

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

(DOKTORA TEZİ)

**İZMİR-GERENCE KÖRFEZİ SU ÜRÜNLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNİN
BULUNDUĞU BİYOSİSTEMLERDE DOĞAL RADYONÜKLİD
ZENGİNLEŞMESİNİN İNCELENMESİ**

Ebru TATAR

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Aysun UĞUR GÖRGÜN

Nükleer Bilimler Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 622.01.01

Sunuş Tarihi : 27.02.2015

Bornova-İZMİR

2015

Sayın Ebru TATAR tarafından **Doktora** tezi olarak sunulan "**İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Bulunduğu Biyosistemlerde Doğal Radyonüklid Zenginleşmesinin İncelenmesi**" başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 27/02/2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

İmza

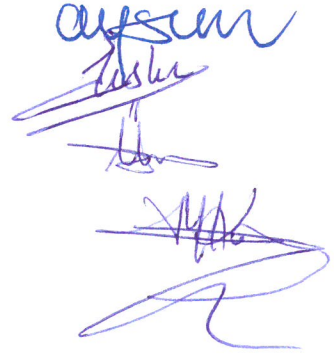
Jüri Başkanı : Prof.Dr. Aysun UĞUR GÖRGÜN

Raportör Üye: Doç.Dr.Müslim Murat SAÇ

Üye : Doç. Dr. Ümran HİÇSÖNMEZ

Üye : Doç.Dr. Ali Y. KORKUT

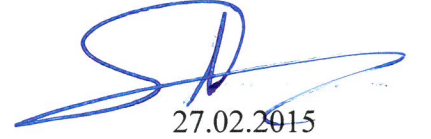
Üye : Doç.Dr.Selma KATALAY



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü Lisanüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Doktora Tezi olarak sunduğum "İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Bulunduğu Biyosistemlerde Doğal Radyonüklid Zenginleşmesinin İncelenmesi" 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 planlamasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.



27.02.2015

Ebru TATAR

ÖZET**İZMİR-GERENCE KÖRFEZİ SU ÜRÜNLERİ
YETİŞTİRİCİLİĞİNİN BULUNDUĞU BİYOSİSTEMLERDE
DOĞAL RADYONÜKLİD ZENGİNLEŞMESİNİN
İNCELENMESİ**

TATAR, Ebru

Doktora Tezi, Nükleer Bilimler Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Aysun UĞUR

Şubat 2015, 159 sayfa

Deniz ekosistemindeki doğal radyonüklidler üzerine yapılan çalışmalar sayesinde denizlerdeki besin zinciri ile radyonüklidlerin insanlara transfer mekanizması anlaşılabilir. Su Ürünleri Yetiştiriciliği (Balık, kabuklu deniz ürünleri ve su bitkilerinin yetiştiriciliği) dünya gıda ekonomisinin en hızlı büyüyen segmentleri arasında yer alır. Denizlerde ve göllerde ağ kafeslerde veya kara alanlarında yer alan havuzlarda insan kontrolünde yapılan balık üretmeye "Su Ürünleri Yetiştiriciliği" denir. İzmir-Gerence su ürünleri yetiştiriciliği ve özellikle ağ kafeslerde balık yetiştiriciliği ekonomik öneme sahiptir.

Bu çalışmanın amacı farklı deniz canlılarındaki bazı doğal radyonüklidler (^{210}Po ve ^{210}Pb) ile su sıcaklığı, tuzluluk, klorofil-a seviyeleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu nedenle midye örnekleri midye ağ torbaları kullanılarak balık kafesleri etrafında yetiştirilmiştir. Balık, denizsuyu, sediment ve planktonik organizma örnekleri İzmir-Gerence Körfezin de bulunan su ürünleri yetiştiriciliğinden toplanmıştır. Yetiştiricilik alanında izlemeye alınan midyelerin gelişim düzeylerinin her aşamasının izlenmesi farklı deniz organizmalarında radyonüklidlerin dinamik ve taşınmaları hakkında bilgi vermiştir.

İzmir-Gerence Körfezinin bulunduğu biyosistemlerden alınan midye (*Mytilus galloprovincialis*), balık, denizsuyu, sediment ve planktonik organizma örneklerindeki doğal radyonüklid konsantrasyonları (^{210}Po ve ^{210}Pb) aylık olarak analiz edilmiştir. Su sıcaklığı, tuzluluk, klorofil-a da tayin edilmiştir. Farklı bir referans noktası olarak İnciraltı'nda çalışılmıştır. Örneklerdeki ^{210}Po tayinleri 5,30 MeV enerjili alfalarından yararlanılarak yapılmış ve izleyici olarak ^{209}Po (0,1 Bq mL⁻¹) kullanılmıştır.

Midyelerde maksimum büyüme ilkbahar-yaz aylarında meydana gelmiştir. İlkbahar ve erken yaz dönemi boyunca diğer aylara göre daha yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonu ve klorofil-a bulunmuştur. Bu durum ilkbahar patlaması olarak adlandırılan plankton artışı ve ilkbahardaki atmosferik yağışların yansması olabilir.

En yüksek radyonüklid konsantrasyonu Mayıs ayındaki midye örneklerinde ^{210}Po için $984\pm12 \text{ Bq kg}^{-1}$, ^{210}Pb için $200\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ bulunmuştur. Plantonik organizmalardaki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları sırasıyla $32\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ile $230\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $10\pm3.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ile $70\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları sırasıyla $32\pm2.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ ile $185\pm0.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $30\pm2.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ile $180\pm2.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Örnekleme periyodu süresince alınan deniz suyu örneklerindeki ortalama ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları sırasıyla $68\pm5.0 \text{ Bq L}^{-1}$ ve $23\pm5.0 \text{ Bq L}^{-1}$ dir. En yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonu sırasıyla midye ve balıkların karaciğerinde 361 ± 6.5 ve $25\pm0.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Elde edilen tüm veriler istatistiksel olarak kemometrik yöntem olan Temel Bileşenler Analizi kullanılarak değerlendirilmiştir. ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ile klorofil-a miktarları arasında önemli bir ilişki bulunmuştur ($p<0.05$).

Anahtar Sözcükler: İzmir Gerence Körfezi, Su ürünleri yetiştiriciliği, midye, balık, plankton, sediment, klorofil-a, ^{210}Po , ^{210}Pb .

ABSTRACT**INVESTIGATION OF THE NATURAL RADIONUCLIDES
ENRICHMENT IN THE BIOSYSTEM OF AQUACULTURE IN
İZMİR-GERENCE BAY**

TATAR, Ebru

Phd Thesis, Department of Nuclear Sciences

Supervisor: Prof. Dr. Aysun UĞUR GÖRGÜN

February, 2015, 159 pages

Studies on natural radioactivity in marine ecosystems offer considerable scope for understanding the mechanism of radioactivity transfer to man through the marine food chain. Aquaculture (the farming of fish, shellfish, and aquatic plants) is among the fastest-growing segments of the world food economy. Aquaculture” stands for producing fish in seas and lakes in net cages or pools on land under the control of humans. Aquaculture and especially fish farming in cages has economical importance for İzmir-Gerence.

In this study, it is aimed to determine the correlation between the concentrations of the natural radionuclides (^{210}Po and ^{210}Pb) and water temperature, salinity, chlorophyll *a* levels in different marine organisms. So, mussels samples were cultivated around fish cages by using mussel net bags. Fish, seawater, sediments and planktonic organisms samples were collected from aquaculture biosystems of İzmir-Gerence Bay. Monitoring of the growth of the mussels in every stage gave us information about the dynamics and transport of radionuclides in different marine organisms. The natural radionuclides ^{210}Po and ^{210}Pb were analyzed in mussels (*Mytilus galloprovincialis*), fish, seawater, sediment and planktonic organisms samples from aquaculture biosystems of İzmir-Gerence Bay monthly. Water temperature, salinity, chlorophyll-*a* were determined. The other different station was studied in İnciraltı. Measurements of ^{210}Po were realized through its 5.30 MeV alpha particle emission, using ^{209}Po (0.1 Bq mL⁻¹) as the internal tracer. Maximum growth in length occurred during the spring-summer months. In spring and early summer periods, the activity concentrations of ^{210}Po and ^{210}Pb and chlorophyll-*a* were found to be higher than those of other months. This situation is derived from phytoplankton increase called spring bloom and also it is known that natural radionuclides in the atmosphere

comes to the aquatic environment with dry and wet precipitation in spring. Mussels samples which were collected in May showed the highest concentration of radionuclides $984 \pm 12 \text{ Bq kg}^{-1}$ for ^{210}Po , $200 \pm 5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ for ^{210}Pb . The concentrations of ^{210}Po and ^{210}Pb in planktonic organisms samples varies between $32 \pm 2.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ and $185 \pm 0.2 \text{ Bq kg}^{-1}$, $30 \pm 2.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ and $180 \pm 2.0 \text{ Bq kg}^{-1}$, respectively. In the sediments, ^{210}Po and ^{210}Pb varies between $32 \pm 2.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ and $185 \pm 0.2 \text{ kg}^{-1}$, $30 \pm 0.2 \text{ kg}^{-1}$ and $180 \pm 0.2 \text{ kg}^{-1}$, respectively. The ^{210}Po and ^{210}Pb concentrations in surface water of during sampling period were around $68 \pm 0.2 \text{ BqL}^{-1}$ and $23 \pm 0.2 \text{ BqL}^{-1}$, respectively. The highest activity concentrations of ^{210}Po , was found 361 ± 6.5 and $25 \pm 0.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ in hepatopancreas of mussels and fish, respectively. All the data obtained were evaluated statistically by using Principal Component Analysis (PCA). A significant relation was found between the activity concentrations of ^{210}Po and ^{210}Pb and chlorophyll-a ($p < 0.05$).

Keywords: İzmir-Gerence Bay, Aquaculture, Mussel, Fish, plankton, sediment, chlorophyll-a, ^{210}Po , ^{210}Pb .

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince değerli bilgi, tecrübe ve önerileri ile yol gösteren, sabır ve hoşgörüsüyle destek olan çalışmalarımı yönlendiren, her türlü destek ve imkanı sağlayan değerli hocam tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Aysun UĞUR GÖRGÜN'e en içten saygı ve sevgilerimle teşekkürlerimi sunarım.

Doktora çalışmalarım sırasında her türlü destek ve yardımlarından yararlandığım Sayın Doç. Dr. Müslim Murat SAÇ' a, bilgi ve desteğini esirgemeyen, arazi çalışmalarımda katkıda bulunan Sayın Doç. Dr. Ali Yıldırım KORKUT' a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince bilgi ve önerileri ile beni yönlendiren, desteğini esirgemeyen merhume Sayın Yar. Doç. Dr. Fatma Sanem SUNLU'ya teşekkürlerimi sunarım. Nükleer Bilimler Enstitüsü Müdürü Sayın Prof. Dr. Turgay KARALI'ya sundukları imkan ve çalışma ortamı için teşekkürlerimi sunarım. Bilgi ve önerileri ile beni yönlendiren, desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Mahmoud ASLANI'ye teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım süresince dostluğunu, yardımseverliğini ve bilgilerini esirgemedi yardımcı olan Sayın Ar. Gör. Dr. Filiz GÜR ve Ar. Gör. Dr. İlker SERT başta olmak üzere tüm laboratuvar arkadaşlarıma ve Nükleer Bilimler Enstitü ailesine teşekkürlerimi sunarım.

Her koşulda sağladıkları manevi ve maddi destek için aileme sonsuz teşekkür ve minnettarlığımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxv
 1. GİRİŞ	 1
 2. GENEL BİLGİLER	 15
2.1 Radyoaktivite	15
2.1.1 Doğal radyoaktivite	15
2.1.2 Sularda bulunan doğal radyoaktivite	16
2.1.3 Sularda bulunan yapay radyoaktivite	17
2.1.4 ²¹⁰ Po'un genel özellikleri	18
2.1.5 ²¹⁰ Pb'un Genel Özellikleri	20
2.2 Deniz Kirliliği ve Kaynakları	22
2.3 Denizel Ortamda Sıcaklık, Tuzluluk, Çözünmüş Oksijen Faktörleri	24
2.4 Denizel Ortamda Klorofil-a Faktörü	27
2.5 Biyolojik Örneklerin Seçimi	27
2.5.1 Kara midyeler (Mytilus galloprovincialis) hakkında genel bilgiler	29
2.5.2 Midyelere çeşitli faktörlerin etkisi	33
2.5.3 Deniz balıkları	34
2.5.4 Deniz Sedimentleri	35
2.5.5 Plankton	35
2.6 Türkiye'de ki Balık ve Midye Yetiştiriciliği	37
 3. MATERYAL VE YÖNTEM	 41
3.1 İzmir Körfezi	41
3.2 Gerence Körfezi	44
3.3 Örnekleme Bölgesi	46
3.4 Örnek Toplama	49
3.5 Metot	50
3.5.1 Midye, Balık, Plaktonik organizma ve Deniz Suyu örneklerinin hazırlanması	50

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.5.2 Midye, Balık, Plaktonik organizma ve Deniz Suyu örneklerine uygulanan radyokimyasal işlem	54
3.5.3 Sediment Örneklerine Uygulanan Radyokimyasal İşlemler	55
3.5.4 Depozisyon.....	56
3.5.5. Örneklerdeki Pb Konsantrasyonlarının Ölçülmesi	57
3.5.6 Alfa spektroskopik analizlerde kullanılan ^{209}Po standardının hazırlanması.....	58
3.5.7 ^{210}Po ve ^{210}Pb tayininde kullanılan alfa spektrometre sistemi	58
3.6 Biyokimyasal Analizler.....	59
3.6.1 Klorofil-a Tayini	59
4. BULGULAR.....	61
4.1 İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Bulunduğu Bölgeden Alınan Kara Midyelerdeki (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ^{210}Po Konsantrasyonları	61
4.2 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığı (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) ^{210}Po Konsantrasyonları	71
4.3 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Deniz Suyu ^{210}Po Konsantrasyonları	73
4.4 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Sediment Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları	74
4.5 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Plankton Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları	76
4.6 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Alınan Kara Midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ^{210}Po Konsantrasyonları	77
4.7 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Kara Midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) Karaciğer ve Solungaç Dokularındaki ^{210}Po Konsantrasyonları	86
4.8 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Levrek Balığı ^{210}Po Konsantrasyonları	88
4.9 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Alınan Denizsuyundaki ^{210}Po Konsantrasyonları	90

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

4.10	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları	91
4.11	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Alınan Plankton Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları	92
4.12	Örnekleme Bölgelerinin Sıcaklık değerleri ($^{\circ}\text{C}$), Tuzluluk değerleri (%o), Çözünmüş oksijen değerleri (mg/L), Klorofil-a değerleri ($\mu\text{g/L}$)	93
4.13	İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Bulunduğu Bölgeden Alınan Kara Midyelerdeki (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	94
4.14	İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Levrek Balığı (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) ^{210}Pb Konsantrasyonları	102
4.15	İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Deniz Suyu ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	103
4.16	İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları	105
4.17	İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri Yetiştiriciliği Plankton Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları	106
4.18	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Alınan Kara Midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ^{210}Pb Konsantrasyonları	107
4.19	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Alınan Kara Midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) Karaciğer ve Solungaç Dokularındaki ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	113
4.20	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Alınan Levrek Balığı ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	115
4.21	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Denizsuyu ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	116
4.22	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	118
4.23	İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Plankton Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları.....	119
5.	TARTIŞMA.....	120
5.1.	Büyümeye Bağlı olarak Midye Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi.....	120

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

5.2. Klorofil-a' ya Bağlı olarak Midye Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi	123
5.3. Sıcaklık, Tuzluluk, Çözünmüş Oksijen ve Klorofil-a' ya Bağlı olarak Midye Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi	125
5.4. Plankton Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Boyutlarına Bağlı olarak Değerlendirilmesi.....	127
5.5. Klorofil-a'ya Bağlı olarak Plankton Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi	129
5.6 Balık Örneklerinin Farklı Organ ve Dokularındaki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	133
5.7 Deniz suyundaki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	135
5.8 Sediment Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Aktivite Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	137
5.9 Farklı Organizmalardaki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi	138
5.10 Doz Tayini.....	145
KAYNAKLAR DİZİNİ	147
ÖZGEÇMİŞ	159

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Denizlerdeki ^{210}Po ve ^{210}Po 'un kaynağı.....	20
2.2 Kara midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) morfolojik özellikleri	30
2.3 Kara midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) Doku ve Organları.....	31
2.4 Denizlerde besin zinciri	36
2.5 Dünyadaki yıllara göre midye üretimi (FAO midye tüketim istatistikleri)	39
2.6 Kara midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) üreten ana ülkeler	40
2.7 Türkiye'nin Su ürünleri İhraç Ettiği Ülkeler (TUIK-2009).....	40
3.1 İzmir Körfezinin genel görünüşü	42
3.2 Dış, Orta ve İç körfezin genel görünüşü	43
3.3 Gerence Körfezinin genel görünüşü	44
3.4. Tebliğ Kapsamında Bulunan Balık Çiftliklerinin Yüzdesel Dağılım Grafiği.....	45
3.5 İzmir Gerence körfezi Balık çiftliklerinin eski ve yeni durumu	46
3.6 Örnek alınan su ürünleri yetiştiriciliğinin uydu fotoğrafları.....	47
3.7 İnciraltı Balıklı Bölgesinin uydudan görünüşü (380 241 45 K, 270 021 28 D)	48
3.8 Örnek alınan su ürünleri yetiştiriciliğinin genel görünüşü	49
3.9 Pazarlama payına göre büyüme oranı hesaba katılarak seçilen 3.5 cm büyüklüğünde seçilen midye örnekleri	49
3.10 Su ürünleri yetiştiricilik bölgesindeki kafes kenarlarına yerleştirilen midye fileleri.....	50
3.11 Su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine yerleştirilen midyelerin ilk ay (üst resim) ve son aydaki (alt resim) büyümedeki değişimi	51
3.12 Balık örneklerinin laboratuara getirildikten sonra boyutları belirlenmesi.....	51
3.13 Midye örnekleri saf su ile yıkanıp kurutma kağıdı üzerinde boyutlarına ayrılması	52
3.14 Balık ve midye örnekleri doku ve organlarına ayrılma aşaması.....	52
3.15 Doku ve organların yaş ağırlıkların tartılması	52
3.16 Deniz yüzeyinden plankton kepçesi ile yatay çekim	53
3.17 Planktonik organizmaların membran filtreden süzülmesi	54
3.18 Balık, midye ve plankton örneklerine uygulanan radyokimyasal ayırım işleminin akış şeması.....	55
3.19 Sediment örneklerini mineral asitlerle çözme işlemi.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.20 Depozisyon işlemi.....	57
3.21 Alfa spektrometre sisteminin genel görünüşü.....	58
4.1 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine ilk yerleştirilen 3.5 cm boyutundaki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	61
4.2 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	62
4.3 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	63
4.4 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	64
4.5 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	64
4.6 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	65
4.7 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	66
4.8 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	66
4.9 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	67
4.10 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	68
4.11 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	68

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.12 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	69
4.13 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	70
4.14 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	70
4.15. Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	71
4.16 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	73
4.17 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	74
4.18 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	75
4.19 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kıyı Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	76
4.20 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan plankton örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	77
4.21 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	78
4.22 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	79
4.23 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	79
4.24 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	80
4.25 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	81
4.26 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	81

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.27 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	82
4.28 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	83
4.29 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	83
4.30 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	84
4.31 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	85
4.32 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	85
4.33 İnciraltı Balıkhali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	86
4.34 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) karaciğer solungaç dokularındaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	88
4.35 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	90
4.36 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden Deniz Suyu Örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	91
4.37 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	92
4.38 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Planktondaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	93
4.39 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden ilk yerleştirilen 3.5 cm kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	95
4.40 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	96
4.41 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	96

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.42 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	97
4.43 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	98
4.44 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği farklı boyuttaki midye örneklerindeki aylık ²¹⁰ Pb konsantrasyonları değişimleri	101
4.45 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) karaciğer ve solungaç dokularındaki aylık ²¹⁰ Pb konsantrasyonları değişimleri.....	103
4.46 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	104
4.47 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	106
4.48 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan planktonik organizmalar örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	107
4.49 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	108
4.50 İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	108
4.51 İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	109
4.52 İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	110
4.53 İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden alınan farklı doku tüm örnekteki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	113
4.54 İnciraltı Balık Hali Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	116
4.55 İnciraltı Balık Hali Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	117

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.56 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	118
4.57 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Planktonik Organizma Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişim	119
5.1 Farklı boyutlardaki midye örneklerindeki ^{210}Po aktivite konsantrasyon değişimi	120
5.2 Farklı boyutlardaki midye(<i>Mytilus galloprovincialis</i>) örneklerindeki ^{210}Pb aktivite konsantrasyon değişimi	121
5.3 Her iki bölgedeki midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	122
5.4. Midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) örneklerinin farklı aylar ve klorofil-a düzeyinin değişimi ile ^{210}Po (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.....	124
5.5 Midye (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) örneklerinin farklı aylar ve klorofil-a düzeyinin değişimi ile ^{210}Pb (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.....	124
5.6 Midye örneklerindeki aylık ^{210}Po aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz grafiği	125
5.7 Midye örneklerindeki aylık ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz grafiği	126
5.8 Midye örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz grafiği	126
5.9 Farklı boyutlardaki planktonik organizmalardaki ^{210}Po konsantrasyon değişimi.....	128
5.10 Farklı boyutlardaki planktonik organizmalardaki ^{210}Pb konsantrasyon değişimi.....	128
5.11 Plankton örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Po (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği	130
5.12 Plankton örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Pb (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.....	130
5.13 Klorofil-a'nın plankton ^{210}Po aktive konsantrasyonları ile Kemometrik PCA analiz sonuçlarının grafiği.....	131

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.14 Ocak96- Ocak97 arası kuzey Wales kıyılarından (İngiltere) toplanan örneklerden ^{210}Po aktivite konsantrasyonu	132
5.15 Kuzey Wales tan toplanan <i>Littorina Littorea</i> (deniz salyangozu) nın tüm yumuşak dokularında daki ^{210}Po aktivitesi.....	132
5.16 Levrek balığı örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Po (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.	133
5.17 Levrek balığı örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Pb (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.	133
5.18 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	135
5.19 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	135
5.20 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	136
5.21 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	136
5.22 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	138
5.23 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	138
5.24 Farklı organizma örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	139
5.25 Farklı organizma örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	139
5.26 Plankton, Midye, Levrek Balığı, Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının Kemometrik PCA analiz sonuçlarının grafiği	140
5.27 Plankton, Midye, Levrek Balığı, Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının Kemometrik PCA analiz sonuçlarının dendrogram grafiği.....	140
5.28 Farklı kaynaklardan derlenen çeşitli deniz organizmalarındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının ortalama değerleri	141
5.29 Pearson Korelasyonu: Sıcaklık, Tuzluluk, Çözünmüş oksijen, Klorofil-a ve Po-210 ve Pb-210 (Bq/kg)	143

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 radyonükleidlerin sahip olduğu parçacıkların enerjilere göre dizilişi	19
2.2 Bazı radyonüklidlerin konsantrasyon faktörleri	37
2.3 Dünya ve bazı ülkelerin toplam 2009-2010 yılı su ürünleri üretimi ve yetiştiricilik miktarı(ton)	38
2.4 Türkiye’de ki yıllara göre midye tüketim	39
4.1 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine yerleştirilen 3.5 cm boyutlarındaki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	61
4.2 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	62
4.3 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerinde (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	63
4.4 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	63
4.5 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	64
4.6 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	65
4.7 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	65
4.8 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	66
4.9 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	67
4.10 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	67

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.11 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	68
4.12 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	69
4.13 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	69
4.14 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	70
4.16 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) Boyutlarına göre ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	72
4.17 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) Balığının karaciğer dokularındaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	72
4.18 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) Balığının solungac dokularındaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	73
4.19 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	74
4.20 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	75
4.21 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kıyı Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	76
4.22 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan plankton örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	77
4.23 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	78
4.24 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları.....	78

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.25. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	79
4.26. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	80
4.27. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	80
4.28. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	81
4.29. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	82
4.30. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	82
4.31. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	83
4.32. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	84
4.33. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	84
4.34. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	85
4.35. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Po konsantrasyonları	86
4.36. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) karaciğer ve solungaç dokularında ²¹⁰ Po konsantrasyonları	87
4.37. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	89
4.38. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	89
4.39. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	90
4.40. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	91
4.41. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Planktondaki ²¹⁰ Po konsantrasyonlarının aylık değişimi	92

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.42 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliğinin Sıcaklık değerleri (°C), Tuzluluk değerleri (‰), Çözünmüş oksijen değerleri (mg/L), Klorofil-a değerleri (µg/L).....	94
4.43 İnciraltı Balıkhali bölgesinin Sıcaklık değerleri (°C) ve Klorofil-a değerleri (µg/L)	94
4.44 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden ilk yerleştirilen 3.5 cm kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	95
4.45. İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	95
4.46 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	96
4.47 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	97
4.48 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	97
4.49 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	98
4.50 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	98
4.51 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Ocak ayında kara alınan filedeki midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	99
4.52 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	99
4.53 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Mart ayında toplanan alınan filedeki (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	99

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.54 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	100
4.55 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	100
4.56 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	100
4.57 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları.....	101
4.58 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) Boyutlarına göre ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	102
4.59 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) karaciğer dokularındaki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	102
4.60 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (<i>Dicentrarchus Labrax</i>) solungaç dokularındaki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	103
4.61 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	104
4.62 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	105
4.63 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kıyı Sediment örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	105
4.64 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan planktonik organizmalar örneklerindeki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	106
4.65 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	107

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.66 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	108
4.67 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	109
4.68 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	109
4.69 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	110
4.70 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	110
4.71 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	111
4.72 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	111
4.73 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	111
4.74 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	112
4.75 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	112
4.76 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	112
4.77 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	113
4.78 İnciraltı Balık Hali bölgesinden toplanan kara midyelerin farklı dokularındaki (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) ²¹⁰ Pb konsantrasyonları	114
4.79 İnciraltı Balık Hali Bölgesinden Levrek Balığının dokularındaki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	115
4.80 İnciraltı Balık Hali Bölgesinden Levrek Balığının solungaç dokularındaki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	115
4.81 İnciraltı Balık Hali Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer dokularındaki ²¹⁰ Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	116

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.82 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	117
4.83 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi	118
4.83 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Planktonik Organizma Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi.....	119

1. GİRİŞ

Endüstrinin hızlı gelişimi, büyük şehirlerdeki hızlı nüfus artışı gibi etkenler sonucu oluşan sanayi ve evsel atıkların bilinçsizce çevreye atılması, kara ve akuatik ortamlarda kirlilik artışına neden olmaktadır. Denizlere karışan atıklar, deniz ürünleri ile beslenen insanlara kolaylıkla ulaşabilmektedir. Deniz ürünleri tüketen milyarlarca insanı doğrudan etkilemesi nedeniyle, denizlerdeki radyoaktif kirlilikle ilgili yapılacak araştırma ve incelemeler büyük önem taşımaktadır. Denizlerdeki radyoaktif kirlilik, besin zinciri yoluyla insanlara taşınır.

İnsanlar tarafından alınan radyasyonun büyük çoğunluğu doğal kaynaklı olup kozmik ışınlardan, ^{238}U ve ^{232}Th serilerinin bozunum ürünlerinden kaynaklanır. Ekosistemlerdeki radyasyon dozuna önemli katkıda bulundukları için doğal radyonüklidlerin oluşma basamakları ile ilgili bilgiler önemlidir (Hameed, 1997). ^{238}U serisi ürünleri (^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po) ve ^{232}Th serisinin ürünü olan ^{228}Ra 'ın çeşitli ortamlardaki birikim davranışları ve toksikolojik etkileri incelenmelidir. Denizlerdeki yapay radyoaktivite kaynakları arasında ise; atmosferdeki nükleer denemeler, geçmişte depolanmış nükleer atıklar, nükleer kazalar, radyoaktif kaynakların kaybolması, güç kaynağı olarak radyoizotop kullanan uzay mekikleri bulunmaktadır. Denizlerde radyoaktif kirliliğe neden olan yapay elementlerin en önemlileri ^{137}Cs , ^{239}Pu , ^{240}Pu ve ^{90}Sr 'dir (Uğur, 2004). Kirlilik etkisini izleyebilmek için kirlilik tehdidi altındaki bir bölgenin canlı faunasının bilinmesi ve belirli aralıklarla kontrol edilmesi gerekmektedir.

Deniz ekosistemindeki besin zincirinin ilk halkasını; azot ve fosfat kullanarak fotosentez yapan fitoplankton (tek hücreli bitkisel organizmalar) oluşturur. Fitoplanktonla beslenen hayvansal-plankton (zooplankton) ise ikinci halkadır. Ardından zooplanktonla beslenen küçük balıklar ve yırtıcı balıklar gelir.

Özellikle midyeler denizlerde bol miktarda bulunmaları, metalleri yüksek yoğunluklarda biriktirip, bunları uzun bir süre bünyelerinde tutmalarından dolayı sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelir. Dünyanın çeşitli ülkelerinde gıda olarak tüketilen midyeler, deniz suyu içinde çözünmüş halde bulunan maddeleri direkt olarak absorbe ederek veya suda asılı halde bulunan partikülleri süzerek beslendiği için kirleticileri bünyesinde toplamaktadır. Bazı omurgasızlar ve özellikle CaCO_3 'dan kabuk oluşturan türler ağır metal ve radyonüklidlerin biyolojik biriktiricileridirler. Bu organizmaların bünyelerindeki ağır metal düzeyleri, deniz suyuna oranla binlerce hatta yüz binlerce defa daha fazla olmaktadır. Duyarlı olması nedeniyle dünyada ağır metal birikim düzeyleri

üzerine yapılan çalışmalarda materyal olarak indikatör türler seçilmektedir. Bu organizmalardan *Mytilus galloprovincialis*, *Patella caerulea*, örnekleri ağır metallerin biyoindikatörü olduklarından en çok kullanılan türlerdendirler.

Denizel ortamlar için tehlikeli ve insan sağlığına zarar verebilen önemli kirletici unsurlardan bir diğeri ise doğal radyonüklidlerdir. Denizel ortamlarda doğal radyonüklid konsantrasyonları; yapay gübrelerin, fosil yakıtların, deterjan ve pestisit kullanımının, fosfat işleme tesislerinin ve fosil yakıt kullanan termik santrallerin çoğalması ile hızla artmaktadır. Örneğin, bir termik santralde bir gigawatt elektrik üretiminde kullanılan kömürden çevreye yılda 10^9 - 10^{11} Bq ^{220}Ra ve ^{222}Rn , 10^8 - 10^{10} Bq ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{232}Th ve ^{238}U verilmektedir (Baxter, 1993).

^{238}U bozunum serisinin doğal bir ürünü olan ^{210}Po ($t_{1/2}=138$ gün, 5,304 MeV), deniz organizmaları tarafından güçlü bir şekilde biriktirilen ve konsantrasyon faktörü 10^3 ile 10^4 arasında değişen bir radyonükliddir. ^{210}Po ; ^{210}Bi , ^{210}Pb ve ^{210}Po 'un kuru ve yaş atmosferik depozisyonu ile sularda bulunan çözülmüş haldeki ^{226}Ra ve ^{222}Rn gazının radyoaktif bozunumundan deniz ortamına girer. Bu doğal kaynaklar dışında, nükleer reaktörlerde kararlı bizmutun nötron aktivasyonu ile de meydana gelir. Denizlere ve okyanuslara giriş yapan ^{210}Po su kütlelerinden organik parçacık yüzeylerine adsorbsiyon ile geçer ve fitoplankton, zooplankton gibi organizmalar tarafından alınır. ^{210}Pb ise, ^{210}Po 'un aksine organik parçacıklardan ziyade inorganik parçacık yüzeylerine adsorblanır (IAEA, 1995). Bununla beraber ^{210}Po , farklı kimyasal davranışından dolayı, daha derinlerde kolayca sediment, su ve organizma arasındaki döngüye dahil olur (Carvalho, 1995; Stepnowski ve Skwarzec, 2000; Wildgust ve McDonald, 2005).

Genel olarak deniz suyunda ağır metaller ve bazı radyonüklidler (^{210}Po , ^{210}Pb , ^{234}Th), düşük çözünürlüğe sahiptirler ve partikül materyallere adsorblanma eğilimindedirler. Partikül materyallere adsorblanan radyonüklidler, bu partiküllerin sedimentasyonu ile sediment yüzeylerine depoze olmaktadır.

Çoğu çalışmada, deniz suyu ve midyelerdeki ^{210}Po konsantrasyon seviyeleri mevsimsel değişim ile birlikte değerlendirilmiştir. İlkbahar aylarında oluşan fitoplankton miktarındaki artışa bağlı olarak çeşitli biyoindikatör organizmalardaki ^{210}Po konsantrasyonu maksimum seviyelere ulaşabilmektedir. ^{210}Po çok güçlü bir şekilde birçok deniz organizması tarafından tutulur fakat organizmalardaki birikim değerleri farklılıklar gösterir. Doğal bir radyonüklid olan ^{210}Po 'un midyelerdeki konsantrasyonunun İngiltere'de (Whitehaven) yapılan bir çalışmada 3120 Bq kg^{-1} düzeyine kadar çıktığı bulunmuştur (McDonald et al., 1996).

Wildgust ve arkadaşları (1998), Galler'in kuzey kıyılarındaki bir yerleşim yerinde, ^{210}Po 'un denizlerdeki besin zincirine girişini araştırmak için mevsimsel ölçümler yapmışlardır. *Mytilus edulis*'te akümüle olan ^{210}Po 'un büyük çoğunluğunun, midyelerin sindirim sisteminde toplandığını bulmuşlardır.

^{210}Po , deniz organizmalarında ilk defa 1970 yılında Kauranen ve arkadaşları tarafından incelenmiştir. Heyraud ve arkadaşları (1976), zooplanktonik bir örnek olan euphausiids'in (*Meganyctiphanes norvegica*) farklı organ ve dokularında ^{210}Po aktivite konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Ayrıca, çalışmada euphausiids (*Meganyctiphanes norvegica*) farklı boyutlara ayrılmış ve boyutlara göre ^{210}Po dağılımı da incelenmiştir. En yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonunu, euphausiids'in (*Meganyctiphanes norvegica*) karaciğerinde bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada zooplanktonların, ^{210}Po 'un yüzey katmanlarından okyanusun derinliklerine kadar taşınmasında önemli bir rol oynadığını tespit etmişlerdir.

Cherry ve Heyraud (1979), besin zincirinin birinci ve ikinci basamağında yer alan pelajik ve bentik canlılarda ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre konsantrasyon faktörlerinin, deniz suyundan her iki besin zincirindeki tüm organizmalara kadar hemen hemen sabit ve ^{210}Po için 10^4 , ^{210}Pb için ise 10^2 olarak bulmuşlardır.

1984–1985 yıllarında McDonald ve arkadaşları İngiltere'de midyeler, karidesler ve salyangozlar üzerinde yaptıkları bir çalışmada; 5,3 MeV enerjili alfa parçacığı yayınlayan ^{210}Po miktarını tespit etmişlerdir (McDonald et al., 1996; Saçan, 2004).

Portekiz'de tüketilen gıdalarda ^{210}Pb ve ^{210}Po ölçümlerini yapan F.P. Carvalho (1995), elde ettiği sonuçlarda besin yoluyla alınan ^{210}Po 'un %70'inin deniz ürünlerinden kaynaklandığını rapor etmiştir. Çalışmada, ^{210}Po 'un radyotoksitesinin oldukça yüksek bir radyoizotop olduğu ve biyolojik etkilerinin de ana radyonüklidi olan ^{210}Pb 'a kıyasla daha fazla olduğunu işaret etmiştir.

Shahul ve arkadaşları (1996) tarafından yapılan çalışmada; Hindistan'ın güney doğu kıyısında yer alan Kaveri Nehri'nde yaptıkları bir çalışmada biyotik ve sedimentte ^{210}Po ve ^{210}Pb 'un biyobirikimlerini incelemişlerdir. Çalışmalarında sediment, deniz suyu, plankton, çeşitli türde makroalg, kabuklu, yumuşakça ve balıkları incelemişlerdir. Makroalgler arasında en yüksek ^{210}Po konsantrasyonunu (20 Bq kg^{-1}) *Sargassum wightii* türünde tayin etmişlerdir. İnceledikleri tüm makroalg türlerinde ^{210}Pb konsantrasyonlarının ($1,35$ ile $1,98 \text{ Bq kg}^{-1}$), ^{210}Po konsantrasyonlarından çok daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Aynı çalışmada 50

ile 900 µm arasında değişen 6 farklı boyutta sediment örneği incelemişler ve 200 ile 900 µm arasındaki sedimentlerde ^{210}Po konsantrasyonunu 5,7 ile 24 Bq kg⁻¹ aralığında bulmuşlardır. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonunu ise 50 µm'lik partikül boyutunda 164 Bq kg⁻¹ olarak tayin etmişlerdir. Bu durum, ^{210}Po 'un daha küçük sediment partiküllerine doğru bir eğiliminin olduğunun göstergesidir.

Gasco ve arkadaşları ise 1997 ve 1999 yılları arasında CANIGO-FLUGIST projesi kapsamında İspanya'da deniz suyu örneklerindeki doğal (^{210}Po , ^{210}Pb) ve yapay ($^{239,240}\text{Pu}$, ^{137}Cs) radyonüklidleri incelemişlerdir. Akdeniz sularında ortalama ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonlarını $0,84 \pm 0,34$ Bq m⁻³ ve $0,66 \pm 0,34$ Bq m⁻³ olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada $^{239,240}\text{Pu}$ konsantrasyonlarını $22,0 \pm 3,0$ Bq m⁻³ ve ^{137}Cs konsantrasyonlarını ise $2,52 \pm 0,28$ Bq m⁻³ olarak tayin etmişlerdir.

Sunlu ve Egemen (1998), Homa Dalyanı ve İzmir Körfezi'nden topladıkları bazı balık türlerinin farklı organ ve dokularında ağır metal düzeylerini mevsimsel olarak tayin etmişlerdir. Araştırma sonucunda doku ve organların içermiş olduğu ağır metal düzeyleri en yüksek karaciğerde bulunmuştur. Çalışmada, en yüksek ağır metal birikimini Fe için, en düşük birikim ise Cd için tayin etmişlerdir.

Ryan ve arkadaşları (1999), İrlanda kıyı şeridinde belirlenen istasyonlardan alınan midye (*Mytilus edulis*) örneklerinde ^{210}Po konsantrasyonlarını tayin etmişler ve örneklerin toplandığı istasyona bağlı olarak ^{210}Po konsantrasyonlarının değişimini incelemişlerdir. Araştırmada ayrıca Sutton ve Carlingford bölgelerinden toplanan midye (*Mytilus edulis*) örneklerindeki ^{210}Po aktivite konsantrasyonlarının toplandıkları döneme ve midye boyutlarına göre değişimleri incelenmiştir. Belfast yakınlarındaki Seapark ve Sutton bölgelerinden toplanan midyelerdeki ^{210}Po aktivite konsantrasyonları sırayla 80 ± 9 Bq kg⁻¹ ve 468 ± 32 Bq kg⁻¹ olarak bulunmuştur. ^{210}Po konsantrasyonlarında örnekleme zamanına ve midye boylarına bağlı değişimler görülmüştür.

Ryan ve arkadaşları tarafından (1999) yapılan bir çalışmada; İrlanda kıyılarında 1997 ile 1998 yılları arasında balık ve deniz kabuklularında Pu ve Am aktivite konsantrasyonları incelenmiştir. Çalışmada, balıklardaki aktivite konsantrasyonları ölçülebilir seviyenin altında bulunmuştur. Midye ve istiridye örneklerinde ise 1991-1996 yılları arasında Ryan ve arkadaşları tarafından yapılan bir başka çalışmada elde edilen konsantrasyonlara göre, önemli miktarda azalma gözlenmemiştir. İrlanda'nın kıyı şeridinden toplanan *Fucus vesiculosus* türünde ölçülen Pu aktivite konsantrasyonlarında 1986 ile 1996 yılları arasında gözle görülebilir bir azalma saptanmamıştır. Ayrıca İrlanda'nın batı sahillerinden

toplanan *Fucus vesiculosus* türünde ortalama $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ oranı $0,17 \pm 0,05$ olarak bulunmuş ve bu ortamda yaşayan örneklerde hesaplanan Pu aktivite konsantrasyonlarında önemli miktarda artış gözlenmiştir.

Szefer ve arkadaşları tarafından (1999) yapılan çalışmada; Japonya'nın Kyushu adasının batı sahilleri boyunca belirlenen üç bölgeden toplanan mavi midye (*Mytilus edulis*) örneklerinin yumuşak dokusu ve bisüslerinde Hg ve bazı metallerin (Ag, Cr, Co ve Ni) konsantrasyonları soğuk buharlama tekniği ile saptanmıştır. Midyelerin gerek yumuşak dokularında gerekse bisüslerinde ölçülen konsantrasyonları arasında büyük farklılıklar gözlenmiştir. Endüstriyel bakımdan gelişmemiş Urashiro bölgesinden alınan midyelerin yumuşak dokularındaki Hg aktivite konsantrasyonları diğer bölgelerle karşılaştırıldığında (Saganoseki) daha düşük bulunmuştur. Yumuşak dokularla karşılaştırıldığında, bisüsler Hg, Cr, Co ve Ni için daha duyarlı biyomonitör olarak belirlenmiştir.

Wilgust ve arkadaşları (2000), 1996 yılında Old Colwyn Körfezi'nde farklı boyutlarda *Mytilus edulis* türü midyeler (55 ile 60 mm kabuk boylarına sahip) toplamışlar ve besin zincirinde bulunan *Isochrysis galbana* yoluyla bu midyelerin aldıkları ^{210}Po 'u tayin etmişlerdir.

Stepnowski ve Skwarzec (2000), Polonya'da Gdansk Körfezi'nden, Slupsk Boğazı'ndan, Spitsbergen'in güney kıyılarından ve kuzey-doğu Polonya'daki Sasek Wielki Gölü'nden alınan dört farklı yumuşakça türünün doku ve organlarında ^{210}Po birikimi ve dağılımı incelenmiş; birbirleriyle karşılaştırılmıştır. En yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonu, Baltık denizinde ve tatlı sularda yaşayan canlıların karaciğerlerinde bulunurken; kutup bölgesinde ise solungaçlarda bulunmuştur. $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ aktivite oranı Baltık denizindeki çift kabuklu yumuşakçalar için hesaplanmış ve oranın genel olarak tüm doku ve organlar için (*Mya arenaria* kabuğu hariç) birden büyük olduğu saptanmıştır. Çalışmada, analizi yapılan yumuşakçaların tüm yumuşak dokularındaki konsantrasyon faktörünün 3,600 ile 72,000 arasında değiştiği bulunmuştur. ^{210}Po aktivite konsantrasyonu en yüksek *Mytilus trossulus*'un karaciğerinde 1026 Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) olarak bulunurken, solungaçlarda ise 232 Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) olarak hesaplanmıştır. Bisus liflerinde ve kaslardaki ^{210}Po konsantrasyonları sırasıyla 30 Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) ve 56 Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) olarak aynı mertebede bulunurken, kabuktaki radyonükleid içeriğinin ($0,9 \text{ Bq kg}^{-1}$ kuru ağırlık) önemli olmadığı saptanmıştır. *Mytilus trossulus*'un karaciğerindeki ^{210}Po konsantrasyonu, McDonald ve arkadaşları tarafından bu radyonüklidin antropojenik kaynaklardan etkilenmeyen bir bölgeden aldıkları *Mytilus edulis*'un karaciğeri için verdikleri değerin yaklaşık iki katıdır. $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ aktivite oranı genellikle *Mytilus*

trossulus'un tüm doku ve organları için birden büyüktür. En yüksek oranlar karaciğer ve kaslar için sırayla 68,4 ve 41,8'dir, bu durum göreceli olarak yüksek ^{210}Po ve düşük ^{210}Pb konsantrasyonlarını yansıtmaktadır. *Mya arenaria*'nın doku ve organlarındaki ^{210}Po konsantrasyonunun *Mytilus trossulus* ile karşılaştırıldığında çok daha düşük olduğu, kabuklarında $0,4 \text{ Bq kg}^{-1}$ (kuru ağırlık) ile karaciğerde 87 Bq kg^{-1} (kuru ağırlık) arasında değiştiği saptanmıştır.

Besada ve arkadaşları (2002), 1991-1999 yılları arasında İspanya Kuzey Atlantik kıyılarında yaptıkları bir izleme çalışması kapsamında topladıkları *Mytilus galloprovincialis* türü midyelerde Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn gibi ağır metallerin yıllık olarak nasıl değişim gösterdiğini incelemişlerdir. Altı farklı istasyonda yapılan bu çalışmaya göre en yüksek ve en düşük değerler Bilbao bölgesinde çinko (462 mg kg^{-1} kuru ağırlık) ve civa ($0,10 \text{ mg kg}^{-1}$ kuru ağırlık) için tayin edilmiştir.

Topçuoğlu ve arkadaşları (2002), Karadeniz kıyılarında aldıkları organizmalarda (makroalg, deniz salyangozu, midye ve balık) ve sedimentlerde ağır metal konsantrasyonlarını tayin etmişlerdir. Midye örneklerinde en yüksek konsantrasyon çinkoda $512,5 \pm 2,6 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak, en düşük konsantrasyon ise kadmiyumda $< 0,02 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak bulunmuştur. Sediment örneklerinde en yüksek konsantrasyon manganezde ($870,3 \pm 3,5 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık) en düşük konsantrasyon ise kadmiyumda ($< 0,02 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık) saptanmıştır.

Küçüksezgin ve arkadaşları (2002), İzmir Körfezi'nden topladıkları bazı balık türlerindeki iz metal konsantrasyonlarını mevsimsel olarak incelemişlerdir. Dış ve orta körfezde Hg değerlerini $12-829 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ve $5-315 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$, Cd değerlerini $0,10-10 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ ve $0,44-32 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$, Pb değerlerini ise $14-918$ ve $7,1-713 \text{ } \mu\text{g kg}^{-1}$ arasında bulmuşlardır.

Bustamante ve arkadaşları (2002), Fransa'nın Atlantik kıyılarında yer alan La Rochelle koyundan ve Ré adasından topladıkları deniz tarağı (*Chlamys varia*) ve midye (*Mytilus edulis*) örneklerinin yumuşak dokularında ^{210}Po analizi yapmışlardır. Bu iki bölgede tayin edilen en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu, La Rochelle'dan toplanan deniz tarağının yumuşak kısımlarında $1181 \pm 29 \text{ Bq kg}^{-1}$ (kuru ağırlık) olarak bulunmuştur. Benzer boyutlu örnekler için, bölgeler (Ré adası > La Rochelle koyu) ve türler (*C. varia* > *M. edulis*) arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. *C. varia* deniz tarağı için, en yüksek ^{210}Po konsantrasyonları sindirim salgı bezinde, La Rochelle koyunda 3150 Bq kg^{-1} (kuru ağırlık), Ré adasında 4637 Bq kg^{-1} 'a (kuru ağırlık) olarak bulunmuştur. Hücre altı düzeyde yapılan araştırmalar sindirim salgı bezindeki ^{210}Po 'un %40'nın sitozolik kısımda bulunduğunu göstermiştir.

Araştırmacılar, La Rochelle koyundan toplanan küçük boyutlu deniz taraklarının en yüksek ^{210}Po konsantrasyonlarına sahip olduğunu, benzer şekilde tüm yumuşak parçaların konsantrasyonlarının sindirim salgı bezi ve geri kalan kısımlarından fazla olduğunu bulmuşlardır. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonları endüstriyel aktivitelerden uzak, herhangi bir polonyum kaynağına sahip olduğu kanıtlanmamış Ré adasından toplanan deniz taraklarında ve midyelerinde bulunmuştur. Deniz tarağının diseksiyonu, tüm yumuşak dokulardaki yüksek seviyelerden sindirim salgı bezinin sorumlu olduğunu göstermiştir. Ayrıca pek çok deniz kabuklusunun sindirim salgı bezinde yüksek ^{210}Po konsantrasyonları ölçülmüştür. *C. islandicus*'ta en yüksek ^{210}Po konsantrasyonları bu tür için polonyum girişini sağladığı görülen solungaçlarda bulunmuştur. Literatürde, ^{210}Po 'un hücre altı düzeyde sindirim salgı bezi ya da karaciğer gibi depolama organlarındaki dağılımı ile ilgili oldukça az çalışma bulunmakta ve sonuçlar çok büyük farklılıklar göstermektedir.

Al-Masri ve arkadaşları (2004), Fırat Nehri'ndeki su, sediment ve biyota örneklerinde doğal radyonüklidleri (Ra ve U izotopları ile ^{210}Po ve ^{210}Pb) incelemişler ve tüm potansiyel kirlenici kaynakların etkisini araştırmak için Türkiye'yi de içine alan bölgesel bir araştırma projesinin gerekli olduğunu bildirmişlerdir.

Licata ve arkadaşları (2004), Faro Gölü'nün (İtalya, Sicilya) 5 farklı bölgesinden topladıkları kara midyesinin (*Mytilus galloprovincialis*) yumuşak dokularında ağır metal ve organik klor bileşiklerini incelemişlerdir. Çalışmada Zn konsantrasyonları, Cu ve Se konsantrasyonlarına göre daha yüksek bulunmuş; Cd, Pb ve Hg değerleri ise daha düşük konsantrasyonlar göstermişlerdir.

Szefer ve arkadaşları (2004), Kore'de Masan Körfezi ve Ulsan Körfezi'nden toplanan *Mytilus galloprovincialis* türü midyelerin yumuşak dokularında ve bisus liflerinde; Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Sn, Ti ve Zn konsantrasyonlarını AAS, ICP-MS ve AFS yöntemleriyle analiz etmişlerdir. Ulsan Körfezi'nden alınan midyelerdeki Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Co ve Mn seviyelerinin çok yüksek olduğu ve bu elementlerin yüksek konsantrasyonlarının diğer coğrafik alanlardaki *Mytilus sp.* türü midyelerin konsantrasyonlarıyla karşılaştırılabilecek düzeyde olduğu saptanmıştır. Bazı metal konsantrasyonlarında mevsimsel değişimler de gözlenmiştir. Bu değişimler; deniz suyu sıcaklığındaki, midye besin kaynaklarındaki büyük farklılıklardan ve/veya tatlı suda çözünmüş parçacıkların deniz suyuna karışmasından kaynaklanabilmektedir. Pb, Cu, Zn, Co, Ni, Fe ve Mn bisus liflerinde; yumuşak dokuya nazaran daha fazla zenginleşmektedir. Midyelerin yumuşak dokudaki ve bisus liflerindeki bazı metallerin konsantrasyonları (Cd, Cu, Pb ve Zn) ile asılı parçacıklar arasında önemli bir ilişki

gözlenmiştir. Çalışmada, Kore kıyı sularından toplanan *M. galloprovincialis* türü midyelerin biyomonitör olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Hamed ve Emara (2006), Suez Körfezi'nde (Kızıldeniz) 7 farklı istasyondan su, sediment ve farklı deniz organizmalarında Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni, Fe ve Mn konsantrasyonlarını saptamışlardır. Petrol rafinerileri, gübre fabrikaları ve termik santrallerin bulunduğu istasyonlarda tayin edilen metal konsantrasyonlarının diğer istasyonlara göre daha yüksek değerlere ulaştığını gözlenmiştir.

Sunlu (2006), Eylül 2002-Ağustos 2003 tarihleri arasında Türkiye'nin Ege Denizi kıyılarında tespit ettiği 6 farklı istasyondan mevsimsel olarak topladığı midye örneklerinde Cd, Pb, Zn ve Cu analizlerini yapmıştır. Analizler sonucunda midyelerdeki ağır metal konsantrasyonlarının 0,04 – 0,52 $\mu\text{g Cd/g}$ yaş-ağırlık, 0,49 – 1,72 $\mu\text{g Pb/g}$ yaş-ağırlık, 0,95 – 1,85 $\mu\text{g Cu/g}$ yaş-ağırlık; 16,11 – 37,15 $\mu\text{g Zn/g}$ yaş-ağırlık arasında değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı ayrıca, en yüksek metal değerlerini İzmir İç Körfez'de, en düşük değerleri ise Sığacık ve Güllük istasyonlarında ölçülmüştür.

Lafabrie ve arkadaşları (2007), Akdeniz'de belirledikleri üç farklı istasyondan midye (*Mytilus galloprovincialis*), su ve sediment örneklerinde Cd, Co, Cr, Hg, Ni ve Pb birikimini tayin etmişlerdir. Midye örneklerinde tayin edilen Cr ve Hg konsantrasyonlarının diğerlerine göre önemli derecede farklı olduğu bulmuşlardır.

Uluturhan ve Küçüksezgin (2007) Ege Denizi'nden topladıkları mercan balıklarında Hg, Cd, Zn, Cu ve Pb konsantrasyonlarını tayin etmişlerdir. Çalışmada tayin edilen metallerin mevsime bağlı olarak farklılık gösterdiği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek konsantrasyon, kış mevsiminde bulunmuştur.

Connan ve arkadaşları (2007) tarafından yaklaşık 2 yıl boyunca Fransa kıyılarında farklı noktalardan alınan çeşitli deniz canlılarında (midye, istiridye, su yosunu, balık ve denizkulağı) ^{210}Po ölçümleri gerçekleştirmişler. Toplanan bu türlerden bazılarının yaşam şekilleri, yaşadıkları bölgeye ve mevsime bağlı olarak belirgin farklılıklar gözlemlenmiştir. Çalışmada; en yüksek aktiviteler kış periyodunda, en düşük aktiviteler ise Mayıstan ekime kadar geçen sürede belirlenmiştir. Midye ve istiridyedeki aktiviteler birbirine benzerlik göstermekte ve yaklaşık olarak 90-600 Bq kg^{-1} arasında değişmekte iken, makroalgte (*Fucus serratus*) bu oran düşük ve 4-16 Bq kg^{-1} arasında değişmektedir. En yüksek ^{210}Po

aktivite konsantrasyonlarının denizkulağı ve balıkların sindirim bezlerinde, solungaçta ve gonadda olduğunu bulmuşlardır.

Ryan ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; Güney Alligator Nehri birleşme noktasından alınan tatlı su ve deniz suyu midyeleri ile sedimentlerde $^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$ oranı tespit edilmiştir. Araştırmacılar; maden çıkarılan bölgenin yakınlarından alınan midyelerdeki U konsantrasyonlarının diğer bölgelere kıyasla daha fazla olduğunu bulmuşlar, ancak önemli oranda bir artış gözlememişlerdir.

Godoy ve arkadaşları (2008) tarafından Cabo Frio Adasında 20 noktada 400 *perna perna* midye yavrusu toplanmış ve ^{210}Po konsantrasyonu incelenmiştir. Belirlenen noktalarda 10 erkek ve 10 dişi hemolenf çeşitleri alınmış, $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ oranlarına bakılmıştır. Bir yıl boyunca aylık olarak yapılan örneklemelerin analizi sonucunda, ^{210}Po konsantrasyonlarının midyelerin yaşına ve boyuna bağlı olarak değişmediği açıkça gözlenmiştir. Ortalama ^{210}Po dozu 155 Bq kg^{-1} bulunmuştur. Radyasyon dozuna bağlı olarak mikroçekirdeklerin frekansında ve midye DNA'sında herhangi bir bozulmaya neden olmadığı gözlenmiştir.

Waska ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada kalamarın (*Todarodes pacificus*) solungaç, karaciğer, mide ve kas dokularında S, Se, Te ve ^{210}Po arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada; Se ve ^{210}Po 'un, deniz omurgasızlarının ve balıkların iç organlarında benzer dağılımlara sahip olduğu, ancak dört halojenin (S, Se, Te ve ^{210}Po) gelişmiş organizmalar içinde nasıl bağlandığı ya da alınımının çevreden nasıl etkilendiğine dair geniş bir çalışma bulunmadığı belirtilmiştir. Se, Te ve ^{210}Po 'un en yüksek konsantrasyonları karaciğerde; en düşük değerleri ise kas dokusunda bulunmuştur. En yüksek Se konsantrasyonu solungaçlarda, en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu ise midede tayin edilmiştir. Tüm dokulardaki ^{210}Pb değerleri ^{210}Po ile karşılaştırıldığında çok düşük olduğundan (ortalama olarak %3'ten küçük), ^{210}Pb 'un ^{210}Po aktivitelerine katkısı ihmal edilmiştir. Değişik organlardaki dört elementin konsantrasyonları için Pearson korelasyonu uygulanmış; solungaç ve mide ile halojen elementler arasında bir korelasyon bulunamamıştır. Karaciğer ve kas dokuları için, S'nin başta ^{210}Po olmak üzere diğer halojenlerle negatif korelasyona sahip olduğu bulunmuştur. Çalışmada, kalamar organlarındaki Se, Te ve ^{210}Po konsantrasyon dağılımları, karaciğerde çok yüksek, kas dokularında ise çok düşük bulunmuştur.

Önder Kılıç (2012) tarafından yapılan çalışmada tatlı dere su deşarjları ve Boğazın bağlanma merkezi olan İstanbul Haliç'ten alınan kara midye (*Mytilus*

galloprovincialis) örneklerinde bulunan doğal ve yapay radyonüklidlerin aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir. ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları sırasıyla 1.03 ± 0.23 , 389 ± 41.6 , 2.61 ± 1.23 , algınamayan ND, 91.96 ± 37.88 ve 11.48 ± 4.85 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir.

Rožmarić M. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada Akdeniz Midyesini İzleme Projesi kapsamında Adriyatik kıyılarının Hırvatistan kısmından alınan kara midyenin *Mytilus galloprovincialis* yumuşak dokularındaki ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonu 2010 ve 2011 yılları olmak üzere iki yıl boyunca gözlemlenmiştir. En yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ilkbaharda belirlenmiştir. ^{210}Po aktivite konsantrasyonları sonuçları 104 ± 11 Bq kg⁻¹ ve 1421 ± 81 Bq kg⁻¹ kuru ağırlık arasında iken ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları 8.2 ± 5.3 Bq kg⁻¹ ve 94.1 ± 29.8 Bq kg⁻¹ arasında bulunmuştur.

Önder Kılıç (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları Boğaz'larda, Karadeniz, Marmara Denizi ve Ege Denizi Kıyılarından toplanan midye örneklerinin yumuşak dokularında tespit edilmiştir. Türkiye'nin kıyı şeridinde ^{137}Cs , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{210}Po ve ^{210}Pb ortalama aktivite konsantrasyonları sırasıyla 0.7 ± 0.1 , 469 ± 24 , 0.9 ± 0.1 , 1.0 ± 0.1 , 122 ± 4 ve 10.9 ± 0.9 Bq kg⁻¹ kuru ağırlık (dw) ve $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$ oranının ortalama ~14 olduğu bulunmuştur. Toplam yıllık midye tüketimi nedeniyle etkili ^{210}Po dozu 25-30 µSv aralığında olduğu hesaplanmıştır.

Marsico (2013) tarafından yapılan çalışmada Brezilya Rio de Janeiro'nun Cabo Frio bölgesinden alınan farklı tür iki yırtıcı deniz balığı organlarındaki ^{210}Po aktivite konsantrasyonu hesaplanmıştır. Sindirimle ilgili organlarda diğer organlara kıyasla yüksek bulunmuştur. En yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonu bağırsakta 5539.8 ± 832.6 mBq kg⁻¹ ve karaciğerde 373.4 ± 25.2 mBq kg⁻¹ tespit edilmiştir.

José Marcus Godoy (2014) tarafından yapılan çalışmada Brezilya'nın Rio de Janeiro kuzey bölgesinde bulunan plajlarda yaşayan on iki farklı deniz kuş türlerinden elde edilen kemik, kas ve karaciğer örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları hesaplanmıştır. En yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonlarını karaciğer örneklerinde sırasıyla 526 ± 41 Bq kg⁻¹ ve 49.8 ± 5.8 Bq kg⁻¹ olarak bulunmuştur.

Urška Kristan (2015) tarafından yapılan çalışmada Trieste Körfezinden alınan kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinin doku ve doku ekstratlarında Selenyum'u ve ^{210}Po aktivite konsantrasyonunu hesaplamışlardır. Deniz besin zinciri nedeniyle olası biyomagnifikasyon ve radyotoksitliği

incelemişlerdir. Örneklerde ^{210}Po için aktivite konsantrasyonu $220\text{--}400\text{ Bq kg}^{-1}$ (kuru ağırlık) aralığında iken Se için $2.6\text{--}8.2\text{ mg kg}^{-1}$ aralığında bulmuşlardır.

Yoğun sanayileşme ve şehirleşme etkisinde bulunan Ege Denizi Türkiye kıyılarında radyoaktif ve ağır metal kirliliğinin birlikte incelendiği çalışmalara 1992’de Enstitü’ümüzde başlanmıştır. Bugüne kadar çeşitli organizmalarda ve sedimentlerde bazı radyonüklid ve ağır metal dağılımlarına ilişkin çalışmalar yapılmış ve yayınlanmıştır. Aşağıda bu çalışmalara örnekler verilmektedir.

Enstitü’ümüzde bu konuda yapılan ilk yüksek lisans çalışmasında, İzmir Körfezi’nin değişik bölgelerinden alınan farklı balık örneklerinde bazı radyoaktif elementlerle ağır metallerin tayini yapılmıştır (Özkaya, 1992).

Sekkin (2000) tarafından yapılan bir başka yüksek lisans çalışmasında, Ege Denizi’ndeki midyelerde radyoaktif polonyum düzeyinin elektrokimyasal depozisyon yöntemi ile ölçümü yapılmıştır.

Uğur ve arkadaşları (2002), Ege Denizi’nden toplanan midyelerde iz metal ve ^{210}Po (^{210}Pb) konsantrasyonlarını incelemişler, en yüksek ^{210}Po (^{210}Pb) konsantrasyonlarını Foça’dan toplanan örneklerde tayin etmişlerdir.

Saçan (2004), İzmir Körfezi’ndeki kara midyede (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb ve ^{210}Po birikiminin periyodik araştırılmasını yapmıştır.

Arslan (2005) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, Ege Denizi’nin farklı bölgelerindeki plankton örneklerinde ^{210}Po birikimi incelenmiştir. Planktonlar, denizlerdeki besin zincirinin ilk halkasını oluşturan organizmalardır ve radyonüklidleri yüksek düzeyde akümüle ederler.

Gönülalan tarafından 2006 yılında tamamlanan yüksek lisans tezinde, atmosferik radyoaktif kurşun akısı kirliliğini değerlendirmek için Ege Denizi kıyı sedimentlerinde denge üstü ^{210}Pb birikimi alfa ve gama spektroskopisi ile incelenmiştir.

Uğur ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, Ege Denizi kıyılarında seçilen 6 istasyondan (Çanakkale, Dikili, Foça, Çeşme, Didim ve Bodrum) toplanan midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve sediment örneklerinde ^{210}Po aktivite konsantrasyonları tayin edilmiştir. Örneklerde elde edilen ^{210}Po aktivite konsantrasyonları, istasyona ve mevsime bağlı olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, midye örnekleri (1-4 cm), (4-6 cm) ve (>6 cm) olmak üzere üç farklı boyutta incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonu, Didim istasyonundan kış mevsiminde toplanan 4-6 cm'lik boyuta sahip midye örneklerinde bulunmuştur.

Mat Çatal (2006) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, Ege Bölgesi'nde en çok tüketilen balıklarda radyoaktif polonyum düzeyi ve yıllık gıda dozuna katkısı araştırılmıştır.

Ayrıca konu ile ilgili olarak 2003-2007 yılları arasında IAEA (International Atomic Energy Agency-Contract No. B5-TUR-31834) tarafından desteklenen bir kontrat projesi tamamlanmıştır.

İzmir Orta Körfez'deki planktonik organizmalarda ^{210}Pb ve ^{210}Po düzeylerinin aylık değişimleri incelenmiştir (Tatar, 2007).

Uğur ve Yener (2009) tarafından yapılan bir çalışmada; Ege Denizi kıyılarından toplanan midye, balık ve sediment örneklerinde ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları tayin edilmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında alfa spektrometre sisteminin kontrolü için Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından gönderilen referans materyalinde (IAEA-437) ^{210}Po aktivite konsantrasyonları belirlenmiştir.

Aközcan (2009) tarafından yapılan doktora tezinde, Ege Denizi kıyı şeridinde yer alan Didim ve İzmir Körfezi'nden aylık olarak toplanmış olan sediment, deniz suyu, farklı türde balık ve kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) bulunan ^{210}Po , ^{210}Pb ve ^{137}Cs radyonüklidleri alfa ve gama spektroskopisi ile tayin edilmiş, ayrıca Zn, Cu, Fe, Cd, Mn, Ni, Pb, Cr gibi ağır metallerin miktarı ICP-OES ile ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde tayin edilen ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları sırasıyla 34 ± 9 ile 2303 ± 383 Bq kg⁻¹ ve ND (dedeksiyon limitinin altında) ile 64 ± 6 Bq kg⁻¹ (kuru ağırlık) arasında değişmektedir. Çalışmada analiz edilen balıklar arasında sardalya (*Sardina pilchardus*) gibi planktonla beslenen küçük pelajik balıkların daha fazla ^{210}Po biriktirme eğiliminde olduğu bulunmuştur. Midye, sediment ve balık örneklerindeki Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb ve Zn değerleri (balıkta Cd hariç) kabul edilebilir sınırların altında tayin edilmiştir.

Arslan (2010) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve bazı balık türleri (*Sparus aurat*, *Liza ramada*, *S. solea*,

Trachurus mediterraneus ve İspanya) İnciraltı bölgesinden mevsimsel olarak toplanmıştır. ^{210}Po konsantrasyonu ile lipid peroksidasyonu (LPO), H_2O_2 ve prolin seviyeleri midye ve balıkların farklı organ (karaciğer ve solungaç) ve dokularında(kas dokusu) incelenmiştir. En yüksek polonyum aktivite konsantrasyonu sırasıyla midye ve balıkların karaciğerinde $75\pm 3 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $252\pm 14 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Midye ve bazı balık türlerinde ölçülen lipid peroksidasyonu (LPO), H_2O_2 ve prolininde en yüksek seviyeleri karaciğerde bulunmuştur. Lipid peroksidasyonu (LPO), H_2O_2 ve prolin seviyeleri midyelerin ve balıkların karaciğerinde sırasıyla 50-150 nmol/g yaş ağırlık, 16-40 ve 300-370 $\mu\text{mol/g}$ yaş ağırlık arasında değişmektedir.

Manav (2014) tarafından yapılan doktora tezinde, Bafa Gölü'nde (Milas-Muğla) Bazı İz Elementlerin ve doğal radyonüklidlerin askıdaki katı madde ve sediment örneklerinde araştırılmıştır. Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları sırasıyla $17\pm 5 \text{ Bq kg}^{-1}$ ile $173\pm 42 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $3,84\pm 0,45 \text{ Bq kg}^{-1}$ ile $91,60\pm 6,41 \text{ Bq kg}^{-1}$ aralığında saptanmıştır.

Nükleer Bilimler Enstitüsü'nde yapılan yukarıdaki çalışmalar dışında toplam radyoaktivite veya ağır metal kirliliğinin ölçüldüğü bazı çalışmalar bulunmaktadır (Sunlu, 1998; Küçüksezgin, 2002).

Sucul organizmaların metal ve radyonüklidlere maruz kalma yolları arasında su, sediment ve besinler bulunmaktadır. Bu elementlerin alım, birikim ve toksisitesi, maruz kalma koşullarına bağlıdır. Aynı metal için alım birikim ve toksisite tür içinde ve türler arasında onlarca kat farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıklar fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin etkileri ile açıklanabilir (Newman and McIntosh, 1991; Tessier and Turner, 1995; Newman et al., 2001).

Akuatik organizmaların ve ekosistemin metal etkilerine maruz kalmalarının tam olarak anlaşılması için dinamik tarzda özel koşullar altında oluşan farklı işlemlerin fonksiyonel olarak birleştirilerek modellenmesi gerekir. Oluşturulan modellerin anlaşılması amacıyla farklı işlemlerin her biri arasında bağlantı kurulmalıdır. Sucul organizmalarda metal birikiminin anlaşılması için oluşturulacak modeller kompleks olayların analizine olanak sağlar. (Barron et al., 1990; Wang et al., 1996a; Blust, 2001; Blust, 2002).

^{210}Po 'un denizel ortamlardaki su, balık, midye, kabuklular, yumuşakçalar, zooplankton, fitoplankton bunların dışkıları, organik ve inorganik maddeler de

mevsime bağılı değişiminin anlaşılması amacıyla pek çok ülkede periyodik radyonüklid ölçümü yapılmaktadır.

Enstitümüzde de IAEA (Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı) tarafından desteklenen ve Ege Denizinin kuzeyden güneye farklı noktalarından alınan balık, midye, deniz suyu örneklerinde ²¹⁰Po tayini yapılmaktadır. Ege Denizi'nde ise kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır genellikle organizma ve sedimentlerde ağır metal analizleri yapılmıştır (Sunlu ve ark., 1999, Uğur, 2001).

Bu çalışmanın amacı bir biyosistemdeki tüm deniz organizmalarındaki doğal radyonüklid zenginleşmesini klorofil-a, sıcaklık, tuzluluk, oksijen gibi canlının yaşam döngüsünü etkileyen parametrelere bağlı korelasyonu incelemektir. Ayrıca aylık olarak yetiştiriciliği yapılan türlerin gelişim düzeylerinin her aşamasının izlenme olanağı bulduğumuz İzmir-Gerence Su  r nleri yetiştiriciliğin de deniz organizmalarındaki doğal radyonüklid birikimini besin zincir dinamiğini istatistiksel olarak değerlendirmektir.

Son yıllarda su ürünleri yetiştiriciliği tüm dünyada ve ülkemizde hızlı bir artış göstermektedir. Bugün denizlerimizden doğal su ürünleri rezervleri çeşitli sebeplerden dolayı azalmaktadır. Bazı araştırmacılar tarafından öngörülen projeksiyonlara göre gelecek yıllarda yetiştiricilik yoluyla elde edilecek su ürünleri üretimi avcılık yoluyla elde edilen üretimi geçecektir (De Silva, 2001). Buna göre artan üretim karşısında yetiştiricilikte gerek daha kaliteli ürüne ulaşmak gerekse üretimi daha ekonomik hale getirmek ve üretimin daha iyi noktalara çekilmesi için gerekli çalışmaların yapılması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır (Korkut,2007).

Akuatik canlılar metal veya radyonüklidlerin deniz ekosisteminde çevriminden, akısından ve kalış s resinden etkilenirler, bu nedenle deniz organizmalarındaki metal birikim işlemi mekanizması iyi anlaşılmalıdır. Ayrıca radyonüklidlerin organizmalar arasında farklılıklar gösteren bağlanma yolları, organizmadaki metal birikimine besinlerin etkisi gibi konuların anlaşılması organizmadaki konsantrasyon değerlerinin daha iyi yorumlanmasını sağlayacaktır (Fisher, 2003b).

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Radyoaktivite

Atom çekirdeğinin kendiliğinden bozunuma uğrayarak bazı ışınlar yayınlayıp niteliğini başka çekirdeğe dönüştürmesi olayına radyoaktivite denilmektedir. Bozunuma uğrayan radyoizotop doğada kendiliğinden bulunuyor veya doğada bulunan diğer radyoizotopların bozunmasından ortaya çıkıyorsa buna “**doğal radyoaktiflik**”, eğer bozunuma uğrayan radyoizotop insan tarafından, yapay olarak reaktörlerde veya hızlandırıcılarda üretiliyorsa buna da “**yapay radyoaktiflik**” denilmektedir. Kararlı olmayan doğal ya da yapay radyoizotopların bozunum ve parçalanmaları sonucu açığa çıkan enerji ise “**radyasyon**” olarak adlandırılmaktadır (Arya 1999).

2.1.1 Doğal radyoaktivite

Doğal radyoaktivite kaynakları kozmik veya primordiyal olabilir. Doğal radyoaktivite, özellikle uzaydan gelen kozmik ışınlar ve çevremizdeki toprak, su ve havada bulunan doğal radyonüklidlerin bozunuma uğramaları sonucu yayınlanan ışınlardır. Kozmik radyasyonun en belirgin özelliği 10^{10} ile 10^{20} eV değerleri arasında değişen enerjilerde sahip olduğu yüksek girişkenliktir. Kozmik radyasyon izotropik olarak dünya atmosferini etkiler ve bu radyasyonun %87’si protonlar, %11’i alfa tanecikleri, %1’i yüksek enerjili elektronlar ve % 1’i ise atom numarası 4 ile 26 arasında değişen elementlere ait çekirdeklerden meydana gelir (Saçan, 1994).

Kozmik ışınlardan ileri gelen radyasyon dozu miktarı, jeomagnetik enlem dairesi ve deniz seviyesinden olan yüksekliğe göre değişim gösterir. Radyoaktif çekirdeklerin yeryüzündeki dağılımı da kozmik ışınlarda meydana gelen değişiklikler gibi değişebilmektedir. Dolayısıyla bir yerin doğal radyoaktivite seviyesi, bölgenin jeolojik yapısı, coğrafik konumu ve radyokimyasal özelliklerine bağlı olarak değişiklik gösterir. Yağmur, kar, alçak basınç, yüksek basınç ve rüzgar yönü gibi etkenler de doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirler. İnsanlar, içinde yaşadıkları doğal çevrede bulunan bu kaynaklardan yayınlanan değişik tipteki radyasyonlara her zaman maruz kalmaktadır. Gözlenen en yaygın doğal radyasyon kaynakları ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th ve ^{40}K izotoplarıdır (Arya 1999).

Çevresel örneklerde doğal radyoaktivite seviyelerini belirleme çalışmaları, nükleer enerjinin hayatımıza girmesi ve nükleer santrallerde üretilen radyoaktif maddelerin çevredeki etkilerinin araştırılmaya başlanması ile hız kazanmıştır. Bu tür çalışmalar, hem doğal radyoaktivite seviyelerinin belirlenmesi hem de nükleer santrallerin kurulduğu bölgelere yakın oturan insanların çevresel doğal radyasyonların yanı sıra çeşitli nükleer uygulamalardan hangi oranlarda radyasyona maruz kaldıklarının belirlenmesi açısından önemlidir (Zorer, 2006).

Dünyanın yaşına kıyasla oldukça uzun yarı ömürlü birkaç radyoaktif elementin bugün hala radyoaktiflikleri gözlelenebilmektedir. Bu radyoaktif izotoplar çevremizdeki bütün maddelerde, özellikle 4.5×10^9 yıl önce yoğunlaşmış kaya ve minerallerde bulunurlar. Genel olarak radyoaktif elementler minerallere sıkıca bağlıdır ve sağlığımız için zararlı değildirler. Ancak tüm doğal radyoaktif serilerde olan radon gazının yayınlanması söz konusudur. Bu element gaz halinde olup kayalıkların derinliklerinde oluştuğunda kaya çatlaklarından kaçabilir. Radonun aynı zamanda minerallerin yüzeyinden kaçma olasılığı vardır ve bu özellikle inşaat yapımında kullanılan taş, tuğla gibi bina yapı malzemelerinde önemlidir (Zorer, 2006).

Uzun yarı ömürlülere nispeten kısa yarı ömürlü doğal radyoaktif kaynaklar da vardır. Bu elementler, yüksek enerjili fotonların atmosferin üst katmanlarındaki atomlarla çarpışarak neden oldukları nükleer reaksiyonlar sonucu oluşan ^3H ve ^{14}C 'dür. ^{14}C izotopu radyoaktif yaş tayini çalışmalarında kullanılan son derece önemli bir radyonüklidtir (Zorer, 2006).

2.1.2 Sularda bulunan doğal radyoaktivite

Sulardaki doğal radyoaktivite seviyesi belirleme çalışmaları, geçmişte yalnız kaplıca suları ile sınırlı kalmıştır. Daha sonraki yıllarda, içme sularında da bazı doğal radyonüklidlerin bulunduğu ortaya çıkmıştır. Fakat içme sularındaki radyonüklid konsantrasyonları önemli sayılabilecek seviyede bulunmamıştır.

Yeraltı sularında yüzey sularına göre daha çok radyoaktif element bulunduğundan yeraltı suları yüzey sularına göre daha radyoaktiftir. Bunun sebebi, yeraltı sularının, yeraltında bulunan radyoaktif kütlelerle ya da minerallerle temas etmesidir. Sularda uranyum bozunum serisi elemanlarından radyum ve radon diğerlerine göre daha fazla bulunmaktadır. ^{226}Ra 'nın bozunum ürünü olan ^{222}Rn , bazı yeraltı sularında oldukça yüksek konsantrasyonlarda

bulunur. Yeraltı sularında bulunan aktinyum serisi elemanlarını tespit etmek oldukça zordur. Bazı sularda ^{232}Th ve ^{226}Ra 'nın dedekte edilebilecek miktarda bulunmasına rağmen, ^{220}Rn 'in, çok kısa yarı ömre sahip olması su ve kayalarda birikmesine imkan vermemektedir (Özger, 2005).

Uranyum, toryum ve aktinyum serilerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri birbirinden farklıdır. Bu serilerde bulunan radyonüklidlerin, sulardaki doğal radyoaktivite değerleri incelendiğinde, uranyum ve aktinyum serilerindeki radyonüklidlerin topraktan suya geçerken bazı dengesizlikler gösterdiği görülmektedir. Örneğin, yarı ömrü 3,8 gün olan ^{222}Rn yeraltı sularında çok yavaş hareket etmekte ve dolayısıyla konsantrasyonu $2\text{-}40\text{ Bq l}^{-1}$ arasında değişen ^{222}Rn 'nin atmosfere kaçması sınırlı olmaktadır. ^{222}Rn 'nin yeraltı sularındaki konsantrasyonu ^{226}Ra 'dan daha fazla bulunduğundan bu radyonüklidler toprak ve kaya altlarında radyoaktif dengeye daha kolay gelmektedir. Bu radyonüklidlerin okyanus deniz ve göl sularındaki konsantrasyonları oldukça düşük olduğundan yayınlanan gama radyasyon oranları da ihmal edilecek kadar düşüktür (Özger, 2005).

Sularda bulunan doğal ve yapay radyonüklidlerin sistematik ve periyodik ölçümleri çevre açısından oldukça önemlidir. Bu ölçümler; doğal radyasyon ve insan faaliyetinin neden olduğu yapay radyasyonun tayini, ülkelerin yönetmelik sınırlamalarına uygunluğunun tespiti, çevresel doğal radyasyonun bileşimi ve insanların neden olduğu radyoizotopların çevresel ortamlardaki transferi ve tutulması çalışmaları için yapılması gerekli ölçümlerdir. Çevresel bakımdan suların radyoaktif kirliliğin saptanmasında doğal kaynaklardaki gama aktif elementlerin yarı ömürlerinin alfa ve beta aktif elementlere göre daha kısa ve alfa ve beta radyoaktivite ölçümlerinin daha önemli olması nedeniyle, sulardaki radyoaktivite seviyesinin belirlenmesi üzerinde durulacak önemli bir konudur (Özger, 2005).

2.1.3 Sularda bulunan yapay radyoaktivite

Yapay radyoaktivite, nükleer silah denemeleri, nükleer kazalar ya da nükleer yakıt endüstrisinden çevreye fisyon ve nötron aktivasyon ürünü radyonüklidlerin yayılması sonucu oluşan radyoaktivitedir. Çevreye yayılan bu radyonüklidlerden bazıları ise besin zincirleri yoluyla insana ulaşırlar. Yapay radyasyon oluşumunda etkili olan kaynaklar arasında tıp, endüstri ve bilimsel araştırmalarda kullanılan radyonüklidler de sayılmaktadır (Kılıç, 2006).

Atmosferde gerçekleştirilen nükleer bomba ve silah denemeleri sonucu meydana gelen radyoaktif serpintiler (^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{137}Cs ve ^{134}Cs) radyoaktif çevre kirliliğine neden olan en büyük yapay radyasyon kaynağı sayılır.

^{237}Np , ^{239}Pu ve ^{241}Am nükleer güç reaktörlerinde üretilen ve nükleer silah bileşeni olarak kullanılan önemli radyonüklidlerdir.

^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{106}Ru , ^{131}I , ^{137}Cs ve ^{134}Cs gibi nükleer fisyon ürünleri, nükleer serpinti bulutları ile taşınan ve dünyada geniş yayılım göstermiş olan önemli yapay radyonüklidlerdir. Nükleer reaktörlerin normal işleyişleri sırasında çevreye yaydıkları radyoaktivite oldukça küçüktür. Nükleer atık, nükleer enerji ile ilgili en önemli problemdir. Atık içindeki radyonüklidlerin farklı aktivite ve yarı ömre sahip olmaları nükleer atık için önemli bir kriterdir. Özellikle ^{137}Cs ve ^{90}Sr , 500 ile 1000 yıllık bir süre için potansiyel olarak tehlikeli yapay radyonüklidlerdir (Ergül, 2004).

2.1.4 ^{210}Po 'un genel özellikleri

Periyodik tablonun VIA grubunda yer alan polonyum, ilk olarak 1868 yılında Marie ve Pierre Curie tarafından bulunmuş, radyoaktif bir elementtir. Polonyumun atom sayısı 84, atom ağırlığı 210, kaynama noktası 962°C , erime noktası 254°C , atom yoğunluğu $9,4 \text{ g cm}^{-3}$ tür.

Polonyumun kütle numarası 197 ile 218 arasında değişen 27 izotopu vardır. Bu izotoplardan biri olan ^{210}Po , ^{238}U 'un bozunum serisi ürünlerindendir ve radyoaktifdir. Bozunum serisi içindeki önemli ana radyonüklidler ^{226}Ra , ^{222}Rn ve polonyumun ana radyonüklidi ^{210}Pb 'dur. Yarı ömrü 138,4 gün olan ^{210}Po , 5,3 MeV enerjili α -tanecikleri yayınlar. Kısa yarı ömrü olmasına rağmen ^{210}Po 'nun doğadaki bolluğu, yarı ömrü 22 yıl olan ^{210}Pb bozunumu kararlı bir şekilde devam etmektedir. Dolayısıyla, doğadaki ^{210}Po miktarı büyük ölçüde ^{210}Pb 'un miktarına bağlı olmaktadır. ^{210}Po , radyotoksitesi oldukça yüksek olan bir radyoizotoptur ve buna bağlı olarak biyolojik etkileri ^{210}Pb 'a göre daha fazladır. ^{210}Po 'un tek bir bozunumundan açığa çıkan eşdeğer doz oranı ^{210}Pb 'un bozunumundan açığa çıkan dozdan binlerce defa daha fazladır (Uğur, 1998).

^{210}Po 'un doğadaki en önemli kaynağı dünya kabuğunun üst katmanlarından atmosfere yayılan radon gazıdır. ^{238}U bozunum serisindeki radyonüklidlerin alfa ve beta yayımlayarak bozunumları sonucu ^{226}Ra ($t_{1/2}=1622$ yıl), ^{226}Ra 'un bozunumu sonucu ise oldukça kısa yarı ömürlü bir radyoizotop olan ^{222}Rn ($t_{1/2}=$

3,82 gün) oluşur. ^{222}Rn 'un atmosferdeki bozunumu ile ^{210}Pb ($t_{1/2} = 22,3$ yıl) ve ^{210}Bi ($t_{1/2} = 5,01$ gün) meydana gelir (Uğur, 1998).

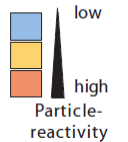
Doğal ^{210}Po 'un doğadaki miktarı ve davranışı, büyük ölçüde atmosferden kara parçalarına veya denizlere geri dönen ^{210}Pb 'un çökmesine bağlıdır (Uğur, 1998).

Kömür'de uçucu küllerin yüksek oranda ^{210}Po içerdiği bilinmektedir. Kömürün yanması sonucunda atmosfere uçucu küllerin yayılımı sözkonusudur (Uğur, 1998).

Çevresel araştırmalarda ve su altı jeolojisinde iz element olarak kullanılan ^{210}Po 'un alfa bozunumu ile yüksek lineer enerji transferi, düşük gama radyasyon intensitesi ve büyük miktarlarda üretiminin mümkün olması gibi bir takım özelliklerinden dolayı, uzay araçlarında ısınma ve güç jeneratörleri için izotopik kaynak olarak kullanılmaktadır (Uğur, 1998). ^{210}Po , okyanuslardakinin yanı sıra atmosferdeki süreçleri de kapsayan çevresel çalışmalarda izleyici olarak büyük önem taşımaktadır. Dünyanın birçok yerinde ^{210}Po 'un atmosferik depozisyon akısının belirlenmesine yönelik çok sayıda çalışma yapılmıştır (Su and Huh, 2002; Waska et al., 2008; Tateda and Iwao, 2008).

Tablo 2.1 radyonükleidlerin sahip olduğu parçacıkların enerjilere göre dizilişi (www.awi.de/.../tracers_for_transport_processes)(Erişim tarihi 1 Aralık 2014)

Element	Uranium-238 Series					Th-232 Series	U-235 Series				
Uranium	U-238 4.47*10 ⁹ y		U-234 245500 y				U-235 7.0*10 ⁸ y				
Protactinium		Pa-234 1.17 min						Pa-231 32760 y			
Thorium	Th-234 24.10 d		Th-230 75380 y			Th-232 1.4*10 ¹⁰ y	Th-228 1.91 y	Th-231 25.5 h		Th-227 18.72 d	
Actinium							Ac-228 6.15 h		Ac-227 21.773 y		
Radium			Ra-226 1600 y			Ra-228 5.75 y	Ra-224 3.66 d			Ra-223 11.435 d	
Francium											
Radon			Rn-222 3.82 d								
Astatine											
Polonium			Po-218 3.1 min	Po-214 164.3 µs	Po-210 138.4 d						
Bismuth			Bi-214 19.9 min		Bi-210 5.0 d						
Lead			Pb-214 26.8 min	Pb-210 22.3 y	Pb-206 stable		Pb-208 stable			Pb-207 stable	



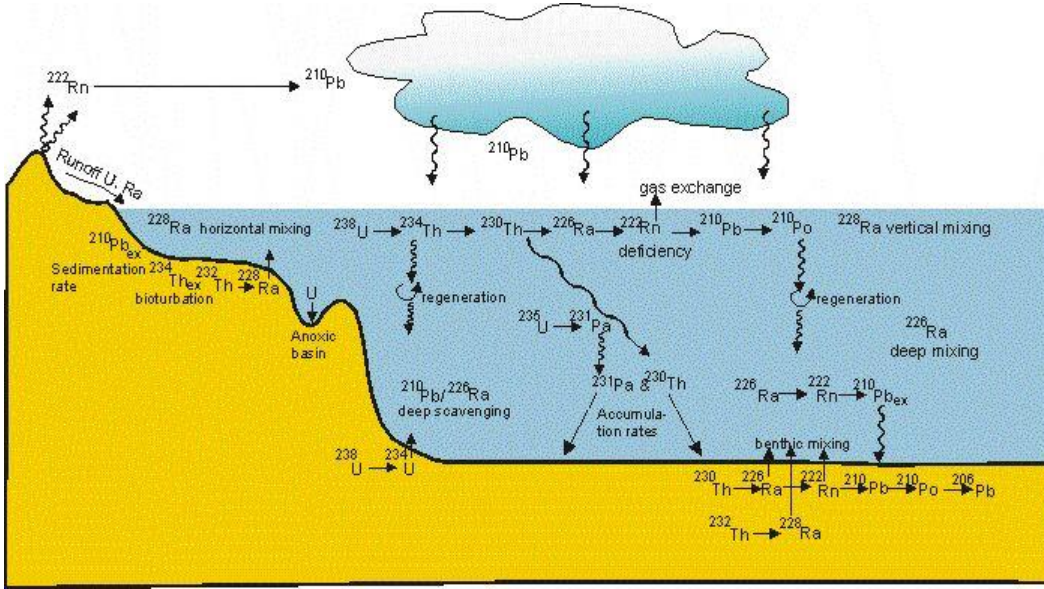
2.1.4.1. Denizlerde ^{210}Po

Su kütleleri üzerindeki atmosfer ortamında yer alan radyoaktivite konsantrasyonları genelde sudaki uranyum ve radyum konsantrasyonlarının düşük

olması nedeniyle kara atmosferine göre daha düşüktür (Kathren, 1986; Gürboğa, 1998).

Denizlerde ^{210}Po 'un başlıca ana kaynağı ^{210}Pb 'un bozunumudur. Akuatik ortamlarda ^{210}Pb aktivitesine eşit ^{210}Po aktivitesi dengedeki ^{210}Po 'u vermekte, bunun üstündeki ^{210}Po aktivitesi ise denge üstü ^{210}Po olarak kabul edilmektedir. Bu bileşenin ana kaynağı atmosferik yağıştır. ^{210}Po 'un atmosferik yağışı, toplam ^{210}Pb yağışının %10'u kadardır (Gönülalan, 2006).

Su kütlelerinden organik parçacık yüzeylerine adsorbsiyon ile geçen ^{210}Po , fitoplankton, zooplankton gibi organizmalar tarafından alınır. ^{210}Pb ise, organik parçacıklardan ziyade inorganik parçacık yüzeylerine adsorblanır. Akuatik ortamlarda organik materyaller ve askıdaki materyaller farklı alan ve derinliklerde değişim göstermektedirler. ^{210}Po 'un okyanuslarda dağılımı düzenli olsa da akuatik ortamlardaki ve organizmalardaki birikim oranı çok çeşitlidir (Uğur, 1998; Gönülalan, 2006).



Şekil 2.1 Denizlerdeki ^{210}Po ve ^{210}Pb 'un kaynağı (www.awi.de/.../tracers_for_transport_processes) (Erişim tarihi 3 Aralık 2014)

2.1.5 ^{210}Pb 'un Genel Özellikleri

Kurşun, periyodik cetvelin IV-A grubunda yer alan yoğun (11.34 g cm^{-3}) gri bir metaldir. Erime ve kaynama noktası sırasıyla 327°C ve 1620°C 'dir.

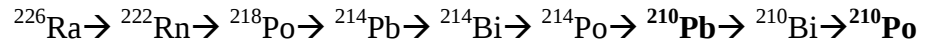
Kurşunun kütle numarası 194 ile 214 arasında değişen 20 izotopu bulunmaktadır. Uranyum bozunum serisinin bir ürünü olan ^{210}Pb ($t_{1/2}=22.3$ yıl),

bunlar içinde doğal olarak bulunan, dakika ve saatten daha uzun süre kararlı kalabilen tek radyoaktif izotopudur. Rama tarafından ^{222}Rn bozunumundan atmosferik ^{210}Pb akısının ortalama 15 atom / dakika cm^2 olduğu tahmin edilmiştir (Ivanovich ve Harmon, 1992; Uğur, 1998).

^{210}Pb , izlemeye uygun yarı ömrü ve diğer özellikleri nedeni ile tarihleme, erozyon, kirlilik izlenmesi gibi pek çok uygulamada yararlanılan bir radyonüklittir. ^{210}Pb yüksek intensiteli ve düşük enerjili bir beta (0.015 MeV, 0.061 MeV) ve gama (0.47 MeV) yayımlayıcısıdır ve doğrudan sayımlarında bazı güçlükler vardır. 1976 yılında Gaeggeler ve arkadaşları düşük enerjili gamaları ayırma gücü yüksek Ge(Li) dedektörlerle göl sedimentlerinde dedekte etmişlerdir. Yener ve Yaprak (1991) tarafından, jeolojik örneklerde düşük enerji sintilasyon spektroskopisi ile ^{210}Pb 'u ve direkt olarak ^{238}U 'i ölçmeyi mümkün kılan bir yöntem geliştirilmiş ve uranyum içeriği yüksek kömür kullanan bir santrale uygulanmıştır (Yener and Uysal, 1995). Beta veya düşük enerji gama ölçümlerinde örnekteki atenuasyon önemli bir problem oluşturur. Bu nedenle ^{210}Bi 'un ($t_{1/2}= 5$ gün) yüksek enerjili betaları ($E_{\text{max}}= 1.17$ MeV) veya ^{210}Po 'dan ($t_{1/2}= 138$ gün) yayımlanan alfa partiküllerinin ölçümleri ^{210}Pb 'un dolaylı olarak ölçüldüğü en yaygın olarak kullanılan iki analiz şeklidir (Uğur, 1998).

2.1.5.1 Denizlerde ^{210}Pb

Akuatik ortamlarda ^{210}Pb , dengede ve dengeüstü olmak üzere iki temel bileşene sahiptir. Dengedeki bileşen ($^{210}\text{Pb}_{\text{sup}}$) uranyum serisinden gelen ortamın bünyesinde bulunan, 1622 yıl yarı ömürlü ^{226}Ra 'ın bir asal gaz olan ^{222}Rn 'a bozunmasıyla devam eden bozunum serisinden gelir.



Denge üzerindeki ^{210}Pb ($^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$) bileşenini oluşturan en önemli kaynak ise atmosferdeki ^{222}Rn 'dur. Radonun bozunum serisi içinde oluşan ^{210}Pb yağışlarla, karla veya kuru depozisyonla yer yüzeyine, göllere, denizlere ve okyanuslara geri döner.

Yeraltı sularında, nehirlerde, göllerde ve nehirlerin denizlerle birleştiği alanlarda ^{210}Pb ; toprak partikülleri, kaya parçaları, askıdaki materyaller veya sedimentler ile dibe çökmektedir (scavenging). Bu nedenle ^{210}Pb , ağır metallerin toprak, akarsu ve nehirlerin denizlerle birleştiği alanlardaki davranışları için önemli izleyicilerdendir.

Sediment yüzeyinde ve yakınında ^{210}Pb aktivitesi ^{226}Ra ve ^{222}Rn aktivitesinden daha fazladır. Robbins ve Edgington (1975), Amerika'da Michigan gölünde yaptıkları analizlerde sedimentlerdeki ^{210}Pb fazlalığının nedeninin atmosferik yağışlar olduğu sonucuna varmışlardır. Bu fazlalık deniz yüzeyinden (scavenging) dibe çökme yoluyla meydana gelmektedir. Derin okyanuslardaki sediment içinde bu fazlalığın yayıldığı derinlik sedimentasyon hızına ve etkin olarak sediment karışımını derecesine bağlıdır (Uğur, 1998). Çoğu durumda sediment profillerinde ^{210}Pb ile ^{226}Ra 'un radyoaktif dengede olduğu kabul edilir ve her seviyedeki denge üstü ^{210}Pb toplam ^{210}Pb 'dan ^{226}Ra çıkarılarak elde edilir. Klasik radyoaktif bozunum yasalarına uygun olarak denge üzeri ^{210}Pb aktivitesi her bir sediment tabakasında tabakanın yaşıyla azalır (Kumar, 1999).

Yeraltı sularındaki ^{210}Pb 'un ana kaynağı bu suları çevreleyen kayalarda çözünen ^{226}Ra 'un bozunumudur. Nehirsel ortamlardaki çözünmüş ^{210}Pb 'un ana oluşum şekli ise su yüzeyinden gerçekleşen doğrudan çökelmelerdir. ^{210}Pb 'un nehirsel ortamlara bu şekilde geçişi katıların transferine bağlıdır.

2.2 Deniz Kirliliği ve Kaynakları

Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde, tüm dünyada olduğu gibi, deniz kirliliği ve kıyılar ile ilgili sorunlar ayrı bir önem taşımaktadır. Sanayi, deniz taşımacılığı, şehirleşme, turizm ve atıkların boşaltılmasının yanı sıra oluşan deniz kazaları ile de her geçen gün denizlerimiz daha hızlı kirlenmeye başlamıştır.

Özellikle Karadeniz'de olduğu gibi ülke dışındaki su havzalarından taşınan kirlilik de denizlerimizi büyük ölçüde kirletmektedir. Denizler kirlilik veren deşarjlar için bir alıcı ortam olarak kullanılmaktadır. Bu kirlilik deniz kıyısındaki yerleşim yerleri ve endüstrilerden doğrudan verilebildiği gibi akarsular, yağmur suları ve hava kirliliği ile de daha uzak bölgelere taşıma yoluyla verilebilir. Bunun yanında endüstriyel olarak petrol ve petrol türevlerinin yaygın bir şekilde üretilip kullanılması, kullanım sonucu yapılan deşarjlar, deniz taşımacılığı ve kazalar denizlerin kirlenmesinde önemli rol oynarlar.

Ege Denizi'nde kirleticiler genellikle;

- 1-Yerleşim sonucu evsel atıklarla,
- 2-Sanayiden kaynaklanan atık su deşarjlarıyla,
- 3-Yağış sonucu yıkanma ve süzülmeyle,
- 4-Tarımsal faaliyetler sonucuyla,

5-Liman faaliyetleri ve deniz trafiğiyle,

6-Denize ulaşan nehir ve akarsular vasıflarıyla, ulaşımlardır.

Ege Bölgelerinde sanayi gelişimine paralel olarak gerçekleşen nüfus artışı yurdumuz ortalamasının üzerindedir. Turizm sonucu özellikle yaz aylarında nüfus çok artmakta ve kirlilik yükü normalin çok üzerine çıkmaktadır. Mevcut altyapı da yetersiz kaldığından sorunlar ortaya çıkmaktadır (<http://www.forumacil.com/ekoloji-ve-cevre-sorunlari/127294-deniz-kirliligi-ve-nedenleri-deniz-kirliligi-ile-ilgili-.html>).

Denizlerde su kalitesini etkileyen etmenler arasında aşağıdakiler sıralanabilir;

Sudaki serbest oksijen miktarı, suda yaşayan canlıların sayısını etkileyen unsurlardan biridir. Denizlerdeki oksijenin büyük çoğunluğu direkt olarak atmosferden gelir fakat atmosferdeki oksijen miktarının sudan daha fazla olması nedeni ile zamanla atmosferdeki oksijen deniz suyu içinde çözülür ve akıntılar sayesinde denizin farklı derinliklerine dağılır ve ayrışmadan ötürü su kullanılamayacak hale gelebilir. Atmosfer ile denizel ortam arasındaki oksijen değişimi ise deniz yüzeyinde gerçekleşir. Suyun sıcaklığındaki bir artış, sudaki balıklar, bitkiler ve bakteriler için gereken serbest oksijen miktarının azalmasına da neden olabilir.

Deniz suyu sıcaklığı da ekolojik denge açısından çok önemli bir unsurdur. Deniz suyu, gerekli ısıyı hem güneş ışığından hem de atmosferden alır. Deniz yüzeyinin temiz olmasına bağlı olarak atmosferle temas eden yüzeydeki su atmosferin ısınıp emer. Denizlerdeki kirlenme en yoğun deniz yüzeyinde görülür ve bu sebeple bu bölgelerde görülen aşırı kirlenme denizlerin soğuma kapasitesini zayıflatır, hava ve güneş ile temas etmeyen denizel ortamlarda ekolojik denge bozulur. Bunların sonucu; deniz canlı türleri azalmakta, yaşam kaynakları zarar görmekte, balıkçılık gibi deniz faaliyetleri etkilenmekte ve kullanılan deniz suyunun kalitesi bozulmaktadır. (http://www.yesilkutu.net/dyn_files/news)(Erişim tarihi 2 Aralık 2014).

Güneş ışığı, fotosentez için gerekli en önemli öğelerden bir tanesidir ve sudaki besin zincirinin en alt tabakası olan zooplanktonlar ve fitoplanktonlar fotosentez ile beslenir. Deniz yüzeyi ne kadar berrak ve temiz olursa güneş ışığı da o kadar derin bölgeye ulaşabilir.

Deniz suyunun dengesini bozan bir diğer unsur ise suyun pH düzeyidir. Yoğun sanayi etkinliklerinden kaynaklanan asit yağmurları sebebiyle su

kaynaklarının asitlik düzeyi artabilir ve bu artış balık ölümlerine ve balıkların yediği yumuşakça ve eklembacaklıların sayısının azalmasına yol açabilir (http://www.yesilkutu.net/dyn_files/news/25.pdf)(Erişim tarihi 4 Aralık 2014).

Sudaki fosfor ve azot içeriği, suni gübreler ve kanalizasyonlardan gelen deterjan benzeri maddelerin etkisiyle artabilir. Sudaki bu zararlı çözeltiler, deniz, göl ya da akarsuları organik ve inorganik besin maddesi yönünden zenginleştirmektedir. Bu duruma suların biyoelementler tarafından zenginleşmesi yani “ötrifikasyon” denilmektedir. Bu olay sonucunda sulardaki yeşil bitkiler büyük bir biyolojik kütle geliştirmekte ve yaşadıkları sürece bol miktarda oksijene gereksinim duymaktadırlar. Böylece sudaki diğer canlılar için oksijen azalmakta ve buna bağlı olarak da canlıların ölümleri gerçekleşmektedir (Taygun ve Balanlı, 2005).

Ötrifikasyonun Nedenleri;

- Toprak ve kayaçların aliterasyonundan oluşan besinlerin doğal yüzey akışı
- Nitrat ve fosfat içeren anorganik gübrelerin yüzey akışı
- Hayvan çiftliklerinden hayvan dışkılarının yüzey akışı (Nitrat, fosfat, ve

Amonyak içermekte)

- Erozyondan kaynaklanan yüzey akışı
- Deterjanların(fosfat içermekte) çevreye bırakılması
- Kısmen arıtılmış veya arıtılmamış evsel atık suların çevreye bırakılması

(nitrat ve fosfat içermekte). (<http://www.hidrojeoloji.net/otrifikasyon.html>) (Erişim tarihi 2 Aralık 2009)

Ötrifikasyonun etkileri;

- Bitki ve hayvan biyokütlesinde artış
- Köklü bitkilerin büyümesinde artış
- Suyun bulanıklığında artış
- Sedimentasyon oranında artış
- Anoksik durumların gelişimi (düşük oksijen seviyeleri)
- Canlı türlerinde azalma
- Alg oluşum sıklığında artış

2.3 Denizel Ortamda Sıcaklık, Tuzluluk, Çözünmüş Oksijen Faktörleri

Sıcaklık, nem, yağış, hava hareketleri iklimin ana öğelerini oluştururlar. Bilindiği gibi, yeryüzünün % 71'ine yakın bölümü su ile kaplanmış durumdadır.

Bunun % 98'i sıvı, kalan kısmı ise katı ve gaz halindedir. Su; atmosfer, karalar ve okyanuslar arasında katı, sıvı ve gaz halinde devamlı dolaşır, bu harekete hidrolojik dolaşım adı verilir. Sucul ortamdaki canlılar için suyun sıcaklığı, içindeki çözünmüş maddeler, tuzluluk derecesi, durgun ya da akarsu oluşu önem taşır. Yayılış alanları, yukarıda sayılan özelliklerine göre belirlenir. Ayrıca suda derinliğe bağlı olarak değişen basınç da sucul organizmalar için önemlidir. Bütün bu özelliklere uyum sağlamak üzere canlılar çeşitli fizyolojik, morfolojik ve davranışa bağlı mekanizmalar geliştirmişlerdir. İnsan faaliyetlerine bağlı olarak suyun yapısında meydana gelen değişiklikler canlıların yaşamlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Büyük deniz kazalarından sonra yayılan petrol ya da çeşitli endüstriyel ve evsel atıkların doğrudan suya verilmesi onun kimyasal bileşimini bozmakta, o çevredeki canlı türlerinin yok olması veya göç etmesine neden olmaktadır. Ayrıca yine endüstriyel faaliyetler sonucunda soğutma amaçlı kullanılan suyun sıcaklığının değişmesi bile içindeki canlılar için yaşanılmaz hale gelmesine yol açmaktadır.

Işık, denizlerdeki primer prodüktivite ile deniz canlılarının enlemsel ve boylamsal yöndeki yayılışlarını direkt veya endirekt şekilde etkileyen önemli bir çevresel faktördür. Işık şiddetine ve müddetine bağlı olarak denizlerin verimi değişebilir. Zira fotosentez olayı direk olarak ışığın etkisinde gelişir. Deniz bitkileri ve özellikle fitoplanktonik formlar, fotosentez için gerekli enerjiyi güneş ışınlarından sağlarlar.

Sıcaklık (temperatür) ;canlılar için geniş bir yaşam alanı oluşturan okyanusların sıcaklığı termoklin tabakasının altında hemen hemen sabit olup, genellikle 5⁰C'nin altındadır. Bu nedenle okyanus sularının büyük bir bölümünü oluşturan termoklin tabakasının altında sıcaklık değişimleri çok az olduğundan burada yaşayan organizmalar üzerinde önemli etki göstermezler. Halbuki termoklin tabakasının üzerindeki katmanda suların sıcaklığı zamana ve enlemlere bağlı olarak çok değişir. Bu nedenle de termoklin tabakasının üstündeki suda veya bu suların örttüğü dipte yaşayan organizmaların morfoloji, fizyoloji ve dağılışlarında sıcaklığın önemli bir rolü vardır.

Diğer bir denizlerdeki abiyotik etmen arasında ise **pH** etkisi gösterilebilir. Deniz suyunun pH'ı genellikle önemsiz kabul edilmekle beraber, ortalama olarak 7,5-8,4 arasında değişir. Bu nedenle denizel formların yaşamı için önemli bir çevresel faktörü oluşturmaz. Sadece sahil zonların bazı bölgelerinde diğer çevresel faktörlerin etkisiyle ortam pH'ında önemli değişimler olabilir. Bunun bir sonucu olarak da organizmaların fizyolojisinde bazı değişimler izlenebilir.

Basınç, okyanus ve denizlerde paralel yönde oldukça homojen bir dağılışı gösteren basınç faktörü derinliğe bağlı olarak düzenli artış göstermektedir. Bu nedenle basınç yüzey formları için önemli bir etmen olmaktan yoksun, buna karşın deniz formları ile vertikal yönde yer değiştiren formlar için etkili bir faktördür. Bu etki direkt olduğu gibi, ortamdaki gazların çözünürlüğü veya viskozitesini değiştirmek suretiyle endirekt şekilde de olabilir.

Su Hareketleri, denizlerde izlenen su hareketleri (akıntılar, dalgalar, gel-git) organizmaların yaşantısında ve dağılışında diğer abiyotik faktörler kadar önemli etkilere sahiptir. Eğer denizlerde su hareketleri olmasaydı, yaşam için gerekli olan oksijen, besin gibi faktörler en azından yüzey tabakasında homojen bir dağılım göstermeyeceklerinden denizlerin bazı bölgeleri yaşam için devamlı veya geçici olarak uygun olmayacaktı.

Su hareketlerinden akıntılar denizlerdeki tüm yaşam için etkili olabilir. Bu etki besin veya oksijen taşıyarak olduğu gibi, sularda pasif olarak yer değiştiren formların dağılışı üzerinden de olabilir. Akıntıların bu geniş etkinliğine karşın dalgalar ve gel-git olayı özellikle sahil kesimlerindeki yaşam için önemlidir.

Oksijen ve Karbondioksit, bazı bakterilerin dışında, tüm canlıların yaşamı için serbest oksijene kesinlikle gereksinme vardır. Yaşam için kaçınılmaz olan bu çevresel faktör ortamdaki canlıların dağılışını kesinlikle sınırlar; oksijeni içermeyen zonlarda yaşam son bulur. Bunun en tipik örneğini Karadeniz'deki bentik canlıların dağılışı oluşturur ki, bu denizde 150-200 m derinlikten sonra bakteriler dışındaki diğer canlılara rastlanmaz.

Suda çözülmüş halde bulunan karbondioksit miktarı belli bir düzeyden sonra çoğu organizmanın yaşantısını sınırladığı halde, bitkilerin fotosentez faaliyetleri için kaçınılmaz bir bileşiktir. Bundan başka yapılarında CaCO_3 içeren canlılar da ortamlarda bulunan karbondioksit gereksinme duyarlar. Bentik veya planktonik olabilen bu canlıların yapısı ortamdaki karbondioksit konsantrasyonu bağlı olarak değişir.

Besleyici elementlere dahil silis, azot ve fosfor deniz suyunda çeşitli şekillerde bulunurlar ve deniz ekosistemindeki madde dolaşımında ilk basamağı oluştururlar. Bu nedenle bir ortamdaki besleyici element miktarı bu ortamdaki primer ve daha sonraki üretimleri direkt olarak etkiler. (Ahmet Kocataş, 2004).

2.4 Denizel Ortamda Klorofil-*a* Faktörü

Klorofilin 20 kadar çeşiti olup, en önemlileri klorofil-*a* ve klorofil-*b* molekülleridir. İki klorofil molekülü arasındaki fark, klorofil-*a*'da bir oksijen atomunun eksik, 2 hidrojen atomunun fazla olmasıdır. **Klorofil-*a*** mavimsi-yeşil, klorofil-*b* ise sarımsı-yeşil renktedir. Sucul ekosistemlerde fitoplankton yoğunluğunun en iyi göstergelerinden bir tanesi klorofil-*a* miktarıdır (Tomasko ve ark. 1996, Cloern 2001). Besin ve beslenme, canlıların başlıca besin kaynağını oluşturan besinler, oksijenden sonra vital aktivitenin işleyişindeki etkenliği yönünden ikinci sırayı alırlar. Organizmaların yararlandığı besin miktarı ve kalitesi bunların yaşamı yönünden önemlidir; zira her canlı belli miktar ve çeşitteki besin aldığından yaşantısını sürdürür, ürer, gelişir ve neslini devam ettirir. Herhangi bir ortamdaki besin ve beslenme dengesinin bozulmasının sonucu bu ortamdaki canlılar ya göç eder ya da ölürler. Denizel ortamlarda üretim ve verimlilik tahminleri yapabilmek için öncelikli olarak fitoplankton biyomas düzeyleri bilinmelidir. Bu da ancak fitoplanktonun nicel analizleriyle mümkündür. Fitoplankton biyomasının hesaplanmasında ve boy gruplarının belirlenmesinde klorofil-*a* analizi en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Ancak, klorofil-*a* analizi taksonomik ayırım için yeterli olmamakta, hücresel klorofil-*a* ortamdaki besin konsantrasyonu, ışık şiddeti ve sıcaklık gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Arin ve ark. 2002). Bu nedenle, fitoplankton yoğunluğunun belirlenmesinde ve her bir taksonomik grubun topluluk içinde etkinliğinin saptanmasında mikroskobik çalışmalar oldukça önem taşımaktadır.

Deniz canlılarının yaşantısında ve dağılışında önemli etkenlere sahip çevresel faktörler, karasal ortamda olduğu gibi abiyotik ve biyotik olarak iki grupta incelenebilirler. Bunlardan abiyotik çevresel faktörler radyasyon, ısı, sıcaklık ve nem, basınç, su hareketleri, besleyici elementler, oksijen ve karbondioksit; biyotik etkenlere de besin ve beslenme faktörüyle organizmalar arasında oluşan karşılıklı ilişkiler dahildir (Ahmet Kocataş, 2004).

Organizmalar Arası İlişkiler, karasal ortamda olduğu gibi, denizel ortamda da organizmalar arası ilişkiler, aynı türün bireyleri ya da farklı türlerin bireyleri arasında olabilir (Ahmet Kocataş, 2004).

2.5 Biyolojik Örneklerin Seçimi

Bir sistem veya bu sisteme ait bölümün davranışları hakkında bilgi edinmek için izleyici adı verilen maddelerle çalışılan tekniklere “izleme teknikleri” adı

verilir. İzleme teknikleri içinde özellikle radyoaktif izleme tekniği, denizlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok deniz canlısı sudaki kirleticileri, bulundukları ortamdan daha fazla oranda bünyelerinde biriktirirler. Kirleticiler, organizmaların bünyelerine ya doğrudan sudan, ya besin yoluyla, ya da her iki yolla alınmaktadır. Radyoaktif izleme tekniğinin kullanılması, uzun bir geçmişe sahip olup, bir ortamda yapılan ölçümleme çalışmalarının rasyonelliğine dayanır. Bu sayede hangi radyonüklidin hangi organizmada daha fazla biriktiği tespit edilirse, ölçümleme çalışması yapılırken direkt o organizmanın seçilmesi ile sonuca ulaşmak hızlanır. Denizel ortamlarda doğal ve yapay radyonüklidlerin ile ağır metal gibi çeşitli kirletici unsurların konsantrasyonları hakkında bilgi edinmek için biyoindikatör organizmalar kullanılmaktadır. Biyoindikatör organizmalar, bulundukları akuatik ortamlardaki radyonüklidleri çok yüksek düzeylerde bünyelerinde biriktirmektedirler. Aynı zamanda suda hızlı seyrelmeye uğrayan veya mevcut tekniklerle belirlenmesi zor radyonüklidlerin saptanmasında da seçilmiş bu tür organizmalar kullanılmaktadır (Topçuoğlu, 2005; Güngör, 1999).

Kirlilik izleme çalışmalarında seçilen indikatör organizmaların radyonüklid konsantrasyon etme yeteneklerinin yanında, bünyelerinden atılmalarının da yavaş olmasına dikkat edilmelidir. Diğer taraftan, çalışılan bölgelerde çok bulunmalı, kolay toplanmalı ve geniş bir coğrafik dağılım göstermelidirler.

Seçilen biyoindikatör organizma bulunduğu bölgeye tutunarak yaşaması, bu bölgeyi daha iyi temsil etmesi açısından önem kazanmaktadır. Bu nedenle izleme çalışmalarında midye gibi organizmalar tercih edilebilir. Planktonik organizmaların homojen olmayan gruplar halinde yaşadıkları gözlemlenmiştir. Yapılmış plankton biyojeokimyasal çalışmalarının çoğu baskın planktonik türler üzerine odaklanmıştır. Planktonik organizmalar çoğunluğu itibarıyla birkaç cm'den daha küçük boyutlardadır, bu durum bireylerin yüzey alanı/hacim oranının büyük değerlerde olması sonucunu doğurur. Geniş yüzeye sahip olma özelliği, deniz suyundaki metallerin ve radyonüklidlerin adsorbsiyonunu artırır ve sonuçta bu elementler planktonik organizmalarda yüksek konsantrasyon faktörlerinde bulunurlar (Lowman et al., 1971; Fowler, 1977, 1990). Plankton metal ve radyonüklid biyobirikimi ve vücut dışına atım işlemleri, denizlerde kirliliğe sebep olan bu elementlerin akı ve kalış zamanları açısından çok önemlidir.

Denizlerde iz element dağılımları planktonik aktiviteler yanında, su kütlelerinin hareketleri, girdap ve sedimantasyon işlemleri ile de oldukça ilişkilidir. Element hareketlerinin planktonla ilişkisi fiziksel ve jeolojik taşıma

işlemlerinin de konusudur. Planktonik organizmalar elementlerin taşınmasının yanı sıra biyobirikim, tutuş ve sonraki besin zincirine transferi, dikey ve yatay hareketler ve biyoatıkların pasif çökelmelerini de gerçekleştirmektedirler. Göreceli önemi fiziksel ve kimyasal işlemlerle mukayese edilebilen bu biyolojik taşıma mekanizması, verilen her konumda deniz biyokütlesinin bir fonksiyonudur. Deniz planktonunda metal ve radyonüklidlerin biyobirikimi, biyobulunurluğu, besin zincir transferleri, ve metabolizmalarının çeşitli yönleri birçok etkenin tesiri altında olması nedeniyle oldukça kapsamlı ve geniş konulardır (Lowman et al., 1971; Davies, 1978; Fisher and Reinfelder, 1995; Fowler, 1982, 2002).

Günümüzde denizlerdeki kirlilik izleme çalışmalarında biyoindikatör organizma olarak, plankton, makroalg, çeşitli kabuklu ve yumuşakçalar ile balık gruplarından seçilen farklı türler yaygın olarak kullanılmaktadır (Topçuoğlu, 2005).

2.5.1 Kara midyeler (*Mytilus galloprovincialis*) hakkında genel bilgiler

2.5.1.1 Taksonomisi

Bivalvia sınıfından ve Mytilidae familyasına ait olan midyeler, ülkemiz sularında ekonomik olarak bulunurlar. Midyeler, sert zeminlere yapışarak yaşayan, deniz suyunu filtre eden, su içindeki planktonlar ve asılı haldeki organizmalar ile beslenen omurgasız canlılardır. Denizlerde bol miktarda bulunmaları, çabuk üremeleri, suda bulunan ağır metal ve bazı radyonüklidleri özellikle de ^{210}Po 'u yüksek yoğunluklarda biriktirip bunları uzun süre bünyelerinde tutmalarından dolayı midyeler sularda kirliliği yansıtan biyolojik indikatörlerin başında gelmektedir. Midyelerin izleyici olarak yaygın bir şekilde kullanılmasında beslenme şekilleri önemli bir rol oynamaktadır. *Mytilus galloprovincialis*in sistematikteki yeri şu şekildedir (Tomruk, 2004).

Kök (Filum): Mollusca

Sınıf (Klas) : Bivalvia

Takım (Ordo): Filibranchiata

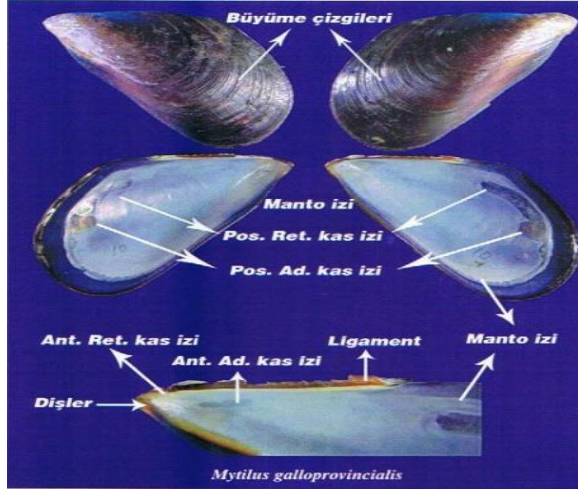
Familiya: Mytilidae

Cins (Genus): *Mytilus*

Tür (Species): *Mytilus galloprovincialis*

2.5.1.2 Morfolojik özellikleri

Mytilus galloprovincialis türünde eşit iki parça şeklinde olan kabukların ön, arka, alt ve üst kenarları kolayca ayırt edilebilir. Ön kenar oldukça kısadır. Arka taraf oval, ön taraf ise üçgen şeklindedir. İki kabuk kısa olan ön kenarda ligament ile birbirlerine bağlanmıştır. Ön kenarda yer alan ligament yarığı içine yerleşmiş olan ligament, öne doğru uzanan ve kabukları birbirine bağlayan kahverengi elastik bir şerit gibidir. Bu şeride paralel ve bitişik olan, mat ve beyaz renkte, üzerinde bir dizi halinde çukurluklar yer alan ligament çıkıntıları bulunur.



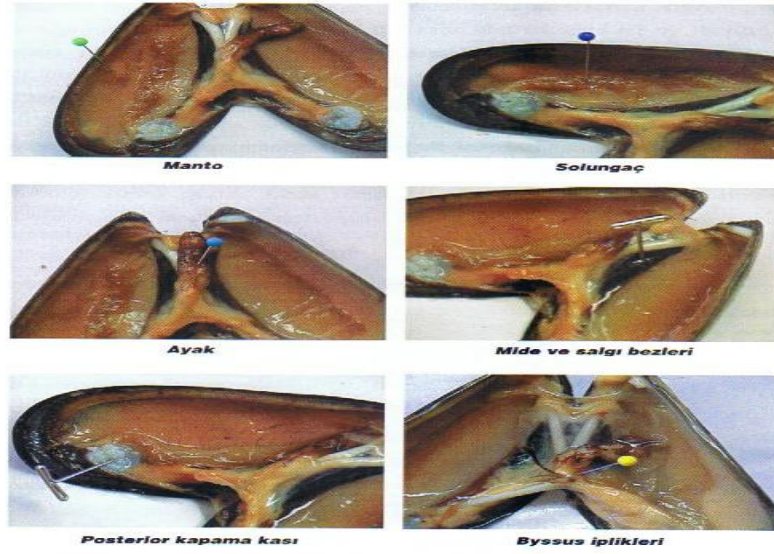
Şekil 2.2 Kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) morfolojik özellikleri

Ligament, kapama kaslarının kapama kuvvetlerinin aksi yönünde bir kuvvete sahiptirler. Midyeler öldüklerinde, kaslar kapama kuvvetlerini kaybettiklerinden dolayı kabuklar açılır. Midyelerde kabukların bağlantı yerine yakın bir konumda her iki kabuk üzerinde umbo adı verilen bir şişkinlik mevcuttur ve kabukların üzerinde, bu şişkinlikten kenara paralel giden küçük eliptik daireler şeklinde büyüme çizgileri bulunur. Kabuk rengi genel olarak siyah, siyahımsı mavi, koyu mor ve kahverengimsi tonlarda olup, ekolojik koşullara bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Kabukların içi düzgün olup bakıldığında kolayca fark edilebilen iki renk görülür. Orta kısım beyazımsı sedef parlaklığındadır, kenarlara doğru renk koyu maviye dönüşür. Kabuklar bissus denen ipliklerle kendilerini bir mesnede tespit ederler. Kabuğun ventralinde yer alan bissus yarığı, periostrakum kıvrımlarıyla

örtülmüştür ve bunlar, kabuklar kapandığında bissus iplikleri yardımıyla aralanan kabukların iç tarafına su ve yabancı cisim girmesine engel olurlar (Atayeter, 1991).

Midyelerde iki kabuk arasında menteşe bulunur. Dişlerin bulunduğu bu menteşenin dışını çevreleyen kısma lunula adı verilir. Sivri bir gaga şeklinde olan lunula, umbonun anterior ucunda, ve periostrakum ile örtülü olması, burada bulunan diş şeklindeki çıkıntıların kolayca görünmesini engeller. Midyelerdeki dişler, sivrilmiş lamel görüntüsündedir ve her kabuktaki diş diğer kabuktaki çukurluğa uyum sağlayacak yapıdadır (Atayeter, 1991).



Şekil 2.3 Kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) Doku ve Organları

2–100 µm boyutlarında olan organik ve inorganik her türlü partikülü süzerek beslenen midyeler (ortalama 7-8 cm boyutunda olan)saatte 10-15 litre suyu süzme özelliğine sahiptir. Midye büyüklüğü, partikül büyüklüğü, partikül yoğunluğu, partikül türü, su sıcaklığı ve su akıntısı gibi bazı parametreler midyelerin filtrasyon hızı üzerinde etkilidirler (Tosyalı, 2005).

2.5.1.3 Üremesi

Midyelerin üreme organları, kasları, solungaçları ve ayakları hariç vücudunun her tarafına dağılmış kanal ve kanalcıklar şeklindedir. Üreme döneminde mantoya dağılmış olan genital organında çok belirgin cinsiyet hücrelerine rastlamak mümkündür (Geldiay, Kocataş, 2006).

Midyelerde mantonun genital hücrelerle tamamen dolu olması ve mantonun rengine göre cinsiyet ayrımı yapılır. Yumurtlama dönemlerinde manto rengi gözle görülebilen bir değişime uğrar. Olgun midyelerde gametler nedeniyle manto rengi dişilerde portakal rengi ya da kırmızımsı olurken erkeklerde kirli beyaz ya da süt beyazıdır (Geldiay, Kocataş, 2006).

Su sıcaklığı, tuzluluk miktarı ve besin maddeleri midyelerin yumurta bırakma süresini ve yumurta bolluğunu etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Midyelerde üreme dönemleri sonbahar ile ilkbahar sonlarıdır. Bu dönemlerde gametlerin atılması dalgalar, akıntı, tuzluluk ve sıcaklıkta olan ani değişimler gibi birçok çevresel faktöre bağlıdır (Kocataş, 2006).

Manto içerisindeki dokularda gelişimlerini tamamlayan sperm ve yumurtalar genital kanallar aracılığıyla suya bırakılır. Yumurtalar gruplar halinde suya bırakılır. Suda birbirinden ayrılan yumurtalar pembe veya kırmızımsı bir renk olarak su yüzeyinde birikirler. Sperm bırakma ise aralıklı olarak yaklaşık 2-3 saat sürer. Spermiler midye etrafında toplandıktan sonra su beyazımsı bir renk alır. Sudaki dalga ve diğer hareketler yumurtaların döllenmesinde oldukça önemli etkenlerdir (Atayeter, 1991; Yılmaz, 1989).

Midyelerde suya bırakılan spermiler kuyrukları ile yumurtaya kendilerini sararlar ve armut şeklindeki başlarıyla yumurta zarını delerek içeri girerler. Sperm yumurtaya girdikten 1 ile 5 dakika içinde döllenme zarı oluşur. Döllenmeden yaklaşık 4 saat 20 dakika sonra siler meydana gelir ve embriyonun vücudunun yüzeyinde siler oluşunca, büyüme ve hareket başlar (Atayeter, 1991; Yılmaz, 1989).

2.5.1.4 Beslenmesi

Diğer filtre ediciler gibi midyelerde suda süspansiyon halindeki mikroorganizmalarla beslenir. Hayat tarzı sedenter olup beslenme için herhangi bir hareket görülmez. Solungaçları ile bir taraftan solunup yaparken diğer taraftan suyun hareketliliğini sağlar (Geldiay, Kocataş, 2006).

2.5.1.5 Filtrasyon hızı

Filtrasyon canlının bütün vücudu boyunca dolaştırdığı su anlamına gelir. Fakat hayvan suyu filtre etmeden de dolaştırabilir. Bu durumda filtrasyon hızı dolaştırdığı suyun hızından daha az olacaktır. Birçok araştırmacı, filtrasyon hızını etki eden

faktörleri ve etkilerini araştırmışlar fakat farklı sonuçlar bulmuşlardır. Yapılan araştırmalarda midye kültürüne bir miktar alg kültürü ilave edildiğinde filtrasyon hızının normal hızdan daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Geldiay, Kocataş, 2006).

Ortam sıcaklığının, midyelerin yaşamında ve filtrasyon hızındaki etkileri Widdows ve Bayne (1971) tarafından araştırılmıştır. Midyelerin filtrasyon hızına 5-20 °C sıcaklığın etkili olduğu, 20-25 °C de ise yavaşladığı belirtilmiştir (Kocataş, 2006).

Britanya kıyılarında yapılan arazi çalışmaları sırasında filtrasyon hızının mevsimler arasında da farklılık gösterdiği bulunmuştur. Benzer olarak partikül halindeki suda bulunan maddelerle ters orantılı olduğu ortaya çıkarılmıştır (Geldiay, Kocataş, 2006).

2.5.1.6 Solunumu

Mollusca türlerin beslenmesinde solunum oldukça önemli role sahiptir. Çünkü bu türde solunum organı olarak solungaçlar mevcuttur. Mantoları, direkt olarak çevresindeki suda mevcut olan gazla temas halinde olduğu için solunuma yardımcı olur. Birçok araştırmacı midyelerin oksijen tüketimi ile ilgili faktörleri araştırmıştır. Bu faktörlerden O₂ tüketiminin, hayvanın ağırlığı, beslenmesi ve ortam sıcaklığıyla ilgili olduğu tespit edilmiştir (Geldiay, Kocataş, 2006).

2.5.2 Midyelere çeşitli faktörlerin etkisi(Ahmet Kocataş, 2006)

2.5.2.1 Midyelere tuzluluğun etkisi

Midyeler, % 5-40 arasındaki tuzluluk değişiklerine dayanabilmektedir. Belli tuzluluktaki suda uzun müddet yaşayan midyelerin bulunduğu ortamın tuzluluğu %5 ten fazla miktarda ani bir şekilde değişecek olursa midyeler ölmektedir. Fazla olamayan tuzlulukta % 5-10 midye beslenebilmekte fakat iyi büyümemektedir. Midyelerin büyümeleri için optimal tuzluluk %15-25 arasındadır.

2.5.2.1 Midyelere su sıcaklığının tesiri

Midyelerin gelişmeleri, büyümeleri, üremeleri ve beslenmelerinde su sıcaklığının önemli etkisi bulunmaktadır. Midyelerin dağılışıda sıcaklığın etkisi büyüktür. Kara Midye (*Mytilus galloprovincialis*) 1-26 °C deki su sıcaklığına

dayanabilmektedir. Fakat beslenme, çoğalma ve gelişmesi için gerekli olan optimal su sıcaklığı 8-26 °C dır.

2.5.2.3 Midyelere akıntılarının etkisi

Akıntılar, midyeleri hem olumlu hem de olumsuz yönde etkiler. Suyun dip tabakalarının akıntılara maruz kalması, oksijen, detritus ve plankton bolluğuna neden olduğu için midyelerin beslenme ve büyümesinde olumlu etki yapmaktadır. Ayrıca larvaların nakli ve yeni bölgelere dağılımı da gerçekleşmiş olmaktadır. Kuvvetli akıntılar ise midye larvaların tespitini güçleştirmektedir.

2.5.3 Deniz balıkları

Balıkların vücutları genellikle sudaki harekete uygun olacak biçimde uzun ve yuvarlağımsıdır. Diğer bir ifade ile iğ şeklindedir ki, buna “Fusiform” şekil adı verilir. Tamamen yuvarlak olabildiği gibi, yanlardan hafif veya kuvvetli basık da olabilmektedir.

Balığın yaşadığı bölge ve yaşam koşullarına bağlı olarak, bu vücut şekli düz tabak şeklinde, yaprak şeklinde veya balık türlerine bağlı olarak bir ağacın dallarına andıracak şekilde dallı budaklı da olabilmektedir. Genellikle dipte yaşayan balıklarda vücut yassı, pelajik su kesiminde ve yüzeyde yaşayan balıkların pek çoğunda vücut iğ şeklindedir.

Solungaç iplikleri ve solungaç boşluğu kapiler kan damarları ile doludur. Balığın solunumu basit olarak suyun alınması, solungaç kapakları ile gövde arasından dışarı atılması şeklinde ifade edilebilir.

Bu işlem esnasında suda bulunan erimiş oksijen absorbe edilirken vücudu dolaşan kanda bulunan karbondioksit suya verilir. Ancak yalnız karbondioksit verilmeyle kalmaz, metabolizma artıkların % 90’ında solungaçlardan vücudu terk eder.

Belirttiğimiz bu solunum şekline ilaveten bazı balıklarda solunumla ilgili değişiklikler de vardır. Bazı balıkların sudaki solunuma ilaveten havadaki oksijenden de yaralandıkları saptanmıştır (Geldiay, Kocataş, 2006).

2.5.4 Deniz Sedimentleri

Deniz sedimentlerinin yapıları ve bileşimleri büyük farklılıklar gösterir. Bunlar kaya parçalarının aşınması ile ortaya çıkan çöküntülerden, deniz kabuklularından, çeşitli organizmaların ortaya çıkardığı organik materyallerden, deniz suyundan çökelen tuzlardan veya volkanik ürünlerden meydana gelebilir.

Başlıca sediment kaynakları; nehir kökenli sedimentler, buzul alanlardan kaynaklanan sedimentler, rüzgârların taşıdığı sedimentler ve volkanik olaylardan kaynaklanan sedimentler olarak dört gruba ayrılır.

Sedimentlerin ana kaynağı olan nehirlerde çözünen ve nehirlerle taşınan karasal orijinli materyaller, nehirlerin denizlerle birleştiği noktalarda denize taşınırlar. Denizlerde bu şekilde ne oranda materyalin biriktiği konusunda kabaca tahminler yapılabilmektedir. Doğu Çin Denizi'nde oluşan sedimentasyonun önemli bir bölümünün denize dökülen Yangtze ve Yellow nehirlerinden kaynaklandığı ve bu nehirlerin denizle birleştiği kısımlarda sedimentasyonun diğer kısımlara oranla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. (DeMaster, 1985; Huh ve Su, 1999).

Buzullar ile ince veya kalın materyallerin denizlerden uzaklara taşınması mümkün olabilmektedir. Kuzey kutbuna yakın alanlarda buz kütlelerinin taşıdığı materyaller sedimentasyon hızını etkileyen hareketlerdendir.

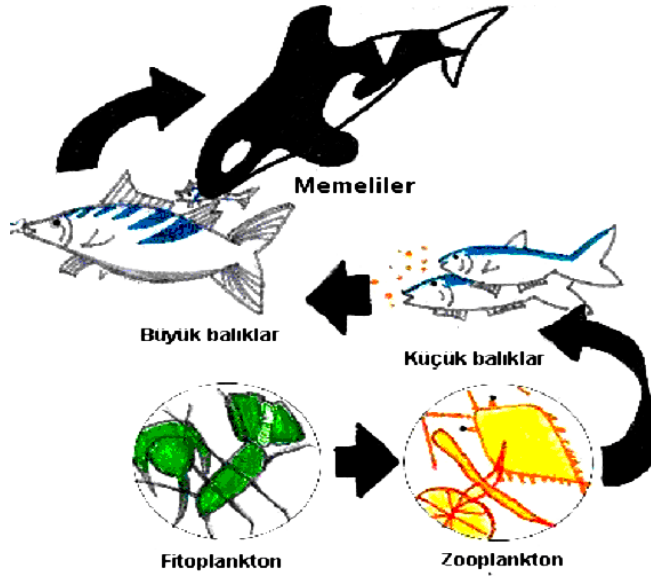
Buzulların taşınmasının tersine, rüzgârlarla sadece ince materyaller taşınabilir. Dayanıklı materyallerin çoğu ise volkanik oluşumlardan kaynaklanmaktadır. Örneğin Pasifik'teki derin sulardaki killerin ana kaynağı volkanik küllerin ayrışmasıdır. Volkanik materyaller kara parçalarını da aşındırmakta ve bu materyalleri denizlere karasal orijinli sedimentler olarak taşımaktadır.

2.5.5 Plankton

Plankton, su içerisinde yaşayan özel hareket organelleri olmayan veya olsa bile bu organelleri yer değiştirmede aktif olarak kullanamayan, ancak su hareketleri ile pasif olarak yer değiştirebilen, çoğu mikroskobik organizmalar topluluğu olarak tanımlanmaktadır (Cirik ve Gökpınar, 1999). Denizel ekosistemlerin en önemli öğelerinden birini fitoplanktonik organizmalar oluşturmaktadır.

Büyük çoğunluğu tek hücreli alglerden oluşan fitoplanktonik organizmalar, okyanus ve denizlerde ilk üreticiler olarak besin zincirinin ilk halkasını oluşturmakta, sistemdeki enerji döngüsünü ve verimliliği doğrudan etkilemektedir. Bunlardan hücreleri klorofil taşıyan ve bu nedenle fotosentez yapabilme özelliğine sahip olanlara fitoplankton, hayvansal olanlarına ise zooplankton denmektedir. Büyük çoğunluğu ototrofik olan fitoplanktonik organizmalar ışıktaki fotosentez yoluyla karbondioksit ve inorganik maddelerden organik madde üretmektedirler (Kennish, 2001). Bu fonksiyonları sayesinde fitoplanktonik organizmalar, zooplanktondan başlayarak, sudaki tüm hayvansal organizmaların beslenmesinde doğrudan veya dolaylı olarak büyük öneme sahiptirler.

Denizel ortamlarda ekolojik süksesyon olarak bilinen olaylar, fitoplankton türlerinin yılın farklı zamanlarında ortaya çıkmaları ve kaybolmalarını kapsamaktadır. Normal koşullarda düzenli seyreden bu olay, aslında tür kompozisyonu ve topluluk yapısı değişimlerinin kombinasyonu ile fiziksel ortamın değişim sürecini kapsamaktadır (Partensky ve ark, 1999).



Şekil 2.4 Denizlerde besin zinciri

İlkbaharda oluşan fitoplankton biyokütlesindeki artış “ilkbahar aşırı çoğalmaları” olarak tanımlanır. Bu aylarda yüzey sularında fazla miktarda birikmiş besleyici elementler bulunduğu için, ilkbahar aylarında aydınlanma ve sıcaklık artışı ile birlikte fitoplankton hızla çoğalır. Fitoplankton miktarındaki artışı zooplankton miktarındaki artış takip eder (Özel, 2003).

Planktonik organizmaların homojen olmayan gruplar halinde yaşadıkları gözlemlenmiştir. Yapılmış plankton biyojeokimyasal çalışmalarının çoğu baskın

planktonik türler üzerine odaklanmıştır. Planktonik organizmalar çoğunluğu itibarıyla birkaç cm'den daha küçük boyutlardadır, bu durum bireylerin yüzey alanı/hacim oranının büyük değerlerde olması sonucunu doğurur.

Geniş yüzeye sahip olma özelliği, deniz suyundaki metallerin ve radyonüklidlerin adsorbsiyonunu artırır ve sonuçta bu elementler Tablo 2.2'de görüldüğü gibi planktonik organizmalarda yüksek konsantrasyon faktörlerinde bulunurlar (Lowman et al., 1971; Fowler, 1977, 1990). Plankton metal ve radyonüklid biyobirikimi ve vücut dışına atım işlemleri, denizlerde kirliliğe sebep olan bu elementlerin akı ve kalış zamanları açısından çok önemlidir.

Tablo 2.2 Bazı radyonüklidlerin konsantrasyon faktörleri (Fowler, 1990; CIESM, 2002)

Radyonüklid	Fitoplankton	Mikrozooplankton*	Makrozooplankton**
Pu-239,240	$9 \times 10^4 - 1 \times 10^5$	4×10^3	1×10^2
Am-241	$2 \times 10^4 - 1 \times 10^5$	4×10^3	1×10^3
Ce-144	9×10^4	6×10^3	-
Ru-106	2×10^5	3×10^4	-
U-238	2×10^1	3×10^1	-
Th-232	2×10^4	2×10^4	-
Th-230	8×10^3	4×10^3	-
Th-228	2×10^4	6×10^3	-
Ra-226	2×10^3	1×10^2	-
Po-210	7×10^4	3×10^4	1×10^4

Planktonik organizmaların yaşamları kısa olup besin maddeleri çok iyi bilinmektedir ayrıca gıda zincirinin en altında bulunmaları nedeniyle radyonüklid biyobirikim deneyleri içinde çok uygundurlar. Biyobirikim işlemi plankton popülasyonlarında yüksek oranda gerçekleşir bunun sebebi türlerin adsorbsiyon yapan yüzeylerinin göreceli olarak büyük olmalarıdır. Yapılan bazı çalışmalar, Po-210'un bazı fitoplankton (Fisher et al., 1983c) ve bakteri (Cherrier et al., 1995; LaRock et al., 1996) türlerinin sitoplazmalarına katıldığını da göstermiştir (Fisher, 2003b).

2.6 Türkiye'de ki Balık ve Midye Yetiştiriciliği

Su ürünleri yetiştiriciliği; sucul organizmaların biyolojik gelişim evrelerine göre optimum çevresel koşulların kontrollü olarak sunulması, su kaynaklarının ekolojik yapılarını ve dengelerini bozmadan yok etmeden doğal çevrenin ve stokların korunması, doğal stoklardaki av baskısının azaltılması, yetiştiricilikte ekonomik prensipler dikkate alan çok sayıda bilim dalları ve çeşitli sektörlerle ilişkisi olan önemli bir üretim ve bilim alanıdır. Dünyada su ürünleri üretimi (balık, kabuklu ve yumuşakçaların) 2009 yılında toplam 145.1 milyon ton olduğu ve bu üretimin 55.1 milyon tonunun (%37.9) yetiştiricilik yolu ile elde edilmesine

karşın, 1980 yılında su ürünleri yetiştiriciliğinin ise 4.7 milyon ton civarında olduğu bildirilmiştir (Fao, 2010).

Tablo 2.3 Dünya ve bazı ülkelerin toplam 2009-2010 yılı su ürünleri üretimi ve yetiştiricilik miktarı(ton), (Anonim, 2009, Fao. 2010).

Ülkeler	Avcılık	Yetiştiricilik	%	Toplam Üretim
Çin	14 791 163	32 735 944	64	47 507 761
Hindistan	4 104 877	3 478 690	84	7 583 567
İspanya	917 188	249 062	21	1 166 250
Japonya	4 248 697	732 374	14.6	4 981 071
Norveç	2 430 842	843 730	34.6	3 274 572
Fransa	457 127	237 833	51.8	694 960
Dünya	89 740 919	52 446 205	36	142 219 544
TÜRKİYE	464 462	158 729	25.4	623 191

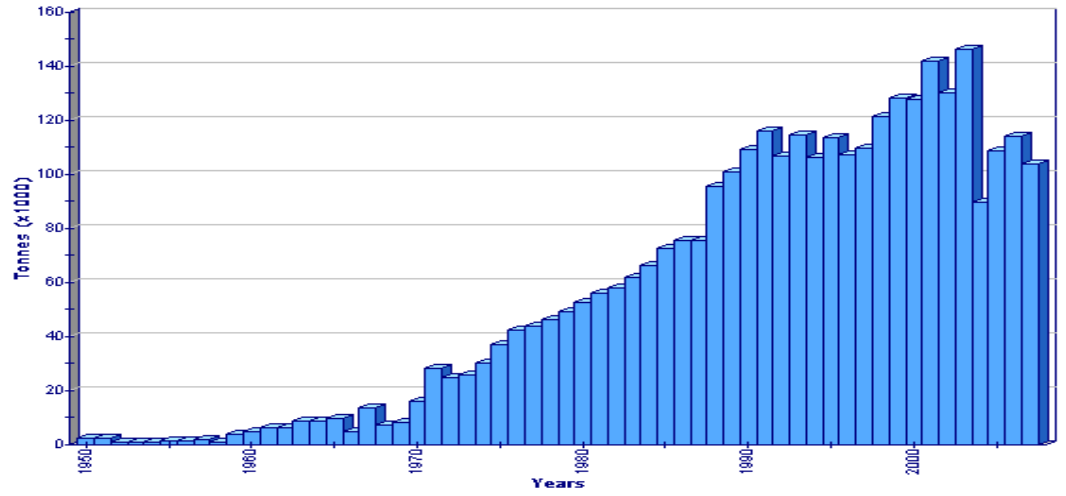
Türkiye su ürünleri yetiştiriciliğinin son 25 yıllık yakın geçmişine bakıldığında; 1985 yılından önce su ürünleri yetiştiriciliğine dair istatistiklere girmiş bir veri bulunmamakla birlikte su ürünleri yetiştiriciliği çalışmaları 1960'lı yılların sonlarına doğru sazan ve gökkuşağı alabalığı, 1980 yılların ilk yarısından itibaren çipura, levrek yetiştiriciliği çalışmalarının başladığı (Demir, 2008) ve ülkemiz içsularında alabalık, sazan, yılan balığı; denizde ise çipura, levrek başta olmak üzere orkinoz, kalkan balığı, lahoz, karagöz, sinagrit, karagöz, fangiri, sivriburun gibi alternatif türlerin yetiştiricilik çalışmalarının yapıldığı da bildirilmiştir (Özden ve ark. 2005).

Türkiye milli ekonomisinde (GSYİH) tarımsal üretim payı 2000 yılında %10.1 iken 2009'da %8.3'e gerilemiş ve ülkedeki toplam çalışan kesimin %24'ünün istihdamını sağlamaktadır. Toplam tarım üretimindeki balıkçılık ve ormancılığın payı %7'dir (Anonim, 2010a).

Türkiye balık yetiştiriciliği ve yem üretim miktarlarına 1986-2008 yıllarına ait rakamsal verilerde anlamlı ve mantıksal ilişkileri ifade etmede sıkıntılar olduğu söylenebilir. Bunun nedenlerinden biri balık yem üretim miktarlarına ait veri eksiliğidir, yani balık yemi olarak istatistiksel kayıtlara girmemiş olma olasılığı ve ithal yem cinslerinin net olarak belli olmamasına bağlı olabilir. Ülkemiz yem sanayinde, "balık yemi" adı altında ilk olarak 1999 yılında 38 415 tonluk üretim miktarı ile istatistiklere girmiş ve balık yemi üretimi 2010 yılında 184 810 tona ulaşmıştır. Ayrıca 1999-2006 yılları arasında balık yetiştiriciliği ve balık yemleri üretim miktarları arası korelasyon %87, yetiştiriciliğin yem üretimine göre regresyonu ise 1.70 olarak hesaplanmıştır. 2007-2009 yıllarına ait üretim miktarlarına bakıldığı zaman korelasyon katsayısı 0.41, balık yetiştiriciliğinin yem

üretimine göre regresyonu da 0.633'dir. Ülkemizin 2010 yılı hayvansal yem üretimi toplam 11 501 123 ton olmuş ve bu üretimin %1,6'sını balık yemi oluşturmaktadır.

Bu üretim alanında son 50 yıl içindeki bilimsel-teknolojik gelişmeler ve uygulamalardaki yenilikler sektörün gelişimine önemli katkılar yapmıştır (Bostock, 2011). Dünya midye üretimi 2002 (FAO) verilerine göre yaklaşık olarak 990.000 tonu aşmış bulunmaktadır. Bu üretimin 663,000 tonu *M.galloprovincialis* geri kalanını ise *M.edulis* oluşturmaktadır.



Şekil 2.5 Dünyadaki yıllara göre midye üretimi (FAO midye tüketim istatistikleri)

Ülkemiz sularında yıllık midye üretimi ise 12,362 tonu bulmaktadır. Kara midyenin (*M.galloprovincialis*) sularımızda zengin yataklar oluşturmalarına karşın, Türkiye su ürünleri üretimindeki katkısı, stokların verimliliğine oranla çok düşük seviyede kalmaktadır. Ek olarak, yıllara göre üretimi incelendiğinde artan bir grafik göze çarpmaktadır.

Tablo 2.4 Türkiye'de ki yıllara göre midye tüketim (DİE, 2008)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Midye - Mussel ***	1 200	1 500	5 000	8 100	5 734	12 362	-	-	-
Beyaz Kum Midyesi - Striped venus	-	-	-	-	-	-	48 344	47 215	36 896
Kara-Kıllı Midye - Mediterranean-Bearded horse mussel	-	-	-	-	-	-	9 234	1 493	342
Kidonya - Warty venus	-	-	-	-	-	-	-	73	1
Akrvades(Kum midyesi)-Carpet shell	10 000	7 500	10 000	19 700	16 899	10 847	1 266	1 334	1 255

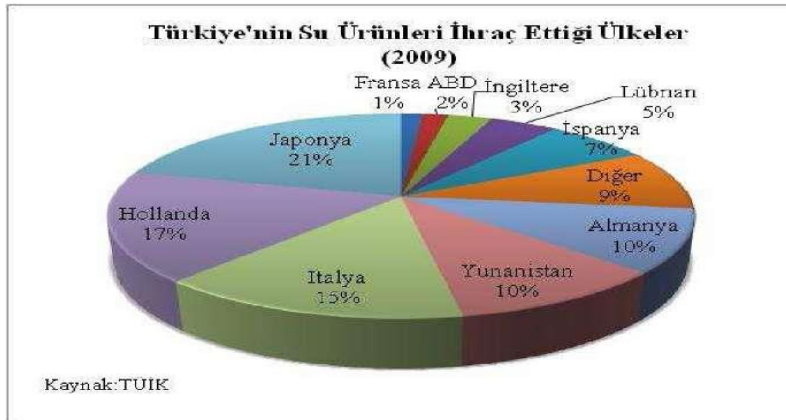
Yakın gelecekte yeni işletmelerin kurulması ve Akdeniz'e kıyısı bulunan diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi su ürünleri içerisinde ayrı bir sektör haline gelmesi beklenmektedir.



Şekil 2.6 Kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) üreten ana ülkeler (FAO, 2006)

Kabuklu su ürünleri çiftliklerinin, balık çiftliklerinin kurulumunda olduğu gibi, yüksek maliyetli yatırımlar gerektirmemesi ve risk faktörünün düşük olması nedeniyle, gelecekte ülkemizde balık üretiminde olduğu gibi kabuklu su ürünleri yetiştiriciliğine olan ilginin artacağı kesindir.

Su ürünleri üretimi, 2008 yılında bir önceki yıla göre % 16,32 oranında azalmıştır. Avcılıkla yapılan üretim, 2008 yılında bir önceki yıla göre %21,87 azalırken, yetiştiricilik üretimi ise %8,8 oranında arttı. Türkiye'de, faaliyet gösteren 1894 balık çiftliği bulunmaktadır. İçsularımızda yoğun olarak alabalık üretilmekte olup, denizlerimizde ise en çok levrek ve çipura yetiştirilmektedir. Türkiye için dikkate değer önemli olan bir nokta, su ürünlerinin Avrupa Birliği ülkelerine ihraç edilen tek hayvansal gıda olmasıdır.



Şekil 2.7 Türkiye'nin Su ürünleri İhraç Ettiği Ülkeler (TUIK-2009)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Ülkemiz üç tarafı denizlerle (Karadeniz, Akdeniz, Ege Denizi, Marmara Denizi) çevrili bir yarımada görünümündedir. Buna göre ülke kıyılarımızın uzunluğu 8337 km'yi bulur. Ege Denizi kıyıları 2600 km'yi geçen uzunluğu ile ülkemizin en uzun kıyılarını teşkil eder.

Ege Denizi'nin Türkiye'deki en önemli kirletici kaynakları; B. Menderes, Meriç ve Gediz Nehirleri ile Çanakkale Boğazı ve İzmir şehrinden gelen kentsel ve endüstriyel atıklardır. Ege Denizi kıyılarında nehir ağzı ve kıyısız bölgeler hızla artan nüfusun yoğun etkisi altındadır. Bu kıyılarda tarımsal, evsel ile endüstriyel kirleticilerin etkisinde çok sayıda koy ve körfez mevcuttur.

3.1 İzmir Körfezi

İzmir Körfezi (38°41'-38°21'N, 26°30'-27°08'E) Ege Denizi'ndeki en büyük doğal körfezlerden biridir (Duman, 2004; Konaş, 2004; Küçüksezgin, 2005). Büyüklüğü ile Türkiye'nin en büyük ikinci körfezi olan İzmir Körfezi'nin kıyısına kurulu İzmir şehri de ülkenin üçüncü büyük kentidir. İzmir körfezi 500 km²'den fazla toplam yüzey alanı, 11.5 milyar m³ su kapasitesi ve 64 km'lik toplam genişliğiyle Ege Denizi'ne açılır (Atgin, 2000; Konaş, 2004).

Topografik olarak İzmir körfezi iç, orta ve dış körfez adı altında üç bölgede incelenir (Duman, 2004; Konaş, 2004; Küçüksezgin, 2005). Körfeze dökülen önemli nehir ve dereler Bostanlı, Ilıca, Bayraklı, Bornova, Manda, Arap, Melez, Poligon, Balçova, Narlıdere ve Gediz'dir. Gediz nehri körfeze dökülen en büyük nehirdir ve dış körfezden denize dökülür. Dış körfez Karaburun Foça arasındaki 20 km genişliği ile kuzeybatı-güneydoğu yönünde 45 km boyunca uzanır. Dış körfezde 70 m olan derinlik iç körfeze gidildikçe azalır. Orta ve İç körfez toplam olarak 24 km uzunluğunda ve 6 km. genişliğinde batıdan doğuya doğru uzanır. İç körfez 57 km²'lik büyüklükle en küçük ve 15 m derinlikle en sığ kısımdır. 13 m derinlikteki Yenikale boğazı ile orta körfezle sınır oluşturur (Duman, 2004, Küçüksezgin, 2005).

İzmir Körfezi, toplam 200 km²'lik alanı ve 11,5 milyar m³'lük su kapasitesi ile Akdeniz'in en büyük doğal körfezlerinden biridir. Körfeze adını veren ve önemli bir ticaret, endüstri ve kültür şehri olan İzmir, yaklaşık 88000 ha.'lık alanı ile körfez etrafındaki en büyük yerleşim bölgesidir.



Şekil 3.2 Dış, Orta ve İç körfezin genel görünüşü

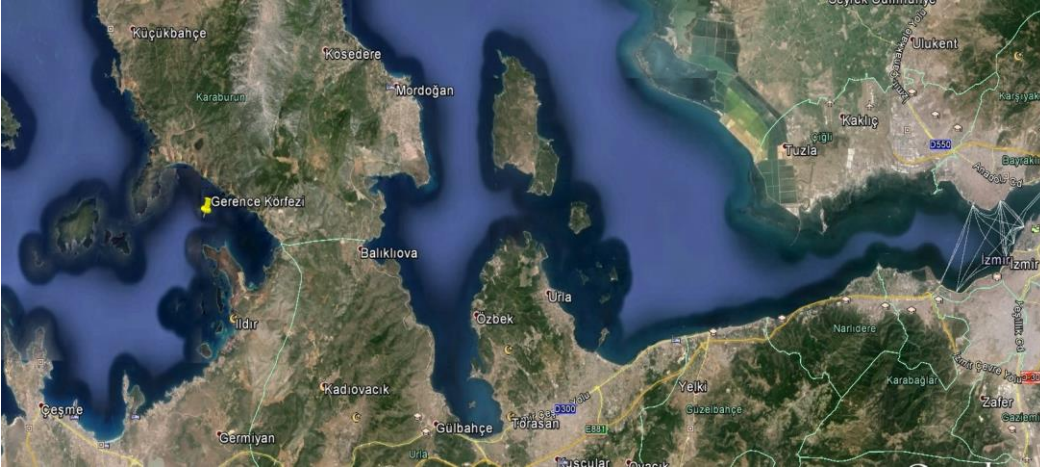
İzmir Körfezi, özellikle de İç Körfez, 1960-1992 yılları arasındaki dönemde kentteki aşırı nüfus artışı, göç, çarpık kentleşme, hızlı sanayileşmeye bağlı olarak, evsel, endüstriyel atık suları ile tarımsal sulamadan geri dönen suların körfeze dökülmesiyle, giderek hızlanan bir süreç içinde kirliliğin yoğunlaştığı bir alan haline gelmiştir.

İç Körfez'in en önemli kirlilik kaynağı da Gediz Nehri'dir. Gediz Havzası, yüksek tarımsal üretim potansiyelinin yanı sıra, son yıllarda hızlı bir endüstriyel gelişmeye de sahne olmaktadır. Endüstriyel gelişme, yoğun tarım ve havza nüfusunun hızla artması havzadaki yüzeysel ve yer altı su kaynaklarına yoğun kirlilik yükleri getirmekte ve bu kaynakların su kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır. 2.5.1989 tarihinde DSİ Menemen Regülatörü mevkiinde alınan su örneği üzerinde D.E.Ü Çevre Mühendisliği Bölümünde yapılan incelemede elde edilen sonuçlara göre; Gediz'deki kirlenmenin özellikle fenolik maddeler, siyanür, yağ ve gres, organik maddeler ve zehirlilik etkisi açısından fazla olduğu anlaşılmaktadır. 1989 yılı içerisinde Gediz Nehri'nde görülen kitle halindeki balık ölümleri, havzadaki kirlenmenin en belirgin göstergesidir. 29.4.1989 yılında Süleymanlı Köyü mevkiinde alınan su örnekleri üzerinde yapılan incelemelere göre, ölçülen fenolik maddeler ve siyanür açısından Gediz Nehri 4. Sınıf (çok kirlenmiş) su sınıfına girmektedir (TÇV,1991).

2.5.1989 tarihinde DSİ Menemen Regülatörü mevkiinde alınan su örneği üzerinde D.E.Ü Çevre Mühendisliği Bölümünde yapılan incelemede elde edilen sonuçlara göre; Gediz'deki kirlenmenin özellikle fenolik maddeler, siyanür, yağ ve gres, organik maddeler ve zehirlilik etkisi açısından fazla olduğu anlaşılmaktadır.

3.2 Gerence Körfezi

Yaklaşık 40 km² yüzölçümüne sahip Gerence Körfezi ise, Ildırı Körfezi'nin hemen kuzeybatı yönünde yer alır ve çevresine de kendi adını verir. 38°29' ile 38°24' kuzey, 26°24' ile 26°31' doğu koordinatları arasında yer alan Gerence Körfezi, Karaburun Yarımadası'nın tüm kuzeybatı kıyısı gibi “az bilinen” bir konumdadır. Körfez Karaburun yarımadasının güneyinde Ildırı ve Balıklıova ‘ ya 10 ar kilometre uzaklıktadır. Ancak son on yıl içinde stabilize hale dönüştürülen ve İzmir Körfezi kıyısındaki Balıklıova Köyü’nü, Ege Denizi’ne ve Ildırı Köyü’ne ulaştıran karayolu bölgeye ulaşımı kolaylaştırınca, İzmirli de Gerence ve çevresini keşfetmeye başlamıştır.



Şekil 3.3 Gerence Körfezinin genel görünüşü

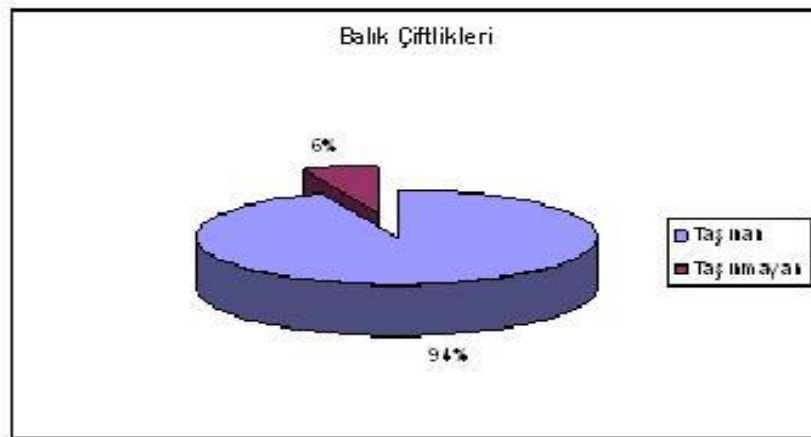
Uzun kenarı kuzeybatı - güneydoğu yönünde uzanan bir dikdörtgen biçimindeki Gerence Körfezi, Ildırı Körfezi'ne açılan tek ağzıyla “Kapalı” denilebilecek bir körfezdır. Bu nedenle önemli sayılabilecek üst ya da dip akıntıları yoktur. Körfezin en kuzey noktasında Karareis Koyu bulunur. Koy, Gerence Körfezi'ne bakan üç önemli yerleşim yerinden Karareis Çiftliği yanında kurulmuş bulunan ve Balıklıova Köyü'ne yaklaşık 17 km. uzaklıktaki Karareis siteleri önünde yer alır. Karareis'ten güneybatı yönünde uzanan ve Karaburun Yarımadası ile Yunanistan'a ait Koyun Adaları (NisosOinousa) arasındaki Eğriliman Boğazı'nı Gerence Körfezi'nden ayıran yarımada Çolak Burnu ile son bulur. Kuzeybatı yönüne bakan kıyıları denize dik inen kayalık yamaçlarla çevrili bu yarımadanın en yüksek noktası 312 m. irtifasıyla Teke Dağı'dır. Gerence Körfezi kıyısını Karareis Koyu'ndan güneydoğu yönüne izlenirse “Kuş uçuşuyla” yaklaşık 9 km. sonra Gerence Koyu'na varılır. Bu “varış” sırasında, kıyıda iki önemli yükseklik dikkate çarpar. Bunlardan ilki Yelkentaşı, diğeri ise 441 m. irtifalı Sıralı Kaya'dır. Yelkentaşı'nın arka taraflarında ve Küçükbahçe yolunun

hemen güney yönünde yazları kuruyan İris Gölü bulunur. Su tuttuğu dönemlerde gölün uzunluğu birkaç yüz metreyi bulmaktadır.

Körfez içerisinde kuzeye doğru ilerledikçe Çipura ve Levrek , körfez dışında ise Sinarit , Orkinos gibi balıkları yetiştiren irili ufaklı işletmeleriyle balık çiftliklerinin tesisleri yer almaktadır. Kısa bir zaman öncesine kadar kıyıya yakın olan bu çiftlikler duyarlı doğasever halkında tepkileriyle daha açıklara taşınmış durumdadır.

2872 sayılı Çevre Kanununa istinaden “Denizlerde Balık Çiftliklerinin Kurulamayacağı Hassas Alan Niteliğindeki Kapalı Koy ve Körfez Alanlarının Belirlenmesine İlişkin Tebliğ” hazırlanmış ve 24.01.2007 tarih ve 26413 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Balık çiftliklerinin denetlenmesi neticesinde 2009 yılı içerisinde 54 çiftliğe 1.321.378 TL para cezası kesilmiş olup, 2010 yılı içerisinde idari para cezası uygulanmamıştır.

Diğer taraftan, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin 54’üncü maddesinin gereğini yerine getirmek maksadıyla denizlerde bulunan balık çiftliklerinin izlenmesi ile alakalı ilke ve esasları içeren Denizlerde Kurulan Balık Yetiştiriciliği Tesislerinin İzlenmesine İlişkin Tebliğ 13.06.2009 tarih ve 27257 sayılı RG’ de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Kanun ve Tebliğ ile getirilen düzenlemeler koy ve körfezleri balık çiftlikleri kurulması açısından tamamen yasaklamış değildir. Sadece kıyıdan belli bir mesafede ve uygun akıntı hızı ve derinlikte koy ve körfezlerin kirlenmesini önleyecek ve daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir üretimin gerçekleştirileceği alanlarda faaliyette bulunulması sağlanmıştır. Böylece hem denizlerimizin korunması hem de daha sağlıklı üretim yapılması temin edilmiştir.



Şekil 3.4. Tebliğ Kapsamında Bulunan Balık Çiftliklerinin Yüzdesel Dağılım Grafiği

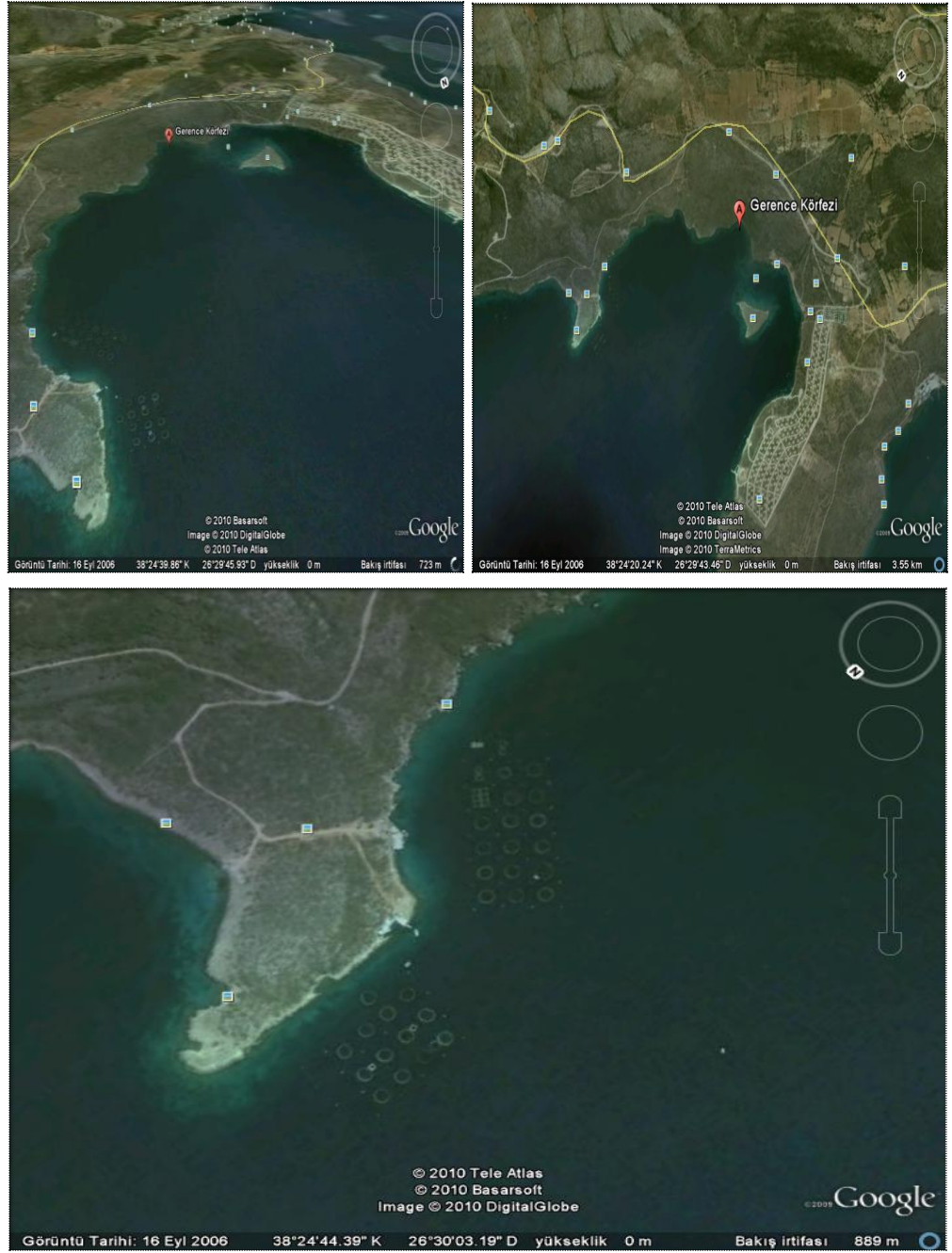
İzmir ilinde Toplam 43 adet balık çiftliğinden 34'ü yeni alanlarına taşınmış, 1 tanesi eski yerinde faaliyette bulunmaktadır. Diğer 8 çiftlik ise faaliyetine son vermiştir.



Şekil 3.5 İzmir Gerence körfezi Balık çiftliklerinin eski ve yeni durumu

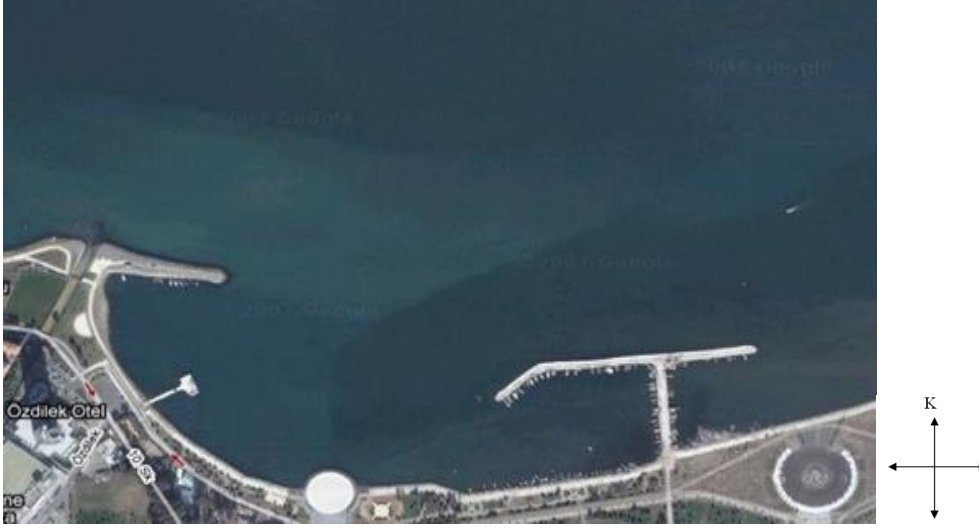
3.3 Örnekleme Bölgesi

Balık üretiminin çevreye olan etkilerini ve radyoaktif kirliliği açıklamak için bir biyosistem olarak yetiştirme ortamının bilinmesi gerekmektedir. Çalışma bölgesi olarak seçilen İzmir Gerence körfezi su ürünleri yetiştiriciliği seçilmiştir.



Şekil 3.6 Örnek alınan su ürünleri yetiştiriciliğinin uydu fotoğrafları

Referans bölgesi olarak İnciraltı balıkhalisi bölgesi, İzmir'in 10 km. batısında yer almaktadır (Bkz. Şekil3.). Bu bölgenin suları; kirli ve genellikle sakin sularıdır.



Şekil 3.7 İnciraltı Balıkhalisi Bölgesinin uydudan görünüşü (380 241 45 K, 270 021 28 D)

Bölge topografik yönden, engebe göstermektedir. Kuzeyden güneye veya doğudan batıya topografya, düz bir çizgi konumundadır. Bu kesimler; İzmir körfezinin kuzey yönünden çekilmesi ve güneyden yağmur ile taşınan malzemelerle kaplanmıştır. Genellikle alüvyon diye adlandırılan değişik boyuttaki kaya kırıntılarından yapılmış bu malzeme; kum taşı, şeyl, kireçtaşı, çakıl, kum, kil ve mil boyutundaki kırıntılardan oluşmuştur.

Bunun sonucunda bölgede sert ve hareketli substuratum yan yana bulunmaktadır. Sert substuratumun esasını, kireçtaşı oluşturmaktadır.

Kirli iç körfez sularının etkisinde olan araştırma istasyonu, aynı zamanda yoğun balıkçılık faaliyetlerinin de olumsuz etkilerini taşımaktadır.

Çevresel örneklerde doğal radyoaktivite seviyelerini belirleme çalışmaları, insanların çevresel doğal radyasyonlardan hangi oranlarda radyasyona maruz kaldıklarının belirlenmesi açısından önemlidir (Zorer, 2006).

3.4 Örnek Toplama



Şekil 3.8 Örnek alınan su ürünleri yetiştiriciliğinin genel görünüşü

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden pazarlama payı ve büyüme oranı göz önüne alınarak öncelikle 3,5 cm büyüklüğünde olan midye örnekleri seçilmiştir.



Şekil 3.9 Pazarlama payına göre büyüme oranı hesaba katılarak seçilen 3.5 cm büyüklüğünde seçilen midye örnekleri

İzmir-Gerence su ürünleri yetiştiriciliğindeki kafes kenarlarına her birinde en az 100 adet 3,5 cm büyüklüğündeki midye örnekleri olan 12 adet file yerleştirilmiştir.



Şekil 3.10 Su ürünleri yetiştiricilik bölgesindeki kafes kenarlarına yerleştirilen midye fileleri

Deniz biyosistem örneklerinde bulunan ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarını etkileyen etkileyen faktörler arasında, maruz kalma süresi, tuzluluk, sıcaklık, organizmanın yaşam döngüsü, fizyoloji ve beslenme alışkanlıkları sayılabilir (Fowler, 2002). Sıcaklık, tuzluluk, besin elementleri gibi fiziksel ve kimyasal parametreler mevsimsel değişimlerin kontrolü altındadır. Bu nedenle çalışmamızda her ay düzenli olarak sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), tuzluluk değerleri (‰), oksijen mg/L Klorofil- a değerleri ($\mu\text{g/L}$) düzenli olarak ölçülmüştür. Ayrıca biyosistem olarak inceleme olanağı bulduğumuz su ürünleri yetiştiriciliğinden her ay düzenli olarak yetiştiricilik ürünü olan balık, planktonik organizma, deniz suyu ve sediment örnekleri alınmıştır.

3.5 Metot

3.5.1 Midye, Balık, Plaktonik organizma ve Deniz Suyu örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada İzmir-Gerence su ürünleri yetiştiriciliği ve İnciraltı balıkhalisi istasyonundan midye ve balık örnekleri aylık olarak alınmıştır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde tek tek yerleştirilen 3.5 cm boyutundaki midye örneklerinin ilk aydan itibaren boyut artışı hesaplanmıştır.



Şekil 3.11 Su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine yerleştirilen midyelerin ilk ay (üst resim) ve son aydaki (alt resim) büyümedeki değişimi

Temin edilen balık örneklerinin laboratuara getirildikten sonra boyutları belirlenmiştir.



Şekil 3.12 Balık örneklerinin laboratuara getirildikten sonra boyutları belirlenmesi.

Örnekler üzerinde bulunan safsızlıkları arındırmak için saf su ile yıkanmıştır. Yıkama işleminden sonra midyeler karaciğer ve solungaçlarına, balıklar ise karaciğer, kas dokusu ve solungaçlarına ayrılmıştır. Doku ve organları çıkarılmış olan örnekler yaş olarak tartılıp sabit ağırlığa gelinceye kadar 50°C de etüvde kurutulmuştur.



Şekil 3.13 Midye örnekleri saf su ile yıkanıp kurutma kağıdı üzerinde boyutlarına ayrılması



Şekil 3.14 Balık ve midye örnekleri doku ve organlarına ayrılma aşaması



Şekil 3.15 Doku ve organların yaş ağırlıklarının tartılması

Kurutulan örneklerin havanda tanecik boyutu küçültülmüş ve ortamın neminden korunmak amacıyla plastik kaplarda saklanmıştır.

Plankton toplama işlemi 45 m göz açıklığına sahip kepçe ile deniz yüzeyinden yatay çekimle gerçekleştirilmiştir. Çekimlerde toplanan örnek miktarı; çekim süresi, biyokütle ve çekim hızına göre değişmektedir. Örnekler, çekim hızı 3-4 knot civarında olan kayıklarla, ortalama 1 saatlik sürede deniz suyunun yüzeyden yatay süzülmesi sonucu kepçede biriken planktonik organizmaların plastik kaplarda biriktirilmesi ile toplanmıştır.



Şekil 3.16 Deniz yüzeyinden plankton kepçesi ile yatay çekim

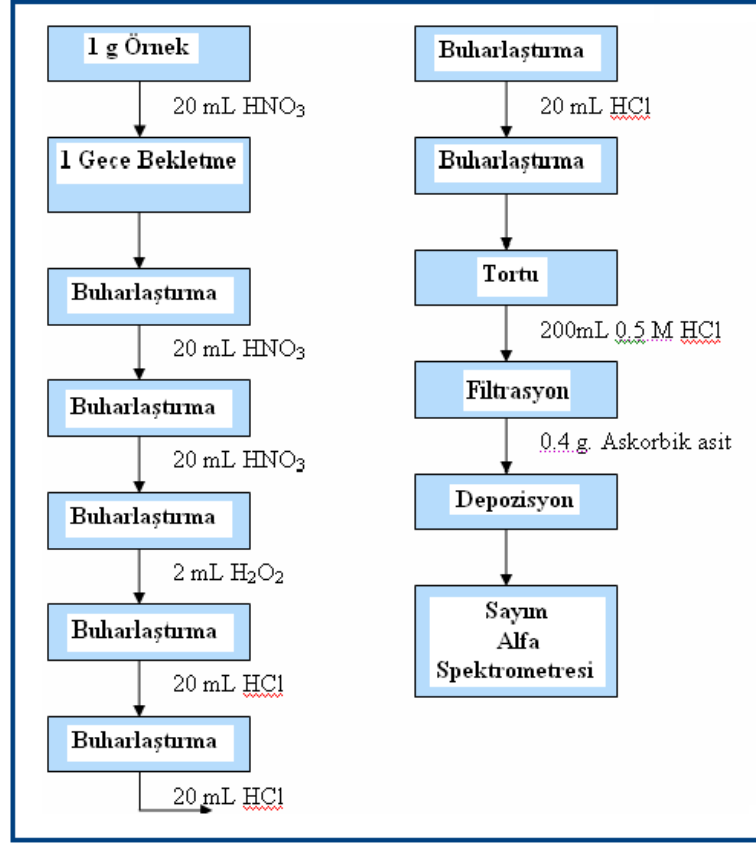
45 m'lik kepçe ile toplanan örnekler 120 m'lik ve 45 m plankton bezi ile 0.45 whatman membran filtre ile tekrar süzülerek, 120 m'den büyükler, 45 m - 120 m aralığındakiler ve 0.45 m-45 m aralığındakiler ve olarak üç grupta inceleme olanağı oluşturulmuştur. Planktonik organizmaların yaş kütleleri tespit edilmiştir. Ardından 50 °C sıcaklıkta etüvde 24-48 saatlik sürede kurutulduktan sonra kuru kütleleri tespit edilmiştir. Örneklerin kuru kütlelerinin yaş kütlelerine oranı yaklaşık 1/10'dur. Eldeki kuru kütlelere radyokimyasal işlemler uygulanmıştır.



Şekil 3.17 Planktonik organizmaların mebran filtreden süzülmesi

3.5.2 Midye, Balık, Plaktonik organizma ve Deniz Suyu örneklerine uygulanan radyokimyasal işlem

Çalışmada kurutulup, tanecik boyutu küçültülmüş olan midye, balık ve plankton organizma örneklerinden 1 gram alınarak 250 mL'lik bir behere aktarılmıştır. Her bir örneğe 20 ml konsantre HNO_3 eklenip çözünmesi için bir gece bekletilmiştir. Çeker ocakta 55°C sabit sıcaklıkta buharlaştırılıp tam kuruluşuna ulaşmadan örnek içersine 20 mL konsantre HNO_3 iki kez eklenip buharlaştırmaya devam edilmiştir. Daha sonra çözeltiye ardından 2mL konsantre H_2O_2 ve üç defa 20 ml konsantre HCL eklenip her adımda buharlaştırmaya devam edilmiştir. Şekil 3.18 'de Balık, midye ve plankton örneklerine uygulanan radyokimyasal ayırım işleminin akış şeması verilmiştir (IAEA, 2006).



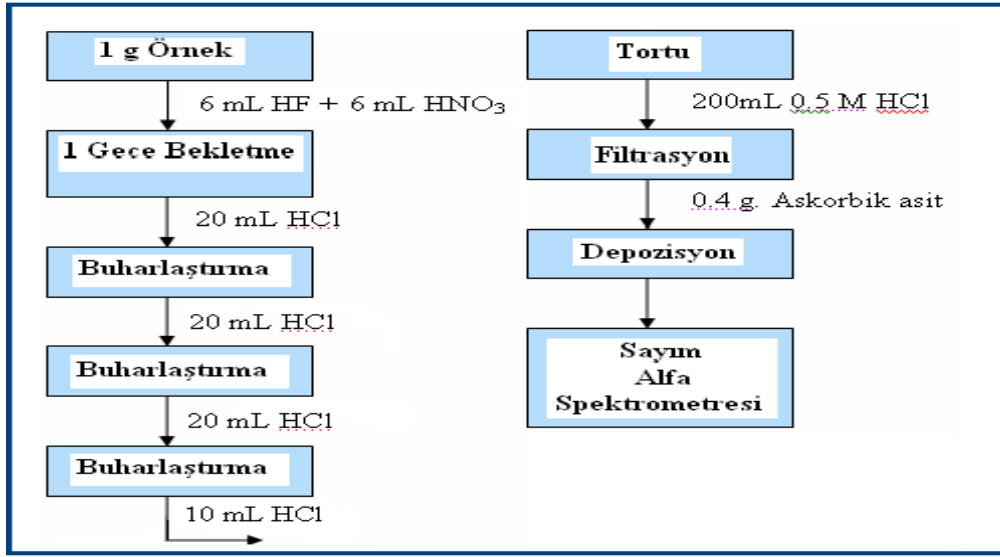
Şekil 3.18 Balık, midye ve plankton örneklerine uygulanan radyokimyasal ayırım işleminin akış şeması

Deniz suyu örnekleri 1 L'lik plastik şişelere aktarılmış ve örneklerin analiz gününe kadar korunması için şişelere 3 mL konsantre HNO_3 asit ilavesi edilmiştir. Örnekler 1 mL 0.2 M KMnO_4 eklenip homojen olarak karışması için bir süre çalkalandıktan sonra NH_3 eklenerek pH'ın 8-10 arası olması sağlanmıştır. pH ayarlaması yapıldıktan sonra 1.5 mL 0.3 M MnCl_2 eklenip 5 dakika çalkalama işlemiyle manganın çökerek ayrılması sağlanmıştır. Çözeltinin katı ve sıvı fazı membran filtre kullanılarak birbirinden ayrılmıştır. Membran filtresinin üzerinde kalan katı ve sıvı faz su 1 yıkanarak 250 mL'lik beher içerisine alınmıştır. Daha sonra örnekler 3 mL %1'lik H_2O_2 ve 100 mL 1.2 M HCl eklenerek çeker ocakta 55°C 'de buharlaştırma işlemi yapılmıştır. Buharlaştırma işlemi tamamlandıktan sonra 8M 50 mL HNO_3 eklenen örnekler tekrarıya kadar buharlaştırma işlemine tabi tutulmuştur (Skwarzec, 1997).

3.5.3 Sediment Örneklerine Uygulanan Radyokimyasal İşlemler

Dikey olarak çeşitli derinliklerden alınan sediment kor örnekleri örnekleme işlemi hemen ardından laboratuara getirilip yaş ağırlıkları tayin edilmiştir. Daha sonra etüvde 80°C 'de kurutulmuştur. Su içeriğini kaybederek sabit ağırlığa

ulaşan örneklerin kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru ve yaş ağırlıkları belirlenen örnekler silt, kil ve ince kum taneciklerini içerecek şekilde 250 µm'lik elekten elenerek her bir örnekten ^{210}Po tayini için 1 g alınarak teflon behere konmuştur. Üzerine 6 mL konsantre HF ve 6 mL konsantre HNO_3 eklenerek çözünmesi için üzeri kapatılmış. Örnekler bir gece bekletilmiştir. Ertesi gün çeker ocakta ısıtıcı tabla üzerinde 55 °C sabit sıcaklıkta buharlaşmaya bırakılmıştır. Çözelti tam kuruluğa ulaşmadan içerisine 20 mL konsantre HCl eklenip buharlaştırma işlemi sürdürülmüştür. Aynı işlem iki kez daha tekrar edilip, 10 mL daha konsantre HCl eklenerek çözelti tam kuruluğa ulaşmadan çeker ocak üzerinden alınmıştır ve 80 °C etüvde kurutulmuştur.



Şekil 3.19 Sediment örneklerini mineral asitlerle çözme işlemi

3.5.4 Depozisyon

Radyokimyasal işlemler uygulanan tüm örnekler için çeker ocaktan kuruluğa yaklaştığında alınan çözeltiye 200 ml 0.5 M HCl eklenmiştir. Çözeltideki katı ve sıvı fazlar filtre kağıdı ile ayrılmış, süzülen çözeltiye Fe^{+3} ü Fe^{+2} 'ye indirgeyebilmek için 0.4 g askorbik asit eklenmiştir. Çözelti tam kurumadan önce ısıtıcı tabla üzerinden alınmış, elde kalan tortu 0,5 M HCl asit ile tekrar çözülerek, katı ve sıvı fazlar filtrasyonla ayrılmıştır. 250 mL.'lik bir behere süzülen çözeltinin içine askorbik asit ve taşıyıcıya yerleştirilmiş bakır disk konularak, üzeri saat camı ile kapatılmıştır (Flynn, 1968; Uğur, 1998). Manyetik karıştırıcılı ısıtıcıda 70°C'de depozisyon işlemi 6 saat süren depozisyon işlemi tüm örneklerle uygulanmıştır. Depozisyon sonucunda çözelti soğumaya bırakılmıştır. Daha sonra bakır disk taşıyıcıdan çıkartılmış ve kurutulmuştur. Saf sudan geçirilip, plastik kapağa, ^{210}Po 'un tek yüzeyde depoze olacağı şekilde

manyetik barla tutturulan bakır disk, süzülen çözelti içerisine yerleştirilmiştir. Depozisyon sonrasında çıkarılan bakır diskin ^{210}Po toplanmayan kısmına örnek bilgileri yazılmış ve kurumaya bırakılmıştır.

Depozisyon işleminden sonra bakır disklerdeki ^{210}Po aktivitesi silikon yarı-iletken yüklü parçacık dedektörü, PIPS dedektörü ile sayılmış ve örneklerdeki aktivite konsantrasyonu hesaplanmıştır. Çalışmada toplam verim; PIPS dedektörü için ^{209}Po (0.1 Bq/ml) standardı kullanılarak tayin edilmiş, dedeksiyon verimi tayininde ise ^{210}Pb (53 Bq.g⁻¹) standardı kullanılmıştır.

İlk depozisyonun ardından ^{210}Pb - ^{210}Po dengesinin kurulabilmesi için çözeltiler en az 6 ay sürelerle bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda örneklerdeki ^{210}Pb 'un aktivite konsantrasyonlarını tayin edebilmek için örnek çözeltilere ikinci depozisyon işlemi uygulanmıştır (Jeffrey, et al., 1997; Boisson et al., 2001).



Şekil 3.20 Depozisyon işlemi

3.5.5. Örneklerdeki Pb Konsantrasyonlarının Ölçülmesi

Çevresel örneklerdeki ^{210}Pb konsantrasyonları, ^{210}Pb 'un yayımladığı beta parçacıklarının ve gama ışınlarının ölçülmesiyle direkt olarak ölçülebilir. Bu konsantrasyonlar ayrıca bu çalışmada yapıldığı gibi, aynı seri içerisinde bulunan ^{210}Pb ile ^{210}Po arasındaki radyoaktif denge sağlandıktan sonra; ölçülen ^{210}Po konsantrasyonu ile dolaylı olarak tayin edilebilir. İlk elektrodpozisyon işleminden sonra çözeltiler, ikinci elektrodpozisyon için yaklaşık 1 yıl süre ile ^{210}Pb tayinlerini yapmak üzere bekletilmiştir. Bu şekilde ^{210}Pb 'un bozunumu ile meydana gelen ^{210}Po 'un ortamda ^{210}Pb ile dengeye gelmesi sağlanmıştır. Dolayısıyla, örneklerdeki ^{210}Pb konsantrasyonları, ^{210}Pb ve ^{210}Po arasındaki radyoaktif denge sağlandıktan sonra ölçülen ^{210}Po aktivitesinden tayin edilmiştir. Böylece ^{210}Po aktivitesinin tayini ile ^{210}Pb , dolaylı olarak ölçülmüştür.

3.5.6 Alfa spektroskopik analizlerde kullanılan ^{209}Po standardının hazırlanması

Çalışmada toplam verim ^{209}Po ($0,1 \text{ Bq ml}^{-1}$) standardı kullanılarak hesaplanmıştır. Kullanılan ^{209}Po standardı (National Institute of Standards & Technology Certificate, Standard Reference Material 4326, Polonium-209 Radioactivity Standard) Enstitü’ümüzde daha önce tamamlanan bir proje kapsamında hazırlanmıştır. Bu çalışmada aktivitesi 500 Bq ve ağırlığı ($5,160 \pm 0,003$) g olan stok standard çözeltinin bulunduğu ampül 2M HCl ile seyreltilmiş ve 100 mL’deki konsatrasyonu 10Bq olan ^{209}Po sıvı kaynağı hazırlanmıştır. Çalışmada bu standard radyokimyasal verim tayininde izleyici olarak kullanılmıştır. Kimyasal verim %72 olarak bulunmuştur.

3.5.7 ^{210}Po ve ^{210}Pb tayininde kullanılan alfa spektrometre sistemi

Çalışmada kullanılan alfa spektrometre sistemi “Ortec Octete Plus” spektrometre sistemidir. Bu sistemde aynı anda farklı ölçümlerin alınabildiği sekiz adet PIPS (Passivated Implanted Planar Silicon) dedektörü kullanılmaktadır. Harici sekizli sayım sistemi ile de donatılabilmektedir. PIPS dedektörler modern yarı iletken teknolojisinin bir ürünüdür ve yüzey engelli silikon yarı-iletken dedektörlere göre birçok avantajı vardır:

- Daha düşük akım kaçağı
- Daha ince pencere kalınlığı
- Düşük gürültülü
- Sabit ve dayanıklı giriş penceresi
- Kolaylıkla temizlenebilir olması gibi avantajları bulunduğundan pek çok uygulamada bu dedektörün yerini alır.



Şekil 3.21 Alfa spektrometre sisteminin genel görünüşü

Spektrometrenin genel özellikleri ise:

- Vakum kontrolü 10 mTorr ile 30 Torr arasında değişmektedir.
- 1 mm den 51 mm çapına kadar olan diskleri ölçülebilmektedir.
- Her detektör bağımsız olarak 0 ile 10 MeV enerji aralığında ölçüm yapabilmektedir.
- Hardware ve software olarak kolay kurulabilmektedir.
- Ekstra düşük art ortam, temizlenebilir, yüzey alanı 450 mm²-1200 mm² arasında olan iyon-implantasyonlu bir detektördür (<http://www.nel.com.tr>)(Erişim tarihi 4 Ekim 2014).

3.6 Biyokimyasal Analizler

3.6.1 Klorofil-a Tayini

Klorofil-*a* Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesinde tayin edilmiştir. Klorofil-*a* analizi için Parsons ve ark. (1984) tarafından önerilen spektrofotometrik yöntem kullanılmıştır. Örnekler laboratuara getirildikten hemen sonra vakumlu süzme düzeneğinde 47 mm çapındaki GF/C filtre kağıdından süzölmüştür. Daha sonra klorofil *a* analizi hemen yapılmayacak ise, filtre kağıtları alüminyum folyolara sarılarak analiz yapılana kadar -18 °C’de muhafaza edilmiştir. Analiz hemen yapılacak ise süzme işleminden sonra filtre kağıtları kapaklı cam tüplere konarak, üzerlerine %90’lık asetondan 10 ml eklenmiş ve kapakları kapatılarak buzdolabında karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Örnekler, 24 saat sonra santrifüj tüplerine boşaltılarak 3000 rpm’de santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üstteki berrak sıvı pipetle alınmış, spektrofotometre küvetine boşaltılarak 750, 664, 647 ve 630nm dalga boylarında okumaları yapılmıştır. Her bir dalga boyunda okunan değerler kullanılarak Parsons ve ark. (1984) tarafından verilen formüle göre klorofil-*a* düzeyleri hesaplanmıştır. Bulanıklıktan kaynaklanan hatayı gidermek için 750 nm’de okunan absorbans değerleri diğer dalga boyunda okunan absorbans değerlerinin her birinden çıkarılmış ve ardından klorofil *a* değerleri aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak µg l-1 cinsinden hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil } a \text{ (Kl a)} = 11.85 \times 664E - 1.54 \times 647E - 0.08 \times 630E$$

$$\text{Klorofil } a \text{ } \mu\text{gl-1)} = C \times v / V$$

C: 1. eşitlikte hesaplanan klorofil *a* değeri,

E: Her bir dalga boyunda okunan absorbans değeri,
v: Kullanılan aseton miktarı (ml),
V: Süzülen su miktarı (lt)

Sıcaklık, tuzluluk, pH, çözülmüş oksijen (ÇO) “YSI 556 MPS” marka çoklu prob sistemi ile yerinde ölçüldü.

4. BULGULAR

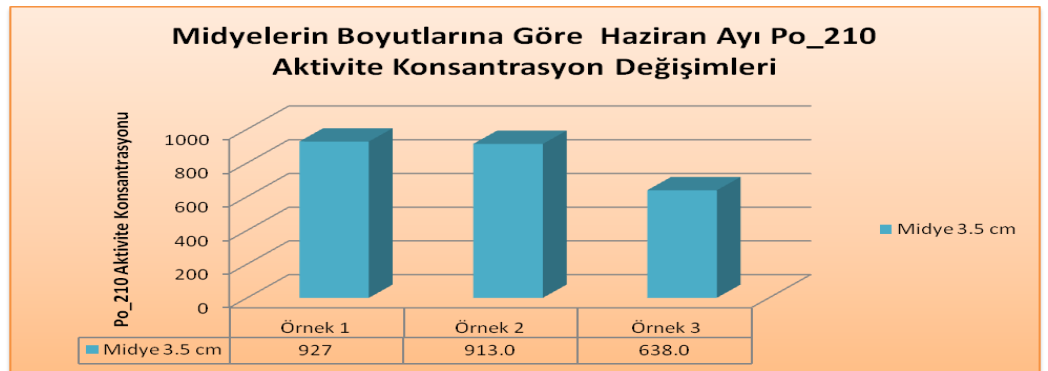
4.1 İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Bulunduğu Bölgeden Alınan Kara Midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po Konsantrasyonları

Haziran 2010 tarihinde İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği bölgesindeki balık kafesleri etrafına kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinin bulunduğu 12 adet file yerleştirilmiştir. Her bir fileye pazarlama payına göre büyüme oranı hesaba katılarak seçilen 3,5 cm büyüklüğünde midye örneklerinden en az 100'er adet konmuştur. Haziran 2010- Temmuz 2011 tarihleri arasında aylık olarak balık kafesleri etrafından alınan midye filelerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ölçülmüştür. İstatiksel açıdan daha iyi bir sonuç elde etmek için Kara Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örnekleri üç grupta incelenmiştir.

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden filelere yerleştirilmek üzere ilk toplanan 3.5 cm boyutundaki kara midyelerinden (*Mytilus galloprovincialis*) elde edilen ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.1'de verilmiştir. İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine ilk yerleştirilen 3.5 cm boyutlarındaki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonlarının $638\pm 15 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $927\pm 17 \text{ Bq kg}^{-1}$ arasında değiştiği tayin edilmiştir (Şekil 4.1).

Tablo 4.1 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine yerleştirilen 3.5 cm boyutlarındaki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi 01.06.10	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5 cm	927 ± 17	913 ± 15	638 ± 15

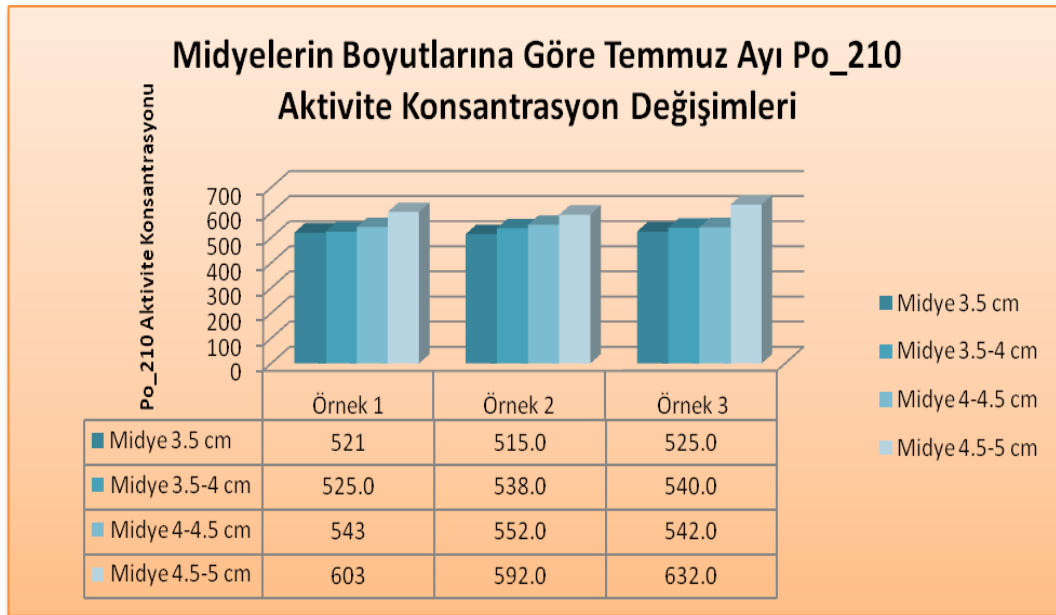


Şekil 4.1 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine ilk yerleştirilen 3.5 cm boyutundaki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Her ay düzenli olarak balık kafesleri etrafındaki kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinin bulunduğu 12 adet fileden biri alınmıştır. Kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) boyutlarının toplam boy ve ağırlık ölçümleri yapılmıştır. İlk ay alınan kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örnekleri boyutlarına göre 3.5 cm, 3.5-4 cm, 4-4.5 cm ve 4.5-5 cm olarak gruplandırılmıştır. Elde edilen ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.2’de verilmiştir. Temmuz ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde $632\pm 13 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

Tablo 4.2 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Temmuz 2010	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5 cm	521 $\pm$ 12	515 $\pm$ 12	525 $\pm$ 16
Midye 3,5-4 cm	525 $\pm$ 13	538 $\pm$ 13	540 $\pm$ 18
Midye 4-4,5 cm	543 $\pm$ 14	552 $\pm$ 12	542 $\pm$ 19
Midye 4,5-5 cm	601 $\pm$ 14	592 $\pm$ 11	632 $\pm$ 13

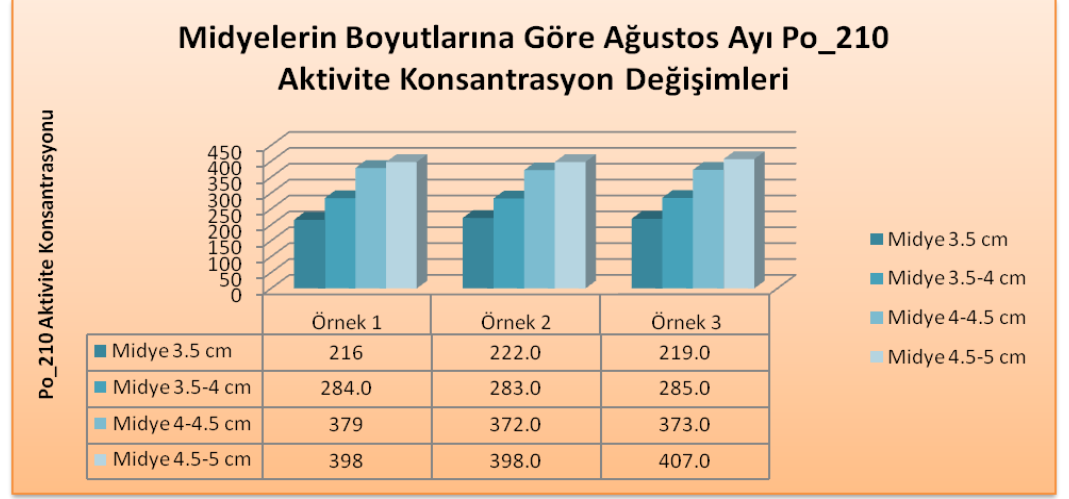


Şekil 4.2 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.3’de verilmiştir. Ağustos ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde $407\pm 12 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

Tablo 4.3 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ağustos 2010	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5 cm	216±9	222±7	219±11
Midye 3,5-4 cm	284±11	283±11	285±12
Midye 4-4,5 cm	379±10	372±15	373±10
Midye 4,5-5 cm	398±12	398±12	407±12

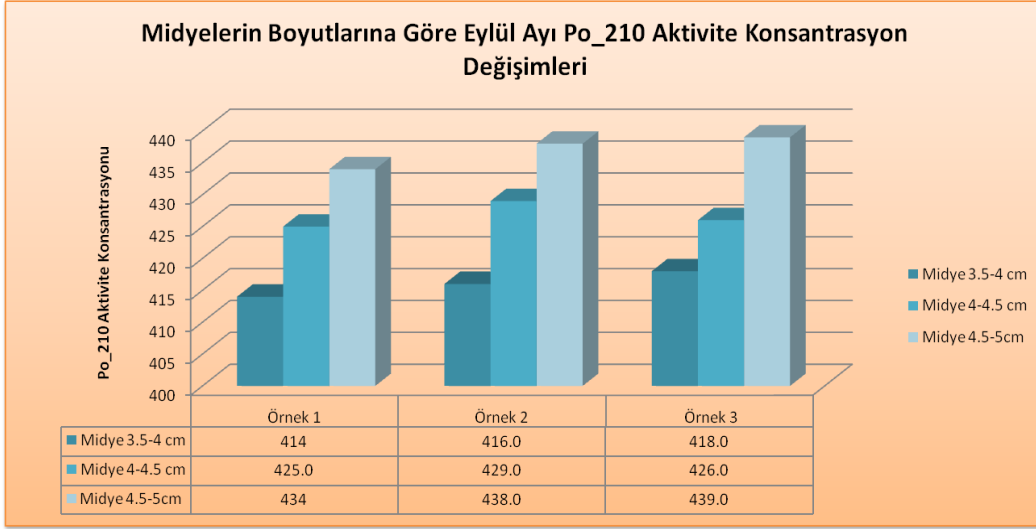


Şekil 4.3 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.4’de verilmiştir. Şekil 4.4’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları gösterilmiştir. Eylül ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 439 ± 17 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.4).

Tablo 4.4 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Eylül 2010	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	414±16	416±12	418±12
Midye 4-4,5 cm	425±12	429±15	426±13
Midye 4,5-5 cm	434±13	438±15	439±17

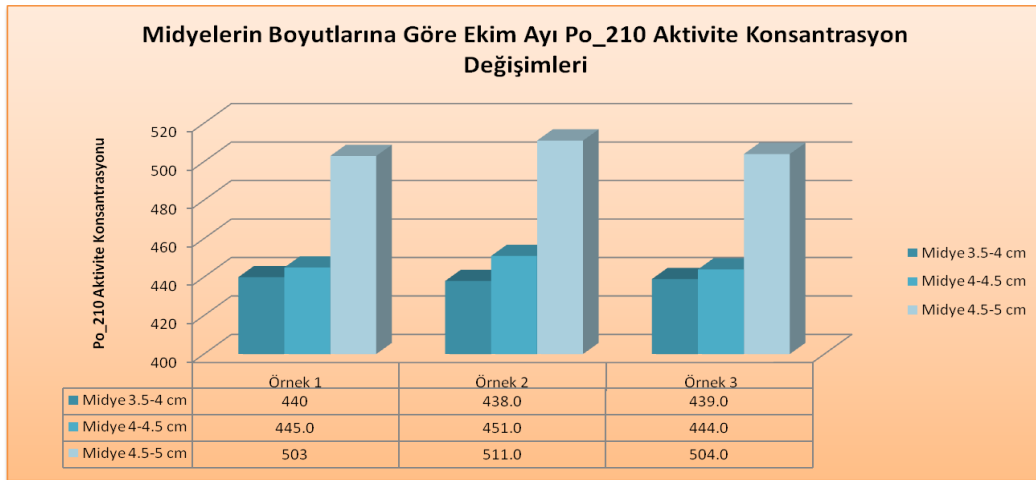


Şekil 4.4 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.5’de verilmiştir. Ekim ayındaki en yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 504 ± 20 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.5).

Tablo 4.5 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ekim 2010	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	440±12	438±12	439±12
Midye 4-4,5 cm	445±15	451±12	444±13
Midye 4,5-5 cm	503±19	511±13	504±20

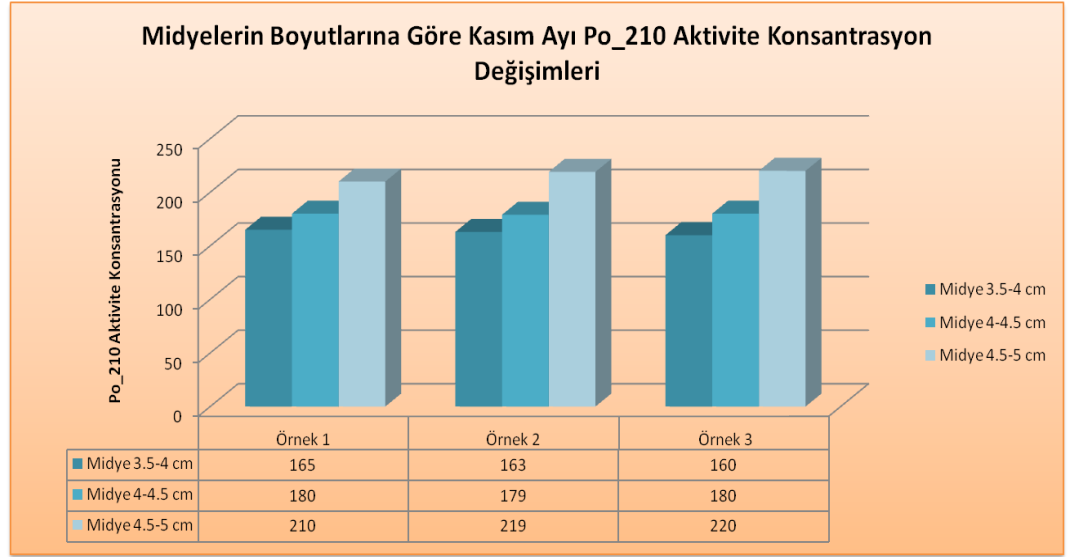


Şekil 4.5 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.6 'de verilmiştir. Kasım ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde $220\pm 10 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Tablo 4.6 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Kasım 2010(cm)	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4	165 $\pm$ 15	163 $\pm$ 13	160 $\pm$ 10
Midye 4-4,5	180 $\pm$ 11	179 $\pm$ 10	180 $\pm$ 10
Midye 4,5-5	210 $\pm$ 10	219 $\pm$ 10	220 $\pm$ 10

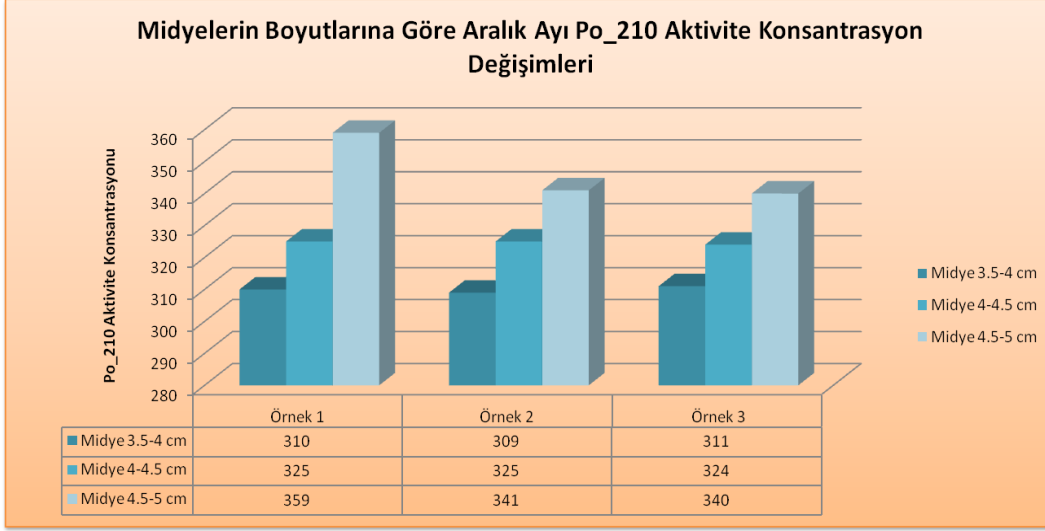


Şekil 4.6 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.7 'de verilmiştir. Aralık ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 4-4.5 cm midye örneklerinde $340\pm 12 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.7).

Tablo 4.7 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Aralık 2010(cm)	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4	310 $\pm$ 12	309 $\pm$ 11	311 $\pm$ 12
Midye 4-4,5	325 $\pm$ 10	325 $\pm$ 11	324 $\pm$ 13
Midye 4,5-5	359 $\pm$ 10	341 $\pm$ 13	340 $\pm$ 12

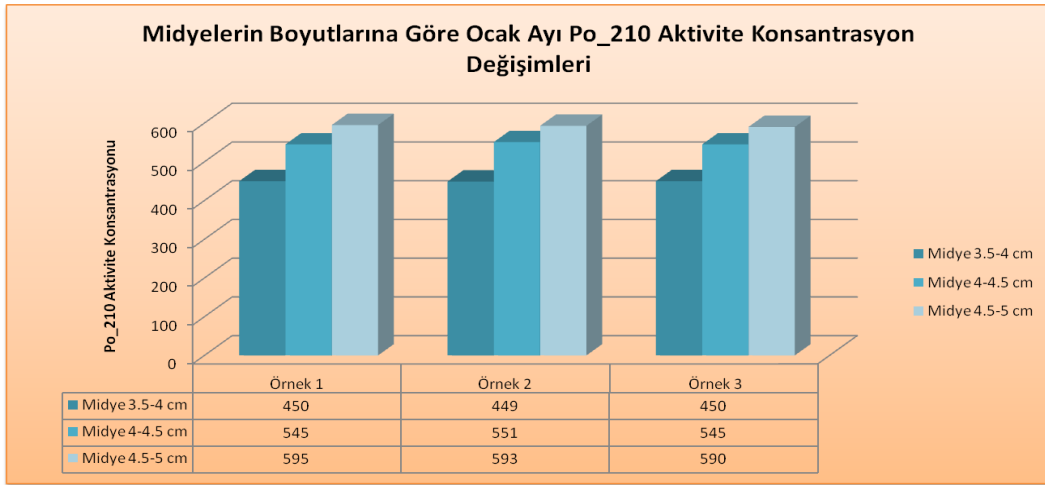


Şekil 4.7 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.8 'de verilmiştir. Ocak ayındaki en yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 590 ± 10 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.8).

Tablo 4.8 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ocak 2011(cm)	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4	450±12	449±12	450±12
Midye 4-4,5	545±12	551±12	545±12
Midye 4,5-5	595±10	593±11	590±10

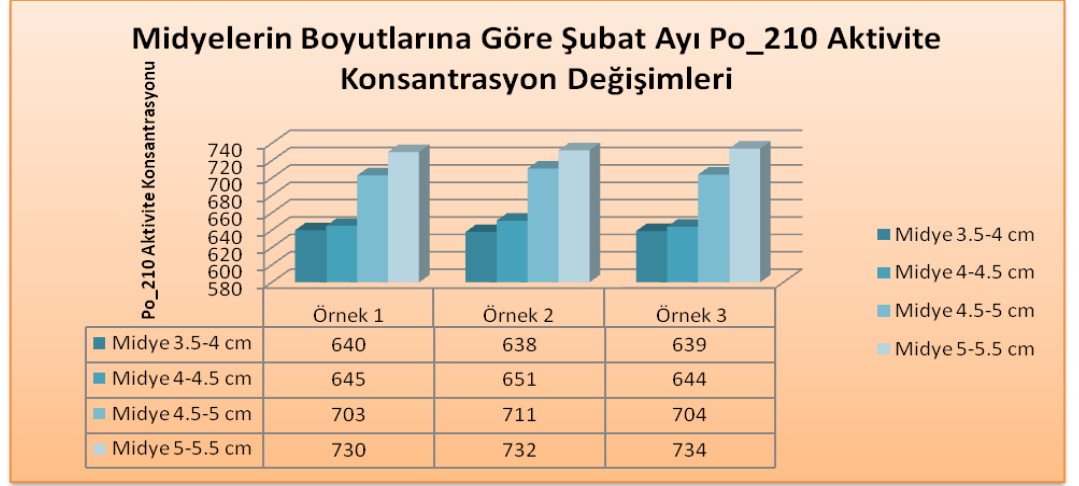


Şekil 4.8 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.9 'de verilmiştir. Şubat ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 5-5.5 cm midye örneklerinde $734\pm 10 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.9).

Tablo 4.9 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Şubat 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg $^{-1}$)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg $^{-1}$)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg $^{-1}$)
Midye 3,5-4	640 $\pm$ 12	638 $\pm$ 12	639 $\pm$ 12
Midye 4-4,5	645 $\pm$ 15	651 $\pm$ 12	644 $\pm$ 13
Midye 4,5-5	703 $\pm$ 10	711 $\pm$ 10	704 $\pm$ 10
Midye 5-5,5	730 $\pm$ 10	732 $\pm$ 11	734 $\pm$ 10

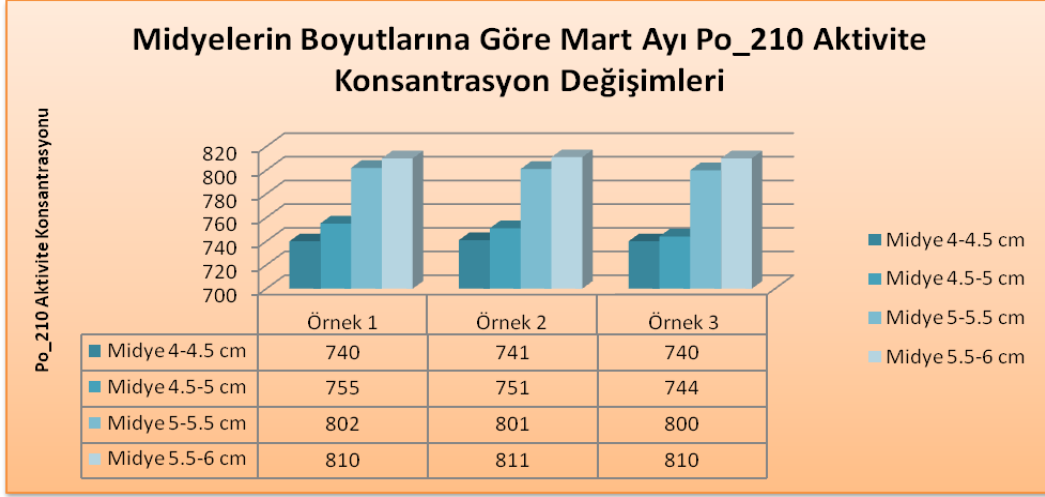


Şekil 4.9 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.10 'de verilmiştir. Mart ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 5.5-6 cm midye örneklerinde $810\pm 10 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.10).

Tablo 4.10 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mart 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg $^{-1}$)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg $^{-1}$)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg $^{-1}$)
Midye 4-4,5	740 $\pm$ 10	741 $\pm$ 10	740 $\pm$ 11
Midye 4,5-5	755 $\pm$ 15	751 $\pm$ 12	744 $\pm$ 13
Midye 5-5,5	802 $\pm$ 11	801 $\pm$ 10	800 $\pm$ 10
Midye 5,5-6	810 $\pm$ 10	811 $\pm$ 13	810 $\pm$ 10

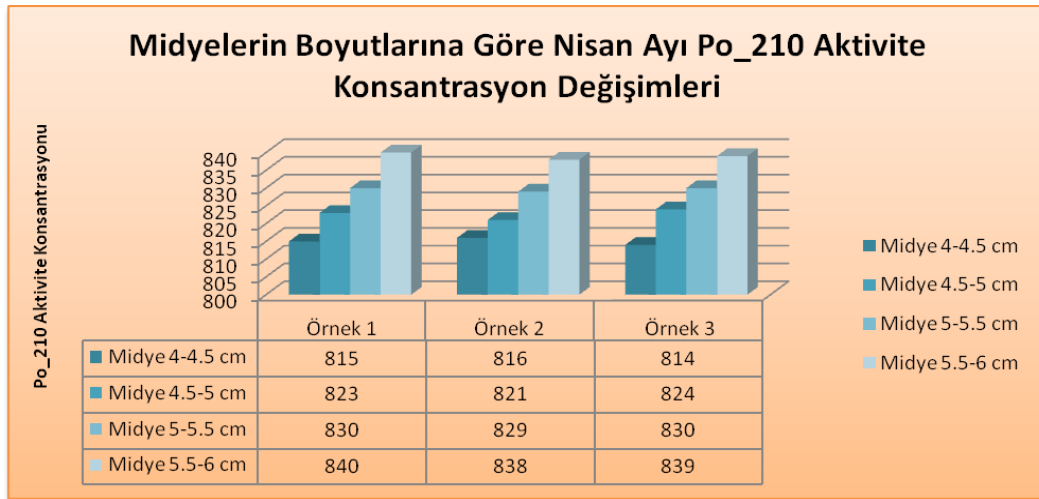


Şekil 4.10 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki Kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.11 'de verilmiştir. Nisan ayındaki en yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 5.5-6 cm midye örneklerinde 840 ± 12 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.11).

Tablo 4.11 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Nisan 2011 (cm)	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5	815±10	816±10	814±10
Midye 4,5-5	823±11	821±13	824±10
Midye 5-5,5	830±12	829±12	830±12
Midye 5,5-6	840±12	838±12	839±12

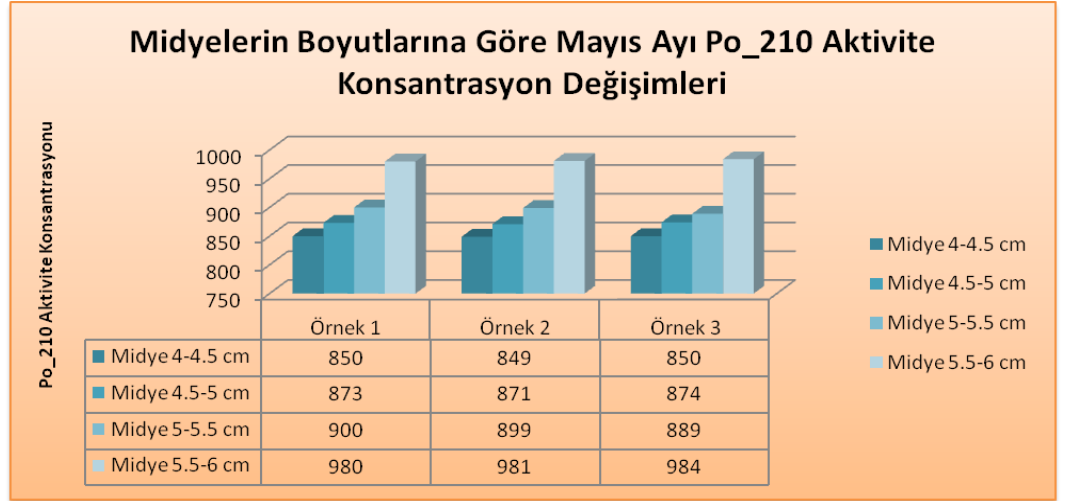


Şekil 4.11 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.12 'de verilmiştir. Mayıs ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 5.5-6 cm midye örneklerinde $984\pm 12 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.12).

Tablo 4.12 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mayıs 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 4-4,5	850 ± 10	849 ± 10	850 ± 10
Midye 4,5-5	873 ± 11	871 ± 13	874 ± 10
Midye 5-5,5	900 ± 12	899 ± 12	889 ± 12
Midye 5,5-6	980 ± 12	981 ± 12	984 ± 12

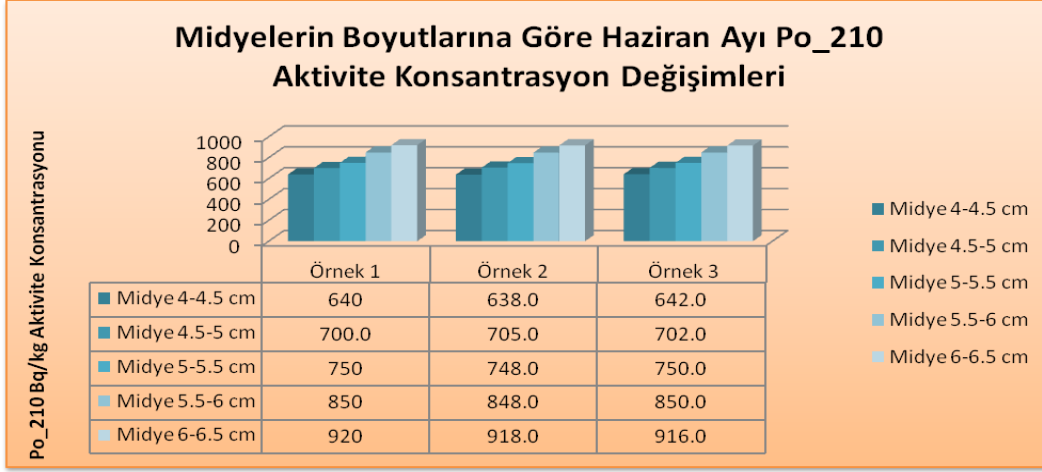


Şekil 4.12 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.13 'de verilmiştir. Haziran ayındaki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 6-6.5 cm midye örneklerinde $920\pm 12 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.13).

Tablo 4.13 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Haziran 2011	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 4-4,5 cm	640 ± 10	638 ± 10	642 ± 10
Midye 4,5-5 cm	700 ± 10	705 ± 10	702 ± 10
Midye 5-5,5 cm	750 ± 12	748 ± 12	750 ± 12
Midye 5,5-6 cm	850 ± 12	850 ± 12	848 ± 12
Midye 6-6.5 cm	920 ± 12	918 ± 12	916 ± 12

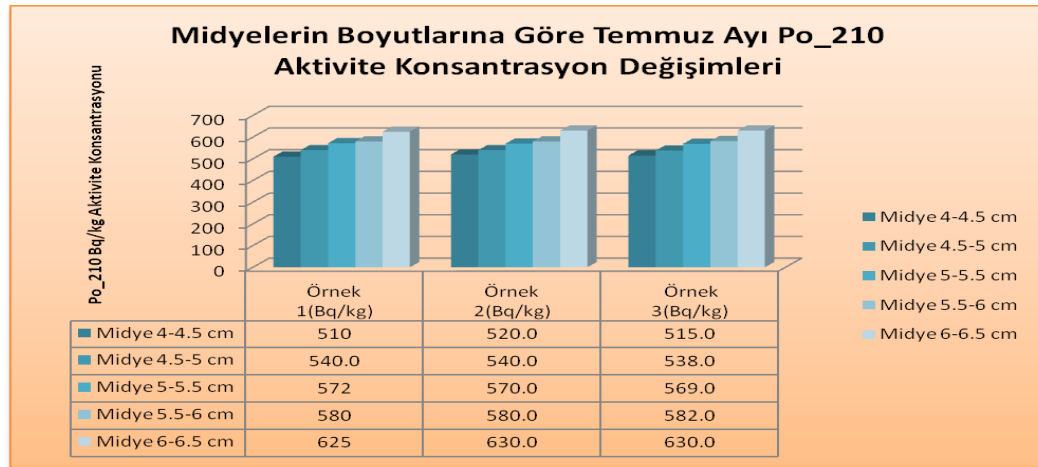


Şekil 4.13 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.14 'de verilmiştir. Temmuz ayındaki en yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 6-6.5 cm midye örneklerinde 630 ± 12 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.14). İlk 3.5 cm olarak yerleştirilen midye örneklerinin 6.5 cm boyutuna kadar ulaştığı gözlemlenmiştir.

Tablo 4.14 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

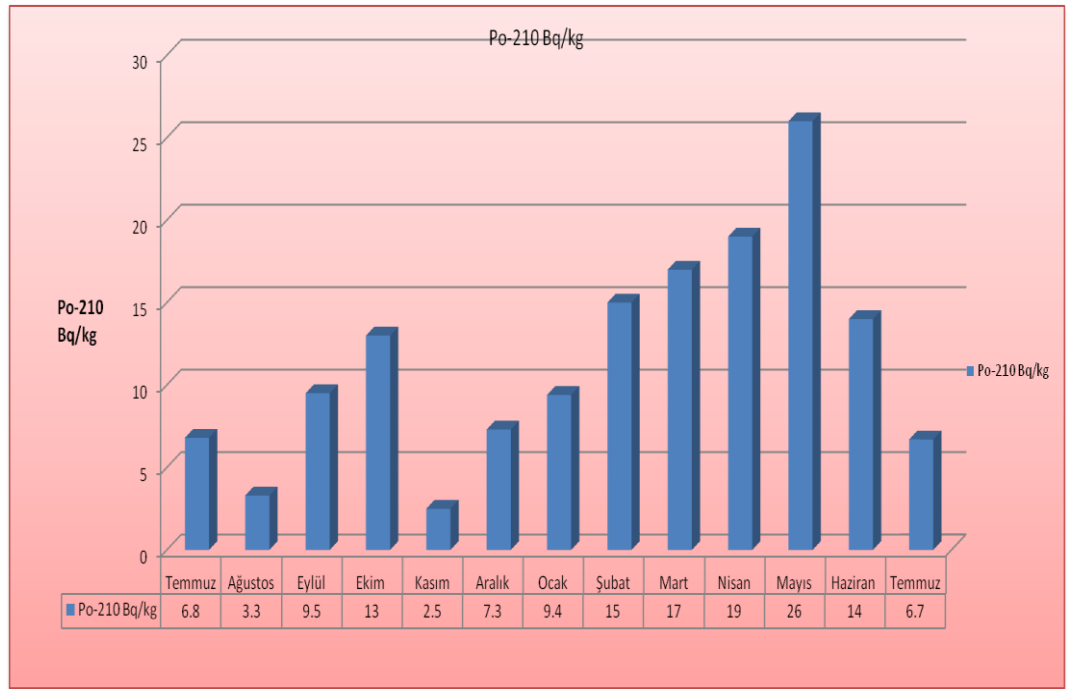
Örnekleme Tarihi Temmuz 2011	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	510±10	520±10	515±10
Midye 4,5-5 cm	540±10	540±10	538±10
Midye 5-5,5 cm	572±12	570±12	569±12
Midye 5,5-6 cm	580±12	580±12	582±12
Midye 6-6.5 cm	625±12	630±12	630±12



Şekil 4.14 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

4.2 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığı (*Dicentrarchus Labrax*) ^{210}Po Konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) örneklerinde aylık olarak ^{210}Po konsantrasyonları tayin edilmiştir. Tablo 4.15’de Körfez Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) Boyutlarına göre ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir. Şekil 4.15’de Levrek Balığındaki (*Dicentrarchus Labrax*) en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında $26\pm0.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Alınan balık türlerinin farklı organ (karaciğer ve solungaç) ve dokularına ait ^{210}Po aktivite konsantrasyonları Tablo 4.16 ve Tablo 4.17’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) karaciğerinde $30.0\pm0.1 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve solungaç dokularında $28.6\pm0.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.16) .



Şekil 4.15. Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Tablo 4.16 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) Boyutlarına göre ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

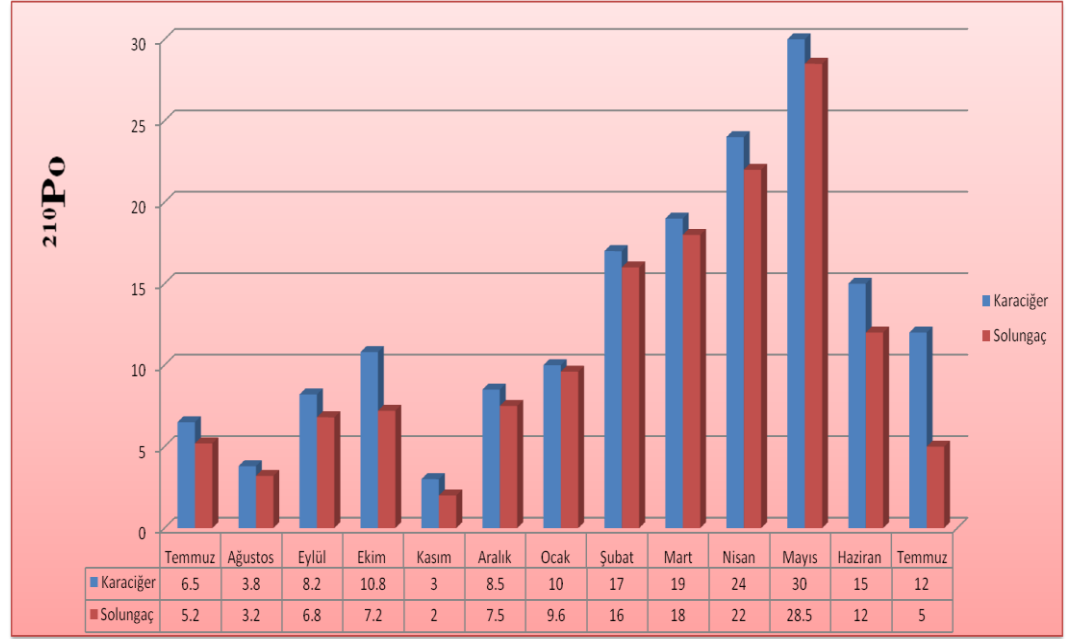
Örnekleme Tarihi	Örnek Boyutu	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	4-5 cm Levrek	5.5±0.3	5.3±0.2	5.7±0.2
TEMMUZ	5-6 cm Levrek	6.8±0.2	6.7±0.2	6.7±0.4
TEMMUZ	6-7 cm Levrek	8.3±0.2	8.3±0.2	8.7±0.2
AĞUSTOS	15-21cm Levrek	3.3±0.2	2.8±0.2	3.0±0.2
EYLÜL	25-30 cm Levrek	9.5±0.3	9.3±0.2	9.7±0.2
EKİM	30-35 cm Levrek	13.0±0.3	13.9±0.2	12.8±0.2
KASIM	30-35 cm Levrek	2.5±0.2	2.3±0.3	2.5±0.4
ARALIK	30-35 cm Levrek	7.3±0.2	7.2±0.2	7.3±0.2
OCAK	30-35 cm Levrek	9.4±0.2	9.5±0.2	9.5±0.2
ŞUBAT	30-35 cm Levrek	15.0±0.1	15.3±0.2	15.4±0.2
MART	30-35 cm Levrek	17.0±0.1	17.2±0.2	17.1±0.2
NİSAN	30-35 cm Levrek	19.0±0.1	19.2±0.2	19.2±0.2
MAYIS	30-35 cm Levrek	26.0±0.1	27.2±0.2	27.0±0.2
HAZİRAN	30-35 cm Levrek	14.0±0.1	14.2±0.2	14±0.1
TEMMUZ	30-35 cm Levrek	6.7±0.2	6.6±0.1	6.7±0.2

Tablo 4.17 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek (*Dicentrarchus Labrax*) Balığının karaciğer dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Karaciğer Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	6.5±0.3	6.0±0.3	5.4±0.3
AĞUSTOS	3.8±0.2	4.2±0.2	3.6±0.2
EYLÜL	8.2±0.3	8.0±0.4	8.1±0.3
EKİM	10.8±0.4	9.9±0.3	11.3±0.4
KASIM	3.0±0.1	3.2±0.3	3.0±0.2
ARALIK	8.5±0.1	8.4±0.1	8.4±0.1
OCAK	10.2±0.2	10.0±0.2	10.5±0.2
ŞUBAT	17.0±0.1	18.5±0.2	18.2±0.2
MART	19.0±0.1	20.4±0.1	20.2±0.2
NİSAN	24.0±0.1	25.2±2.0	24.2±0.1
MAYIS	30.0±0.1	29.2±0.2	30.2±0.2
HAZİRAN	15.0±0.2	16±0.2	15±0.1
TEMMUZ	7±0.5	7±0.5	7±0.5

Tablo 4.18 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek (*Dicentrarchus Labrax*) Balığının solungaç dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Solungaç Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	5.2±0.3	4.6±0.3	5.0±0.3
AĞUSTOS	3.2±0.2	3.1±0.2	3.0±0.2
EYLÜL	6.8±0.4	7.2±0.4	7.1±0.4
EKİM	9.1±0.4	8.9±0.4	9.2±0.5
KASIM	2.0±0.1	2.2±0.1	2.0±0.2
ARALIK	7.5±0.2	7.4±0.2	7.4±0.1
OCAK	9.6±0.2	9.5±0.2	9.5±0.2
ŞUBAT	16.0±0.2	16.5±0.2	16.0±0.2
MART	18.0±0.1	18.4±0.4	18.2±0.2
NİSAN	22.0±0.1	23.2±0.2	22.0±0.1
MAYIS	28.5±0.1	28.6±0.2	28.4±0.2
HAZİRAN	12.0±0.1	13±0.2	12±0.1
TEMMUZ	5±0.1	5.2±0.2	5±0.5



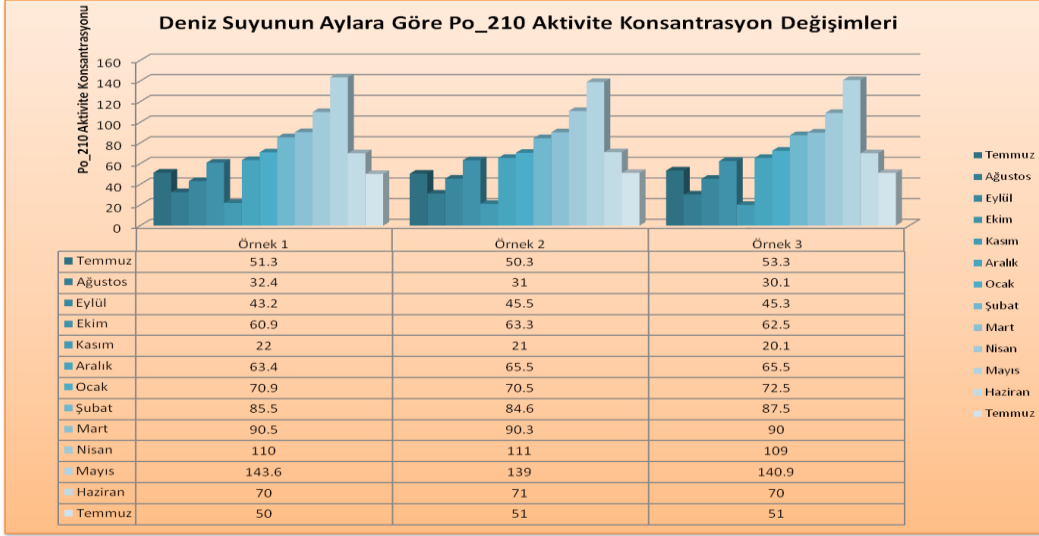
Şekil 4.16 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek (*Dicentrarchus Labrax*) Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.3 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Deniz Suyu ^{210}Po Konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.19’de verilmiştir. Deniz suyu örneklerindeki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında $140.9 \pm 5.4 \text{ Bq l}^{-1}$ bulunmuştur (Şekil 4.17).

Tablo 4.19 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Deniz suyu Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq l ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq l ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq l ⁻¹)
TEMMUZ	51.3±5.0	50.3±5.0	53.3±5.0
AĞUSTOS	32.4±6.1	31.0±5.8	30.1±5.7
EYLÜL	43.2±5.4	45.5±5.0	45.3±5.1
EKİM	60.9±6.1	63.3±7.2	62.5±6.0
KASIM	22.0±3.0	21.0±3.0	20.1±3.0
ARALIK	63.4±5.2	65.5±5.0	65.5±5.0
OCAK	70.9±5.1	70.5±5.8	72.5±5.6
ŞUBAT	85.5±5.0	84.6±5.0	87.5±5.0
MART	90.5±4.9	90.3±4.4	90±4.0
NİSAN	110±4.4	111±4.5	109±4.3
MAYIS	143.6±5.0	139.0±5.0	140.9±5.4
HAZİRAN	70.0±5.0	71±5.0	70±5.0
TEMMUZ	50±5.0	51±5.0	52±5.0



Şekil 4.17 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

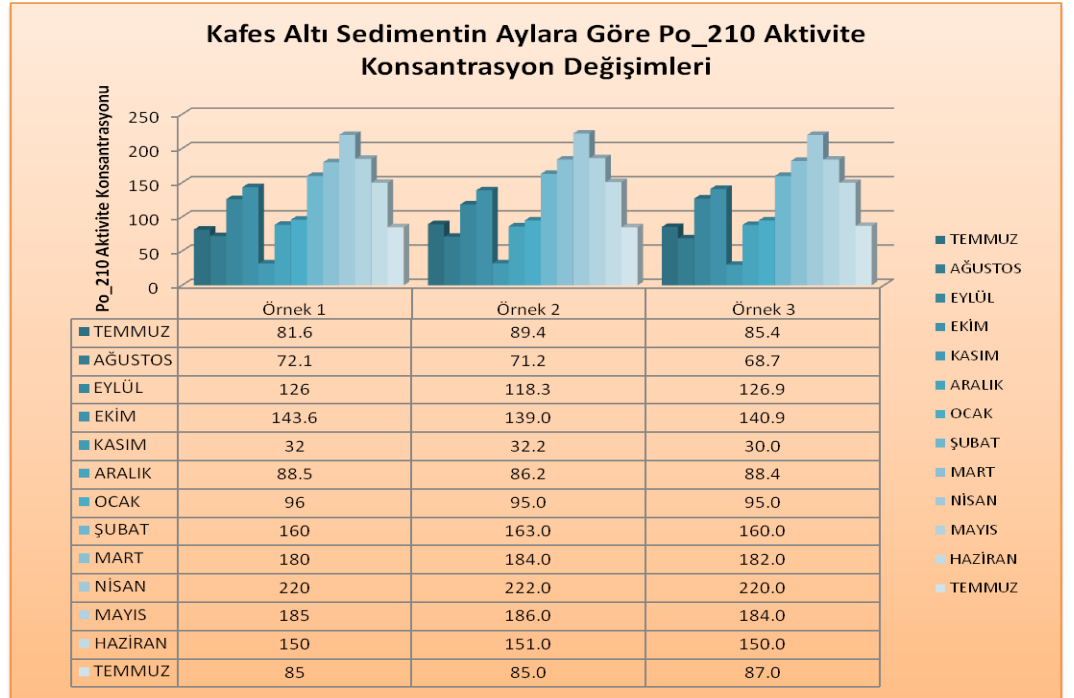
4.4 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Sediment Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği balık kafeslerinin tam alt noktası ve kıyı noktası olmak üzere iki bölgeden sediment örnekleri alınmıştır. Kafes altı sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.20’de gösterilmiştir. Kafes altı sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının 30.0±2.2-222±5.2 Bq kg⁻¹ kuru ağırlık arasında değiştiği bulunmuştur (Şekil 4.18).

Kıyı Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.20’de gösterilmiştir. Kıyı sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının $10.0 \pm 2.1 - 182 \pm 2.5 \text{ Bq kg}^{-1}$ kuru ağırlık arasında değiştiği bulunmuştur (Şekil 4.19).

Tablo 4.20 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

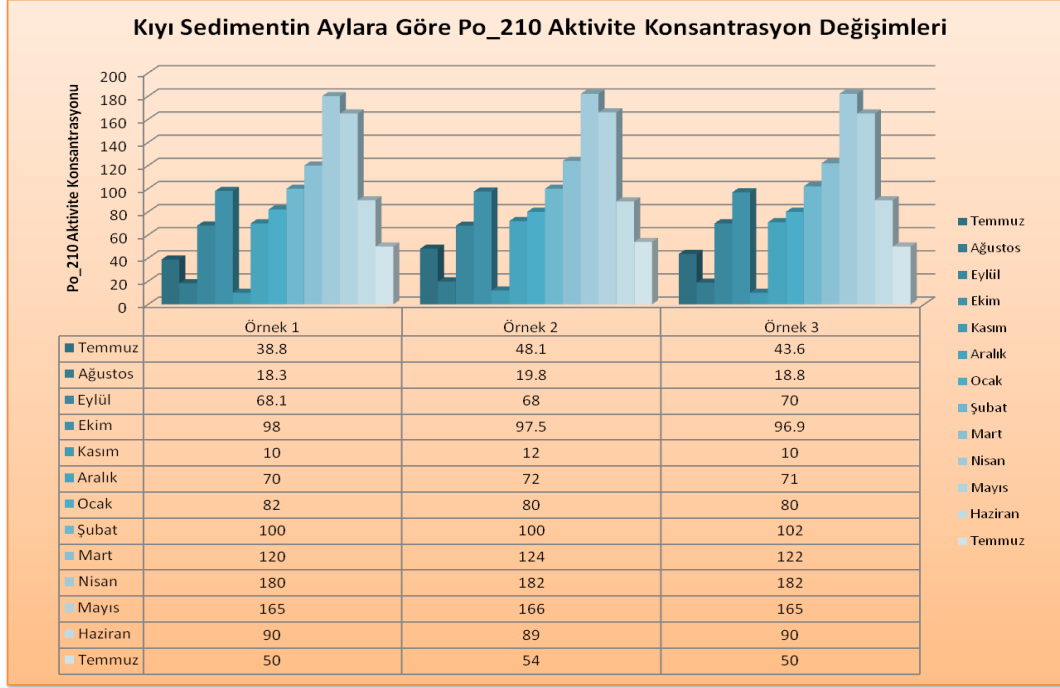
Kafes Altı Sediment Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
TEMMUZ	81.6 ± 2.3	89.4 ± 2.6	85.4 ± 2.5
AĞUSTOS	72.1 ± 2.9	71.2 ± 2.2	68.7 ± 2.1
EYLÜL	126.0 ± 5.1	118.3 ± 4.8	126.9 ± 5.2
EKİM	143.6 ± 5.0	139.0 ± 5.0	140.9 ± 5.4
KASIM	32.0 ± 2.2	32.2 ± 2.1	30.0 ± 2.2
ARALIK	88.5 ± 2.5	86.2 ± 2.2	88.4 ± 2.4
OCAK	96 ± 2.0	95 ± 2.2	95 ± 2.0
ŞUBAT	160 ± 2.0	163 ± 2.0	160 ± 2.0
MART	180 ± 5.0	184 ± 4	182 ± 5.2
NİSAN	220 ± 5.0	222 ± 5.2	220 ± 5.1
MAYIS	185 ± 5.1	186 ± 5.2	184 ± 5.2
HAZİRAN	150 ± 5.0	151 ± 5.5	150 ± 5.0
TEMMUZ	85 ± 5.0	85 ± 5.0	87 ± 5.0



Şekil 4.18 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Tablo 4.21 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kıyı Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Kıyı Sediment Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	38.8±2.7	48.1±2.5	43.6±2.3
AĞUSTOS	18.3±2.9	19.8±3.4	18.8±3.0
EYLÜL	68.1±2.1	68.04±2.1	70.0±2.1
EKİM	98.0±3.0	97.5±3.0	96.9±2.9
KASIM	10.0±2.1	12±2.1	10±2.2
ARALIK	70±2.5	72±2.2	71±2.1
OCAK	82±2.5	80±2.2	80±2.2
ŞUBAT	100±2.5	100±2.5	102±2.2
MART	120±2.0	124±2.0	122±2.0
NİSAN	180±2.2	182±2.5	182±2.5
MAYIS	165±5.0	166±5.0	165±5.0
HAZİRAN	100±2.0	101±2.5	100±2.0
TEMMUZ	65±3.0	65±3.0	67±3.0



Şekil 4.19 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kıyı Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.5 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Plankton Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan plankton örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.22'de verilmiştir.

Tablo 4.22 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan plankton örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Plankton Örnekleme Tarihi	0.45-45 m (Bq kg ⁻¹)	45-120 m (Bq kg ⁻¹)	120 m < (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	75.1±3.5	82.2±3.4	89.4±3.7
AĞUSTOS	50.2±3.5	59.1±3.5	63.5±3.7
EYLÜL	85.8±3.5	94.7±3.9	108±4.4
EKİM	87.5±3.5	96.3±3.5	180±3.4
KASIM	32.0±3.0	36.0±3.5	40.1±3.5
ARALIK	80.4±5.2	90.5±5.5	105.5±5.5
OCAK	70.9±5.5	100.5±5.8	120.5±5.5
ŞUBAT	90.0±3.5	120.6±3.0	130.5±3.5
MART	100.5±3.5	140.3±4.0	160±3.5
NİSAN	120±4.0	150±4.0	180±4.0
MAYIS	160±4.0	200±5.0	230±5.0
HAZİRAN	100±3.5	150±3.5	170±3.5
TEMMUZ	70±3.0	85±3.0	97±3.0

En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında 120 m < plankton örneklerinde 230±5.0 Bq kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Şekil 4.20).



Şekil 4.20 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan plankton örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

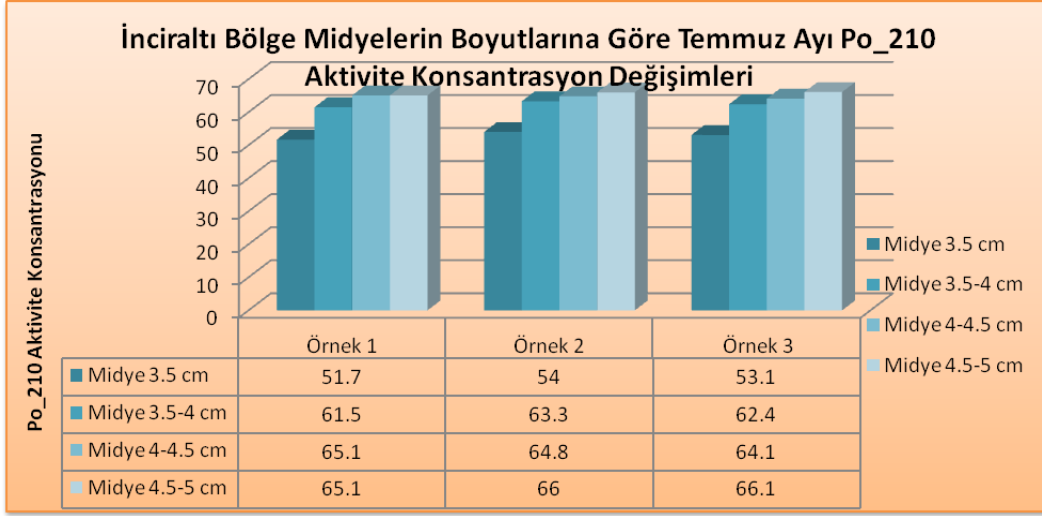
4.6 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Alınan Kara Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po Konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.23’de verilmiştir. En

yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $66.1 \pm 3.4 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.21).

Tablo 4.23 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi 03.07.10	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5 cm	51.7 ± 2.1	54.0 ± 2.2	53.1 ± 2.2
Midye 3,5-4 cm	61.5 ± 2.5	63.3 ± 2.6	62.4 ± 3.2
Midye 4-4,5 cm	65.1 ± 2.8	64.8 ± 2.6	64.1 ± 2.6
Midye 4,5-5 cm	65.1 ± 3.3	66.0 ± 3.3	66.1 ± 3.4

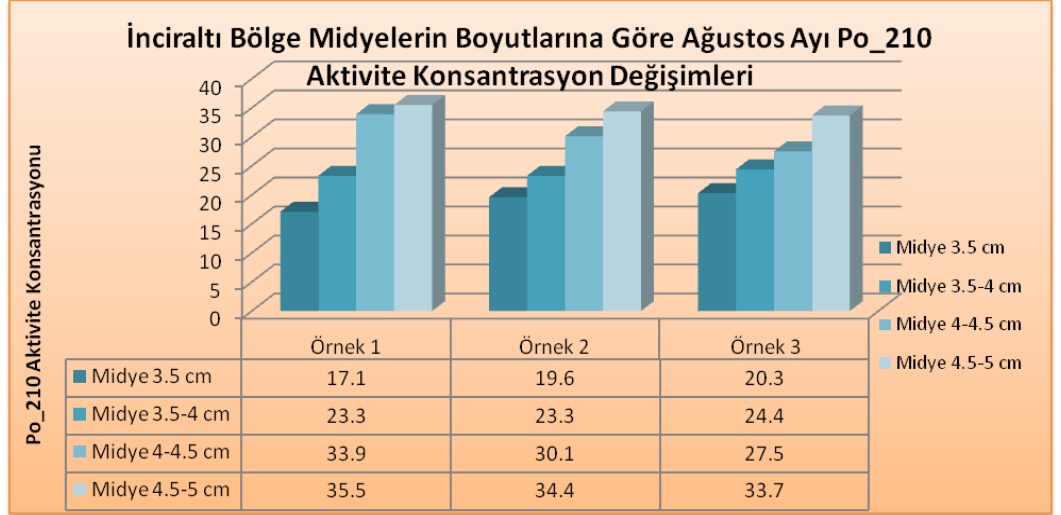


Şekil 4.21 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.24’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $33.7 \pm 2.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.21).

Tablo 4.24 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi 26.08.10	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5 cm	17.1 ± 2.9	19.6 ± 2.8	20.3 ± 2.8
Midye 3,5-4 cm	23.3 ± 2.9	23.3 ± 3.0	24.4 ± 3.0
Midye 4-4,5 cm	33.9 ± 2.7	30.1 ± 2.6	27.5 ± 2.6
Midye 4,5-5 cm	35.5 ± 2.6	34.4 ± 2.2	33.7 ± 2.2

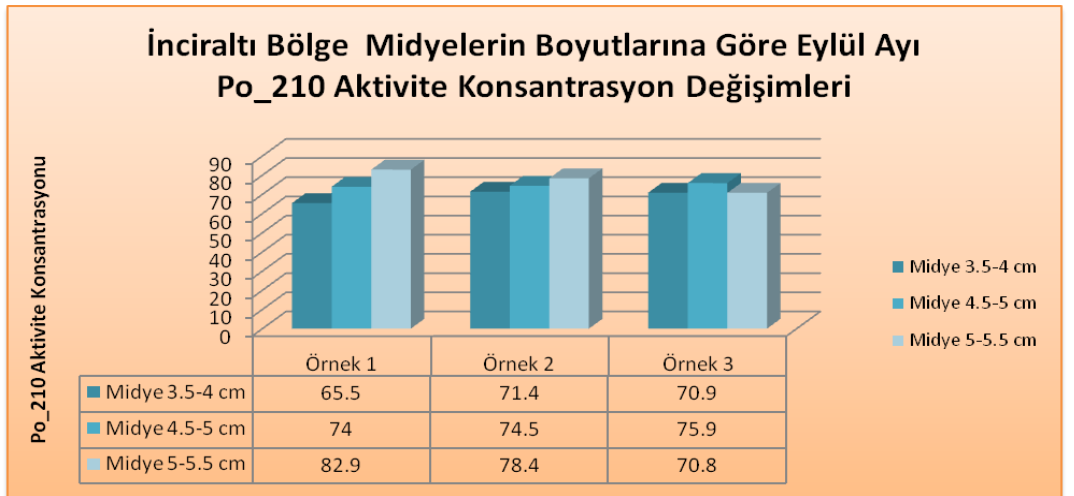


Şekil 4.22 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.24’de verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 82.9±4.2 Bq kg⁻¹ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.23).

Tablo 4.25. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi 26.09.10	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	65.5±2.8	71.4±2.9	70.9±2.9
Midye 4-4,5 cm	74.0±3.7	74.5±3.8	75.9±3.8
Midye 4,5-5 cm	82.9±4.2	78.4±4.0	70.8±4.0

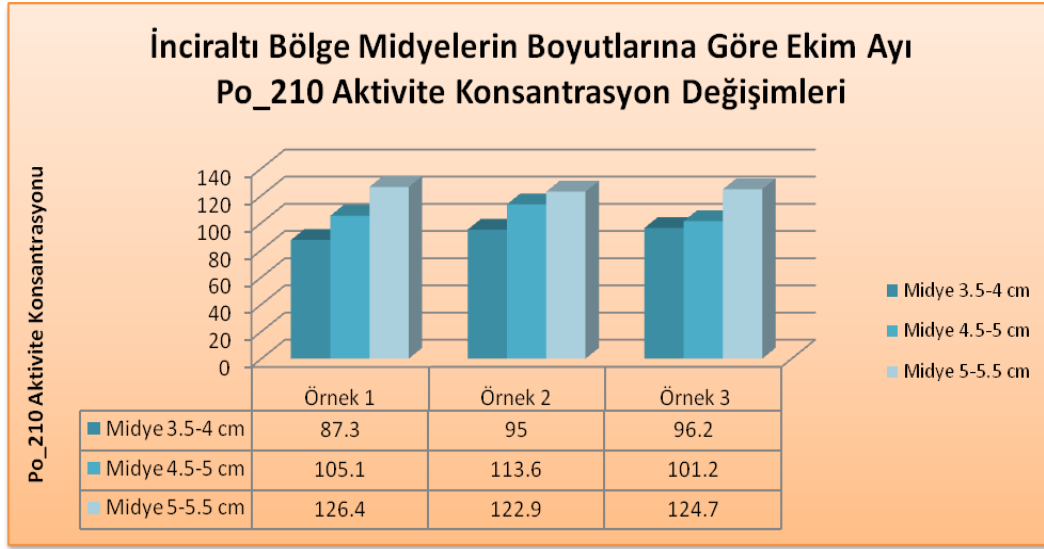


Şekil 4.23 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.25’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $126.4 \pm 3.8 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.24).

Tablo 4.26 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi 26.10.10	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4 cm	87.3 ± 4.4	95.0 ± 4.8	96.2 ± 4.9
Midye 4-4,5 cm	105.1 ± 5.3	113.6 ± 5.0	101.2 ± 5.2
Midye 4,5-5 cm	126.4 ± 3.8	122.9 ± 3.7	124.7 ± 3.8

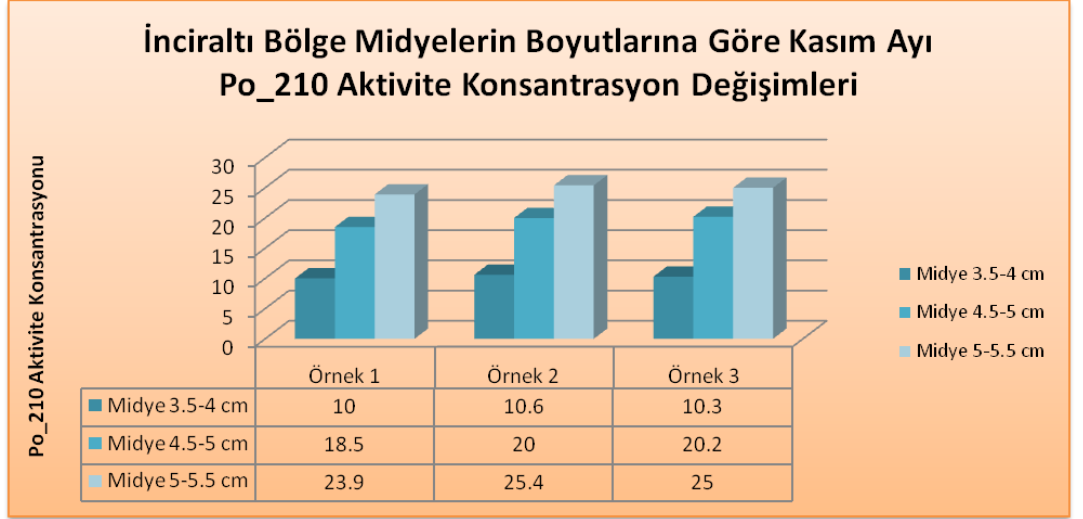


Şekil 4.24 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.27’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $25.4 \pm 2.3 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.25).

Tablo 4.27 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Kasım-2010	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4	10.0 ± 2.1	10.6 ± 2.4	10.3 ± 2.3
Midye 4-4,5	18.5 ± 2.5	20.0 ± 2.5	20.2 ± 2.2
Midye 4,5-5	23.9 ± 2.2	25.4 ± 2.3	25.0 ± 2.5

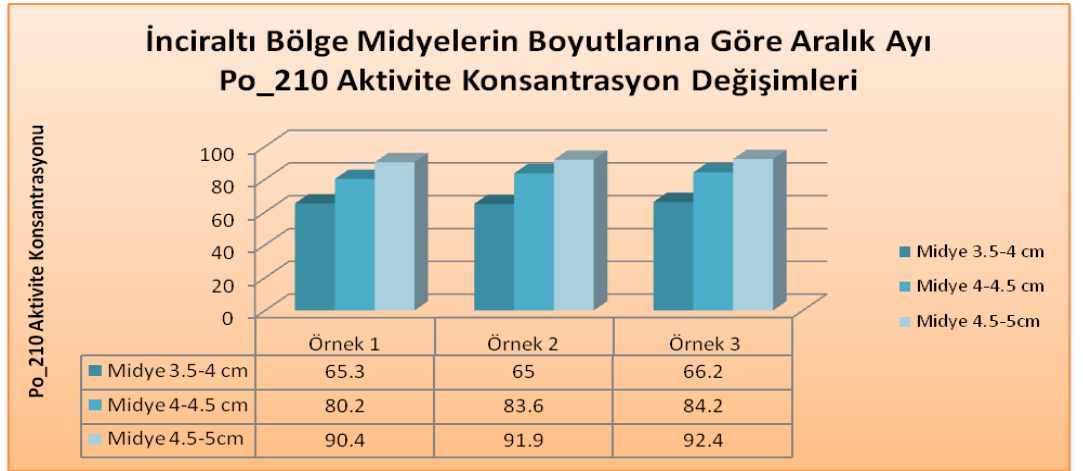


Şekil 4.25 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.28’de verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 92.4 ± 2.5 Bq kg⁻¹ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.26).

Tablo 4.28 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Aralık 2010	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4	65.3±2.5	65.0±2.5	66.2±2.5
Midye 4-4,5	80.2±2.2	83.6±2.5	84.2±2.5
Midye 4,5-5	90.4±2.4	91.9±2.7	92.4±2.5

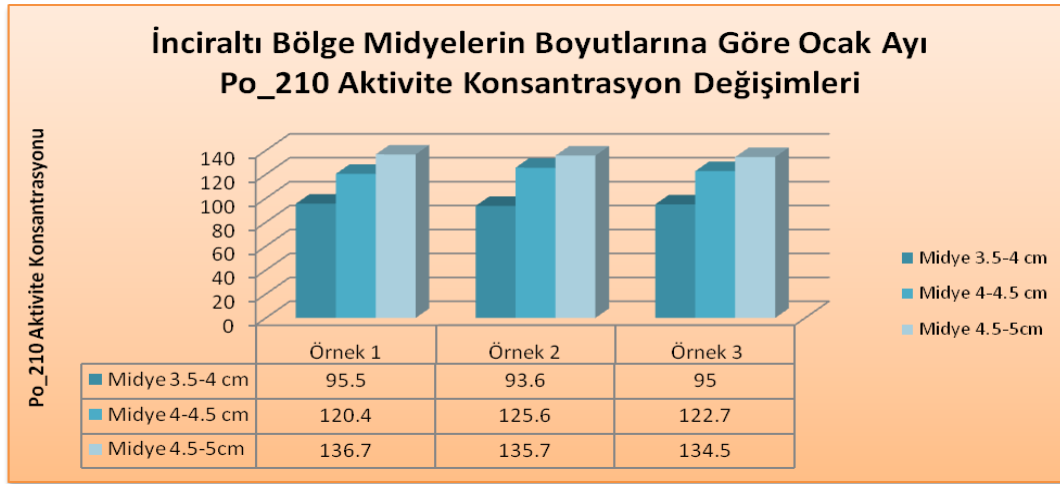


Şekil 4.26 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.29’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $136.7 \pm 3.5 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4.5-5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.27).

Tablo 4.29 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ocak 2011	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4 cm	95.5 ± 3.5	93.6 ± 3.5	95.2 ± 3.5
Midye 4-4,5 cm	120.4 ± 3.4	125.6 ± 3.7	122.7 ± 3.0
Midye 4,5-5 cm	136.7 ± 3.5	135.7 ± 3.7	134.5 ± 3.4

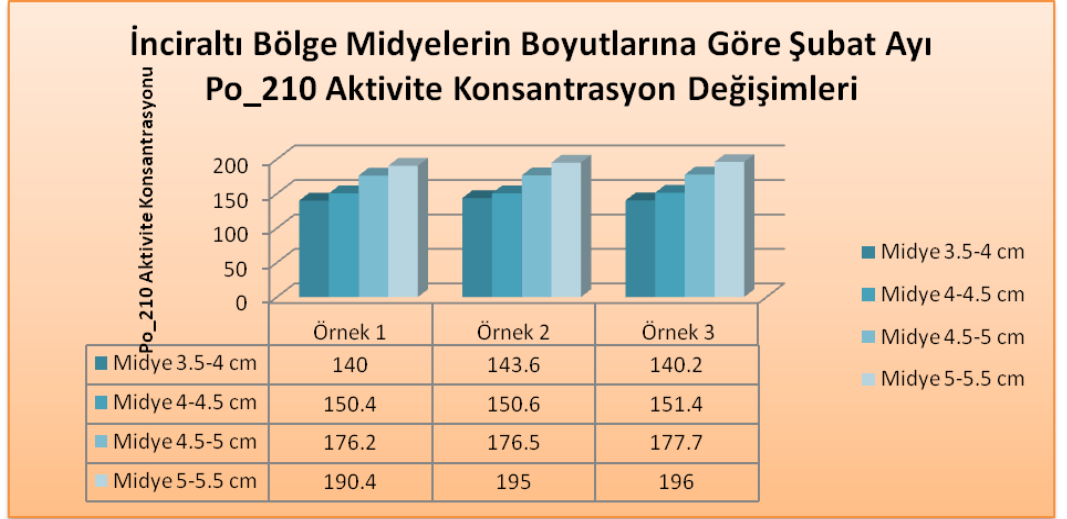


Şekil 4.27 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.30’da verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $196.0 \pm 3.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 5-5.5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.28).

Tablo 4.30 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Şubat 2011	Örn1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örn2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örn3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4 cm	140.0 ± 5.2	143.6 ± 5.6	140.2 ± 5.3
Midye 4-4,5 cm	150.4 ± 5.4	150.6 ± 5.6	151.4 ± 5.2
Midye 4,5-5 cm	176.2 ± 3.3	176.5 ± 3.5	177.7 ± 4.2
Midye 5-5,5 cm	190.4 ± 2.4	195.0 ± 2.8	196.0 ± 3.0

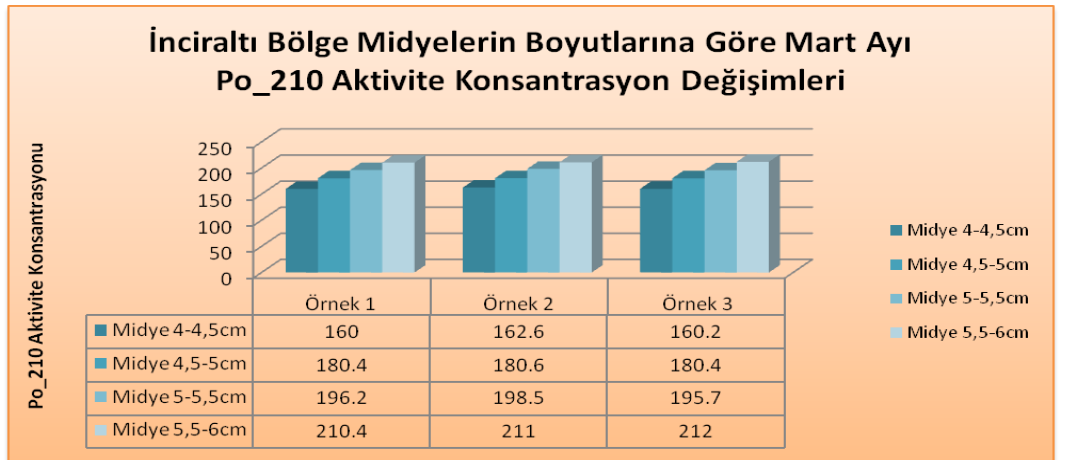


Şekil 4.28 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.30’de verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 212.0±4.0 kg⁻¹ olarak 5-5.5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.29).

Tablo 4.31 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mart 2011	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	160.0±2.0	162.6±2.6	160.2±2.3
Midye 4,5-5 cm	180.4±2.4	180.6±2.6	180.4±2.4
Midye 5-5,5 cm	196.2±2.4	198.5±3.5	195.7±2.9
Midye 5,5-6 cm	210.4±2.2	211.0±3.1	212.0±4.0

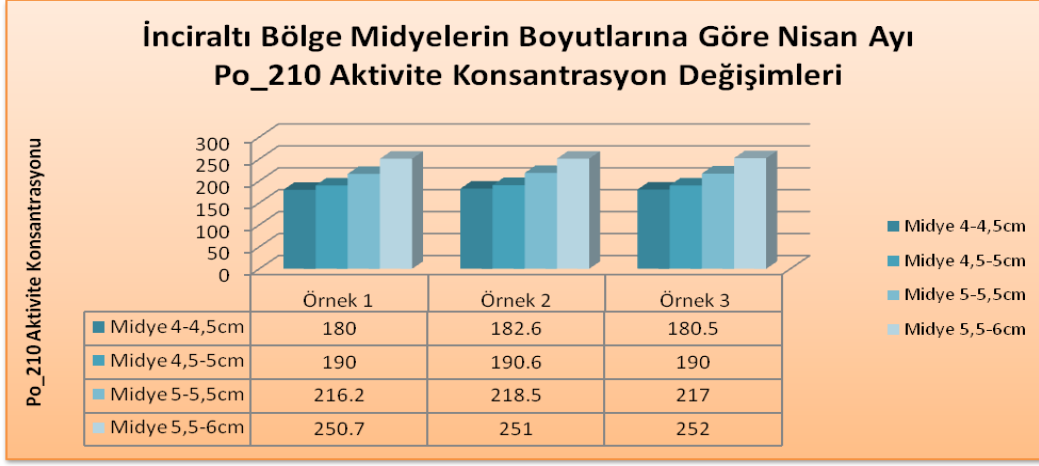


Şekil 4.29 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.32’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $252.0 \pm 6.2 \text{ kg}^{-1}$ olarak 5.5-6 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.30).

Tablo 4.32 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Nisan 2011	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 4-4,5 cm	180.0 $\pm$ 5.0	182.6 $\pm$ 5.6	180.5 $\pm$ 5.3
Midye 4,5-5 cm	190.4 $\pm$ 2.4	190.6 $\pm$ 2.6	190.2 $\pm$ 2.2
Midye 5-5,5 cm	216.2 $\pm$ 3.2	218.5 $\pm$ 3.6	217.4 $\pm$ 3.4
Midye 5,5-6 cm	250.7 $\pm$ 4.7	251.0 $\pm$ 5.1	252.0 $\pm$ 6.2

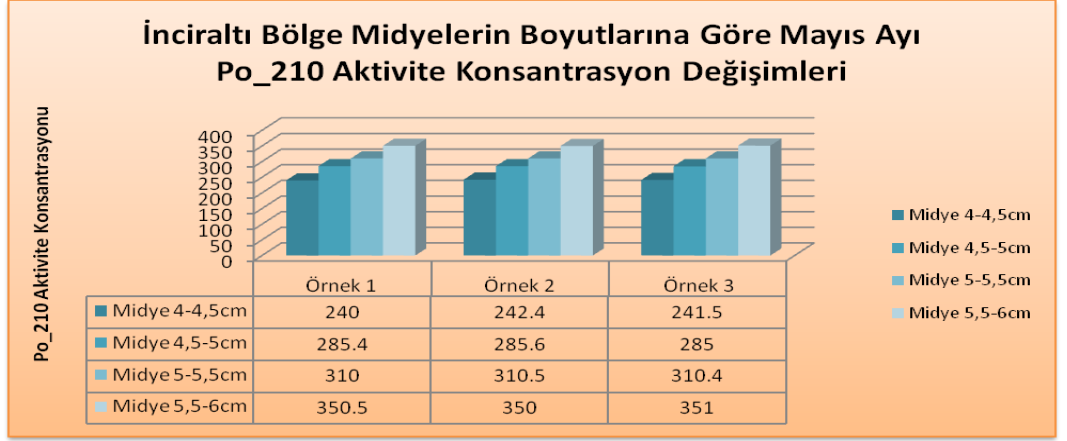


Şekil 4.30 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.33’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu $351.0 \pm 2.2 \text{ kg}^{-1}$ olarak 5.5-6 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.31).

Tablo 4.33 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mayıs 2011	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg^{-1})
Midye 4-4,5 cm	240.0 $\pm$ 5.0	242.4 $\pm$ 5.4	241.5 $\pm$ 5.2
Midye 4,5-5 cm	285.4 $\pm$ 6.4	285.6 $\pm$ 6.5	285.0 $\pm$ 6.0
Midye 5-5,5 cm	310.0 $\pm$ 3.0	310.5 $\pm$ 3.5	310.4 $\pm$ 3.4
Midye 5,5-6 cm	350.5 $\pm$ 2.5	350.0 $\pm$ 2.0	351.0 $\pm$ 2.2

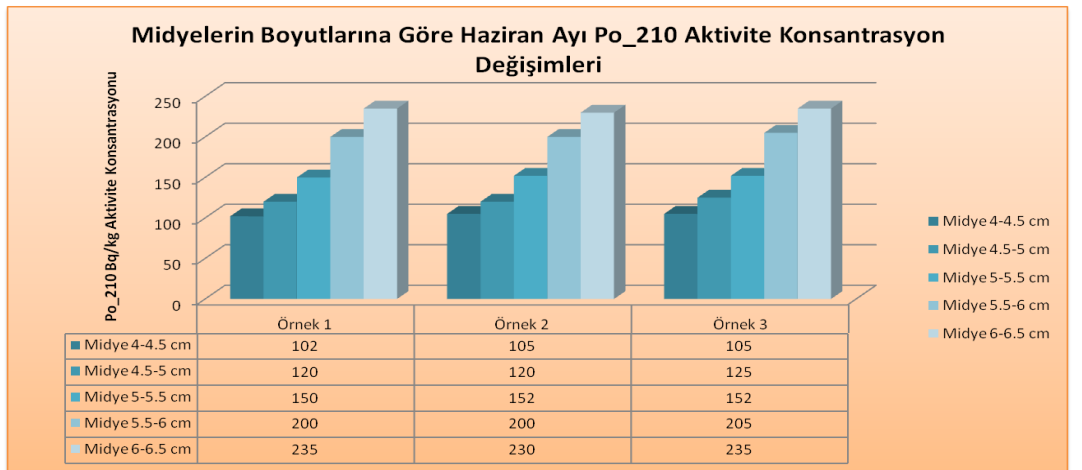


Şekil 4.31 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları Tablo 4.34’de verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Po konsantrasyonu 235±5 kg⁻¹ olarak 6-6.5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.32).

Tablo 4.34 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Haziran 2011	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	102±3	105±5	105±5
Midye 4,5-5 cm	120±2	120±2	125±6
Midye 5-5,5 cm	150±3	152±5	152±5
Midye 5,5-6 cm	200±2	200±2	205±6
Midye 6-6,5 cm	235±3	230±2	235±5

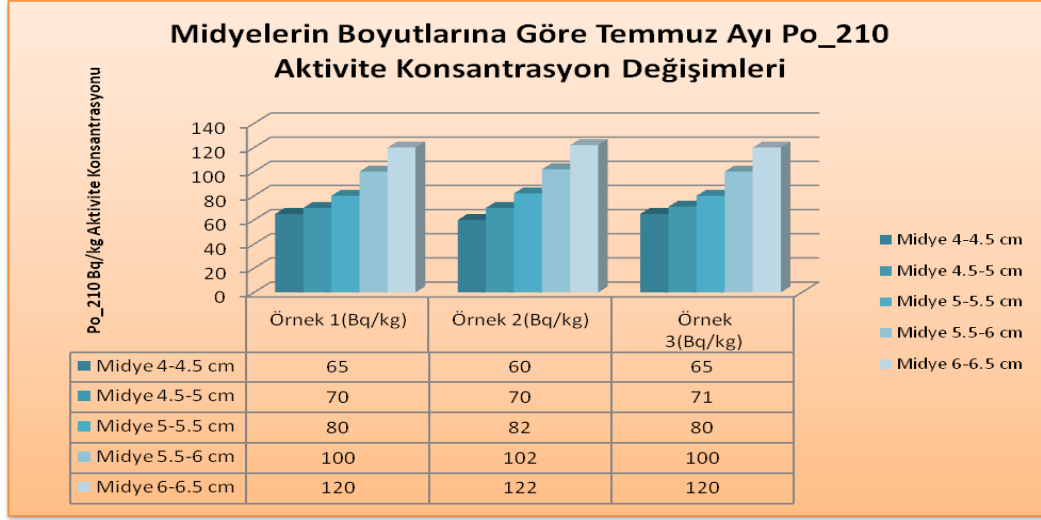


Şekil 4.32 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Po konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları Tablo 4.35’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu 120 ± 5 olarak 6-6.5 cm midye örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.32).

Tablo 4.35 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Temmuz 2011	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	65±5	60±3.5	65±5
Midye 4,5-5 cm	70±3	70±3	71±3.5
Midye 5-5,5 cm	80±5	82±5.2	80±5
Midye 5,5-6 cm	100±2	102±5.2	100±5
Midye 6-6.5 cm	120±5	122±5.4	120±5



Şekil 4.33 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonları

4.7 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Kara Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) Karaciğer ve Solungaç Dokularındaki ^{210}Po Konsantrasyonları

Tablo 4.36’de İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) karaciğer, solungaç, geriye kalan ve tüm dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonları verilmiştir.

Tablo 4.36 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) karaciğer ve solungaç dokularında ^{210}Po konsantrasyonları

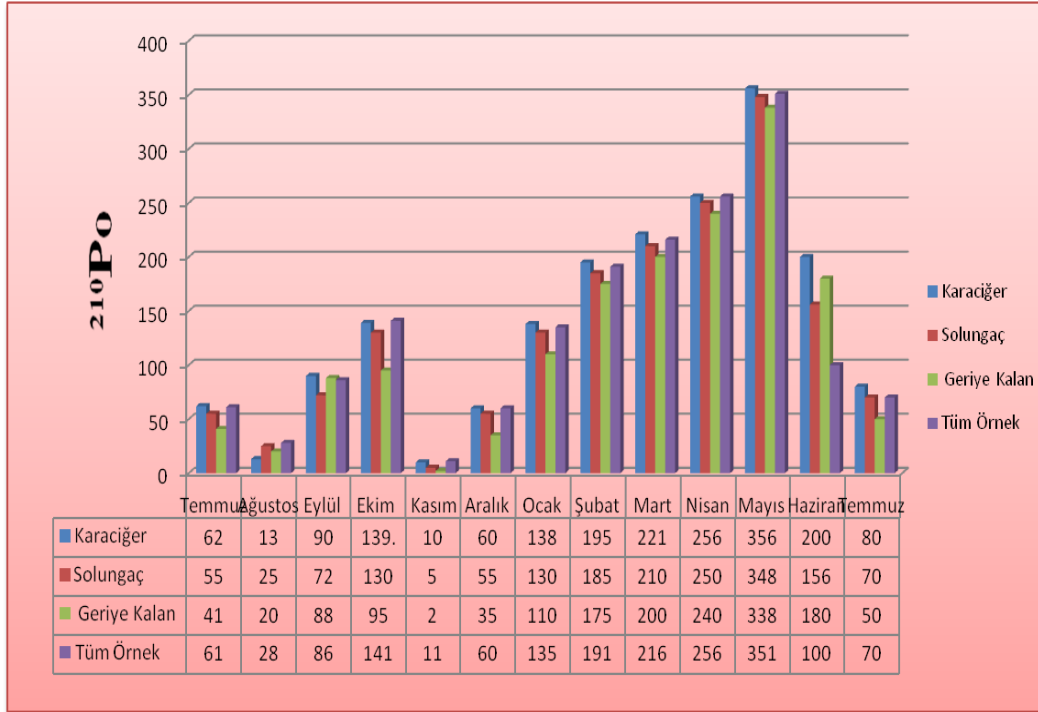
Örnekleme Tarihi Midye Karaciğer	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	61.5±3.0	61.7±3.0	61.0±3.1
AĞUSTOS	12.5±2.0	15.8±2.0	14.4±1.8
EYLÜL	90.0±4.6	96.2±4.9	92.6±4.7
EKİM	139.0±5.9	133.6±6.7	140.7±7.1
KASIM	10.0±1.0	11.0±1.1	11.0±0.1
ARALIK	60.0±1.0	59.9±0.7	60.0±1.0
OCAK	138.0±3.5	139.0±3.7	140±3.2
ŞUBAT	195.5±2.5	195.0±2.5	196.0±2.0
MART	220.5±1.5	219.0±1.6	220.0±1.0
NİSAN	255.7±4.7	253.0±3.1	255.0±4.0
MAYIS	355.5±5.5	360.0±9.0	361.0±6.5
HAZİRAN	200±5.0	206±6.0	200±5.0
TEMMUZ	80±5.0	85±6.0	80±5.0

Midye Solungaç	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3
TEMMUZ	55.3±2.8	54.4±2.8	55.6±2.8
AĞUSTOS	24.9±1.5	26.2±1.6	26.6±1.7
EYLÜL	72.1±3.0	67.9±3.4	69.5±3.5
EKİM	130.5±2.5	128.7±3.5	130.2±0.2
KASIM	5.0±0.1	6.1±1.1	5.0±0.1
ARALIK	55.0±1.0	54.0±0.5	55±1.0
OCAK	130.0±2.5	129.0±1.7	130.5±2.7
ŞUBAT	185.0±0.5	185.0±0.5	186.0±1.0
MART	210.5±0.5	211.0±1.1	210.0±0.5
NİSAN	250.0±5.0	250.0±5.0	252.0±5.2
MAYIS	348.5±4.5	346.0±4.0	345.0±5.5
HAZİRAN	150±5.0	155±5.2	156±6.0
TEMMUZ	70±5.0	72±6.0	70±5.0

Midye Geriye Kalan	Örnek 1	Örnek 2	Örnek 3
TEMMUZ	40.7±2.5	41.8±2.6	42.1±2.6
AĞUSTOS	20.0±2.4	17.8±1.25	14.0±2.0
EYLÜL	88.4±2.2	91.9±2.6	90.2±2.5
EKİM	95.0±3.0	108.9±3.0	113±2.8
KASIM	2.0±2.1	2±2.0	2±2.1
ARALIK	35.0±2.0	34.0±2.5	35±2.0
OCAK	110.0±2.0	109.0±1.0	110.5±2.5
ŞUBAT	175.0±2.5	175.0±2.5	176.0±2.0
MART	200.5±2.5	201.1±2.1	200.5±2.5
NİSAN	240.0±4.0	242.0±5.0	242.6±5.6
MAYIS	338.5±4.5	340.0±5.0	340.2±5.2
HAZİRAN	180±5.0	185±6.0	180±5.0
TEMMUZ	50±5.0	52±5.1	50±5.0

Örnekleme Tarihi Midye	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	61.0±2.8	63.7±2.9	64.0±3.0
AĞUSTOS	27.9±2.7	28.8±2.8	27.1±2.7
EYLÜL	86.2±2.8	86.6±3.0	86.2±3.0
EKİM	140.5±2.9	140.0±2.8	138.0±2.5
KASIM	11.0±1.0	10.0±1.1	9.0±1.1
ARALIK	60.0±2.0	60.0±2.0	61.0±2.0
OCAK	135.0±3.5	136.0±3.7	135±3.5
ŞUBAT	190.5±2.5	190.5±2.5	191.0±2.0
MART	215.5±2.5	216.0±2.6	215.0±2.0
NİSAN	255.7±4.7	250.0±3.0	252.0±4.0
MAYIS	350.5±5.0	353.0±5.0	355.5±5.5
HAZİRAN	100±5.0	105±5.0	100±5.0
TEMMUZ	70±3.0	75±3.5	70±3.0

En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) karaciğer dokularında $361.0 \pm 6.5 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.34).



Şekil 4.34 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) karaciğer solungaç dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.8 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Levrek Balığı ^{210}Po Konsantrasyonları

Tablo 4.37 'de İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir. Levrek Balığının en yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında $109.4 \pm 3.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir. İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.37'de gösterilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında Levrek Balığının karaciğer dokularında $90.5 \pm 3.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ solungaç dokularında $99.2 \pm 3.2 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.35).

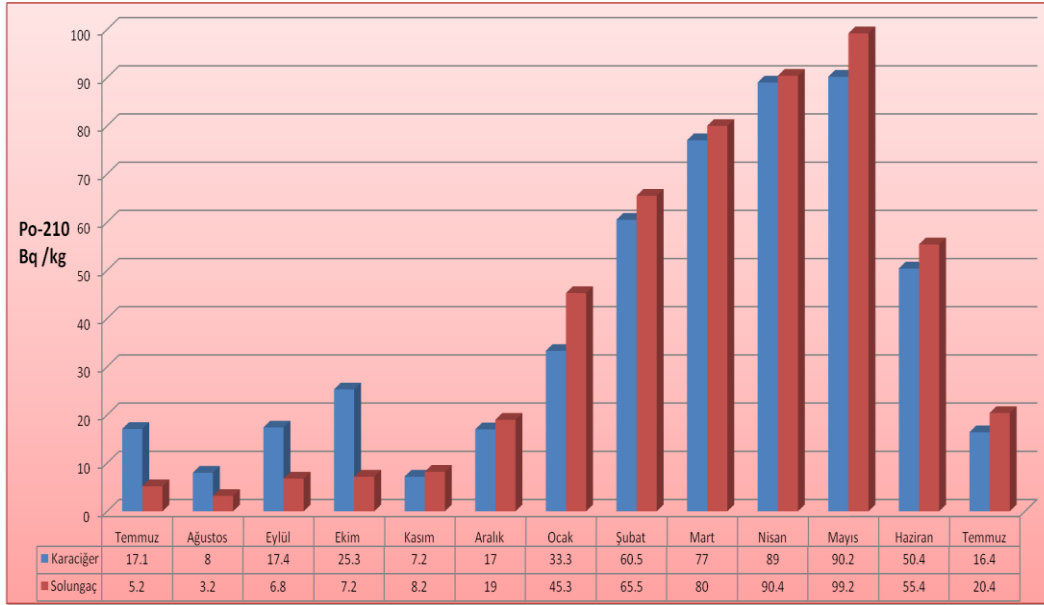
Tablo 4.37 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	49.6±3.1	48.7±3.0	46.9±2.9
AĞUSTOS	17.2±3.1	18.7±1.2	19.6±1.2
EYLÜL	53.5±3.0	55.7±3.4	54.0±3.3
EKİM	65.5±4.0	64.9±4.0	66.3±4.1
KASIM	10.2±2.2	10.2±2.2	10.6±2.6
ARALIK	27.0±2.0	28.2±2.2	29.0±2.6
OCAK	43.5±3.0	45.7±3.5	44.0±3.4
ŞUBAT	70.5±3.0	71.0±3.2	73.3±3.3
MART	87.0±2.0	88.2±2.2	89.0±2.6
NİSAN	99.6±3.2	98.7±3.4	99.9±2.9
MAYIS	107.2±3.1	108.5±3.2	109.4±3.2
HAZİRAN	70±5.0	70±5.0	72±5.2
TEMMUZ	50±3.0	52±5.0	50±3.0

Tablo 4.38 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Solungaç Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	14.3±1.7	14.2±1.7	14.0±1.6
AĞUSTOS	8.0±1.4	8.2±1.4	8.3±1.4
EYLÜL	17.4±1.4	17.3±1.3	17.8±1.8
EKİM	25.3±1.4	23.7±1.5	24.0±1.5
KASIM	7.2±1.2	7.7±1.5	7.6±1.6
ARALIK	17.0±1.0	18.2±1.5	19.0±1.3
OCAK	33.3±3.0	35.6±3.5	34.0±3.6
ŞUBAT	60.5±3.0	61.0±3.0	63.0±3.0
MART	77.0±3.0	78.5±3.2	78.0±3.0
NİSAN	89.0±3.2	88.7±3.7	88.9±2.8
MAYIS	90.2±3.1	90.5±3.2	90.4±3.2
HAZİRAN	50.4±2.4	50.3±2.3	50.8±2.0
TEMMUZ	16.4±1.0	16.2±1.0	16.4±1.0

Levrek Karaciğer Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	17.1±1.1	17.4±1.1	17.7±1.6
AĞUSTOS	16.0±1.0	13.4±1.8	12.9±1.8
EYLÜL	20.4±1.3	19.5±1.26	20.2±1.24
EKİM	31.9±2.0	31.5±1.9	29.3±1.8
KASIM	8.2±1.4	8.0±1.5	8.3±1.6
ARALIK	19.0±1.0	19.5±1.5	20.3±1.3
OCAK	45.3±2.0	45.6±2.6	44.3±2.3
ŞUBAT	65.5±3.2	68.0±3.0	65.0±3.0
MART	80.0±2.0	80.5±2.5	80.0±2.0
NİSAN	90.4±1.2	90.2±1.4	90.4±1.2
MAYIS	99.2±3.2	96.5±1.5	98.4±1.8
HAZİRAN	55.4±3.0	55.0±3.0	53±3.0
TEMMUZ	20.4±1.5	20.3±1.4	20.2±1.0



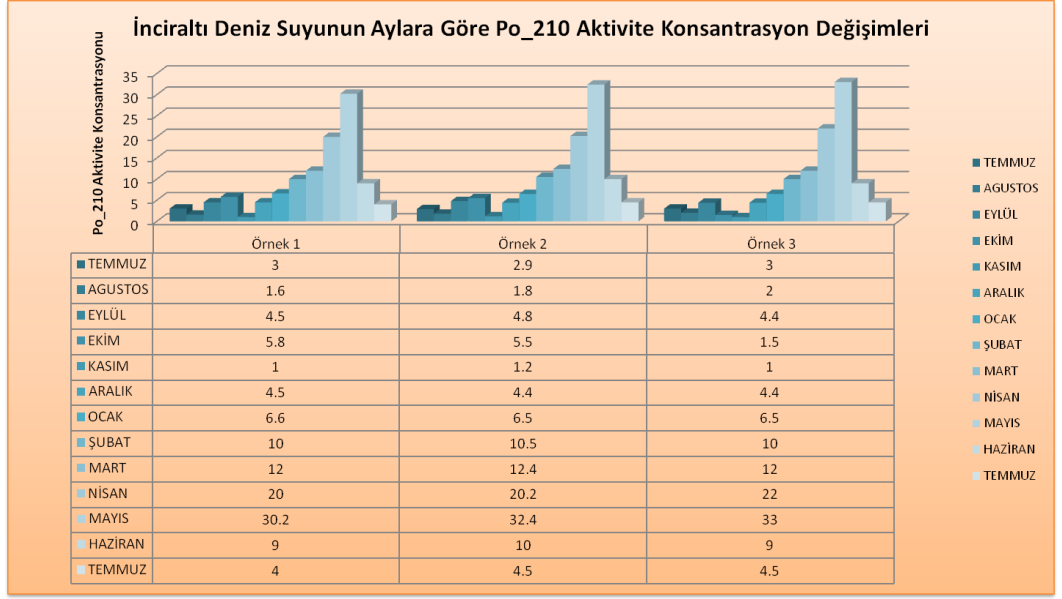
Şekil 4.35 İnciraltı Balıkçılı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.9 İnciraltı Balıkçılı Bölgesinden Alınan Denizsuyundaki ^{210}Po Konsantrasyonları

Tablo 4.39’de İnciraltı Balıkçılı Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında $32.4 \pm 0.4 \text{ Bq l}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Şekil 4.36).

Tablo 4.39 İnciraltı Balıkçılı Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Deniz suyu Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq l^{-1})	Örnek 2 ^{210}Po (Bq l^{-1})	Örnek 3 ^{210}Po (Bq l^{-1})
TEMMUZ	3.0 ± 0.4	2.9 ± 0.4	3.0 ± 0.4
AĞUSTOS	1.6 ± 0.3	1.8 ± 0.3	2.0 ± 0.3
EYLÜL	4.5 ± 0.6	4.8 ± 0.6	4.4 ± 0.5
EKİM	5.8 ± 0.6	5.5 ± 0.7	5.5 ± 0.2
KASIM	1.0 ± 0.1	1.2 ± 0.2	1.0 ± 0.1
ARALIK	4.5 ± 0.5	4.4 ± 0.2	4.4 ± 0.2
OCAK	6.6 ± 0.6	6.5 ± 0.5	6.5 ± 0.5
ŞUBAT	10.0 ± 0.2	10.5 ± 0.5	10.0 ± 0.2
MART	12.0 ± 0.2	12.4 ± 0.4	12.0 ± 0.2
NİSAN	20.0 ± 0.2	20.2 ± 0.2	22.0 ± 0.2
MAYIS	30.2 ± 0.2	32.4 ± 0.2	32.4 ± 0.4
HAZİRAN	9.0 ± 0.5	9.1 ± 0.5	9.0 ± 0.5
TEMMUZ	4.0 ± 0.5	4.5 ± 0.6	4.5 ± 0.6



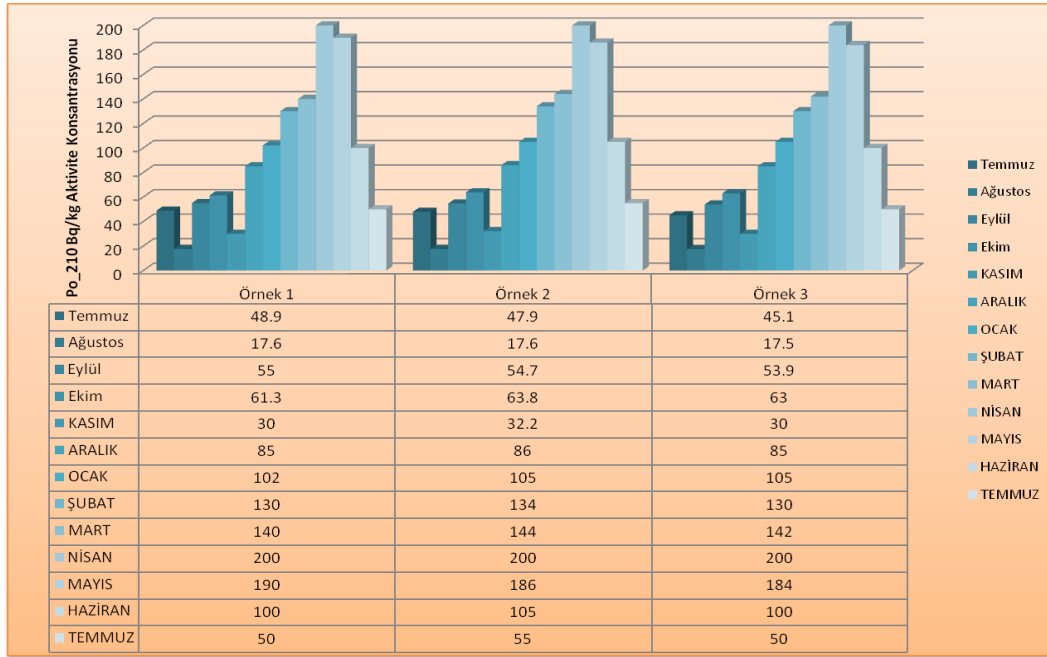
Şekil 4.36 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden Deniz Suyu Örneklerindeki ²¹⁰Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.10 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden Alınan Sediment Örneklerindeki ²¹⁰Po Konsantrasyonları

İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ²¹⁰Po konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.39’da gösterilmiştir. Sediment Örneklerindeki ²¹⁰Po konsantrasyonları 17.6 ± 1.0 ve 190 ± 5.0 Bq kg⁻¹ kuru ağırlık arasında değişmektedir (Şekil 4.37).

Tablo 4.40 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ²¹⁰Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Sediment Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	48.9±4.0	47.9±3.9	45.1±3.7
AGUSTOS	17.6±1.0	17.6±2.8	17.5±2.6
EYLÜL	55.0±4.6	54.7±4.5	53.9±4.2
EKİM	61.3±5.0	63.8±5.2	63.0±5.1
KASIM	30.0±2.0	32.2±2.2	30.0±2.0
ARALIK	85±2.5	86±2.6	85±2.5
OCAK	102±5.0	105±5.0	105±5.0
ŞUBAT	130±2.0	134±4.0	130±2.0
MART	140±4.0	144±4.0	142±2.0
NİSAN	200±5.0	200±5.0	200±5.0
MAYIS	190±5.0	186±5.0	184±5.0
HAZİRAN	100±5.0	105±5.2	100±5.0
TEMMUZ	50±5.0	55±7.0	50±5.0



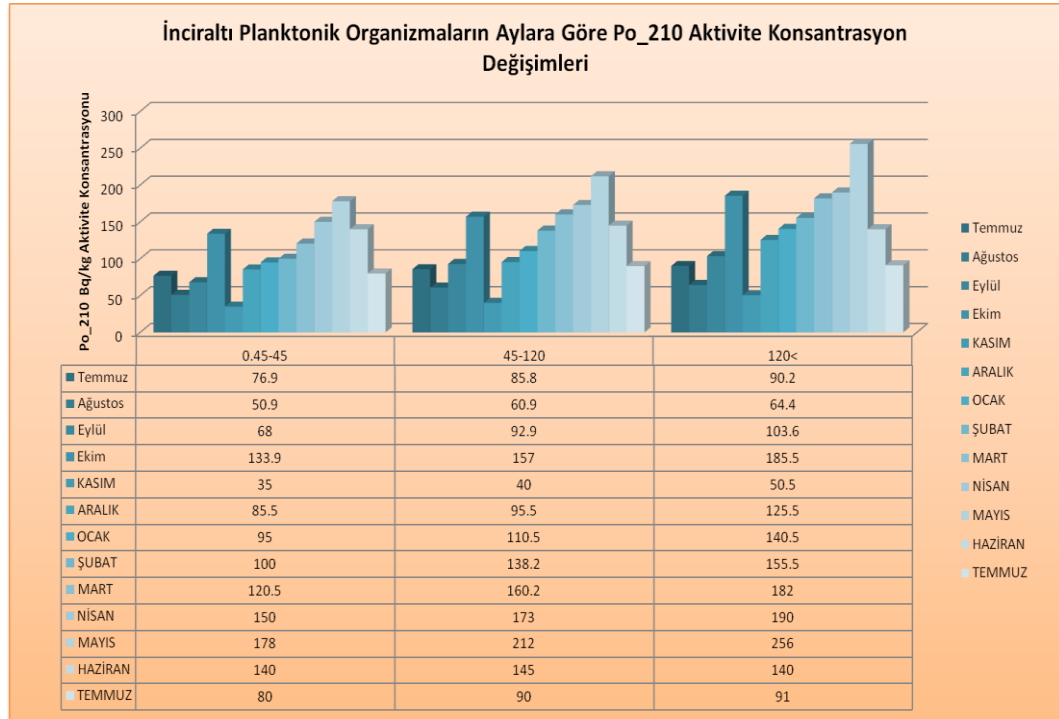
Şekil 4.37 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.11 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden Alınan Plankton Örneklerindeki ^{210}Po Konsantrasyonları

Tablo 4.41’de İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Planktondaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir. En yüksek ^{210}Po konsantrasyonu Mayıs ayında $120\ \mu\text{m} <$ plankton örneklerinde $256 \pm 5.0\ \text{Bq kg}^{-1}$ bulunmuştur (Şekil 4.38).

Tablo 4.41 İnciraltı Balıklıhalı Bölgesinden alınan Planktondaki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Plankton Örnekleme Tarihi	0.45-45 μm (Bq kg $^{-1}$)	45-120 μm (Bq kg $^{-1}$)	120 $\mu\text{m} <$ (Bq kg $^{-1}$)
TEMMUZ	76.9 $\pm$ 3.2	85.8 $\pm$ 3.5	90.2 $\pm$ 3.7
AĞUSTOS	50.9 $\pm$ 2.1	60.9 $\pm$ 2.5	64.4 $\pm$ 2.7
EYLÜL	68.0 $\pm$ 2.8	92.9 $\pm$ 3.8	103.6 $\pm$ 4.3
EKİM	133.9 $\pm$ 5.5	157.0 $\pm$ 5.4	185.5 $\pm$ 5.0
KASIM	35.0 $\pm$ 3.0	40.0 $\pm$ 3.0	50.5 $\pm$ 3.5
ARALIK	85.5 $\pm$ 2.5	95.5 $\pm$ 2.5	125.5 $\pm$ 2.5
OCAK	95.0 $\pm$ 5.0	110.5 $\pm$ 5.5	140.5 $\pm$ 5.5
ŞUBAT	100.0 $\pm$ 3.0	138.2 $\pm$ 3.2	155.5 $\pm$ 3.5
MART	120.5 $\pm$ 3.5	160.2 $\pm$ 4.2	182 $\pm$ 4.0
NİSAN	150 $\pm$ 5.0	173 $\pm$ 5.0	190 $\pm$ 5.0
MAYIS	178 $\pm$ 4.0	212 $\pm$ 4.0	256 $\pm$ 5.0
HAZİRAN	110 $\pm$ 5.0	145 $\pm$ 5.0	160 $\pm$ 5.0
TEMMUZ	80 $\pm$ 5.0	85 $\pm$ 5.0	90 $\pm$ 5.0



Şekil 4.38 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Planktondaki ²¹⁰Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.12 Örneklem Bölgelerinin Sıcaklık değerleri (°C), Tuzluluk değerleri (‰), Çözülmüş oksijen değerleri (mg/L), Klorofil-a değerleri (µg/L)

Deniz biyosistem örneklerinde bulunan ²¹⁰Po ve ²¹⁰Pb aktivite konsantrasyonlarını etkileyen fiziksel ve kimyasal parametreler mevsimsel değişimlerin kontrolü altındadır (Fowler, 2002). Bu nedenle örnek alınan her iki bölgenin sıcaklık (°C), tuzluluk değerleri (‰), oksijen mg/L Klorofil-a değerleri (µg/L) düzenli olarak ölçülmüştür. Tablo 4.41’de İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliğinin sıcaklık değerleri (°C), tuzluluk değerleri (‰), çözülmüş oksijen değerleri (mg/L), Klorofil-a değerleri (µg/L) verilmiştir. İzmir-Gerence Körfezinde en yüksek Klorofil-a değeri 14.33 µg/L Mayıs ayında tespit edilmiştir. Tablo 4.43’de İnciraltı Balıkhalı bölgesinin Sıcaklık değerleri (°C) ve Klorofil-a değerleri (µg/L) verilmiştir. İnciraltı Balıkhalı bölgesinde en yüksek Klorofil-a değeri 15.96 µg/L Mayıs ayında tespit edilmiştir.

Tablo 4.42 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliğinin Sıcaklık değerleri (°C), Tuzluluk değerleri (‰), Çözülmüş oksijen değerleri (mg/L), Klorofil-a değerleri (µg/L)

Örnekleme Tarihi	Sıcaklık değerleri (°C)	Tuzluluk değerleri (‰)	Çözülmüş oksijen değerleri (mg/L)	Klorofil-a değerleri (µg/L)
HAZİRAN	21.5	37.44	8.0	5.25
TEMMUZ	24	38.03	6.8	4.00
AĞUSTOS	27.5	40.70	6.0	3.18
EYLÜL	20	37.60	7.0	5.00
EKİM	14.5	32.18	7.2	5.40
KASIM	14.0	33.19	5.2	1.95
ARALIK	12.5	30.12	8.0	5.78
OCAK	12	28.15	8.5	6.00
ŞUBAT	11.5	30.20	8.8	9.17
MART	18.5	33.90	8.0	5.71
NİSAN	20.5	34.50	7.9	11.90
MAYIS	22	37.70	7.5	14.33
HAZİRAN	24.5	38.00	6.5	6.0
TEMMUZ	27.5	39.2	5.8	4.7

Tablo 4.43 İnciraltı Balıkhalı bölgesinin Sıcaklık değerleri (°C) ve Klorofil-a değerleri (µg/L)

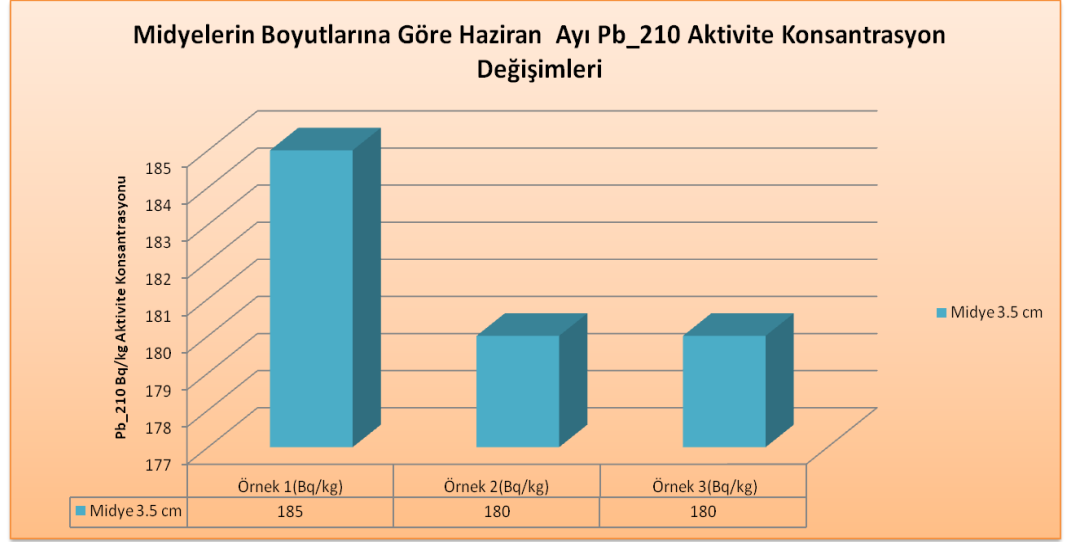
Örnekleme Tarihi	Sıcaklık değerleri (°C)	Klorofil-a değerleri (µg/L)
TEMMUZ	24	3.57
AĞUSTOS	28.5	1.44
EYLÜL	19	7.32
EKİM	15	14.93
KASIM	13.5	0.939
ARALIK	10	2.262
OCAK	9	3.280
ŞUBAT	11.5	6.575
MART	15	6.232
NİSAN	20	7.258
MAYIS	21	15.96
HAZİRAN	25	4.00
TEMMUZ	28	3.7

4.13 İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliğinin Bulunduğu Bölgeden Alınan Kara Midyelerdeki (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb Konsantrasyonları

Tablo 4.44’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine ilk yerleştirilen 3.5 cm kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları verilmiştir. İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesine ilk yerleştirilen 3.5 cm kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları 180±5.0 ve 185±5 Bq kg⁻¹ arasında değişmektedir (Şekil 4.39).

Tablo 4.44 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden ilk yerleştirilen 3.5 cm kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi 01.06.10	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5 cm	185±5	180±5.0	180±5.0

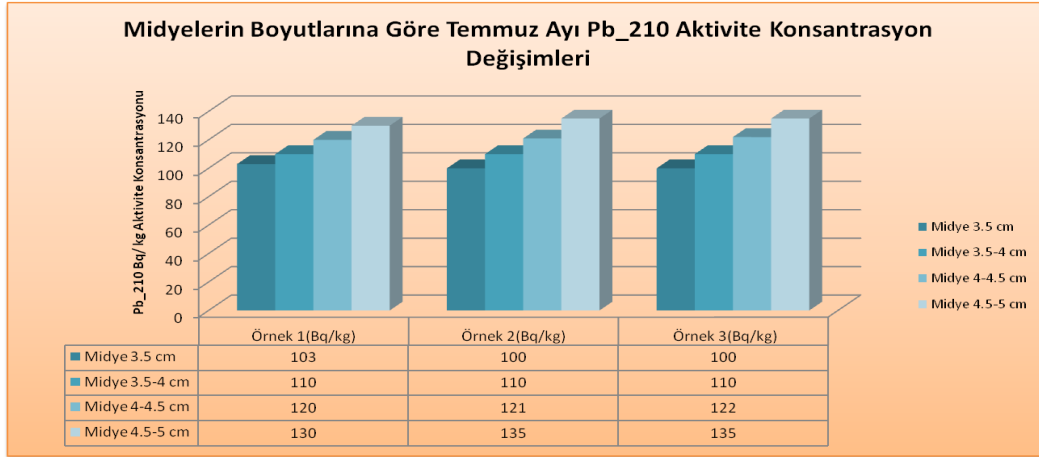


Şekil 4.39 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden ilk yerleştirilen 3.5 cm kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Tablo 4.44’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 135±5.2 Bq kg⁻¹ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur (Şekil 4.40).

Tablo 4.45. İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Temmuz 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5 cm	103±3	100±5	100±5
Midye 3,5-4 cm	110±5	110±5	110±5
Midye 4-4,5 cm	120±5	121±5.1	122±5.2
Midye 4,5-5 cm	130±5	135±5.0	135±5.2

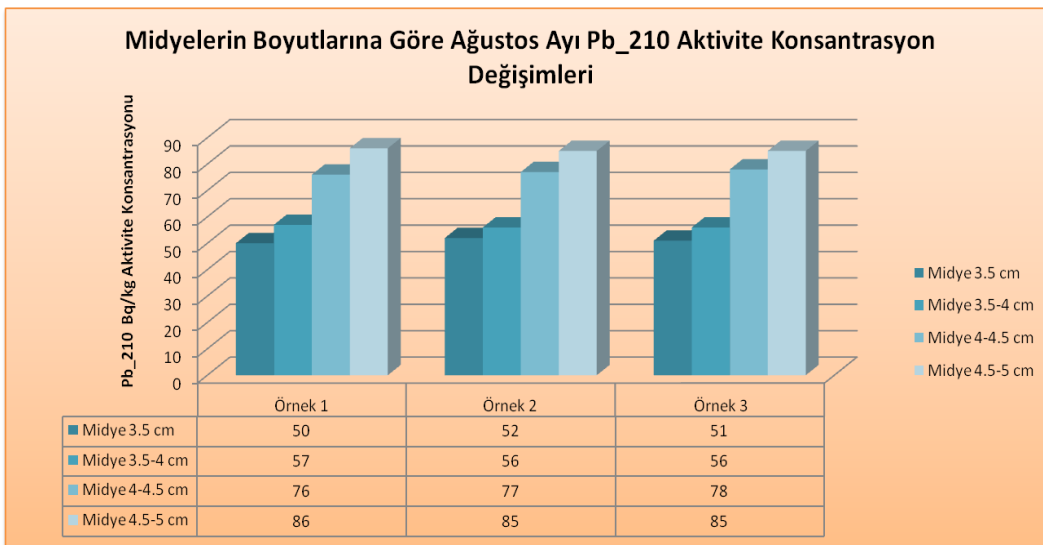


Şekil 4.40 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Tablo 4.46’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $85\pm 7.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur (Şekil 4.41).

Tablo 4.46 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ağustos 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5 cm	50±5.0	52±7.0	51±5.4
Midye 3,5-4 cm	57±6.2	56±5.0	56±5.0
Midye 4-4,5 cm	76±5.0	77±5.0	78±5.0
Midye 4,5-5 cm	86±8.0	85±7.0	85±7.0

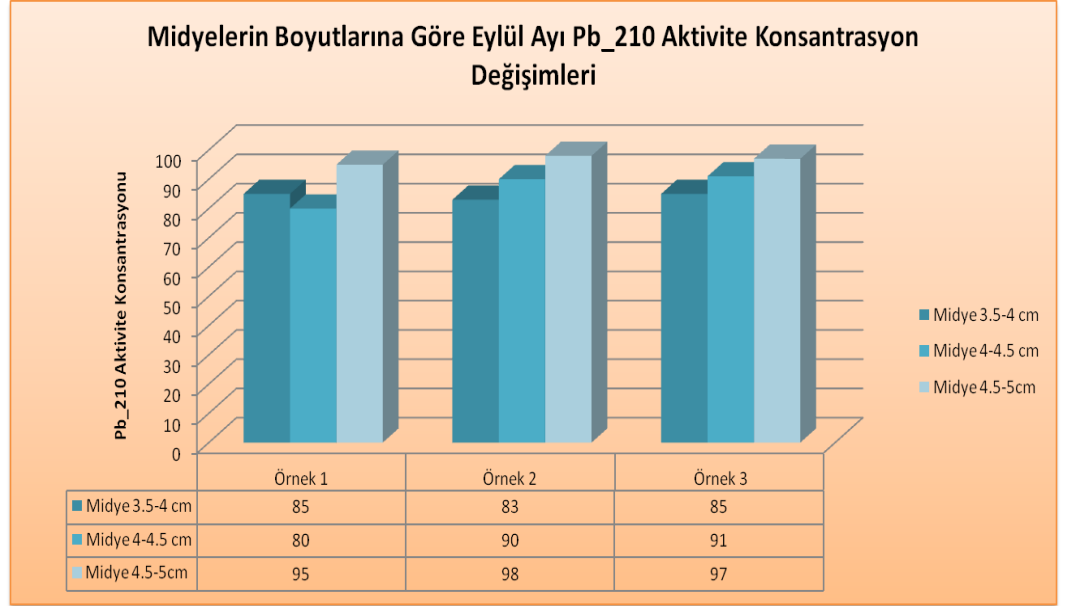


Şekil 4.41 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ağustos ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Tablo 4.47’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $98 \pm 7.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur (Şekil 4.42).

Tablo 4.47 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Eylül 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4 cm	85 ± 5.0	82.8 ± 3.5	85 ± 5.0
Midye 4-4,5 cm	80 ± 5.0	90 ± 5.0	91 ± 5.2
Midye 4,5-5 cm	95 ± 5.0	98 ± 7.0	97 ± 6.5

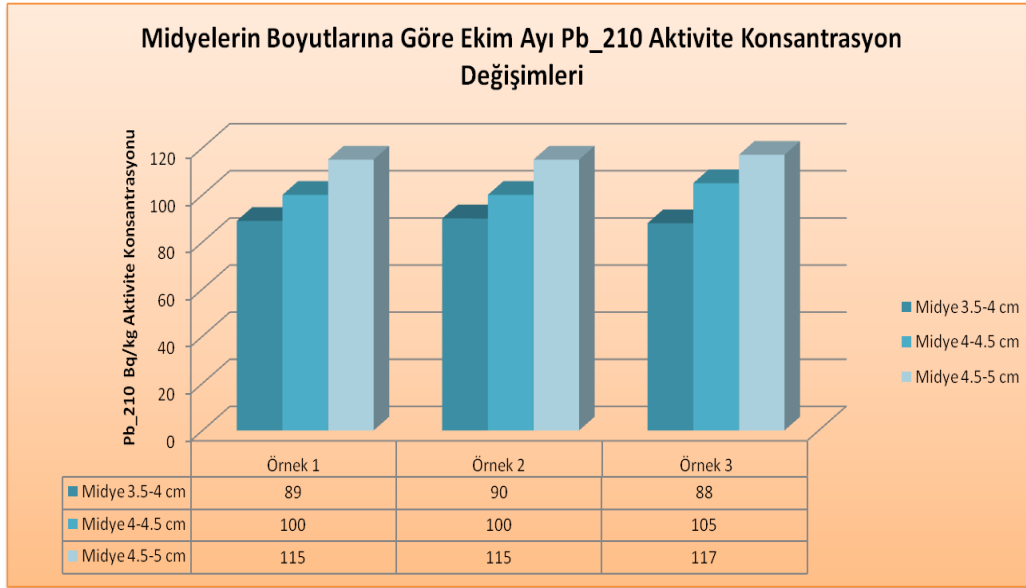


Şekil 4.42 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Eylül ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Tablo 4.48’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $117 \pm 7.7 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur (Şekil 4.43).

Tablo 4.48 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ekim 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4 cm	89 ± 5.0	90 ± 3.5	88 ± 7.0
Midye 4-4,5 cm	100 ± 5.0	100 ± 5.0	105 ± 5.2
Midye 4,5-5 cm	115 ± 5.0	115 ± 7.0	117 ± 7.7



Şekil 4.43 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ekim ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

Tablo 4.49’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Pb konsantrasyonu 42 ± 2.0 Bq kg⁻¹ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.49 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Kasım ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Kasım 2010(cm)	Örnek 1 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4	33±2.0	32±2.0	33±2.0
Midye 4-4,5	36±2.0	36±2.0	35±2.0
Midye 4,5-5	42±2.0	42±2.0	41±2.0

Tablo 4.50’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Pb konsantrasyonu 71 ± 3.0 Bq kg⁻¹ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.50 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Aralık ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Aralık 2010(cm)	Örnek 1 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4	62±3.0	61±3.0	62±3.0
Midye 4-4,5	65±3.0	64±3.0	65±3.0
Midye 4,5-5	71±3.0	70±3.0	71±3.0

Tablo 4.51’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $120\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 4,5-5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.51 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Ocak ayında kara alınan filedeki midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ocak 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4	90 ± 5.0	90 ± 5.0	89 ± 5.0
Midye 4-4,5	109 ± 5.0	109 ± 5.0	110 ± 5.0
Midye 4,5-5	119 ± 5.0	120 ± 5.0	119 ± 5.0

Tablo 4.52’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $148\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 5-5,5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.52 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Şubat ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Şubat 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
Midye 3,5-4	128 ± 5.0	127 ± 12	127 ± 12
Midye 4-4,5	130 ± 5.0	129 ± 12	130 ± 13
Midye 4,5-5	140 ± 5.0	140 ± 5.0	140 ± 5.0
Midye 5-5,5	148 ± 5.0	148 ± 5.0	147 ± 5.0

Tablo 4.53’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $165\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 5,5-6 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.53 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mart ayında toplanan alınan filedeki (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mart 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
Midye 4-4,5	148 ± 5.0	148 ± 5.0	148 ± 5.0
Midye 4,5-5	155 ± 5.0	154 ± 5.0	155 ± 5.0
Midye 5-5,5	160 ± 5.0	160 ± 5.0	160 ± 5.0
Midye 5,5-6	165 ± 5.0	164 ± 5.0	165 ± 5.0

Tablo 4.54’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb

konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $172\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 5,5-6 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.54 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Nisan ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Nisan 2011(cm)	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5	160±5.0	161±5.0	160±5.0
Midye 4,5-5	165±5.0	165±5.0	165±5.0
Midye 5-5,5	167±5.0	166±5.0	167±5.0
Midye 5,5-6	170±5.0	170±5.0	172±5.0

Tablo 4.55’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $200\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 5,5-6 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.55 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Mayıs ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mayıs 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	170±5.0	170±5.0	169±5.0
Midye 4,5-5 cm	174±5.0	175±5.0	174±5.0
Midye 5-5,5 cm	180±5.0	181±5.0	180±5.0
Midye 5,5-6 cm	200±5.0	200±5.0	200±5.0

Tablo 4.56’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $180\pm5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 6-6.5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.56 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

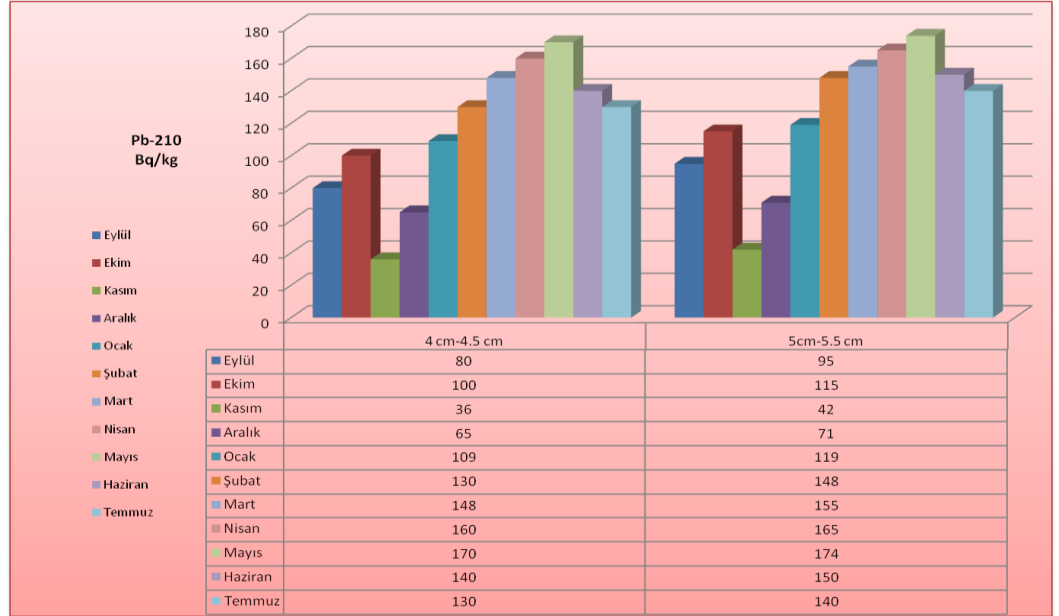
Örnekleme Tarihi Haziran 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	140±5.0	140±5.0	140±5.0
Midye 4,5-5 cm	150±5.0	150±5.0	150±5.0
Midye 5-5,5 cm	170±5.0	170±5.0	170±5.0
Midye 5,5-6 cm	175±5.0	175±5.0	175±5.0
Midye 6-6.5 cm	180±5.0	180±5.0	180±5.0

Tablo 4.57’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Haziran ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $175 \pm 5.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ olarak 6-6.5 cm kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinde bulunmuştur.

Tablo 4.57 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden Temmuz ayında alınan filedeki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Temmuz 2011	Örnek1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
Midye 4-4,5 cm	130 ± 5.0	130 ± 5.0	130 ± 5.0
Midye 4,5-5 cm	140 ± 5.0	140 ± 5.0	140 ± 5.0
Midye 5-5,5 cm	160 ± 5.0	160 ± 5.0	160 ± 5.0
Midye 5,5-6 cm	165 ± 5.0	165 ± 5.0	165 ± 5.0
Midye 6-6.5 cm	175 ± 5.0	175 ± 5.0	175 ± 5.0

Şekil 4.44’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği farklı boyuttaki midye örneklerindeki aylık ^{210}Pb konsantrasyonları değişimleri gösterilmiştir.



Şekil 4.44 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği farklı boyuttaki midye örneklerindeki aylık ^{210}Pb konsantrasyonları değişimleri

4.14 İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Levrek Balığı (*Dicentrarchus Labrax*) ^{210}Pb Konsantrasyonları

Tablo 4.58’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) Boyutlarına göre ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi gösterilmiştir.

Tablo 4.58 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) Boyutlarına göre ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Örnekleme Tarihi	Örnek Boyutu	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	4-5 cm Levrek	3.5±0.2	3.3±0.2	3.7±0.2
TEMMUZ	5-6 cm Levrek	4.8±0.2	4.7±0.2	4.7±0.2
TEMMUZ	6-7 cm Levrek	5.3±0.2	5.3±0.2	5.7±0.2
AĞUSTOS	15-21cm Levrek	2.5±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2
EYLÜL	25-30 cm Levrek	7.5±0.3	7.3±0.2	7.7±0.2
EKİM	30-35 cm Levrek	10.0±0.2	11±0.2	10±0.2
KASIM	30-35 cm Levrek	1.5±0.2	1.5±0.2	2.0±0.2
ARALIK	30-35 cm Levrek	5.0±0.2	5.0±0.2	5.0±0.2
OCAK	30-35 cm Levrek	7.0±0.2	7.0±0.2	7.0±0.2
ŞUBAT	30-35 cm Levrek	10.0±0.2	10.0±0.2	10.0±0.2
MART	30-35 cm Levrek	11.0±0.2	11.0±0.2	11.0±0.2
NİSAN	30-35 cm Levrek	13.0±0.2	13.0±0.2	12.0±0.2
MAYIS	30-35 cm Levrek	20.0±0.2	20.0±0.2	20.0±0.2
HAZİRAN	30-35 cm Levrek	10.0±0.2	10.0±0.2	10.0±0.2
TEMMUZ	30-35 cm Levrek	8.0±0.2	8.0±0.2	8.0±0.2

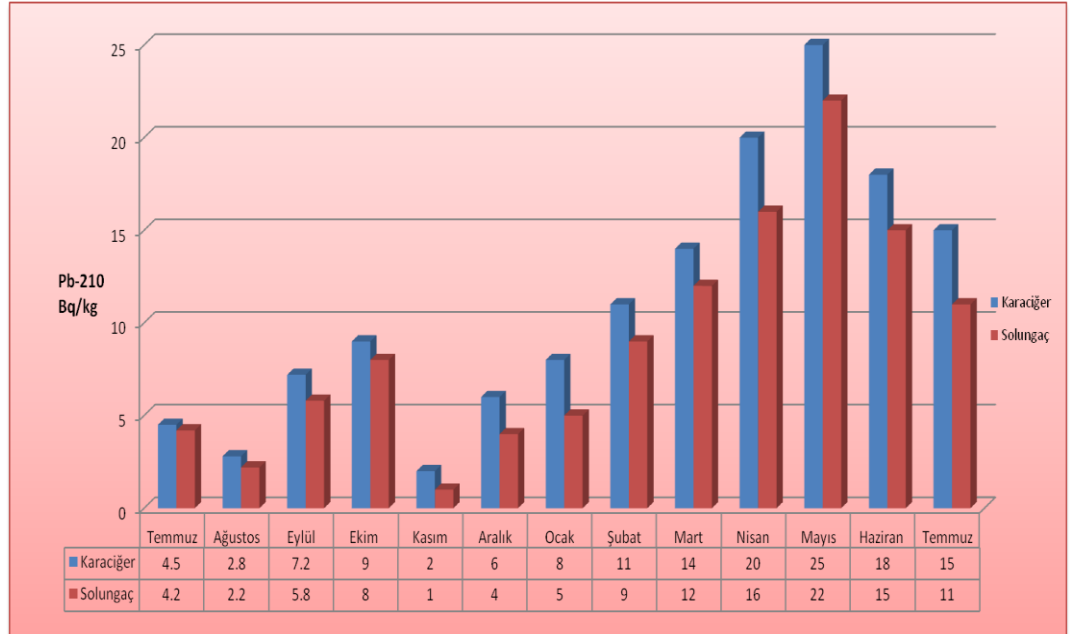
Tablo 4.59 ve 4.60’da İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu karaciğerde 25.0±0.2 Bq kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Şekil 4.45).

Tablo 4.59 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) karaciğer dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Karaciğer Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	4.5±0.2	4.6±0.2	4.5±0.2
AĞUSTOS	2.8±0.2	3.2±0.2	2.6±0.2
EYLÜL	7.2±0.2	7.0±0.2	7.1±0.2
EKİM	9.0±0.2	8.9±0.2	9.0±0.2
KASIM	2.0±0.2	2.0±0.2	2.0±0.2
ARALIK	6.0 ±0.2	5.0 ±0.2	6.0 ±0.2
OCAK	8.0±0.2	8.0±0.2	8.0±0.2
ŞUBAT	11.0±0.2	10.0±0.2	11.0±0.2
MART	14.0±0.2	13.0±0.2	14.0±0.2
NİSAN	20.0±0.2	19.0±0.2	20.0±0.2
MAYIS	25.0±0.2	25.0±0.2	25.0±0.2
HAZİRAN	18.0±0.2	18.0±0.2	18.0±0.2
TEMMUZ	15.0±0.2	15.0±0.2	15.0±0.2

Tablo 4.60 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) solungaç dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Solungaç Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	4.2±0.2	3.9±0.2	4.0±0.2
AĞUSTOS	2.2±0.2	2.3±0.2	2.0±0.2
EYLÜL	5.8±0.2	6.0±0.2	6.1±0.2
EKİM	8.0±0.2	8.0±0.2	8.2±0.2
KASIM	1.0±0.1	1.2±0.2	1.0±0.2
ARALIK	4.0±0.2	4.0±0.2	4.0±0.2
OCAK	5.0±0.2	5.5±0.2	5.0±0.2
ŞUBAT	9.0±0.2	9.0±0.2	9.0±0.2
MART	12.0±0.2	12.5±0.2	12.0±0.2
NİSAN	16.0±0.2	16.0±0.2	16.0±0.2
MAYIS	22.0±0.2	22.5±0.2	22.0±0.2
HAZİRAN	15.0±0.2	15.0±0.2	15.0±0.2
TEMMUZ	11.0±0.2	11.0±0.2	11.0±0.2



Şekil 4.45 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliği Levrek Balığının (*Dicentrarchus Labrax*) karaciğer ve solungaç dokularındaki aylık ^{210}Pb konsantrasyonları değişimleri

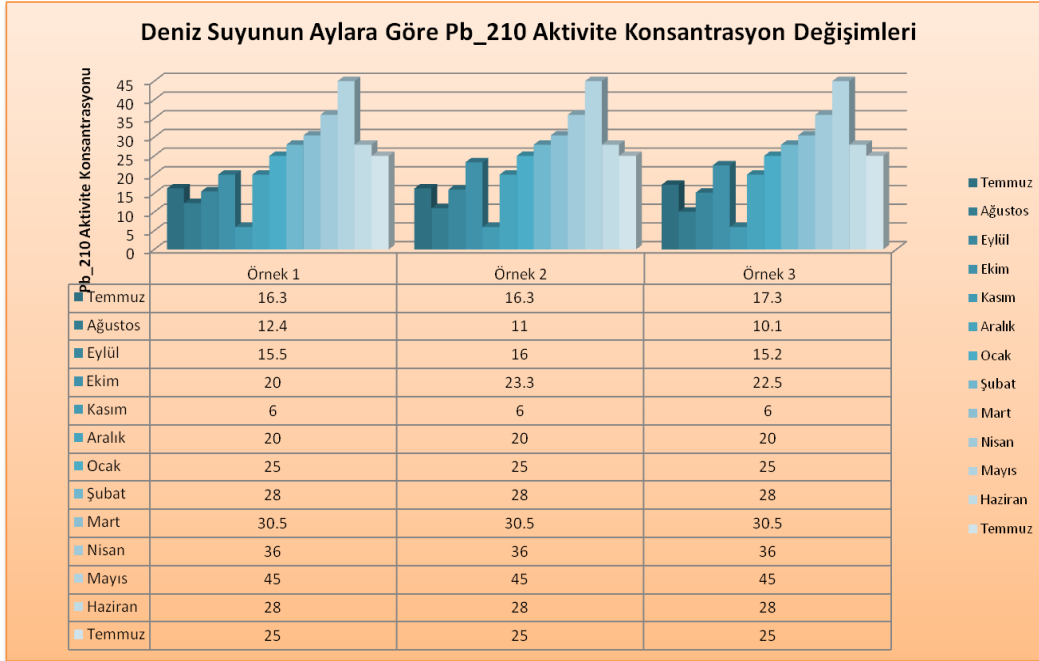
4.15 İzmir-Gerence Körfezi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Deniz Suyu ^{210}Pb Konsantrasyonları

Tablo 4.61’de İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir.

Tablo 4.61 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Deniz suyu Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq l ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq l ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq l ⁻¹)
TEMMUZ	16.3±2.0	16.3±2.0	17.3±2.0
AĞUSTOS	12.4±2.0	11.0±2.0	10.1±2.0
EYLÜL	15.5±2.0	16±2.0	15.2±2.0
EKİM	20±2.0	23.3±2.0	22.5±2.0
KASIM	6.0±2.0	6.0±2.0	6.0±2.0
ARALIK	20±2.0	20±2.0	20±2.0
OCAK	25.0±2.0	25.0±2.0	25.0±2.0
ŞUBAT	28.0±2.0	28.0±2.0	28.0±2.0
MART	30.5±2.0	30.5±2.0	30.5±2.0
NİSAN	36.0±2.0	36.0±2.0	36.0±2.0
MAYIS	45.0±2.0	45.0±2.0	45.0±2.0
HAZİRAN	28.0±2.0	28.0±2.0	28.0±2.0
TEMMUZ	25.0±2.0	25.0±2.0	25.0±2.0

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonları 6.0±2.0 ve 45.0±2.0 Bq l⁻¹ arasında değişmektedir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.16 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri yetiştiriciliği Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları

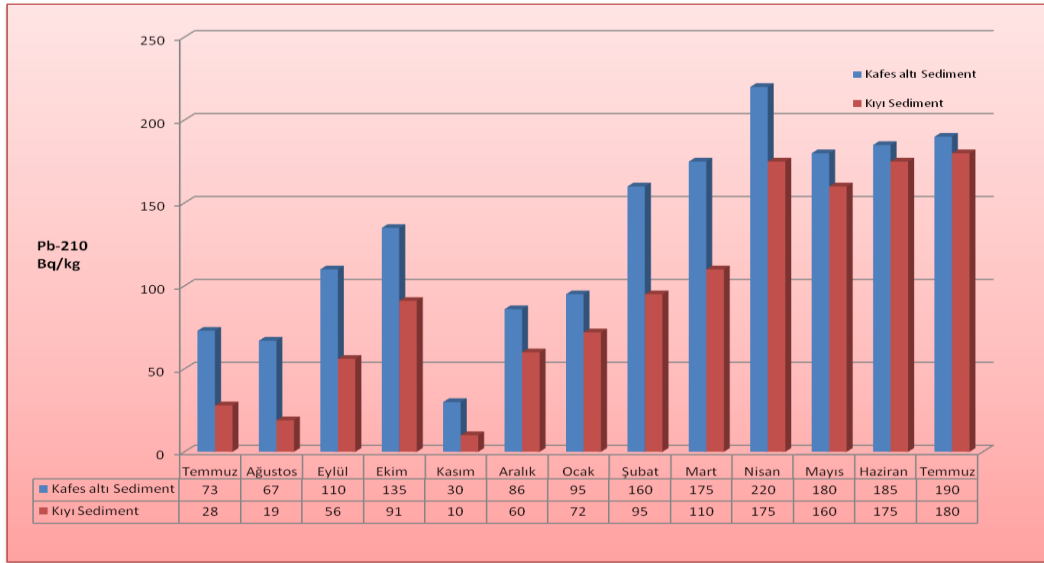
İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı ve Kıyı Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.62 ve Tablao 4.63’de verilmiştir. Kafes Altı Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonları $30.0 \pm 2.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $222 \pm 2 \text{ Bq kg}^{-1}$ arasında değişmektedir. Kıyı sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonları $10.0 \pm 2.0 \text{ Bq kg}^{-1}$ ve $175 \pm 2.5 \text{ Bq kg}^{-1}$ arasında değişmektedir (Şekil 4.47).

Tablo 4.62 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kafes Altı Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Kafes Altı Sediment Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
TEMMUZ	73 ± 3.0	73 ± 3.0	72 ± 3.0
AĞUSTOS	67.0 ± 2.0	62 ± 2.0	67 ± 2.0
EYLÜL	110.0 ± 2.0	110.3 ± 2.0	111.0 ± 2.0
EKİM	135.0 ± 2.0	135 ± 2.0	135 ± 2.0
KASIM	30.0 ± 2.0	32 ± 2.0	30.0 ± 2.0
ARALIK	86 ± 2.0	85 ± 2.0	85 ± 2.0
OCAK	95 ± 2.0	95 ± 2.0	95 ± 2.0
ŞUBAT	160 ± 2.0	160 ± 2.0	160 ± 2.0
MART	175 ± 2.0	175 ± 2.0	175 ± 2.0
NİSAN	220 ± 2.0	222 ± 2.2	220 ± 2.0
MAYIS	180 ± 2.0	180 ± 2.0	180 ± 2.0
HAZİRAN	185 ± 2.0	185 ± 2.0	185 ± 2.0
TEMMUZ	190 ± 2.0	190 ± 2.0	190 ± 2.0

Tablo 4.63 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Kıyı Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Kıyı Sediment Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg^{-1})
TEMMUZ	28 ± 2.0	30 ± 2.0	28 ± 2.0
AĞUSTOS	19 ± 2.0	18 ± 2.0	16 ± 2.0
EYLÜL	56 ± 2.0	56 ± 2.0	57 ± 2.0
EKİM	91 ± 2.0	91 ± 2.0	91 ± 2.0
KASIM	10.0 ± 2.0	12 ± 2.0	10 ± 2.0
ARALIK	60 ± 2.0	62 ± 2.0	60 ± 2.0
OCAK	72 ± 2.0	70 ± 2.0	70 ± 2.0
ŞUBAT	95 ± 2.0	95 ± 2.0	95 ± 2.0
MART	110 ± 2.0	110 ± 2.0	110 ± 2.0
NİSAN	175 ± 2.2	175 ± 2.5	175 ± 2.5
MAYIS	160 ± 2.0	160 ± 2.0	165 ± 2.0
HAZİRAN	175 ± 2.0	175 ± 2.0	175 ± 2.0
TEMMUZ	180 ± 2.0	180 ± 2.0	180 ± 2.0



Şekil 4.47 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

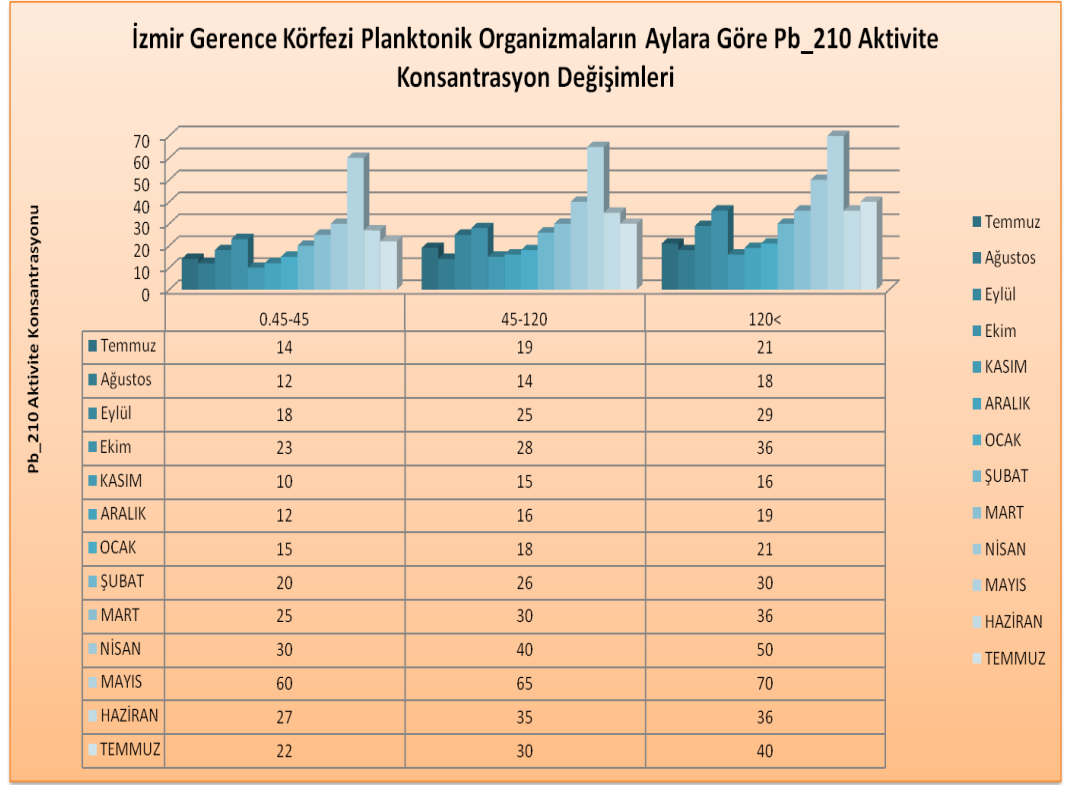
4.17 İzmir-Gerence Körfezi Su ürünleri Yetiştiriciliği Plankton Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları

İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan planktonik organizmalar örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.64’de verilmiştir.

Tablo 4.64 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan planktonik organizmalar örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Plankton Örnekleme Tarihi	0.45-45 m (Bq kg ⁻¹)	45-120 m (Bq kg ⁻¹)	120 m < (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	14 ±2.0	19±2.0	21±2.0
AĞUSTOS	12 ±2.0	14±2.5	18±2.0
EYLÜL	18 ±2.0	25.0±2.0	29±2.0
EKİM	23 ±2.0	28.0±2.0	36±2.0
KASIM	10±3.0	15.0±2.0	16±2.0
ARALIK	12±2.0	16±2.0	19±2.0
OCAK	15±2.0	18±2.0	21±2.0
ŞUBAT	20.0±2.0	26±2.0	30±2.0
MART	25±2.0	30±2.0	36±2.0
NİSAN	30±2.0	40±2.0	50±2.0
MAYIS	60±2.0	65±2.0	70±2.0
HAZİRAN	27±2.0	35±2.0	36±2.0
TEMMUZ	22±2.0	30±2.0	40±2.0

En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu Mayıs ayında 120 m < plankton örneklerinde 70±2.0 Bq kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Şekil 4.48)



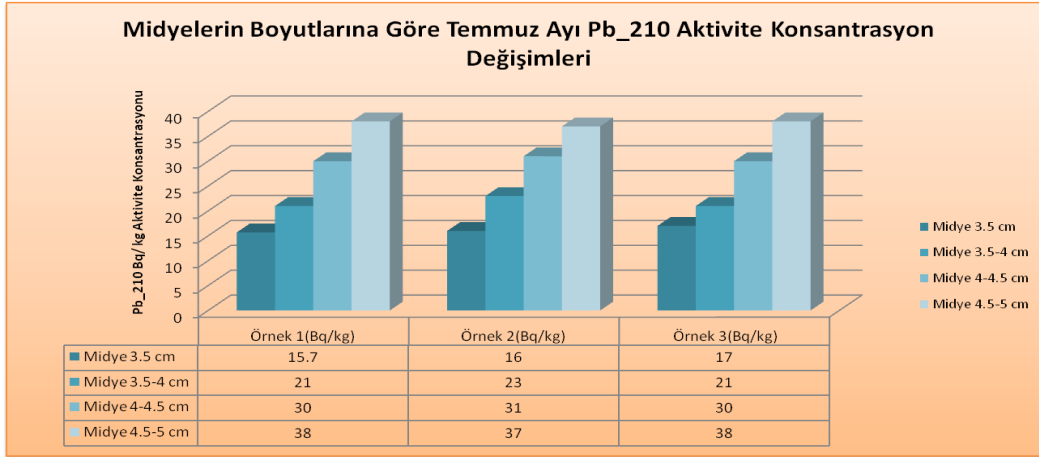
Şekil 4.48 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan planktonik organizmalar örneklerindeki ²¹⁰Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.18 İnciraltı Balıkhalisi Bölgesinden Alınan Kara Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb Konsantrasyonları

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları Tablo 4.65’de verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 38±3 olarak bulunmuştur (Şekil 4.49).

Tablo 4.65 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Temmuz 2010	Örnek 1 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5 cm	15.7±3	16±2	17±3
Midye 3,5-4 cm	21±3	23±5	21±5
Midye 4-4,5 cm	30±2	31±3	30±2
Midye 4,5-5 cm	38±3	37±2	38±3

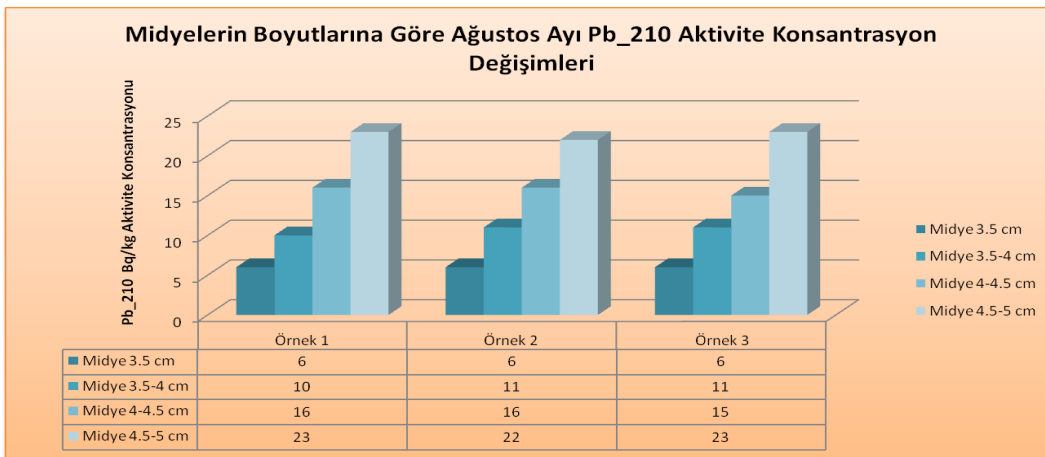


Şekil 4.49 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.66’da verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 23 ± 3 olarak bulunmuştur (Şekil 4.50).

Tablo 4.66 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ağustos 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5 cm	6±2	6±2	6±2
Midye 3,5-4 cm	10±2	11±2	11±2
Midye 4-4,5 cm	16±2	16±2	15±2
Midye 4,5-5 cm	23±3	22±2	23±3

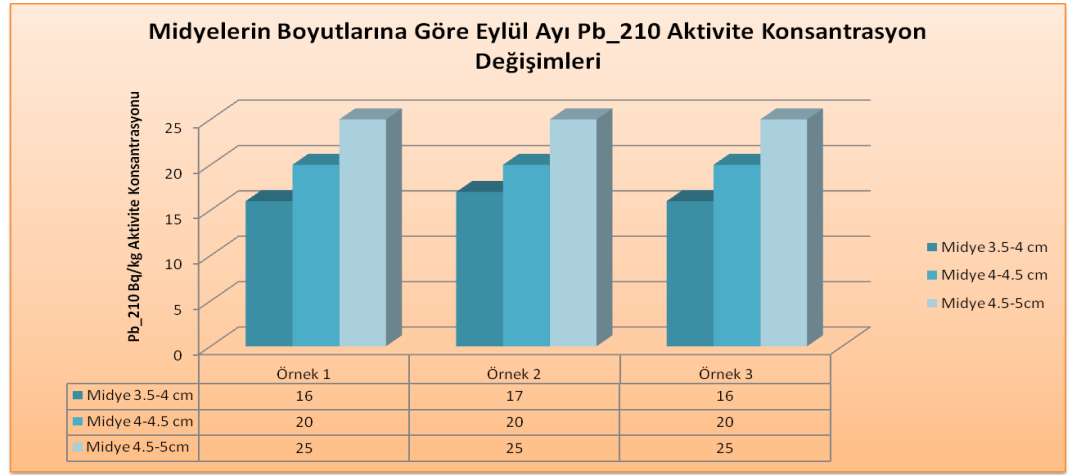


Şekil 4.50 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ağustos ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.67’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 25 ± 3 olarak bulunmuştur (Şekil 4.52).

Tablo 4.67 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Eylül 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	16 $\pm$ 3	17 $\pm$ 4	16 $\pm$ 3
Midye 4-4,5 cm	20 $\pm$ 2	20 $\pm$ 2	20 $\pm$ 3
Midye 4,5-5 cm	25 $\pm$ 3	25 $\pm$ 3	25 $\pm$ 3

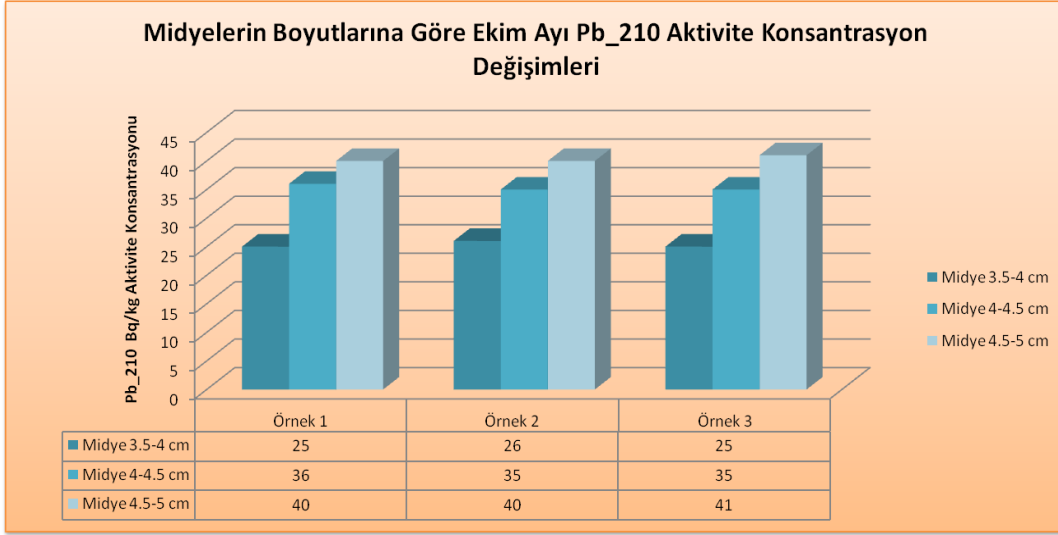


Şekil 4.51 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Eylül ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.68’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 41 ± 6 olarak bulunmuştur (Şekil 4.52).

Tablo 4.68 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ekim 2010	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	25 $\pm$ 3	26 $\pm$ 5	25 $\pm$ 3
Midye 4-4,5 cm	36 $\pm$ 5	35 $\pm$ 5	35 $\pm$ 5
Midye 4,5-5 cm	40 $\pm$ 5	40 $\pm$ 5	41 $\pm$ 6



Şekil 4.52 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ekim ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları Tablo 4.69’da verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 15 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.69 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Kasım ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Kasım-2010	Örnek 1 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4	7.0±2.0	7.0±2.0	6.0±2.0
Midye 4-4,5	12±2.0	10.0±2.0	10.0±2.0
Midye 4,5-5	15±2.0	15±2.0	15.0±2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları Tablo 4.70’de verilmiştir. En yüksek ²¹⁰Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 40 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.70 İnciraltı Balık Hali bölgesinden Aralık ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ²¹⁰Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Aralık 2010	Örnek 1 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ²¹⁰ Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4	25.0±2.0	25.0±2.0	26.0±2.0
Midye 4-4,5	30.0±2.0	33±2.5	30.0±2.0
Midye 4,5-5	40.0±2.0	39±2.0	40±2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.71’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 4.5-5 cm midye örneklerinde 60 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.71 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Ocak ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Ocak 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	35 ± 2.0	36 ± 2.0	35 ± 2.0
Midye 4-4,5 cm	40 ± 2.0	40 ± 2.0	42 ± 2.0
Midye 4,5-5 cm	60 ± 2.0	62 ± 2.0	60 ± 2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.72’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 5-5.5 cm midye örneklerinde 90 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.72 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Şubat ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Şubat 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 3,5-4 cm	40.0 ± 2.0	43 ± 2.0	40 ± 2.0
Midye 4-4,5 cm	50.4 ± 2.0	51 ± 2.2	51 ± 2.2
Midye 4,5-5 cm	76.2 ± 2.0	76 ± 2.0	76 ± 2.0
Midye 5-5,5 cm	90.0 ± 2.0	90 ± 2.0	90 ± 2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.73’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 5.5-6 cm midye örneklerinde 90 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.73 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mart ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mart 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	60 ± 2.0	62 ± 2.0	60 ± 2.0
Midye 4,5-5 cm	70 ± 2.0	71 ± 2.0	70 ± 2.0
Midye 5-5,5 cm	80 ± 2.0	81 ± 2.0	80 ± 2.0
Midye 5,5-6 cm	90 ± 2.0	90 ± 2.0	90 ± 2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.74’de verilmiştir. En

yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 5.5-6 cm midye örneklerinde 110 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.74 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Nisan ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Nisan 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	80±2.0	82±2.0	80±2.0
Midye 4,5-5 cm	90±2.0	90±2.0	90±2.0
Midye 5-5,5 cm	102±2.0	100±2.0	100±2.0
Midye 5,5-6 cm	110±2.0	110±2.0	110±2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.75’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 5.5-6 cm midye örneklerinde 150 ± 2.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.75 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Mayıs ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Mayıs 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	100±2.0	100±2.0	100±2.0
Midye 4,5-5 cm	120±2.0	122±2.0	120±2.0
Midye 5-5,5 cm	130±2.0	130±2.0	130±2.0
Midye 5,5-6 cm	150±2.0	150.0±2.0	150±2.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.76’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 6-6.5 cm midye örneklerinde 125 ± 5.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.76. İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Haziran ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Haziran 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	80±5.0	80±5.0	80±5.0
Midye 4,5-5 cm	100±5.0	100±5.0	100±5.0
Midye 5-5,5 cm	110±5.0	110±5.0	110±5.0
Midye 5,5-6 cm	120±5.0	120±5.0	120±5.0
Midye 6-6.5 cm	125±5.0	125±5.0	125±5.0

İnciraltı Balık Hali bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.77’de verilmiştir. En

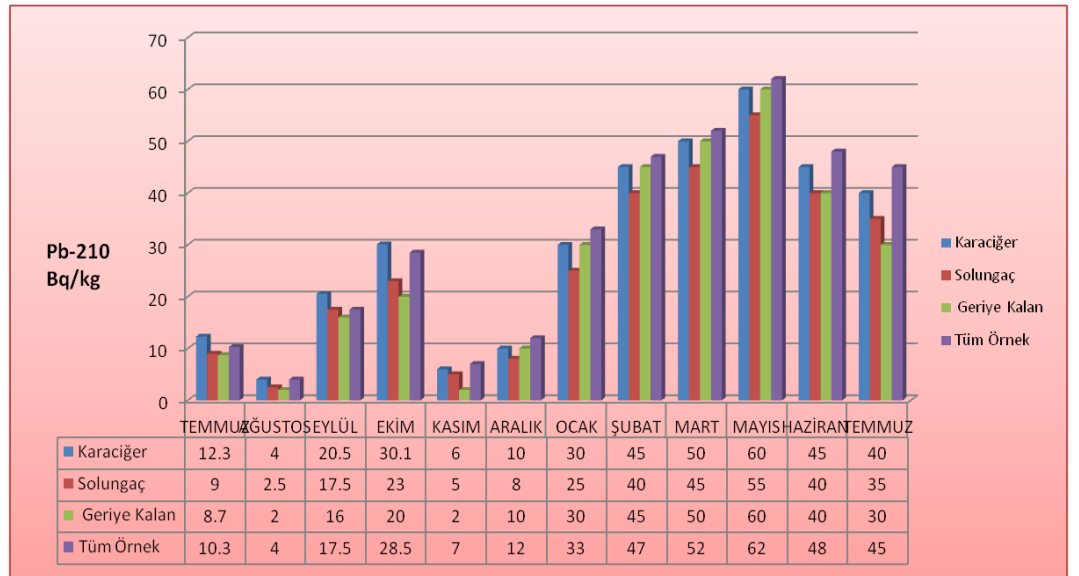
yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu 6-6.5 cm midye örneklerinde 120 ± 5.0 olarak bulunmuştur.

Tablo 4.77 İnciraltı Balıkhalı bölgesinden Temmuz ayında toplanan kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Temmuz 2011	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
Midye 4-4,5 cm	70 ± 5.0	70 ± 5.0	70 ± 5.0
Midye 4,5-5 cm	90 ± 5.0	90 ± 5.0	90 ± 5.0
Midye 5-5,5 cm	100 ± 5.0	100 ± 5.0	100 ± 5.0
Midye 5,5-6 cm	110 ± 5.0	110 ± 5.0	110 ± 5.0
Midye 6-6.5 cm	120 ± 5.0	120 ± 5.0	120 ± 5.0

4.19 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Alınan Kara Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) Karaciğer ve Solungaç Dokularındaki ^{210}Pb Konsantrasyonları

İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden alınan farklı doku tüm örnekteki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları Tablo 4.77’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonları Mayıs ayında kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) karaciğer dokularında 60 ± 2.0 Bq kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53 İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden alınan farklı doku tüm örnekteki kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Tablo 4.78 İnciraltı Balık Hali bölgesinden bölgesinden toplanan kara midyelerin farklı dokularındaki (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Pb konsantrasyonları

Örnekleme Tarihi Midye Karaciğer	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	12.3±2.0	12.7±2.1	12.0±2.1
AĞUSTOS	4.0±1.0	3.5±1.0	3.4±1.5
EYLÜL	20.5±2.0	21.3±3.0	20.0±2.0
EKİM	30.1±3.0	33.6±3.0	30.7±3.0
KASIM	6.0±2.0	6.0±2.0	6.0±2.0
ARALIK	10.0±2.0	10.0±2.0	12.0±2.0
OCAK	30.0±2.0	32.0±2.0	30.0±2.0
ŞUBAT	45±2.0	45±2.0	45±2.0
MART	50±2.0	50±2.0	52±2.0
NİSAN	55±2.0	55±2.0	55±2.0
MAYIS	60±2.0	60±2.0	60±2.0
HAZİRAN	45±2.0	45±2.0	45±2.0
TEMMUZ	40±2.0	40±2.0	40±2.0
Örnekleme Tarihi Midye Solungaç	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	9.0±2.0	9.7±2.1	10.0±2.1
AĞUSTOS	2.5±1.0	2.7±1.0	2.7±1.0
EYLÜL	17.5±2.0	18.3±3.0	17.0±2.0
EKİM	23±2.0	23±2.0	24.5±3.0
KASIM	5.0±2.0	5.0±2.0	5.0±2.0
ARALIK	8.0±2.0	8.0±2.0	8.0±2.0
OCAK	25.0±2.0	25.0±2.0	25.0±2.0
ŞUBAT	40±2.0	40±2.0	40±2.0
MART	45±2.0	45±2.0	45±2.0
NİSAN	50±2.0	50±2.0	50±2.0
MAYIS	55±2.0	55±2.0	55±2.0
HAZİRAN	40±2.0	40±2.0	40±2.0
TEMMUZ	35.0±2.0	35.0±2.0	35.0±2.0
Midye Geriye Kalan	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	8.7±2.5	8.8±2.6	8.7±2.6
AĞUSTOS	2.0±1.0	1.8±1.0	2.0±1.0
EYLÜL	16±3.2	15±3.0	15±3.0
EKİM	20.0±3.0	20.9±3.0	21.3±3.0
KASIM	2.0±1.0	2.0±1.0	1.0±1.0
ARALIK	10.0±2.0	10.0±2.0	12.0±2.0
OCAK	30.0±2.0	32.0±2.0	30.0±2.0
ŞUBAT	45±2.0	45±2.0	45±2.0
MART	50±2.0	50±2.0	52±2.0
NİSAN	55±2.0	55±2.0	55±2.0
MAYIS	60±2.0	60±2.0	60±2.0
HAZİRAN	40±2.0	40±2.0	40±2.0
TEMMUZ	30±2.0	30±2.0	30±2.0
Örnekleme Tarihi Midye	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	10.3±3.1	11.0±3.1	10.0±3.0
AĞUSTOS	4.0±1.0	4.0±1.0	4.0±1.0
EYLÜL	17.5±2.0	17.0±2.0	17.0±2.0
EKİM	28.5±3.0	27.9±3.0	28.2±3.0
KASIM	7.0±2.0	6.0±2.0	6.0±2.0
ARALIK	12.0±2.0	10.0±2.0	12.0±2.0
OCAK	33.0±2.0	32.0±2.0	30.0±2.0
ŞUBAT	47±2.0	45±2.0	45±2.0
MART	52±2.0	50±2.0	52±2.0
NİSAN	55±2.0	55±2.0	55±2.0
MAYIS	62±2.0	62±2.0	62±2.0
HAZİRAN	48±2.0	48±2.0	48±2.0
TEMMUZ	45±2.0	45±2.0	45±2.0

4.20 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Alınan Levrek Balığı ^{210}Pb Konsantrasyonları

Tablo 4.79’de İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Levrek Balığının dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi verilmiştir.

Tablo 4.79 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	10.5±3.1	10.2±3.0	10.0±2.9
AĞUSTOS	3.5±1.0	3.6±1.2	3.7±1.2
EYLÜL	13±3.5	13±3.2	13.0±3.0
EKİM	19±2.0	19±3.0	19±3.0
KASIM	6±2.0	6±2.0	6±2.0
ARALIK	10±2.0	11±2.0	10±2.0
OCAK	12±2.0	13±2.0	12±2.0
ŞUBAT	20±2.0	20±2.0	20±2.0
MART	25±2.0	26±2.0	25±2.0
NİSAN	31±2.0	31±2.0	32±2.0
MAYIS	37±2.0	37±2.0	36±2.0
HAZİRAN	30±2.0	30±2.0	30±2.0
TEMMUZ	23±2.0	23±2.0	23±2.0

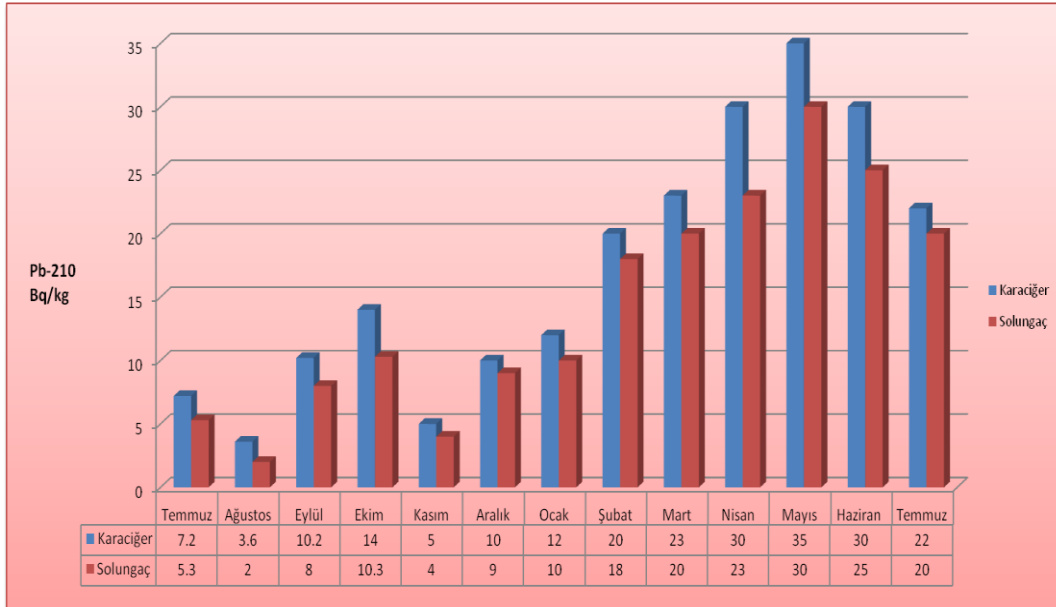
İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.79 ve Tablo 4.80’de verilmiştir. En yüksek Levrek Balığının karaciğer dokularında 36±2.0 Bq kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.54).

Tablo 4.80 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının solungaç dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Solungaç Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	5.3±0.7	5.2±0.7	5.0±0.6
AĞUSTOS	2.0±0.4	2.5±0.4	2.5±0.4
EYLÜL	8.0±0.4	8.2±0.3	8.0±0.8
EKİM	10.3±0.4	10.5±0.5	10.5±0.5
KASIM	4±2.0	4±2.0	4±2.0
ARALIK	9±2.0	8±2.0	9±2.0
OCAK	10±2.0	10±2.0	10±2.0
ŞUBAT	18±2.0	18±2.0	18±2.0
MART	20±2.0	21±2.0	20±2.0
NİSAN	23±2.0	25±2.0	26±2.0
MAYIS	30±2.0	31±2.0	30±2.0
HAZİRAN	25±2.0	25±2.0	25±2.0
TEMMUZ	20±2.0	20±2.0	20±2.0

Tablo 4.81 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Levrek Karaciğer Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Po (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	7.2±0.5	7.0±0.5	7.0±0.5
AĞUSTOS	3.6±0.8	3.4±0.8	3.5±0.8
EYLÜL	10.2±0.5	10.7±0.5	10.2±0.5
EKİM	14.0±1.0	14.5±1.0	14.2±1.0
KASIM	5±2.0	5±2.0	5±2.0
ARALIK	10±2.0	10±2.0	10±2.0
OCAK	12±2.0	12±2.0	12±2.0
ŞUBAT	20±2.0	20±2.0	20±2.0
MART	23±2.0	24±2.0	23±2.0
NİSAN	30±2.0	32±2.0	30±2.0
MAYIS	35±2.0	36±2.0	35±2.0
HAZİRAN	30±2.0	30±2.0	30±2.0
TEMMUZ	22±2.0	22±2.0	22±2.0



Şekil 4.54 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden Levrek Balığının karaciğer ve solungaç dokularındaki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

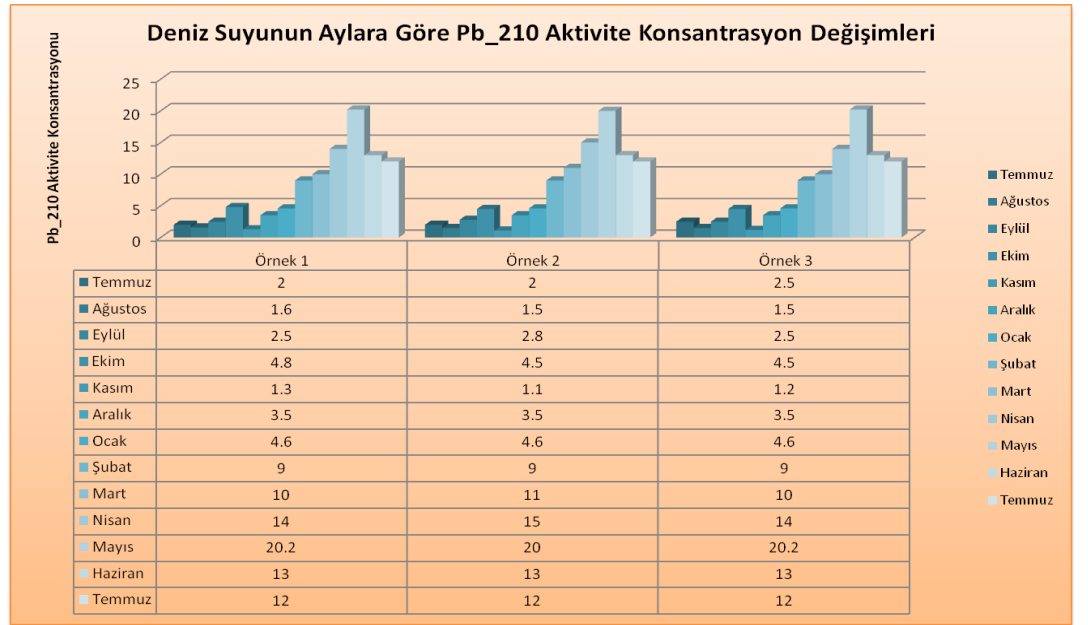
4.21 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Denizsuyu ^{210}Pb Konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.82’de verilmiştir.

Tablo 4.82 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Deniz suyu Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq l ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq l ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq l ⁻¹)
TEMMUZ	2.0±0.4	2.0±0.4	2.5±0.4
AĞUSTOS	1.6±0.3	1.5±0.3	1.5±0.3
EYLÜL	2.5±0.5	2.8±0.5	2.5±0.5
EKİM	4.8±0.6	4.5±0.7	4.5±0.2
KASIM	1.0±0.2	1.0±0.2	1.0±0.2
ARALIK	3.5±0.2	3.5±0.2	3.5±0.2
OCAK	4.6±0.2	4.6±0.2	4.6±0.2
ŞUBAT	9.0±0.2	9.0±0.2	9.0±0.2
MART	10.0±0.2	11.0±0.2	10.0±0.2
NİSAN	14.0±0.2	15.0±0.2	14.0±0.2
MAYIS	20.2±0.2	20±0.2	20.2±0.2
HAZİRAN	13.0±0.2	13.0±0.2	13.0±0.2
TEMMUZ	12.0±0.2	12.0±0.2	12.0±0.2

İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonları 1.0±0.2 ve 20.2±0.2 Bq l⁻¹ arasında değişmektedir (Şekil 4.54).



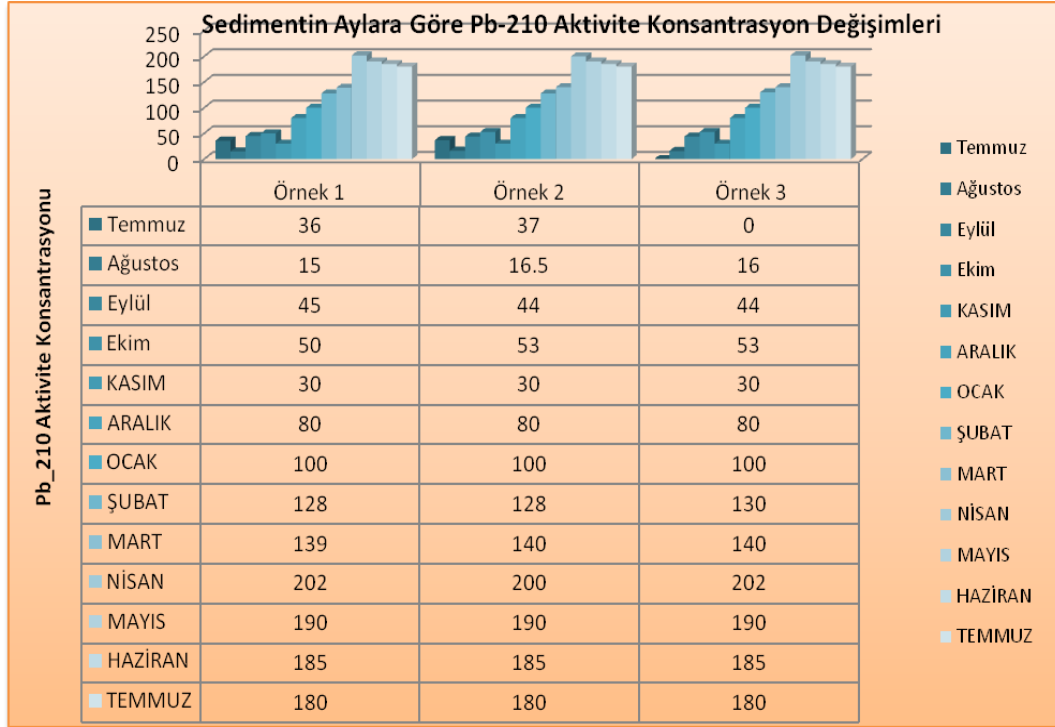
Şekil 4.55 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.22 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları

Tablo 4.83 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Sediment Örnekleme Tarihi	Örnek 1 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 2 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)	Örnek 3 ^{210}Pb (Bq kg ⁻¹)
TEMMUZ	36.0±2.0	37.0±2.0	35.0±2.0
AĞUSTOS	15.0±2.0	16.5±2.0	16.0±2.0
EYLÜL	45.0±2.0	44±2.0	44±2.0
EKİM	50±2.0	53±2.0	53.0±2.0
KASIM	30.0±2.0	30.0±2.0	30.0±2.0
ARALIK	80±2.0	80±2.0	80±2.0
OCAK	100±2.0	100±2.0	100±2.0
ŞUBAT	128±2.0	128±2.0	130±2.0
MART	139±2.0	140±2.0	140±2.0
NİSAN	202±2.0	200±2.0	202±2.0
MAYIS	190±2.0	190±2.0	190±2.0
HAZİRAN	185±2.0	185±2.0	185±2.0
TEMMUZ	180±2.0	180±2.0	180±2.0

İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.82’de verilmiştir. Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonları 15.0±2.0 ve 202±2.0 Bq kg⁻¹ arasında değişmektedir (Şekil 4.56).



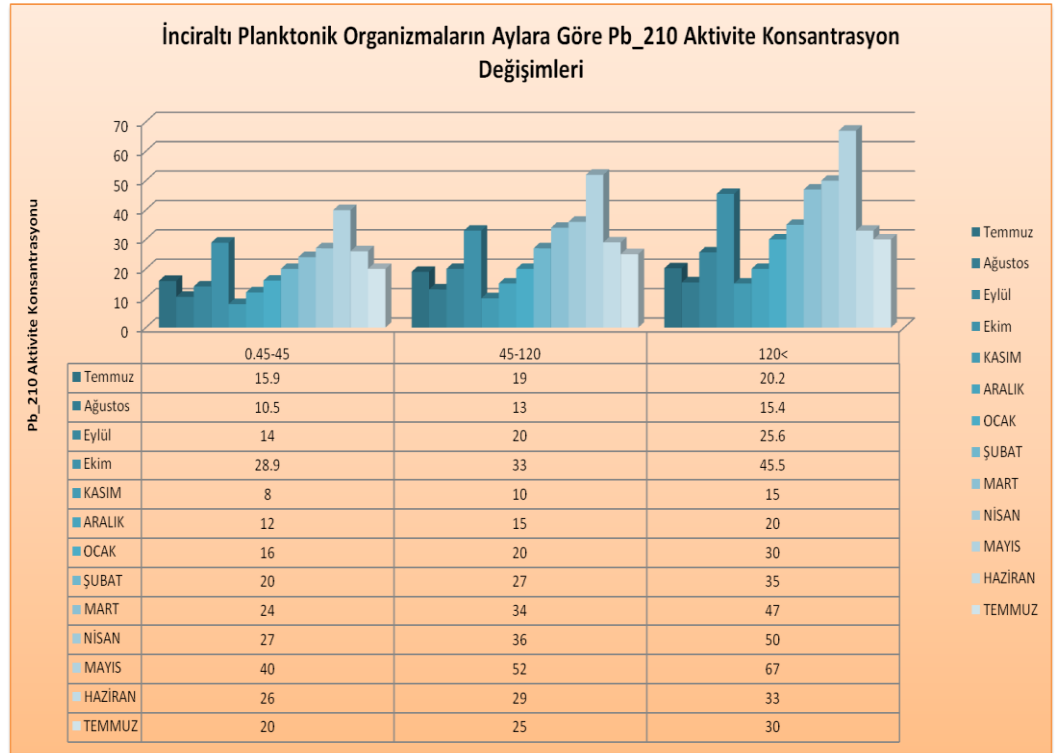
Şekil 4.56 İnciraltı Balıkhali Bölgesinden alınan Sediment Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

4.23 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Plankton Örneklerindeki ^{210}Pb Konsantrasyonları

İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Planktonik Organizma Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Tablo 4.83’de verilmiştir. En yüksek ^{210}Pb konsantrasyonu $120\text{ m} <$ planktonik organizma örneklerindeki Mayıs ayında $67 \pm 2.0 (\text{Bq kg}^{-1})$ olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.57).

Tablo 4.83 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Planktonik Organizma Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Plankton Örnekleme Tarihi	0.45-45 m (Bq kg^{-1})	45-120 m (Bq kg^{-1})	120 m < (Bq kg^{-1})
TEMMUZ	15.9 ± 2.0	19.0 ± 2.0	20.2 ± 2.0
AĞUSTOS	10.5 ± 2.0	13.0 ± 2.0	15.4 ± 2.0
EYLÜL	14.0 ± 2.0	20.0 ± 2.0	25.6 ± 2.0
EKİM	28.9 ± 2.0	33.0 ± 2.0	45.5 ± 2.0
KASIM	8.0 ± 2.0	10 ± 0.0	15 ± 2.0
ARALIK	12 ± 2.0	15 ± 2.0	20 ± 2.0
OCAK	16 ± 2.0	20 ± 2.0	30 ± 2.0
ŞUBAT	20 ± 2.0	27 ± 2.0	35 ± 2.0
MART	24 ± 2.0	34 ± 2.0	47 ± 2.0
NİSAN	27 ± 2.0	36 ± 2.0	50 ± 2.0
MAYIS	40 ± 2.0	52 ± 2.0	67 ± 2.0
HAZİRAN	26 ± 2.0	29 ± 2.0	33 ± 2.0
TEMMUZ	20 ± 2.0	25 ± 2.0	30 ± 2.0



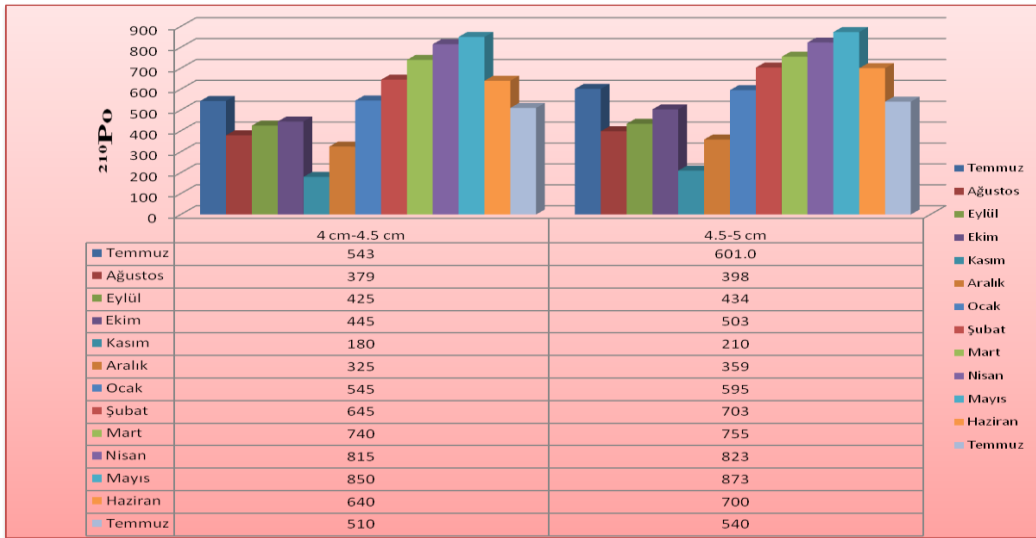
Şekil 4.57 İnciraltı Balıkhalı Bölgesinden alınan Planktonik Organizma Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişim

5. TARTIŞMA

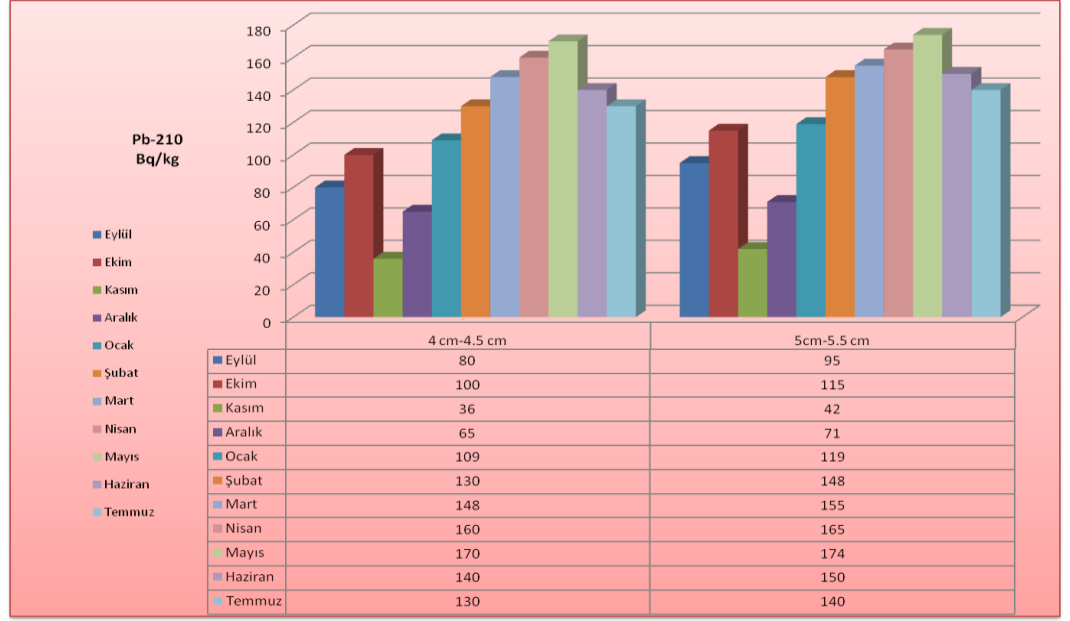
Bir biyosistem olarak inceleme olanağı bulduğumuz İzmir-Gerence Körfezindeki su ürünleri yetiştiriciliği bölgesinden midye, balık, planktonik organizmalar, deniz suyu ve sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları aylık periyotlarla ölçülmüştür. Yoğun balıkçılık faaliyetlerinin yapıldığı İnciraltı balıkhalisi bölgesi referans noktası olarak seçilmiştir. Toplanan midye ve balık örneklerinin farklı organ ve dokularında ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ile klorofil-a, sıcaklık, tuzluluk, oksijen gibi fiziksel parametrelere bakılmış, aralarındaki korelasyon kemometri yöntemi ile değerlendirilmiştir.

5.1. Büyümeye Bağlı olarak Midye Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

İzmir-Gerence su ürünleri yetiştiriciliğindeki kafes kenarlarına pazarlamayı göz önüne alınarak 3.5 cm büyüklüğünde her birinde en az 100 adet midye örneği olmak üzere 12 adet file yerleştirilmiştir. Normal koşullarda midyeler bir yıl içinde 7cm olan pazar boyuna ulaşırlar (Lök, 2001). Midyelerin tahmin ettiğimizden daha fazla büyüme gözlemlerken her ay büyüme durumunu gözlemlene olanağı bulduğumuz midyeleri boyutlarına göre ayrıarak örneklerdeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ölçülmüştür. Farklı boyutlardaki Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyon değişimleri Şekil 5.1' ve Şekil 5.2' deki gibidir.



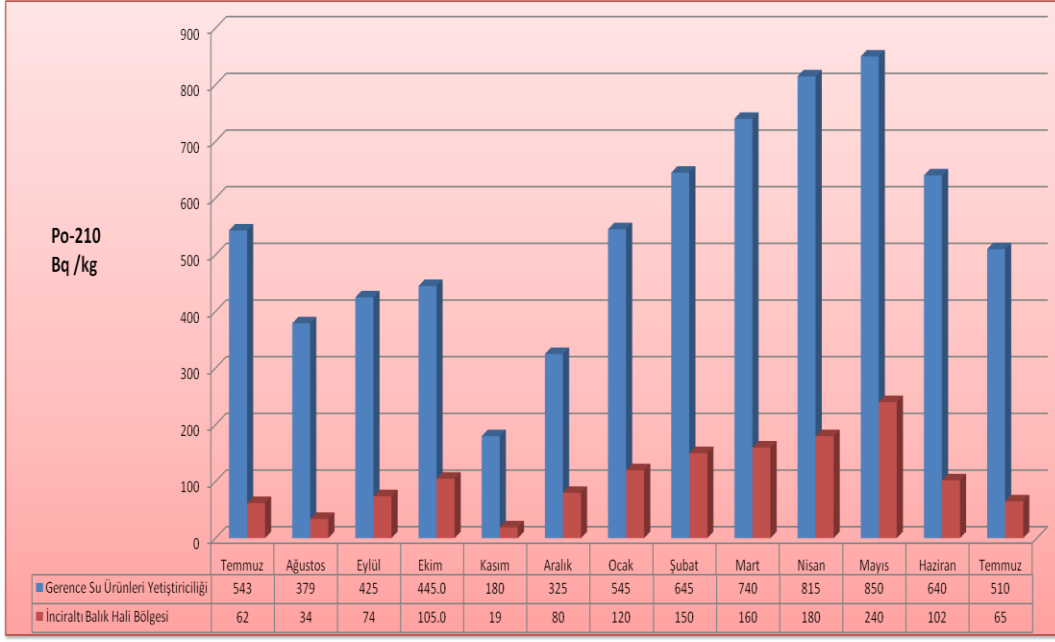
Şekil 5.1 Farklı boyutlardaki midye örneklerindeki ^{210}Po aktivite konsantrasyon değişimi



Şekil 5.2 Farklı boyutlardaki midye(*Mytilus galloprovincialis*) örneklerindeki ^{210}Pb aktivite konsantrasyon değişimi

Büyük boyuttaki midye örneklerinde ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun sebebi büyük boyuttaki midyeler küçük midyelere oranla daha hızlı filtrasyon yapmakla birlikte, ^{210}Po , ^{210}Pb ve ağır metal gibi toksik maddelerin zamanla daha fazla miktarda vücut içersinde biriktiği bilinmektedir. Bunun sonucunda büyük midyelerde daha fazla ^{210}Po ve ^{210}Pb akümüle olur. İzmir körfezinde midyeler Eylül-Ekim ve Mart-Nisan aylarında üredikleri için kış ve yaz dönemlerinde en büyük boyutlarına ulaşırlar (Atayeter, 1991). Bu nedenlerden dolayı büyük boyutlu organizmalarda kış mevsiminde ve biyolojik aktivitenin arttığı ilkbahar aylarında daha yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları bulunmuştur. Ayrıca radyonüklidler için yapılan birçok çalışmada, radyonüklidlerin organizmalar tarafından biyoakümülyasyonunda vücut ağırlığı ve büyüklüğünün de etkisi olduğu söylenmektedir. Daha büyük boyuttaki midyelerdeki ^{210}Po (90-600 Bq/kg) alımının daha fazla olduğu bulunmuştur (Connan, 2007).

Referans noktası olarak seçtiğimiz İnciraltı balıkhalisi bölgesinden alınan midye örneklerinde de büyümeye bağlı olarak daha yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları gözlemlenmiştir (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Her iki bölgedeki midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

Referans noktası olan İnciraltı Balıkhalisi bölgesine kıyasla aynı boyuttaki midyelerde daha yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonları bulunmuştur. Büyük bir hızla gelişen yetiştiricilik sektörüne paralel olarak yem üretim ve tüketim miktarları da önemli boyutlara ulaşmıştır.

Çalışmada aynı zamanda 06.02.10 tarihli balık yemi alınmış ve bu örnekte ^{210}Po aktivite tayini yapılmıştır. ^{210}Po aktivite konsantrasyonu $157 \pm 6 \text{ Bq kg}^{-1}$ bulunmuştur. Kullanılan bu yemlerin bünyesinde hamsi balığı bulunmaktadır (Korkut, 2007). Enstitümüzde yapılan bir çalışmada hamsi balığında en yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonları tayin edilmiştir (Mat Çatal, 2006). Bölgede irili ufaklı tam 112 su ürünleri yetiştirici kafesi bulunmaktadır. Sadece bir kafes için binlerce ton yapılan yemleme yapılmaktadır. İnciraltı Balıkhalisi bölgesine nazaran yetiştiriciliğin bulunduğu körfezde midye örneklerinin yüksek konsantrasyonun ölçülmesi maruz kalma süresi, kullanılan yem kaynağı ve yetiştiriciliğin bulunduğu bölgedeki yoğun biyolojik aktivite olabilir. Bunlara ilave olarak yerleşim yerlerinden kaynaklanan evsel atık sular, sanayi kuruluşlarında oluşan endüstriyel atık sular, aşırı zamansız yanlış gübre-pestisit kullanımından da kaynaklanabilir.

Lök (2001), Ağustos 1996'dan Temmuz 1997' ye kadar İskele'de (Urla-İzmir) *Mytilus galloprovincialis* türü miyelerin büyüme oranlarını araştırmak için yapmış olduğu çalışmada farklı boylardaki midyelerin kabuk boyu, eni,

kalınlığı ve canlı ağırlığını bir boyunca takip etmiş. Kabuklu su canlılarında büyümeyi beslenme ve sıcaklık gibi koşulların etkilediğini bulmuştur. Fitoplankton konsantrasyonlarının mevsime bağlı olarak düşük olduğu kış aylarında midyelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamak için fitoplanktonik olmayan kaynakları besin olarak kullandıklarını ve sıcaklığın 8-10 °C'ye düştüğü kış aylarında ise partikül organik madde içerisinde yer alan ve canlı organizma olmayan kısımları yiyerek beslendikleri öne sürülmüştür.

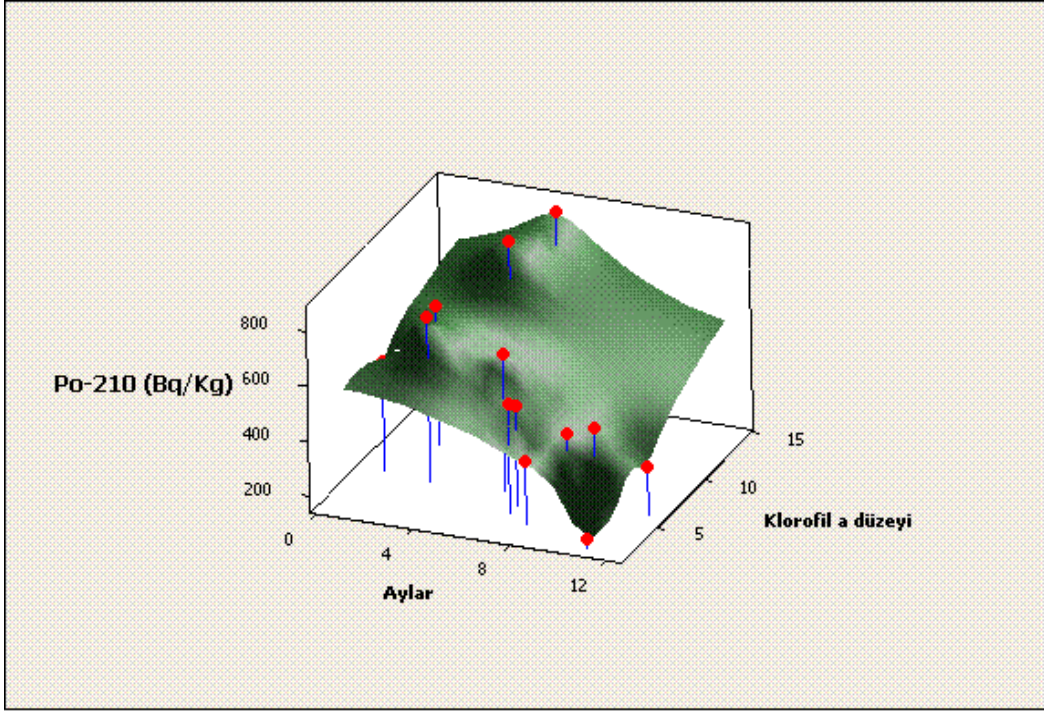
Elde edilen ^{210}Po ve ^{210}Pb değerleri kıyaslandığında ^{210}Pb 'un daha düşük konsantrasyonlar sergilediği görülmüştür. Bunun en önemli sebeplerinden birisinin ^{210}Po daha çok organik parçacıklarda tutunurken ^{210}Pb 'un inorganik parçacıklarda tutunması olduğu düşünülmektedir (Stewart, 2005).

5.2. Klorofil-a' ya Bağlı olarak Midye Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

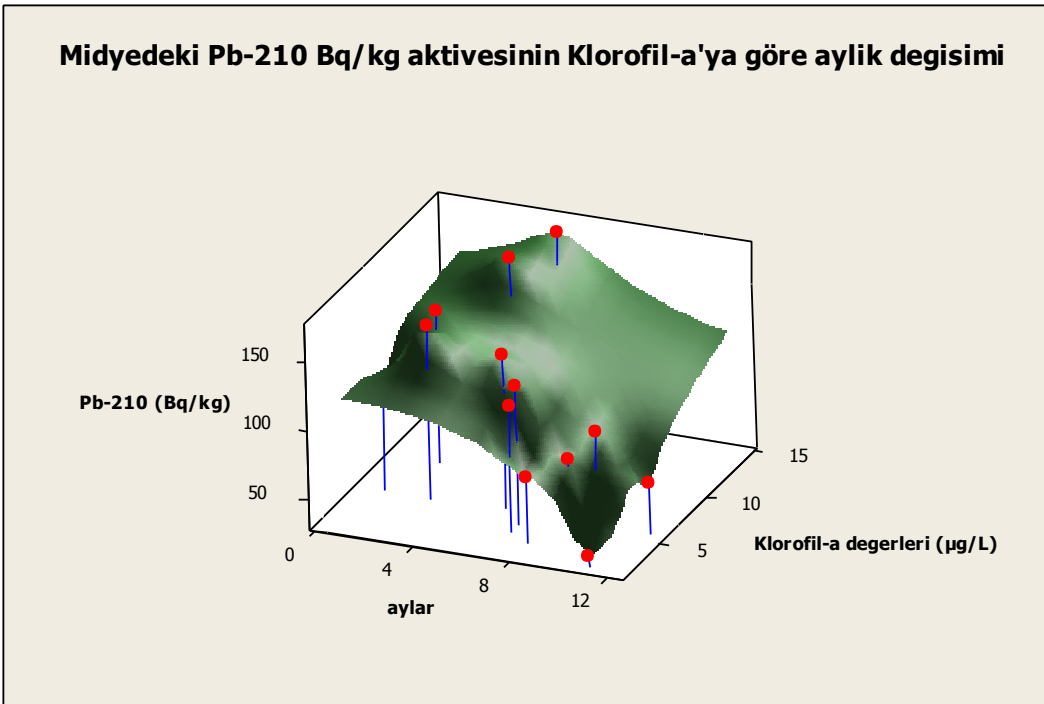
Deniz biyosistem örneklerinde bulunan ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarını etkileyen faktörler arasında, maruz kalma süresi, tuzluluk, sıcaklık, organizmanın yaşam döngüsü, fizyoloji ve beslenme alışkanlıkları sayılabilir (Fowler, 2002). Bu nedenle çalışmada aylık olarak İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinin Klorofil-a değerleri ($\mu\text{g/L}$) sıcaklık değerleri (°C), tuzluluk değerleri (‰), çözülmüş oksijen değerleri (mg/L) ölçülmüştür.

İzmir-Gerence körfezi su ürünleri yetiştiriciliği ve referans noktası olarak seçtiğimiz İnciraltı balıkhalisi olmak üzere her iki bölgeden alınan midye örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları klorofil-a düzeyinin maksimum olduğu Mayıs ayında en yüksek değerde iken klorofil-a düzeyinin en düşük olduğu Kasım ayında ise minimum değerde bulunmuştur.

Çeşitli yöntemlerle elde edilen kimyasal verilere matematiksel tekniklerin uygulanması ile bu verilerden daha fazla yararlı bilgilerin özümlemesi sağlayan kemometri yöntemi ile üç boyutlu yanıt yüzey grafikleri ve konturgrafikler değerler arasındaki korelasyonu daha iyi gözlenmesini sağlamıştır. Her iki bölgeden alınan tüm midye örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ile klorofil-a değerlerinin analizi sonucunda elde edilen aktivite değişimini gösteren 3D grafiği elde edilmiştir (Şekil 5.4 ve Şekil 5.5).



Şekil 5.4. Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinin farklı aylar ve klorofil-a düzeyinin değişimi ile ^{210}Po (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği

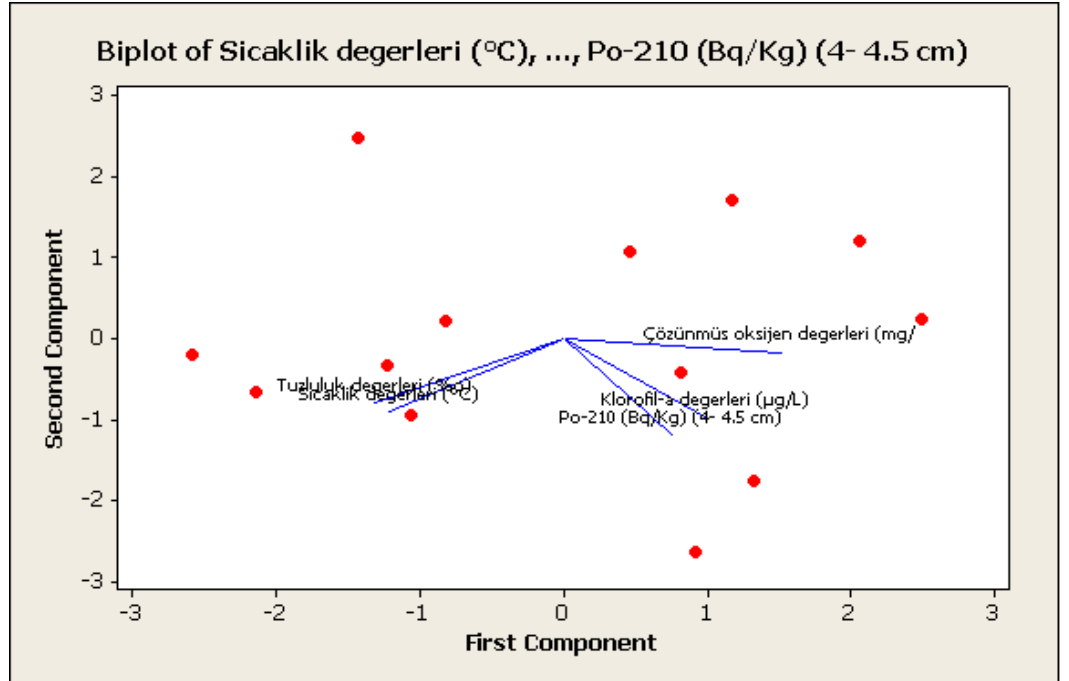


Şekil 5.5 Midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerinin farklı aylar ve klorofil-a düzeyinin değişimi ile ^{210}Pb (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.

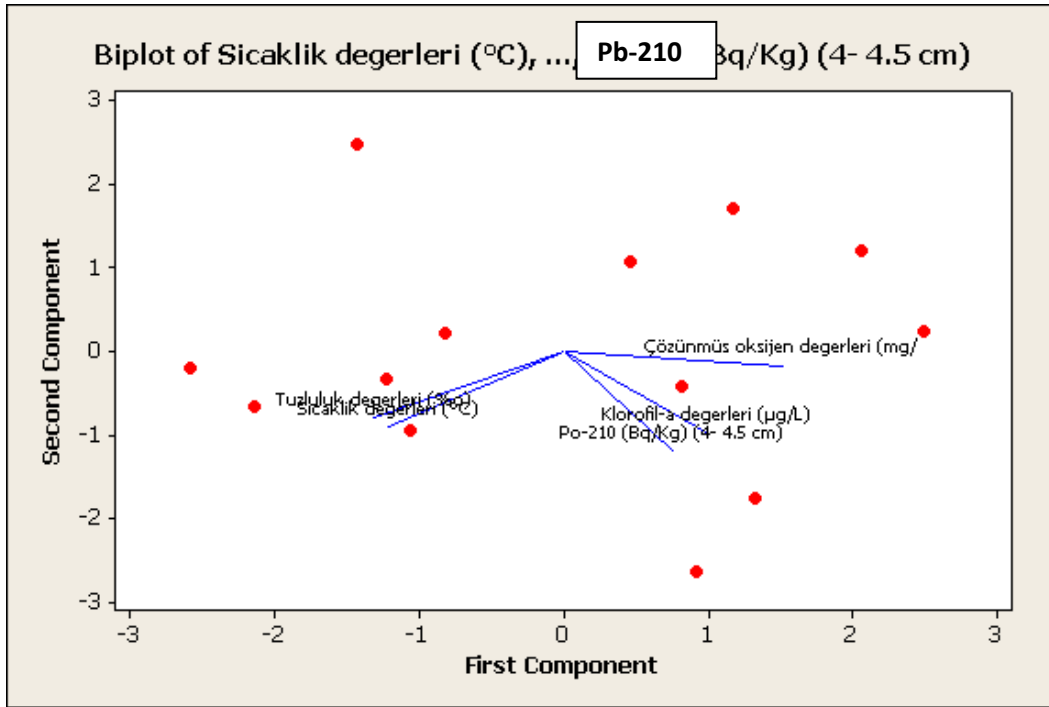
Klorofil-a değeri planktonik organizmaların artışı gözlemlememizi sağlayan bir değer olmakla birlikte aynı zamanda kirlilik parametresi olarak çalışmalarda değerlendirilmektedir. Fitoplankton miktarındaki artış, ancak fotosentezle üretilen klorofil-a miktarının solunumla tüketilen miktarını aştığında meydana gelir (Özel,2005). Midyelerde büyüme ilkbaharda su sıcaklığının artmasının ve buna paralel olarak fitoplankton ve zooplankton varlığının artmasıyla başlar (Lök,2001). Bu dönemlerde bünyelerine planktonları da alan midyelerdeki radyonüklid konsantrasyonunun yüksek çıkması olası bir sonuçtur. Çalışmamızda klorofil-a ile birlikte midye (*Mytilus galloprovincialis*) örneklerindeki en yüksek doğal radyonüklid zenginleşmesinin Klorofil-a'nın en yüksek olduğu Mayıs ayında tayin edilmiştir (Şekil 5.5).

5.3. Sıcaklık, Tuzluluk, Çözünmüş Oksijen ve Klorofil-a' ya Bağlı olarak Midye Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

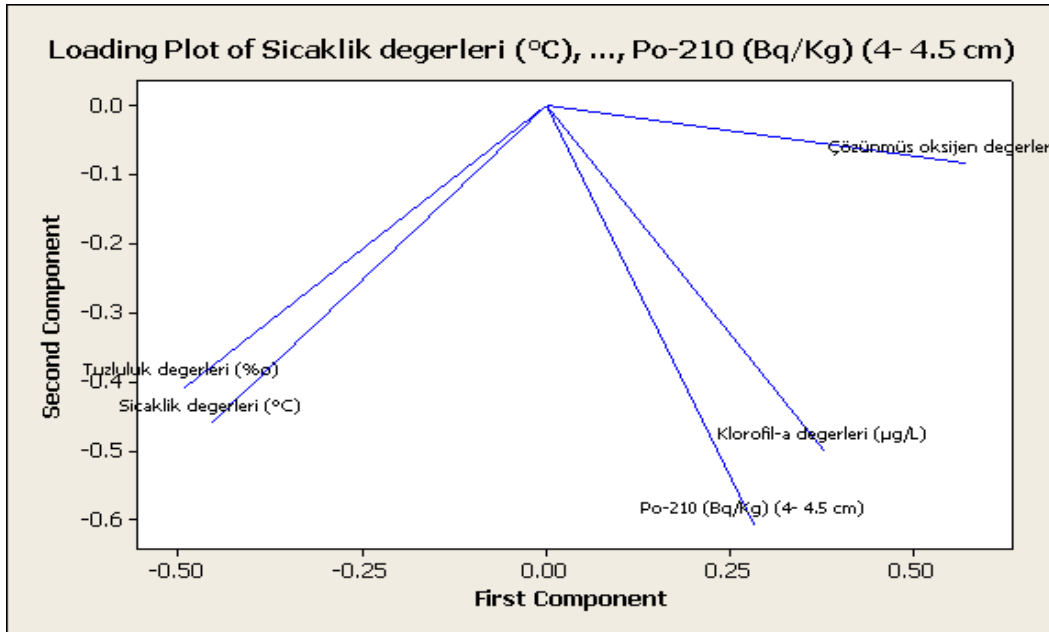
Midye örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz sonuçlarının grafikleri Şekil 5.6, Şekil 5.7 ve Şekil 5.8'de verilmiştir.



Şekil 5.6 Midye örneklerindeki aylık ^{210}Po aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz grafiği



Şekil 5.7 Midye örneklerindeki aylık ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz grafiği



Şekil 5.8 Midye örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının sıcaklık, klorofil-a, oksijen değerleri, tuzluluk değerleri ile kemometrik PCA analiz grafiği

Midyelerdeki ^{210}Po konsantrasyonunu etkileyen bir diğer unsurun deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk ve mevsimlere bağlı meydana gelen üreme dönemi gibi biyolojik aktiveler olduğu düşünülmektedir. İlbarhar ve sonbahar sonlarına doğru üreme dönemine giren midyelerin bu dönemlerde biyolojik aktiviteleri artar, beslenme faaliyetlerin üst düzeye ulaşarak bünyelerine daha fazla besin maddesi

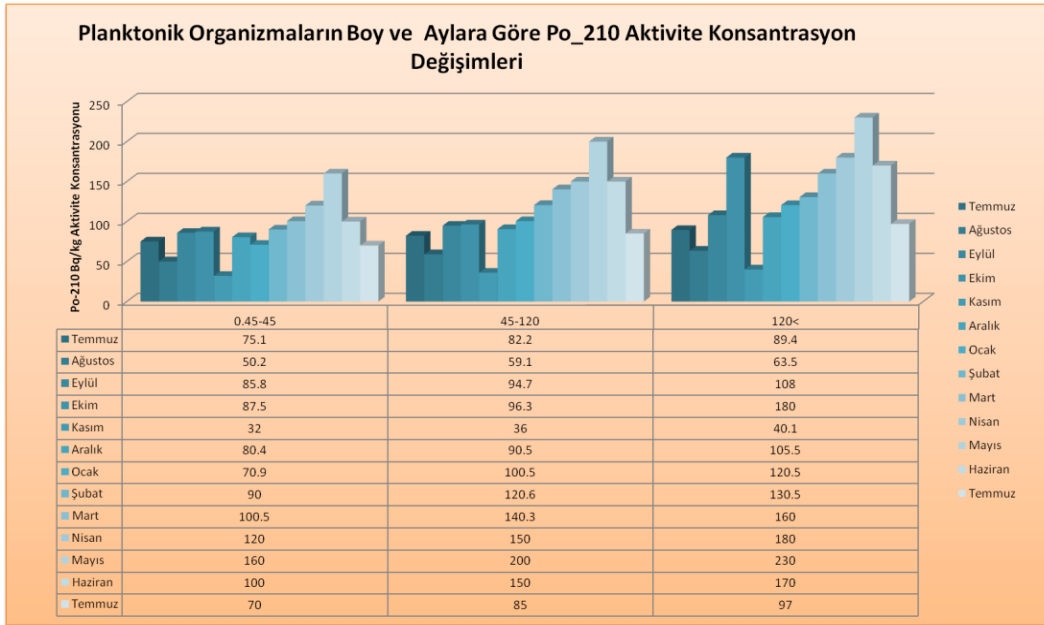
alırlar (Ayeter,1991). Şekil 5.6'daki PCA analiz grafiğinde Klorofil-a ile ^{210}Po konsantrasyonları arasında oluşan dar açı ^{210}Po alımının sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijene göre klorofil-a ile daha fazla olduğunu desteklemektedir. Midyelerde üreme dönemleri sonbahar ile ilkbahar sonlarıdır. Bu dönemlerde gametlerin atılması dalgalar, akıntı, tuzluluk ve sıcaklıkta olan ani değişimler gibi birçok çevresel faktöre bağlıdır. Su sıcaklığı, tuzluluk miktarı ve besin maddeleri midyelerin yumurta bırakma süresini ve yumurta bolluğunu etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır. Deniz suyunun fiziksel karakteristiğini belirleyen temel özellikler sıcaklık ve tuzluluktur.

Çalışmamızda elde edilen kemometrik analizler sonucunda klorofil-a ile ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları, tuzluluk değerleri ile sıcaklık değerlerinin aralarındaki dar açı ile birbiri ile doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmektedir.

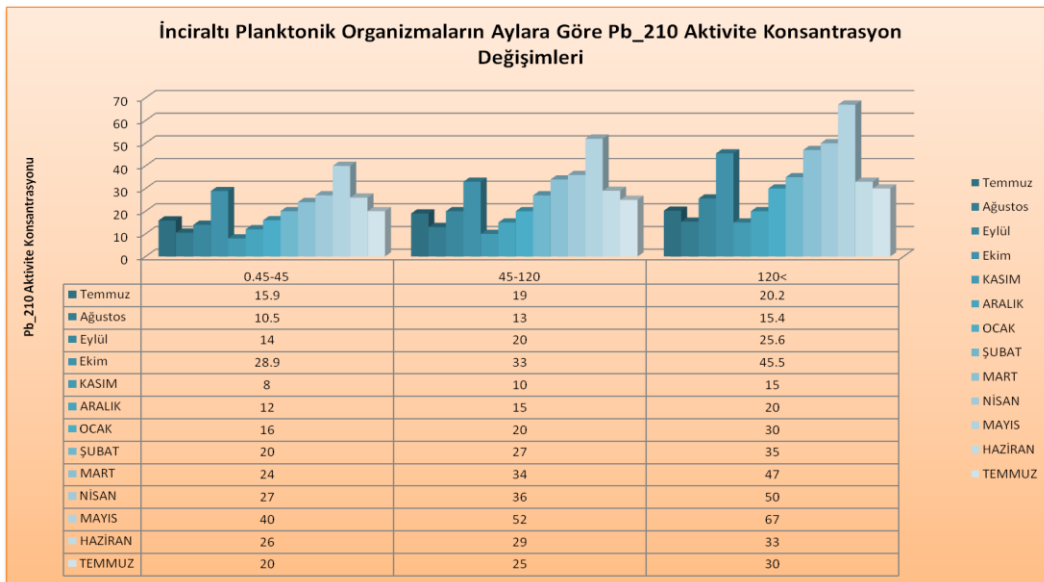
Ayrıca dönemsel açıdan radyonüklid birikimde etkili olan tuzluluk ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi mevsimsel olarak yorumlayabiliriz. Kış döneminde soğuk hava ve rüzgarların etkisiyle su kolonu karışım içerisindedir ve homojen bir yapıdadır. Yapılan ölçümlerde İlkbahar aylarında deniz suyu sıcaklığı artmaya başlamış, yüzey sıcaklığı yükselmiştir. İlkbahar aylarında halokilin tabakası (tuzluluğun hava durumu ve su içerisindeki fiziksel süreçlere bağlı olarak hızlı değişim gösterdiği tabaka) İzmir Körfezi genelinde belirgin değildir. Yoğunluk üzerinde üst suda sıcaklık tuzluluğa göre daha etkilidir (yaz dönemi özelliği). Yaz aylarında ısınan hava etkisiyle deniz yüzeyi de ısınmaya başlar. Yaz aylarında yüzey sıcaklığındaki artışı ve tuzluluktaki azalış yoğunluğun düşmesine neden olmuştur. Sonbahar aylarında oluşan termokilin (sıcaklığın hava durumu ve su içerisindeki fiziksel süreçlere bağlı olmaksızın hızlı değişim gösterdiği tabaka) yaz aylarına göre daha derinlerde oluşur. Bütün su kolonu boyunca tuzluluğun azaldığı görülmüştür.

5.4. Plankton Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Boyutlarına Bağlı olarak Değerlendirilmesi

Çalışmada klorofil-a ile ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları arasındaki ilişki incelemek adına 0.45 µm whatman membran filtre ile süzülerek, 0.45 µm – 45 µm, 45 µm -120 µm ve 120 µm'den büyükler olarak üç grupta ölçülmüştür. Planktonik organizmalardaki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarında en yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları 120 µm'den büyük planktonik organizmalarda 230 Bq kg⁻¹ ve 30 Bq kg⁻¹ olarak bulunmuştur (Şekil 5.9ve Şekil 5.10).



Şekil 5.9 Farklı boyutlardaki planktonik organizmalardaki ²¹⁰Po konsantrasyon değişimi



Şekil 5.10 Farklı boyutlardaki planktonik organizmalardaki ²¹⁰Pb konsantrasyon değişimi

Radyonüklidlerin planktonik organizmalarca alımı, organizma yüzeyine adsorbsiyonla veya vücut yüzeyinden absorpsiyon ile hatta bu iki olayın birlikte gerçekleşmesi ile de olabilir. Planktonik organizmaların büyük yüzey alanı/hacim oranlarına sahip olmaları nedeniyle, radyonüklid ve metalleri bünyelerine hızlı alabilirler. Laboratuvar deneylerinde metal alımının, deniz suyundaki metal konsantrasyonuna, maruz kalma süresine ve alg türlerine bağlı olduğu görülmüştür. Fitoplanktonla beslenen hetotrofik zooplanktonun elementleri bünyesine alma yolları arasında (i) deniz suyundan doğrudan absorpsiyon ve (ii) sindirilmiş besinlerden asimile etme bulunur (Fowler, 1982; Wang et al., 1996b).

Elementler, hücresel sınırlardan diğer organ ve dokulara (aktif veya pasif işlemlerle) nakledildikten sonra depolanır veya elimine edilirler (Fowler, 1982; Wang and Fisher, 1998). Deniz planktonunda element konsantrasyonları dinamik dengede olup, aynı anda gerçekleşen alım ve elimine işlemlerinin net sonucudur. Planktonik organizma örneklerinde bulunan Po-210 aktivite konsantrasyonlarını etkileyen bu dinamik işlemler, maruz kalma süresi, elementin fizikokimyasal formu, tuzluluk, sıcaklık, organizmanın yaşam döngüsü, fizyoloji ve beslenme alışkanlıklarının kontrolündedir. (Fowler, 2002). Her iki bölgeden alınan planktonik organizmaların büyüklüklerine göre ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları karşılaştırıldığında, büyük boyuttaki organizmaların genelde daha yüksek konsantrasyona sahip olduğu görülmüştür. Bu durum literatürdeki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Örneğin Tablo 5.1’de Good Hope Burnu (Güney Afrika) ve Misaki Kıyılarından (Japonya) alınan örneklerdeki 100-300 μm ve >300 μm büyüklüklerindeki organizmalardaki karşılaştırma ile benzerlik göstermektedir. 100-300 μm arası ve >300 μm olarak ayrılanlarda >300 μm olan organizmaların yüksek Po-210 aktivite konsantrasyonuna sahip oldukları görülmektedir (Stewart and Fisher, 2003a).

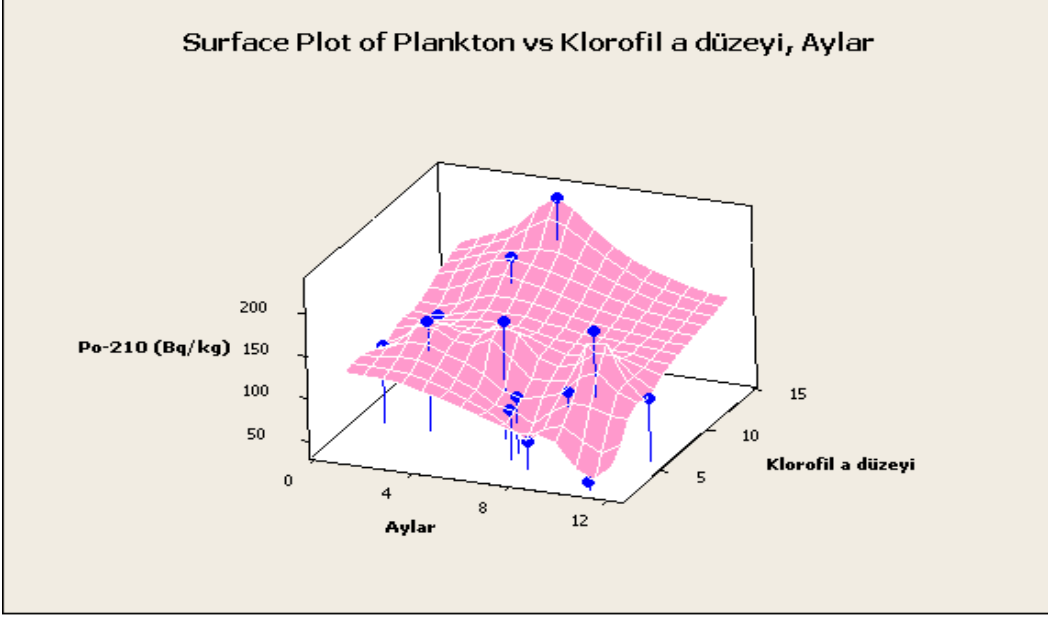
Tablo 5.1 Büyüklüklerine göre planktonik organizmalarda Po-210 konsantrasyonu (Bq kg^{-1}) (Stewart and Fisher, 2003a)

>300 μm (Bq kg^{-1})	Yer	Referans
249 $\pm$ 115	Good Hope Burnu (Güney Afrika)	(Cherry, 1964)
174	Good Hope Burnu (Güney Afrika)	(Shannon and Cherry, 1967)
148 $\pm$ 59	Good Hope Burnu (Güney Afrika)	(Shannon et al., 1970)

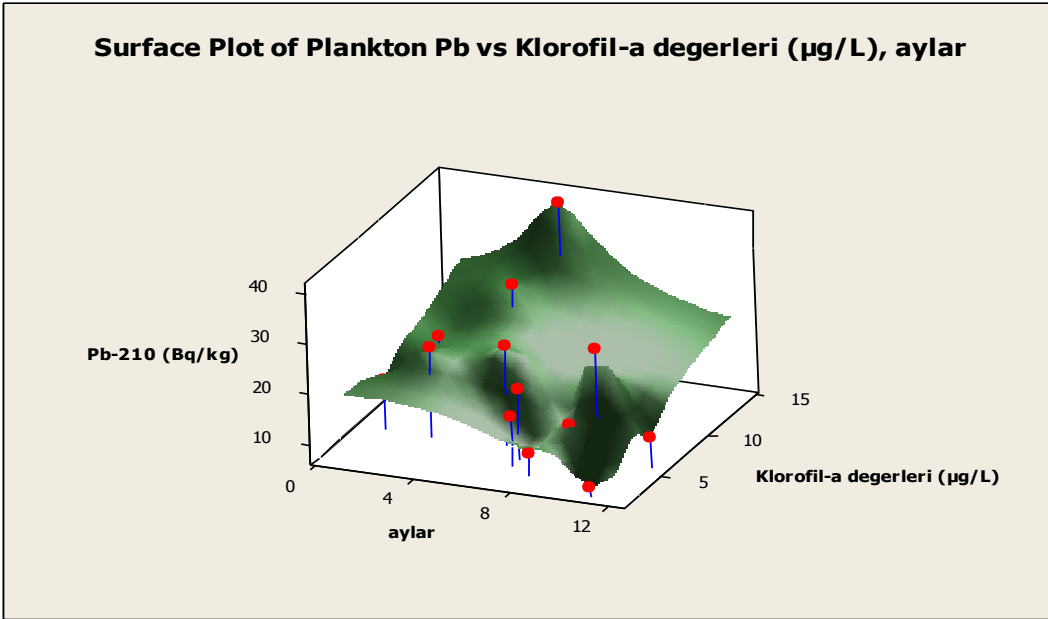
5.5. Klorofil-a’ya Bağlı olarak Plankton Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonlarının Değerlendirilmesi

Deniz planktonunda metal ve radyonüklidlerin biyobirikimi, biyobulunurluğu, besin zincir transferleri, ve metabolizmalarının çeşitli yönleri birçok etkenin tesiri altında olması nedeniyle oldukça kapsamlı ve geniş konulardır (Lowman et al., 1971; Davies, 1978; Fisher and Reinfelder, 1995; Fowler, 1982, 2002). Fotosentezle besin üreten fitoplankton, elementleri yalnızca sulardan konsantre edebilir fakat fitoplanktonla beslenen hetotrofik zooplankton, elementleri deniz suyundan doğrudan absorpsiyon yoluyla veya sindirilmiş besinlerden asimile ederek biriktirir (Fowler, 1982; Wang et al., 1996b).

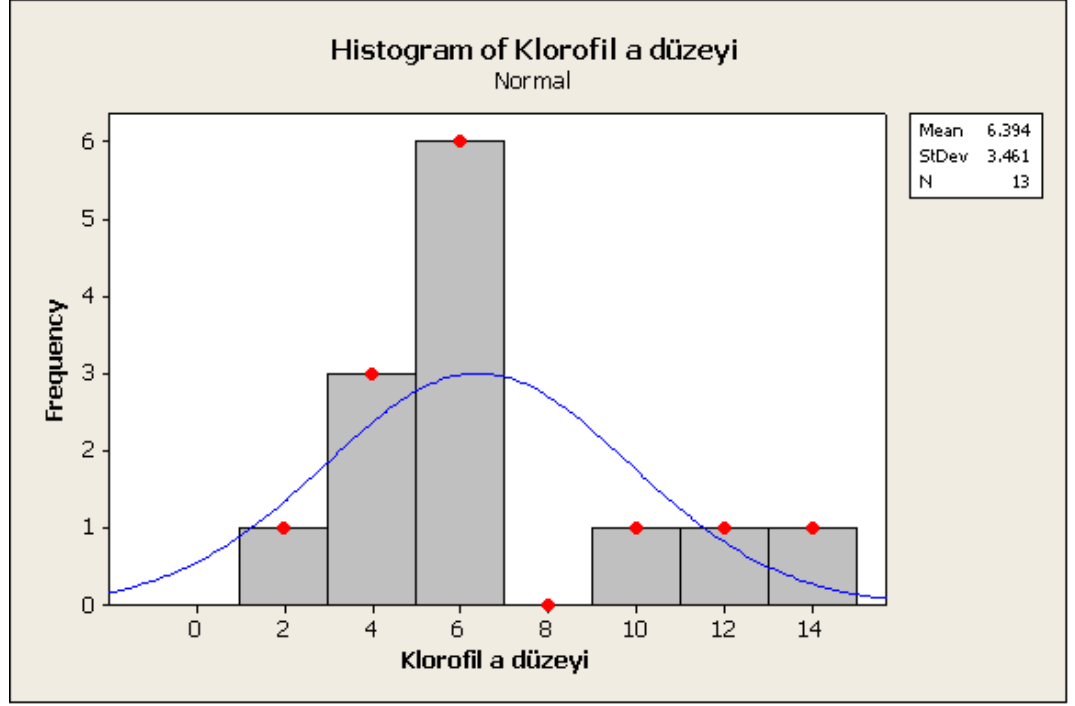
Bu çalışmada plankton örneklerinde klorofil-a ile ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları arasındaki ilişkiyi daha iyi incelemek adına İznir-Gerence su ürünleri yetiştiriciliği ve İnciraltı Balıkçılık bölgelerindeki planktonik organizmalardaki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ile klorofil-a değerlerinin kemometri yöntemi ile korelasyonu incelenmiştir. Elde edilen 3D grafiği ile kontor grafikleri Şekil 5.11, Şekil 5.12 ve Şekil 5.13'deki gibidir.



Şekil 5.11 Plankton örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Po (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği



Şekil 5.12 Plankton örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Pb (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği

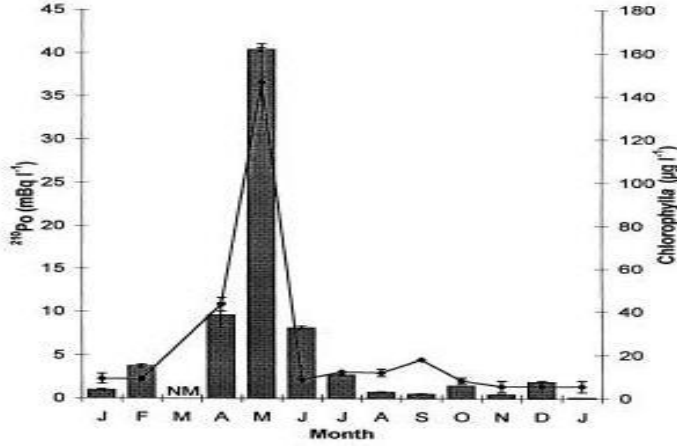


Şekil 5.13 Klorofil-a'nın plankton ^{210}Po aktive konsantrasyonları ile Kemometrik PCA analiz sonuçlarının grafiği

Kemometrik analizler sonucunda klorofil-a ile ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarının doğrudan ilişkili olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum İlkbaharda oluşan fitoplankton miktarındaki artış **ilkbahar patlamalarından** kaynaklanabilir. Yüzey sularında fazla miktarda birikmiş besleyici elementler bulunduğundan, ilkbahar aylarındaki aydınlanma ve sıcaklık artışı ile birlikte fitoplankton hızla çoğalır. Yüzey sularında fazla miktarda birikmiş besleyici elementler bulunduğundan, ilkbahar aylarındaki aydınlanma ve sıcaklık artışı ile birlikte fitoplankton hızla çoğalır. Zararlı alg üremeleri deniz, acısu ve tatlısu ekosistemlerinde oldukça sık rastlanan olaylardır (Koray, 2002). Planktondaki belirli mikroskobik algler tarafından üretilen toksinler kuvvetli fizyolojik ajanlardır. İnsanlarda ölüm ile sonuçlanan zehirlenmeler meydana getirirler. İnsanlar için normalde toksik etkisi olmayan midye, istridye gibi kabuklu deniz canlıları toksik fitoplanktonu besin olarak toksik özellik gösterirler. Toksin kabuklular aracılığı ile gıda zincirine katılıp bu canlıları yiyen insanlara ulaştığında bağlanmış toksik madde açığa çıkar (Koray, 2002).

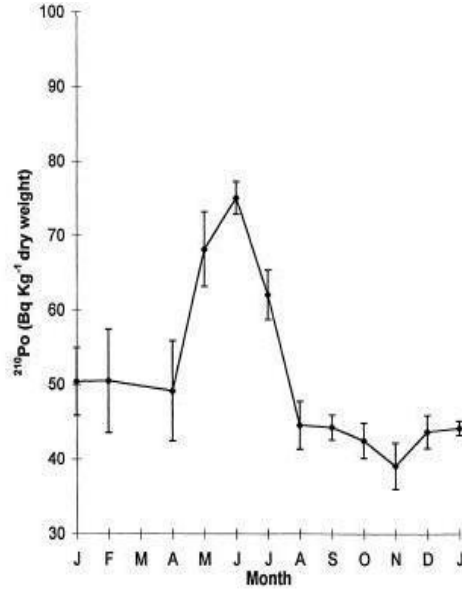
İlkbahar ve yazın ilk aylarında aktivite konsantrasyonlarının yükselmesinin diğer bir nedeni de, rüzgar hızının azalmasına bağlı olarak yerçekimi etkisi ile kuru depozisyon sürecinin hızlanması olarak düşünülmektedir. Klorofil-a ile doğal radyonüklid konsantrasyon artışını literatürdeki açıklamaları ve verileri desteklemektedir.

Wildgust M.A.(1998), Ocak96- Ocak97 arası kuzey Wales kıyılarından (İngiltere) toplanan örneklerden ^{210}Po 'un mevsime bağlı değişimi belirlenmiştir. Klorofil-a tüm fitoplanktonlar da bulunur, konsantrasyonu biyokütle ölçümlerinde kullanılır. Şekil 5. 14' de çözülmüş ^{210}Po 'un ($<0,45 \mu\text{m}$ boyutunda) planktonda aktivitesi (histogram) ve klorofil-a (çizgi grafiği) gösterilmiştir. İlkbaharda plankton patlaması piki görülmektedir.



Şekil 5.14 Ocak96- Ocak97 arası kuzey Wales kıyılarından (İngiltere) toplanan örneklerden ^{210}Po aktivite konsantrasyonu

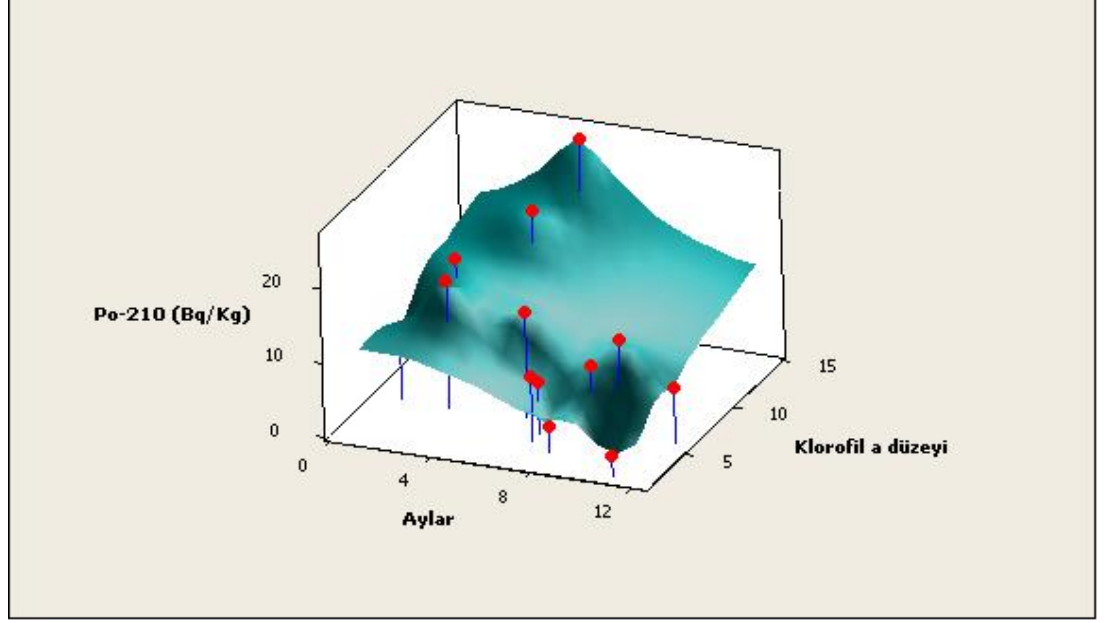
Şekil 5.15'de 96 Ocak - 97 Ocak arasında Kuzey Wales tan toplanan *Littorina Littorea* (deniz salyangozu) nın tüm yumuşak dokularındaki ^{210}Po aktivitesi gösterilmiştir (Wildgust, 1998).



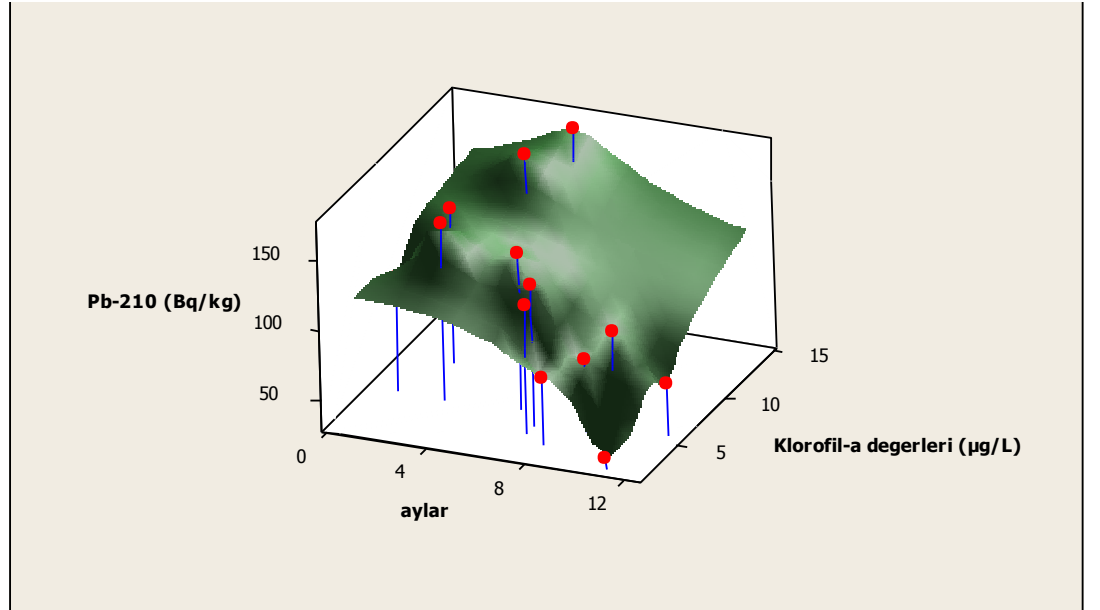
Şekil 5.15 Kuzey Wales tan toplanan *Littorina Littorea* (deniz salyangozu) nın tüm yumuşak dokularında daki ^{210}Po aktivitesi

5.6 Balık Örneklerinin Farklı Organ ve Dokularındaki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Levrek Balığındaki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları ile klorofil-a değerlerini kemometri yöntemi ile elde edilen 3D grafiği ile kontor grafikleri Şekil 5.16 ve Şekil 5.17'deki gibidir.



Şekil 5.16 Levrek balığı örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Po (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.



Şekil 5.17 Levrek balığı örneklerinin farklı aylar ve klorofil a düzeyinin değişimi ile ^{210}Pb (Bq/kg) aktivite değişimini gösteren 3D grafiği.

Karaciğer, yediğimiz yiyeceklerin vücut tarafından kullanılabilir hale gelmesini sağlar. Bunu yaparken, sindirim sisteminden gelen kan içindeki karmaşık molekülleri parçalayarak kullanılabilir veya depolanabilir moleküller haline getirir. Daha sonra faydalı olanları tekrar kan yoluyla diğer hücrelere gönderir. Zararlı olanları ise, birkaç işlemde geçirerek böbreklere yollar ve oradan da süzülerek üre halinde vücuttan atılmalarını sağlar (http://www.ebilge.com/7470/Karacigerin_gorevi_nedir.html)(Erişim tarihi 5 Aralık 2014). İnsanlarda olduğu gibi balıklarda ve midyelerde de karaciğer kan içersinde çözülmüş halde bulunan ağır metal ve radyonüklid gibi maddeleri depolama isteğine sahiptir. Bu nedenden dolayı hem balıkların hem de midyelerin karaciğerinde diğer organlarla kıyaslandığında daha yüksek oranda ^{210}Po ihtiva edeceği düşünülmektedir. Bu çalışmada en yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları balık ve midye karaciğerinde bulunmuştur.

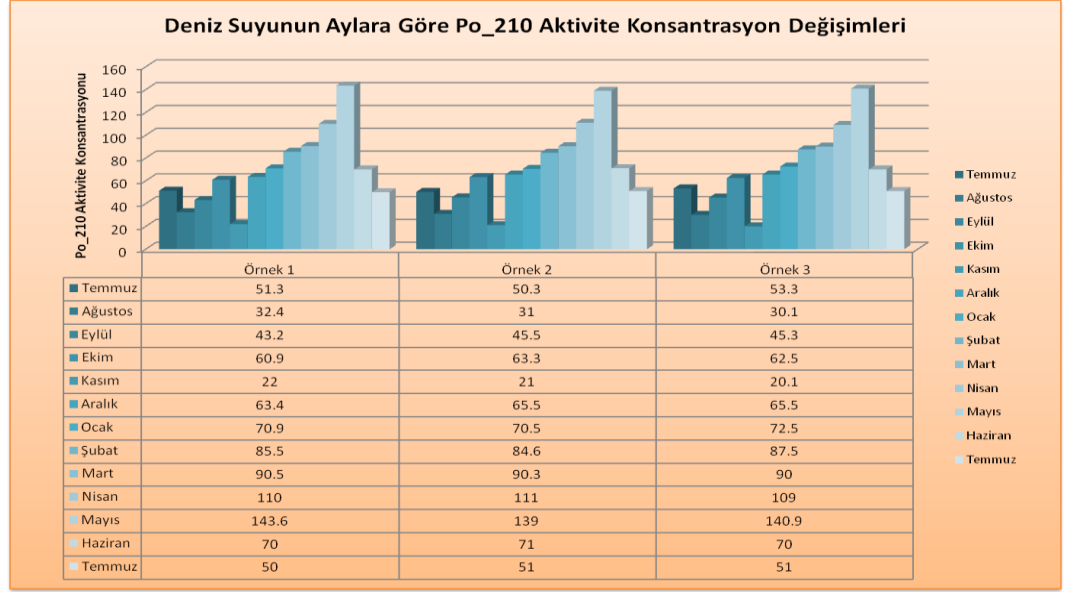
Heyraud ve arkadaşları (1976), zooplanktonik bir örnek olan euphausiids'in (*Meganyctiphanes norvegica*) farklı organ ve dokularında ^{210}Po aktivite konsantrasyonlarını incelemişlerdir. En yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonunu, euphausiids'in (*Meganyctiphanes norvegica*) karaciğerinde bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada zooplanktonların, ^{210}Po 'un yüzey katmanlarından okyanusun derinliklerine kadar taşınmasında önemli bir rol oynadığı tespit edilmiştir.

Solungaçların genel şekilleri değişik canlılarda farklı olmasına rağmen temel yapı ve görevleri bakımından birbirine benzedikleri görülmektedir. Balığın solunumu basit olarak ağızdan suyun alınması, solungaç kapakları ile gövde arasından dışarı atılması olarak tanımlanmaktadır (Ahmet Kocataş, 2004). Dolayısıyla su ile direk temas halinde bulunan solungaç suda çözülmüş halde bulunan maddeleri tutucu görevinde üstlenmektedir. Bu nedenlerden dolayı da solungaçlardaki ve karaciğerdeki ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları yakın bulunabilmektedir

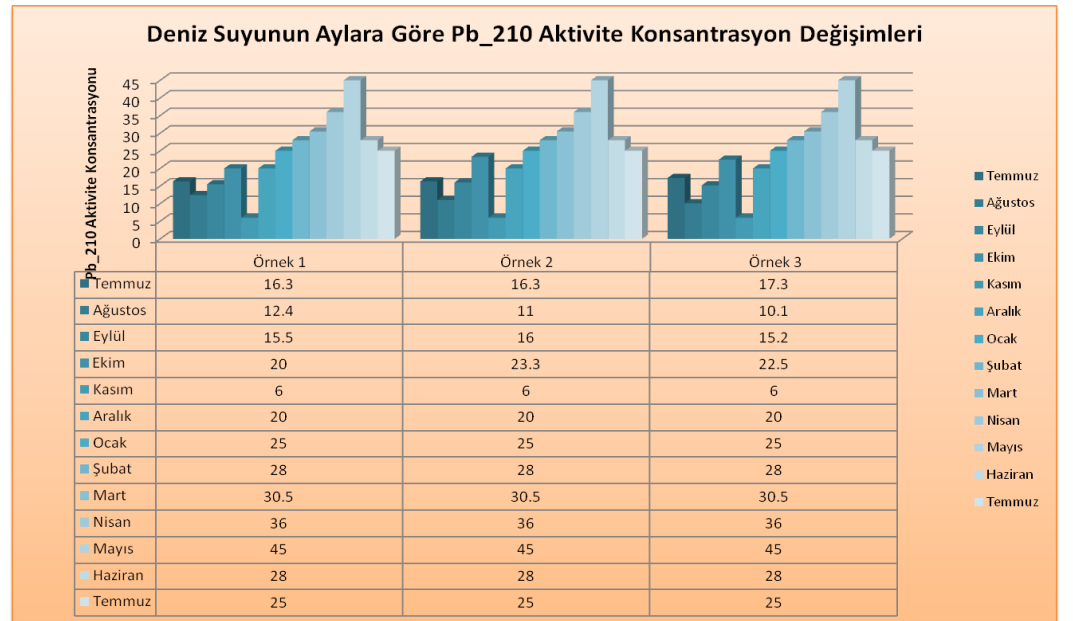
Her iki bölgeden alınan çok sayıdaki verinin işlenmesi ve değerlendirilmesi ile edindiğimiz istatistiksel bilgilere göre alınan midye örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları klofil-a düzeyi ile korelasyonu gözlenmiştir.

5.7 Deniz suyundaki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

İzmir-Gerence bölgesinde deniz suyu örneklerindeki en yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarının sırasıyla 143.6 Bq kg^{-1} ve 45 Bq kg^{-1} bulunmuştur. En yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonu klorofil-a'nın en yüksek olduğu Mayıs ayında gözlenmiştir (Şekil 5.18 ve Şekil 5.19) .

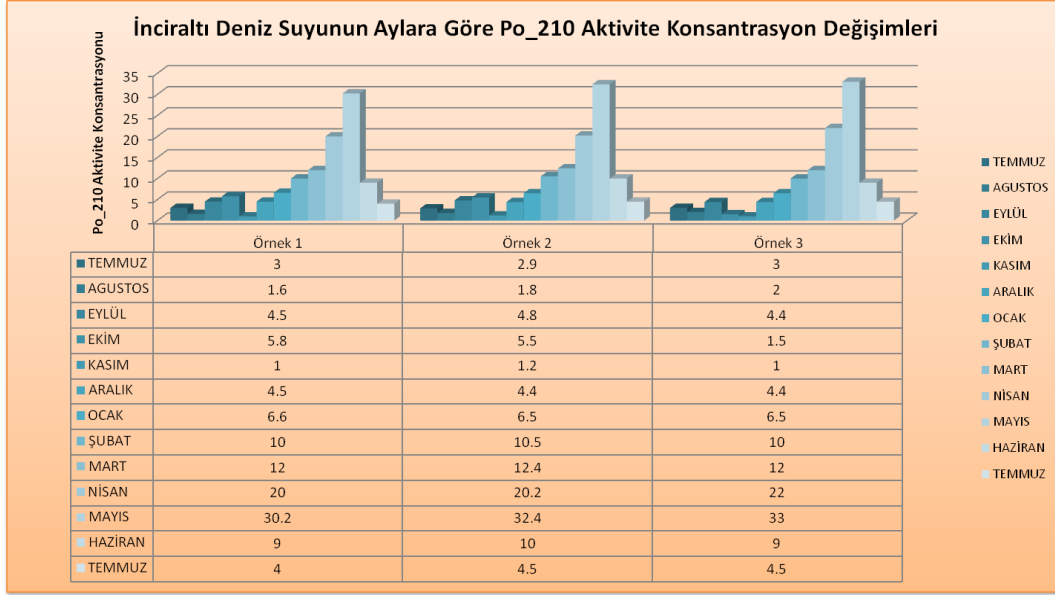


Şekil 5.18 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi

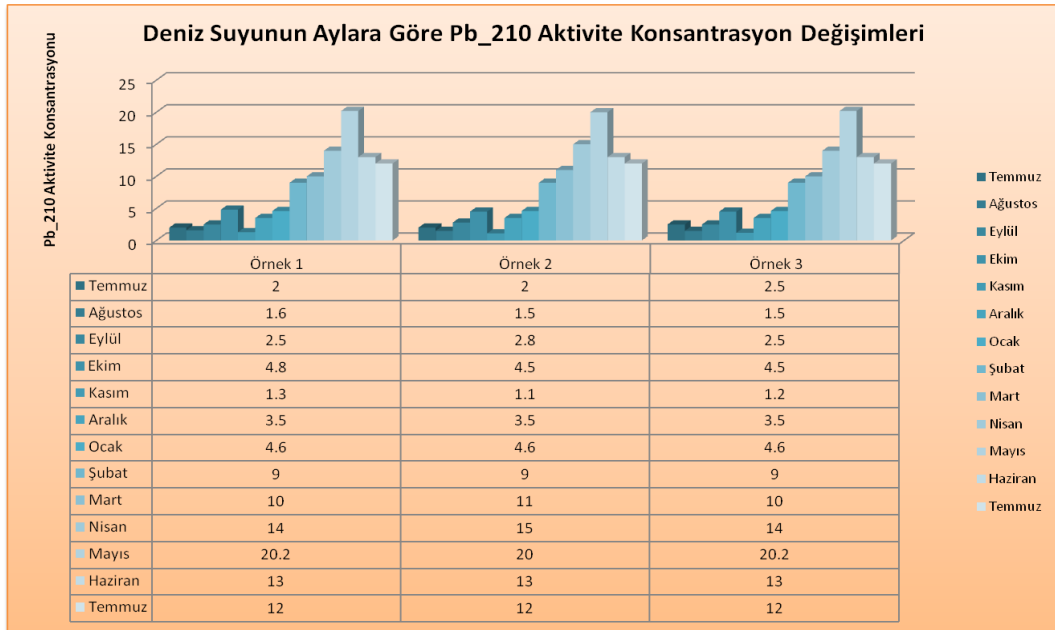


Şekil 5.19 İzmir-Gerence Körfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

İnciraltı bölgemizde en yüksek deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarının sırasıyla 33.6 Bq kg^{-1} ve 20 Bq kg^{-1} bulunmuştur. En yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonu klorofil-a'nın en yüksek olduğu Mayıs ayında gözlenmiştir (Şekil 5.18 ve Şekil 5.19). Midyeler deniz suyunu süzerek beslenen canlılardır ve toplanan midye ve planktonik organizmalardaki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları deniz suyundaki aktiviteler ile uyum içindedir.



Şekil 5.20 İnciraltı Balıkçılı Bölgesinden alınan Deniz suyu örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi



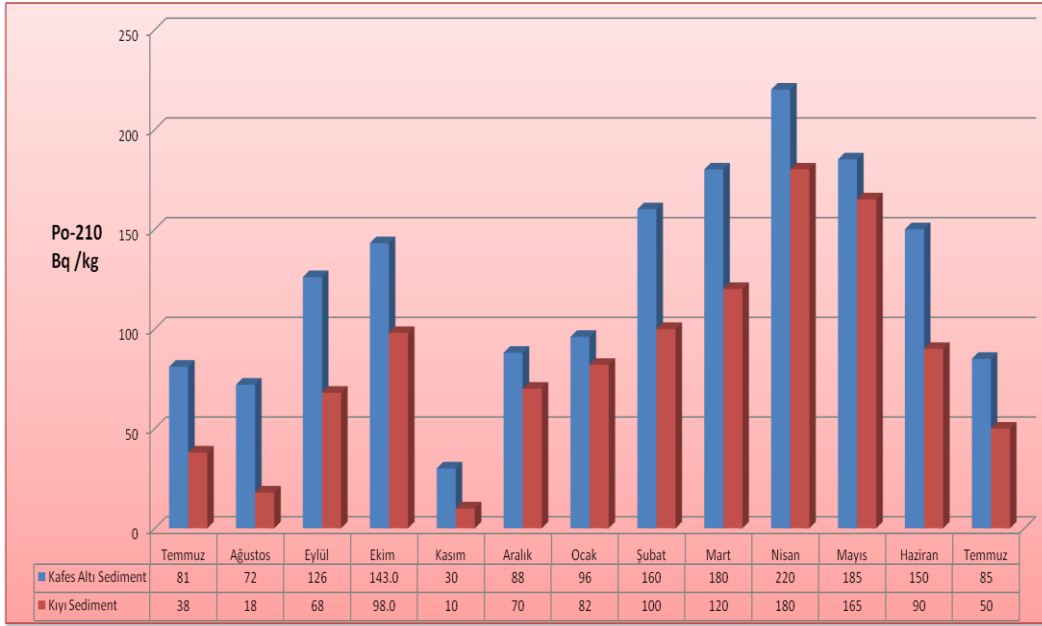
Şekil 5.21 İnciraltı Balıkçılı Bölgesinden Deniz Suyu Örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

5.8 Sediment Örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb Aktivite Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

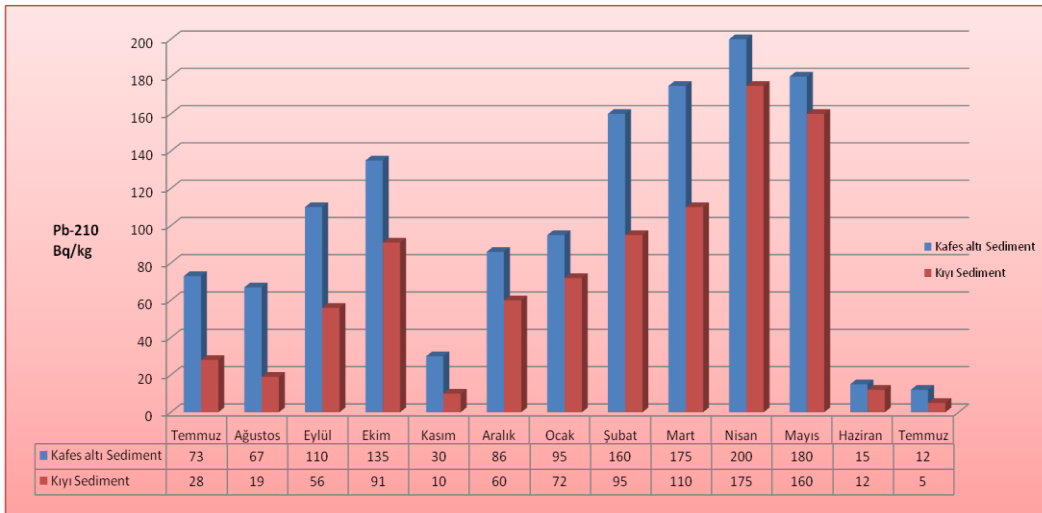
Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonları sırasıyla 10 Bq kg^{-1} ve 220 Bq kg^{-1} , 10 Bq kg^{-1} ve 200 Bq kg^{-1} arasında değişmektedir (Şekil 5.22 ve Şekil 5.23). ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivitesinin düzensiz değişiminin bir nedeni, sediment tabakalarında çeşitli biyolojik organizmaların hareketlerine bağlı karışım ‘biyotürbasyon’ olabilir. Biyolojik karışım en çok sediment su ara yüzeyinde meydana gelir. Bu alanda bulunan biyolojik organizmalar sediment bünyesindeki organik maddeler ile beslenirler ve hareketleri sonucu sedimentte karışıma sebep olurlar. Bu organizmalara örnek olarak ıstırdye, solucanlar, kabuklular sınıfından hayvanlar, denizkestanesi ve denizyıldızı gibi derisi dikenli organizmalar ile selentere verilebilir (Uğur, 1998).

Sediment içinde beklenen toplam ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivitesinin ancak % 50'nin bulunması yüzeye yakın sedimentlerdeki ^{210}Pb ve ^{210}Po 'un tekrar suya geçmesi (resuspansiyon) ve organik kirliliğin fazla olması ile açıklanabilir.

Sedimentlerde organik madde birikimi, karalardan gelen organik maddeler, evsel ve endüstriyel atıklar, şehirselleşen suları, sucul canlıların ölümleri sonucu ayrışmaları, fitoplanktonik canlıların hücre dışı metabolitleri, zooplankton ve diğer sucul canlıların boşaltım atıkları ile fotosentez ürünlerinden kaynaklanmaktadır (Başaran- Kaymakçı; 2004). Kafes altındaki sediment örneklerinde kıyı sedimentine nazaran ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivitesi daha yüksek bulunmuştur. Tipik bir salmon kafesinden denizel ortama giren organik olarak 132 kg C , 12 kg N , 8.5 kg P ve çözünmüş formda 397 kg C , 75 kg N , 2 kg P suya boşaltılmaktadır (Çelikkale ve diğ. 1999). Bu dengeden görüldüğü üzere, balık yetiştiriciliğinde çevre kirliliğine neden olan başlıca etkenler; tüketilmeyen yem, sindirilmeyen ve suda çözünen maddelerdir. Bu etkenler yemlerin fiziksel ve kimyasal kalitesinin geliştirilmesi ve dengeli yemleme stratejileri ile azaltılabilmektedir (Anonim, 2004; Cho ve diğ., 1994). Tüm bu etkiler parçacık reaktif olan ^{210}Po ve ^{210}Pb aktivite konsantrasyonlarını etkilemektedir (Stewart, 2005).



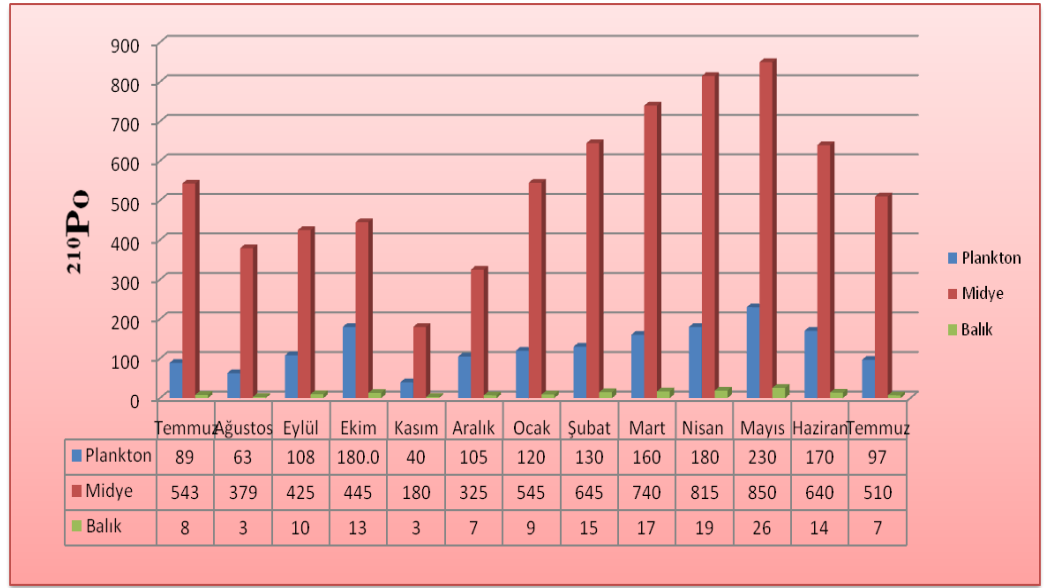
Şekil 5.22 İzmir-Gerence KÖrfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Sediment örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi



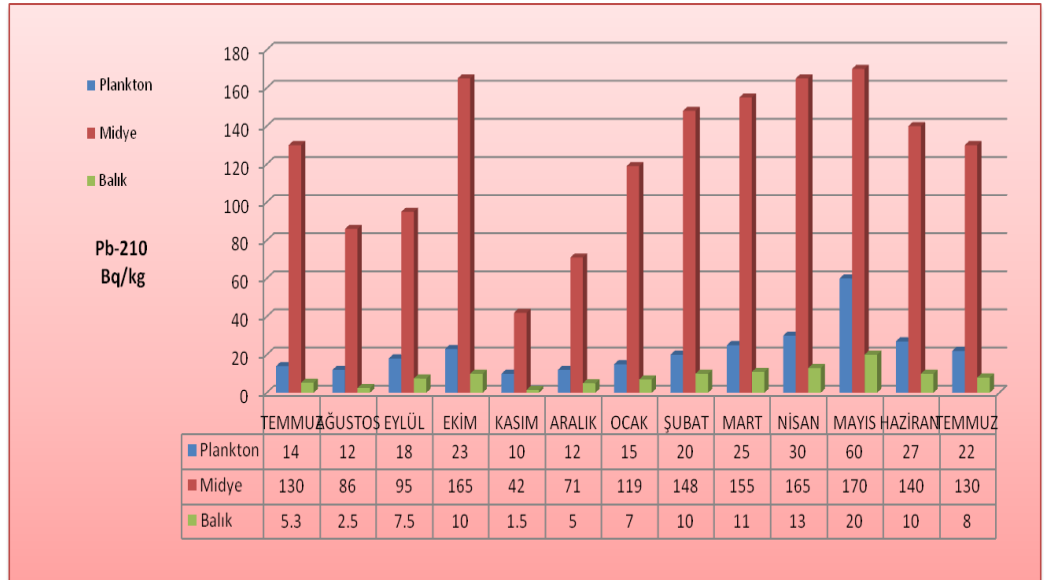
Şekil 5.23 İzmir-Gerence KÖrfezi su ürünleri yetiştiriciliğinden alınan Sediment örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

5.9 Farklı Organizmalardaki ^{210}Po ve ^{210}Pb Konsantrasyonu ile Klorofil-a Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Farklı organizma örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi Şekil 5.28 ve Şekil 5.29’da verilmiştir. En yüksek Mayıs ayında midye örneklerinde ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonları sırasıyla $850 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ ve $170 \text{ Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir.

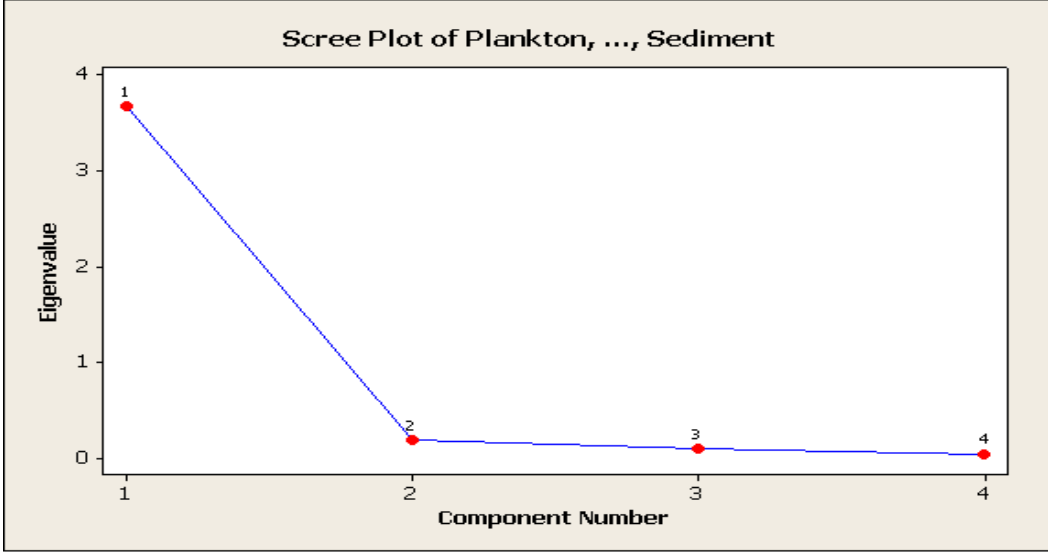


Şekil 5.24 Farklı organizma örneklerindeki ^{210}Po konsantrasyonlarının aylık değişimi



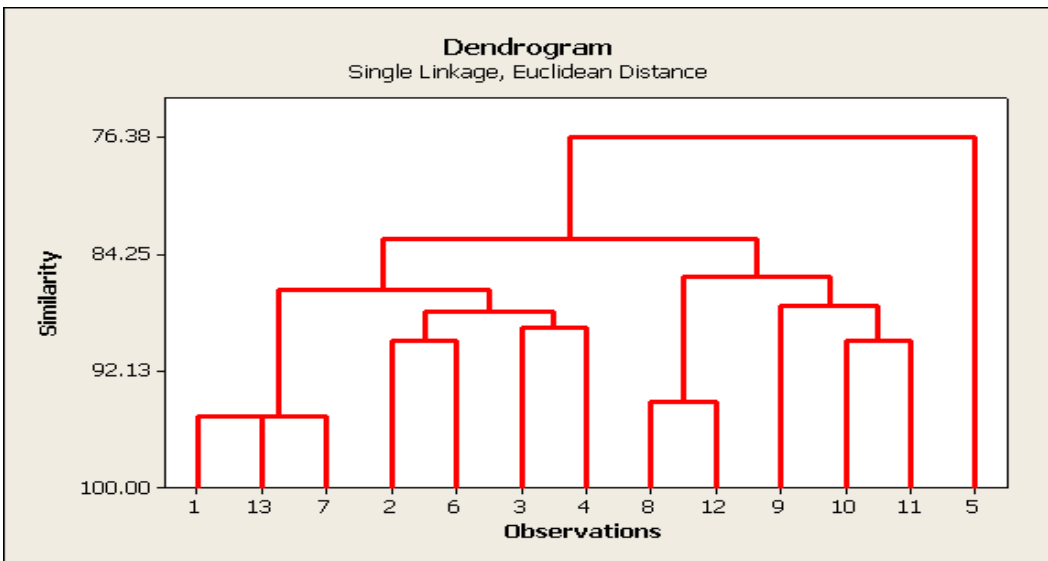
Şekil 5.25 Farklı organizma örneklerindeki ^{210}Pb konsantrasyonlarının aylık değişimi

Plankton, Midye, Levrek Balığı, Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının Kemometrik PCA analiz sonuçlarının grafikleri Şekil 5.26 ve Şekil 5.27’de verilmiştir.



Şekil 5.26 Plankton, Midye, Levrek Balığı, Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının Kemometrik PCA analiz sonuçlarının grafiği

Bu çalışmada tüm organizmalar içinde planktonik organizmaların ^{210}Po ve ^{210}Pb 'un birikiminde başrol oynadığı kemometrik hesaplamalarla gözlemlenmiştir. Şekil 5.26'de 1 numaralı plankton farklı tüm organizmalardaki doğal radyonüklid zenginleşmesinde etkili olduğu PCA analiz sonucu belirtilmiştir. Plankton denizlerdeki gıda zincirinin ilk halkasını oluştururlar. Bu halka sırasıyla fitoplankton, zooplankton, küçük ve büyük balıklardan oluşmaktadır. Planktonla beslenen balıklar ve diğer deniz ürünleri aracılığıyla radyoaktivitenin insana geçişi mümkün olur (Carvalho, 1995; Uğur, 1998). Bu etkileşimde planktonik organizmaların önemini çalışmamız ölçülen değerlerle açıkca vurgulamıştır. Şekil 5.29 dengdrom ise doğal radyonüklid zenginleşmesinin tüm parametrelere bağlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 5.27 Plankton, Midye, Levrek Balığı, Sediment örneklerindeki ^{210}Po ve ^{210}Pb aktive konsantrasyonlarının Kemometrik PCA analiz sonuçlarının dendrogram grafiği

	Po-210 miktarı	Referans
Fitoplankton	≥ 148 Bq kg ⁻¹	Cherry, 1964
Karides hepatopankreası	3145 Bq kg ⁻¹	Cherry and Heyraud, 1981
Midyelerin yumuşak dokuları	≤ 700 Bq kg ⁻¹	Germain et al., 1995
Midye hepatopankreasları	≤ 1026 Bq kg ⁻¹	Stepnowski and Skwarzec, 2000
Balıklar	≤ 262 Bq kg ⁻¹	(pyloric caecum) Clulow et al., 1998
İnsanlar	0.148 Bq kg ⁻¹	Cherry, 1964

Şekil 5.28 Farklı kaynaklardan derlenen çeşitli deniz organizmalarındaki ²¹⁰Po konsantrasyonlarının ortalama değerleri (Stewart and Fisher, 2007).

Bugüne değin yapılan pek çok araştırma ile ²¹⁰Po deniz organizmalarında, deniz suyunda ve askıdaki parçacıklardaki spesifik aktivitesi belirlenmiştir (Şekil 5.28). Deniz organizmalarında ilk defa 1970 yılında Kauranen ve arkadaşları tarafından midyelerde incelenen ²¹⁰Po ardından 1984-1985 yıllarında McDonald ve arkadaşlarının İngiltere’de yaptıkları bir çalışma ile midyeler, karidesler ve salyangozlarda analiz edilmiştir (McDonald, et al., 1996). İngiltere’de (Whitehaven) yapılan bu çalışmalarda ²¹⁰Po’ un midyelerdeki konsantrasyonunun 3120 Bq kg⁻¹ düzeyine kadar çıktığı bulunmuştur (McDonald et al., 1996).

Carvalho (1993), ²¹⁰Po konsantrasyonunun fitoplanktonda 40 Bq.kg⁻¹ (kuru ağırlık) farklı karides türlerinde 15’den 1700 Bq.kg⁻¹ (kuru ağırlık) ve balıklarda 1’den 7000 Bq.kg⁻¹ (kuru ağırlık) ‘a kadar geniş aralık gösterdiğini belirtmiştir.

Japonya’nın kuzey doğu bölgelerinden toplanan deniz organizmalarında, ²¹⁰Po konsantrasyonu belirlenmiştir. Bu radyonüklidin seviyesi ve dağılımının bulunması ve deniz ürünlerinden besin zincirine giriş seviyelerinin tahmin edilebilmesi çalışmaları yapılmıştır. Türlerdeki ²¹⁰Po seviyesi geniş bir aralık göstermiştir, balıklarda 0,6-26 Bq kg⁻¹ (yaş kütle), çift kabuklularda 0,5-220 Bq kg⁻¹ (yaş kütle), alglerde 2,8-4,3 Bq kg⁻¹ (yaş kütle) değerleri bulunmuştur (Yamamoto et al., 1994).

²¹⁰Po, deniz suyunu süzerek beslenen midye gibi organizmaların genellikle yumuşak dokularında akümüle olur (Norsedecom, 2003). Ege Denizi’nin farklı bölgelerinde yapılan çalışmalarda, midye, plankton ve sediment örneklerinde ²¹⁰Po konsantrasyonları (Bq/kg) kuru ağırlıkta saptanmıştır.

Enstitümüzde gerçekleştirilen bir çalışmaya göre; yağmur suyu örneklerinde tayin edilen en yüksek ^{210}Po aktivite konsantrasyonları sonbahar ve kış mevsimlerinde gözlenmiştir (Uğur ve Özden, 2011). Wildgust ve arkadaşları (1998), 1996-1997 yılları arasında aylık olarak *Mytilus edulis* türü midyelerde ^{210}Po konsantrasyonunu incelemiş ve en yüksek spesifik aktiviteyi Şubat ve Nisan aylarında, en düşük aktiviteyi ise Eylül ayında tayin etmişlerdir. Bu çalışmada spesifik ^{210}Po aktivitesinin sonbahar ve kış dönemlerinde arttığı tayin edilmiştir. Bu durum kış aylarında artan yağmurlara bağlanmıştır.

Connan ve arkadaşları (2007), Fransa kıyılarında deniz suyu, midye ve balık türlerinde ^{210}Po ve ^{210}Pb dağılımlarını mevsimsel olarak incelemişler ve midyelerdeki ^{210}Po konsantrasyonlarında etkili olduğunu bulmuşlardır. *Mytilus edulis* türü midyelerde yapmış oldukları incelemede en yüksek ^{210}Po konsantrasyonlarını kış mevsimi gibi soğuk periyotlarda bulurken, en düşük konsantrasyonları ise yaz mevsimi gibi sıcak dönemlerde tayin etmişler ve sıcak periyotlardaki ^{210}Po biyoakümüülasyonunun soğuk periyotlara göre daha düşük olduğunu ve kış mevsimi gibi soğuk periyotların midyelerin üremeleri için daha etkin dönemler olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmamızda kış aylarında ^{210}Po konsantrasyonunun yüksek olması ile paralel bir bağlantı olduğu görülmüştür. Ayrıca metaller için yapılan birçok çalışmada, metallerin organizmalar tarafından biyoakümüülasyonunda vücut ağırlığı ve büyüklüğünün de etkisi olduğu söylenmektedir. Connan ve arkadaşları da yapmış oldukları çalışmada daha büyük boyuttaki midyelerdeki ^{210}Po alımının daha fazla olduğunu görmüşlerdir.

Türkiye denizlerinde *Mytilus galloprovincialis* türü midyeler yaygın olarak bulunsa da bu tür midyelerde ^{210}Po konsantrasyonlarının değişimi üzerine sınırlı çalışma mevcuttur.

Uğur ve arkadaşları (2002), tarafından Ege Denizi kıyılarında yapılan bir çalışmada *Mytilus galloprovincialis* türü midyelerde ^{210}Po konsantrasyonlarını 52 ± 6 ile 1344 ± 108 Bq kg^{-1} kuru ağırlık, bununla beraber ^{210}Pb konsantrasyonlarının ise 6 ± 2 ile 167 ± 10 Bq kg^{-1} kuru ağırlık arasında değiştiği tayin edilmiştir. Çalışmalarında en yüksek ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonlarını Mayıs ayında Foça bölgesinden topladıkları midyelerde tayin etmişlerdir. Foça'da buldukları yüksek konsantrasyonların Aliğa ve İzmir çevresinde yer alan petrol ve diğer kimya endüstrilerini (Tüpraş, Petkim gibi) kapsayan kıyısız endüstri kuruluşlarına bağlı olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Sunlu (2006), Eylül 2002-Ağustos 2003 tarihleri arasında Türkiye'nin Ege Denizi kıyılarında tespit ettiği 6 farklı istasyondan mevsimsel olarak topladığı midye örneklerinde Cd, Pb, Zn ve Cu analizlerini yapmıştır. Analizler sonucunda midyelerdeki ağır metal konsantrasyonlarının $0,04 - 0,52 \mu\text{g Cd g}^{-1}$ (yaş-ağırlık), $0,49 - 1,72 \mu\text{g Pb g}^{-1}$ (yaş-ağırlık), $0,95 - 1,85 \text{ Cu g}^{-1}$ (yaş-ağırlık), $16,11 - 37,15 \mu\text{g Zn g}^{-1}$ (yaş-ağırlık) arasında değiştiğini tespit etmiştir. Araştırmacı ayrıca, en yüksek metal değerlerini İzmir İç Körfez'de en düşük değerleri ise Sığacık ve Güllük istasyonlarında ölçtüğünü rapor etmiştir. Sunlu, Gediz ve Bakırçay nehirlerinin İzmir ve Çandarlı Körfezi'nin kirlenmesi yönünde etkili olduğunu belirtmiştir. Çalışmada ayrıca bu bölgelerin büyük kentsel ve endüstriyel merkezlerin yakınında olmasının da yüksek konsantrasyonların tayin edilmesinde etkin rol oynadığı vurgulanmıştır

Enstitümüz'de tamamlanmış olan IAEA (2006) (International Atomic Energy Agency) destekli proje kapsamında Uğur ve arkadaşları tarafından Ege Denizi kıyılarında yapılmış olan çalışmada, 6 farklı istasyondan (Çanakkale, Dikili, Foça, Çeşme, Didim and Bodrum) alınan midyelerdeki en yüksek ^{210}Po konsantrasyonları kış mevsiminde 1996 Bq kg^{-1} kuru ağırlık olarak Didim, en düşük ^{210}Po konsantrasyonu ise sonbahar mevsiminde Çanakkale'den toplanan midyelerde (*Mytilus galloprovincialis*) tayin edilmiştir.

	Sıcaklık	Tuzluluk	Çözünmüş oksijen	Klorofil-a değer
Tuzluluk değerleri	0.955			
P değeri	0			
Çözünmüş oksijen	-0.565	-0.655		
P değeri	0.044	0.015		
Klorofil-a değer	-0.051	-0.09	0.57	
P değeri	0.869	0.77	0.042	
Po-210 (Bq/Kg)	0.211	0.095	0.532	0.818
P değeri	0.489	0.759	0.061	0.001
Pb-210 (Bq/Kg)	0.210	0.093	0.530	0.815
P değeri	0.486	0.757	0.060	0.001

Şekil 5.29 Pearson Korelasyonu: Sıcaklık, Tuzluluk, Çözünmüş oksijen, Klorofil-a ve Po-210 ve Pb-210 (Bq/kg)

Bu çalışmada tüm örneklerdeki ^{210}Po ve ^{210}Pb konsantrasyonu ile klorofil-a ile fiziksel parametrelerin pearson korelasyonu belirlenmiştir (Şekil 5.29). Pearson korelasyon değerinin $0.05 < 1$ bulunması sıcaklık ve tuzluluk, Po-210 ve klorofil-a

değeri, sıcaklık ve çözülmüş oksijen arasında doğrudan bir anlam olduğunu kavramamızı sağlar. Bu durum klorofil-a ile direkt bağlı planktonik organizmalardaki aktivite konsantrasyonu ile açıklanabilir. Gıda zincirinin bu ilk halkasındaki kirlenme besin zinciri yoluyla insanlara taşınır. Planktonik populasyonlar, elementlerin akı ve çevrimini yalnızca biyobirikim yaparak etkilemezler. Bunun yanında besin zincir dinamiği, atım, kabuk değişimi ve ölüm; element döngüsü ve tekrar dağılımı işlemleri de elementin kaderini belirlemede etkindir. Besin zincir transferi ile ilgili son çalışmaların çoğu, plankton besin zincirinin her adımında metal parçacıklarının asimilasyonuna odaklanmıştır (Fowler, 1982; Reinfelder and Fisher, 1991; Fisher and Reinfelder, 1995; Wang et al., 1996b).

Ayrıca Hindistan Teknoloji Enstitüsü uzmanı Dr. Rameş Singh arkadaşlarının gözlemlendiği Hindistan-Gujarat (2001), Cezayir (2002), Andaman Adaları (2002) ve Bam, İran (2003) depremlerin merkezinin kıyıya yakın olması halinde klorofil-a değerlerinin olağanüstü bir yoğunluk artışı gösterdiğini vurguluyor. Bilim ekibi uydu görüntülerinde deprem öncesinde klorofil-a değerlerinin hızla arttığını ve bu yoğunlaşmayı deprem öncesinde yeraltından çıkan termal enerjideki artışa bağlıyor. Denizin dibi yeraltından gelen termal enerjiyle ısıyor; bu yüzeyden buharlaşan su miktarını artırıyor. Sonuçta dipteki soğuk ve daha kaliteli olan su yukarı doğru çıkıyor. Bu süreç, bitkisel planktonların sayısını artırıyor ve klorofil-a artışı olarak gözlemleniyor.

Tektonik plakaların birbirlerini itirmesi, okyanus dibindeki ısıyı artırıyor, bu da plaktonların sayısının artmasına yol açtığını çalışmalarında vurgulamıştır. Bu çalışmada tüm örneklerdeki klorofil-a artışı ile birlikte doğal radyonüklid konsantrasyon artışlarını deprem bölgesi olan Ege Deniz'i içinde düşünebilir.

Sonuç olarak bu çalışma ile elde edilen veriler halkımızın tükettiği balık ve midyelerden alması söz konusu olan radyonüklid doz oranlarının saptanması ve bu konuda halk sağlığı için yararlı verilerle birlikte önlemlerin alınmasında katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Ayrıca radyonüklidin deniz organizmalarındaki biriminde klorofil-a ile birlikte planktonik organizma artışının etkili olduğu mevsimsel değişimlerin sıcaklık, tuzluluk, çözülmüş oksijen miktarlarının ne denli etkili olduğu kemometrik analizlerle gözlemlenmiştir. Çalışmamız bu konuda Ege Denzinde yapılmış ilk çalışmadır. Su ürünleri yetitiriciliğinde alınan farklı organizma örnekleri biyosistem olarak bir bütünlük

içinde örneklerin tüm yaşamsal faaliyetleri zamanla büyüme, klorofil-a, sıcaklık, tuzluluk, çözünmüş oksijen gibi parametrelerle radyonüklid birikimi incelenmiştir.

5.10 Doz Tayini

Ülkemiz denizel ortamları açısından halkımızın deniz, nehir ya da göl sedimentlerinden dış ışınlamaya maruz kalması söz konusu değildir. Ancak tüketilen deniz ürünleri ile iç ışınlamaya maruz kalmaları söz konusu olabilir (Topçuğlu,2005). Bu nedenle çalışmada alınan Levrek balık örnekleri için alınabilecek ^{210}Po doz miktarı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$D_{\text{Po}} (\text{Levrek } D. \text{ Labrax}) = C_b F_c F_h F_e D_f 4.3 \times 10^{-7}$$

D_{Po} = 2011 yılında levrek tüketimi ile alınan ^{210}Po için toplam yüklenmiş etkin doz
 C_b = Levrek Balığının yumuşak dokusundaki ^{210}Po konsantrasyonu 27.2 Bq kg^{-1} olarak bulunmuştur.

F_c = 2011 yılında Ege Denizi'nde yakalanan Levrek Balığı miktarı kg y^{-1} , (Türkiye İstatistik Kurumu, TURKSTAT)

F_h = Levrek Balığının bölgesel tüketim fraksiyonu tahmini 0.7 olarak hesaplanmıştır.

F_e = Gerçekte yenilen fraksiyon 0.8 olarak hesaplanmıştır.

D_f = Yakalama ve yeme arasında geçen erteleme faktörü; taze tüketim için %90 olarak düşünülmüştür.

4.3×10^{-7} = Toplam yüklenmiş etkin doz değerleri için kullanılan faktör (IAEA, 2011)

$$D_{\text{Po}} (\text{Levrek } D. \text{ Labrax}) = C_b F_c F_h F_e D_f 4.3 \times 10^{-7}$$

$$D_{\text{Po}} (\text{Levrek } D. \text{ Labrax}) = 27.2 \times 997000 \times 0.7 \times 0.8 \times 0.9 \times 4.3 \times 10^{-7}$$

$$D_{\text{Po}} (\text{Levrek } D. \text{ Labrax}) = 58.77 \text{ [man Sv]}$$

$$D_{\text{Po}} (\text{Levrek } D. \text{ Labrax}) = 9.041 \mu\text{Sv/kişi}$$

Yetişkin bir insan doğal yollardan oluşan ^{210}Po 'un günlük alımının %73'ünü yiyecekler yoluyla alır. Yiyeceklerden alınan poloyumun %70'i deniz ürünlerinden kaynaklanır. Buna göre günlük ^{210}Po alımının deniz ürünlerinden gelen oranı %54.11'dir. Türkiye'de deniz ürünleri içinde midye üretimi dolayısıyla tüketimi yaklaşık % 0.7'dir. Mideyelerden alınan günlük ^{210}Po oranı yaklaşık % 0.38'dir. Başka bir açıyla Türkiye'de kişi başına yıllık deniz tüketimi yaklaşık olarak 13 kg'dır. Günlük tüketim 30 gram, midye tüketimi ise 0.2 gramdır. Bu çalışmada dikkate alınan hesaplamalar yapıldığında midyelerden

gelen aktivitenin 0.018 Bq/kg olduğu bulunur. Bu sonuç bütün istasyonların ortalama aktivitesine göre bulunmuştur. Bu sonuçlara göre ülkemizdeki midyelerin radyasyon dozu açısından Türkiye ortalaması olarak dştktr. Ancak midye tüketimi genelde üretildiği bölgelerde yoğunlaştığından o bölgelerdeki nfs için oranlar çok daha yüksektir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ae TY, Jones DP**, ATP concentration gradients in cytosol of liver cells during hypoxia. *Am J Physiol* 249: c385-c392
- Aközcan, S., Uğur, A., Özden, B. ve Çatal, E.**, 2004, Ege Denizi'nde tüketilen kara midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* L.1758) yumuşak dokularındaki ^{210}Po konsantrasyonları, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Bildiri Özet Kitabı, 166s.
- Aközcan, S., Uğur, A., Yener, G. ve Sunlu, U.**, 2004, Ege Denizi kıyılarında kara midye (*Mytilus galloprovincialis* L.1758)'de ^{210}Po birikiminin alfa spektrometresi ile tayini, Türk Fizik Derneği 22. Fizik Kongresi, Bildiri özet kitabı, 367s.
- Aközcan, S., Uğur, A., Yener, G., Özden, B. ve İçedef, M.**, 2005, Bodrum midyelerinde (*Mytilus galloprovincialis*) ^{210}Po konsantrasyonlarının boyutlara ve mevsime bağlı değişiminin incelenmesi, IX. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi, Bildiri kitabı, 121s.
- Aközcan, S., Uğur, A., Yener, G. ve Özden, B.**, 2005, The effect of size and season on ^{210}Po concentration in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from south western Anatolia, X. European Ecological Congress, Bildiri kitabı, 307s.
- Alam, M. N., Chowdhury, M. I., Kamal, M., Ghose, S., Matin, A. K. M. A., Ferdousi and G. S. M.**, 1999, "Radionuclide concentrations in mussels collected from the southern coast of Bangladesh", *Journal of Environmental Radioactivity*, 47, 201-212pp.
- Alia, P. Pardha Saradhi and Prasanna Mohanty**, *December 1991*, Proline enhances primary photochemical activities in isolated thylakoid membranes of Brassica juncea by arresting photoinhibitory damage *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Volume 181, Issue 3, 31, 1238-1244pp
- Allison TB, Bruttig SP, Crass MF, Eliot RS and Shipp JC**, 1976, Reduced high-energy phosphate levels in rat hearts.1.Effects of alloxan diabetes. *AM J Physiol* 230: 1744-1750pp

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Allison TB, Crass MF and Shipp JC., 1972,** Reduced ATP and creatine phosphate in heart muscle of acute alloxan diabetic rats. *Circulation* 46, Suppl 2 : 255s.
- Al-Masri, M. S., Byrakdar, M. E., Mamish, S., Al-Haleem and M. A., 2004,** Determination of natural radioactivity in Euphrates river, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 261 (2), 349-355pp.
- Arslan, F. D., 2005,** Ege denizinin farklı bölgelerindeki plankton örneklerinde ²¹⁰Po birikiminin incelenmesi, Ege Üniv., Fen Bil. Ens., Nükleer Bilimler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Atam P: Arya, 1996,** Fundamentals of Nuclaear Physics
- Atayeter, S. , 1991,** Anadolu kavagı midye türünde (*Mytilusgaloprovincialis* Lamarck, 1819) bazı ağır metal birikimlerinin belirlenmesi. Ankara Üniv Fen Bilm Enst Yüksek Lisans Tezi.
- Babior BM, Curnutte JT and Kipness RS, 1975,** Biological defense mechanism. Evidence for the participation of superoxide in bacterial killing by xanthine oxidase. *J Lab Clin Med* 85:235-244pp.
- Baxter, M.S., 1993,** Environmental radioactivity: A perspective on industrial contributions, *IAEA Bulletin* 2.
- Besada V., Beiras R, Fernandez N, Gonzalez JJ, and Schultze F, 2002,** Mercury concentrations in seawater, sediments and wild mussels from the coast of Galicia (NW Spain) ,*Marine Pollution Bulletin* 44 (4), 345-349 pp.
- Beyazıt, T., 2003,** İzmir Körfezi'nin kirliliği, kaynakları ve giderilme tekniklerinin değerlendirilmesi, Gazi Üniv., Fen Bil. Ens., Çevre Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi.
- B. Halliwell and John M. C. Gutteridge, June 1984,** Lipid peroxidation, oxygen radicals, cell damage, and antioxidant therapy the lancet, volume 323, issue 8391, 23, 1396-1397pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Boisson, F., Cotret, O., Fowler and S. W.,** 1998, Bioaccumulation and retention of lead in mussel *Mytilus galloprovincialis* following uptake from seawater, The Science of the Total Environment, 222, 55-61pp.
- Bruce Ryan, Andreas Bollho and Paul Martin a,b,** 2008, Radionuclides and metals in freshwater mussels of the upper South Alligator River, Australia Journal of Environmental Radioactivity 99p
- Bustamante, P., Germain, P., Leclerc, G. and Miramand, P.,** 2002, Concentrations and distribution of ^{210}Po in the tissues of the scallop *Chlamys varia* and the mussel *Mytilus edulis* from the coasts of Charente-Maritime (France), Marine Pollution Bulletin, 44, 997-1002pp.
- Carvalho, F. P. and Fowler, S. W.,** 1993, An Experimental Study on the Bioaccumulation and Turnover of Polonium-210 and Lead-210 in Marine Shrimp, Marine Ecology Progress Series, 102, 125-133pp.
- Carvalho, F. P.,** 1995, ^{210}Po and ^{210}Pb intake by the Portuguese population: The concentration of seafood in the dietary intake of ^{210}Po and ^{210}Pb , Health Physics, 69, 469-480pp.
- Connan, O., Germain, P., Solier, R., and Gouret, G.,** 2007, Variations of ^{210}Po and ^{210}Pb in various marine organisms from Western English Channel: contribution of ^{210}Po to the radiation dose, Journal of Environmental Radioactivity, 97, 168-188pp.
- Dahlgaard, H.,** 1996, Polonium-210 in mussel and fish from the Baltic-North Sea Estuary, Journal of Environment Radioactivity, 32, 91-96pp.
- Egemen, Ö.,** 2000, Çevre ve su kirliliği, Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fak., Yayın No:42.
- Egemen, Ö.,** 2006, Su kalitesi, Ege Üniversitesi Yayınları, Su Ürünleri Fak., Yayın No:14.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Flynn, W.W.**, 1968, The Determination of low levels of Polonium-210 in environmental materials, *Anal. Chim. Acta.*, 43, 221-227.
- Fowler, S.W.** (1977). Trace elements in zooplankton particulate products. *Nature* 269 (5623): 51-53pp.
- Fowler, S.W.** (1982). Biological transfer and transport processes. pp. 1-65. In: Kullenberg ed., *Pollutant Transfer and Transport in the Sea*, Vol.II, CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA.
- Fowler, S.W., Ballestra, S., La Rosa, J. and Fukai, R.** (1983). Vertical transport of particulate associated plutonium and mercurium in the upper water column of the northeast Pacific. *Deep-Sea Res.*, 30(12A): 1221-1233pp.
- Fowler, S.W. and Knauer, G.A.** (1986). Role of large particles in the transport of elements and organic compounds through the oceanic water column. *Prog. Oceanogr.*, 16: 147-194pp.
- Fowler, S.W., Buat-Menard, Y., Yokoyama, S., Ballestra, S., Holm, E. and Nguyen, H.V.** (1987). Rapid removal of Chernobyl fallout from Mediterranean surface waters by biological activity. *Nature*, 329: 56-58pp.
- Fowler, S.W.** (1990). Trace element transfer and transport by marine micro-organisms. pp. 65-78. In: R. Moro and R. Cesareo, eds., *2nd International Workshop on XRF and PIXE Applications in Life Science*, World Scientific, Singapore.
- Fowler, S.W., Small, L.F., La Rosa, J., Lopez, J.-J. and Teyssié, J.-L.** (1991). Interannual variation in transuranic flux at the Vertex time-series station in the northeast Pacific and its relationship to biological activity. pp. 286-298. In: Kershaw and Woodhead eds., *Radionuclides in the Study of Marine Processes*. Elsevier Applied Science, London and New York.
- Fowler, S.W.**, (2002) Metal and Radionuclides Bioaccumulation In Marine Organisms – Ancona, 27-30 October 2002, 63-70pp

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Frederick Chu, David L. Miller, Tanya Schulz, Herbert Weissbach and Nathan Brot**, December 1976, DNA-directed in vitro synthesis of elongation factor Tu__Biochemical and Biophysical Research Communications, Volume 73, Issue 4, 20, 917-927 pp.
- Gasco, C., Anton, M. P., Delfanti, R., Gonzalez, A. M., Meral, J. And Papucci, C.**, 2002, Variation of the activity concentrations and fluxes of natural (^{210}Po , ^{210}Pb) and anthropogenic ($^{239,240}\text{Pu}$, ^{137}Cs) radionuclides in the Strait of Gibraltar (Spain), Journal of Environmental Radioactivity, 62 (3), 241-262 pp.
- Geldiay, R. ve Kocataş, A.** , 2001, Deniz Biyolojisine Giriş, Ege Ün.v., Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 31.
- Germain, P., Leclerc, G. and Simon, S.**, 1995, Transfer of polonium-210 into *Mytilus edulis* (L.) and *Fucus vesiculosus* (L.) from the Baie de Seine (Channel coast of France), The Science the Total Environment, 164, 109-123pp.
- Godoy, J. M.**, 2014, $^{210}\text{Polonium}$ and $^{210}\text{lead}$ content of marine birds from Southeastern Brazil, Journal of Environmental Radioactivity, Volume 135, 108–112pp.
- Güven, K. C. ve Öztürk, B.**, 2005, Deniz Kirliliği, Tüdev yayınları, No:21, İstanbul.
- J.M. Godoy a,b,* , Monica S. de Oliveira a**, 2008, “Po-210 concentration in Perna perna mussels: looking for radiation effects”, Journal of Environmental Radioactivity 99
- Halldorsson H.P., Svavarsson, J. and Granmo, A.**, 2005, The effect of pollution on scope for growth of the mussel (*Mytilus edulis* L.) in Iceland, Marine Environmental Research, 59, 47-64pp.
- Hakan Günel ve Tuncay Kınacıgil**__Dondurulmuş midyenin (*Mytilus galloprovincialis*, Larmarck,1819) farklı yöntemlerle çözündürülmesi sırasında meydana gelen kalite değişimleri.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Hameed S., 1997, A study on distribution of natural radionuclide polonium-210 in a pond ecosystem, Journal of biosciences, Volume 22, Issue 5, 1997, 627–634pp.

Hannelore Waskaa, Seolwon Kima and Guebuem Kima, 2008, Mi Ran Kangb, Gi Beum Kimb, Distribution patterns of chalcogens (S, Se, Te, and ^{210}Po) in various tissues of a squid, *Todarodes pacificus*, Science of the total environment

<http://www.forumacil.com/ekoloji-ve-cevre-sorunlari/127294-deniz-kirliligi-ve-nedenleri-deniz-kirliligi-ile-ilgili-.html>

http://www.yesilkutu.net/dyn_files/news/25.pdf

<http://www.hidrojeoloji.net/otrifikasyon.html>

http://www.genetikbilimi.com/gen/serbest_radikaller.htm

<http://www.kimyaevi.org/elementler>.

IAEA, 1995, Sources of radioactivity in the marine environment and their relative contributions to overall dose assessment from marine radioactivity (MRA DOS). IAEA-TECDOC-838. International Atomic Energy Agency.

IAEA, 2006, ^{210}Po and ^{210}Pb in marine ecosystem of Aegean Sea Turkish Coast, IAEA- Research Contract No: 302-K4.00.24-TUR-12641, B5-TUR-31834.

Ito, T., Aramaki, T., Kitamura, T., Ootosaka, S., Suzuki, T., Towaga, O., Kobayashi, T., Senju, T., Chaykovskaya, E. L., Karasev, E.V., Lishavskaya, T.S., Novichkov, V.P., Tkalin, A.V., Shcherbinin, A.F., Volkov and Y.N., 2003, Anthropogenic radionuclides in the Japan Sea: their distributions and transport processes, Journal of Environmental Radioactivity, 68, 249–267pp.

Jeffree, R. A., Carvalho, F., Fowler, S. W., and Farber-Lorda, J. (1997). Mechanism for enhanced uptake of radionuclides by zooplankton in French Polynesian oligotrophic waters. Environ. Sci. Technol. 31: 2584-2588pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kadko, D., Bacon, M. P. and Hudson, A.** (1987). Enhanced scavenging of ^{210}Pb and ^{210}Po by processes associated with the East Pacific Rise near $8^{\circ}45'\text{N}$. Earth Planet. Sci. Lett. 81: 349-357pp.
- Kamalı Uğur, A.**, 1999, Samsun-Ordu kıyı şeridinde deniz kirliliğinin incelenmesi ve kirlilik birikiminin midye örneğinde araştırılması, Ondokuz Mayıs Üniv. Fen Bil. Ens, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Kılıç, Ö.**, 2013, Radioactivity concentrations in mussel (*Mytilus galloprovincialis*) of Turkish Sea coast and contribution of ^{210}Po to the radiation dose, Marine Pollution Bulletin, 80, 325-329pp.
- Kılıç, Ö.**, 2014, Radioactivity levels in mussels and sediments of the Golden Horn by the Bosphorus Strait, Marmara Sea, 86, 555-561pp.
- Kim, Y. H., Narita, H., Noriki, S. ve Tsunogai, S.**, 1997, Export of particulate matter from Tokyo Bay studied with radiochemical tracer, ^{210}Po and ^{210}Pb , Journal of Oceanography, 53, 517-527pp.
- Kocataş, A. ve Bilecik, N.**, 1992, Ege Denizi ve Canlı Kaynakları, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bodrum.
- Korkut Yıldırım, A.**, 2007, Balık Beslemede Gelişim Performansının İzlenme Yöntemleri , Ege Üniv., Su Ürünleri Dergisi, Cilt 24, Sayı 1-2, 201-205pp.
- Köster, H. W., Marwitz, P. A., Berger, G. W., Van Weers, A. W., Hagel, P. and Nieuwenhuize, J.** (1992). Po-210, Pb-210, Ra-226 in aquatic ecosystems and polders, anthropogenic sources, distribution and enhanced radiation doses in the Netherlands. Radiation Protection Dosimetry 45(1-4): 715-719pp.
- Kristan U. , Planinšek P., Benedik L., Falnoga I. And Stibilj V.**, 2015, Polonium-210 and selenium in tissues and tissue extracts of the mussel *Mytilus galloprovincialis* (Gulf of Trieste), - Chemosphere, Volume 119 , 231–241pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Krishnaswami, S., Baskaran, M., Fowler, S.W. and Heyraud, M. (1985).** Comparative role of salps and other zooplankton in the cycling and transport of selected elements and natural radionuclides in Mediterranean waters. *Biogeochem.*, 1(4): 353-360pp.
- Küçüksezgin, F., Altay, O., Uluturhan, H., Konaş, A., 2001,** Trace metal and organochlorine residue levels in Red Mullet (*Mullus Barbatus*) from the Eastern Aegean , Turkey, *Wat. Res.*, Vol. 35, No. 9, pp. 2327–2332pp.
- Küçüksezgin, F., Uluturhan, H., Konaş, A., Altay, O., 2002,** Trace metal concentrations in edible fishes from İzmir Bay, Eastern Aegean, *Marine Pollution Bulletin*, 44, 816-832pp.
- Küçüksezgin, F., Konaş, A., Altay, O.,Uluturhan, H. ve Darılmaz, E., 2006,** Assessment of marine pollution in Izmir Bay: Nutrient, heavy metal and total hydrocarbon concentrations, *Environment International*, 32, 41 – 51pp.
- Livingston, H.D. and Povinec, P. P., 2000,** Antropogenic marine radioactivity, *Ocean&Coastal Management*, 43, 689-712pp.
- Lowman, F.G., Rice, T.R. and Richards, F.A. (1971).** Accumulation and redistribution of radionuclides by marine organisms. pp. 161-199. In: *Radioactivity in the Marine Environment*, Chapt. 7, National Academy of Sciences, pp. 161-199, Washington, D.C.
- Lök, A., 2001,** İskele-Urla’da (İzmir Körfezi) kültüre alınan farklı boy gruplarındaki midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) büyüme oranları, *Ege Üniv., Su Ürünleri Dergisi*, Cilt 18, Sayı 1-2, 141-147pp.
- Luengen, A.C., Friedman, C. S., Raimondi, P. T. ve Russell Flegal, A., 2004,** Evaluation of mussel immune responses as indicators of contamination in San Francisco Bay, *Marine Environmental Research*, 57 (3), 197-212pp.
- Mat Çatal, E., 2006,** Ege Bölgesi’nde en çok tüketilen balık türlerinde radyoaktif polonyum düzeyinin ve yıllık gıda dozuna katkısının araştırılması, *Ege Üniv., Fen Bil. Ens., Nükleer Bilimler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.*

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- McDonald, P., Baxter, M. S. and Scott, E. M.,** 1996. Technological enhancement of natural radionuclides in the marine environment. J.Environ. Radioactivity, 32 (1-2), 67-90pp.
- Rožmarić, M. ,** 2013, Seasonal and spatial variations of ^{210}Po and ^{210}Pb activity concentrations in *Mytilusgalloprovincialis* from Croatiancoast of the Adriatic Sea, Chemsphere, 93, 2063-2068pp.
- Saçan, S.,** 2004, İzmir Körfezi yüzey sedimentlerinde ve kara midye (*Mytilus galloprovincialis* L.1758)'de ^{210}Pb ve ^{210}Po birikiminin periyodik araştırılması, Ege Üniv., Fen Bil. Ens., Nükleer Bilimler Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Saito, R. T. and Cunha, I. I. L.,** 1997, Analysis of ^{210}Po in marine samples, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Vol. 220, No. 1, 117-119.
- Shahul,** 1996, A study of polonium-210 distribution aspects in the riverine ecosystem of Kaveri, Tiruchirappalli, India, Volume 95, Issue 3, 1997, 371–377pp.
- Shahul Hameed, P., Shahul Hameed, M. M., Ravikumar, S., Masilamani, V.,** 2001, A comparative study on the distribution of polonium-210 in the ecosystem of Athangarai estuary (Palk Strait) and Punnaikayal estuary (Gulf Mannar), Proc. Nat. Sem. Atom. Energ. Ecol. Environ., Jamal Ohamed College, Trichy, 135-142pp.
- Steven D. Aust, Lee A. Morehouse, Craig E. Thomas,** 1985, Role of metals in oxygen radical reactions Journal of Free Radicals in Biology & Medicine, Volume 1, Issue 1, 3-25pp.
- Stepnowski, P. and Skwarzec, B.,** 2000, A comparison of ^{210}Po accumulation in mollusks from the southern Baltic, the coast of Spitsbergen and Sasek Wielki Lake in Poland', Journal of Environmental Radioactivity, 49, 201-208pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Stewart, G. M. and Fisher, N. S.** (2003a). Bioaccumulation of polonium-210 in marine copepods. *Limnol. Oceanogr.* 48: 2011-2019pp.
- Stewart, G. M. and Fisher, N. S.** (2003b). Experimental studies on the accumulation of polonium-210 by marine phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.* 48(3), 1193-1201pp.
- Stewart, G. M., Fowler, S. W., Teyssié, J-L., Cotret, O., Cochran, K. J., and Fisher, N. S.,** (2005), Contrasting the transfer of polonium-210 and lead-210 across three trophic levels in the marine plankton.
- Strezov, A., Milanov, M., Mishev, P. and Stoilova, T.,** 1998, Radionuclide accumulation in near-shore sediments along the Bulgarian Black Sea Coast, *Appl. Radiat. Isot.*, Vol. 49, No. 12, 1721-1728pp.
- Szefer P., Ikuta K., Frelek K. and Zdrojewska I.,** 1999, Mercury and other trace metals (Ag, Cr, Co, and Ni) in soft tissue and byssus of *Mytilus edulis* from the east coast of Kyushu Island, Japan *Science of The Total Environment* , Volume 229, Issue 3, 227–234 pp.
- Su, C. -C. and Huh, C. A,** 2002, Atmospheric ²¹⁰PO anomaly as a precursor of volcano eruptions, *Geophysical Research Letters*, 29 (5), 1070.
- Sunlu, U.,** 1994, S.Ü.F.A. (Homa) Dalyanı ve Ege Denizi'nin farklı bölgelerindeki kirlenme durumu ile bazı ekonomik balık türlerinde ağır metal düzeylerinin araştırılması, Ege Üniv., Fen Bil. Ens., Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora tezi.
- Sunlu, U., Egemen, O. ve Kaymakçı, A.,** 1998, Trace Metals in Mediterranean Mussel *Mytilus galloprovincialis* (L. 1758) and in Surficial Sediments from Urla-İskele, Izmir- Turkey, *International Symposium on Marine Pollution Extended Synopsis*, 5–9 October – Monaco, 645–646pp.
- Sunlu,U.,** 2006, Trace metal levels in mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1758) from Turkish Aegean Sea Coast, *Environmental Monitoring and Assessment*, 114, 273 – 286pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Tatar, E.**, 2007, İzmir Orta Körfezdeki planktonik organizmalarda ^{210}Pb ve ^{210}Po düzeylerinin aylık değişimlerinin incelenmesi, Ege Üniv., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi.
- Tateta, Y., Carvalho, F. P., Fowler, S. W. and Miquel, J.-C.**, 2003, Fractionation of ^{210}Po and ^{210}Pb in coastal waters of the NW Mediterranean continental margin, Continental Shelf Research, 23, 295–316pp.
- Tateda, Y. And Iwao, K.**, 2008, High ^{210}Po atmospheric deposition flux in the subtropical coastal area of Japan, Journal of Environmental Radioactivity, 99, 98-108pp.
- Topçuoğlu, S. and Güngör, N.**, 1999, Radionuclide concentrations in macroalgae and sediment samples from the Bosphorus, Turkish J. Marine Sciences, 5, 19-24pp.
- Topçuoğlu, S., Güngör, N. ve Kırbaçoğlu, Ç.**, 2000, Marmara Denizi'nin radyoaktif kirlilik boyutu, Marmara Denizi 2000 Sempozyumu yayını, 556-561pp.
- Topçuoğlu, S.**, 2000, Black Sea ecology pollution research in Turkey of the marine environment, IAEA Bulletin, 42/4, 12-14s.
- Topçuoğlu, S.**, 2001, Sources and distribution of anthropogenic radionuclides in Marmara Sea environment, Turkish J. Marine Sciences, 7, 143-152pp.
- Uğur, A.**, 1998, Gökova Körfezi deniz sediment korlarında radyoaktif Pb, Po, Ra, Cs, Am ve Pu izotoplarının dağılımının incelenmesi, sedimentasyon hızı ve tarihleme çalışmalarında kullanılması, Ege Üniv., Fen Bil. Ens., Nükleer Bilimler, Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Uğur, A., Yener, G. and Başsarı, A.**, 2002, Trace metals and ^{210}Po (^{210}Pb) concentrations in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) consumed at western Anatolia, Applied Radiation and Isotopes, 57(4), 565-571pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Uğur, A., Yener, G., Aközcan, S. ve Sunlu, U.,** 2004, ^{210}Po in mussels (*Mytilus galloprovincialis* L.1758) and sediments at Aegean Sea Turkish coast using alpha spectroscopy, International Conference on Isotopes in Environmental Studies-Aquatic Forum, Monte-Carlo, Monaco, IAEA-CN-118/13.
- Uğur, A., Yener, G., Aközcan, S., Özden, B., İçhedef, M., Gönülalan, F. ve Mat Çatal, E.,** 2006, ^{210}Po in The Turkish Coast of The Aegean Sea Ecosystem, The Fourth Eurasian Conference "Nuclear Science and its Application" 31 October-03November, Baku/Azerbaijan.
- Uğur, A., Yener, G., Aközcan, S., Mat Çatal, E., Gönülalan, F., Özden, B. ve İçhedef, M.,** 2007, ^{210}Po and ^{210}Pb in The Turkish Coast of The Aegean Sea Ecosystem, 38th CIESM Congress-İstanbul, Turkey.
- Waska, H., Kim, S., Kim, G., Kang, M. R. ve Kim, G. B.,** 2008, Distribution patterns of chalcogens (S, Se, Te, and ^{210}Po) in various tissues of a squid, *Todarodes pacificus*, Science of Total Environment, 392, 218-224pp.
- Wildgust, M. A., McDonald, P. and White, K. N.,** 1998, Temporal changes of ^{210}Po in temperate coastal waters, The Science of the Total Env., 214, 1-10pp.
- Wildgust, M. A. and McDonald, P.,** 2000, Assimilation of ^{210}Po by the *Mytilus edulis* from the alga *Isochrysis galbana*, Marine Biology, 136, 49-53pp.
- Yılmaz, N.,** 1989, Doğu Karadeniz Midyelerinin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) bazı biyo-ekolojik özellikleri ve biyokimyasal yönden araştırılması, Karadeniz Teknik Üniv., Fen Bil. Ens., Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.

ÖZGEÇMİŞ

20 Haziran 1980 Malatya’da doğdu. İlköğrenimini Bornova Hilal İlkokulu’nda, ortaöğrenimini Bornova Yahya Kemal Beyatlı İlköğretim Okulu’nda ve lise öğrenimini Bornova Hayrettin Duran Lisesi (YDA)’n de tamamladı. İlk olarak Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde lisansına başladı. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümüne yatay geçişle kabul edildi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Bölümünden 2002-2003 eğitim-öğretim yılında bölüm ikincisi olarak mezun oldu. Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orta Öğretim Alan Öğretmenliği anabilim dalında tezsiz yüksek lisans yaptı. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nükleer Bilimler anabilim dalında tezli yüksek lisans yaptı. 2005 yılında Milli eğitim bakanlığına öğretmen olarak atandı. 2005-2011 eğitim öğretim yılları arasında Manisa Kula Hacı Ömer Özboyacı E.M.L’ inde görev yaptı. 2011 eğitim öğretim yılından itibaren Bornova Mimar Sinan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde görevine devam etmektedir.