlaşma döneminde artmaya başladığı ve riskli dönemlerinin izlendiği belirtilmektedir (Mario et al. 1998; Reguera et al., 1991). Bu tür, ülkemizde daha önce yapılan araştırmalarda da yer almasına karşın toksisite düzeyine ilişkin fazla bir veriye rastlanılmamaktadır.

Çolak Sabancı ve Koray (2001), yaptıkları çalışmada 1998-1999 yıllarında, örnekleme periyodu boyunca bazı toksik ve zararlı fitoplanktonlar saptamışlardır. Bunlar; *Dinophysis acuta*, *Dinophysis caudata*, *Dinophysis fortii*, *Dinophysis mitra*, *Dinophysis rotundata*, *Dinophysis tripos* gibi DSP yönüyle riskli türlerdir. Bu türlerden *D. caudata*, *D. rotundata* ve *D. fripos*'un %100, *D. fortii* ve *D. mitra* %50, *D. acuta*'nın ise %25 rastlanma oranına sahip oldukları, diğer taraftan toksik olmamakla birlikte zararlı fitoplankton aşırı üremelerine neden olan *P. micans* ve *C. furca var. eugrammum*'un %100, *Prorocentrum scutellum*'un ise %50 rastlanma oranına sahip olduğunu bildirmektedir.

Çalışmamızda, DSP üretebilen *Dinophysis rotundata* türü İnciraltı İstihkâm istasyonunda 40-80 hücre/ml arasında tespit edilmiş olup, toksisiteye neden olabilmesi için, yurtdışı tür indekslerinde (Hallegraeff et al., 1995; Andersen, 1996; Botana et al., 1996; Demir, 2000) en yüksek değerinin 1.000 hücre/L olabileceği aktarılmaktadır. Bunun yanında, 200 hücre/L düzeyindeki *Dinophysis fortii* insanlar için tehlikeli olabilmektedir (Baden et al., 1995). Ancak çalışmamızda bahsedilen düzeylerde bir tespite rastlanılmamıştır.

Diyaretik biyotoksinleri üretebilen (McLachlan et al., 1994; Pan et al., 1999) ve çalışmada tespit edilen diğer tür ise *Prorocentrum lima*'dır. Çalışmamızdaki tüm bölge ve zamanlarda 20-300 hücre/ml arasında tespit edilen türün, toksisiteye neden olabilmesi için, yurtdışı tür indekslerine göre (Hallegraeff et al., 1995; Andersen, 1996; Demir, 2000; Giacobbe et al., 2000) en fazla 500 hücre/ml olabileceği, hatta hiç bulunmamasının gerektiği bildirilmektedir. Elde edilen değerlerin akut toksisiteye neden olabilecek düzeyde olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak düşük seviyelerde de olsa sürekli bir birikim söz konusu olmaktadır.

İzmir İç Körfezinde yapılan çalışmada PSP'ye neden olabilecek fitoplankton türleri olarak, *Gonyaulax polyedra* ve *Gonyaulax spinifera*, ilkbahar döneminde rapor edilmektedir (Koray ve ark., 1992). Tümer (2012), günlük örnekleme yaptığı çalışmasında *Gonyaulax spinifera* ve *Gonyaulax polyedra* türlerini yıl boyunca birçok kez tespit etmekte ve *Gonyaulax polyedra* türünün tespit edilen en yüksek değerini kasım ayında 2.515 hücre/L olarak bildirmektedir. Çalışmamızın yaklaşık 15 gün ara ile ve çift kabuklu üretim istasyonundaki örnekleme noktasından yapılması nedeniyle bu türlere yukarıda bahsedilen değerlerde rastlanılmamaktadır. Bununla beraber sadece İnciraltı İstihkâm istasyonunda 20-40 hücre/ml aralığında *Gymnodinium sp.* 'ye ait türler tespit edilmiştir.

Deniz suyunun durgun olduğu zamanlarda, bol yağış veya atık su deşarjları sonucu fazla besin tuzu girdilerinin ve uzun süreli güneş ışığının birlikte olması, fitoplanktonların aşırı çoğalmaları için uygun ortam oluşturmaktadır (Andersen, 1996). Çalışmamız boyunca, her iki istasyonda, her iki yılda da risk oluşturabilecek düzeyde aşırı fitoplankton çoğalmaları görülmemektedir. Ancak örnek alma noktalarının az olması iç körfez gibi büyük alanlarda bahsedilen aşırı fitoplankton faaliyetlerinin gerçekleşmeyeceği anlamı taşımamaktadır.

5.3. Biyotoksin

Biyotoksin analizleri yapan ABD, İngiltere, Fransa, İrlanda, İtalya, Almanya, Yunanistan ve İspanya gibi ülkeler izleme programlarında (Evans, 1964; Jellet et al., 2002; Amandi et al., 2002; Pierotti et al., 2003; These et al., 2009; Louppis et al., 2010; Jauffrais et al., 2013) kullandıkları analiz yöntemlerine göre farklı biyotoksin türlerini incelemektedir. Örneğin; Kuzey Adriyatik Denizi'nde yapılan bir araştırmada (Viviani et al., 1997) 1988, 1989 ve 1991 yıllarının Haziran ve Ağustos ayları arasında, midyeler üzerinde ASP, DSP, PSP ve NSP analizleri biyolojik yöntemle yapılmaktadır. Çalışma sonucunda, $\mu\text{g}/100\text{g}$ örneklemelerde, ASP, PSP ve NSP biyotoksinlerin tespit edilemediği ve DSP biyotoksinlerinin ortalama $24 \mu\text{g}/100\text{g}$ olarak tespit edildiği bildirilmektedir. Çalışmamızda kullandığımız metotlar AB ülkeleri ile mevzuat birliği konusunda uyum içinde çalışılabilmesi için, Avrupa Birliği Merkez Denizel Biyotoksin Referans Laboratuvarı tarafından hazırlanan ileri enstrümental analiz metotlarıdır.

İngiltere Merkez Halk Sağlığı Laboratuvarı tarafından yapılan çalışmada (Scoging, 1998), gıda zehirlenmesi şüphesiyle kliniklere getirilen hastaların, tükettikleri su ürünlerine göre hangi biyotoksinlere maruz kaldıkları araştırılmaktadır. Çalışma sonucunda, birinci toksin kaynağının toksik fitoplanktonlar olduğu, temel çift kabuklu zehirlenme belirtilerinin ise ASP, DSP, PSP ve NSP olduğu bildirilmektedir. Ancak ülkemiz kayıtlarında özellikle sahil kentlerimizde rastlanılan hasta kayıtlarında su ürünlerine bağlı zehirlenme vakalarının genel ifadeyle gıda zehirlenmesi şeklinde ifade edilmesi nedeniyle net bir veri bulunmadığı düşünülmektedir.

Batı Karadeniz, İstanbul Boğazı girişi, Kuzey Marmara Denizi ve Çanakkale Boğazı olmak üzere dört bölgede doğal olarak bulunan çift kabuklu yumuşakçalarda 1995 ve 1996 yılları boyunca, PSP ve DSP toksinlerinin varlığı bölgelere göre değişmekle birlikte, hemen hemen her zaman değişik oranlarda bulunabileceği belirtilmektedir (Eryiğit, 1998). Küçükünay (2000) ise Ege ve Marmara Denizinde, çift kabuklu yumuşakçalarda biyolojik yöntemle yaptığı çalışmasında, DTX biyotoksinine rastlamamış, STX biyotoksinini ise İzmir ve Balıkesir kıyılarında ilkbahar ve yaz aylarında tespit etmiş, fakat elde edilen değerlerin herhangi bir zehirlenmeye yol açmayacağını bildirmektedir. Aynı durum tez çalışmamızda da gözlemlenerek düşük düzeyde seyreden biyotoksin etkisinin herhangi bir akut rahatsızlığa neden olamayacağı öngörülmektedir.

Tez çalışmamızda yapılan biyotoksin analizlerinde, biyotoksin bileşikleri LC/MS-MS yöntemleriyle araştırılmaktadır. Bu bileşiklerden, DA 20 mg/kg, OA 160 µg/kg, DTX toplamı 160 µg/kg, STX 800 µg/kg, AZA toplamı 160 µg/kg ve YTX toplamı 3,75 mg/kg sınır değerlere sahiptir ve üzeri sonuçlar toksik değerlendirmeye alınmaktadır.

Biyotoksin yoğunluğu ve tespit sıklığı bakımından lipofilik biyotoksinler yıl boyunca her zaman tespit edilmektedir. Paralitik biyotoksinler ise mevsimsel dönemlerde tespit edilmektedir. Bu durum, maruz kalınacak semptomatik biyotoksin türünün daha çok diyaretik biyotoksinler olduğunu göstermektedir.

İnciraltı İstihkâm istasyonunda, 2013 yılında, yıl boyu tespit edilen en yüksek biyotoksin değerleri; DA 19,41 µg/kg, OA 30,54 µg/kg, DTX toplamı 21,85 µg/kg, STX 176,54 µg/kg, AZA toplamı 1,71 µg/kg ve YTX toplamı 8,91 µg/kg'dır. 2014 yılında, aynı bölgede yıl boyunca tespit edilen biyotoksinin en yüksek değerleri ise; DA 19.60 µg/kg, OA 45,32 µg/kg, DTX toplamı 37,09 µg/kg, STX 179,64 µg/kg ve YTX toplamı 11,35 µg/kg'dır. Bu değerlere göre araştırma yapılan istasyonda biyotoksisite yönünden bir risk bulunmamaktadır. Biyotoksin cinsi ve değeri bakımından, yapılan çoklu regresyon analizlerinde her iki yıldaki mevsimsel dönemler arasında da anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Yasal sınır değerleri aşan bir bulgu bulunmadığından bu istasyon için herhangi bir akut biyotoksisite bulunmamaktadır.

Bostanlı Degaj istasyonunda, 2013 yılında, yıl boyu tespit edilen en yüksek biyotoksin değerleri; DA 21,48 µg/kg, OA 65,87 µg/kg, DTX toplamı 58,20 µg/kg, STX 165,74 µg/kg ve YTX toplamı 7,10-8,60 µg/kg'dır. 2014 yılında, aynı istasyonda yıl boyunca tespit edilen en yüksek biyotoksinin değerleri ise; DA 22,99 µg/kg, OA 53,17 µg/kg, DTX toplamı 45,03 µg/kg, STX 166,20 µg/kg ve YTX toplamı 8,60 µg/kg'dır. Bu değerlere göre araştırma yapılan istasyonda biyotoksisite yönünden bir risk bulunmamaktadır. Yine biyotoksin cinsi ve değeri bakımından, yapılan çoklu regresyon analizlerinde her iki yıldaki mevsimsel dönemler arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Yasal sınır değerleri aşan bir bulgu bulunmadığından bu istasyon için herhangi bir akut biyotoksisite bulunmamaktadır.

Biyotoksin türleri ile toksik fitoplanktonların korelasyon ilişkileri göz önüne alındığında, İnciraltı İstihkam istasyonunda, 2013 yılında, STX ile *Pseudo-nitzschia pungens*, -0,504 değerli ve orta derecede bir ilişki göstermektedir.

Bostanlı Degaj istasyonunda ise 2013 yılında, YTX ile *Prorocentrum lima*, -0,603 değerli ve orta derecede bir ilişki göstermektedir. 2014 yılında İnciraltı İstihkâm istasyonunda, STX ile *Pseudo-nitzschia pungens*, +0,507 değerli ve orta derecede bir ilişki göstermektedir. 2014 yılında Bostanlı Degaj istasyonunda ise OA ile *Prorocentrum lima*, +0,997 değerli ve çok kuvvetli, DTX ile *Prorocentrum lima*, +0,998 değerli ve çok kuvvetli, STX ile *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, +0,894 değerli ve çok kuvvetli bir ilişki göstermektedir.

Açıklanan verilere göre, toksik fitoplankton türleri ilişkili oldukları biyotoksin tipini desteklemektedir. Ancak, bu ilişki deniz suyu parametreleri gibi başka etkenler tarafından da şekillendiği için korelasyon ilişkileri tek başına kullanılmamaktadır.

Genel olarak korelasyon analizi ile iki farklı değişken arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti hakkında bilgi edinebiliriz. Bu nedenle korelasyon analizi, kesin bir neden-sonuç ilişkisinin göstergesi olamamaktadır (Eymen, 2007). Ancak çalışmamızda elde ettiğimiz verilerdeki ilişkiyi açıklamak için çoklu regresyon analizlerine de başvurulmuştur. Çalışmamızda elde edilen verilerden, yıllara göre bölgeler arasındaki toplam fitoplankton sonuçlarında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Yine, yıllara göre bölgeler arasındaki toplam biyotoksin değerlerinde de anlamlı bir fark görülmemektedir.

Belirli bir yoğunluğa ulaşan fitoplankton popülasyonu içerisinde yer alan toksik fitoplanktonlar, direkt veya dolaylı olarak çift kabuklu yumuşakçada birikmektedir (İntecmar, 2014). Fitoplankton hücre yoğunluğunda meydana gelen değişimlerden sonra eş güdümlü olarak, biyotoksinlere ait değerlerde de değişimler gözlenmektedir. Bu değişim ise toksik fitoplankton yoğunluğuna bağlı olarak kısa veya uzun sürede gerçekleşmektedir. Bu değişim ve birikim ilişkisi istatistiksel analizlerde, polinomiyal eğilim çizgileriyle açıklanabilmektedir.

Polinomiyal eğilim çizgisi grafikleri üzerindeki dalgalanmaları, dalga boyu ve frekans analizi ile incelediğimizde (Sarier, 2007), dalga boyunun yüksekliğinin dalga frekansı ile ters orantılı olduğu, dolayısıyla dalga boyu uzadıkça frekansın azaldığı ortaya çıkmaktadır. Bu durum çalışmamız için kullandığımız örnekleme sıklığı ile doğrudan ilişkilidir. Daha uzun aralıklarla yapılan örneklemeelerde eğimler daha yayılmış, daha sık olan örneklemeelerde ise eğimler daha keskin olmaktadır.

Çalışmamızda oluşturduğumuz polinomial eğilim çizgileri incelendiğimizde; fitoplankton eğilim çizgisi, ilk tepe noktasına ulaştığı zaman biyotoksin eğilim çizgisinin de artmaya başladığı görülmektedir. Biyotoksin eğilim çizgisi ilk tepe noktasına ulaştığı zaman, fitoplankton eğilim çizgisinin de dip noktasına geldiği görülmektedir. Sonraki artış ve azalışlar bu şekilde dalgalanarak devam etmektedir.

Çalışmada elde edilen verilerin polinomial eğilim grafikleri, fitoplanktonlar ile bunlarla beslenen çift kabuklu yumuşakçalar arasındaki, mevsimsel değişimli beslenme döngüsü içerisinde aktarılan biyotoksinlerin, hangi sıklıkta ve hangi yoğunlukta olabileceğini, en kuvvetli öngörüyle önceden açıklayabilmektedir.

6. SONUÇ

İzmir Körfezi çift kabuklu yumuşakça üretim alanlarında, toksik fitoplankton kaynaklı biyotoksin etkisinin araştırılması sonucunda, İnciraltı İstihkâm ve Bostanlı Degaj istasyonlarında, 2013 ve 2014 yıllarında, yıl boyu tespit edilen en yüksek biyotoksin değerlerine göre akivades (*Tapes decussatus*, Linnaeus, 1758) türü için biyotoksisite yönünden bir risk bulunmamaktadır.

Üretim alanlarına ait önceki çalışmalar ışığında toksik fitoplankton ve biyotoksin analizleri düzenli aralıklarla yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, üretim alanının izleme, denetim ve erken uyarı mekanizmasının oluşturulmasına katkı sağlayacak veriler ortaya konulmuştur.

İstasyonlar arası deniz suyu parametrelerinin, yıllara göre ve aylar arasındaki farklılığın karşılaştırılmasında, her iki yılda ilk altı aylık dönemde anlamlı bir farklılık bulunmamakla birlikte yılların ikinci altı aylık dönemlerinde farklılıklar olduğu sonucuna varılmıştır. Bu farklılığın nedeni olarak, mevsimsel etkilerin yanısıra toplam fitoplankton varlığındaki anlık değişimlerin de rol aldığı belirlenmiştir.

Çalışma yapılan İnciraltı ve Bostanlı istasyonlarında toksik fitoplankton olarak tespit edilen türler; *Dinophysis rotundata*, *Oxytoxum sp*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum micans*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *Pseudo-nitzschia pungens*'tir. Tespit edilen toksik fitoplankton ve biyotoksinler arasında etkileşim olduğu anlaşılmaktadır.

İnciraltı İstihkâm istasyonunda 2013 ve 2014 yıllarında; Bacillariophyceae sınıfından 44 tür, Dinophyceae sınıfından 14 tür ve Cyanophyceae sınıfından 1 tür, toplamda 59 tür tespit edilmiştir. Bostanlı Degaj istasyonunda ise, Bacillariophyceae sınıfından 36 tür, Dinophyceae sınıfından 10 tür, Dictyochophyceae sınıfından 2 tür ve Cyanophyceae sınıfından 1 tür, toplamda 49 tür tespit edilmiştir.

Hücre yoğunluğu ve tür çeşitliliği bakımından, Bacillariophyceae sınıfı diğer sınıflara göre İnciraltı istasyonunda %84 oranında, Bostanlı istasyonunda %90 oranında baskın olduğu değerlendirilmektedir.

Bacillariophyceae sınıfı üyelerinin ortamda baskın olmaları çift kabuklu yumuşakçaların beslenebilmeleri için istenilen bir durum olduğu değerlendirilmektedir ve çalışmamızda bu durumun mevcut olduğu görülmektedir.

Toksik fitoplanktonlardaki mevsimsel değişimlerin, akivades türleri üzerinde popülasyon yoğunluğuna ve ortamda bulunma süresine bağlı olarak düşük düzeyde de olsa biyotoksin birikimine neden olduğu saptanmıştır. Bu birikimin akivades türü için her iki istasyonda ve her iki yılda da risk teşkil edecek limit değerlerin üzerine çıkmadığı görülmüştür.

Biyotoksin cinsi ve değeri bakımından, yapılan çoklu regresyon analizlerinde her iki yıldaki mevsimsel dönemler arasında da anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir. DSP grubu biyotoksinler yılın her döneminde saptanırken, PSP grubu biyotoksinlere dönem dönem rastlandığı, ASP grubu biyotoksinlerin ise çok az tespit edildiği değerlendirilmiştir.

Tez çalışması kapsamında elde edilen bulgular, sonuç ve öneriler bu bağlamda yapılacak diğer bilimsel çalışmalara, kamu kurum ve kuruluşlarının yapacağı mevzuat çalışmalarına ve çift kabuklu yumuşakça yetiştiriciliği ve istihali için faaliyet gösteren kuruluşlara katkı sunacaktır.

7. ÖNERİLER

Çalışma bulgularına göre 2013 ve 2014 yıllarında, risk teşkil edecek kadar toksik fitoplankton ve biyotoksin değerleriyle karşılaşmamıştır. Ancak düşük düzeyde de olsa bir birikim söz konusudur. Akivades (*Tapes decussatus*, Linnaeus, 1758) türü için biyotoksisite yönünden bir risk bulunmamakla birlikte, istasyon alanında bulunan diğer çift kabuklu yumuşakça türleri için benzer çalışmanın yapılması önerilmektedir.

Analiz sonuçlarına göre, çift kabuklu yumuşakçalarla ilgili biyotoksin değerlerinin aşıldığı görüldüğünde veya bu değerler dolaylı olarak insan sağlığı için risk teşkil edecek değerlerde ise, canlı çift kabuklu yumuşakça tüketilmesini önlemek için bazı tedbirler alınması gerektiği düşünülmektedir. Bu nedenle, toksik fitoplanktonlar ve biyotoksinlerin izlenmesi amacıyla kontrol planı hazırlanması tavsiye edilmektedir.

Bu konuda çalışma yapacaklar için, toksik fitoplankton aktivitesi sık olan bölgelerde numune alma sıklığı haftada iki defa olabilmelidir. Toksik fitoplankton aktivitesi seyrek olan bölgeler için haftada bir defa deniz suyu ve çift kabuklu yumuşakça örneği alınarak, izleme analizleri sonuçlarına göre numune alma sıklığı hususunda durum değerlendirmesi yapılması önerilmektedir.

Yapılan her çalışmada yeni fitoplankton türleri tespit edilmekle birlikte, doğrudan toksik fitoplankton olmayarak, ortam faktörlerinin etkileriyle aşırı üreme sonucu dolaylı zarar gösteren türler de tespit edilmektedir. Çalışma alanımızı oluşturan iç körfezde daha sonra yapılacak olan çalışmalar için detaylı bir fitoplankton listesinin hazırlanması tavsiye edilmektedir.

Su ürünleri yetiştiriciliği kapsamında istihali yapılacak olan çift kabuklu yumuşakça alanlarında, çift kabuklu türlerini doğrudan etkileyen toksik fitoplankton varlığının belirlenmesi ve biyotoksin birikiminin izlenmesi için, bölge ve tür bazında çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acara, A., ve Nalbantoğlu, U.,** 1960, Preliminary report on the red-tide outbreak in the Gulf of Izmir, Rappor Reun. Common inter Explorational Scientist Mer. Mèditerranean, 15, 3, 33-38.
- Acarlı, S.,** 2005, İstiridye (*Ostrea edulis* L.1758)'nin lavra üretimi ve farklı büyüklüklerdeki bireylerin büyüme ve yaşama performansı, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 143s.
- Aligizaki, K., Nikolaidis, G., Katikou, P., Baxevanis, A. D., and Abatzopoulos T. J.,** 2009, Potentially toxic epiphytic *Prorocentrum* (Dinophyceae) species in Greek coastal waters, Harmful Algae 8: 299–311
- Alpaz, A., G.,** 1988, Kabuklu deniz canlıları ihracatında dikkat edilmesi gereken hususlar ve biyotoksin (PSP) konusu. Akademik seminerler yıllığı, E.Ü. Su Ürünleri Yüksek Okulu Yayınları, No.1, İzmir
- Alpaz, A., G.,** 2000, Kabuklu ve Eklembacaklılar Yetiştiriciliği, EÜ Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No.26, Sayfa 2, İzmir
- Alpaz A., G.,** 2005, Su Ürünleri Yetiştiriciliği, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü Yayınları, İzmir.
- Amandi, M. F., Furey, A., Lehane, M., Ramstad, H., and James, K. J.,** 2002, Liquid chromatography with electrospray ion-trap mass spectrometry for the determination of yessotoxins in shellfish, Journal of Chromatography A, 976 : 329–334
- Ammazzalorso, P., Ercolessi, M., Giorgi, G., Trotta, I., Rosa F. and De Grassini, P.,** 1991, Indagine sulla presenza di *Dinophysis* e tossina liposolubile DSP in molluschi ed acque di mare adibite alta molluschicoltura in provincia di Pesaro, nell'estate 1990. IG. Mod., 96(2), 142-172.
- Andersen, P.,** 1996, Design and implementation of some harmful algal monitoring systems. IOC Technical Series. 44. UNESCO, Paris. 102 pp.
- Anderson, D. M., and Burkholder, J. M.,** 2008, Harmful algal blooms and eutrophication: Examining linkages from selected coastal regions of the United States, Harmful Algae 8: 39–53

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Anderson, D.M., Andersen, P., Bricelj, V.M., Cullen, J.J. and Rensel. J.E.,** 2001, Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters, APEC #201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No. 59, Paris.
- Anderson, M. D.,** 2001, Monitoring and Management Strategies for HAB in Coastal Waters, IOC Technical Series No:59, Paris, 280s.
- Anonim,** 2005, Canlı ve İşlenmiş Çift Kabuklu Yumuşakça Üretimi, Avlanması ve İhracatında Yaşanan Sorunlar ve Çözüm Yolları, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim,** 2013, Dünya Gıda Dergisi, Çift Kabuklu Yumuşakçaların Ekonomik Açıdan Durumu, Eylül.
- Anonymous,** 1997, Council Directive 97/61/EC amending the Annex to Directive 91/492/EEC laying down the health conditions for the production and placing on the market of live bivalve molluscs. *CELEX-EUR Official Journal of the European Communities L 295, 29 October 1997, pp. 35-36.*
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC),** 1995, PSP toxins in AOAC (Paralytic Shellfish Poison, Biological method, Final Action, Method 959.08, in Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (AOAC), Natural Toxins, Chapter 49, page 46)
- Ateş, C.,** 1998, Çanakkale Boğazı ve Kuzey Marmara Denizi'nde istiridyenin (*Ostrea edulis* L., 1758) gelişimi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 86s.
- Avrupa Çevre Ajansı (AÇA)** 2006, Akdeniz Bölgesi Öncelikli Çevre Sorunları, N:4, SS.88
- Aydın Gençay, H., ve Büyükişık, B.,** 2004, Effects of sewage outfall on phytoplankton community structure in İzmir Bay (Aegean Sea) (in Turkish). Ege Üniversitesi, Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, Volume 21, Issue(1-2): 107-111
- Aydın, H.,** 1993, The limiting factors on phytoplankton growth of The Bay Of İzmir (in Turkish). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir: 1-94

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Baden, D. G., Fleming, L. E., and Bean, J. A.,** 1995, Marine toxins. Handbook of Clinical Neurology, Intoxications of the Nervous System, Part II, 21(65): 141-174.
- Balıkçılık Ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü (BSGM),** 2014, T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri İstatistikleri.
- Balıkçılık Ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü (BSGM),** 2015, T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünlerimiz.
- Bates, S. S., Bird, C. J., de Freitas, A. S. W., Foxall, R., Gilgan, M. W., Hanic, L. A., Johnson, G. E., McCulloch, A. W., Odense, P., Pocklington, R., Quilliam, M. A., Sim, P. G., Smith, J. C., Subba Rao, D. V., Todd, C. D., Walter, J. A. and Wright, J. L. C.,** 1989, Pennate diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada. 46:1203–1215
- Bean, L. L., McGowan J. D., and Hurst J. W.,** 2005, Annual variations of paralytic shellfish poisoning in Maine, USA 1997–2001, Deep-Sea Research II 52: 2834–2842
- Bizsel, N., ve Bizsel, K.C.,** 2002, New records of toxic algae *Heterosigma* cf. *akashwo* and *Gymnodinium* cf. *mikimotoi* in the hypereutrophic Izmir Bay (Aegean Sea): Coupling between organisms and water quality parameters. *Israel Journal of Plant Sciences*, 50, 33-44.
- Bizsel, N., ve Uslu, O.,** 2000, Phosphate, Nitrogen and Iron Enrichment in the polluted Izmir Bay, Aegean Sea. *Marine Environmental Research*, 49, 101-122.
- Bolton, B. L., Bergner, A. D., O'Neill, J. J. and Wagley, P. F.,** 1959, Effect of a shell-fish
- Botana, L.M., Rodriguez-Vieytes, M., Alfonso, A. and Louzao, M. C.,** 1996, Phycotoxins: paralytic shellfish poisoning and diarrhetic shellfish poisoning. In Nollet, L.M.L. ed. *Handbook of food analysis - residues and other food component analysis*, Volume 2: 1147-1169.
- Bouaicha, N., CheÂzeau, A., Turquet, J., Quod, J. P., and Puiseux-Daob, S.,** 2001, Morphological and toxicological variability of *Prorocentrum lima* clones isolated from four locations in the south-west Indian Ocean, *Toxicon* 39: 1195-1202

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Büyükışık, B., ve Ö. Erbil,** 1987, The studies on nutrient dynamics in inner Izmir Bay (in Turkish). Doğa Turizm Mühendislik Ve Çevre Dergisi, Vol. 11, I. 3 : 379-395
- Census,** 2015, Web: <http://www.census.gov/popclock/world>, Erişim 29.10.2015
- Çangal, H.,** 1991, Trabzon sahil şeridindeki midyelerde (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) büyüme, gelişme özellikleri ve kondüsyon değişimleri üzerine bir araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 58s.
- Çolak Sabancı, F. ve Koray, T.,** 2001, İzmir Körfezi (Ege Denizi) Mikroplankton'unun Vertikal ve Horizontal Dağılımına Kirliliğin Etkisi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 18 (1-2), 187-202.
- Çolak Sabancı, F. ve Koray, T.,** 2005, İzmir Körfezi'nde 1998-2001 Yılları Arasında Fitoplanktonik Tür Çeşitliliği Değişimi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22 (3-4), 273-280.
- Çolak Sabancı, F.,** 2008, Homa dalyanı (izmir körfezi, ege denizi) İntertidal zonunda epipelik, epifitik ve Epilitik diatome komunitelerinin Taksonomik olarak araştırılması ve ortam Faktörleriyle ilişkisi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 211 s.
- Demir, N.,** 2000, Çift Kabuklu (Bivalvia) Üretim Alanlarında Bir Fitoplankton izleme Çalışması, Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (1), 56-62
- Demirci, F.,** 1990, İzmir Körfezi, İnciraltı iskelesi ayaklarındaki *Mytilus galloprovincialis* lam. fasiesinin biotası ve mevsimsel değişimleri üzerinde araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 35s.
- Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü (DBTE),** 1997, İzmir Körfezi 1994-1998 Deniz Araştırmaları, 1994-1996 Raporu, Proje No: DBTE-098, , İzmir.
- Doğan, B.,** 2007, Lisans bitirme tezi, Çift Kabuklu Yumuşakçalarda Tarım Ve Köyişleri Bakanlığı İzmir İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü Biyotoksin Analizleri Laboratuvarının Çalışma Prensipleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi. 38 s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Doğan, B.**, 2009, Türkiye Çift Kabuklu Yumuşakçalarının Diyaretik Çift Kabuklu Toksinlerinin (DSP) Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi Florimetrik Sistemde (HPLC/FLD) Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 93s.
- Doucette, G. J., Turner, T. T., Powella, C. L., Keafer, B. A., and Anderson D. M.**, 2005, Trophic accumulation of PSP toxins in zooplankton during *Alexandrium fundyense* blooms in Casco Bay, Gulf of Maine, April–June 1998. I. Toxin levels in *A. fundyense* and zooplankton size fractions. Deep-Sea Research II 52: 2764–2783
- Draisci, R., Lucentini, L., Giannetti, L., Boria, P., and Poletti, R.**, 1996, First Report Of Pectenotoxin-2 (PTX-2) In Algae (*Dinophysis Fortii*) Related To Seafood Poisoning In Europe, Toxicon, Vol. 34, No. 8, Pp. 923-935,
- Eftelioğlu, N.**, 1989, İzmir Körfezi'nde yaşayan *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) da bazı iz element (Fe, Zn, Cu, Pb, Mn) konsantrasyonlarının mevsimsel ve lokaliteye göre değişimlerinin araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 22s.
- Ergen, Z.**, 1967, İzmir Körfezi'nde tespit edilen başlıca planktonik organizmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, İlmî Raporlar Serisi, No:47
- Ergün, S.**, 1992, İzmir Körfezi'nde bulunan akivadesler (*Tapes decussatus* L.) üzerine araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 35s.. Bornova, İzmir
- Eryiğit, A.**, 1998, Ülkemiz karasularından avlanan bazı kabuklu su ürünlerinde paralytic shellfish poisoning (PSP) ve diarrhetic shellfish poisoning (DSP) toksin kalıntılarının araştırılması, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 104s.
- Esen, Ö.**, 2006, İzmir Körfezi'ndeki kara midye (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819)'de bulunan toksik maddelerin araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 58s.
- European Council (EC)**, 2004., Corrigendum to Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official controls on products of animal origin intended for human consumption.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- European Union Reference Laboratory For Marine Biotoxins (EU-CRLMB)**, 2010, EU- Harmonized Standart Operation Procedure for determemination of domoic acid (ASP toxins) in molluscs by UPLC-MS, Version 1,
- European Union Reference Laboratory For Marine Biotoxins (EU-CRLMB)**, 2011, EU- Harmonized Standart Operation Procedure for determemination of Lipophilic marine biotoxins in molluscs by LC-MS/MS, Version 4,
- Evans, M., H.**, 1964, Paralytic Effects Of "Paralytic Shellfish Poison" On Frog Nerve And Muscle, British Journal Pharmacologie, 22, 478-485.
- Eymen, E. U.**, 2007, SPSS Kullanma Kılavuzu, İstatistik Merkezi Yayın No: 1, Ekim 2007
- Firat, A.**, 1990, Akivades (*Tapes decussatus*, L.1758) larva üretimi üzerine araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 35s.
- Fingerman, M., Forester, R. H. and Stover, J. H.**, 1953, Action of shellfish poison on peripheral nerve and skeletal muscle. Biologie, (N. Y.), 84, 643-646.
- Food and Agriculture Organization (FAO)**, 2004, Marine Biotoxins. FAO Food and Nutrition Paper 80, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, p. 53.
- Food and Agriculture Organization (FAO)**, 2013, Fisheries And Aquaculture Department, World aquaculture production of fish, crustaceans, molluscs, etc., by principal species,
- Food and Agriculture Organization (FAO)**, 2014, Food and Agriculture Organization of the United Nations, The State Of World Fisheries And Aquaculture, Fisheries And Aquaculture Departmnet, Rome,
- Food and Agriculture Organization / World Health Organization (FAO/WHO)**, 2004, Report of the Joint ad hoc Expert. Consultation on Biotoxins in Bivalve Molluscs, Oslo, Norway, September 26-30,

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Food And Veterinary Office (FVO)**, 2012, DG(SANCO)/2012-6544: AB'ye ihraç edilecek balıkçılık ürünleri ve canlı çift kabuklu yumuşakçaların üretimini kontrol eden yürürlükteki gıda güvenliği kontrol sistemini değerlendirmek amacıyla Türkiye'de gerçekleştirilen FVO denetim raporu,
- Garip, N.**, 2006, İzmir İç Körfezi Fitoplankton Toplulukları Üzerine İzmir Büyük Kanal Projesini Oluşturduğu Etkiler, İzmir, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Temel Bilimler Ana Bilim Dalı.
- Garrison, D. L., Conrad, S. M., Eiles, P. P. and Waldron, E. M.**, 1992, Confirmation of domoic acid production by *Pseudonitzschia australis* (Bacillariophyceae) in culture. 28: 604–607
- Geldiy, R., ve Ergen, Z.**, 1968, Athecate marine dinoflagellates living in our region, Balık ve Balıkçılık, 6, 16, 1-7.
- Geldiy, R., ve Uysal, H.**, 1978, A report on the primary productivity in the bay of Izmir. EUFF Journal, Seri B, 1(2): 1-24.
- Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü (GKGM)**, 2012, T. C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, 04.07.2012 tarih ve 23776 sayılı Çift Kabuklu Yumuşakça Talimatı, Ankara.
- Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü (GKGM)**, 2015a, T. C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, 03.02.2015 tarihli Canlı Çift Kabuklu Yumuşakça Üretim Alanları Güncel Listesi, Ankara.
- Gıda Kontrol Genel Müdürlüğü (GKGM)**, 2015b, T. C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, , 26.06.2015 tarih ve 22949 sayılı Çift Kabuklu Yumuşakça Talimatı, Ankara.
- Giacobbe, M. G., Penna, A., Ceredi, A., Milandri, A., Poletti, R. and Yang, X.**, 2000, Toxicity and ribosomal DNA of the dinoflagellate *Dinophysis sacculus* (Dinophyta). *Phycologia*39(3): 177-182.
- Gobler, G. J., Berry, D. L., and Anderson, O. R.**, 2008, Characterization, dynamics, and ecological impacts of harmful *Cochlodinium polykrikoides* blooms on eastern Long Island, NY, USA, *Harmful Algae* 7 (2008) 293–307
- Goldman, C. R., and Horne, A. J.**, 1983, Limnology. McGraw-Hill Int. Book Comp., 464 p., New York.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Göçer, S.**, 2001, Fitoplanktonik Toksinlerin Gıda Zincirindeki Denizel Canlılarda Tayini Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 119s.
- Gökınar, S., ve Koray, T.**, 1983, Observations on *Rhizosolenia* (Ehrenberg) Brightwell species living in Izmir Bay. (in Turkish). EUFF Journal, Seri B, Supplement, 201-219.
- Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M. and Cembella, A. D.**, 1995, *Manual on harmful marine microalgae. IOC Manuals and Guides No. 33.* UNESCO.
- Harper, D.**, 1992, Eutrophication of Freshwaters. ChapmanandHall, 327 p., London.
- Hess, P.**, 2012, New Trend in Marine and Freshwater Toxins, Phytoplankton and Biotoksin Monitoring Programs for The Exploitation of Shellfis in Europe. Chapter 12. P.347-378
- Hindioğlu, A.**, 1990, İstiridye (*Ostrea edulis*) larva üretimi üzerine araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 61s.
- Ignatiades L. and Gotsis-Skretas O.**, 2010, A Review on Toxic and Harmful Algae in Greek Coastal Waters (E. Mediterranean Sea). Toxins 2, 1019-1037
- International Council for the Exploration of the Sea (ICES)**, 1984, Report of the ICES special meeting on the causes, dynamics and effects of exceptional marine blooms and related events, international council meeting paper, E 62 mimeo.
- İntecmar**, 2014, Sampling frequency, The article 8° Sampling Plans of the Decree 28/2005, of 28 January, which lays down the monitoring of biotoxins in bivalve molluscs and other organisms from fishing, shellfishing and aquaculture, web: [http://www.intecmar.org /Intecmar /Biotoxinas.aspx?sm=f](http://www.intecmar.org/Intecmar/Biotoxinas.aspx?sm=f), Erişim: 13.11.2014
- İzmir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (İZSU)**, 2014, “İzmir Körfezi”, [http://www.izsu.gov.tr /Pages /standartPage.aspx? id=199](http://www.izsu.gov.tr/Pages/standartPage.aspx?id=199), (Erişim Tarihi: 24.11.2014)
- Jauffrais, T., Kilcoyne, J., Herrenknecht, C., Truquet, P., Séchet, V., Miles, C. O. and Hess, P.**, 2013, Dissolved azaspiracids are absorbed and metabolized by blue mussels (*Mytilus edulis*), Toxicon 65 (2013) 81–89

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaymakçı, A., Sunlu, U. ve Egemen, Ö.,** 2001, Assessment of nutrient pollution caused by land based activities in İzmir Bay; Turkey. Options Mediterranennes Serie A/n44: 47-53
- Kellaway, C. H.,** 1935, The action of mussel poison on the nervous system. Australia, Biological Medicine Science. 13, 79-94.
- Kırtık, A.,** 2014, Akdeniz midyesinde (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck 1819) üreme ve larval gelişim, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 101s. Bornova, İzmir.
- Kocataş, A., Ergen, Z., Katağan, T., Koray, T., Büyükişik, B., Mater, S., Özel, İ., Uçal, O. ve Önen, M.,** 1988, Effects of pollution on the benthic and pelagic ecosystems of İzmir Bay (Turkey) Map Technical Reports Series No:22: 53-72
- Kontaş, A., Küçüksezgin, F., Altay, O. ve Uluturhan, E.,** 2004, Monitoring of eutrophication and nutrient limitation in the İzmir Bay (Turkey) Before And After Waste Water Treatment Plant. Environment International 29 : 1057-1062.
- Koray, T.,** 1985, İzmir Körfezi'nin Mikroplanktonunda Meydana Gelen Değişimlerde Ortam Faktörlerinin Rolü, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 152s.
- Koray, T.,** 2001a, Türkiye Denizleri Fitoplankton Türleri Kontrol Listesi, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, Cilt/Volume 18, Sayı/Issue (1-2): 1-23, İzmir
- Koray, T.,** 2001b, Türkiye Denizlerinde Zararlı Mikro-Algler, web: <http://plankweb.ege.edu.tr/index.html>, Erişim: 27.06.2015.
- Koray, T.,** 2002, Denizel Fitoplankton, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:32, İzmir.
- Koray, T., Büyükişik, B., Parlak, H., ve Gökpinar. Ş.,** 1992, İzmir Körfezinde Deniz Suyu Kalitesini Etkileyen Bir Hücreli Organizmalar: Red-tide ve diğer aşırı Üreme Olayları. *Doğa- Turkish Journal of Biology*, 16, 135-157
- Koray, T., ve Büyükişik, B.,** 1987, The relations between planktonic species diversity and physico-chemical parameters in a polluted area (Izmir inner bay). (in turkish). Çevre '87 Sempozyumu, İzmir, 26-28 Ekim 1987, Bildiriler, 1-10.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Koray, T., ve Büyükişık, B.,** 1988, Toxic dinoflagellate blooms in the harbour region of İzmir Bay (Aegean Sea). 141-142:25-43.
- Koray, T., ve Çolak Sabancı, F.,** 2001, Toxic planktonic micro-algae of Turkish Seas. *Ege University Journal of Fish Aquatic Sciences*, (18/1) 293-298.
- Koray, T., ve Çolak Sabancı, F.,** 2004, Temporal and spatial changes of toxic microalgae succession in Northeastern Aegean and Western Black Sea (in Turkish). *Türk Sucul Yaşam Dergisi, Ulusal Su Ürünleri*, Yıl 2, Sayı 3, 354-360.
- Koray, T., ve Gökpinar, S.,** 1983, The qualitative and quantitative features of the Genus *Ceratium* Schrank found in İzmir. (in turkish). *EUFF Journal*, Ser. B, Suppl., 201-219.
- Koray, T., Gökpinar, Ş., Polat, S., Türkoğlu, M., Yurga, L., Çolak, F., Benli, H. A., ve Sarihan, E.,** 2000, Türkiye Denizlerinin (Karadeniz, Ege Denizi Ve Kuzeydoğu Akdeniz) Mikroplankton (Bir Hücreliler) Topluluklarının Kalitatif Özelliklerinin Karşılaştırılması, *Su Ürünleri Dergisi*, Cilt No.17, Sayı 3-4, 231-247, İzmir
- Koray, T.,** 1984, The occurrence of red-tides and causative organisms in İzmir Bay. *EUFF Journal*, Ser. B, 1(6):75-83.
- Koray, T.,** 1992, The toxic red-tides events in İzmir Bay and their importance in term of the public health. (in Turkish). *Cevre Bull.* 3: 13-15.
- Koray, T.,** 1994, The nuisance bloom algae in aquatic ecosystems and monitoring strategies. (in Turkish). *EUFF Dergisi*, Seri B, Ek 16/1, 329-242.
- Küçük, A.,** 2012, İzmit Körfezi Plankton Kompozisyonunun Mevsimsel Olarak İncelenmesi Ve Sediment Karakterizasyonu, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 134s.
- Küçükgünay, S.,** 2000, Ege ve Marmara Denizi'nde ticari amaçlı avlanan kabuklu su ürünlerinde saksitoksin ve dinofisistoksin varlığının araştırılması, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 56s.
- Kükürer, S. ve Aydın, H.,** 2006, Karşıyaka Yat Limanı (İzmir İç Körfezi) Fitoplankton'unda Görülen Zamana Bağlı Değişimlerin Araştırılması. *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi*, 23 (1-2), 139-144.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Lampert, W., and Sommer, U.,** 1997, Limnoecology: the Ecology of Lakes and Streams. Translated by James F. Haney, Oxford Univ. Press, Inc., 382 p., New York.
- Le Baut, C. M., Masselin P. and Bohec, M.,** 1991, Comparaison des methodes chimiques et biologiques pour la determination des toxines diarrheiques dans les moule, "Ed. J. M. Fremy, Proceedings of Symposium on Marine Biotoxins", 89-92 p, Paris.
- Lindahl, O., Lundve, B., and Johansen, M.,** 2007, Toxicity of *Dinophysis* spp. in relation to population density and environmental conditions on the Swedish west coast, Harmful Algae 6: 218–231
- Louppis A. P., Badeka A.V., Katikou, P., Paleologos, E. K. and Kontominas, M. G.,** 2010, Determination of okadaic acid, dinophysistoxin-1 and related esters in Greek mussels using HPLC with fluorometric detection, LC-MS/MS and mouse bioassay, Toxicon 55: 724–733
- Lök, A., Metin, G., Acarlı, S., ve Gouletquer, P.,** 2010, Harmful Algal Blooms (HABs) and Black Mussel *Mytilus galloprovincialis* (Linnaeus, 1758) Culture in Izmir Bay (Iskele-Urla)-Turkey: Preliminary Results on the Annual Feeding Cycle Using a Qualitative Approach, Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 10: 527-536
- Lundholm, N., Skov, J., Pocklington, R., and Moestrup, Ø.,** 1994, Domoic acid, the toxic amino acid responsible for amnesic shellfish poisoning, now in *Pseudonitzschia seriata* (Bacillariophyceae) in Europe. Phycologia 33:475–478
- Mario, J., Maneiro, J. and Blanco, J.,** 1998, The harmful algae monitoring program of Galicia: Good value for money. pp. 229-232, in: Reguera, B., J. Blanco, M.L. Fernandez, and T. Wyatt (eds.). *Harmful Alga.*, Xunta de Galicia and IOC of UNESCO, Vigo, Spain.
- Matsuoka, K. and Fukuyo, Y.,** 2000, Technical Guide For Modern Dinoflagellate Cyst Study, Asian Natural Environmental Science Center, WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC
- McCarron, P., Giddings, S. D., Miles, C. O., and Quilliam, M. A.,** 2011, Derivatization of azaspiracid biotoxins for analysis by liquid chromatography with fluorescence detection, Journal of Chromatography A, 1218: 8089– 8096

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- McLachlan, J.L.**, 1994, Effects of Nitrogen Concentration and Cold Temperature on DSP-Toxin Concentrations in the Dinoflagellate *Prorocentrum lima* (Prorocentrales, Dinophyceae). 2: 263-270.
- McNabb, P., Rhodes, L., Salas, M., Briggs, L., Beuzenberg, V. and Gladstone, M.**, 2006, Yessotoxin production by *Gonyaulax spinifera*, Harmful Algae 5: 148–155
- Mercedes, M. and Esther, G.**, 2006, Harmful microalgae blooms HAB problematic and conditions that induce them, Marine Pollution Bulletin 53, 620-630.
- Metin, G.**, 1995, İzmir Körfezindeki Fitoplanktonun Pigment Maddeleri Ve Partikül Organik Karbon İlişkilerine Bağlı Olarak Aylık Kantitatif Değişimleri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 80s.
- Meyer, K. F.**, 1953, Food poisoning. New England Journal of Medicine, 249, 843-852.
- Meyer-Reil, L. A. and Köster, M.**, 2000, Eutrophication of marine waters. Marine Pollution Bulletin Vol. 41 Nos. 1-6: 255 263.
- Michael and Edward**, 1990, A Test of the Assumptions and Predictions of Recent Microalgal Growth Models with the Marine Phytoplankter, *Pavlova lutheri*, 35(3): 583-596.
- Morris, J. G.**, 1999, Harmful Algal Blooms: An Emerging Public Health Problem with Possible Links to Human Stress on the Environment, Energy Environ, 24:367–90
- Murtha, E. F.**, 1960, Pharmacological Study Of Poisons From Shellfish And Puffer Fish, Academical Science, 90, 820-836.
- Negri A. P., and Jones G. J.**, 1995, Bioaccumulation Of Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) Toxins From The Cyanobacterium *Anabaena circinalis* By The Freshwater Mussel *Alathyria Condola*, Toxicon, Vol. 33, No. 5, pp. 661-618.
- Numann, W.** 1955, İzmir Körfezi'nde "Balık Kırılması" Hadisesi. Hidrobiyoloji Mecmuası, Seri A, 3(2): 90-93.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Öber, A.**, 1972, The investigation of Genus *Ceratium* regarding qualitative and quantitative analyses in Izmir Bay, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, İlmî Raporlar Serisi, 129, 1-121.
- Özel İhtisas Komitesi (ÖİK)**, 2014, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı, Su Ürünleri Özel İhtisas Komitesi Raporu, Ankara, 97 s.
- Özçile, N.**, 1996, İzmir Körfezindeki Midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck) Domoik Asit İçeriğinin Yüksek Performanslı Likit Kromatografi İle Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 35s.
- Özel, İ.**, 2003, Planktonoloji I, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, No:145 , İzmir.
- Pan, Y., Cembella, A. D. and Quillam, M. A.**, 1999, Cell cycle and toxin production in the benthic dinoflagellate *Prorocentrum lima*. *Marine Biology* 134: 541-549.
- Pepler, W. J. and Loubser, E.**, 1960, Histochemical Demonstration Of The Mode Of Action Of The Alkaloid İn Mussel Poisoning. *Nature (London)*, 188, 860.
- Pierotti, S., Malaguti, C., Milandri, A., Poletti, R., and Rossini, G. P.**, 2003, Functional assay to measure yessotoxins in contaminated mussel samples, *Analytical Biochemistry* 312:208–216 poison on end-plate potentials. 105, 233-238.
- Quilliam, M.A., Xie, M. and Hardstaff, W.R.** 1995, Rapid Extraction and Cleanup for Liquid Chromatographic Determination of Domoic Acid in Unsalted Food. *J. AOAC International*, 78(2): 543-554.
- Reguera, B., Campos, M. J., Fraga, S., Marino J. and Bravo, I.**, 1991, The monitoring of harmful algal blooms in Galicia (NW Spain). "Ed. J. M. Freymy, Proceedings of Symposium on Marine Biotoxins", 217-223 p, Paris.
- Reid, F.M.H.**, 1983, Biomass estimation of components of the marine nanoplankton and picoplankton by the Utermöhl settling technique. *J Plankton Res* 5: 235-252.
- Reynolds, C. S.**, 1993, The Ecology of Freshwater Phytoplankton. Cambridge University Press, 384 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Rhodes, L., Scholin, C. and Garthwaite, I.,** 1998, Pseudo-nitzschia in New Zealand and the role of DNA probes and immunoassays in refining marine biotoxin monitoring programmes. *National Toxins* 6:105–111
- Richlen, M. L., Morton, S. L., Barber, P. H., and Lobel, P. S.,** 2008, Phylogeography, morphological variation and taxonomy of the toxic dinoflagellate *Gambierdiscus toxicus* (Dinophyceae), *Harmful Algae* 7: 614–629
- Rossini, G. P.,** 2005, Functional assays in marine biotoxin detection, *Toxicology* 207 (2005) 451–462
- Sabancı, F., ve Koray, T.,** 2001, İzmir Körfezi (Ege Denizi) Mikroplankton'unun Vertikal ve Horizontal Dağılımına Kirliliğin Etkisi, *Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi* 18(1/2): 187-202
- Sapeika, N.,** 1953, Actions Of Mussel Poison, *Arch. International Pharmacodyn*, 93, 135-142.
- Sarıer, N.,** 2007, FZ272, Dalgaboyu, Frekans, Hız ve Genlik, Genel Kimya, İstanbul Kültür Üniversitesi.
- Schantz, E. J.,** 1960, Biochemical studies on paralytic shellfish poisons. *Ann. N.Y. Academical Science*, 90, 843-855.
- Schantz, E. J.,** 1963, Studies on the paralytic poisons found in mussels and clams along the North American Pacific coast. In *Venomous and Poisonous Animals and Noxious Plants of the Pacific Region*, ed. London: Pergamon Press.
- Scoging, A. C.,** 1998, Marine Biotoxins, Food Hygiene Laboratory, PHLS Central Public Health Laboratory, *Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement* 1998, 84, 41S–50S, Colindale, London, UK
- Selçuk, S.,** 1996, Çanakkale Boğazında sal metodu ile midye (*mytilus galloprovincialis*, lamarck 1819) yetiştiriciliği, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 69s.
- Senicheva, M. I.,** 1994, Algae of genus *Dinophyts* (Ehrenberg) in the Black Sea. *Hidrobiologie*, 30(1), 28-34.
- Serdar, S.,** 2003, Akivades (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) yetiştiriciliği üzerine araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 165s. Bornova, İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Seven, M. J.**, 1958, Mussel poisoning. *International Medicine*, 48, 891-897.
- Shumway, S.E., H.P. von Egmond, J.W. Hurst and L.L. Bean.** 1995, Management of shellfish resources. pp. 433-462, in: Hallegraeff, G.M., D.M. Anderson and A.D. Cembella (eds.). *Manual on Harmful Marine Microalgae*. IOC of UNESCO
- Smayda, J.S and Reynolds, C.S.**, 2003, Strategies of marine dinoflagellate survival and some rules of assembly, *Journal of Sea Research*, 49, 95-106.
- Sommer, H., and Meyer, K. F.**, 1937, Paralytic shell-fish poisoning, *Pathologie*, 24, 560-598.
- Sommer, H., Whedon, W. F., Kofoid, C. A., and Stohler, R.**, 1937, Relation of paralytic shelfish posion to certain palnton organisms of the genus *Gonyaulax*, 24, 537-559.
- Sournia, A.**, 1978, *Phytoplankton manual*. Monographs on Oceanographic Methodology 6. UNESCO, Paris. 337pp.
- Soydemir, N.**, 2000, Türkiye Denizleri Açık Suları Fitoplankton Kompozisyonu, *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, Ekim, 7(2): 23-36
- Subba Rao D. V., Quilliam M. A. and Pocklington, R.**, 1988, Domoic acid—a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture. 45:2076–2079
- Syaifudin, A. R. M., Jayasunder, K.P. and Mukhopadhyay, S.C.**, 2009, A low cost novel sensing system for detection of dangerous marine biotoxins in seafood, *Sensors and Actuators B* 137: 67–75
- Tekin, M.**, 1990, İzmir süyo dalyanında akivades (*Tapes decussatus*, L.1758) yetiştiriciliği üzerine araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 37s.. Bornova, İzmir
- Tekoğul, H.**, 1999, Türkiye'de bulunan bazı ekonomik kabuklu su canlıları üzerinde araştırmalar, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 196s.
- These, A., Scholz, J. and Preiss-Weigert, A.**, 2009, Sensitive method for the determination of lipophilic marine biotoxins in extracts of mussels and processed shellfish by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry based on enrichment by solid phase extraction, *Journal of Chromatography A*, 1216:4529–4538

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Toyofuku, H.**, 2006, Joint FAO/WHO/IOC activities to provide scientific advice on marine biotoxins (research report), Marine Pollution Bulletin 52: 1735–1745
- Turrell, E. A., Lacaze, J.P. and Stobo, L.**, 2007, Determination of paralytic shellfish poisoning (PSP) toxins in UK shellfish, Harmful Algae 6: 438–448
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 1989, TS 7159, Suyun analiz metotları, Amonyum tayini, 1.kısım: Manuel spektrofotometrik metot,
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 1990, TS 7886, Su kalitesi, Ortofosfat tayini,
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 1999, TS EN ISO 13395, Su kalitesi, Nitrit azotu, nitrat azotu ve bunların toplamının akış analizi (cfa ve fia) ve spektrometrik tespiti,
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 2006, TSE 15204, Su kalitesi, Değiştirilmiş mikroskopi yöntemi (utermöhl technique) kullanılarak fitoplanktonların sayılmasına dair standart kılavuz,
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 2012, TS 9748 EN 27888/T1, Su kalitesi, Elektriksel iletkenlik tayini,
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 2013, TS EN ISO 10523, Su kalitesi, pH tayini,
- Türk Standartları Enstitüsü (TSE)**, 2014, TS 9360, Su kalitesi, Silika tayini,
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)**, 2015, Haber Bülteni Sayı:18616, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları, 2014, 2s.
- Tümer, T.**, 2012, Günlük Fitoplankton Değişimi İnciraltı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Körfezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 95s.
- Tümer, T., Ergüden, C. ve Bizsel, N.**, 2011, İzmir Körfezi'nde Dağılım Gösteren Potansiyel Zararlı Fitoplankton Türlerinin Akdeniz Midyesi, (*Mytilus galloprovincialis* Lam., 1819) Üzerine Etkisi, X. Ulusal Ekoloji Ve Çevre Kongresi, Çanakkale

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ujevic, I., Roje, R., Gladan, Z. N., and Marasovic, I.,** 2012, First report of Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from eastern Adriatic Sea (Croatia), *Food Control* 25: 285-291
- Ulca, A.,** 1996, Marmara Denizi ve Karadeniz'de avlanan bazı çift kabuklu yumuşakçaların mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma, İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 35s.
- Uslu, O.,** 1994, İzmir Körfezi'nin Kirliliği, A Trening Course on Remote Sensing and Geographical Information Systems in Coastal and Estuarine Modelling, Medeco, Turkey
- Utermöhl, H.,** 1931, Neue Wege in der quantitativen Erfassung des Planktons. (Mit besonderer Berücksichtigung des Ultraplanktons). *Verh. Int. Ver. Theor. angew. Limnol.* vol. 5, no. 2. p. 567-596
- Utermöhl, H.,** 1958, Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitt. int. Verein. theor. angew. Limnol.* 9: 1-38
- Vandolah, F. M.,** 2000, Marine Algal Toxins: Origins, Health Effects, And Their Increased Occurrence, *Environ Health Perspect*, 108 (Suppl-1):133-141
- Vatansever, F.,** 2009, Genetik Algoritma Tabanlı Denklem Çözümleri, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İATS'09), 13-15 Mayıs, Karabük.
- Viviani, R., Boni L., Cattani, O., Milandri A., Poletti R., Pompei M. and Sansoni G.,** 1997, ASP, DSP, NSP and PSP monitoring in 'mucilaginous aggregates' and in mussels in a coastal area of the Northern Adriatic Sea facing Emilia-Romagna in 1988, 1989 and 1991 *The Science of the Total Environment* 165 (1995) 203-211
- Vlamiş A., Katikou, P., Rodriguez, I., Rey, V., Alfonso, A., Papazachariou, A., Zacharaki, T., Botana, A. M. and Botana, L. M.,** 2015, First Detection of Tetrodotoxin in Greek Shellfish by UPLC-MS/MS Potentially Linked to the Presence of the Dinoflagellate *Prorocentrum minimum*, *Toxins* 2015, 7, 1779-1807; doi:10
- World Health Organization (WHO),** 2010, Safe Management Of Shellfish And Harvest Waters, London, UK, 360 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Whyte, J. N. C., and Haigh, N.,** 2001, Proposal for research to be conducted by a consortium of fish farmers on the west coast of Canada in conjunction with Fisheries and Oceans Canada. Unpublished proposal. Pacific Biological Station, Nanaimo B.C.
- Yasumoto, T., and Murata, M.,** 1993, Marine Toxins. Chemical Reviews, 93: 1897-1909.
- Yılmaz, N.,** 1989, Doğu Karadeniz midyelerinin (*mytilus galloprovincialis* lamarck) bazı biyo-ekolojik özellikleri ve biyokimyasal yönden araştırılması, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 57s.
- Yolkolu, S.,** 2000, İstiridyenin (*Ostrea edulis* linnaeus 1758) gonad gelişimi üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 71s.
- Zingone, A. and Enevoldsen, H.O.,** 2000, The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management, Oceanand Coastal Management, 43, 725-748.

ÖZGEÇMİŞ

Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olan Bekir DOĞAN; 1979 yılının Kasım ayında, Kahramanmaraş İlinin Andırın İlçesi'nde doğdu. Lise öğrenimini 1997 yılında Ankara Laborant Meslek Lisesinde tamamladı. 1998 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesine kayıtlıdır. Aynı yılın sonunda İzmir İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü emrine Laborant olarak ataması yapıldı. Memuriyeti nedeniyle, 1999 yılında Veteriner Fakültesinden kaydını sildirdi. 2000 yılında Ege Üniversitesi Ege Meslek Yüksekokulu Su Ürünleri Bölümüne kayıtlıdır. 2003 yılında dikey geçiş sınavı ile Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine devam etti. 2006 yılında aynı fakülte içerisinde yatay geçiş yaparak, su ürünleri yetiştiriciliği bölümünden 2007 yılında lisans derecesiyle mezun oldu. 2009 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamladı.

Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalında Doktora eğitimine başlayıncaya kadar, laborant olarak çalıştığı İzmir İl Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünde, bilgi-işlemci, nöbetçi memurluk, veznedar, ambar memurluğu, satın alma personeli, döner sermaye saymanlığı gibi idari görevlerde bulundu. 2009 yılında su ürünleri mühendisi ünvanı olarak biyotoksin analizleri laboratuvarında görevlendirildi. Aynı yıl, Ankara Ulusal Referans Laboratuvar Müdürlüğü emrine geçici görevle atandı. Akabinde, vatani görevini 329. kısa dönem erbaş olarak tamamladı. 2010 yılında başladığı doktora eğitimine devam ederken 2011 yılında evlendi ve 2012 yılında bir erkek evladı oldu.

İzmir Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğünde, 2010 itibariyle Su Ürünleri Yüksek Mühendisi olarak devam ettiği laboratuvar şefliği görevinden, 2013 yılında laboratuvar iç kontrol koordinatörlüğü ve müdür yardımcısı görevine getirildi. 2014 yılında eş durumu tayini nedeniyle, Kayseri Pınarbaşı İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde Su Ürünleri Mühendisi olarak göreve başladı. 2015 yılında Kayseri Balıkçılık ve Su Ürünleri Şube Müdürü olarak atandı. Halen bu göreve devam etmektedir.