

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(DOKTORA TEZİ)**

**HOMA DALYANI SEDİMENTLERİNDE BULUNAN  
ÇEŞİTLİ FOSFOR FORMLARININ ZAMANA BAĞLI  
DEĞİŞİMLERİNİN İNCELENMESİ**

**Mert SAPANCI**

**Tez Danışman: Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK**

**Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu: 504.02.01**

**Sunuş Tarihi: 19.09.2013**

**Bornova-İZMİR**

**2013**



**Mert SAPANCI** tarafından **Doktora** tezi olarak sunulan “**Homa Dalyanı Sedimentlerinde Bulunan Çeşitli Fosfor Formlarının Zamana Bağlı Değişimlerinin 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 **19.09.2013** tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı: Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK**

**Raportör Üye: Prof. Dr. Uğur SUNLU**

**Üye: Prof. Dr. Doğan YAŞAR**

**Üye: Doç. Dr. Aynur KONTAS**

**Üye: Doç. Dr. Özlem ÇAKAL ARSLAN**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....





**ÖZET****HOMA DALYANI SEDİMENTLERİNDE BULUNAN ÇEŞİTLİ  
FOSFOR FORMLARININ ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMLERİNİN  
İNCELENMESİ**

SAPANCI, Mert

Doktora Tezi, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK

Eylül 2013, 156 sayfa

Fosfor, sucul sistemlerde farklı yapılarda bulunabilen makronutrientlerden biridir ve kıyasal ekosistemlerde miktarının artması buna paralel olarak artan birincil üretim ile ötrofikasyona neden olabilmektedir. Sucul sistemlerde sedimentler fosfor için bir iç kaynak oluşturmaktadır. Sedimentteki fosfor formlarının araştırılması, sedimentin fosfor tutucu ya da fosfor kaynağı olarak davrandığının belirlenmesini sağlamaktadır. Bu çalışmada, Ege Bölgesi'nin en önemli lagünlerinden biri olan Homa Lagünü'nde sedimentte bulunan fosfor formları sıralı ekstraksiyon yöntemi (SEDEX) ile seçilen 9 istasyonda mevsimsel olarak incelenmiştir. Gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor, demire bağlı fosfor, otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor ve organik fosfor olmak üzere 5 farklı fosfor formu tespit edilmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, fosfor formlarının mevsimsel farka sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca ortamda biyolojik kullanıma uygun fosfor formlarının konsantrasyonlarının düşük olduğu belirlenmiştir. Sedimentteki fosforun büyük bir bölümünün kullanılmayan yapıda olması, sediment üstü suya olan akışların daha az olmasına neden olmaktadır.

**Anahtar sözcükler:** Homa Lagünü, SEDEX, Fosfor, Fosfor Formları, Sediment



**ABSTRACT****A RESEARCH ON VARIOUS FORMS OF PHOSPHORUS IN THE  
SEDIMENT OF HOMA LAGOON AND THEIR TIME-DEPENDENT  
CHANGES**

SAPANCI, Mert

PhD in Marine-Inland Water Sciences

Supervisor: Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK

September 2013, 156 pages

Phosphorus exists in many forms in aquatic environments, and increased phosphorus loading to coastal ecosystems increases primary productivity potentially leading to eutrophication. Sediments can act as an internal source of phosphorus in aquatic environments. The research of phosphorus forms in sediments is useful in understanding whether that sediment acts as an adsorber or source of phosphorus. In this research the phosphorus forms in the sediments of Homa Lagoon, which is one of the important lagoons of Aegean Region, were examined seasonally in selected 9 stations by a sequential extraction method (SEDEX). Five different phosphorus forms were detected as loosely sorbed phosphorus, ferric iron-bound phosphorus, authigenic carbonate fluorapatite + biogenic apatite + CaCO<sub>3</sub> associated phosphorus, detrital apatite phosphorus and organic phosphorus.

As a result of the examination, phosphorus forms were found to have seasonal changes. In addition the concentrations of phosphorus forms suitable for biological use were defined low. The major part of phosphorus in the sediment is not suitable for biological use which causes less phosphorus fluxes to the overlying water.

**Key words:** Homa Lagoon, SEDEX, Phosphorus, Phosphorus Forms, Sediment



## TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince her zaman büyük destek ve yakın ilgisini gördüğüm, bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan değerli hocam Sayın Prof. Dr. H. Baha BÜYÜKİŞİK'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma süresi boyunca fakülte imkanlarını seferber eden E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Dekanları Sayın Prof. Dr. Ahmet KOCATAŞ'a ve Sayın Prof. Dr. Mesut ÖNEN'e teşekkür ederim.

Arazi çalışmaları sırasında bana yardımcı olan Homa (Süfa) Araştırma Eğitim ve Uygulama Dalyanı personeline ve çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Dr. Fatma ÇOLAK SABANCI'ya teşekkür ederim.

Bugüne kadar maddi ve manevi her konuda benim arkamda olan ve desteklerini hep hissettiren sevgili aileme sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunmak isterim. Bu tezi, yaşamı boyunca bana her konuda destek olan, çalışmaya olan bağlılığını her zaman takdir ettiğim örnek bir akademisyen olan sevgili babam Prof. Dr. Mehmet SAPANCI'nın anısına ithaf ederim.



**İÇİNDEKİLER**

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
TABLolar DİZİNİ.....	xxiv
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	12
2.1 Dünya’da Fosfor Formları Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	12
2.2 Homa Lagünü Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	21
3.ÇALIŞMA ALANI HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	23
3.1 Homa Lagünü.....	23
3.2 Homa Lagünü’nde Çalışılan İstasyonlar.....	25
4. MATERYAL VE METOD.....	26
4.1 Sediment Örneklerinin Alınması ve Analiz Öncesi Hazırlıklar.....	26
4.2 Sediment Örneklerine Uygulanan Analizler.....	27
4.2.1 Tane boyu analizi.....	27

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
4.2.2 Sedimentte organik karbon, karbonat ve klorofil a'nın belirlenmesi .....	31
4.2.3 Sedimentte demirin belirlenmesi .....	32
4.2.4 Fosfor formlarının belirlenmesi .....	33
4.3 Deniz Suyu Örneklerine Uygulanan Analizler .....	38
4.4 İstatistiksel Analizler .....	40
5. BULGULAR.....	41
5.1 Sediment Parametreleri .....	41
5.1.1 Tane boyu analizi .....	41
5.1.2 Sedimentte pH.....	43
5.1.3 Sedimentte klorofil a.....	46
5.1.4 Sedimentte organik karbon .....	49
5.1.5 Sedimentte inorganik karbon .....	49
5.1.6 Sediment gözenek suyunda fosfat.....	50
5.1.7 Sedimentte demir .....	53
5.2 Su Parametreleri.....	56
5.2.1 Su sıcaklığı.....	56
5.2.2 Tuzluluk .....	59



## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.2.3 Çözünmüş oksijen.....	61
5.2.4 pH .....	64
5.2.5 Nitrat .....	67
5.2.6 Nitrit.....	70
5.2.7 Amonyum .....	72
5.2.8 Silikat.....	75
5.2.9 Fosfat .....	78
5.2.10 Klorofil a.....	81
5.3 Fosfor Formları.....	83
5.3.1 Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor .....	84
5.3.2 Demire bağlı fosfor.....	88
5.3.3 Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor ....	91
5.3.4 Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor .....	94
5.3.5 Organik fosfor.....	97
5.4 Mevsimlere Bağlı Fosfor Formlarının Yüzde Dağılımları .....	100
5.4.1 Yaz mevsimi .....	100

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.4.2 Sonbahar mevsimi.....	101
5.4.3 Kış mevsimi .....	102
5.4.4 İlkbahar mevsimi.....	103
5.5 Fosfor Formlarının Mevsimsel Değişimi.....	104
5.5.1 Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor .....	105
5.5.2 Demire bağlı fosfor .....	106
5.5.3 Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor ..	107
5.5.4 Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor .....	109
5.5.5 Organik fosfor .....	110
5.6 Fosfor Formlarının İstasyonlara Bağlı Değişimi .....	111
5.7 Sedimentte Toplam Fosfor.....	112
5.8 Fosfor Formlarının Birbirleri ve Bazı Fizikokimyasal Özellikler ile İlişkisi .....	113
5.8.1 Fosfor formlarının birbirleri ile ilişkisi .....	114
5.8.2 Fosfor formlarının bazı fizikokimyasal özellikler ile ilişkisi .....	115
5.9 Meteorolojik Veriler .....	116

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
6. TARTIŞMA.....	117
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	131
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	134
ÖZGEÇMİŞ.....	156
EKLER .....	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1 Kıyusal lagün sınıfları .....	3
3.1 Homa Lagünü ve çalışılan istasyonlar .....	24
4.1.1 7 cm çaplı sediment örnekleyici .....	26
4.1.2 Rhizon örnekleyici .....	27
4.2.1 Islak eleme yönteminde kullanılan elek sistemi .....	29
4.2.2 Manometrik yöntemle sedimentte karbonat tayini sistemi .....	32
4.2.4.1 Nüve ST 402 model çalkalamalı su banyosu .....	33
4.2.4.2 Sigma 2-16P model santrifüj cihazı .....	34
4.2.4.3 Filtrasyon sistemi .....	34
4.2.4.4 SEDEX prosedürünün şematik gösterimi .....	36
4.3.1 HANNA HI 8314 model pH metre .....	39
4.3.2 Hach DR-4000 model Spektrofotometre .....	39
5.1.1 İstasyonlardaki kum-silt-kil bileşenleri .....	41
5.1.2 İstasyonlardaki tane boyu - % ağırlık histogramları .....	42
5.1.2.1 Yaz mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı .....	44
5.1.2.2 Sonbahar mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı .....	44
5.1.2.3 Kış mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı .....	45

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.1.2.4 İlkbahar mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı .....	45
5.1.3.1 Yaz mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı .....	46
5.1.3.2 Sonbahar mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı.....	47
5.1.3.3 Kış mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı .....	47
5.1.3.4 İlkbahar mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı .....	48
5.1.4 Yüzde organik karbon değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi .....	49
5.1.5 Yüzde inorganik karbon değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi .....	50
5.1.6.1 Yaz mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı.....	51
5.1.6.2 Sonbahar mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı .....	51
5.1.6.3 Kış mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı .....	52
5.1.6.4 İlkbahar mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı.....	52
5.1.7.1 Yaz mevsiminde sedimentte sedimentte demir (%) dağılımı.....	54
5.1.7.2 Sonbahar mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı .....	54
5.1.7.3 Kış mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı .....	55
5.1.7.4 İlkbahar mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı .....	55

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.2.1.1 Yaz mevsiminde su sıcaklığının dağılımı .....	57
5.2.1.2 Sonbahar mevsiminde su sıcaklığının dağılımı .....	57
5.2.1.3 Kış mevsiminde su sıcaklığının dağılımı .....	58
5.2.1.4 İlkbahar mevsiminde su sıcaklığının dağılımı .....	58
5.2.2.1 Yaz mevsiminde tuzluluk dağılımı .....	59
5.2.2.2 Sonbahar mevsiminde tuzluluk dağılımı .....	60
5.2.2.3 Kış mevsiminde tuzluluk dağılımı .....	60
5.2.2.4 İlkbahar mevsiminde tuzluluk dağılımı .....	61
5.2.3.1 Yaz mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı .....	62
5.2.3.2 Sonbahar mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı .....	63
5.2.3.3 Kış mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı .....	63
5.2.3.4 İlkbahar mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı .....	64
5.2.4.1 Yaz mevsiminde pH değerlerinin dağılımı .....	65
5.2.4.2 Sonbahar mevsiminde pH değerlerinin dağılımı .....	65
5.2.4.3 Kış mevsiminde pH değerlerinin dağılımı .....	66
5.2.4.4 İlkbahar mevsiminde pH değerlerinin dağılımı .....	66
5.2.5.1 Yaz mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı .....	67

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.2.5.2 Sonbahar mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı .....	68
5.2.5.3 Kış mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı.....	69
5.2.5.4 İlkbahar mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı .....	69
5.2.6.1 Yaz mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı .....	70
5.2.6.2 Sonbahar mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı.....	71
5.2.6.3 Kış mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı .....	71
5.2.6.4 İlkbahar mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı.....	72
5.2.7.1 Yaz mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı .....	73
5.2.7.2 Sonbahar mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı.....	74
5.2.7.3 Kış mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı .....	74
5.2.7.4 İlkbahar mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı .....	75
5.2.8.1 Yaz mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı .....	76
5.2.8.2 Sonbahar mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı.....	76
5.2.8.3 Kış mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı .....	77
5.2.8.4 İlkbahar mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı.....	77
5.2.9.1 Yaz mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı .....	78
5.2.9.2 Sonbahar mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı .....	79

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.2.9.3 Kış mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı .....	79
5.2.9.4 İlkbahar mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı.....	80
5.2.10.1 Yaz mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı .....	81
5.2.10.2 Sonbahar mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı .....	82
5.2.10.3 Kış mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı.....	82
5.2.10.4 İlkbahar mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı .....	83
5.3.1.1 Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı.....	85
5.3.1.2 Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı.....	86
5.3.1.3 Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı.....	86
5.3.1.4 İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı.....	87
5.3.2.1 Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı.....	88
5.3.2.2 Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı.....	89
5.3.2.3 Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı.....	89



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.3.2.4 İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı .....	90
5.3.3.1 Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı .....	91
5.3.3.2 Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı .....	92
5.3.3.3 Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı .....	92
5.3.3.4 İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı .....	93
5.3.4.1 Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı .....	94
5.3.4.2 Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı .....	95
5.3.4.3 Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı .....	96
5.3.4.4 İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı .....	96

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.3.5.1 Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı .....	97
5.3.5.2 Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı.....	98
5.3.5.3 Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı .....	99
5.3.5.4 İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı.....	99
5.4.1 Yaz mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi .	101
5.4.2 Sonbahar mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi.....	102
5.4.3 Kış mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi ..	103
5.4.4 İlkbahar mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi.....	104
5.5.1 Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim: $\mu\text{g g}^{-1}$ ) .....	106
5.5.2 Demire bağlı fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim: $\mu\text{g g}^{-1}$ ).....	107
5.5.3 Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + $\text{CaCO}_3$ birleşik fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim: $\mu\text{g g}^{-1}$ ) .....	108

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.5.4 Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim: $\mu\text{g g}^{-1}$ ).....	110
5.5.5 Organik fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim: $\mu\text{g g}^{-1}$ ).....	111
5.7 Sedimentte toplam fosfor konsantrasyonunun mevsimsel değişimi (Birim: $\mu\text{g g}^{-1}$ ) .....	112

## TABLOLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
3.2 İstasyonlarının koordinatları .....	25
4.2.1 Wentworth tane boyu sınıfı .....	29
4.2.2 Folk boylanma sınıfları .....	30
4.2.3 Folk çarpıklık sınıfları.....	30
4.2.4 Folk sivrilik sınıfları.....	31
5.1.1 Tane boyu analizinden elde edilen içerikli grafik standart sapma, sivrilik, içerikli grafik çarpıklık ve sivrilik değerleri.....	43
5.3 Homa Lagünü sedimentinden çift tekrarlı olarak ekstrakte edilen fosfor formlarının ortalama konsantrasyonları .....	84
5.5.1 Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları.....	105
5.5.2 Demire bağlı fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları.....	106
5.5.3 Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO <sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları.....	108
5.5.4 Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları.....	109
5.5.5 Organik fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları	111
5.8.1 SEDEX prosedüründe elde edilen fosfor formlarının birbirleriyle olan korelasyonu.....	113

**TABLÖLAR DİZİNİ (devam)**

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
5.8.2 Fosfor formları ile bazı fizikokiyasal parametreler arasındaki ilişki .....	115

## 1.GİRİŞ

Doğal ekosistemler içerisinde kıyı alanları yüksek derecede birincil ve ikincil üretim oranlarına sahip olması ve dolayısıyla ekonomik olarak büyük önem taşımaları nedeniyle ayrı bir yere sahiptirler. Bu alanlardan biri olan lagünler, jeolojik bakımdan açık denizin etkisinden korunan bölgede, karasal ve sucul sistemler arasındaki sınır üzerinde yer alan, doğal bariyerler ile denizden kısmen veya tamamen ayrılmış sığ sulak alanlardır. Hem karasal, hem de denizel faktörlerin etkisi altındaki bu alanlar, tatlı su ortamından aşırı tuzlu su ortamına kadar değişebilen bir yapıya sahiptir (Gilabert, 2001).

Lagünler, çeşitli araştırmacılar tarafından farklı tanımlanmaktadır. Barnes'a (1980, 1994) göre lagünler, kıyısı bulunduğu denizden kısmen kum birikintisi ile ayrılan denizin etkisinin bulunduğu, sığ, hemen hemen hiç gelgitin olmadığı, acı sudan tuzlu suya değişim gösteren kıyısal göletler ya da göllerdir. Hidrojeomorfolojiye dayalı bu tanım pek çok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Lasserre, 1979; Phleger, 1981; Bird, 1984; Ardizzone et al., 1988). Kocataş'a (1999) göre lagün, littoral bir kordonla denizden kısmen ayrılmış acı su veya tatlı su gölleridir. Kabul edilen bu tanımlara rağmen haliç, lagün ve körfez tanımlarının birbirinden kolayca ayıramayacağı da düşünülmektedir (Mee, 1978). Pritchard'a (1967) göre haliç, deniz ile bağlantısı olan, karasal tatlı su girişi ile tuzluluğun azaldığı yarı kapalı kıyısal su kütleleridir ve bu tanımlama birçok lagün tanımı ile benzerlik taşımaktadır. Bu karışıklığın esas nedeni, bu alanların farklı bölgelerde farklı özelliklere sahip olmasıdır. Gelgit etkisinin fazla olduğu Avrupa'nın Atlantik kıyıları gibi bölgelerde, haliçler ve lagünler arasındaki başlıca fark su seviyesidir. Haliçler aşırı günlük su seviyesi değişimine maruz kalırken, lagünler devamlı su içerirler. Gelgit etkisinin daha az olduğu Avrupa'nın Akdeniz ve Baltık Deniz'i kıyıları gibi bölgelerde ise haliçler, nehir ile denizin bulunduğu bölüm olarak tanımlanırken, lagünler, kum birikintisi ile denizden ayrılan göle benzer su alanları olarak tanımlanmaktadır (Oliver, 2005).

Kıyısal lagünler, kara parçası ile deniz arasında kalan alanlar olduğu için karadan ve denizden gelebilecek etkilere karşı çok duyarlıdır. Bu alanlara, karasal ve denizel birçok parametrenin etki etmesinin yanında, tatlı su girişleri, yağış, buharlaşma, rüzgâr gibi etkiler de mevsimsel olarak lagünlerde değişimlere yol

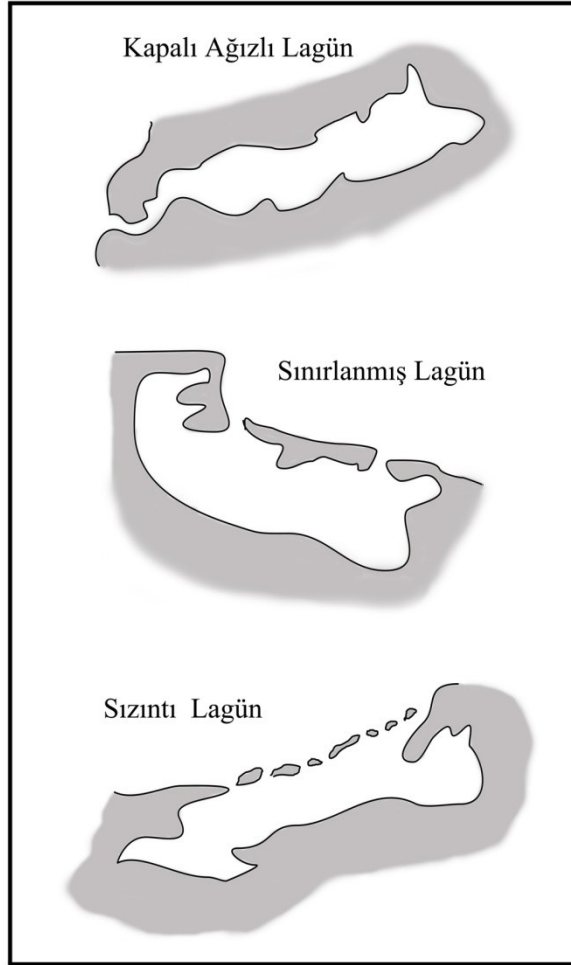
açabilmektedir. Nehirlerden gelen nutrient girişi ve sığ olmalarından kaynaklanan sediment ile su kolonu arasında gerçekleşen nutrient döngüsü değişken yapıdaki bu alanların yüksek verimliliğe sahip olmasını sağlamaktadır (Nixon, 1981). Ekolojik olarak büyük öneme sahip bu özel ekosistemler, bulunduğu bölgedeki su rejimini düzenleme, karakteristik bitki ve hayvan topluluklarına barınma imkanı sağlama gibi bir çok işlevsel görev üstlenmektedir (Deniz, 2004). Bunun yanında, lagünler balıkçılık aktivitesinin oldukça önemli olduğu ve yüksek nüfus yoğunluklarına sahip ekonomik bölgelerdir (Brion et al., 2008). Nehirlerin taşıdığı nutrientler nedeniyle yüksek birincil üretime sahip bu ortamlar, başta çipura, levrek, kefal gibi ekonomik değeri yüksek balıklar ile karides gibi omurgasız hayvanların gençlerinin erginleşme evrelerini geçirmelerine imkan sağlar. Üremek amacıyla denizlere dönmek isteyen balıklar ise, lagün ağzında insanlar tarafından kurulan ve kuzuluk olarak adlandırılan bölgede yakalanarak, yüksek balık üretimi sağlanır (Kocataş, 2002).

Kutup bölgelerinden ekvatorial bölgelere, kurak alanlardan nemli alanlara kadar değişen bölgelerde yer alan kıyısız lagünler (Lasserre, 1979; Guilcher, 1981), 10000 km<sup>2</sup>'den 1 hektara kadar farklı ölçüğe sahip olabilir (Bird, 1994). Dünyadaki kıyıların yaklaşık %13'ünü oluşturan lagünler (Kjerfve, 1986), Türkiye'de kıyı bölgelerinde 60.000 hektardan fazla bir alan kaplamaktadır. Bu alanların %50 ve %35'i, sırasıyla Akdeniz ve Ege kıyılarında yer almaktadır (Yerli, 1999). Ülkemizde 72 adet lagün bulunmaktadır. Bu lagünlerden, 29'u çalışır durumda iken 43'ünde tatlı su kaynaklarının yetersizliği, çevresel atıkların boşaltılması gibi nedenlerle sadece yapısal özelliğini korumakta ancak üretim gerçekleştirilmemektedir (Emiroğlu, 2001). Derinlikleri birkaç metreyi geçmeyen ve genellikle 1 metrenin altında olan bu ekosistemler, iklim değişimi ve hidrografik süreçlerden oldukça fazla etkilenen dinamik ortamlardır. Güneş ışığını iyi almaları ve bölgedeki bentik bitkiler ve mikro bitkilerin ötrofik proseslerin çoğunu gerçekleştirmesine imkan sağlar (Cotner et al., 2004). Özellikle kıyısız bölgelerde artan nüfus ve çevresinde bulunan tarım arazilerinde uygulanan zirai gübrelerin yoğunluğu ve bölgeye taşınımı sonucu bu bölgeler ötrofikasyon riski ile karşı karşıyadır (Cloern, 2001). Habitat Yönetmeliği (92/43/EEC) kıyısız lagünleri, yüksek öncelikli korunma alanları olarak tanımlamaktadır ve Avrupa hukuku

çerçevesinde tüm üye devletler, kendi ulusal sınırları içinde yer alan lagünleri korumak ile yükümlüdür.

Bird (1982) deniz ile olan bağlantı genişliğinin, denizin kabardığı süre içerisinde toplam bariyer uzunluğunun %20'sini geçmeyen ortamları kıyusal lagün olarak tanımlamıştır. Yapılan bu tanımlama lagünlerin genel özelliğini kapsamakla birlikte, fiziksel tiplerinde ve karakteristiklerinde büyük çeşitliliğe sahiptir ve birçok araştırmacı farklı sınıflandırmalar oluşturmuşlardır. Bu konudaki genel yaklaşım ise bağlantı kanallarının yapısı, sayısı ve bunların oluşumunda etkili olan çevresel faktörler üzerinedir.

Kjerfve (1986), lagünleri jeomorfolojik açıdan bağlı buldukları deniz ile olan su alışverişlerine göre 3 gruba ayırmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Kıyusal lagün sınıfları. Kjerfve'den (1994) değiştirilerek alınmıştır.



**Kapalı Ağızlı Lagünler;** bağlı bulunduğu deniz ile su alışverişini uzun ve dar bir kanal ile sağlayan bir yapı ile karakterize edilir. Mevcut yapısı sınırlı bir su değişimine izin verir ve derinlik bakımından da sığ özelliindedir. Bu lagünler, bağlı bulunduğu deniz veya okyanustan gelen gelgit akımlarına maruz kalmasına rağmen giriş kanalının yapısı, lagündeki su seviyesi dalgalanmalarını ve gelgite ait akımları önemli bir şekilde elimine eder. Özellikle de lagün içerisinde gelgitin şiddetini azaltır ve okyanustaki gelgitle karşılaştırıldığı zaman lagün içindeki su yüksekliğinde bir gecikme aşamasına neden olur. Bu tip lagünlerde gelgite ait salınımlar bitişik sahil akıntısıyla karşılaştırıldığında %5 veya daha düşük bir değere indirgenmiştir. Su yenilenme süreleri uzun olan bu lagünler mevsimsel su seviye değişimlerine maruz kalır. Tuzluluk değişiminin büyüklüğü ve sıklığı iklim ve hidrolojik döngünün kontrolündedir. Bu tip lagünlerin hidrodinamik döngü süresi kendisiyle benzer türde olan haliçler, sınırlanmış lagünler ve sızıntılı lagünlere göre genellikle daha uzundur. Tuzluluk dalgalanmaları fazladır ancak, tuzluluk dalgalanmaları, bölgeye ait başlıca iklimsel ve hidrolojik döngü ve olaylara karşılık meydana gelir. Kurak iklimde, lagün denizden uzaklaşabilmekte hatta bağlantı kanalı kapanarak, on yıllık bir periyotta lagün tuzlu bir katmana dönüşebilmektedir. Yağmurlu sezonda ise, aşırı yağmurların oluşturduğu sel akışlarıyla lagün havzasındaki su, girişteki engelden sızarak bariyerin zayıflamasını sağlar ve havza tekrar deniz suyu ile dolabilir. Yoğun güneş radyasyonu ve yoğun akım olaylarından dolayı bu lagünler; akışa uzun süre maruz kalma, hakim rüzgar gücü ve aralıklı tabakalaşma ile karakterize edilir (Kjerfve, 1986; Kjerfve, 1994). Kapalı ağızlı lagünler, havzanın kara kullanım denemelerinin bir sonucu olarak ötrofikasyon, kirlilik, sediment doldurma ve sınırlanmış su değişiminden özellikle kolay etkilenir. Bölgedeki sedimentasyon genellikle organik kökenlidir ve biyoçeşitlilik genel olarak düşüktür.

**Sınırlanmış Lagünler;** Genellikle kıyıya paralel yapıdaki bu lagünler iki veya daha fazla geniş giriş kanalına sahip olmaları ile karakteristiktir. Su yenilenme süresi kapalı ağızlı lagünler ile kıyaslandığında oldukça kısadır. Basınçlı su girişi ise, kapalı ağızlı lagünlere göre dikkate değer bir şekilde daha düşüktür (Kjerfve, 1994). Lagün girişlerinin kapanmasına engel olacak derecede yüksek gelgit düzeyinin etkisi altında olan bu tip lagünler, rüzgar etkisi ile de iyi bir dikey karışıma sahiptir. Geniş giriş kanalları, gelgit su seviyesi ve akım

değişimini çok fazla bir filtreleme yapmaksızın lagün içerisine kolaylıkla iletilir. Ortamın tuzluluğu, acı sudan bağlantılı olduğu deniz ya da okyanus tuzluluğuna kadar değişim gösterir. Sınırlanmış lagünler kapalı ağızlı lagünlerle karşılaştırıldığı zaman tuzluluk seviyesindeki değişim daha azdır. Sınırlanmış lagünlerin çoğu bölümlerinde tuzluluk homojen bir yapıdadır ve tuzluluk tatlı su girişine bağlı olarak nerede olursa olsun % 1–35 arasındadır. Bu tip lagünlerde sel deşarjları sonrasında lagünün suyu, tatlı ya da acı suya dönüşebilir. Geniş bölgeler üzerinde küçük gelgit aralığı ve yakın üniform tuzluluk meydana geldiği için günlük ve yarım günlük gelgitsel tuzluluk değişimi, giriş kanalında ve gelgit geçişlerinde göz önüne alınır (Kjerfve and Knoppers, 1991). Biyolojik çeşitlilik bakımından bağlı bulunduğu deniz ile benzerlik gösterir.

**Sızıntılı Lagünler;** genel anlamda ikiden fazla deniz bağlantısına sahiptir. Mevcut kanal girişlerinin kapalı olması durumunda dahi gelgit akıntıları, dalga hareketi ve kıyısız sürüklenme ile okyanus ya da deniz ile bağlantısı sağlanabilir. Bu tip lagünler, sayısız miktarda gelgit geçişleriyle karakterize edilir. Ortamdaki gelgit geçişleri, dalga enerjisi, uzun zaman ölçeğinde meydana gelebilen güçlü gelgit değişimleri denizle olan su değişimini zayıflatmaz (Kjerfve, 1986; Kferfve, 1994). Sızıntılı lagünler yüksek gelgit aralığının olduğu bölgelerde, yüksek dalga enerjisine rağmen varlığını sürdürebilir. Bu tip lagünlerde tuzluluk, genellikle bağlantılı olduğu okyanus ya da deniz ile benzerlik gösterir. Ancak nehir akışının fazla olduğu bölgelerde, tuzluluk değişimleri gözlenebilir. Sızıntılı lagünlerde gelgitsel sirkülasyon modeli genellikle iyi tanımlanmasına rağmen şiddetli rüzgarların etkisi altında değişim gözlenebilir. Çoğu geniş sızıntılı lagünler, haliçlere göre daha çok bağlantılı olduğu okyanusa ya da denize ait tuzluluk özelliği gösterir (Kjerfve and Knoppers, 1991).

Kjerfve'nin (1986) su geçişlerine bağlı sınıflandırmasının yanında, lagünler Özel Koruma Alanları ve Özel Bilimsel Fayda Alanlarını (SSSI) kapsamında 5 ana tipe ayrılmıştır (Bamber et al., 2001).

**Ayrılmış Lagünler;** denizden taş ya da sedimentten oluşan bir bariyerlerle tamamen ayrılmış yapıdaki lagünlerdir. Ortama deniz suyu girişi sınırlı ölçüde yer altı suyu sızıntısı ile ya da bariyer üzerinden gerçekleşir. Lagüne en etkili su girişi

tatlı su kaynağı ile sağlanırken, en etkili su kaybı buharlaşma ile gerçekleşir. Tuzluluk oranı oldukça yüksektir. Bu tip lagünlerin ömrü ise genellikle kısadır.

**Sızıntılı Lagünler;** çeşitli boyutlardaki çakıl yığınları ile denizden ayrılmış bir yapıdadır. Ortama deniz suyu girişi, bu çakılların arasından sızma ya da üzerinden geçerek sağlanır. Sızıntı lagünlerinin ömrü etrafında bulunan sedimentin ortama ulaşması ile ilişkilidir. Sedimentasyonun az olduğu bölgelerde uzun ömürlü olabilir.

**Taban Lagünleri;** denize ile bağlantısı bir açıklıkla sağlanan yapıdadır. Lagündeki su değişimi düzenli ve sıktır. Bağlı bulunduğu deniz ile aynı seviyede olmasına rağmen, gelgit aralığı belirgin olabilir ancak azdır. Diğer lagün tipleri ile kıyaslandığında oldukça uzun ömürlü olabilen bu lagünlerin ortadan kalkmaları genelde aşamalı ve uzun süren süreçler sonucunda meydana gelir.

**Savak Lagünleri;** deniz ile bağlantılı bu tip lagünlerde su değişimleri insan yapımı mekanik savak ya da bariyere benzer yapılar ile hafifletilir. Bu tip lagünlerin ömrü taban lagünlerine benzerdir ve ortamdaki gelgit aralığı oluşturulan savağın verimliliğine bağlı olarak düşük olabilir.

**Lagünel Koylar;** denize bir açıklıkla bağlantılıdır. Deniz bağlantısı yatay bir şekilde sınırlanmış ya da daraltılmıştır. Gelgit aralığı, genellikle bağlı olduğu deniz ile aynı aşamada görülebilir fakat azdır, taban lagünleri gibi uzun ömürlüdür.

Kıyısallık lagünlerin dağılımı ve dinamikleri birçok faktörün etkisi altındadır. Bu faktörler morfolojik etkenler, gelgit etkisi, sedimentasyon etkisi, rüzgar-dalgakırmı etkileri, kirlilik etkisi ve buharlaşma-tuzluluk etkisi şeklinde sıralanabilir (Sylaios and Theocharis, 2002). Lagünlerin dünyadaki dağılımı kıyıların jeolojik yapısı ile ilişkilidir. Kıyısallık bölgedeki gelgit düzeyi, iklim ve kıyı tipolojisi gibi temel fiziksel etmenler lagünlerinin oluşumu ve şekillenmesi üzerinde etkilidir. Dik yamaçlı ve kayalık kıyıları deniz suyunun karaya girişimine izin vermezken alçalarak uzanan alüvyonlu kıyıları azami gelgit yayılımına imkan tanımaktadır. Kıyıların bu jeolojik yapısı ise büyük ölçüde bölgedeki iklim şartları ve gelgit miktarı ile ilişkilidir (Tagliapietra and Ghirardini, 2006). Gelgit akım yönü her iki

doğrultuda da olabilir. Ortalama deniz suyu seviyesini geçen bir yapıdaki lagün suyu denize doğru hareket ederken, dalga yüksekliklerine bağlı olarak ortalama su seviyesinin yüksek olduğu fırtınalı dalga koşullarında deniz suyu, lagün içlerine doğru hareket etmektedir. Lagün içerisine deniz suyu girişinin olması bölge tuzluluğunu haliç tuzluluğuna benzer bir yapıya getirir. Lagünlerde gözlenen sedimentasyon ise ortamın sığlaşması üzerine etkili en önemli parametrelerden biridir (Bird, 1994). Gelgit etkisinin azalması ve su girişlerindeki sığlaşma bazı lagünlerin yavaş yavaş bataklığa doğru değişen bir yapı göstermesine neden olabilir. Bu tip alanlar, üretkenlik potansiyellerinden dolayı kısmen veya tamamen drene edilerek tarımsal arazilere dönüştürülmüştür (Whigham et al.,1993). Lagünlere tatlı su girişi nehirler ve yağışlar yoluyla sağlanır. Yazın artan sıcaklık ile birlikte kurak iklim şartları, tatlı su girişinde azalmaya ve buharlaşma miktarında artışa neden olur. Bu durum özellikle sığ lagünlerde çok etkilidir. Bağlantılı olduğu denizden kanallar yoluyla giren deniz suyu, akım yönünde ve rüzgarın da etkisi ile iç kısımlara doğru hareket eder. Bu durum, tatlı su girişinin bulunduğu bölge ile su hareketinin oldukça sınırlı olduğu bölge arasında çok farklı tuzlulukların belirlenebilmesine neden olur. Kıyısız lagünlerde tuzluluk, organizmaları etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Vega-Cendejas and Hernandez De Santillana, 2004). Tuzluluk artışı ile lagün içerisinde bu koşullara uygun bitki türleri gözlenirken, buharlaşmanın azalması ve yağışların artışı ile birlikte tuzluluktaki düşüş ekolojik dengenin yeniden bir değişim göstermesine neden olur.

Canlı organizmalar için gerekli makronutrientlerden biri olan fosfor, adenozin trifosfat olarak tüm canlı hücrelerine kimyasal enerji taşıırken, kalsiyum fosfat olarak omurgalıların diş ve bağ oluşumunda yer alır (Westheimer, 1987). Bununla birlikte, fosfor büyük ölçüde, apatit, florapatit ve hidroksiapatit gibi az çözünür mineraller tarafından yer kabuğunda tutulur (Griffith et al., 1973). Fosforun kullanılabilirliği, birçok karasal ve sucul ekosistemde birincil üretim için sınırlayıcı faktör olmuştur (Schindler, 1977; Smith, 1984; Björkman and Karl, 2003). Sucul ortamda nutrient artışı ve buna paralel olarak aşırı miktarda organik madde üretimi ötrofikasyon ile sonuçlanmaktadır. Ötrofikasyon doğal olarak meydana gelen bir olay olmak ile birlikte antropojenik etkiler sonucunda hızı artmaktadır. Sucul ortama yağmur suları ile kayaların aşınması sonucu besin

elementlerinin girmesi sonucunda doğal ötrofikasyon oluşurken, insan aktiviteleri sonucunda evsel ya da endüstriyel atık suların sucul ortama verilmesi sonucunda yapay ötrofikasyon meydana gelmektedir (Uslu ve Türkman, 1987). Fosforun ötrofikasyondaki önemi, sedimentteki miktarını da pek çok çalışmanın odak noktası haline getirmektedir (Boström et al., 1988).

Nutrient çevrimlerinin iyi anlaşılabilmesi için bentik proseslerin de bilinmesi gerekmektedir. Deniz sedimentinin, sediment üstü suyla etkileşim içinde olduğu ve su kolonu prosesleriyle bentik çevre arasında bağlantı kurduğu iyi bilinmektedir. Fosforun yaşam için gerekli nutrientlerden biri olması ve birincil üretim üzerinde sınırlayıcı etkisinin bulunması sudaki miktarının yanında sedimentlerdeki miktarının ve farklı formlarının belirlenmesini önemli kılmaktadır (Ruttenberg et al., 2009). Sediment ile su kolonu arasında fosforun batması ve salınımı geçmişten günümüze pek çok araştırmacı için merak konusu olmuştur. Fosfor döngüsünün anlaşılması için sedimentte mevcut olan fosfor miktarının ve belirli çevresel koşullar altında su kolonuna geçen farklı formlarının belirlenmesi önemlidir. Fosfor döngüsünde sediment önemli bir etkiye sahiptir. Bu etki, sedimentin fosforu tutma eğilimine ve çevresel şartlar değiştiği zaman fosforun serbest kalabilmesine bağlıdır. Fosforun sediment ile su kolonu arasındaki geçişi genellikle yükseltgenme-indirgenmeye bağlıdır. Ortamda oksitlenmiş bir yüzey tabakasının varlığı fosfatın demir oksitleri tarafından sedimente adsorblanmasına neden olur. Buna karşın, ortamda oksitlenmiş sediment yüzeyi çok ince veya hiç oluşmamışsa organik yapıli maddelerde bulunan fosfat su ortamına geçiş yapabilir (Slomp et al., 1998). Bentikte yaşayan omurgasızlar ve yem arama sırasında bentosu karıştıran balıklar da sediment ile sediment üstü su arasındaki fosfor dolaşımını etkilemektedir (Erençin ve Köksal, 1981). Bununla birlikte ortamdaki sucul bitkiler de sedimente fosfat adsorpsiyonunda önemli etkiye sahiptir ve ölümleri ile birlikte adsorplanmış fosfat tekrar mineralleşerek ortofosfat haline gelmektedir (Golterman, 2004). Sediment gözenek suyundaki fosfor düzeyi önemlidir, ortamdaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylardan etkilenecek mevsimlere, sedimentin derinliğine ve makrofit yoğunluğuna bağlı olarak konsantrasyonu değişebilir (Carignan, 1984; 1985). Su kolonundaki fosfat konsantrasyonuna sedimentin etkisi, mevcut fosforun kimyasal formu ile ilişkilidir (Ruttenberg, 1992; Koch et al., 2001),

sedimentten fosfor salınımı ise önemli derecede sediment gözenek suyunda ve sediment üstü sudaki fosfor konsantrasyonunun miktarı ve sedimentteki fosforun bağlı bulunduğu form ile ilişkilidir (Cowen and Lee, 1976). Sedimentin fosfor içeriği sedimentin kompozisyonuna, sedimantasyon oranına ve fizikokimyasal koşullara bağlı olarak değişim göstermektedir. Sedimentteki fosforun salınmasına neden olan birçok faktör vardır ve bu faktörler; sıcaklık, pH, sediment kompozisyonu, fosfor formları ve hidrolojik koşullar olarak sıralanabilir.

Genel anlamda fosfor sucul ortama iki farklı kaynaktan gelir. Bunların birincisi; ortama noktasal veya noktasal olmayan kaynaklardan gelen dış yüklemidir. İkincisi ise; sedimentten gelen iç yüklemidir (Zwolsman, 1994; Coelho et al., 2004). Sedimentler hem alloktan (çevreden yıkanarak gelen) hem de otokton (sucul ortamda oluşan) materyalleri içerir. Alloktan materyaller fosfat içeren hem inorganik hem de organik partiküllerden oluşur. İnorganik materyal farklı mineral formda fosfat içerirken, organik materyalde mevcut fosfat ise canlı organizma kalıntılarında bulunmaktadır. Otokton materyal ise başlıca sedimente çöken organizma kalıntılarında oluşmaktadır. Ayrıca köklü makrofitler, sucul sistemlerdeki azot ve fosforun temel kaynağını oluşturmaktadır ve ölümleri sonucunda bünyelerindeki besin elementlerini sedimente bırakarak buradaki fosfor depolanmasını arttırabilmektedir (Carignan, 1984; James et al., 2004).

Sucul ortamda mevcut olan asılı partiküller bir yandan ortofosfatı adsorblarken bir yandan da desorblamaktadır ve bölgedeki fosfor dengesi ortamın pH'ına, mikrobiyal aktivitelere ve  $\text{FeOOH}$ ,  $\text{FeS}$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  gibi kimyasalların bulunmasına bağlıdır (Golterman, 2004). Karasal kaynaklı girişler azalsa bile, sedimentte biriken nutrientlerin bir bölümü hareketli kalabilmekte ve yüksek birincil üretimi destekleyecek şekilde su kolonuna geri dönebilmektedir. Özellikle lagünler ve akarsular gibi kıyasal ekosistemlerde bu durum dinamik yapıları nedeniyle daha da önem kazanmaktadır. Sedimentte bulunan çoğu element, biyolojik kullanıma uygun olmamasına rağmen, farklı fiziksel ve kimyasal koşullar altında (pH, redoks potansiyeli, vb.) su kolonuna geçiş yapabilir. Bu durum, su kolonunda yapılan çalışmalar kadar sedimentte yapılan analizlerin de önemli olduğunu göstermektedir (Wetzel, 2001). Sedimente çökelen fosfor, kalsiyum, demir ve ya alüminyum bağlı form oluşturabilir ya da mineral

yüzelelere adsorbe olabilir, bu da fosfor döngüsünün birden çok sediment fazı içerdiğini göstermektedir (Emsley, 1980). Sedimente bağlanan farklı formlarda fosfor, ya uzun süreli olarak sediment içine gömülür ya da fosforun yeniden sucul sisteme salınmasına kadar kısa süreli depolanır (Froelich, 1988). Bentik fosfor döngüsünde, sediment ile su arasındaki fosfor alışverişi sürekli bir denge halindedir. Bu döngü (fosforun sedimentten suya geçişi ile yeniden sedimente dönmesi) fizikokimyasal ve metabolik etkiler altında gerçekleşir. Sedimentte mevcut fosfor konsantrasyonu sudakine kıyasla daha fazla olabilir. Fosforun sediment ile su arasındaki bu dolaşımında; sedimentin fosforu belirli bir süre tutabilmesi, suyun durumu ve sediment içinde yaşayan canlılar önemli etkenlerdir. Fosforun sediment içinde dağılışında bakterilerin, mantarların, planktonların ve çeşitli omurgasızların etkisi olmakla beraber tabanda yaşayan balıkların da etkileri vardır.

Fosfatın, tarımda, endüstride ve evlerdeki kullanımındaki artış, karadan denize doğru akışındaki artışa neden olmaktadır. Bu durum nehir ve göllerdeki fosfor konsantrasyonunun artmasıyla sonuçlanmıştır. Fosfatın, sediment ile sudaki dağılımı sucul sistemdeki üretim ile yakından ilgilidir. Yüzeysel suların tortularında, ötrofik göl ve körfezlerin dip kısımlarında oldukça fazla miktarlarda fosfat bulunmaktadır. Organik fosfor, kalsiyum, alüminyum ve demir bileşikleriyle fosfatın doğrudan çökmesi veya tortular ile kimyasal reaksiyonu sonucu oluşabilir. Sucul sistemlerdeki ortofosfatın mineral birleşikler tarafından adsorplanması, içerdikleri partikül yapısı ve büyüklüğü ile ilişkilidir ve küçük partiküllü sedimentin fosforu daha iyi adsorpladığı bilinmektedir (Golterman, 2004). Sedimentte mevcut olan kil yüzdesindeki artışın, sedimentte fosfor tutulumunu arttırdığı rapor edilmiştir (Almendinger, 1999; Mathews and Chandramohanakumar, 2003).

Sedimentte mevcut olan farklı formlardaki fosfor, sorpsiyon ile tekrardan su kolonuna salınmadan önce, sedimente kısa süreli depolanabilir ya da daha uzun süreli olarak sedimentin daha derin kısımlarına batabilir (Froelich, 1988). Sedimentteki fosfor formlarının araştırılması, sedimentin fosfor tutucu ya da fosfor kaynağı olarak davrandığının belirlenmesini sağlamaktadır (Tiyapongpattana et al., 2004). Formların belirlenmesi, sedimentteki toplam fosfor

miktarının belirlenmesinden daha önemlidir. Bu şekilde mevcut fosforun ne kadarının tekrardan su kolonuna geçiş yapabileceği anlaşılmaktadır.

Çalışma bölgemizi oluşturan Homa Lagünü'nde balık verimliliği, faunası ve balıklarda mevcut ağır metal düzeyleri, balıkların kıyısal ve açık deniz ağ kafeslerde gelişimlerinin karşılaştırılması, balıklardaki üreme biyolojisi, istridye yetiştirme olanakları, lagündeki ihtiyoplankton, plankton faunasını, bentik mikroalg kompozisyonu ve çevresel parametreler ile ilişkisi, lagün suyunda benzetilmiş kommünite kültür çalışmaları, kirlilik durumu, sedimentte bulunan ağır metaller ve sedimentte nutrient akışları üzerine yapılmış pek çok çalışma olmasına karşın, sedimentteki mevcut olan nutrientlerin formları hakkında yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır. Sedimentten nutrientlerin salınımı ve gömülmesi önemli olmakla birlikte bu konuda daha ayrıntılı yorum yapılabilmesi için sedimentte mevcut olan nutrient formlarının da incelenmesi gerekmektedir. Sedimentte bulunan biyolojik olarak kullanılabilir fosfor formlarının belirlenmesi, birincil üretimden başlayarak balığa kadar uzanan besin zincirindeki etkisi nedeniyle önemlidir.

Bu çalışmanın amacı; ülkemizde çalışır durumdaki 29 adet lagünden biri olan Homa Lagünü'nde iç kaynaklı fosfor yüklemesinin temelini oluşturan fosfor formlarının belirlenmesi, sedimentin fosfor kaynağı ya da fosfor tutucu bir özellik gösterdiğinin ortaya çıkartılması ve elde edilen bulguların araştırma bölgesinin sürdürülebilir kullanımı için oluşturulacak stratejilere katkı sağlamasıdır. Bölgede fosfor formlarını inceleyen ilk çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır.



## 2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Dünya’da Fosfor Formları Üzerine Yapılan Çalışmalar

18.yy başlarında gerçekleştirilen Kutup Keşfi (1829-1833) dünyada sediment çalışmalarının başlangıcı sayılmaktadır. Bunun ardından modern deniz jeolojisinin başlangıcı olarak kabul edilen Challenger Keşfi (1872- 1876) ile okyanus ve denizlerden önemli miktarda sediment örneklemeleri toplanmıştır. 19.yy ise Alman Güney Kutbu Keşfi kapsamında sediment örnekleri ilk defa 2 m’lik kor örnekleyici ile alınarak değerlendirilmiştir.

Sedimentteki fosfor formlarının ekstraksiyonu ise ilk defa 19. yy sonlarına doğru araştırılmaya başlanmıştır. Bu tarihten itibaren günümüze kadar sedimentte mevcut olan fosfor formları farklı araştırmacılar tarafından çeşitli prosedürler kullanılarak incelenmiştir.

**Williams et al. (1976)**, tarafından Kuzey Amerika’daki beş büyük gölden biri olan Erie Gölü’nde yüzey sedimentlerinde fosfor formları incelenmiştir. Bu çalışmada fosfor formları 3 gruba ayrılmıştır. Bunlar, apatit ile ilişkili fosfor, apatit olmayan inorganik fosfor ve organik fosfordur. Apatit ile ilişkili fosfor doğal ve aşınma ile oluştuğu belirtilmiştir. Başlıca silt boyutlarında olmalarına karşın ince kumdan kile kadar farklı boyutlarda da kıyıya yakın sedimentlerde tespit edilmiştir. Apatit olmayan inorganik fosfor ve organik fosfor ise kıyıya uzak çökeltme alanlarındaki sedimentlerde kil fraksiyonunda belirlenmiştir. Apatit olmayan inorganik fosfor, oksijenli ortamda demir oksit ile ilişkili bulunmuştur. Sedimentte mevcut olan organik fosfor ise ortamdaki organik karbon içeriği ile ilişki olduğu belirlenmiştir.

**Yamada and Kayama (1987)**, tarafından Japonya’da kıyısız deniz sedimentlerinde yapılan çalışmada beş farklı fosfor formu incelenmiştir. Bu formlar, çözünebilir fosfor, alüminyuma bağlı fosfor, demire bağlı fosfor, kalsiyuma bağlı fosfor ve organik fosfordur. Bu formlar arasında en yüksek yüzdeye sahip formun organik fosfor olduğu ve sediment derinliğine bağlı olarak değişim göstermediği tespit edilmiştir. İnorganik fosfor formları arasında ise en baskın formun kalsiyuma bağlı fosfor formu olduğu ve organik fosfor dağılımına benzer şekilde sediment derinliğine bağlı bir değişimin olmadığı belirtilmiştir.

Diğer inorganik formlar yani demire bağlı ve alüminyuma bağlı fosfor ise sediment derinliği ile negatif bir ilişkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Sedimentten su kolona fosfor formlarının salınımında metallere bağlı fosfor formlarının etkili olduğu özellikle yaz mevsiminde salınımın %60'ını temsil ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

**Jensen et al. (1995)**, tarafından Aarhus Körfezi'nde fosforun çökmesi, sedimentten salınımı ve sedimentteki farklı fosfor formları araştırılmıştır. Sedimentteki fosfor formlarının belirlenmesi için Jensen and Thamdrup (1993) tarafından oluşturulan prosedür uygulanmıştır. Bu prosedür sedimentteki 6 farklı fosfor formunun (gevşek bağlı fosfor, demire bağlı fosfor, metal oksitlere bağlı fosfor, filtre edilebilir organik fosfor, apatite bağlı fosfor ve ısıya dayanıklı organik fosfor) incelenmesine olanak sağlamaktadır. Yüzey sedimentlerinde en yüksek konsantrasyon demire bağlı fosfor formunda tespit edilmiştir. Bu fosfor formu toplam fosforun yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Fosfor formları arasında apatite bağlı fosfor ve ısıya dayanıklı organik fosfor sediment derinliğine bağlı olarak değişim göstermediği ancak gevşek bağlı fosfor filtre edilebilir fosfor ve metal oksitlere bağlı fosfor formlarının derinlik ile negatif ilişkiye sahip olduğu bulunmuştur.

**Andrieux and Aminot (1997)**, tarafından Seine Körfezi'nde iki yıl boyunca gerçekleştirilen çalışmada sedimentteki fosfor formları Williams et al. (1976) tarafından oluşturulan ve Psenner et al. (1988) tarafından bazı değişikliklerin uygulandığı metot ile incelenmiştir. Bu metot sedimentteki fosforu 3 forma ayırmaktadır. Bu formlar; kalsiyuma bağlı fosfor, apatit olmayan inorganik fosfor (demir ve alüminyuma bağlı fosfor ve gevşek bağlı fosfor) ve organik fosfordur. Körfez sedimentinde mevcut olan fosforun %50'den fazlası kalsiyuma bağlı olarak belirlenmiştir. Kalsiyuma bağlı fosfor formunda önemli bir zamana bağlı değişimin gözlenmediği ancak organik fosfor konsantrasyonunda kış mevsiminden ilkbahar ve yaz mevsimine doğru önemli bir artışın varlığı tespit edilmiştir. Bu artışın bölgedeki fitoplankton büyümesi gibi biyolojik dinamikler ile ilişkili olabileceği belirtilmiştir.

**Jensen et al. (1998)** Bemuda'nın kuzey kıyılarında yaptıkları çalışmada tropikal deniz çayırıları için potansiyel fosfor kaynakları incelenmiştir. Bu amaçla

Bailey Körfezi'nde seçilen 3 istasyonda sedimentte fosfor formları, Jensen and Thamdrup (1993) tarafından oluşturulmuş yöntem üzerinde bazı değişiklikler yapılarak ekstrakte edilmiştir. Bu formlar, gevşek bağlı inorganik fosfor ve filtre edilebilir organik fosfor, demire bağlı inorganik fosfor, adsorbe edilmiş inorganik fosfor ve filtre edilebilir organik fosfor, otijenik apatite ve kalsiyum karbonata bağlı inorganik fosfor, aşınmış apatite bağlı fosfor ve dirençli organik fosfordur. Araştırma bölgesindeki en baskın fosfor formu, asetat tamponu ile ekstrakte edilen otijenik apatite ve kalsiyum karbonata bağlı inorganik fosfor formu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sedimentteki fosfor miktarının on yıllar boyunca deniz çayırları gelişimi için yeterli olduğu tespit edilmiştir.

**Graca and Bolalek (2000)** Gdańsk Körfezi'nde yaptıkları çalışmada yüzey sedimentlerindeki toplam fosfor, toplam inorganik fosfor ve mevcut fosfor formlarının zamana bağlı değişimlerini incelemişlerdir. Yüzey sedimentlerindeki fosfor değerlendirmeleri için Golachowska'nın 1977 yılında oluşturduğu prosedürler kullanılmıştır (Golachowska, 1977a; 1977b; 1977c). Fosfor formlarının ekstraksiyonu sonucunda alüminyuma bağlı fosfor, demire bağlı fosfor ve kalsiyuma bağlı fosfor olmak üzere üç farklı inorganik fosfor formu belirlenirken, toplam fosfor ile toplam inorganik fosfor farkından da organik fosfor konsantrasyonu belirlenmiştir. Bir yıl boyunca aylık değerlendirmeler sonucunda toplam inorganik fosfor miktarının toplam organik fosfor miktarından fazla olduğu tespit edilmiştir. İnorganik fosfor formları arasında ise kalsiyuma bağlı fosfor formunun diğer fosfor formlarından daha fazla miktarda belirlendiği belirtilmiştir.

**Andrieux-Loyer and Aminot (2001)** tarafından Fransa kıyısız alanlarında sedimentteki fosfor formları farklı sediment yapısına sahip 3 bölgede incelenmiştir. Ekstraksiyon prosedürü için Williams et al. (1976) tarafından oluşturulan ve Psenner et al. (1988) tarafından bazı değişikliklerin uygulandığı metot kullanılmıştır. Sedimentin tane boyu ile fosfor formları arasındaki korelasyon incelendiğinde, hem kum yüzdesi fazla olan hem de kil yüzdesi fazla olan iki bölgede de gevşek bağlı fosfor ve demire bağlı fosfor ile tane boyu arasında önemli ilişki belirlenmiştir. Ancak linear regresyon analizi sonucunda kil yüzdesi ile fosfor formları arasındaki ilişkinin daha önemli olduğu bulunmuştur.

**Frankowski et al. (2002)** tarafından Pomeranian Körfezi'nde gerçekleştirilen çalışmada seçilen 19 istasyonda Mart 1996 ve Temmuz 1996 dönemlerinde alınan sediment örneklerinde fosfor formları incelenmiştir. Sedimentteki farklı inorganik fosfor formlarının belirlenmesinde Golachowska (1977c) tarafından oluşturulmuş prosedür tercih edilmiş ve gevşek bağlı fosfor, alüminyuma bağlı fosfor, demire bağlı fosfor ve kalsiyuma bağlı fosfor olmak üzere toplam 4 farklı fosfor formu incelenmiştir. Bölgedeki inorganik fosfor formlarının yüzdesel katkıları incelendiğinde en yüksek konsantrasyon kalsiyuma bağlı fosfor formunda tespit edilmiştir. Bu fosfor formunu demire bağlı fosfor ve alüminyuma bağlı fosfor formu izlemektedir. Bölgedeki en düşük yüzde ise gevşek bağlı fosfor formuna ait olarak bulunmuştur.

**Kaiserli et al. (2002)** tarafından Yunanistan'daki mesotrofik yapıdan ötrofik yapıya değişim gösteren Volvi Gölü'nde ve hipertrofik Koronia Gölü'nde yapılan çalışmada sedimentteki farklı fosfor formları araştırılmıştır. Fosfor formları ekstraksiyonunda Psenner et al. (1984) oluşturduğu ve Hupfer et al. (1995) tarafından üzerinde ufak değişimlerin uygulandığı prosedür tercih edilmiştir. Bu yöntem ile göllerdeki gevşek bağlı fosfor, demire bağlı fosfor, metal oksitlere bağlı fosfor ve kalsiyuma bağlı fosfor olmak üzere 4 farklı fosfor formu belirlenmiştir. Her iki göldeki fosfor formlarının yüzdesel dağılımları incelendiğinde en önemli fosfor formunun kalsiyuma bağlı fosfor formu olduğu belirlenmiştir. Bu fosfor formunu sırasıyla metal oksitlere bağlı fosfor, demire bağlı fosfor ve gevşek bağlı fosfor takip ettiği bulunmuştur.

**Vicente et al. (2003)** tarafından İspanya'da iki kıyısal lagünde gerçekleştirilen çalışmada sudaki fosfat ve çözülmüş inorganik karbon konsantrasyonlarının yanında sedimentteki organik madde miktarı ve fosfor formlarının konsantrasyonu incelenmiştir. Çalışmada fosfor formlarının ekstraksiyonu için EDTA metodu uygulanmıştır (Golterman, 1996). Bu metot ile 3 farklı organik fosfor formu (asitle çözünebilen, NaOH ile çözünebilen ve kalıntı) yanında demire bağlı fosfor ve kalsiyum karbonata bağlı fosfor formlarını ekstrakte edilmiştir. Fosfor formlarının toplamı incelendiğinde iki lagün arasında belirgin bir fark bulunmamıştır ancak Honda Lagünü'nde inorganik fosfor formları daha baskın bir yapıdadır, Nueva Lagünü'nde ise organik fosfor formları

daha yüksek bir yüzdeye sahiptir. Bu farklı yapının Nueva Lagünü'ndeki yüksek organik madde miktarı ile ilgili olduğu belirtilmiştir.

**Lopez (2004)** Akdeniz'in batısında yer alan Es Grau Lagünü'nde sedimentteki fosfor formlarını Jensen et al. (1998) oluşturduğu ve Paludan and Jensen (1995) tarafından bazı değişikliklerin uygulanması ile son şeklini aldığı bir prosedür ile tespit etmiştir. Bu yöntemde 10 farklı fosfor formu ekstrakte edilebilmektedir. Bu formlar, gevşek bağlı inorganik fosfor, gevşek bağlı organik fosfor, demire bağlı fosfor, alüminyum oksitlere bağlı fosfor, kil minerallerine bağlı fosfor, otijenik karbonat flüorapatit, kalsiyum karbonata bağlı inorganik fosfor, kalsiyum karbonata bağlı organik fosfor, aşınmış karbonat flüorapatit, organik fosfordur. Bu yöntemin özellikle karbonat içeriği yüksek deniz sedimentlerindeki farklı organik ve inorganik fosfor formlarının belirlenmesi için uygun olduğu belirtilmiştir. Demire bağlı fosfor formunun, lagündeki en baskın inorganik fosfor formu olduğu bulunmuştur.

**Cha et al. (2005)**, Mayıs 1993 ve Ekim 1995 döneminde gerçekleştirdikleri iki arazi çalışması ile Doğu Denizi (Japon Denizi) sedimentlerindeki fosforun dağılımı ve miktarını değerlendirmişlerdir. Sedimentte mevcut fosfor formlarının belirlenmesi için SEDEX prosedürü (Ruttenberg, 1992) tercih edilmiştir. Bu yöntem ile belirlenen fosfor formlarından biri olan gevşek bağlı fosfor, deniz sedimentlerinde az bulunduğu için yöntemde bir takım değişiklikler yapılmış ve sonuçta 4 farklı fosfor formunu incelenmiştir. Bunlar; gevşek bağlı ve demire bağlı fosfor, otijenik fosfor, aşınmış fosfor ve organik fosfordur. Organik fosfor, demire bağlı fosfor ve otijenik fosfor arasında fosforun erken diyajenetik yeniden dağıtımını sonucunda otijenik fosforun Doğu Denizi sedimentlerinde çöktürüldüğü sediment verileri ile tespit edilmiştir.

**Zhu et al. (2006)**, sedimentteki fosfor formlarını Çin'de Changjiang Nehri yakınında yer alan Taihu, Chaohu ve Longgan Gölleri'nde incelemiştir. Taihu ve Chaohu Gölleri her yıl gerçekleşen aşırı alg üremeleri ile karakteristiktir. Longgan Gölü ise genel olarak makrofit baskın bir göldür. Taihu Gölü'nden 6, Chaohu Gölü'nden 4 ve Longgan Gölü'nden 3 olmak üzere toplam 13 yüzey sediment örnekleme yapılmış ve bu örneklerdeki fosfor formları, Li et al. (1998) tarafından modifikasyona uğramış SEDEX prosedürü (Ruttenberg, 1992) ile

belirlenmiştir. Bu yöntem sayesinde değişebilir yapıdaki fosfor, alüminyuma bağlı fosfor, demire bağlı fosfor, adsorbe edilmiş fosfor, kalsiyuma bağlı fosfor, aşınmış fosfor ve organik fosfor olmak üzere toplam 7 farklı fosfor formu ekstrakte edilmiştir. Geliştirilen bu yöntemdeki en önemli fark, kurutulmuş sediment örnekleri yerine yaş örnekler üzerinden ekstraksiyon işleminin gerçekleştirilmesidir. Bu çalışmada değişebilir yapıdaki fosfor, alüminyuma bağlı fosfor ve demire bağlı fosfor formlarının sedimentten suya geçen en aktif fosfor formları olduğu, ayrıca değişebilir yapıdaki fosforun su kalitesi üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Yüzeysel sedimentteki konsantrasyonu ile su kolonundaki konsantrasyonu arasında önemli lineer ilişki belirlenmiştir. Sediment ile su kolonu arasındaki fosfor hareketi üzerinde ise makrofit etkisinin önemi bulunmuştur. Özellikle alg aşırı üremesi üzerinde makrofitlerin kontrol edici bir ekolojik yöntem olduğu belirtilmiştir.

**Fang et al. (2007)** tarafından doğu Çin Denizi'nde yer alan Changjiang nehirağzı bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada yüzeysel sedimentinde fosfor formları, fosforun birikimi, fosforun gömülme verimliliği ve sedimentten fosfor akışı 30 istasyonda incelenmiştir. Fosforun ekstraksiyonu için Berner and Rao (1994) tarafından oluşturulan selektif SEDEX prosedürü kullanılmıştır. Bu yöntemde değişebilir yapıdaki fosfor ve demir oksihidroksitlere bağlı fosfor, otijenik kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonata bağlı fosfor, aşınmış apatite bağlı fosfor ile organik fosfor belirlenmiştir. Fosfor formlarının yüzdeleri incelendiğinde en baskın fosfor formunun aşınmış apatite bağlı fosfor (%70) olduğu bulunmuştur. Bu fosfor formunu, organik fosfor (%15.5), değişebilir yapıdaki fosfor ve demir oksihidroksitlere bağlı fosfor (%8.4) ve otijenik kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonata bağlı fosfor (%5.8) takip etmektedir.

**Matijević et al. (2008)** tarafından orta Adriyatik bölgesinde seçilen 5 istasyonda, sedimentteki fosfor formları vertikal olarak (0-10cm) incelenmiştir. Fosfor formlarının belirlenmesinde Matijević et al. (2008) tarafından modifikasyona uğramış SEDEX prosedürü (Ruttenberg, 1992) kullanılmıştır. Bu yöntemde biyojenik apatite bağlı fosfor, demir oksihidroksitlerine bağlı fosfor, otijenik apatite bağlı fosfor ve aşınmış apatite bağlı fosfor formları ekstrakte edilmiştir. 2002 yılında gerçekleştirilen tek örnekleme sonunda fosfor formlarının istasyonların farklı sediment yapısına sahip olması nedeniyle farklılık gösterdiği

ancak genel anlamda en baskın fosfor formunun demir oksihidroksitlere bağlı fosfor olduğu sonucuna varmışlardır.

**Lukawska-Matuszewska and Bolalek (2008)**, Gdańsk Körfezi'ndeki çalışmalarında sedimentteki toplam fosfor konsantrasyonu ve fosfor formları 2001-2005 yılları arasında seçilen 25 istasyonda incelemişlerdir. Ekstraksiyon işlemi için Jensen and Thamdrup (1993) tarafından oluşturulmuş yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem ile gevşek bağlı fosfor, demire bağlı fosfor, kil minerallerine ve alüminyuma bağlı fosfor, kalsiyuma bağlı fosfor ve organik fosfor olmak üzere toplam 5 farklı fosfor formu incelenmiştir. Bölgedeki toplam fosfor konsantrasyonundaki değişiminin %70'inden fazlası istasyonlardaki kil yüzdesi ile ilişkili bulunmuştur. Körfezin derin yerlerinde su kolonunda belirlenen düşük oksijen konsantrasyonu, düşük demire bağlı fosfor miktarı ile ilişkili bulunurken, bölgedeki yüksek çökme hızı ve oksijen yetersizliğine bağlı düşük organik madde çözünmesi sedimentteki organik fosfor miktarında artış ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Organik fosfor formu, körfezde en yüksek konsantrasyona sahip fosfor formu olarak tespit edilmiştir. İnorganik formlar arasında ise en yüksek ve en düşük konsantrasyon sırasıyla kil minerallerine ve alüminyuma bağlı fosfor ve gevşek bağlı fosfor şeklinde belirlenmiştir.

**Riberio et al. (2008)** São Miguel adasında volkanik sedimente sahip 3 gölde gerçekleştirdikleri çalışmada fosfor formlarını incelemişlerdir. Bu amaçla Psenner and Pucsko (1988) tarafından oluşturulan yöntem kullanılmış, gevşek bağlı fosfor, demir ve mangan hidroksitlerine bağlı fosfor, metal oksitlere bağlı fosfor, kalsiyum karbonata bağlı fosfor ve organik fosfor olmak üzere 5 farklı fosfor formu belirlenmiştir. Fosfor formlarının katkısı incelendiğinde trofik durumu daha yüksek olan iki gölde en yüksek yüzdeye sahip fosfor formu metal oksitlere bağlı fosfor formu olarak tespit edilmiştir. Bu fosfor formunun toplam fosfor konsantrasyonuna katkısı %50'nin üzerinde bulunmuştur. Oligotrofik yapıya sahip diğer gölde ise en önemli katkı gevşek bağlı fosfor formuna ait olduğu belirlenmiştir.

**Aydin et al. (2009)** Akdeniz'in kuzeydoğusunda gerçekleştirdikleri çalışmada, sedimentte ve deniz suyundaki organik ve inorganik fosfor formlarını değerlendirmişlerdir. Sedimentteki toplam fosfor konsantrasyonu Gericke and

Kurmies (1952) tarafından geliştirilen ve Golachowska (1977a) tarafından değişikliğe uğramış prosedür kullanılarak tespit edilmiştir. Sedimentte mevcut olan toplam inorganik fosfor miktarı Mehta et al. (1955) tarafından topraktaki miktarın belirlenmesi için oluşturulmuş ve Golachowska (1977b) tarafından sedimentteki miktarın belirlenebilmesi için modifiye edilmiş prosedür ile belirlenmiştir. Araştırma bölgesindeki toplam organik fosfor miktarı ise toplam fosfor miktarı ile toplam inorganik fosfor miktarı arasındaki farktan saptanmıştır. Sedimentte mevcut olan fosfor formlarının ekstraksiyonu ise Chang and Jackson (1957) tarafından oluşturulmuş ve Golachowska (1977c) tarafından sedimentteki miktarın belirlenebilmesi için adapte edilmiş prosedür ile belirlenmiştir. Çalışma bölgesinde belirlenen fosfor formları arasında en bol bulunan formun kalsiyuma bağlı fosfor formu olduğu ve sedimentte mevcut olan inorganik fosforun %80.31'ini oluşturduğu belirtilmiştir. Bunun dışında belirlenen fosfor formları konsantrasyonları ise büyükten küçüğe doğru alüminyuma bağlı fosfor, demire bağlı fosfor ve gevşek bağlı fosfor şeklinde sıralanmaktadır.

**Zhang et al. (2010)** tarafından Bering Denizi ve Batı Arktik Okyanusu kıyı bölgelerinde gerçekleştirilen çalışmada sedimentteki fosforun miktarı ve farklı formları incelenmiştir. Fosfor formlarının ekstrakte edilmesinde Zhang et al. (2004) oluşturduğu prosedür kullanılmış ve 5 farklı fosfor formu tespit edilmiştir. Bu formlar, adsorbe edilmiş inorganik ve değişebilir yapıdaki organik fosfor, demire bağlı inorganik fosfor, kalsiyum karbonata bağlı inorganik ve organik fosfor, aşınmış apatite bağlı fosfor ve ısıya dayanıklı organik fosfordur. Tüm fosfor formları arasında en yüksek yüzdeye sahip form aşınmış apatite bağlı fosfor olarak tespit edilmiştir. Bu fosfor formu toplam fosforun ortalama olarak %40'ın üzerinde bir kısmını oluşturduğu bulunmuştur. Bölgedeki ikinci en önemli fosfor formu ise kalsiyum karbonata bağlı inorganik ve organik fosfor olarak tespit edilmiştir.

**Wang et al. (2011)**, tarafından Florida'da yer alan Everglades ekosisteminde gerçekleştirilen çalışmada fosfor formları ve dağılımları kanal ve sulak alan olmak üzere iki farklı bölgede araştırılmıştır. Ekstraksiyon işleminde Reddy et al. (1998) oluşturduğu prosedür kullanılmıştır. Yüzey sedimentlerinde bulunan fosfor bu prosedür ile 5 gruba ayrılmıştır. Bunlar, kullanıma hazır formdaki fosfor, demir/aluminyum'a bağlı fosfor, organik fosfor,



kalsiyum/magnezyum'a bağı fosfor ve organik kalıntı yapısındaki fosfordur. Kanal ve sulak alan sedimentlerindeki fosfor formlarının konsantrasyonları arasındaki fark, başlıca farklı fizikokimyasal özelliklerden, biyolojik ortamlardan ve hidrolojik koşullardan kaynaklandığı belirtilmiştir. Fosfor formları konsantrasyonları değerlendirildiğinde sulak alan sedimentlerinde bulunan organik fosforun, toplam fosforun önemli bir kısmını oluşturduğu ancak kanal sisteminde baskın olan formun inorganik fosfor olduğu anlaşılmıştır. Bu durum, organik maddenin, sulak alanda sudaki ya da sedimentteki biyolojik olarak kullanılabilir formdaki fosforun döngüsü üzerinde etkili olması ile açıklanmıştır. Toplam fosfor konsantrasyonu bakımından ise kanal sedimentleri sulak alan örneklerinden daha fazla bulunmuştur. Bu durum kanal ekosisteminin insan kaynaklı etkiye daha çok maruz kalması ile ilişkili bulunmuştur.

**Meis et al. (2012)**, Clatto Baraj Gölü'nde yaptıkları çalışmada Phoslock (lantanum ile modifiye edilmiş bentonit kil) uygulaması sonrasında sedimentteki değişimleri ve fosfor formlarını araştırmışlardır. Bu amaçla seçilen farklı derinliğe sahip 4 istasyonda fosfor formları ekstraksiyonu Psenner et al. (1984) oluşturduğu ve Hupfer et al. (1995) tarafından bazı değişikliklerin uygulandığı prosedür kullanılarak incelenmiştir. Örneklemeler, farkın ortaya çıkartılması için Phoslock uygulamasından 2 gün önce ve uygulamanın üzerinden 28 gün geçtikten sonra gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda sedimentte hareketli olan fosfor üzerinde Phoslock uygulamasının çok etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Uygulama öncesinde sedimentteki fosfor hareketinin ilk 4cm'de olacağı düşünülerek Phoslock uygulaması gerçekleştirilmiş ancak inceleme sonunda ilk 10cm'de fosfor hareketi saptanmıştır. Su hareketleri ile sedimentte meydana gelen karışım lantanumu ancak 8cm derinliğe kadar geçişe imkan tanıdığı belirlenmiştir. Phoslock uygulamasının etkili olabilmesi için daha etkili bir ön incelemenin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Zhu et al. (2013)**, Çin'in güneybatısında yer alan Hongfeng Gölü'nde yaptıkları çalışmada Psenner et al. (1984) oluşturduğu ve Hupfer et al. (1995) tarafından üzerinde bazı değişikliklerin uygulandığı prosedür kullanılarak sedimentteki fosfor formları araştırılmıştır. Yedi istasyonda tek örnekleme şeklinde uygulanan çalışmada, ekstraksiyon yöntemi ile altı farklı fosfor formu incelenmiştir. Bunlar, gevşek bağı fosfor ( $\text{NH}_4\text{Cl-P}$ ), indirgeyici-çözünabilir

fosfor (BD-P), metal oksitlere bağlı fosfor (NaOH-rP), alkali-çözünebilir organik fosfor (NaOH-NRP), kalsiyuma bağlı fosfor (HCl-P) ve kalan (kalıntı) fosfor (Residual-P) olarak sıralanmaktadır. Göldeki fosfor formlarının konsantrasyonlarının Residual-P > NaOH-rP > NaOH-NRP > HCl-P > BD-P > NH<sub>4</sub>Cl-P şeklinde sıralandığı belirlenmiştir ve tüm formlar sediment derinliğine bağlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan tane boyu analizi sonucunda istasyonlardaki kil yüzdesinin 16.19–34.78 % arasında değiştığı, silt yüzdesinin ise 39.94–82.76 % olduğu ve kum yüzdesinin 1.05–19.83 % gibi oldukça düşük bir oranda bulunduğu belirlenmiştir. İnce taneli materyalin yüzdesinin fazla olması özellikle gevşek bağlı fosfor üzerinde önemli bir etkisinin bulunduğu ve bölgedeki fosfor döngüsüne etki ettiği vurgulanmıştır.

## 2.2. Homa Lagünü Üzerine Yapılan alışmalar

Çalışmanın gerçekleştirildiği Homa Lagünü'nde yapılmış çalışmaların başlangıcı 1960'lı yıllara dayanmaktadır. 1986 yılında lagünün Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne geçişi ile birlikte bölgede yapılan araştırma sayısında önemli bir artış gözlenmiştir.

1988 yılında Alpbaz ve Kınacıgil (1988) tarafından lagündeki balık verimliliği ve faunası incelenmiştir. 1991 yılında lagünde Japon istridyesi (*Crassostrea gigas*) yetiştirme olanakları (Alpbaz vd., 1991), lagünün su derinliğinin saptanması (Kınacıgil vd., 1991), sedimentte bulunan bazı ağır metaller ve bunların konsantrasyonları (Mordoğan vd., 1991) hakkında araştırmalar yapılmıştır. Lagünde ve İzmir Körfezi'nde kirlenme durumu ayrıca bazı ekonomik balık türlerinde ağır metal düzeyleri Sunlu ve Egemen (1998) tarafından incelenmiştir. Akyol (1999a) lagündeki bazı balık popülasyonlarının özelliklerini araştırmıştır. 2000 yılında Hoşsucu ve Ak (2000) lagündeki ihtiyoplanktonu değerlendirmiş, Ünsal vd., (2000) ise bölgedeki birincil deniz parametrelerini araştırmışlardır. 2002 yılında bölgedeki kirlilik durumu (Sunlu et al., 2002) ve topan kefali yumurtasından havyar elde edilmesi hakkında (şengör vd., 2002) alışmalar gerçekleştirilmiştir. Takip eden yıllarda, lagündeki plankton faunası (Pulat and Özel 2003), gümüş balığı üreme biyolojisi (Sezen vd., 2004), lidaki metrik ve meristik özellikler (Perçin (2005) ve çipuraların kıyısal ve açık deniz ağ kafeslerde gelişimlerinin karşılaştırılması (Korkut vd. 2006) ile ilgili

araştırmalar yapılmıştır. 2007 yılında, lagün suyunda benzetilmiş kommünite kültür çalışması (Kutlu ve Büyükişık, 2007) ve ikincil üretim (Yazıcı ve Büyükişık (2007) araştırılmıştır. Lagündeki ekonomik balıklar ve bölgeden yakalanan türlerin av kompozisyonu sırasıyla Balık et al. (2008) ve Acarlı vd. (2009) tarafından değerlendirilmiştir. Yapılan fitoplankton taksonomik çalışmalarına ilave olarak 2010 yılından itibaren bölgedeki bentik mikroalg kompozisyonu ve çevresel parametreler ile ilişkisi (Çolak Sabancı, 2010; Çolak Sabancı, 2011; Çolak Sabancı et al., 2011) incelenmiştir. 2012 yılında ise Homa Lagünü ve İzmir Körfezi'nde *Chaetoceros gracilis* türüne ait taşıma kapasitesi çalışması (Kutlu et al., 2012) gerçekleştirilmiştir.

Homa Lagünü'de gerçekleştirilen bu çalışmalara ek olarak birçok yüksek lisans ve doktora tezleri yürütölmüştür. Bunlar kronolojik sıralarıyla; Gurbet (1989), Korkut (1989), Önen (1990), Kınacıgil (1992), Sunlu (1994), Tekinay (1995), Tolon (1997), Akyol (1999b), Kutlu (2000), Cihaner (2001), Serdar (2003), Yazıcı (2005), Acarlı (2007), Çolak Sabancı (2008), Yürür (2008) ve Kutlu (2009)'dur

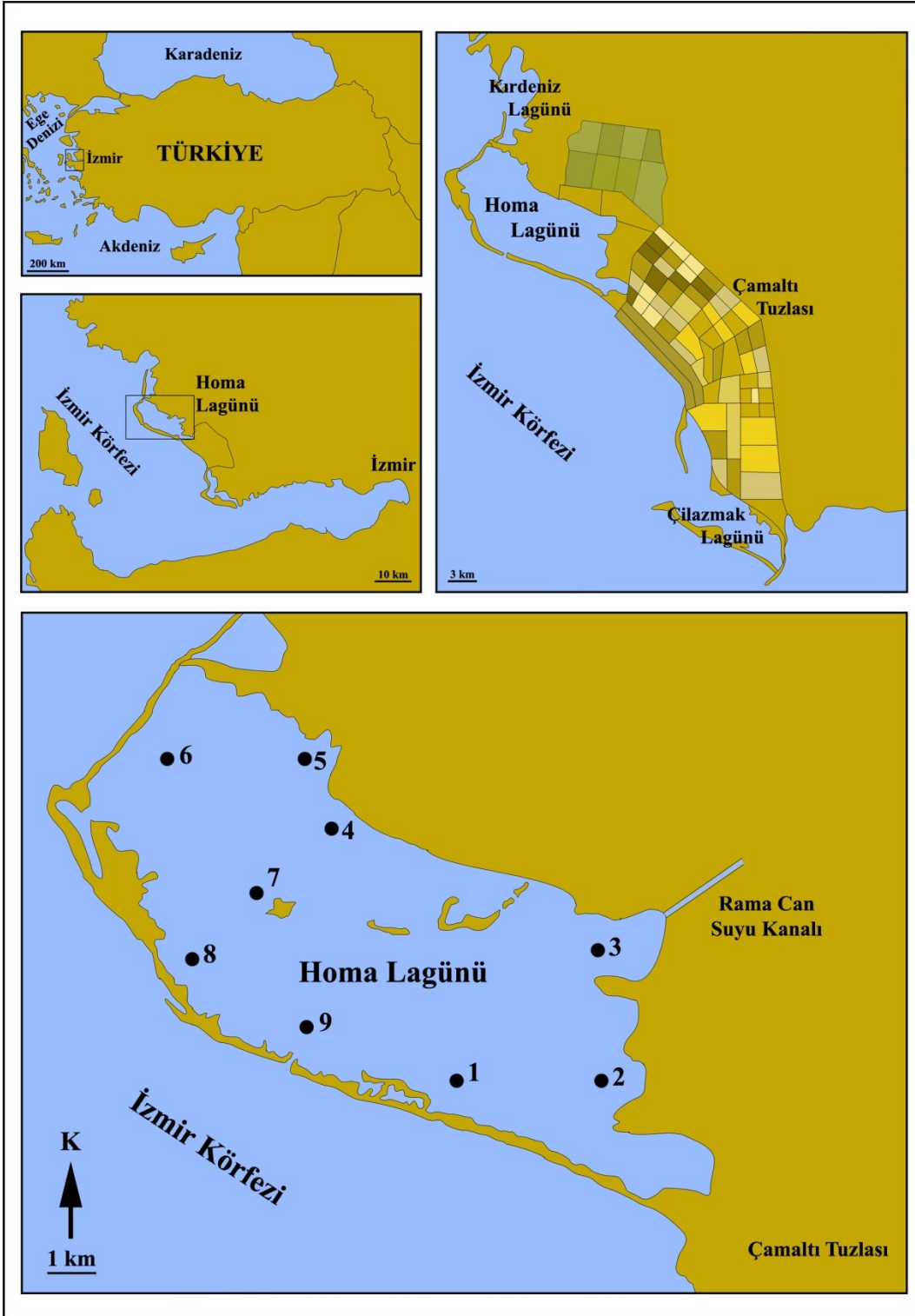
### 3. ÇALIŞMA ALANI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

#### 3.1. Homa Lagünü

İzmir Körfezi'nin dış körfez bölümünde bulunan Homa Lagünü ( $38^{\circ} 33' 10''$  K,  $26^{\circ} 49' 50''$  D), Ege Bölgesi'nin en önemli lagünlerinden biri olup 1800 ha'lık yüzölçümüne sahiptir (Cirik vd., 1991) (Şekil 3.1). Çamaltı Tuzlası ile Gediz Nehri arasında yer alan Homa Lagünü, Esas Dalyan (Homa Lagünü) ve Küçük Dalyan (Kırdeniz Lagünü) olmak üzere iki kısımdan meydana gelir. Küçük Dalyan 3,4 km uzunluğunda ve 1,2 km genişliğindedir ve 600 ha'lık bir yüzey alanına sahiptir. Bu lagün, körfeze yılda yaklaşık 182 milyon  $m^3$  tatlı su girdisi sağlayan (ÇED, 1990), Ege Bölgesi'nin ikinci büyük akarsuyu olan Gediz Nehri'nin getirdiği alüvyondan dolayı ( $520 \text{ ton}/\text{km}^2/\text{yıl}$ ) çok sığlaşmış olup dalyan özelliğini kaybetmiştir (Önen ve Yaramaz, 1991). Araştırmanın yürütüldüğü Esas Dalyan ise 7,4 km uzunluğa ve 3 km genişliğe sahiptir.

Homa Lagünü'nün İzmir Körfezi ile bağlantısını sağlayan 3 adet ana kapı ve 8 adet boğaz olmasına karşın günümüzde bunlardan sadece bir tanesi çalışmaktadır. 1991 yılında mevcut kapı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nin imkanları ile derinleştirilmiştir. İzmir Körfezi'nde çalışan son lagün olma özelliği ile önemli bir yer tutan araştırma sahasında üretim sezonu Haziran – Ocak ayları arasındadır. Ocak ayında 6 adet boğaz açılır ve balıkların girişlerini takip eden Haziran ayı içerisinde boğazlar kapatılarak balıklar hasat edilir (Acarlı, 2007).

Lagündeki maksimum derinlik 80 cm civarında olup, ortalama derinlik ise 40-45 cm'dir. Lagüne, Menemen Ovası'ndaki tarımsal su atıklarını bünyesinde toplayan bir drenaj kanalının açılması ve bu kanal ile ince sedimentlerin bölgeye taşınması sığlaşmaya neden olmaktadır. Tarım arazilerinde uygulanan gübrelerin kanal yoluyla lagüne ulaşması ortamdaki besleyici element konsantrasyonunda artışa neden olurken tarımsal ilaç kalıntılarının taşınması ayrı bir sorun oluşturmaktadır.



Şekil 3.1. Homa Lagünü ve çalışılan istasyonlar

Çalışma bölgesini de kapsayan Gediz Deltası Türkiye kıyılarındaki en büyük deltalardan biridir. Deltada sulak alan ekosisteminin oluşturduğu alan 20400 hektar olup (Anonim, 1998), lagüner sahalar, kuş cenneti, Çamaltı Tuzlası, mevsimsel bataklıklar, sazlık alanlar ve tarım alanları gibi birçok farklı yapıdan

oluşmaktadır (Delibacak ve Okur, 2000). 1982 yılında deltanın 8000 ha'lık bölümü Yaban Hayatı Koruma Sahası ilan edilmiştir. 1999 yılında koruma sahasının sınırları genişletilerek 1. Derece Doğal Sit Alanına dönüştürülmüş, 2002 yılında da 1. Derece Doğal Sit Alanının deniz sınırları belirlenmiştir. Delta Çevre Bakanlığı tarafından 1998 yılında Ramsar listesine dahil edilerek koruma altına alınmıştır (Gündoğdu vd., 2004).

### 3.2. Homa Lagünü'nde Çalışılan İstasyonlar

İstasyonların belirlenmesinde, lagünün deniz ile bağlantı bölgelerinin yeri ve dip yapısı önemli olmuştur. Bu doğrultuda lagünün tamamını temsil ettiği düşünülen toplam 9 istasyondan numune alınması kararlaştırılmıştır. Çalışma istasyonlarının konumları Şekil 3.1.'de, istasyonlarının koordinatları ise Tablo 3.2.'de verilmiştir.

Tablo 3.2. İstasyonlarının koordinatları

İstasyon	Koordinatlar	
	Enlem	Boylam
1	38° 31' 06" K	26° 51' 48" K
2	38° 31' 13" K	26° 52' 74" K
3	38° 31' 99" K	26° 52' 93" K
4	38° 32' 43" K	26° 51' 22" K
5	38° 33' 08" K	26° 50' 47" K
6	38° 32' 05" K	26° 49' 37" K
7	38° 32' 06" K	26° 50' 63" K
8	38° 31' 68" K	26° 49' 99" K
9	38° 31' 46" K	26° 50' 66" K

## 4. MATERYAL VE METOD

### 4.1. Sediment Örneklerinin Alınması ve Analiz Öncesi Hazırlıklar

Örnekleme Temmuz ve Aralık 2009 ile Şubat ve Mayıs 2011 tarihlerinde mevsimlik olarak yapılmıştır. Dağılmamış yüzey sediment örnekleri 7cm çaplı plastik boru ile alınmış olup, alt ve üst kapakları takılarak dik pozisyonda laboratuara getirilmiştir (Şekil 4.1.1).



Şekil 4.1.1. 7 cm çaplı sediment örnekleyici (Orijinal)

Laboratuara getirilen sediment örneklerinin ilk 10cm'lik bölümü çıkartılarak plastik kaplara aktarılmıştır. Sedimentin içerdiği sediment gözenek suyu elde edilmesinde Rhizon örnekleyici kullanılmıştır (Şekil 4.1.2). Rhizon örnekleyici başlıca 5 bölümden oluşmaktadır. Bunlar; sediment içine giren su emici polimer yapıdan oluşan bir ince tüp, tüpten suyun iletilmesini sağlayan

esnek bir hortum, enjektör ile bağlantıyı sağlayan bir lastik, enjektör ve basıncın sabit kalmasını sağlayan aparattır.



Şekil 4.1.2. Rhizon örnekleyici (Orijinal)

Oldukça küçük göz açıklığına sahip (0.1 $\mu$ m) Rhizon örnekleyici, aynı zamanda mikrobiyal ve koloidal kontaminasyonu engelleyici bir filtre görevi görmektedir (Knight et al., 1998). Alınan sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonu Strickland and Parsons'a (1972) göre belirlenmiştir

## 4.2. Sediment Örneklerine Uygulanan Analizler

### 4.2.1. Tane boyu analizi

Tüm istasyonlarda ıslak eleme yöntemi ve pipet yöntemi ile tane boyu dağılımına bakılmıştır (Galehouse, 1971). Eleme işlemi öncesinde sediment örneklerinin su içeriği (W%) belirlenmiştir.



$$W(\%) = \frac{\text{Örneğin ıslak ağırlığı } (W_{\text{wet}}) - \text{Örneğin kuru ağırlığı } (W_{\text{dry}})}{\text{Örnek Hacmi}} \times 100$$

Islak eleme için en az 200 gr örnek kullanılmıştır. Örnekler farklı göz açıklığına sahip eleklerden (63, 150, 300, 600 ve 1800  $\mu\text{m}$ ) elendikten sonra elek üzerinde kalan materyal bir miktar saf su ile darası belirlenmiş alüminyum panlara alınmış ve etüvde 100°C'de kurutulmuştur. Son olarak kuru materyalin tartımı gerçekleştirilmiştir. Bu işlem, çok kaba kum ile çok ince kum arasındaki farklı kum fraksiyonlarının belirlenmesine olanak vermektedir. Silt ve kil kesri ise pipet analizi ile hidrometrik olarak belirlenmiştir. Bu işlem için 63  $\mu\text{m}$ 'den elenmiş sediment örneği kullanılmıştır. Örnekler eleme işleminin ardından 5 ml derişik hidrojen peroksit ile bir gece boyunca bünyelerindeki killerin şişmesi için beklemeye bırakılmışlardır. Bekleme işleminin ardından 500ml hacimli mezürlere aktarılan örnekler delikli karıştırma diski ile karıştırılarak homojenize edilmiştir. Oda sıcaklığına bağlı olarak ayarlanmış sürelerde 10ml örnek, darası belirlenmiş alüminyum panlara alınmış ve etüvde 100°C'de kurutulmuştur. Son olarak örneklerin kuru tartımları alınmıştır ve dağılım hesabı yapılmıştır (Galehouse, 1971).

$$F = \frac{\text{Elek üzerinde kalan kuru örnek ağırlığı}}{\text{Toplam kuru örnek ağırlığı}} \times 100$$

Toplam örnek ağırlığı, örneğin içerdiği su içeriği yüzdesine göre kuru ağırlığa çevrildikten sonra farklı göz açıklığına sahip eleklerin üzerinde kalan materyalin kuru ağırlığına ve hidrometrik yöntem ile belirlenen kuru ağırlığa göre sedimentteki kum, silt ve kil yüzdeleri belirlenmiştir. Kullanılan tane boyu sınıflandırması Tablo 2'de, ıslak eleme elek sistemleri Şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2.1. Wentworth tane boyu sınıfı

Wentworth Tane boyu Sınıfı	mm
Çok kaba kum	>1,18
Çok kaba kum ve kaba kum	1,18-0,6
Kaba kum ve orta kum	0,6-0,3
Orta kum ve ince kum	0,3-0,15
İnce kum ve çok ince kum	0,15-0,063
Çok ince kum ve kaba silt	0,063-0,033
Kaba silt	0,033-0,020
Kaba silt ve orta silt	0,020-0,01
Orta silt ve ince silt	0,010-0,005
İnce silt ve çok ince silt	0,005-0,002
Çok ince silt	0,002-0,001
Kil	<0,001



Şekil 4.2.1 Islak eleme yönteminde kullanılan elek sistemi (Orijinal)

Sediment örneklerinin tane boyu sınıflandırmasının yanında sedimentin boylanması, asimetri veya çarpıklık durumu ve sivrilik ölçüleri de incelenmiştir. Boylanma, çarpıklık ve sivrilik durumlarını belirlemek için gerekli veriler Ek.1-9'dan elde edilmiştir.

Sedimentin boylanma katsayısını belirlemek için İçerikli Grafik Standart Sapma hesaplanmıştır (Folk, 1974). Boylanma sınıfları Tablo 4.2.2'de verilmiştir.

$$\text{İçerikli Grafik Standart Sapma } (\sigma I) = \frac{\Phi 84 - \Phi 16}{4} + \frac{\Phi 95 - \Phi 5}{6.6}$$

Tablo.4.2.2. Folk boylanma sınıfları

<0.35	Çok iyi boylanmış
0.35-0.50	İyi boylanmış
0.50-1.00	Orta boylanmış
1.00-2.00	Kötü boylanmış
2.00-4.00	Çok kötü boylanmış

Her ne kadar sedimentler kümülatif eğrileri, ortalama tane boyu ve boylanma yönünden benzer olabilseler de simetri yönünden değişim gösterebilirler. Sedimentin çarpıklık durumunu belirlemek için İçerikli Grafik Çarpıklık hesaplanmıştır (Folk, 1974). Çarpıklık sınıfları Tablo 4.2.3'de verilmiştir.

$$\text{İçerikli Grafik Çarpıklık } (Sk I) = \frac{(\Phi 16 + \Phi 84) - 2 * (\Phi 50)}{2 * (\Phi 84 - \Phi 16)} + \frac{(\Phi 5 + \Phi 95) - 2 * (\Phi 50)}{2 * (\Phi 95 - \Phi 5)}$$

Tablo.4.2.3. Folk çarpıklık sınıfları

+1.00 ---- +0.30	Kuvvetli ince çarpıklık
+0.30 ---- +0.10	İnce çarpıklık
+0.10 ---- -0.10	Hemen hemen simetrik
-0.10 ---- -0.30	Kaba çarpıklık
-0.30 ---- -1.00	Kuvvetli kaba çarpıklık

Sedimentteki en bol tane boylarının diğerlerine göre baskınlık derecesi sedimentin sivriliği ( $K_G$ ) ile ifade edilir. Benzer bolluktaki tane boyu sınıf sayısı arttıkça normal eğri basık biçim alırken, belirli tane boyu sınıflarının egemenliği normal eğriyi sivrileştirir. Sivrilik ölçüsü grafik sivriliktir ve aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Sivrilik sınıfları Tablo 4.2.4’de verilmiştir (Folk, 1974).

$$\text{Grafik Sivrilik } (K_G) = \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{2.44 * (\Phi_{75} - \Phi_{25})}$$

Tablo.4.2.4. Folk sivrilik sınıfları

<0.67	Çok basık
0.67-0.90	Basık
0.90-1.11	Normal
1.11-1.50	Sivri
1.50-3.00	Çok sivri
3.00<	Aşırı sivri

#### 4.2.2. Sedimentte organik karbon, karbonat ve klorofil a’nın belirlenmesi

Sedimentte organik karbon Gaudette et al.’a (1974), karbonat (inorganik karbon) ise Martin’e (1972) manometrik olarak belirlenmiştir (Şekil 4.2.2). Sedimentte klorofil a için hesaplamalar Lorenzen’e (1971) göre yapılmıştır.



Şekil 4.2.2. Manometrik yöntemle sedimentte karbonat tayini sistemi (Orijinal)

#### 4.2.3. Sedimentte demirin belirlenmesi

Sedimentte mevcut olan demir miktarının belirlenmesi için uygulanacak analiz öncesinde 80 °C'de kurutulmuş ve 63 µm göz açıklığına sahip elekten elenmiş örnekler, mikrodalga özümsemesine tabi tutulmuştur. 0.2 gr'dan az olacak şekilde tartılan örneklerin, teflon kaplarda asit karışımı ile (HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub> ve HCl) 190 °C'de 10 dakika boyunca özümsemesi sağlanmıştır. Mikrodalga özümseme işleminde CEM Mars Model 5 mikrodalga kullanılmıştır. Tüm örnekler ultrasaf su ile 50 ml'ye tamamlanmış ve demir analizi için hazır hale getirilmiştir.

Sedimentte demir analizi Metrohm 797 VA Computrace model voltmetre ile gerçekleştirilmiştir. Analizde çalışma elektrodu olarak askıda kalan civa elektrodu (HMDE), karşıt elektrot olarak platin çubuk elektrodu ve referans elektrodu olarak da Ag/AgCl (KCl 3mol L<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Özümseme sonrasında seyreltilmiş örnekler, analiz öncesinde tekrardan seyreltme işlemine tabi tutulmuştur. Örneklerin analizinde Aplikasyon Bülteni 317/1e prosedürü kullanılmıştır. Analiz sonucunda sedimentteki demir miktarı yüzde demir olacak şekilde hesaplanmıştır.

#### 4.2.4. Fosfor formlarının belirlenmesi

Homa Lagünü'nde sedimentte bulunan fosforun farklı formlarının ve miktarlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, Ruttenberg (1992) tarafından oluşturulan Sıralı Ekstraksiyon Yöntemi (SEDEX) kullanılmıştır. Belirlenen 9 istasyondan mevsimsel olarak alınan sediment örnekleri, farklı katı fazların farklı çözeltilerde değişik reaktivlik göstermesinden faydalanılarak ekstrakte edilmiştir. Analiz öncesinde sediment örnekleri alüminyum panlarda oda sıcaklığında kurutulmuş ve 125µm elekten elenmeden önce kalan nemin uzaklaştırılması için etüvde (60°C) tutulmuşlardır. 0.5g elenmiş sediment örneği (<125µm) analizlerde kullanılmıştır. Yapılan tüm denemeler çift tekrarlı gerçekleştirilmiştir. Yöntemde örnekler, her biri benzer kimyasal karakteristik gösteren tek ya da bir grup çözünmüş fazın belirlenmesi için seçilmiş bir seri ekstraktant ile ekstrakte edilmiştir. Tüm denemeler 25 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 50 ml'lik plastik santrifüj tüpleri kullanılmış ve çalkalama işlemi için Nüve ST 402 model çalkalamalı su banyosu kullanılmıştır (Şekil 4.2.3.1). Örnekler çalkalama işleminin ardından 3900 x g'de 10 dakika Sigma 2-16P model santrifüj cihazı (Şekil 4.2.3.2) ile santrifüj edildikten sonra 0,45µm göz açıklığına sahip filtreden vakum pompa ile filtre edilmiştir (Şekil 4.2.3.3). Filtrasyon sırasında ilk 2 ml kullanılmamıştır.

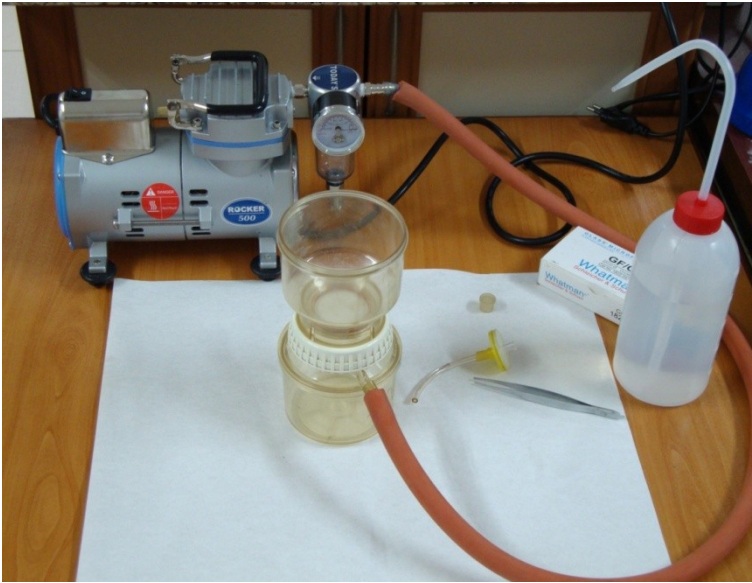


Şekil 4.2.4.1. Nüve ST 402 model çalkalamalı su banyosu (Orijinal)





Şekil 4.2.4.2. Sigma 2-16P model santrifüj cihazı (Orijinal)



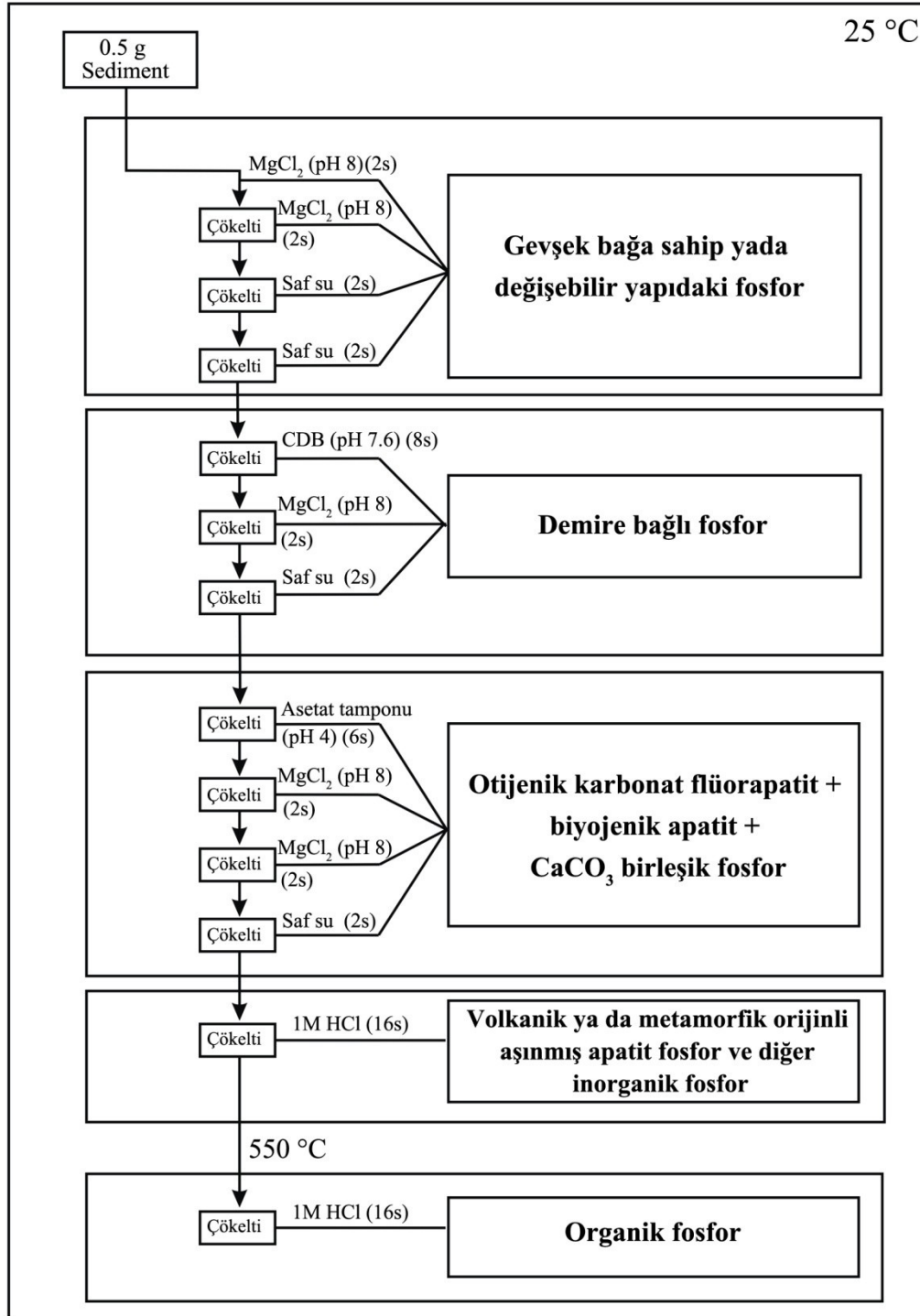
Şekil 4.2.4.3. Filtrasyon Sistemi (Orijinal)

SEDEX prosedüründe 5 farklı fosfor formu elde edilmektedir. Bunlar; gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor, demire bağlı fosfor, otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor ve son olarak organik fosfordur. SEDEX prosedürünün şematik gösterimi Şekil 4.2.3.4'de

verilmiştir. 2. basamak haricinde tüm basamaklarda kullanılan ekstraktant hacmi 50 ml'dir. 2. basamakta kullanılan CDB solusyonunun hacmi ise 45 ml'dir.

Birinci basamakta gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor belirlenmesi için, magnezyum fosfat kompleksinin oluşumu sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu amaçla ilk olarak sediment örneği pH'ı 8'e ayarlanmış  $MgCl_2$  (1M) ile 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Bu sürenin sonunda santrifüj tüpleri 10 dakika boyunca  $3900 \times g$ 'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjün ardından ekstraktant  $0.45 \mu m$ 'den süzlmüştür (ilk 2ml uzaklaştırılmıştır). Geriye kalan çökelti tekrardan pH'ı 8'e ayarlanmış  $MgCl_2$  (1M) ile 2 saat boyunca çalkalanmıştır. Ardından santrifüj ve süzme işlemleri gerçekleştirilir. Bu işlemi takiben örnek saf su ile 2 saat boyunca çalkalanmış ve santrifüjün ardından filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Son olarak saf su ile çalkalama işlemi 1 kez daha tekrarlanmıştır. Elde edilen toplam 200 ml ekstraktant analiz öncesinde, 250 ml'lik polietilen kapta  $4 \text{ }^\circ C$ 'de muhafaza edilmiştir.





Şekil 4.2.4.4. SEDEX prosedürünün şematik gösterimi.

İkinci basamakta demire bağlı fosfor belirlenmesi için, çözünmeyen yapıdaki  $Fe^{+3}$ , çözünebilen  $Fe^{+2}$  formuna indirgenmesi sağlanır ve bu da fosfor salınmasını olanak verir. Bu amaçla ilk olarak birinci basamak sonunda kalan çökelti pH'ı 7.6'ya ayarlanmış CDB solüsyonu (45 ml sitrat bikarbonat karışımına

1.125g sodyum ditionit ilave edilmesi ile oluşur) ile 8 saat boyunca çalkalanır. Çalkalama işlemi sonrasında ilk basamaktaki gibi şantrifüj ve süzme işlemleri uygulanmıştır. Kalan çökelti bu kez sırasıyla pH'ı 8'e ayarlanmış  $MgCl_2$  (1M) ve saf su ile 2'şer saat süreyle çalkalanmış, santrifüj edilmiş ve süzülmüştür. Elde edilen toplam 145 ml ekstraktant analiz öncesinde, 250 ml'lik polietilen kapta 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Üçüncü basamakta otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $CaCO_3$  birleşik fosfor belirlenmesi için, asidik ortamda çözünme işlemi sağlanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla ikinci basamak sonunda kalan çökelti ilk olarak asetat tamponu (asetik asit ile pH'ı 4'e ayarlanmış sodyum asetat) ile 6 saat boyunca çalkalanmıştır. Çalkalama işlemini takiben santrifüj ve süzme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kalan çökelti ikişer kez pH'ı 8'e ayarlanmış  $MgCl_2$  (1M) ile ve ardından bir kez saf su ile 2'şer saat boyunca çalkalanmış, santrifüj edilmiş ve süzülmüştür. Elde edilen toplam 200 ml ekstraktant analiz öncesinde, 250 ml'lik polietilen kapta 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Dördüncü basamakta volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor belirlenmesi için, düşük pH'lı ortamda çözünme işlemi uygulanmıştır. Kalan çökelti HCl (1M) ile 16 saat boyunca çalkalanmış, daha sonra önceki üç basamakta olduğu gibi santrifüj edilip süzülmüştür. Elde edilen 50 ml ekstraktant analiz öncesinde, 250 ml'lik polietilen kapta 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Beşinci basamakta organik fosfor belirlenmesi için kalan çökelti ilk olarak 550°C'de 2 saat yakılmış ve ardından örnek üzerine 50 ml HCl (1M) ilave edilip 16 saat boyunca çalkalanmıştır. Son olarak santrifüj ve süzme işlemleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen 50 ml ekstraktant analiz öncesinde, 250 ml'lik polietilen kapta 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

Demire bağlı fosfor analizi dışında diğer fosfor formlarının analizleri Strickland and Parsons'a (1972) göre yapılmıştır. CDB solusyonu molibdat mavisi kompleksinin oluşmasını engellediği için demire bağlı fosfor analizi Wantanabe and Olsen'a (1962) göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır. Ayrıca, otijenik

karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor ve organik fosfor ekstraksiyonu sırasında kullanılan ekstraktantların pH'larının düşük olması fosfat analizi sırasında renk oluşumuna engel olmaktadır. Bu nedenle bu fosfor formların ekstraktantları analiz öncesinde belli oranlarda seyreltilerek renk oluşumu sağlanmıştır. Analiz sonucunda elde edilen değer ise aşağıdaki formüle göre kuru sediment ağırlığındaki miktara dönüştürülmüştür.

$$C_{P(\text{sed.})} = \frac{C_{P(\text{ekstr.})} \times D \times \frac{L}{1000\text{ml}} \times V_{\text{ekstr.}}}{m_{\text{kuru sed.}}}$$

$C_{P(\text{sed.})}$ : Sedimentteki fosfor formu konsantrasyonu ( $\mu\text{g/g}$ )

$C_{P(\text{ekstr.})}$ : Ekstraktanttaki fosfat miktarı ( $\mu\text{g/L}$ )

$D$ : Seyreltme faktörü

$V_{\text{ekstr.}}$ : Ekstraktant hacmi (ml)

$m_{\text{kuru sed.}}$ : Kuru örnek ağırlığı (g)

### 4.3. Deniz Suyu Örneklerine Uygulanan Analizler

Homa Lagünü'ndeki fizikokimyasal parametrelerin ve nutrient konsantrasyonlarının belirlenmesi için tüm istasyonlardan 1 L'lik polietilen şişelere su örnekleri alınmıştır. Ayrıca deniz suyundaki çözülmüş oksijenin belirlenmesi için 250 ml'lik ağzı şilifli cam şişelere örnek alınmıştır. Deniz suyu sıcaklığı 0.5°C aralıklı civalı termometre ile ölçülmüştür. pH ölçümleri HANNA HI 8314 model pH metre ile arazide gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.3.1). Çözülmüş oksijen Winkler (1888) yöntemiyle, istasyonlardaki tuzluluk ise Harvey yöntemiyle argentometrik olarak belirlenmiştir (Martin, 1972). Nutrient analizleri Hach model DR-4000 Spektrofotometre kullanılarak Strickland and Parsons'a (1972) göre yapılmıştır (Şekil 4.3.2).



Şekil 4.3.1. HANNA HI 8314 model pH metre (Orijinal)



Şekil 4.3.2. Hach DR-4000 model Spektrofotometre (Orijinal)

#### 4.4. İstatistiksel Analizler

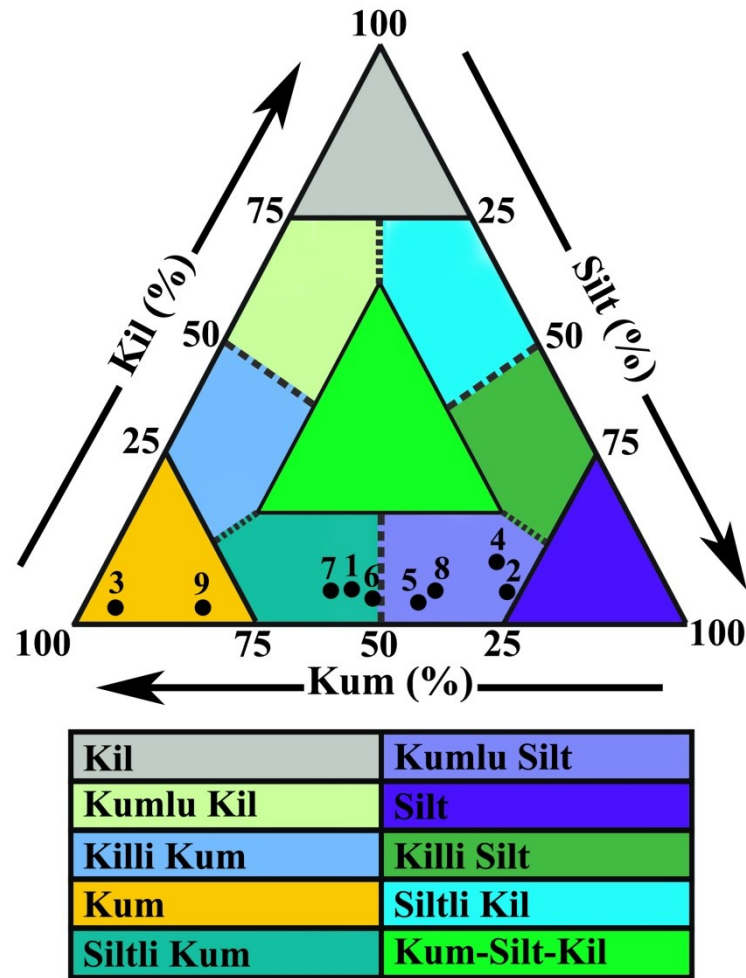
Elde edilen verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı test edilmiş ve fosfor formları ve fizikokimyasal özellikler için istasyon ve mevsimler arasındaki farkın önemli olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Farkın önemli olduğu durumlarda hangi grubun ya da grupların farklı olduklarını belirlemek amacıyla Çoklu Aralık Testi uygulanmıştır. Ayrıca formlarının birbirleri ve fizikokimyasal özellikler ile olan ilişkilerini saptamak içinde korelasyon analizi yapılmıştır. Varyans analizinde Statgraphics Centurion XV, korelasyon analizi ise Statistica 7.0 programı kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde önem düzeyi  $p \leq 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

## 5. BULGULAR

### 5.1. Sediment Parametreleri

#### 5.1.1. Tane boyu analizi

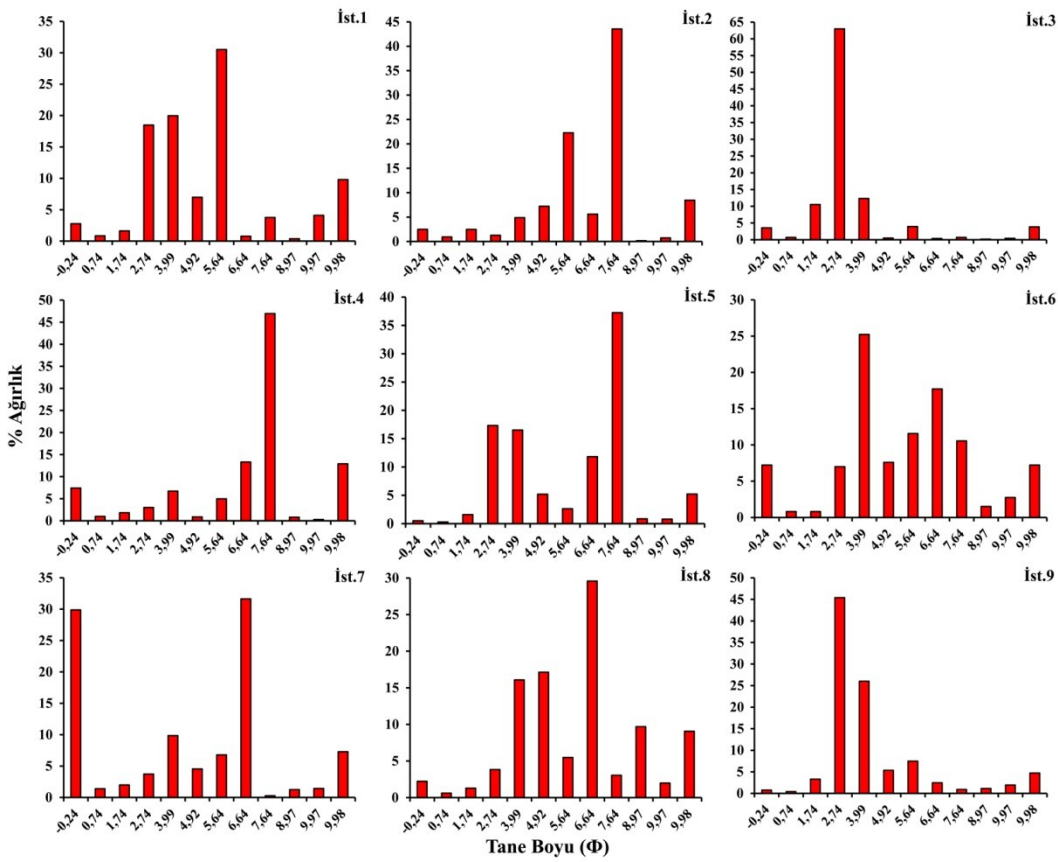
Tane boyu analizi sonucunda belirlenen kum-silt-kil yüzdelere göre istasyonların durumu Shephard (1954) kum-kil-silt karışım üçgeninde gösterilmiştir (Şekil 5.1.1). Buna göre İstasyon 1, 6 ve 7 siltli kum yapıda, İstasyon 2, 4, 5 ve 8 kumlu silt yapıda, İstasyon 3 ve 9 ise kum yapıdadır.



Şekil.5.1.1. İstasyonlardaki kum-silt-kil bileşenleri. Shephard'tan (1954) değiştirilerek alınmıştır.

Tane boyu-%Ağırlık histogramları (Şekil 5.1.2) incelendiğinde İstasyon 1'in tek modlu bir yapıya sahip olduğu belirlenmiştir. Kaba silt baskın yapıdadır. İstasyon 2'de ise tek modlu yapı ise orta silt ve ince silt yapısından kaynaklanmaktadır. İstasyon 3'de ilk iki istasyondaki gibi tek modlu yapıdadır

ancak bu tek mod orta kum ve ince kumdan kaynaklanmaktadır. İstasyon 4 ve 5'teki yapı İstasyon 2 ile benzerlik göstermektedir ve tek modlu yapını orta silt ve ince silt ile ilişkilidir. İstasyon 6'da iki mod (polimodal) bulunmaktadır. Bu istasyonda ince kum ve çok ince kum ile kaba silt ve orta silt yapıları polimodal yapıya neden olmuştur. İstasyon 7'de İstasyon 6 gibi polimodal yapıdadır. Bu istasyondaki iki mod çok kaba kum ile kaba silt ve orta silttir. İstasyon 8 ve İstasyon 9 tek modlu yapıdadır. Bu istasyonlarda en çok görünen tane boyları sırasıyla kaba silt ve orta silt ile orta kum ve ince kumdur.



Şekil.5.1.2. İstasyonlardaki tane boyu - % ağırlık histogramları

Tane boyu analizinden elde edilen içerikli grafik standart sapma, sivrilik, içerikli grafik çarpıklık ve sivrilik değerleri Tablo 5.1.1'de verilmiştir. İstasyonlardaki boylanma incelendiğinde genel yapının çok kötü boylanmış olduğu belirlenmiştir (İstasyon 1, 4, 5, 6, 7, 8 ve 9). İstasyon 2 ve 3 ise kötü boylanmış yapıdadır.

Tablo 5.1.1. Tane boyu analizinden elde edilen içerikli grafik standart sapma, sivrilik, içerikli grafik çarpıklık ve sivrilik değerleri

İstasyonlar	İçerikli Grafik Standart Sapma ( $\sigma_I$ )	İçerikli Grafik Çarpıklık (Sk I)	Sivrilik ( $K_G$ )
1	2,47	0,09	1,29
2	1,99	-0,38	1,70
3	1,11	0,36	2,99
4	2,66	-0,55	2,38
5	2,09	-0,53	0,60
6	2,69	-0,04	1,34
7	3,42	-0,26	0,68
8	2,41	0,05	1,30
9	2,02	0,66	1,96

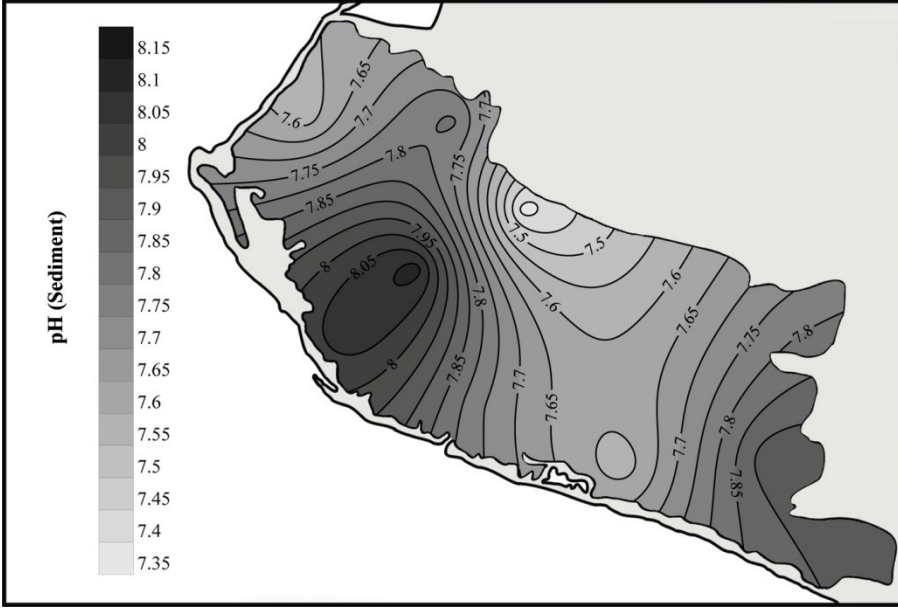
İstasyonlardaki çarpıklık durumu incelendiğinde istasyon 1, 6 ve 8'in hemen hemen simetrik bir yapı sergilediği belirlenmiştir. İstasyon 2, 4 ve 5 kuvvetli kaba çarpıklığa sahiptir. İstasyon 7 ise kaba çarpık yapıdadır. İstasyon 3 ve 9 ise kuvvetli ince çarpıklığa sahiptir.

Sediment sivrilik açısından değerlendirildiğinde İstasyon 1, 6 ve 8 sivri yapıdadır. İstasyon 2, 3, 4 ve 9 çok sivri yapıya sahiptir. İstasyon 5 çok basık yapıda iken İstasyon 7 basık bir yapıya sahiptir.

### 5.1.2. Sedimentte pH

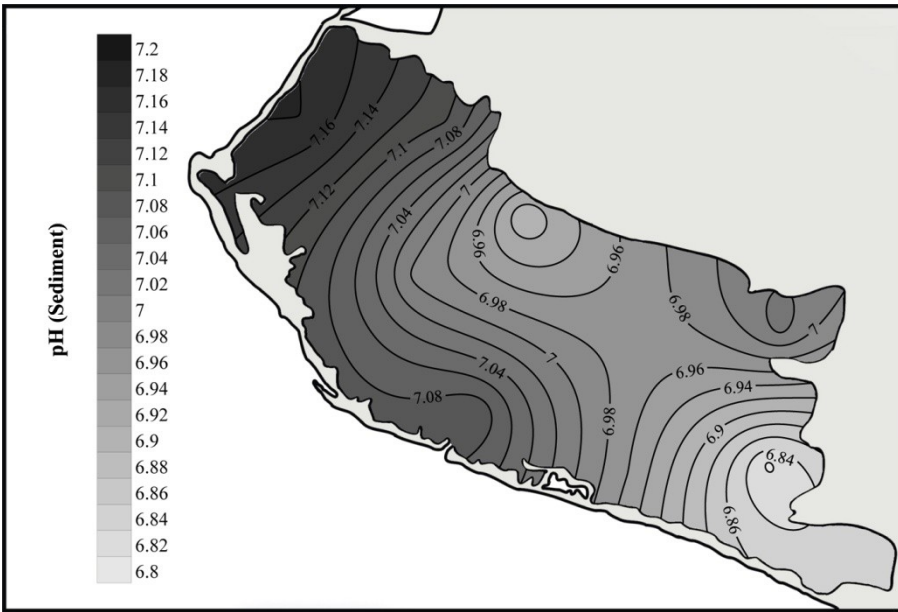
Homa Lagünü'nde araştırma dönemi boyunca belirlenen sedimentte pH değerleri 6,69 ile 8,12 arasında değişim göstermektedir. Yaz döneminde istasyonlarda belirlenen sedimentte pH değerleri birbirlerine yakın olmakla birlikte 7 numaralı istasyonun bulunduğu bölgede pH değerinde bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.1.2.1). En düşük pH değeri ise lagünün kuzeyinde yer alan 4 numaralı istasyonda belirlenmiştir (7,38).





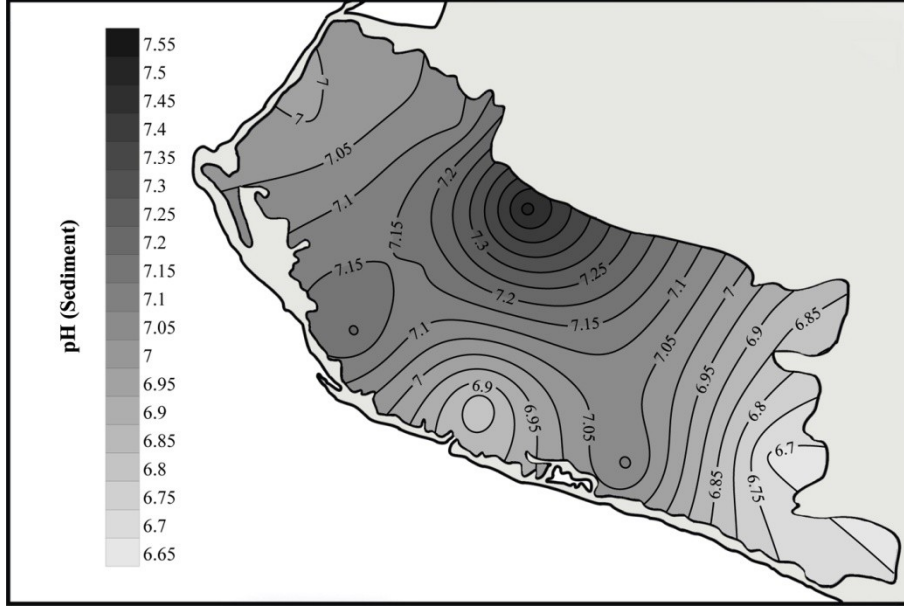
Şekil 5.1.2.1. Yaz mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde sedimentte pH değerlerinde bir azalma belirlenmiştir. Lagünün batısında yer alan taş kapıların olduğu bölgeye doğru pH değerlerinde bir artış bulunmaktadır (Şekil 5.1.2.2). En yüksek değer 6 numaralı istasyonda 7,18 olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise lagünün doğusunda bulunan 2 numaralı istasyonda saptanmıştır (6,82).

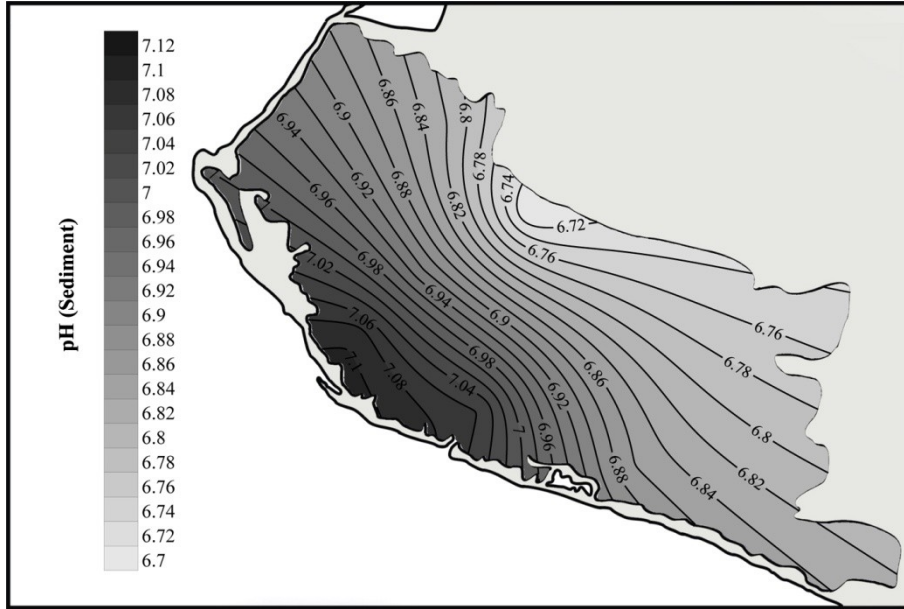


Şekil 5.1.2.2. Sonbahar mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı

Kış mevsiminde sedimentte pH değerleri incelendiğinde en yüksek pH değeri lagünün kuzeyinde bulunan 4 numaralı istasyonda belirlenmiştir (7,52). En düşük değer ise 6,69 ile lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyonda saptanmıştır (Şekil 5.1.2.3).



Şekil 5.1.2.3. Kış mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı



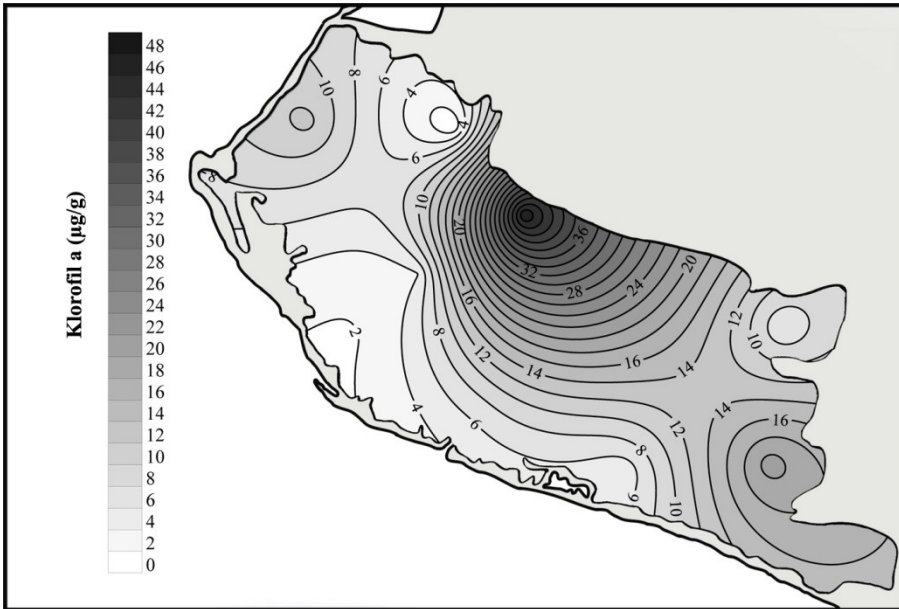
Şekil 5.1.2.4. İlkbahar mevsiminde sedimentte pH değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde lagün genelinde sedimentte pH değerleri 7'nin altındadır (Şekil 5.1.2.4). Bu mevsimdeki dağılım kış mevsimindeki dağılımın tam tersi bir durum söz konusudur. En düşük pH değeri 4 numaralı istasyonda belirlenmiştir (6,70). En yüksek değer ise lagüne deniz suyu girişinin olduğu bölgenin batısında yer alan 8 numaralı istasyonda saptanmıştır (7,09).

Araştırma boyunca sediment örneklerinde belirlenen en düşük pH değeri kış mevsiminde 2 numaralı istasyonda 6,69, en yüksek değer yaz mevsiminde 7 numaralı istasyonda 8,12'dir.

### 5.1.3. Sedimentte klorofil a

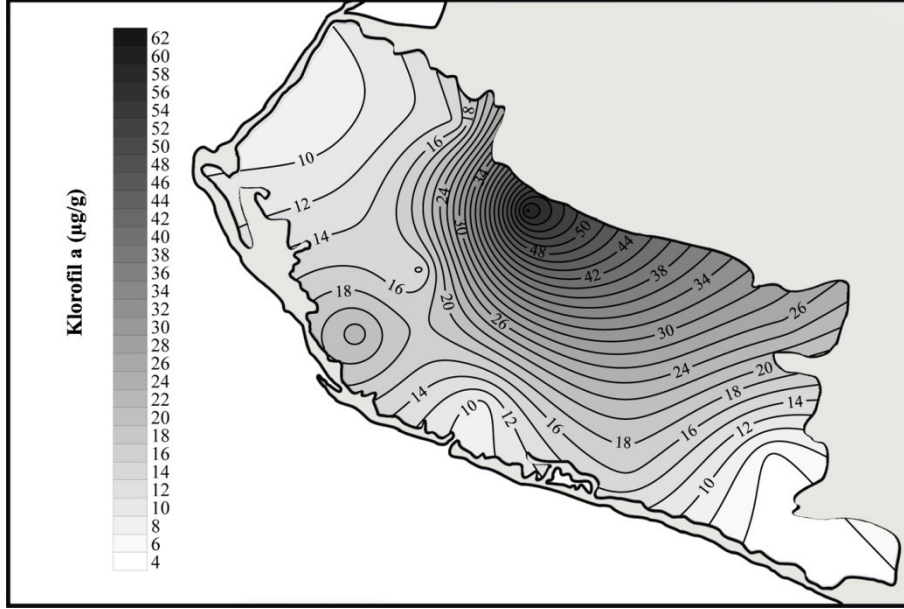
Araştırma bölgesinde sedimentte klorofil a değerleri 0,28 ile 218,65  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişim göstermektedir. Yaz mevsiminde 4 numaralı istasyona doğru bir artış görülmektedir (Şekil 5.1.3.1). En yüksek değer 47,89  $\mu\text{g g}^{-1}$  ile 4 numaralı istasyonda saptanırken, en düşük klorofil a değeri 4 numaralı istasyonun batısında yer alan 5 numaralı istasyonda belirlenmiştir.



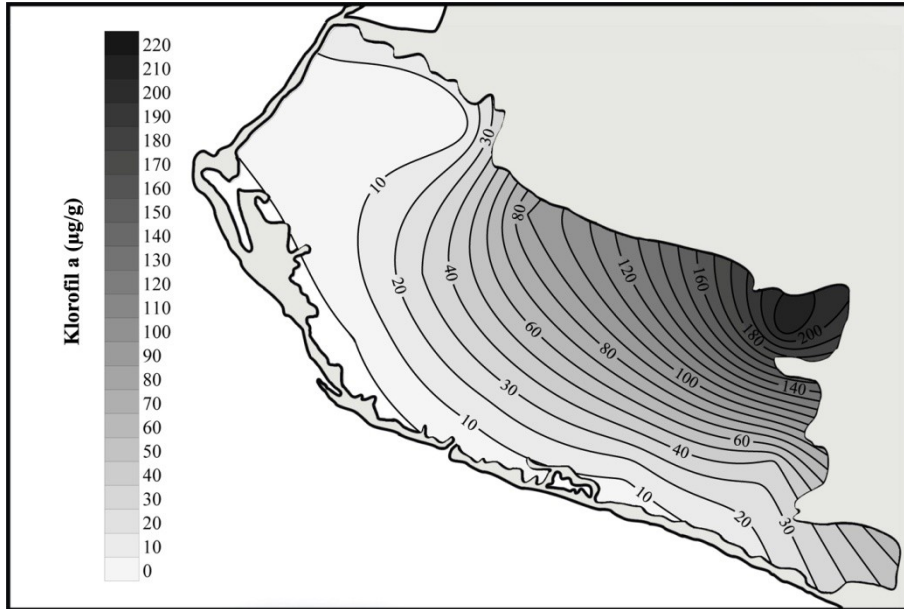
Şekil 5.1.3.1. Yaz mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde, sedimentte klorofil a değeri incelendiğinde yüksek değerlerin yaz mevsiminde de olduğu gibi 4 numaralı istasyonun olduğu bölgede olduğu görülmektedir (Şekil 5.1.3.2). Bu mevsimde saptanan en yüksek değer

yaz mevsimindeki değerin üzerindedir ve  $60,25 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise  $5,27 \mu\text{g g}^{-1}$  ile lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyonda saptanmıştır.

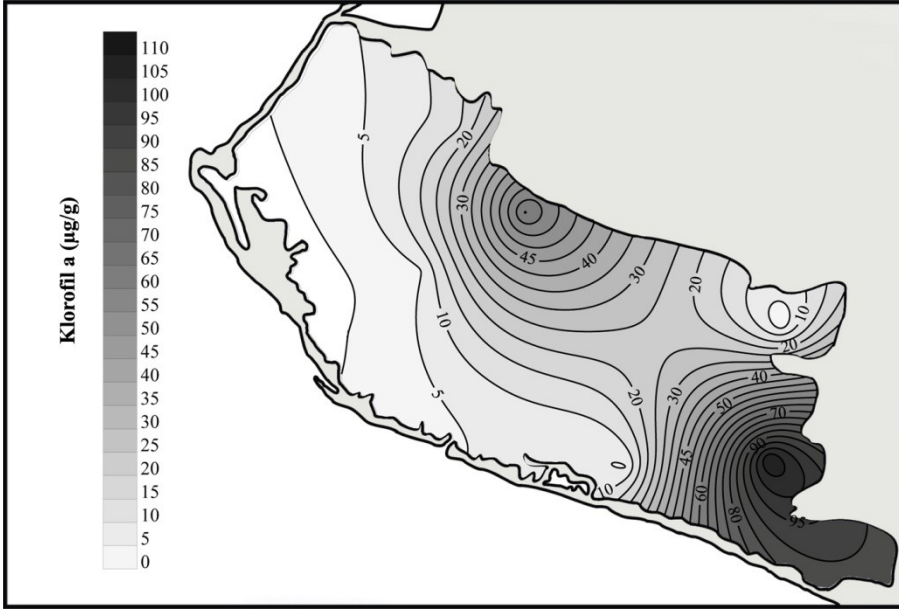


Şekil 5.1.3.2. Sonbahar mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı



Şekil 5.1.3.3. Kış mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı

Kış mevsiminde çalışma bölgesinin doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyona doğru sedimentte klorofil a değerlerinde bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.1.3.3). En yüksek değer  $218,65 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 3 numaralı istasyonda belirlenmiştir. En düşük değer ise  $0,39 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 8 numaralı istasyonda saptanmıştır.



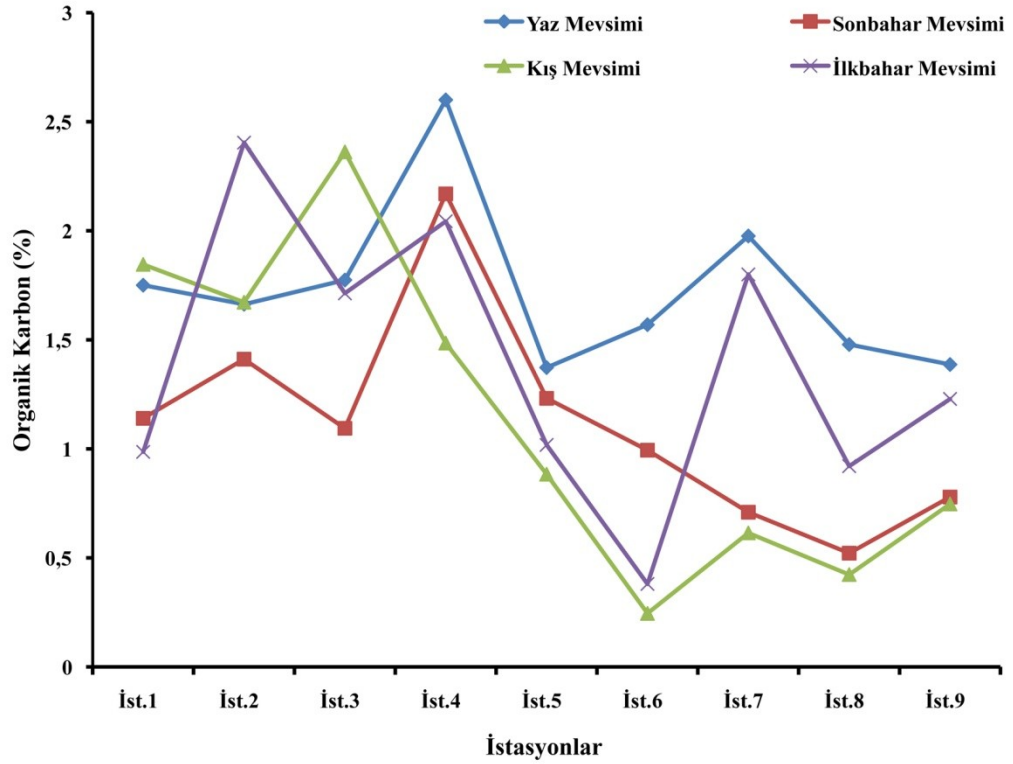
Şekil 5.1.3.4. İlkbahar mevsiminde sedimentte klorofil a değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde sedimentte klorofil a değerleri incelendiğinde özellikle lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyon çevresinde ve kuzeyde yer alan 4 numaralı istasyonda  $60 \mu\text{g g}^{-1}$  üzerinde değerler belirlenmiştir (Şekil 5.1.3.4). En yüksek değer 2 numaralı istasyonda  $109,91 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenirken en düşük değer kış mevsiminde de olduğu gibi 8 numaralı istasyonda  $0,28 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

Araştırma süresi boyunca her istasyonlardan alınan sediment örneklerinden elde edilen klorofil a değerlerinin mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek klorofil a değeri kış mevsiminde 3 numaralı istasyonda ( $218,65 \mu\text{g g}^{-1}$ ), en düşük klorofil a değeri ise ilkbahar mevsiminde istasyon 8'de ( $0,28 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiştir.

#### 5.1.4. Sedimentte organik karbon

Araştırma süresince hesaplanan organik karbon yüzdesi Şekil 5.1.4’de verilmiştir. Mevsimsel değişim incelendiğinde en yüksek değer, % 2,60 ile yaz mevsiminde 4 numaralı istasyonda, en düşük değer ise % 0,25 ile kış mevsiminde istasyon 6’da belirlenmiştir.

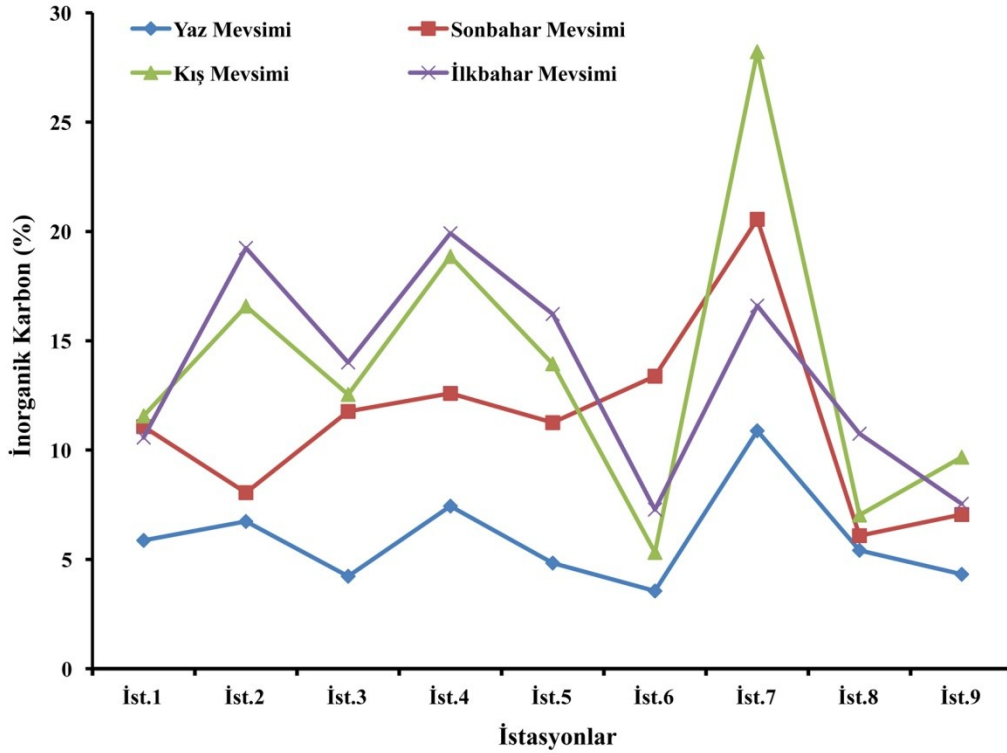


Şekil 5.1.4. Yüzde organik karbon değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi

#### 5.1.5. Sedimentte inorganik karbon

Araştırma süresince belirlenen inorganik karbon değerleri Şekil 5.1.5’de verilmiştir. Mevsimsel değişim incelendiğinde en yüksek değer, 7 numaralı istasyonda (% 28,22) kış mevsiminde, en düşük değer ise 6 numaralı istasyonda (% 3,55) yaz mevsiminde hesaplanmıştır.





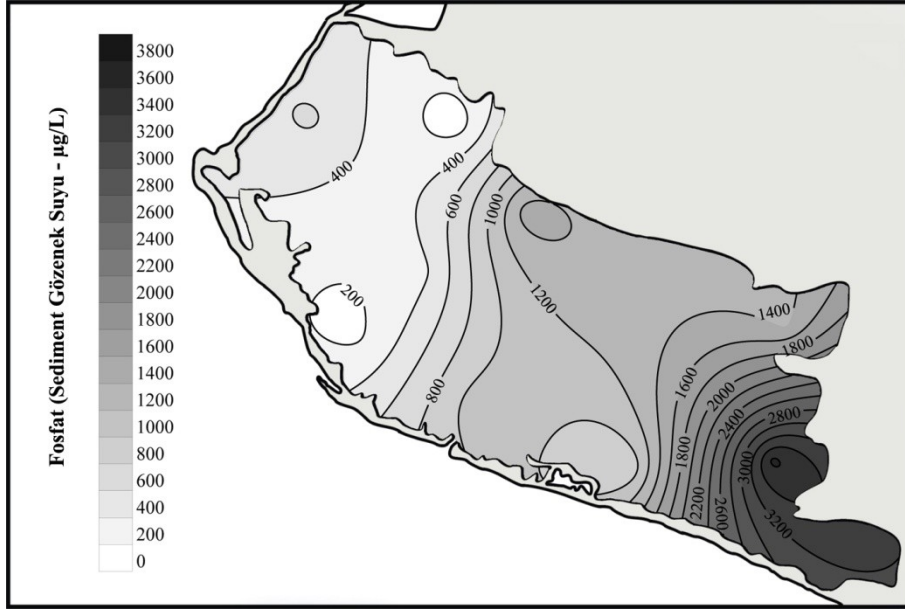
Şekil 5.1.5. Yüzde inorganik karbon değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi

### 5.1.6. Sediment gözenek suyunda fosfat

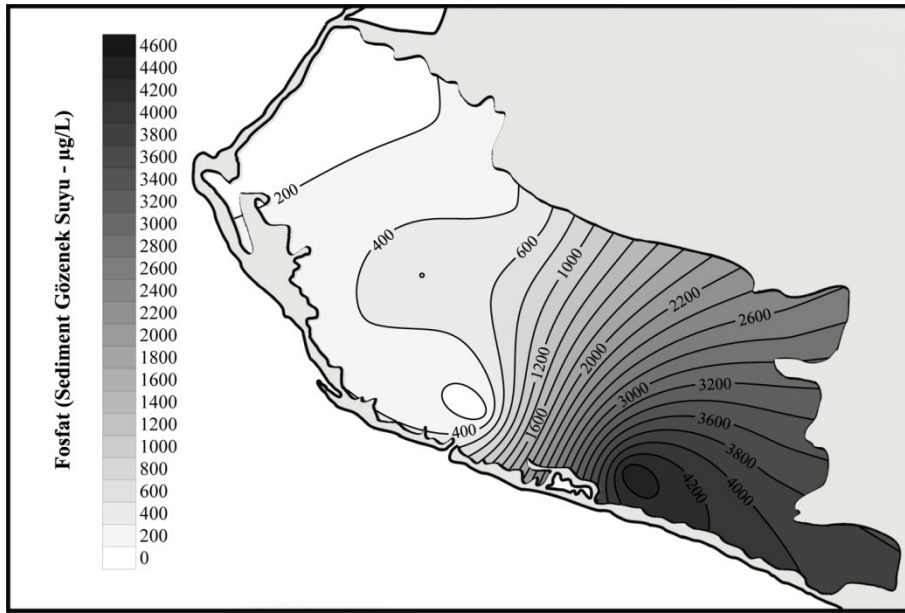
Homa Lagünü'nde yaz mevsimindeki sediment gözenek suyunda fosfat konsantrasyonları incelendiğinde lagünün doğusuna doğru, özellikle 2 numaralı istasyonun bulunduğu bölgeye doğru değerlerde bir artış görülmektedir (Şekil 5.1.6.1). En yüksek değer  $3643,53 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 2 numaralı istasyonda saptanmıştır. Çalışma sahasının kuzeyinden güneyine doğru bir hat üzerinde yer alan 5, 7 ve 8 numaralı istasyonlarda sediment gözenek suyunda fosfat konsantrasyonları  $500,00 \mu\text{g L}^{-1}$  altında belirlenirken en düşük değer 5 numaralı istasyonda  $98,10 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak tespit edilmiştir.

Sonbahar mevsiminde, yaz mevsimine benzer şekilde lagünün batısına göre doğusunda sediment gözenek suyunda fosfat konsantrasyonları daha yüksek değerlere sahiptir. Ancak bu mevsimde çalışma sahasının güneyinde yer alan 1 numaralı istasyonda değerlerin artış gösterdiği göze çarpmaktadır (Şekil 5.1.6.2). En yüksek fosfat konsantrasyonu,  $4543,12 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 1 numaralı istasyonda

belirlenirken, en düşük fosfat konsantrasyonu  $91,98 \mu\text{g L}^{-1}$  ile deniz suyu girişinin bulunduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda saptanmıştır.



Şekil 5.1.6.1. Yaz mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı

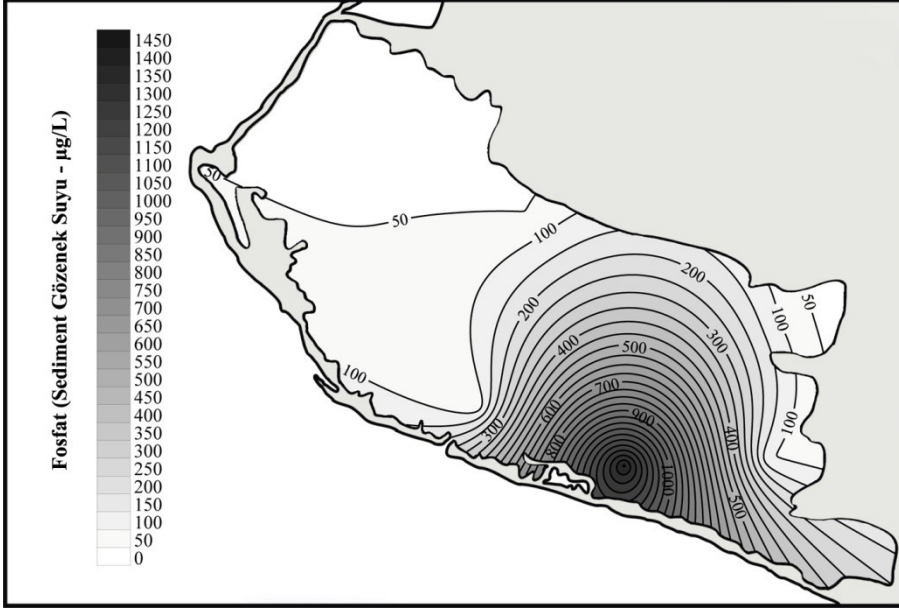


Şekil 5.1.6.2. Sonbahar mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı

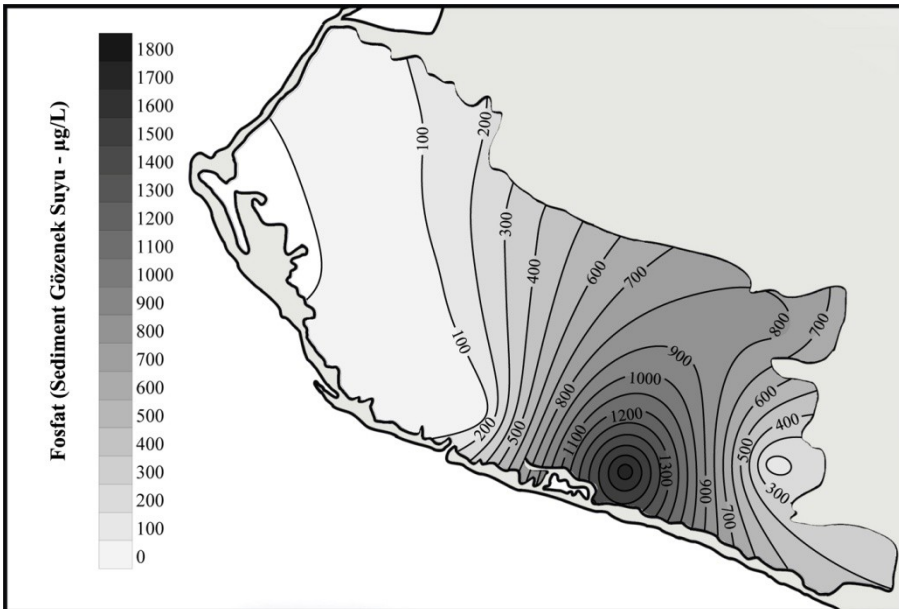
Kış mevsiminde lagün genelinde sediment gözenek suyunda fosfat konsantrasyonlarında bir düşüş tespit edilmiştir (Şekil 5.1.6.3). Bu mevsimde çalışma sahasında tespit edilen en yüksek değer sonbahar mevsiminde olduğu gibi lagünün güneyinde yer alan 1 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $1406,85 \mu\text{g L}^{-1}$ ).



Lagünün batısında bulunan taş kapıların olduğu kısımda yer alan 6 numaralı istasyon ise bu mevsimdeki en düşük sediment gözenek suyunda fosfat konsantrasyonuna sahiptir ( $29,11 \mu\text{g L}^{-1}$ ).



Şekil 5.1.6.3. Kış mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı



Şekil 5.1.6.4. İlkbahar mevsiminde sediment gözenek suyunda fosfat dağılımı

İlkbahar mevsiminde gözlenen sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonunun dağılımı kış mevsimi ile benzerlik taşımaktadır (Şekil 5.1.6.4). Lagün genelinde kış ile ilkbahar mevsimleri arasında fosfat konsantrasyonu

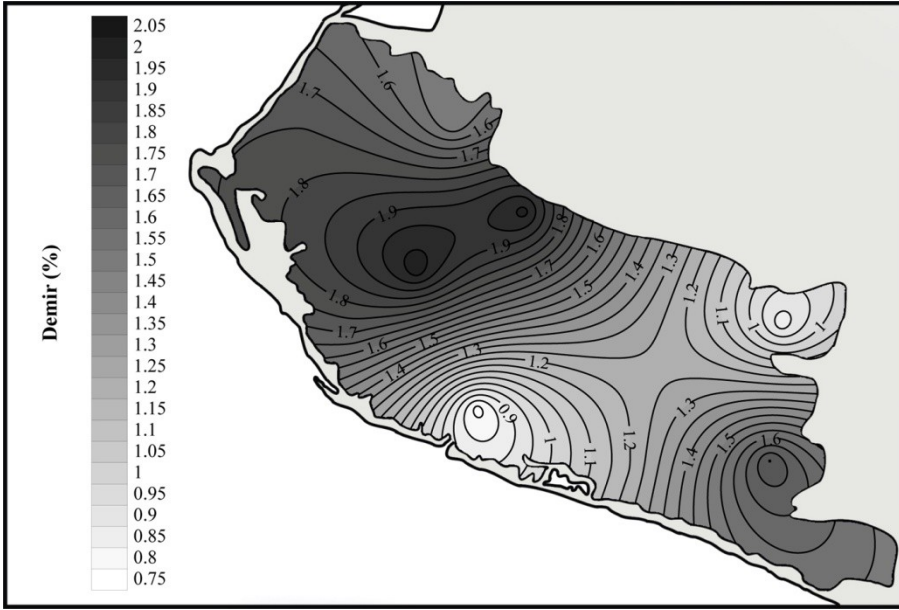
açısından önemli bir fark olmamakla birlikte ilkbahar mevsiminde lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda fosfat değerlerinde artış bulunmaktadır. Bu mevsimde en yüksek konsantrasyon 1 numaralı istasyonda  $1776,75 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. En düşük konsantrasyon ise deniz suyu girişinin olduğu bölümde yer alan 9 numaralı istasyonda  $5,57 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

Araştırma süresi boyunca belirlenen sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde, en yüksek fosfat konsantrasyonu, sonbahar mevsiminde 1 numaralı istasyonda  $4543,12 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak, en düşük fosfat konsantrasyonu ise  $5,57 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak ilkbahar mevsiminde 9 numaralı istasyonda belirlenmiştir.

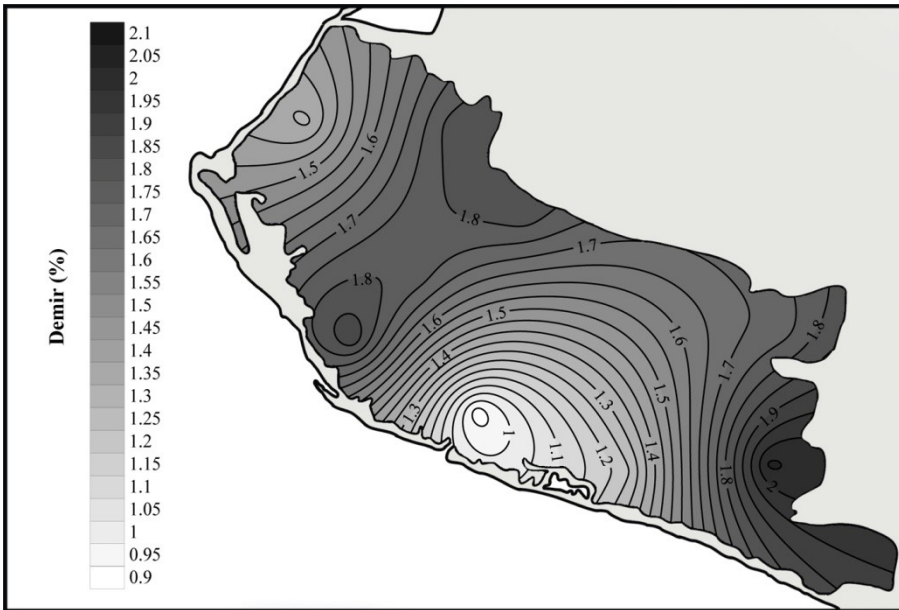
#### **5.1.7. Sedimentte demir**

Homa Lagünü'nde yaz mevsimindeki sedimentte mevcut olan yüzde demir miktarı incelendiğinde, lagünün kuzeyinde yer alan 4 numaralı istasyonda ve orta kısımda yer alan 7 numaralı istasyonda yüksek değerler görülmektedir (Şekil 5.1.7.1). En yüksek yüzde demir değeri, %2.03 ile 7 numaralı istasyonda saptanmıştır. Lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda ve lagüne deniz suyu girişinin bulunduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda değerler %1'in altına düşmüştür. En düşük yüzde değeri, % 0.78 ile 9 numaralı istasyonda belirlenmiştir.

Sonbahar mevsiminde, lagüne deniz suyu girişinin olduğu bölgelerde değerlerin daha düşük olduğu, su hareketinin daha az olduğu istasyonlarda ise yüzde demir değerlerinde bir artışın olduğu görülmektedir (Şekil 5.1.7.2). En yüksek yüzde demir değeri lagünün doğusundaki 2 numaralı istasyonda tespit edilmiştir (%2.06). En düşük değer ise, % 0.92 ile deniz suyu girişinin bulunduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda saptanmıştır.

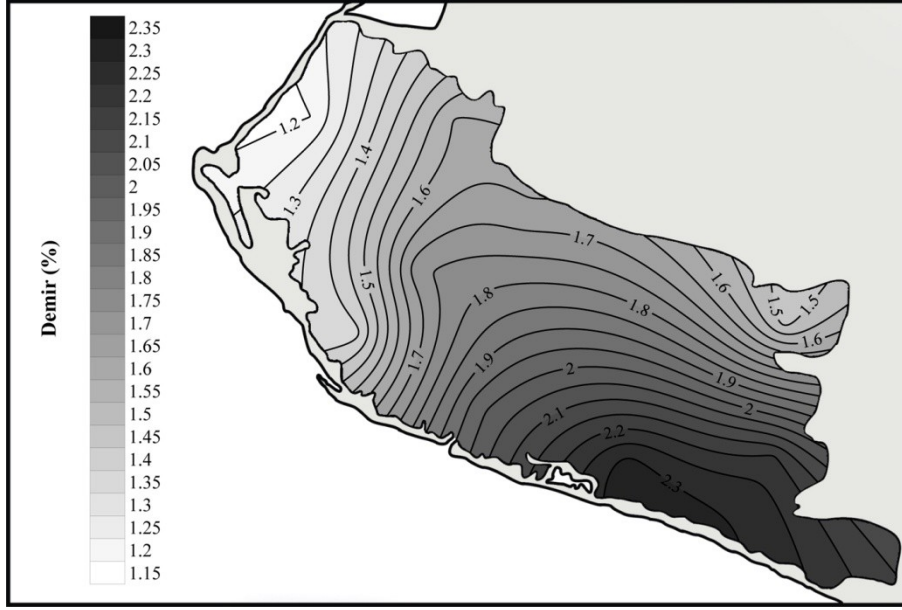


Şekil 5.1.7.1. Yaz mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı

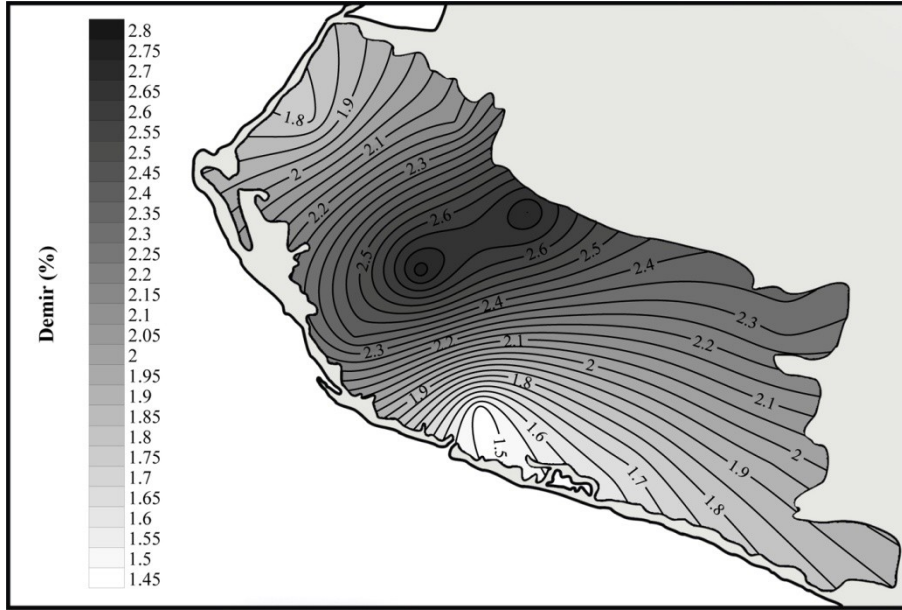


Şekil 5.1.7.2. Sonbahar mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı

Kış mevsiminde lagün genelinde batıya doğru yüzde demir değerlerinde bir azalma görülmektedir (Şekil 5.1.7.3). Yaz ve sonbahar mevsimleri ile karşılaştırıldığında yüzde demir değerlerinin % 1'in altına düşmediği belirlenmiştir. En yüksek değer, % 2.32 ile lagünün güneyinde yer alan 1 numaralı istasyonda saptanırken, en düşük yüzde demir değeri % 1.20 ile lagünün batısında taş kapıların bulunduğu kısımda yer alan 6 numaralı istasyonda tespit edilmiştir.



Şekil 5.1.7.3. Kış mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı



Şekil 5.1.7.4. İlkbahar mevsiminde sedimentte demir (%) dağılımı

İlkbahar mevsiminde gözlenen sedimentte yüzde demir dağılımı yaz mevsimi ile benzerlik taşımakla birlikte lagün genelinde değerlerde bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.1.7.4). Yüksek yüzde demir değerleri yaz mevsiminde olduğu gibi kuzeyde yer alan 4 numaralı istasyon ile orta kısımda yer alan 7 numaralı istasyonlarda belirlenmiştir. Bu mevsimdeki en yüksek değer % 2.78 ile 7 numaralı istayonda tespit edilmiştir. En düşük yüzde demir değeri ise % 1.47 ile

lagüne deniz suyu girişinin bulunduğu bölgede yer 9 numaralı istasyonda saptanmıştır.

Araştırma süresi boyunca belirlenen sedimentteki yüzde demir değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde, en yüksek yüzde demir değeri, ilkbahar mevsiminde 7 numaralı istasyonda % 2.78 olarak, en düşük yüzde demir değeri ise % 0.78 olarak yaz mevsiminde 9 numaralı istasyonda belirlenmiştir.

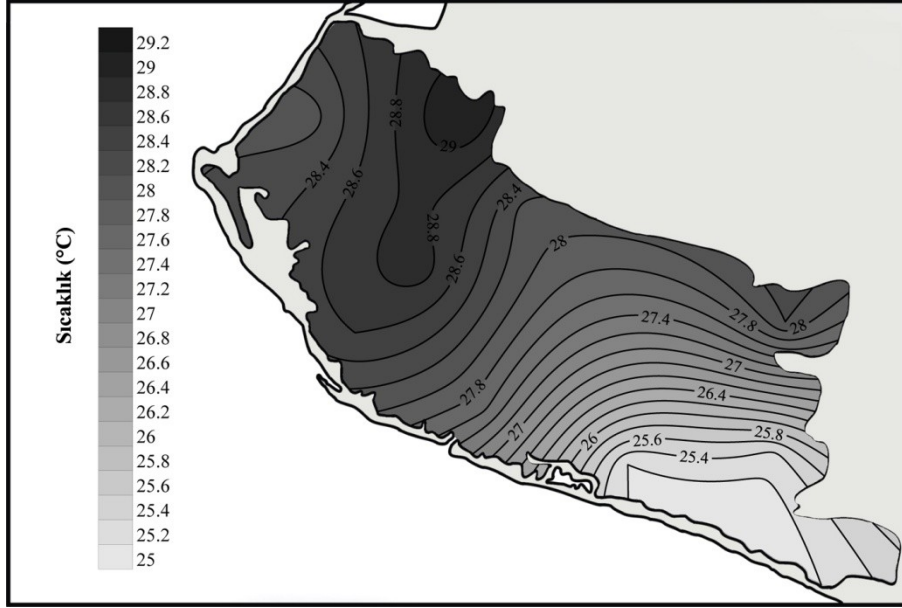
## **5.2. Su Parametreleri**

Araştırma süresi boyunca her istasyon bölgesinden alınan su örneklerinin fiziko-kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla mevsimsel olarak yapılan ölçümler sonucunda sıcaklık (°C), tuzluluk (%S) , pH, oksijen (mg/L), nitrat ( $\mu\text{M}$ ), nitrit ( $\mu\text{M}$ ), amonyum ( $\mu\text{M}$ ), fosfat ( $\mu\text{M}$ ), silis ( $\mu\text{M}$ ) ve klorofil a miktarları incelenmiştir.

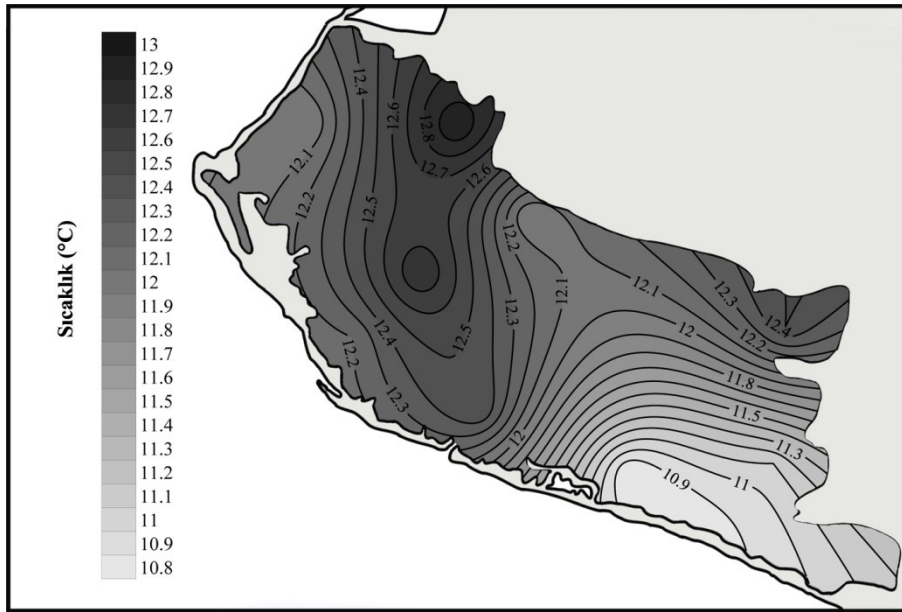
### **5.2.1. Su sıcaklığı**

Sığ olan araştırma bölgesinde araştırma süresince ölçülen su sıcaklıkları hava sıcaklıklarından etkilenmektedir. Yaz mevsiminde lagün genelinde belirlenen su sıcaklıkları 25 °C'nin üzerindedir (Şekil 5.2.1.1). En yüksek sıcaklık lagünün kuzeyinde bulunan 5 numaralı istasyonda 29,20 °C olarak ölçülmüştür. En düşük sıcaklık ise 25,20 °C ile 1 numaralı istasyonda belirlenmiştir.

Sonbahar mevsiminde hava sıcaklıklarındaki azalma ile birlikte lagün genelinde su sıcaklıklarında bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 5.2.1.2). Bu mevsimde su sıcaklığında gözlenen dağılım yaz mevsimi ile benzerlik göstermektedir. En yüksek sıcaklık lagünün kuzeyinde yer alan 5 numaralı istasyonda (13,00 °C), en düşük sıcaklık ise 1 numaralı istasyonda (10,80 °C) belirlenmiştir.



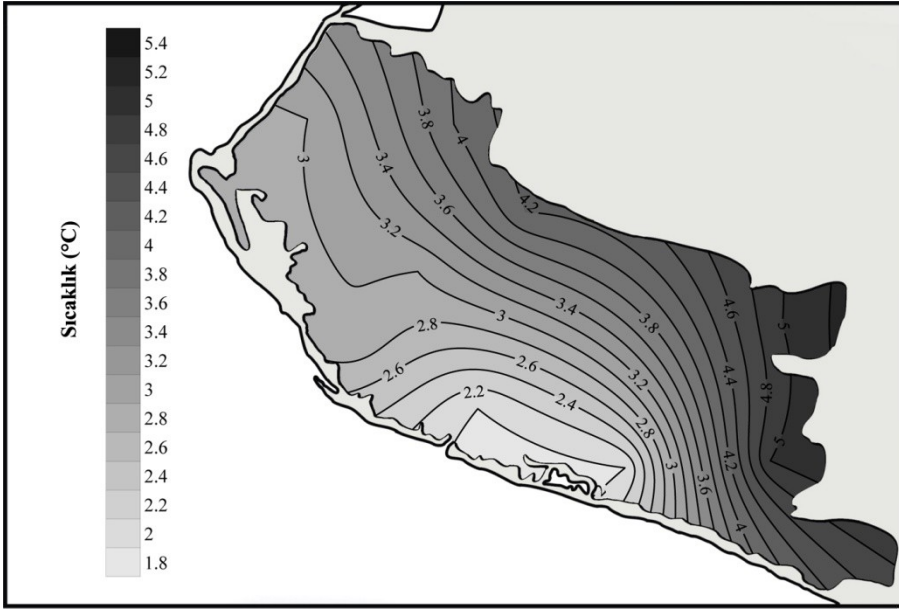
Şekil 5.2.1.1. Yaz mevsiminde su sıcaklığının dağılımı



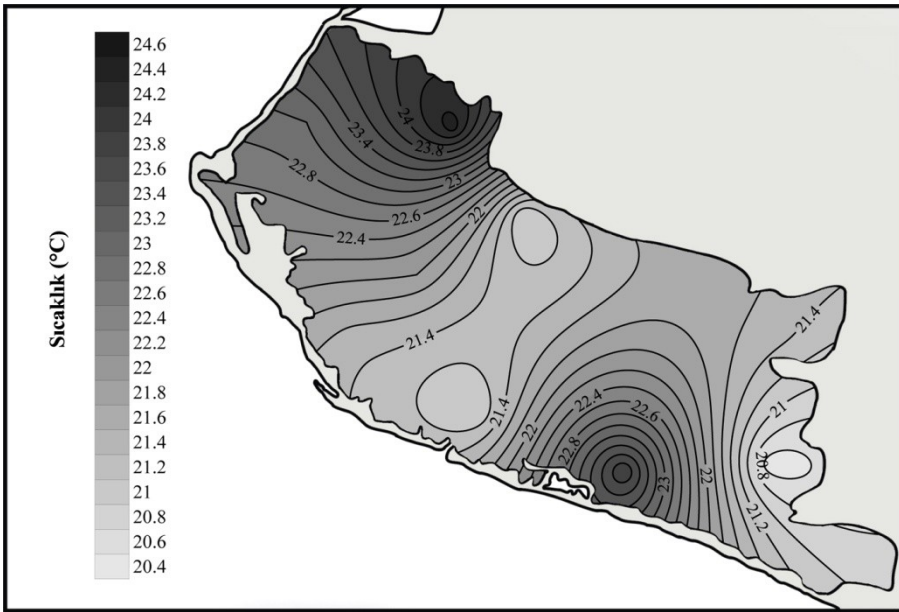
Şekil 5.2.1.2. Sonbahar mevsiminde su sıcaklığının dağılımı

Kış mevsiminde, çalışma bölgesindeki su sıcaklıklarında belirgin bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 5.2.1.3). En yüksek sıcaklık lagünün doğusunda yer alan 2 ve 3 numaralı istasyonlarda 5,00 °C olarak belirlenmiştir. Bu mevsimdeki en düşük sıcaklık ise lagüne deniz suyu girişinin bulunduğu 9 numaralı istasyon ile bu istasyonun doğusunda yer alan 1 numaralı istasyonda (2,00 °C) saptanmıştır.





Şekil 5.2.1.3. Kış mevsiminde su sıcaklığının dağılımı



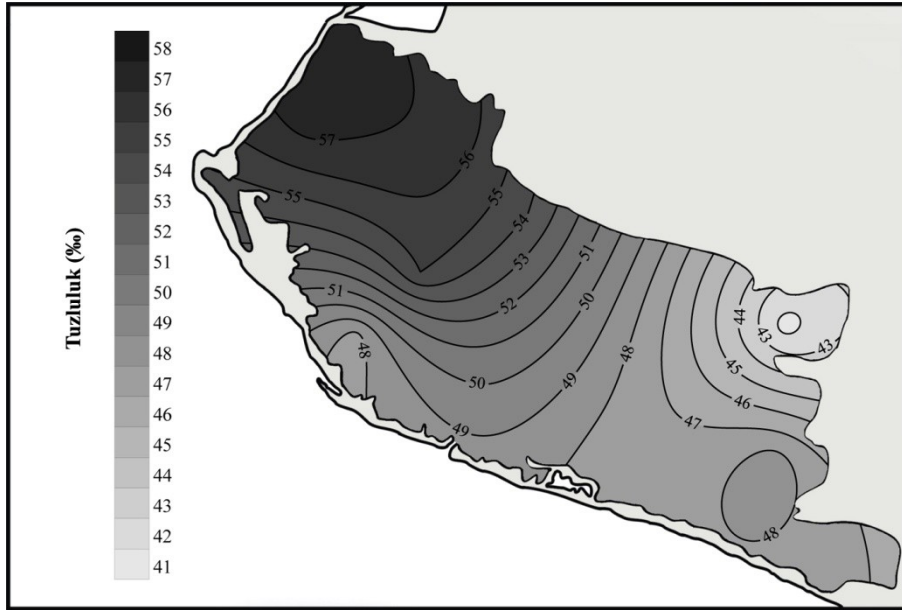
Şekil 5.2.1.4. İlkbahar mevsiminde su sıcaklığının dağılımı

İlkbahar mevsiminde hava sıcaklıklarındaki artışa bağlı olarak lagünde belirlenen su sıcaklıklarında da bir artış bulunmaktadır (Şekil 5.2.1.4). Bu mevsimde yüksek deniz suyu sıcaklıkları 1 ve 5 numaralı istasyonlarda belirlenmiştir. En yüksek sıcaklık 24,50 °C ile 5 numaralı istasyonda belirlenmiştir. En düşük ise lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyonda 20,50 °C olarak ölçülmüştür.

Mevsimsel değişim incelendiğinde, çalışma suresince ölçülen en yüksek su sıcaklığı yaz mevsiminde 5 numaralı istasyonda 29,20 C, en düşük su sıcaklığı ise kış mevsiminde 1 ve 9 numaralı istasyonlarda 2,00 C olarak saptanmıştır.

### 5.2.2. Tuzluluk

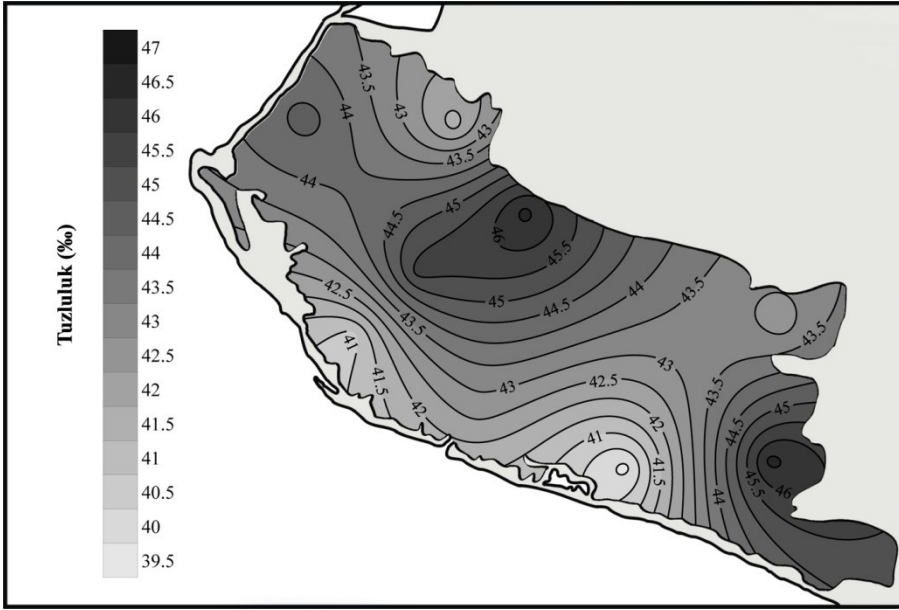
Araştırma bölgesinin lagüner bir alan olması nedeniyle yaz mevsiminde yüksek tuzluluk değerleri belirlenmiştir (şekil 5.2.2.1). Tuzluluk değerleri lagünün batısında taş kapıların bulunduğu bölgeye doğru bir artış göstermektedir ve bu mevsimde en yüksek değer 6 numaralı istasyonda ‰ 57,52 olarak saptanmıştır. Bu mevsimdeki en düşük tuzluluk değeri ise lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda ‰ 41,60 olarak belirlenmiştir.



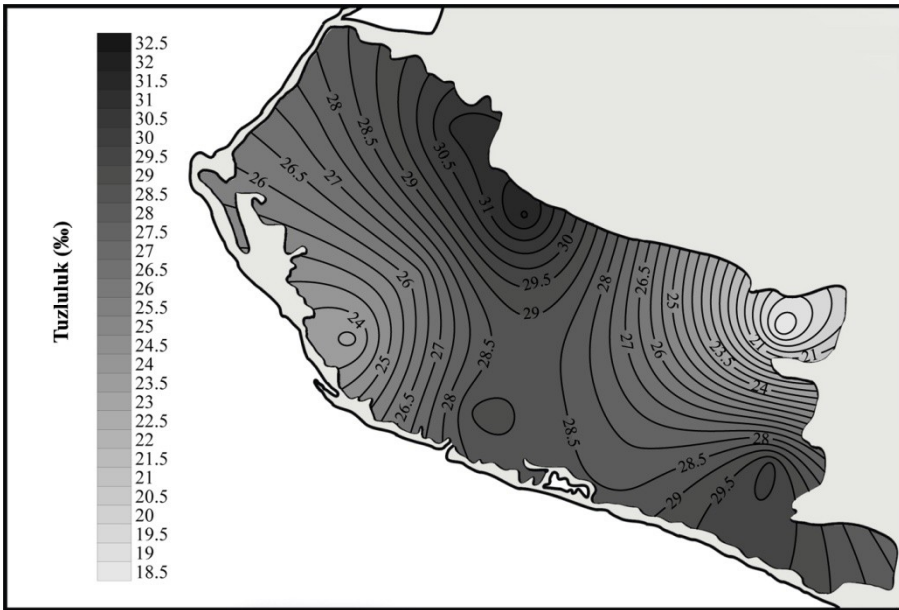
şekil 5.2.2.1. Yaz mevsiminde tuzluluk dağılımı

Sonbahar mevsiminde yaz mevsimine oranla tuzluluk değerlerinde bir düşüş gözlenmiş ve değerler ‰ 50,00'nin altına düşmüştür (şekil 5.2.2.2). Bu mevsimde 2 ve 4 numaralı istasyonlarda belirlenen tuzluluk değerleri diğer istasyonlardan daha yüksektir. En yüksek değer bu istasyonlarda ‰ 46,65 olarak belirlenmiştir. En düşük tuzluluk değeri ise ‰ 39,85 ile 1 numaralı istasyonda saptanmıştır.





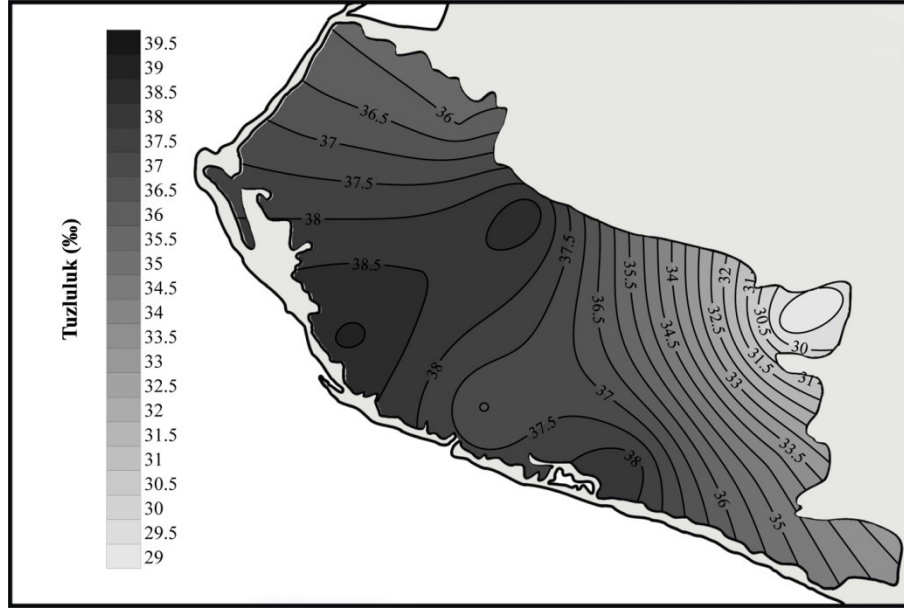
Şekil 5.2.2.2. Sonbahar mevsiminde tuzluluk dağılımı



Şekil 5.2.2.3. Kış mevsiminde tuzluluk dağılımı

Kış mevsiminde yağışların artışı ile birlikte tuzluluk değerlerinde bir düşüş söz konusudur (Şekil 5.2.2.3). En yüksek tuzluluk değeri lagününü kuzeyinde yer alan 4 numaralı istasyonda % 32,09 olarak saptanırken en düşük tuzluluk değeri lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda % 18,50 olarak belirlenmiştir.

İlkbahar mevsiminde tuzluluk değerlerinde kış mevsimine göre bir artış söz konusudur (Şekil 5.2.2.4). Bu mevsimde 1, 4, 7 ve 8 numaralı istasyonlarda değerler ‰ 38,00'in üzerine çıkmaktadır. En yüksek değer 8 numaralı istasyonda ‰ 39,08 olarak belirlenmiştir, en düşük değer ise kış mevsimindeki gibi 3 numaralı istasyonda saptanmıştır.

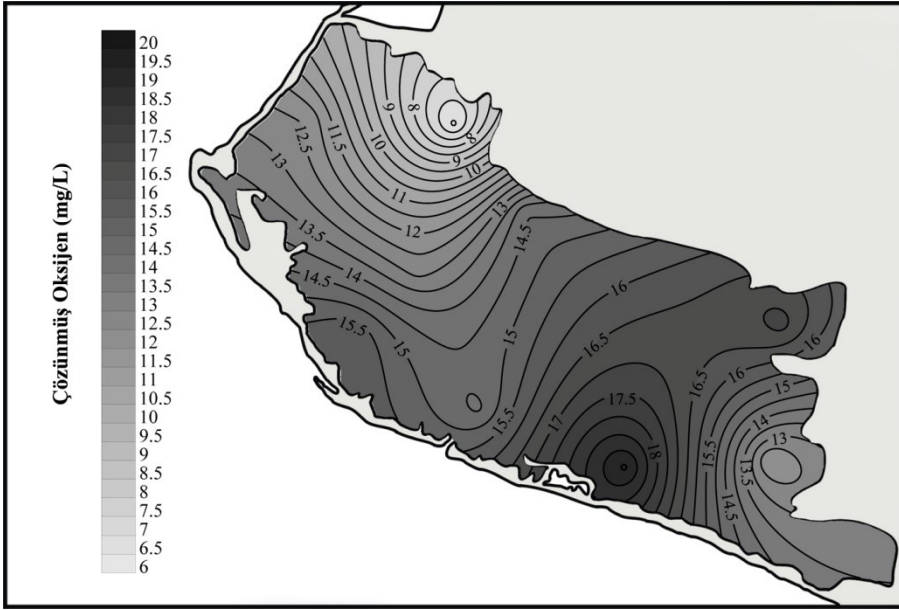


Şekil 5.2.2.4. İlkbahar mevsiminde tuzluluk dağılımı

Araştırma süresi boyunca Homa Lagünü'nde belirlenen tuzluluk değerlerinin mevsimsel değişimi incelendiğinde lagündeki ortalama tuzluluk ‰ 39 olarak belirlenmiştir. En yüksek tuzluluk değeri, sıcaklığın yüksek olduğu yaz mevsiminde 6 numaralı istasyonda ‰ 57,52, en düşük tuzluluk değeri kış mevsiminde tatlı su girişinin bulunduğu 3 numaralı istasyonda ‰ 18,50 olarak belirlenmiştir.

### 5.2.3. Çözünmüş oksijen

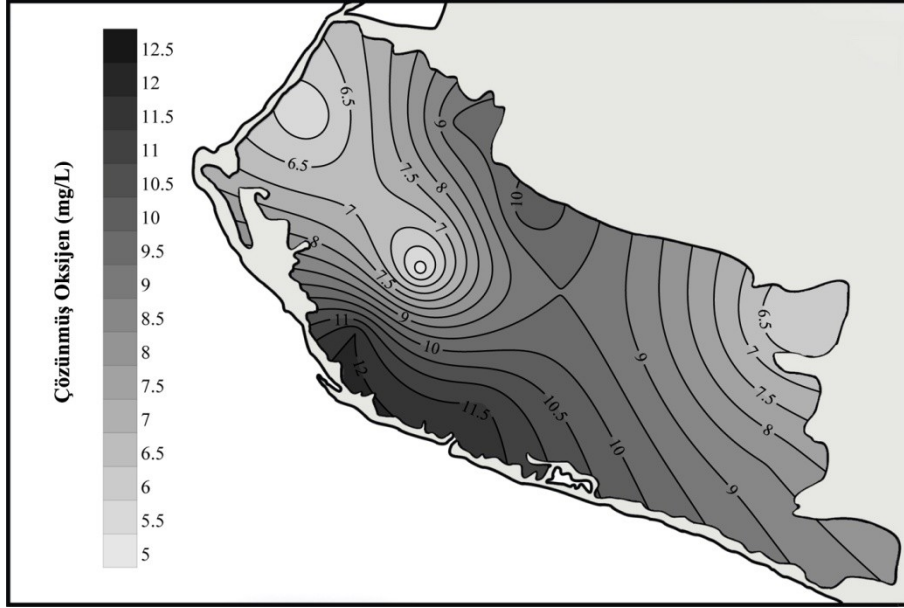
Yaz mevsiminde araştırma bölgesindeki çözünmüş oksijen değerleri incelendiğinde lagünün güneyinde yer alan 1 numaralı istasyonda  $19,60 \text{ mg L}^{-1}$  ile en yüksek değer saptanırken, en düşük oksijen değeri kuzeyde yer alan 5 numaralı istasyonda  $5,20 \text{ mg L}^{-1}$  ile belirlenmiştir (Şekil 5.2.3.1).



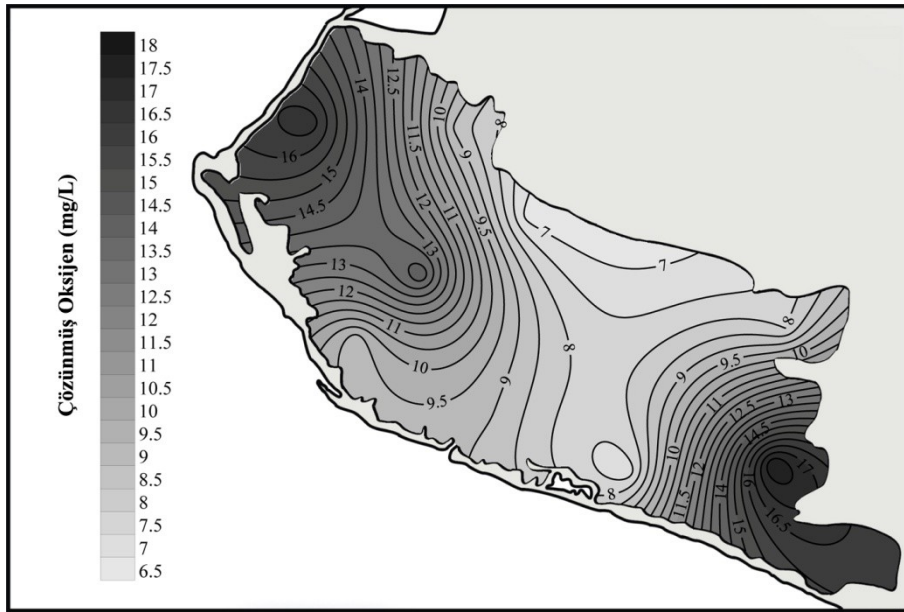
Şekil 5.2.3.1. Yaz mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde 1, 4, 8 ve 9 numaralı istasyonlarda  $10,00 \text{ mg L}^{-1}$  üzerinde oksijen değerleri belirlenirken en yüksek değer lagünün güneyinde yer alan 8 numaralı istasyonda  $12,00 \text{ mg L}^{-1}$  olarak saptanmıştır. En düşük değer ise çalışma bölgeinin orta kısmında yer alan 7 numaralı istasyonda  $5,20 \text{ mg L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir (Şekil 5.2.3.2).

Kış mevsiminde araştırma bölgesinin batısında yer alan taş kapıların olduğu bölge ile doğusunda yer alan bölgelerde daha yüksek değerler saptanırken kuzeyinde daha düşük değerler bulunmuştur (Şekil 5.2.3.3). Bu mevsimdeki en yüksek değer lagününü doğusunda yer alan 2 numaralı istasyonda ( $18,00 \text{ mg L}^{-1}$ ) en düşük değer ise kuzeyde yer alan 4 numaralı istasyonda ( $6,80 \text{ mg L}^{-1}$ ) belirlenmiştir.

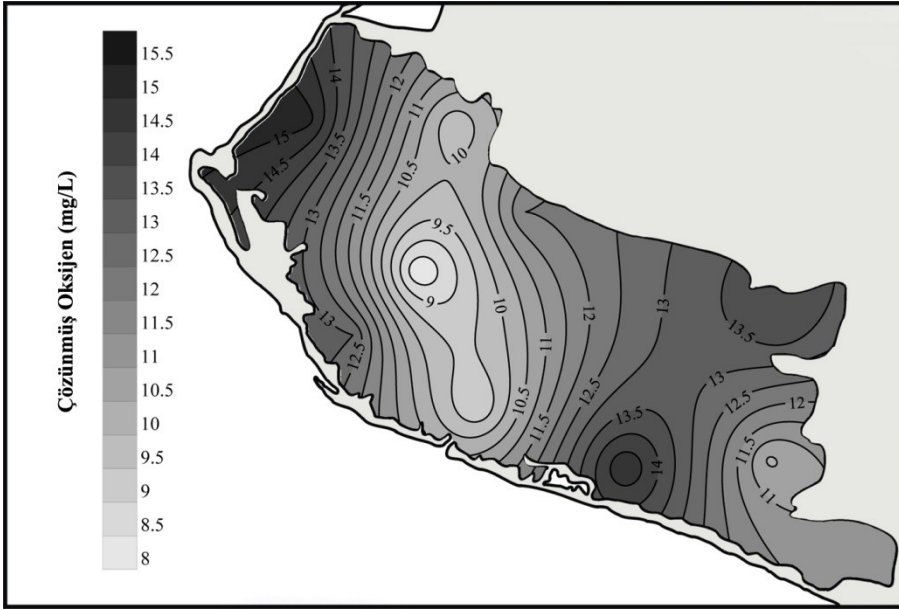


Şekil 5.2.3.2. Sonbahar mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı



Şekil 5.2.3.3. Kış mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde 1, 4 ve 6 numaralı istasyonlarda daha yüksek çözünmüş oksijen değerleri belirlenirken en yüksek oksijen değeri  $15,20 \text{ mg L}^{-1}$  ile taş kapıların bulunduğu yerde yer alan 6 numaralı istasyonda saptanmıştır. En düşük değer ise  $8,00 \text{ mg L}^{-1}$  ile 7 numaralı istasyonda belirlenmiştir.



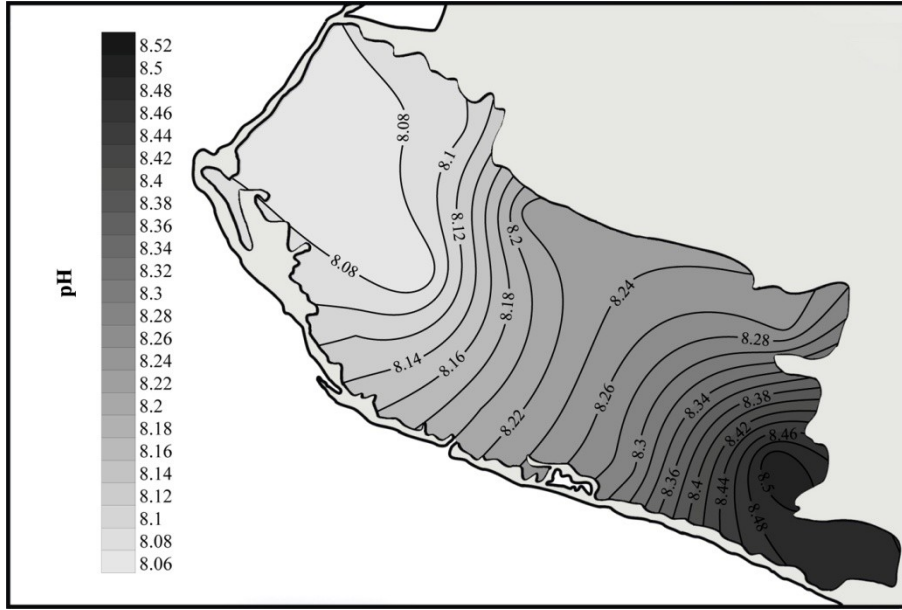
Şekil 5.2.3.4. İlkbahar mevsiminde çözünmüş oksijen değerlerinin dağılımı

Araştırma süresi boyunca belirlenen çözünmüş oksijen değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek çözünmüş oksijen değeri, yaz mevsiminde 1 numaralı istasyonda ( $19,60 \text{ mg L}^{-1}$ ), en düşük çözünmüş oksijen değeri sonbahar mevsiminde 7 numaralı istasyonda ( $5,20 \text{ mg L}^{-1}$ ) belirlenmiştir.

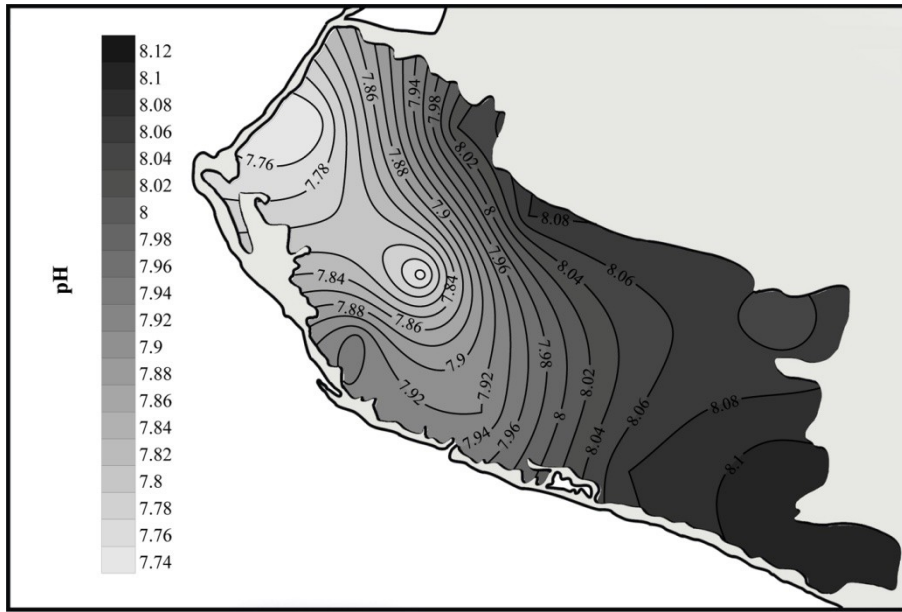
#### 5.2.4. pH

Araştırma bölgesinde yaz döneminde belirlenen pH değerleri incelendiğinde lagünün batısından doğusuna doğru bir artış görülmektedir (Şekil 5.2.4.1). Bu mevsimde değerler 8,06 ile 8,52 arasında değişim gösterirken en yüksek pH 2 numaralı istasyonda belirlenmiştir. En düşük pH ise lagünün orta kısmında yer alan 7 numaralı istasyonda saptanmıştır.

Sonbahar mevsiminde ölçülen pH değerlerinde bir düşüş olmakla birlikte yine yaz mevsiminde gözlenen dağılıma benzer şekilde lagünün doğusuna doğru pH değerlerinde bir artış bulunmaktadır (Şekil 5.2.4.2). Bu mevsimde en yüksek değer yaz mevsiminde belirlendiği gibi 2 numaralı istasyonda 8,11 olarak saptanırken, en düşük pH taş kapıların bulunduğu bölgede yer alan 6 numaralı istasyonda 7,74 olarak ölçülmüştür.



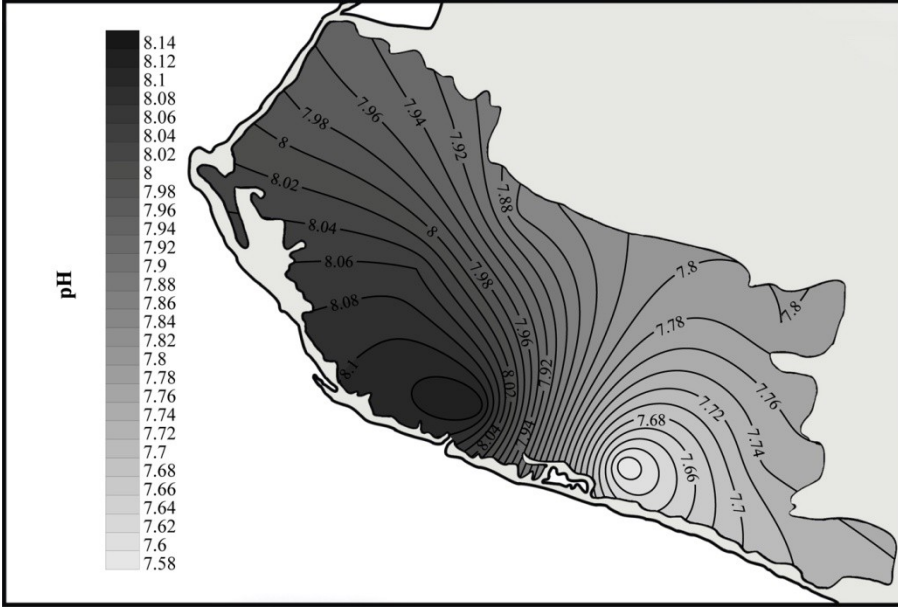
Şekil 5.2.4.1. Yaz mevsiminde pH değerlerinin dağılımı



Şekil 5.2.4.2. Sonbahar mevsiminde pH değerlerinin dağılımı

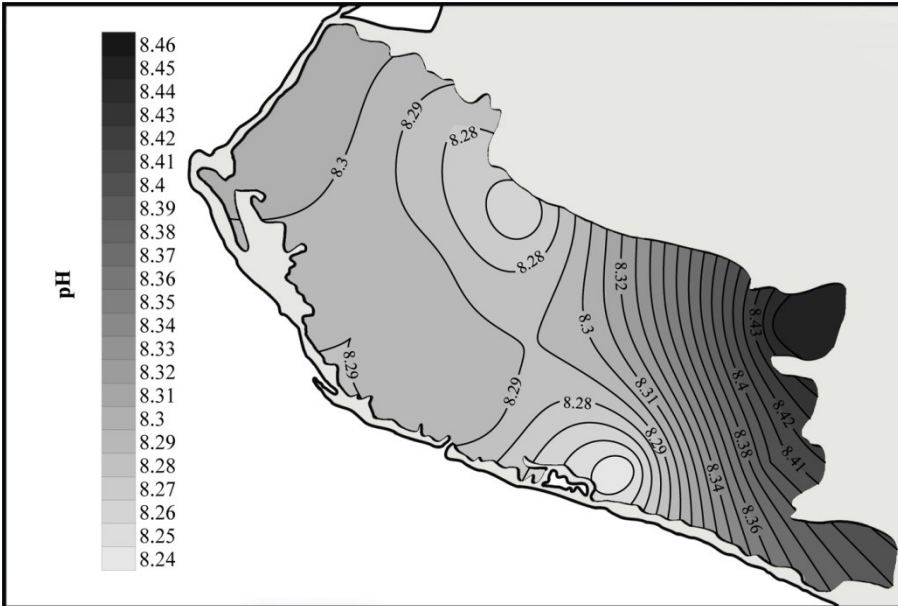
Kış mevsiminde pH dağılımı yaz ve sonbahar mevsiminde gözlenen durumdan farklıdır (Şekil 5.2.4.3). Bu mevsimde daha yüksek değerler deniz suyu girişinin bulunduğu bölgeye doğru ölçülmüştür. Lagünün doğusunda ise daha düşük pH değerleri belirlenmiştir. En yüksek değer 8,14 ile 9 numaralı istasyonda belirlenirken, en düşük değer 1 numaralı istasyonda ölçülmüştür.





Şekil 5.2.4.3. Kış mevsiminde pH değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde lagün genelinde değerler 8,30'a yakın değişim göstermektedir (Şekil 5.2.4.4). En yüksek değer lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda 8,46 olarak ölçülmüştür. En düşük değer ise araştırma bölgesinin güneyinde yer alan 1 numaralı istasyonda 8,24 olarak saptanmıştır.

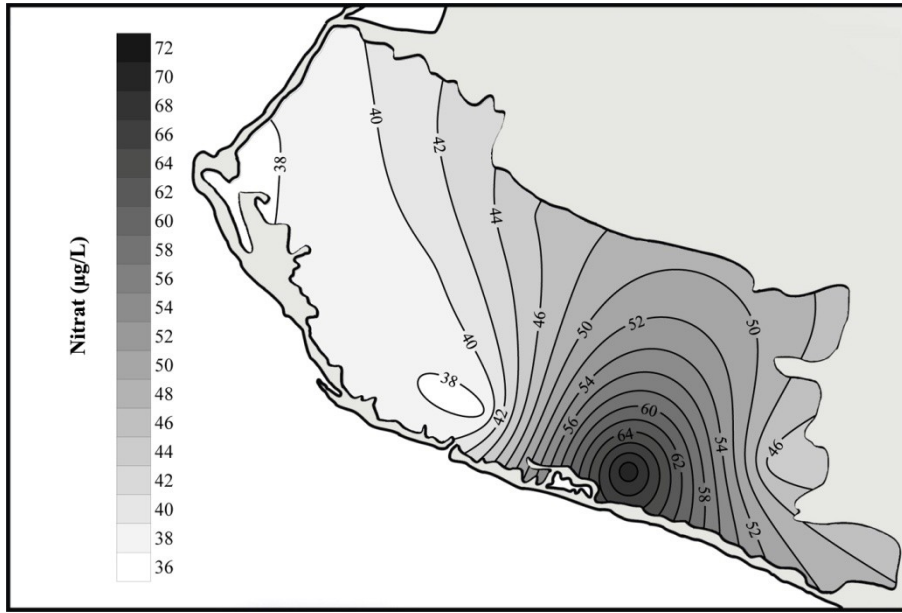


Şekil 5.2.4.4. İlkbahar mevsiminde pH değerlerinin dağılımı

Araştırma süresi boyunca Homa Lagünü'nde pH 7,58 ile 8,52 arasında değişim göstermektedir. pH değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek pH değeri, yaz mevsiminde 2 numaralı istasyonda, en düşük pH değeri ise kış mevsiminde 1 numaralı istasyonda ölçülmüştür.

### 5.2.5. Nitrat

Araştırma bölgesinde yaz mevsiminde nitrat konsantrasyonları incelendiğinde lagünün güneyinde yer alan 1 numaralı istasyona doğru değerlerde bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.2.5.1). Bu mevsimde en yüksek değer  $71,73 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 1 numaralı istasyonda belirlenirken, en düşük değer lagüne deniz suyu girişinin olduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda  $37,41 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

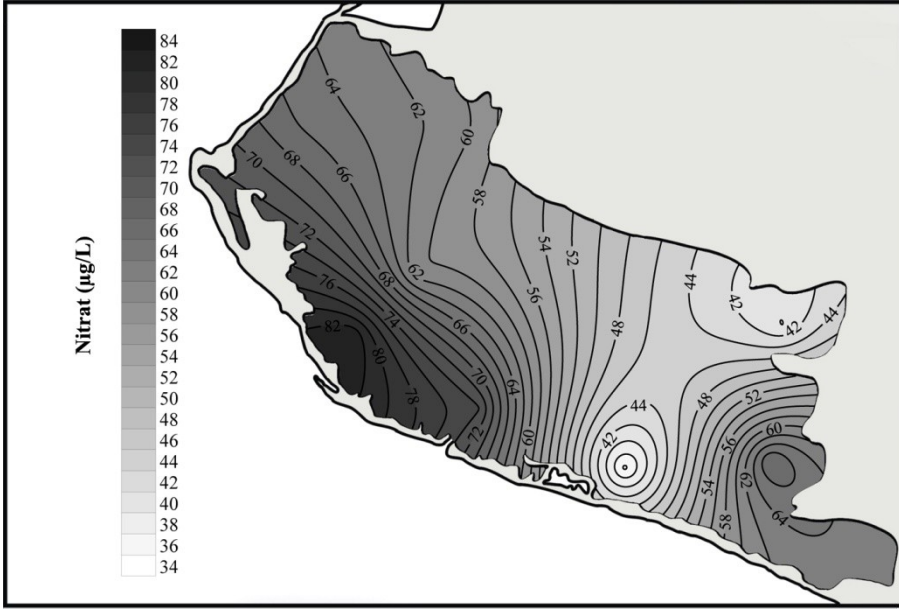


Şekil 5.2.5.1. Yaz mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı

Sonbahar mevsiminde lagün genelinde nitrat değerlerinde bir miktar artış gözlenmiştir (Şekil 5.2.5.2). Yaz mevsiminde gözlenen durumun aksine lagüne deniz suyu girişinin olduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda ve bu istasyonun batısında yer alan 8 numaralı istasyonda yüksek nitrat konsantrasyonları belirlenmiştir. En yüksek değer 8 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $83,64 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Lagün genelinde yaz mevsimine oranla değerlerde bir



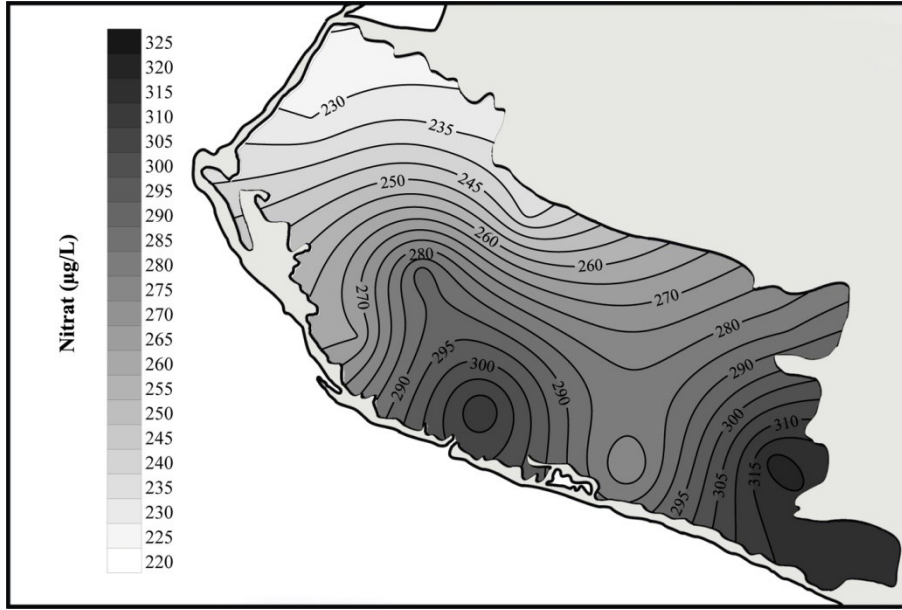
artış bulunurken 1 numaralı istasyonda önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bu nedenle bu mevsimde en düşük değer bu istasyonda saptanmıştır ( $35,59 \mu\text{g L}^{-1}$ ).



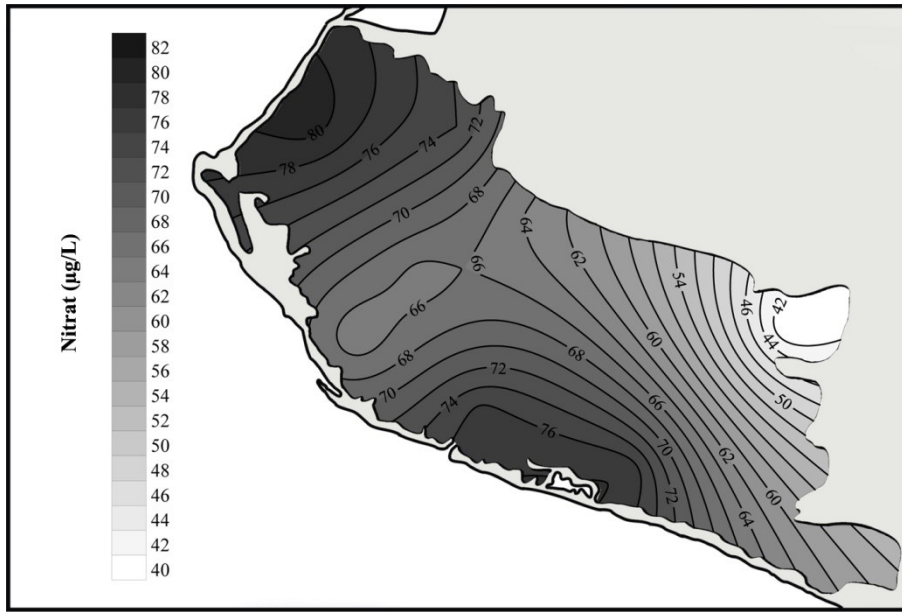
Şekil 5.2.5.2. Sonbahar mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı

Kış mevsiminde lagün genelinde nitrat konsantrasyonlarında önemli bir artış belirlenmiştir (Şekil 5.2.5.3). Lagüne deniz suyu girişinin olduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyon ile lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyon çevresinde yüksek konsantrasyonlar saptanmıştır. Bu mevsimde en yüksek konsantrasyon  $321,95 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 2 numaralı istasyonda, en düşük konsantrasyon ise  $230,18 \mu\text{g L}^{-1}$  ile lagünün batısında yer alan 6 numaralı istasyonda belirlenmiştir.

İlkbahar mevsiminde, kış mevsimindeki gözlenen yüksek değerlerde düşüş söz konusudur (Şekil 5.2.5.4). Lagünün batısında taş kapıların bulunduğu bölgede yer alan 6 numaralı istasyon ile deniz suyu girişinin bulunduğu 9 numaralı istasyon çevresinde nitrat konsantrasyonlarında bir artış gözlenirken, çalışma bölgesinin doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyon çevresinde değerlerde bir azalma söz konusudur. En yüksek konsantrasyon 6 numaralı istasyonda belirlenmiştir ( $81,26 \mu\text{g L}^{-1}$ ). En düşük konsantrasyon ise 3 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $40,07 \mu\text{g L}^{-1}$ ).



Şekil 5.2.5.3. Kış mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı

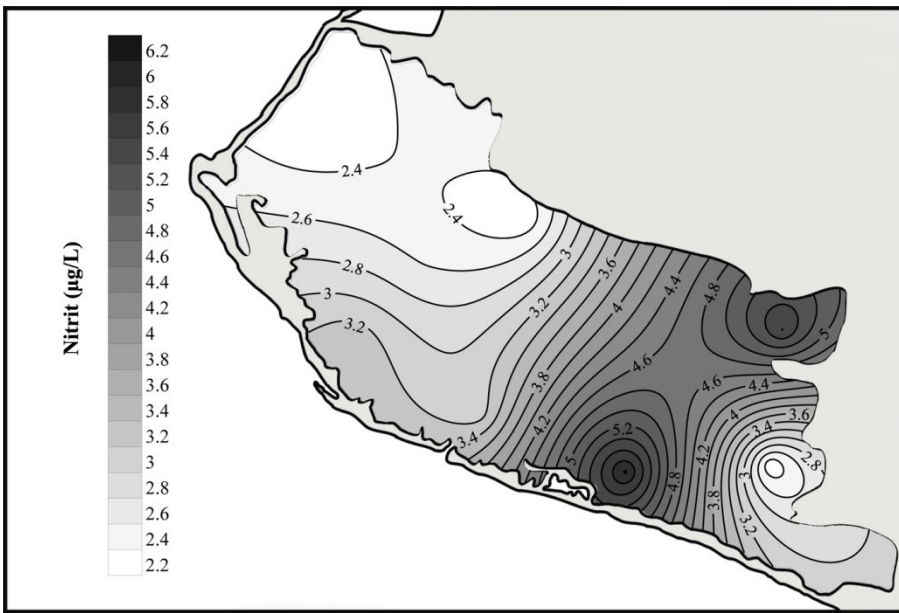


Şekil 5.2.5.4. İlkbahar mevsiminde nitrat konsantrasyonlarının dağılımı

Araştırma süresi boyunca belirlenen nitrat değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde yaz, sonbahar ve ilkbahar mevsiminde nitrat değerleri benzer bir yapı sergilerken kış mevsiminde tüm istasyonlarda önemli bir artış göze çarpmaktadır. En yüksek değer kış mevsiminde 2 numaralı istasyonda ( $321,95 \mu\text{g L}^{-1}$ ), en düşük değer ise sonbahar mevsiminde 1 numaralı istasyonda ( $35,59 \mu\text{g L}^{-1}$ ) saptanmıştır.

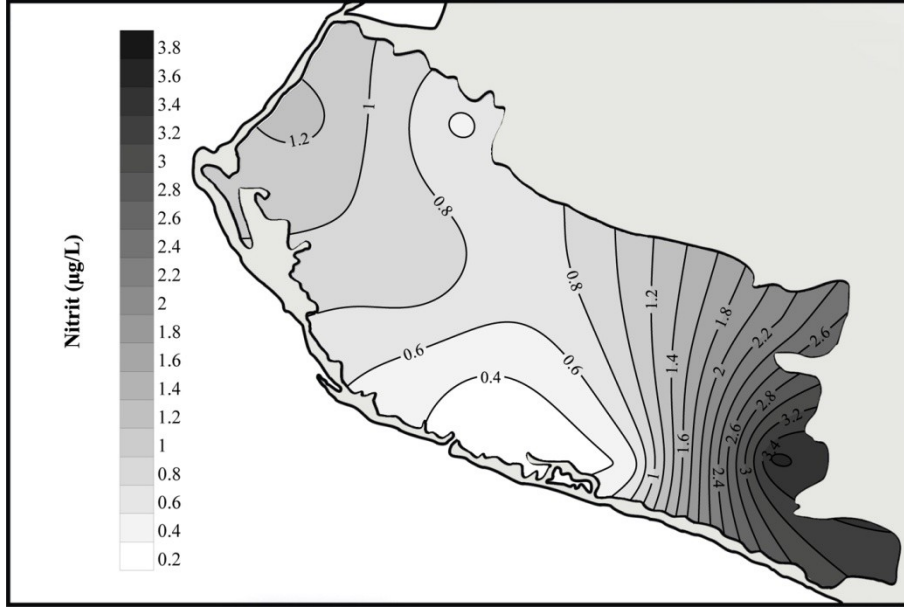
### 5.2.6. Nitrit

Çalışma bölgesinde yaz mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı incelendiğinde, 1 ve 3 numaralı istasyonlara doğru değerlerde bir artış gözlenirken, 2, 4 ve 6 numaralı istasyonların bulunduğu bölgelerde konsantrasyonlarda bir azalma göze çarpmaktadır (Şekil 5.2.6.1). Bu mevsimde en yüksek konsantrasyon 1 numaralı istasyonda  $6,02 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenirken, en düşük konsantrasyon 2, 4 ve 6 numaralı istasyonda  $2,24 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır.



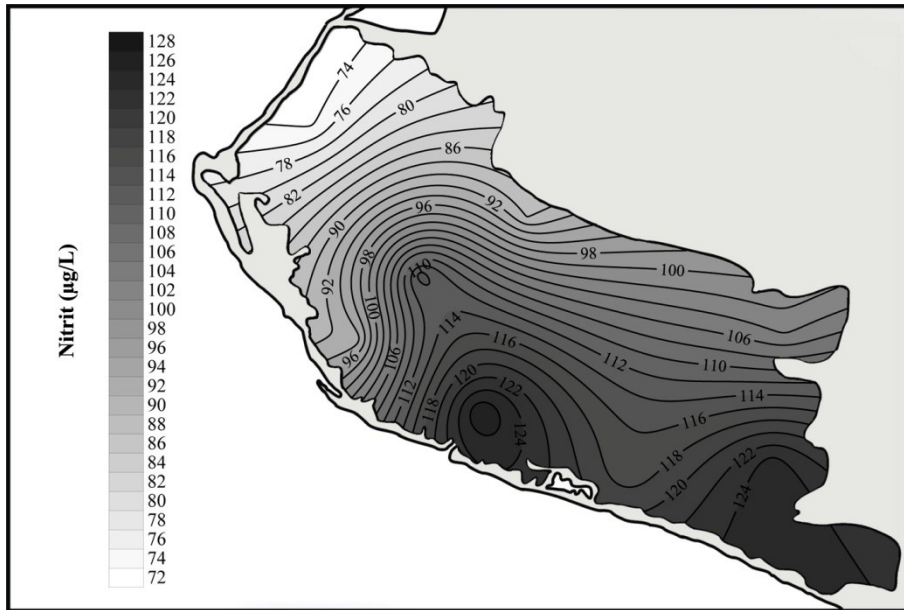
Şekil 5.2.6.1. Yaz mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı

Sonbahar mevsiminde, çalışma bölgesinin orta kısmında düşük konsantrasyonlar hakim durumda iken, lagünün doğusunda ve batısında yer alan istasyonlarda daha yüksek değerler belirlenmiştir (Şekil 5.2.6.2). Bu mevsimde en yüksek konsantrasyon lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyonda  $3,64 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise  $0,28 \mu\text{g L}^{-1}$  ile deniz suyu girişinin bulunduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda saptanmıştır.



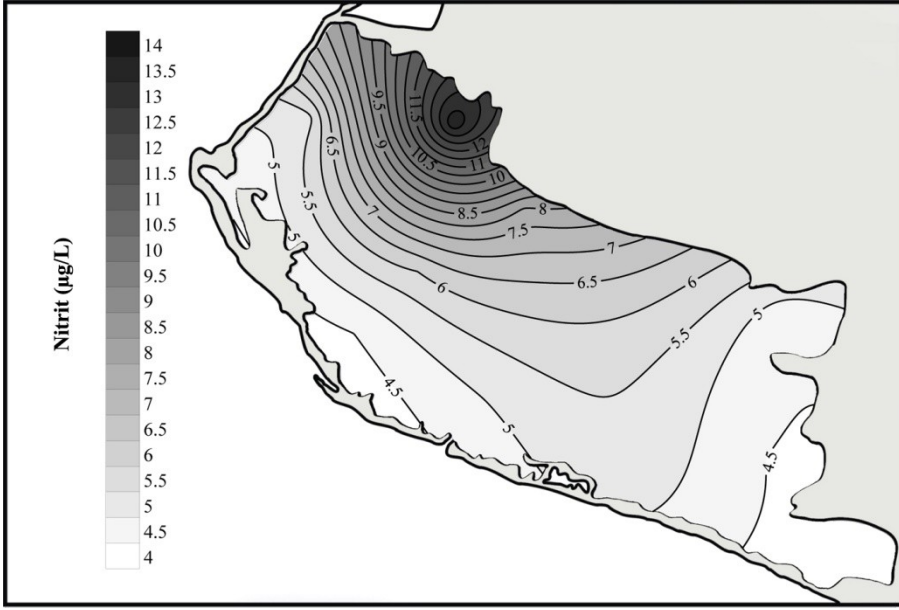
Şekil 5.2.6.2. Sonbahar mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı

Kış mevsiminde, lagündeki nitrat konsantrasyonuna benzer şekilde nitrit konsantrasyonlarında da belirgin bir artış söz konusudur (Şekil 5.2.6.3). Bu mevsimde çalışma bölgesinin batı kısmında düşük değerler saptanırken, güney kıyılarında yer alan istasyonlarda ve doğusunda daha yüksek konsantrasyonlar belirlenmiştir. En yüksek değer  $127,77 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 9 numaralı istasyonda, en düşük değer ise  $73,55 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 6 numaralı istasyonda tespit edilmiştir.



Şekil 5.2.6.3. Kış mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı

İlkbahar mevsiminde kış mevsimindeki yüksek değerlerde önemli miktarda bir düşüş söz konusudur (Şekil 5.2.6.4). Lagün genelinde kuzeye doğru konsantrasyonlarda bir artış belirlenmiştir. En yüksek değer 5 numaralı istasyonda  $13,87 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak tespit edilirken, en düşük konsantrasyon 2 ve 8 numaralı istasyonlarda  $4,48 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

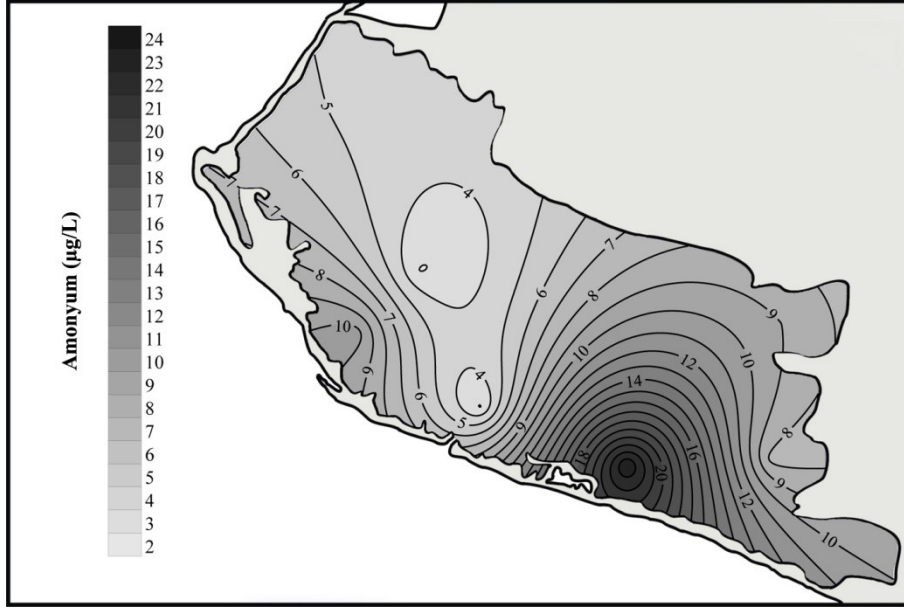


Şekil 5.2.6.4. İlkbahar mevsiminde nitrit konsantrasyonlarının dağılımı

Araştırma süresi boyunca belirlenen nitrat değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde, her ne kadar belirlenen nitrit değerleri nitrat değerine göre daha düşük olsa da mevsimsel olarak benzer bir yapı sergilediği görülmektedir. En yüksek değer kış mevsiminde 9 numaralı istasyonda ( $127,77 \mu\text{g L}^{-1}$ ), en düşük değer ise sonbahar mevsiminde yine 9 numaralı istasyonda ( $0,28 \mu\text{g L}^{-1}$ ) saptanmıştır.

### 5.2.7. Amonyum

Homa Lagünü'nde yaz mevsimindeki amonyum konsantrasyonlarının dağılımı incelendiğinde 1 numaralı istasyona doğru değerlerde bir artış gözlenirken, 7 ve 9 numaralı istasyonların bulunduğu bölgelerde düşük değerlerin hakim olduğu görülmektedir (Şekil 5.2.7.1). Bu mevsimde en yüksek değer  $23,96 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 1 numaralı istasyonda belirlenmiştir. En düşük değer ise 7 ve 9 numaralı istasyonlarda  $2,94 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır.

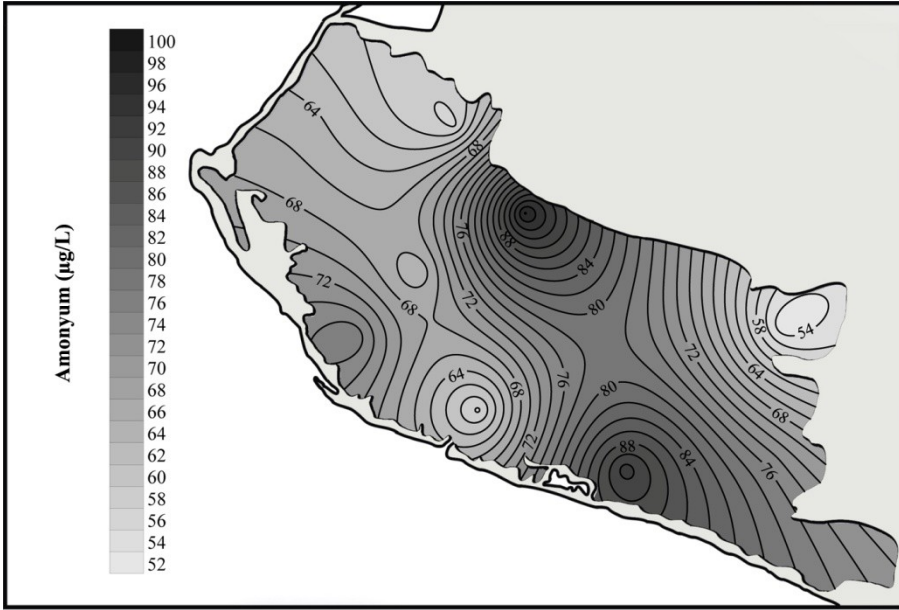


Şekil 5.2.7.1. Yaz mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı

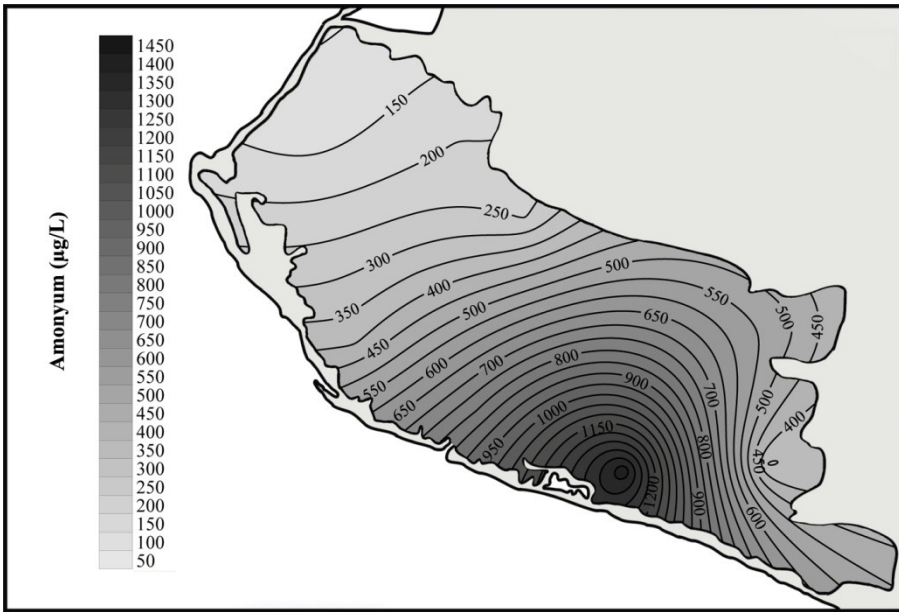
Sonbahar mevsiminde lagün genelinde amonyum konsantrasyonlarında bir artış söz konusudur (Şekil 5.2.7.2). Bu mevsimde 1 ve 4 numaralı istasyonlarda diğer istasyonlara göre daha yüksek değerler belirlenmiştir. En yüksek değer 98,21  $\mu\text{g L}^{-1}$  ile 4 numaralı istasyonda saptanmıştır. En düşük değer ise çalışma bölgesinin doğusunda bulunan 3 numaralı istasyonda belirlenmiştir (52,40  $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

Kış mevsiminde amonyum konsantrasyonlarında, nitrat ve nitrit konsantrasyonlarında olduğu gibi önemli bir artış söz konudur (Şekil 5.2.7.3). Çalışma bölgesinde amonyum konsantrasyonları incelendiğinde 1 numaralı istasyondan diğer istasyonlara doğru azalan bir dağılım göz çarpmaktadır. Bu mevsimde en yüksek konsantrasyon 1431,40  $\mu\text{g L}^{-1}$  ile 1 numara istasyonda belirlenmiştir. En düşük konsantrasyon ise 115,72  $\mu\text{g L}^{-1}$  ile lagünün batısında yer alan 6 numaralı istasyonda saptanmıştır.



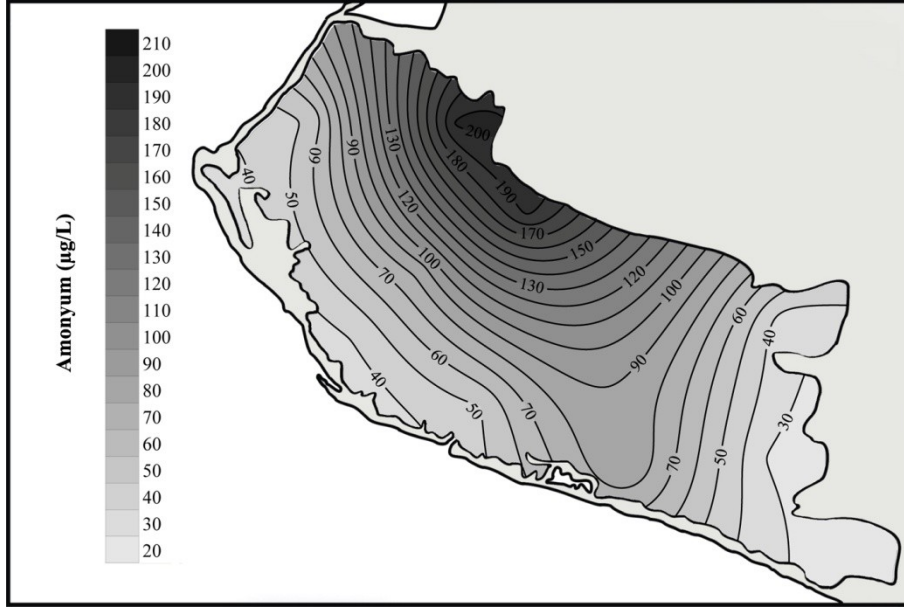


Şekil 5.2.7.2. Sonbahar mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı



Şekil 5.2.7.3. Kış mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı

İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesinin kuzeyine doğru amonyum konsantrasyonlarında bir artış bulunmaktadır (Şekil 5.2.7.4). Bu mevsimde en yüksek değer 5 numaralı istasyonda belirlenmiştir ( $201,18 \mu\text{g L}^{-1}$ ). En düşük değer ise lagünün doğusunda yer alan 2 numaralı istasyonda ( $28,16 \mu\text{g L}^{-1}$ ) saptanmıştır.



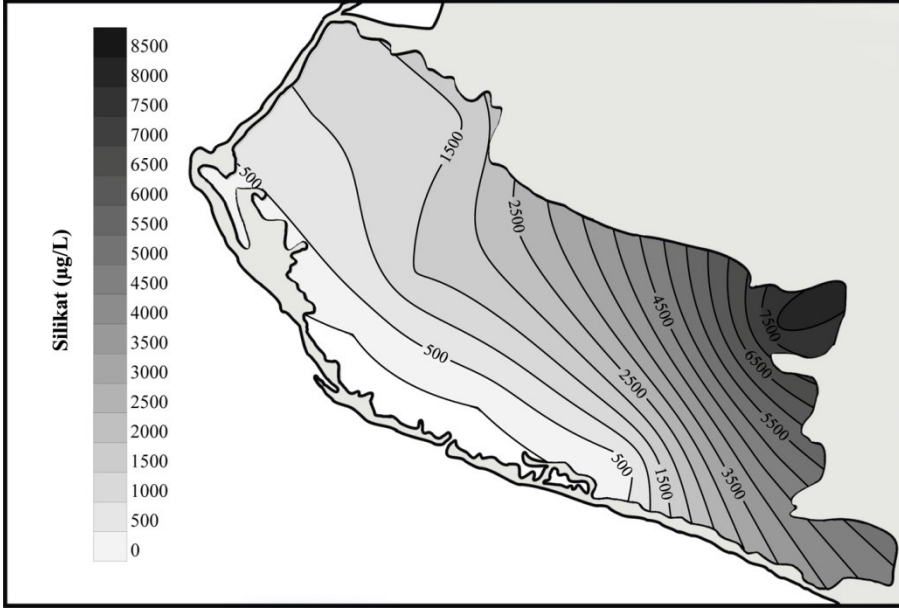
Şekil 5.2.7.4. İlkbahar mevsiminde amonyum konsantrasyonlarının dağılımı

Araştırma süresi boyunca belirlenen amonyum değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi değerlendirildiğinde, araştırma bölgesindeki nitrat ve nitrit değişimine benzer bir yapı amonyum konsantrasyonlarında da gözlenmiştir. En yüksek konsantrasyon  $1431,40 \mu\text{g L}^{-1}$  ile kış mevsiminde 1 numaralı istasyonda, en düşük konsantrasyon ise  $2,94 \mu\text{g L}^{-1}$  yaz mevsiminde 7 ve 9 numaralı istasyonlarda belirlenmiştir.

### 5.2.8. Silikat

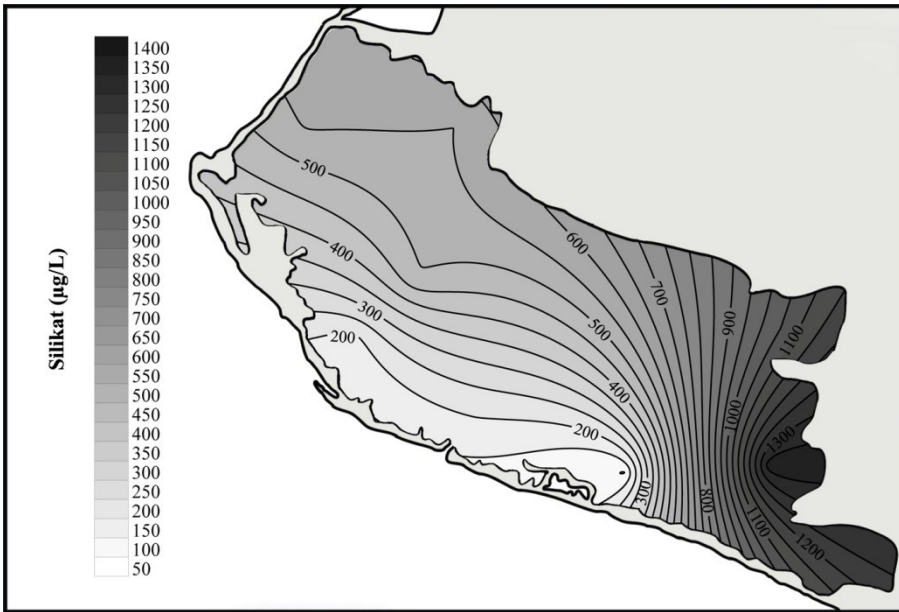
Araştırma bölgesinde yaz mevsimindeki silikat konsantrasyonlarının dağılımı incelendiğinde lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyona doğru değerlerde bir artış söz konusudur (Şekil 5.2.8.1). En yüksek değer  $8134,02 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 3 numaralı istasyonda saptanmıştır. En düşük değer ise 8 ve 9 numaralı istasyonlarda  $1,40 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.





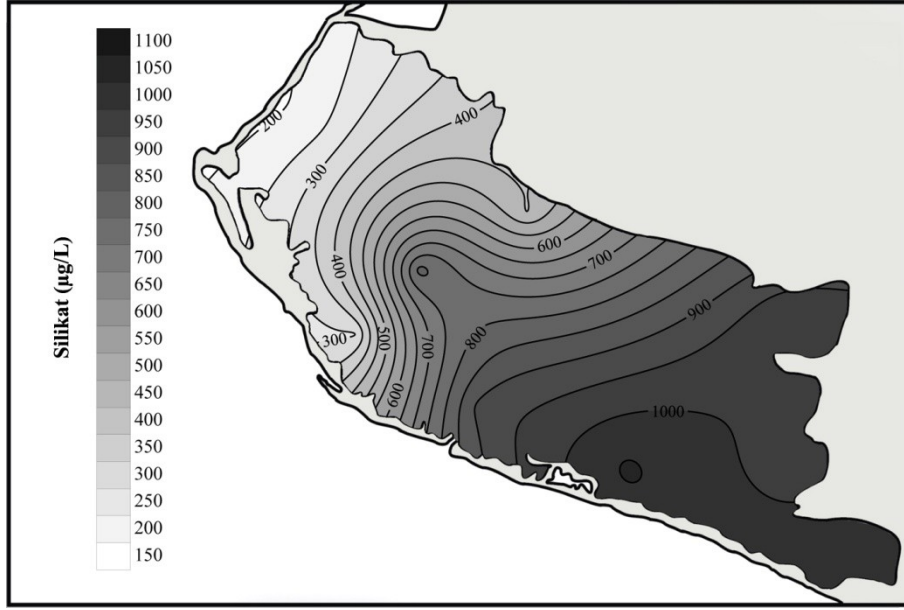
Şekil 5.2.8.1. Yaz mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı

Sonbahar mevsiminde, yaz mevsimine benzer şekilde çalışma bölgesinin doğusunda silikat konsantrasyonları daha yüksek değerlere ulaşmıştır (Şekil 5.2.8.2). Bu mevsimdeki en yüksek konsantrasyon 2 numaralı istasyonda belirlenmiştir ( $1373,60 \mu\text{g L}^{-1}$ ). En düşük konsantrasyon ise 1 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $98,32 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

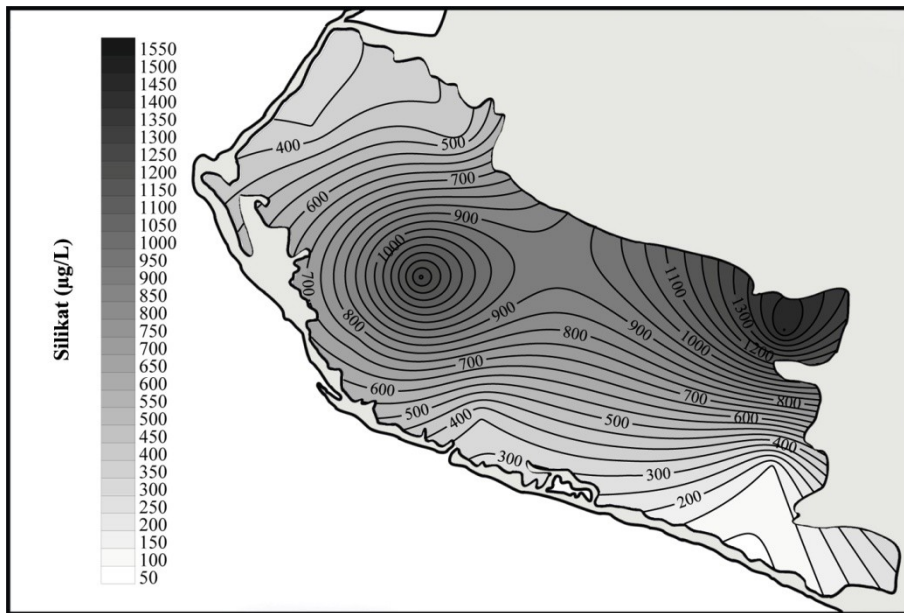


Şekil 5.2.8.2. Sonbahar mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı

Kış mevsiminde, 1 numaralı istasyona doğru silikat konsantrasyonlarında bir artış söz konusudur (Şekil 5.2.8.3). 1056,18  $\mu\text{g L}^{-1}$  ile en yüksek konsantrasyon 1 numaralı istasyonda tespit edilmiştir. Bu mevsimde en düşük konsantrasyon çalışma bölgesinin batısında taş kapıların bulunduğu bölgede yer alan 6 numaralı istasyonda 214,61  $\mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.2.8.3. Kış mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı



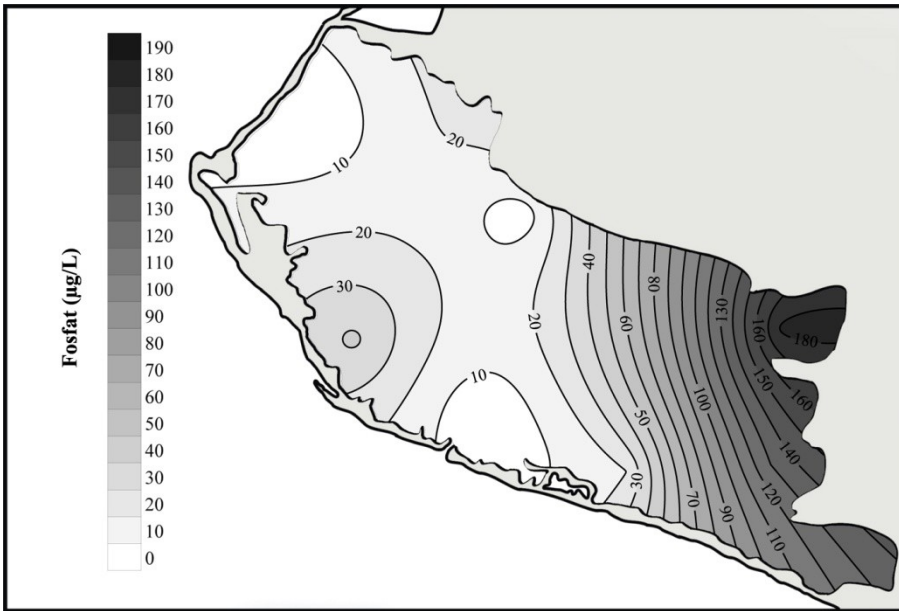
Şekil 5.2.8.4. İlkbahar mevsiminde silikat konsantrasyonlarının dağılımı

İlkbahar mevsiminde 3 ve 7 numaralı istasyonlarda  $1000 \mu\text{g L}^{-1}$  üzerinde silikat konsantrasyonları tespit edilmiştir (Şekil 5.2.8.4). En yüksek değer ise 3 numaralı istasyonda belirlenmiştir ( $1501,69 \mu\text{g L}^{-1}$ ). En düşük değer lagünün doğusundaki 2 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $142,42 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

Araştırma süresi boyunca belirlenen silikat değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek ve en düşük silikat konsantrasyonu, yaz mevsiminde saptanmıştır. En yüksek konsantrasyon 3 numaralı istasyonda ( $8134,02 \mu\text{g L}^{-1}$ ) belirlenirken, en düşük konsantrasyon 8 ve 9 numaralı istasyonlarda ( $1,40 \mu\text{g L}^{-1}$ ) saptanmıştır.

### 5.2.9. Fosfat

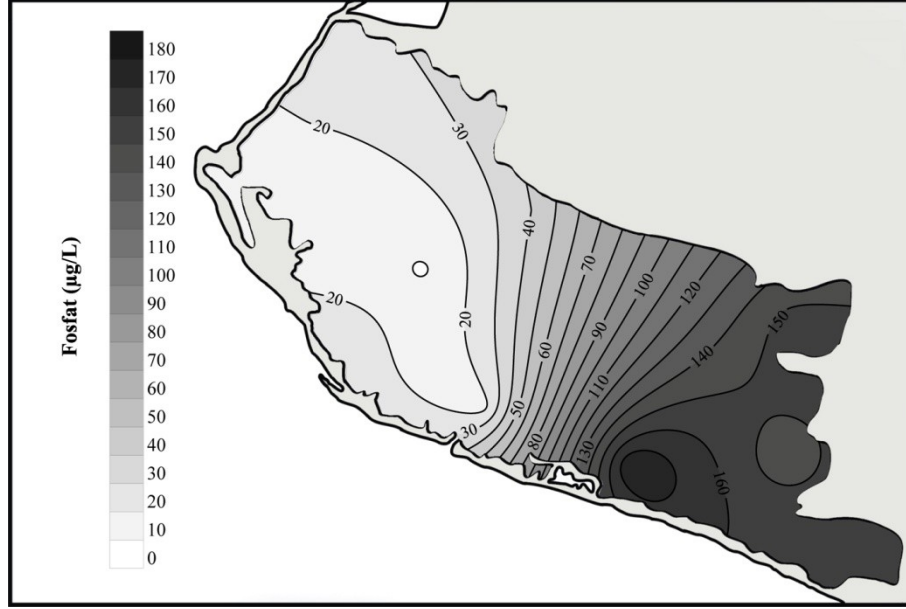
Homa Lagünü'nde yaz mevsimindeki suda fosfat konsantrasyonları incelendiğinde lagünün doğusuna doğru değerlerde bir artış görülmektedir (Şekil 5.2.9.1). En yüksek değer  $182,10 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 3 numaralı istasyonda saptanmıştır. En düşük değer ise  $1,55 \mu\text{g L}^{-1}$  ile lagünün batısında yer alan 6 numaralı istasyonda belirlenmiştir.



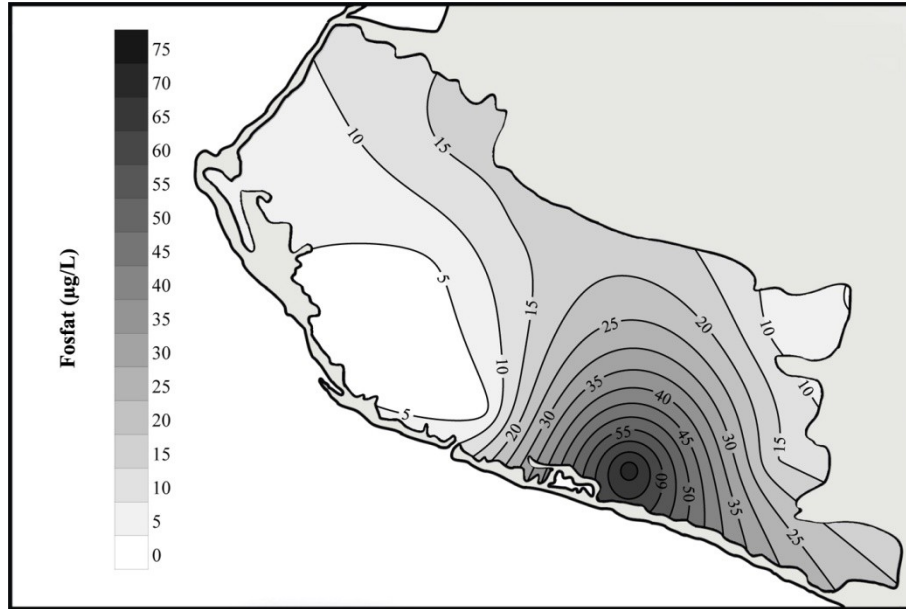
Şekil 5.2.9.1. Yaz mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı

Sonbahar mevsiminde, çalışma bölgesinin batısında fosfat konsantrasyonları yaz mevsimine benzer şekilde daha düşük iken, lagünün

doğusuna ve özellikle 1 numaralı istasyona doğru değerlerde bir artış tespit edilmiştir (Şekil 5.2.9.2). En yüksek konsantrasyon  $179,32 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 1 numaralı istasyonda belirlenmiştir. En düşük değer ise 7 numaralı istasyonda  $8,98 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır.



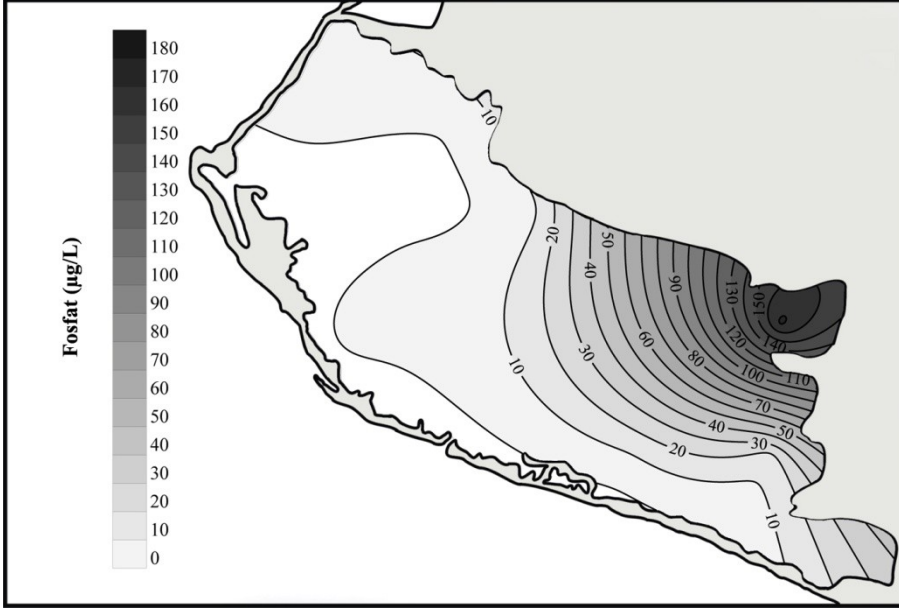
Şekil 5.2.9.2. Sonbahar mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı



Şekil 5.2.9.3. Kış mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı

Kış mevsiminde, lagün genelinde değerlerde bir miktar düşüş tespit edilmiştir (Şekil 5.2.9.3). En yüksek değer sonbahar mevsiminde de olduğu gibi 1

numaralı istasyonda  $73,40 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. 7, 8 ve 9 numaralı istasyonlar bu mevsimde  $4,00 \mu\text{g L}^{-1}$  altında değere sahipken en düşük konsantrasyon 9 numaralı istasyonda  $2,79 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır.



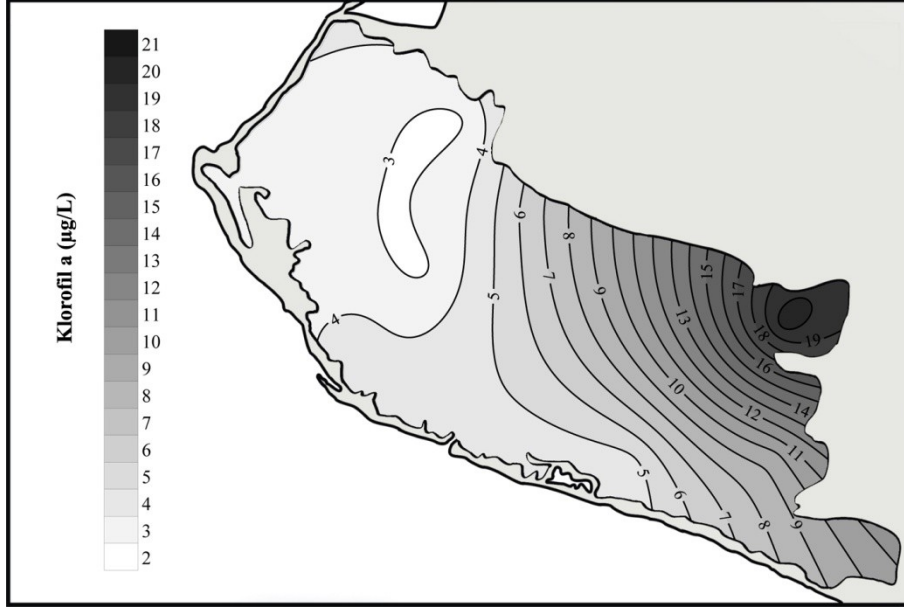
Şekil 5.2.9.4. İlkbahar mevsiminde fosfat konsantrasyonlarının dağılımı

İlkbahar mevsiminde lagünün doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyona doğru fosfat konsantrasyonlarında bir artış görülmektedir (Şekil 5.2.9.4). En yüksek fosfat konsantrasyonu 3 numaralı istasyonda  $171,88 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu mevsimde 2 ve 3 numaralı istasyonların dışında lagün genelinde fosfat konsantrasyonu  $5 \mu\text{g L}^{-1}$  altındadır. 5, 6, 7, 8 ve 9 numaralı istasyonlarda ise fosfat konsantrasyonu  $1,55 \mu\text{g L}^{-1}$  kadar düşmekte ve en düşük konsantrasyona ulaşmaktadır.

Araştırma süresi boyunca belirlenen suda fosfat konsantrasyonlarının istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde, en yüksek fosfat konsantrasyonu, yaz mevsiminde 3 numaralı istasyonda  $182,10 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak, en düşük fosfat konsantrasyonu ise  $1,55 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak yaz mevsiminde 6 numaralı istasyonda ve ilkbahar mevsiminde 5, 6, 7, 8 ve 9 numaralı istasyonlarda belirlenmiştir.

### 5.2.10. Klorofil a

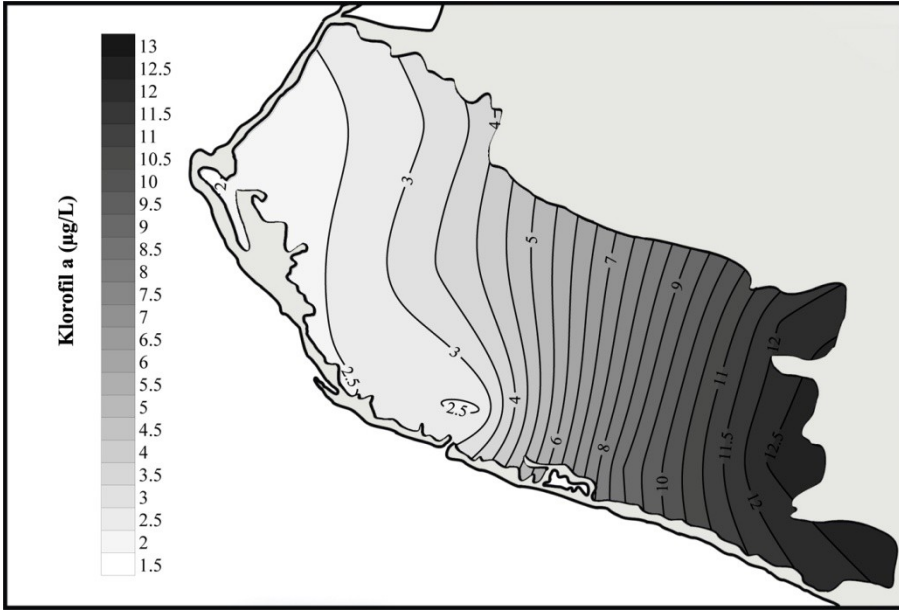
Araştırma bölgesinde yaz mevsimindeki klorofil a konsantrasyonu incelendiğinde, özellikle 3 numaralı istasyona doğru değerlerde bir artış bulunmaktadır (Şekil 5.2.10.1). En yüksek konsantrasyon bu istasyonda  $20,54 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Bu mevsimdeki en düşük konsantrasyon ise lagünün kuzeyinde yer alan 5 numaralı istasyonlarda  $2,77 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.2.10.1. Yaz mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı

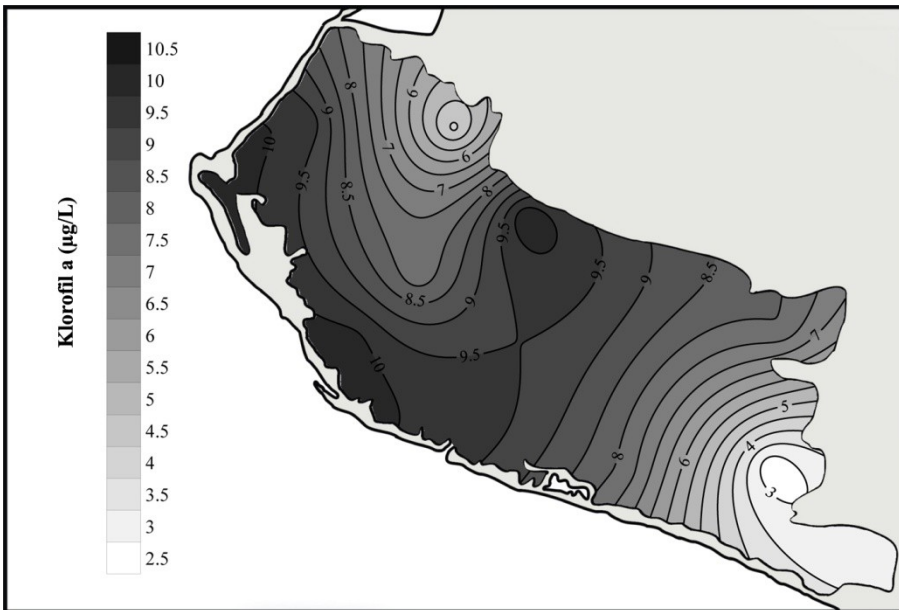
Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesinin batısından doğusuna doğru klorofil a değerlerinde bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.2.10.2). Her ne kadar yaz mevsiminde gözlenen duruma benzer şekilde 3 numaralı istasyonda yüksek klorofil a konsantrasyonu belirlense de, en yüksek değer 2 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $12,57 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Bu mevsimdeki en düşük değer ise taş kapıların bulunduğu bölgede yer alan 6 numaralı istasyonda  $2,26 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.





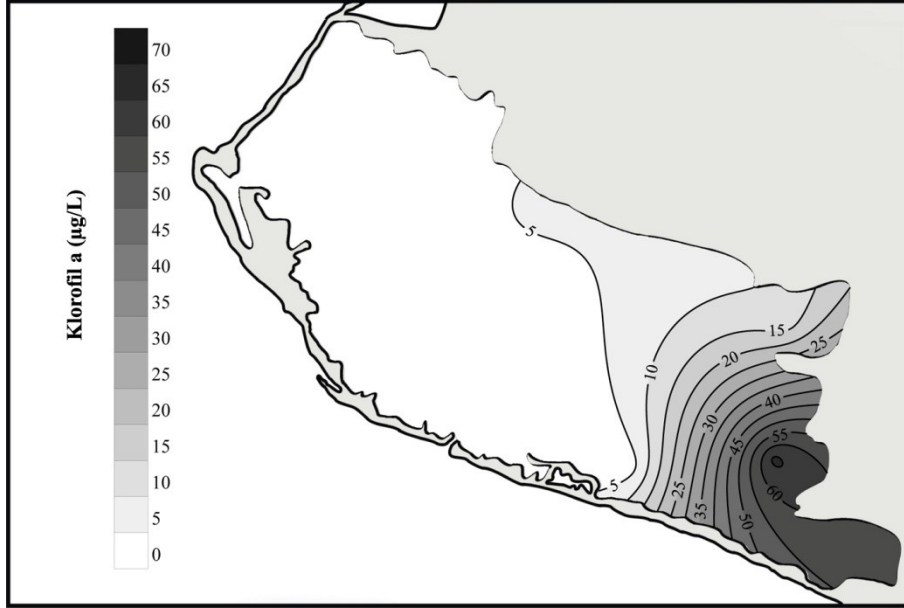
Şekil 5.2.10.2. Sonbahar mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı

Kış mevsiminde, yaz ve sonbahar mevsimlerinde gözlenen durumdan farklı bir dağılım göze çarpmaktadır (Şekil 5.2.10.3). Lagünün kuzeyinde yer alan 4 numaralı istasyon ile güneyinde yer alan 8 numaralı istasyonda değerler  $10,00 \mu\text{g L}^{-1}$  üzerine çıkmıştır. En yüksek konsantrasyon 4 numaralı istasyonda belirlenmiştir ( $10,40 \mu\text{g L}^{-1}$ ). En düşük konsantrasyon ise  $2,62 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 2 numaralı istasyonda saptanmıştır.



Şekil 5.2.10.3. Kış mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı

İlkbahar mevsiminde, belirgin şekilde lagünün doğusunda batısına göre yüksek klorofil a konsantrasyonları tespit edilmiştir (Şekil 5.2.10.4). 2 ve 3 numaralı istasyonlarda  $10,00 \mu\text{g L}^{-1}$  üzerinde değerler belirlenirken lagün genelinde klorofil a değerleri  $6,00 \mu\text{g L}^{-1}$  altındadır. En yüksek konsantrasyon 2 numaralı istasyonda  $66,15 \mu\text{g L}^{-1}$  olarak saptanmıştır. En düşük konsantrasyon ise  $0,98 \mu\text{g L}^{-1}$  ile 8 numaralı istasyonda belirlenmiştir.



Şekil 5.2.10.4. İlkbahar mevsiminde klorofil a konsantrasyonlarının dağılımı

Araştırma süresi boyunca belirlenen klorofil a değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi incelendiğinde en yüksek ve en düşük klorofil a konsantrasyonu, ilkbahar mevsiminde sırasıyla istasyon 2 ( $66,15 \mu\text{g L}^{-1}$ ) ve istasyon 8'de ( $0,98 \mu\text{g L}^{-1}$ ) belirlenmiştir.

### 5.3. Fosfor Formları

Araştırma süresi boyunca Homa Lagünü sedimentinden çift tekrarlı olarak ekstrakte edilen fosfor formlarının ortalama konsantrasyonları Tablo 5.3'te verilmiştir.



Tablo 5.3 Homa Lagünü sedimentinden çift tekrarlı olarak ekstrakte edilen fosfor formlarının ortalama konsantrasyonları

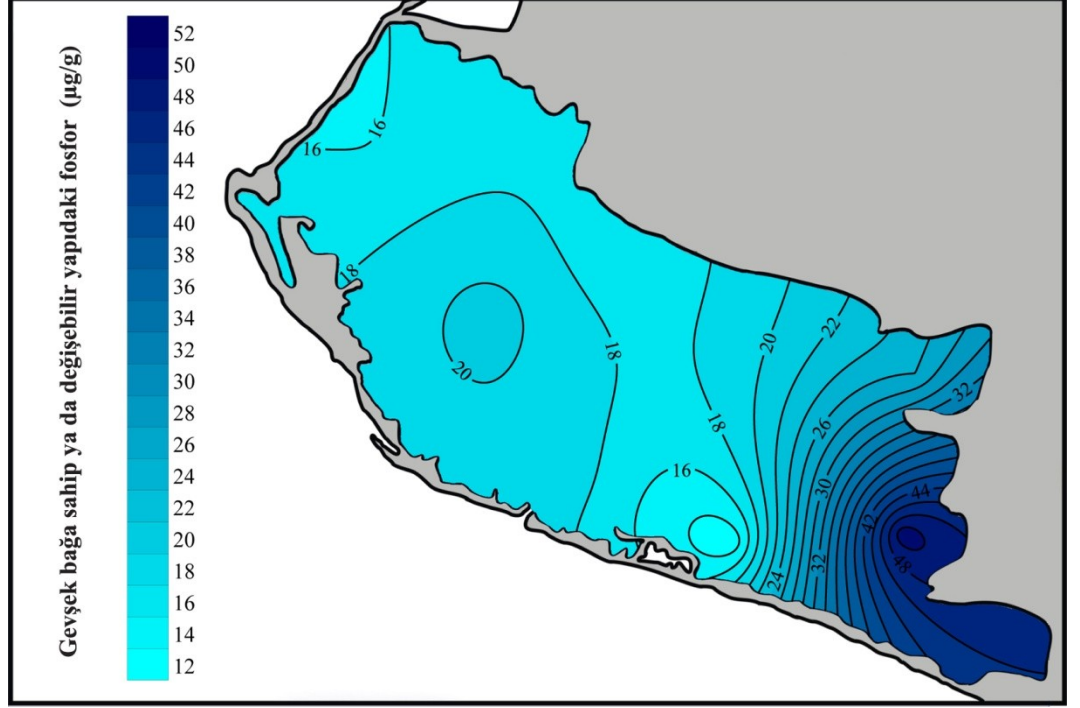
	İST	1.Basamak (µg/g)	2.Basamak (µg/g)	3.Basamak (µg/g)	4.Basamak (µg/g)	5.Basamak (µg/g)
YAZ MEVSİMİ	1	12,55	11,04	54,71	856,66	41,64
	2	51,12	66,15	117,47	507,44	73,97
	3	26,09	51,00	72,72	1323,12	60,50
	4	16,52	40,41	125,27	627,52	49,05
	5	17,74	69,46	150,85	533,89	25,48
	6	15,77	17,34	61,10	931,80	26,33
	7	20,97	35,86	108,53	538,85	40,35
	8	19,37	30,05	74,18	1221,34	30,83
	9	19,46	15,81	24,24	1190,48	30,24
SONBAHAR MEVSİMİ	1	22,72	13,51	191,17	396,48	57,55
	2	20,61	16,73	298,66	276,77	36,43
	3	216,39	93,61	320,33	468,16	44,02
	4	34,74	16,45	264,02	180,98	32,09
	5	20,91	10,13	286,70	526,42	36,00
	6	10,86	7,13	176,38	435,76	24,09
	7	19,65	10,30	278,11	196,05	36,00
	8	30,66	12,07	218,66	401,05	22,61
	9	13,64	8,41	132,07	589,14	16,19
KIŞ MEVSİMİ	1	37,03	36,43	266,88	139,68	25,74
	2	22,10	22,94	303,85	136,10	25,88
	3	26,65	11,34	289,21	144,66	15,46
	4	34,37	11,23	305,09	119,97	24,73
	5	34,30	11,17	287,74	326,60	30,76
	6	23,02	1,73	250,91	351,11	54,52
	7	19,16	2,34	281,02	148,12	21,32
	8	15,45	5,99	222,95	334,68	30,83
	9	21,23	4,66	324,43	293,19	23,38
İLKBAHAR MEVSİMİ	1	6,97	9,94	165,43	338,64	29,88
	2	23,93	15,56	241,20	155,40	27,19
	3	16,93	15,89	240,80	252,39	28,44
	4	27,32	13,99	235,98	200,02	25,88
	5	15,26	16,76	256,77	393,43	29,60
	6	10,01	7,99	209,59	386,32	26,01
	7	8,53	10,22	271,47	183,74	22,83
	8	9,80	15,05	219,07	300,62	30,83
	9	6,29	6,12	165,25	413,05	33,80

1. Basamak: Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor; 2.Basamak: Demire bağlı fosfor; 3. Basamak: Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor; 4.Basamak: Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor; 5.Basamak: Organik fosfor.

### 5.3.1. Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor

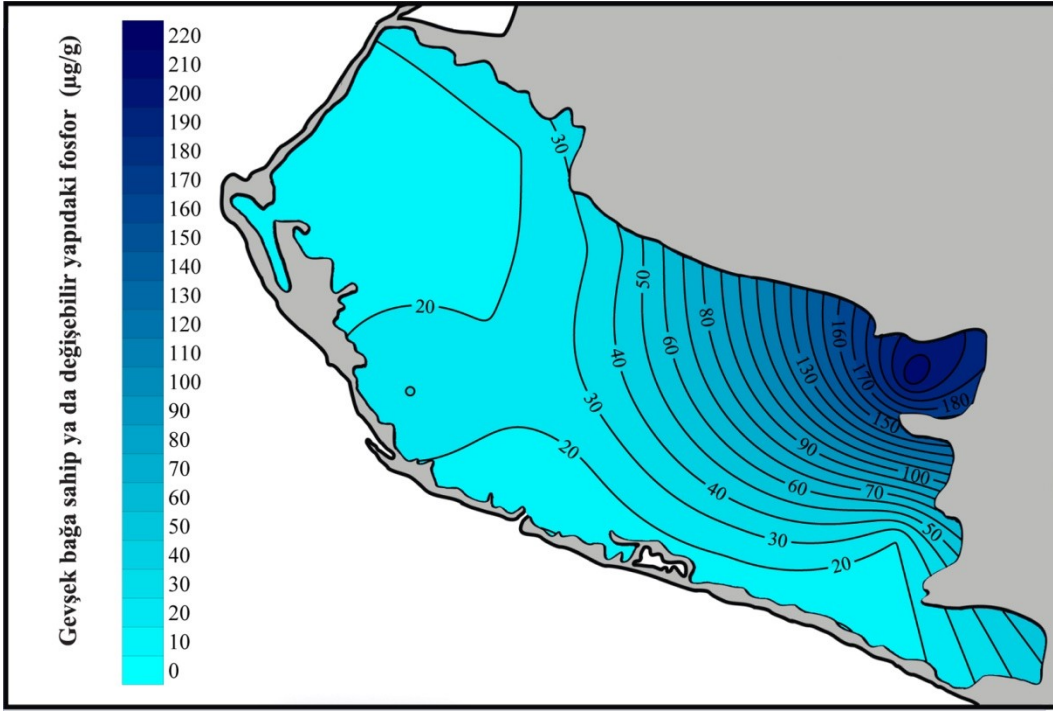
MgCl<sub>2</sub> (1M) kullanılarak yapılan ekstraksiyon sonucunda elde edilen çift tekrarlı gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin ortalamaları incelendiğinde, yaz mevsiminde lagünün doğusunda yer alan 2

numaralı istasyona ( $51,12 \mu\text{g g}^{-1}$ ) doğru bir artış görülmektedir (Şekil 5.3.1.1). Lagün genelinde değerler  $30 \mu\text{g g}^{-1}$  altındadır, en düşük değer ise 1 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $12,55 \mu\text{g g}^{-1}$ ).

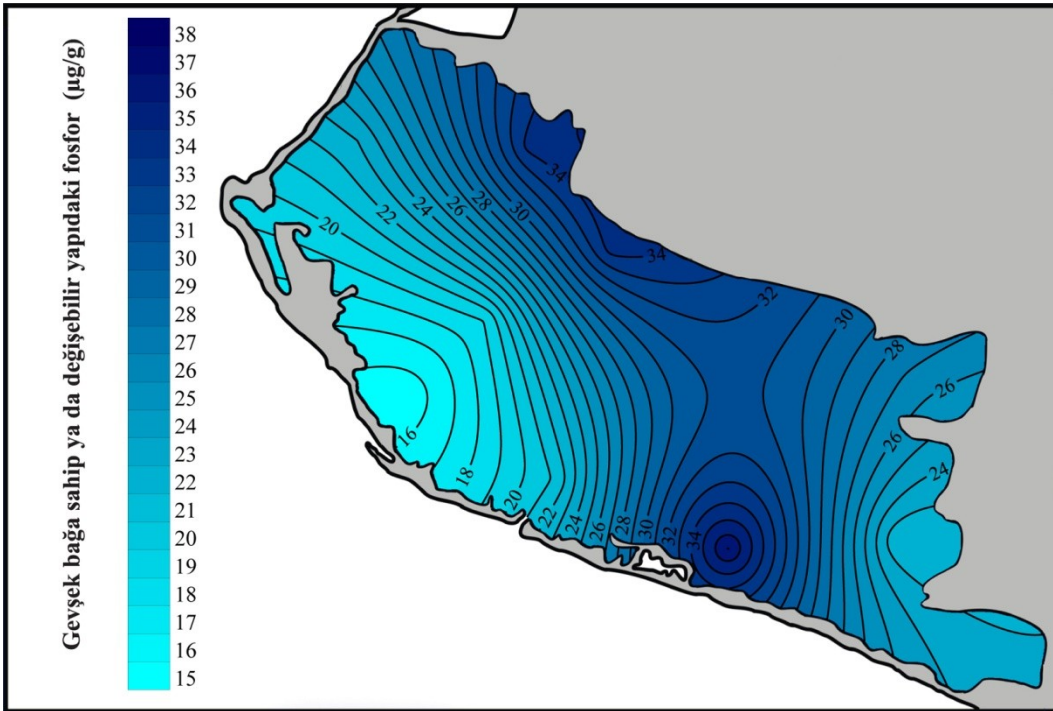


Şekil 5.3.1.1. Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde en yüksek değer çalışma bölgesinin doğusunda yer alan Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda ( $216,39 \mu\text{g g}^{-1}$ ) saptanmıştır (Şekil 5.3.1.2). Yaz mevsimine göre sonbahar mevsiminde istasyonlardaki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinde artış bulunmaktadır. En düşük değer ise  $10,86 \mu\text{g g}^{-1}$  ile İstasyon 6'da belirlenmiştir.

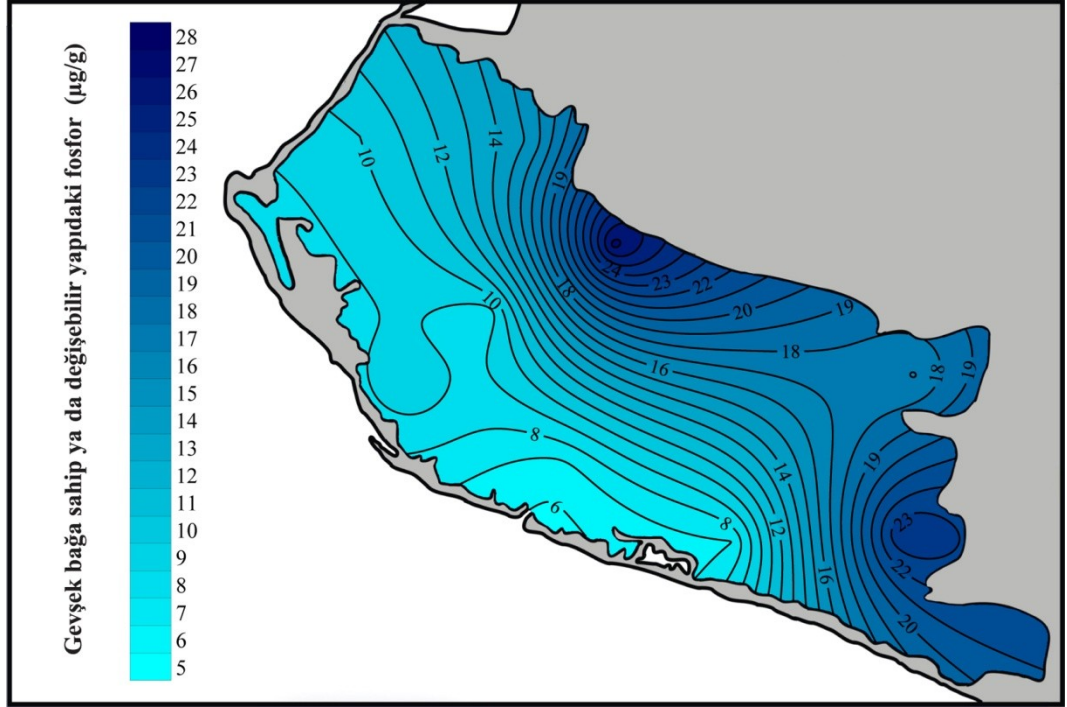


Şekil 5.3.1.2. Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı



Şekil 5.3.1.3. Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı

Kış mevsiminde, yaz ve sonbahar mevsimlerinde lagünün doğusunda gözlenen yüksek değerler istasyon 1, 4 ve 5 hattında lagünün orta kısmına doğru yer değiştirmiştir (Şekil 5.3.1.3). En yüksek değer  $37,03 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 1 numaralı istasyonda, en düşük değer ise  $15,45 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 8 numaralı istasyonda saptanmıştır. Bu mevsimde özellikle sonbahar mevsiminde 3 numaralı istasyonda belirlenen yüksek değerlerde belirgin bir düşüş saptanmıştır ( $26,65 \mu\text{g g}^{-1}$ ).



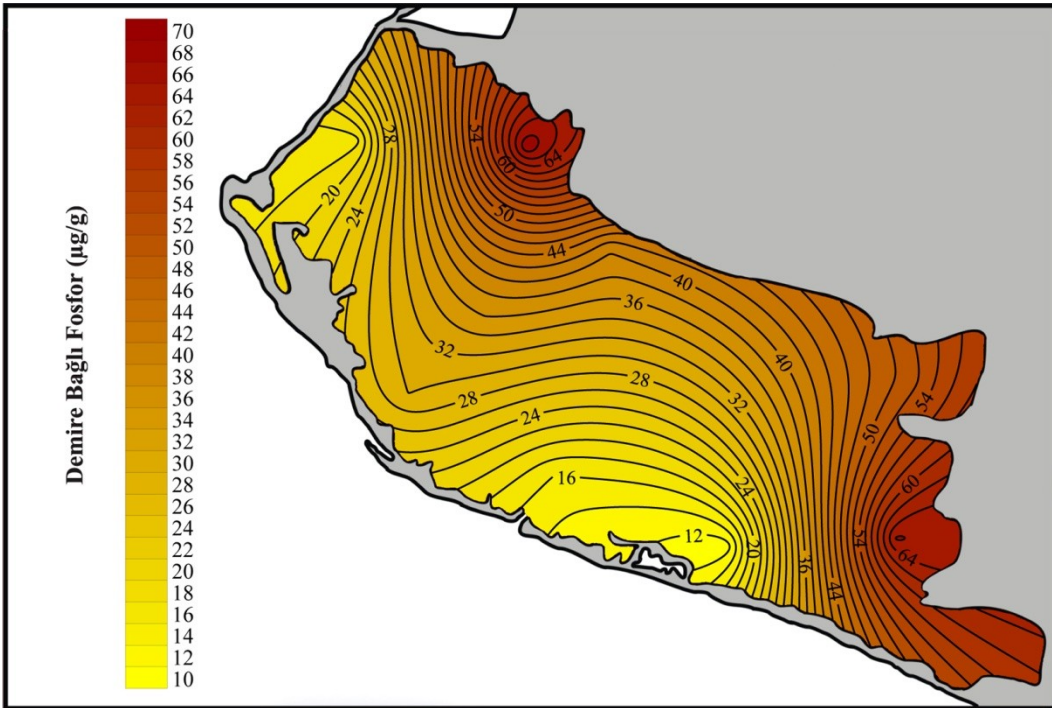
Şekil 5.3.1.4. İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde, lagün genelinde gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinde bir azalma söz konusudur (Şekil 5.3.1.4). Bu mevsimde istasyon 2 ( $23,93 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve istasyon 4 ( $27,32 \mu\text{g g}^{-1}$ )'de diğer istasyonlara göre daha yüksek değerler belirlenmiştir. En düşük değer ise istasyon 9'da saptanmıştır ( $6,29 \mu\text{g g}^{-1}$ ).

Çalışma süresi boyunca Homa Lagünü sedimentlerinde belirlenen en yüksek gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değeri  $216,39 \mu\text{g g}^{-1}$  ile sonbahar mevsiminde 3 numaralı istasyonda, en düşük değer ise  $6,29 \mu\text{g g}^{-1}$  ile ilkbahar mevsiminde 9 numaralı istasyonda ölçülmüştür.

### 5.3.2. Demire bağı fosfor

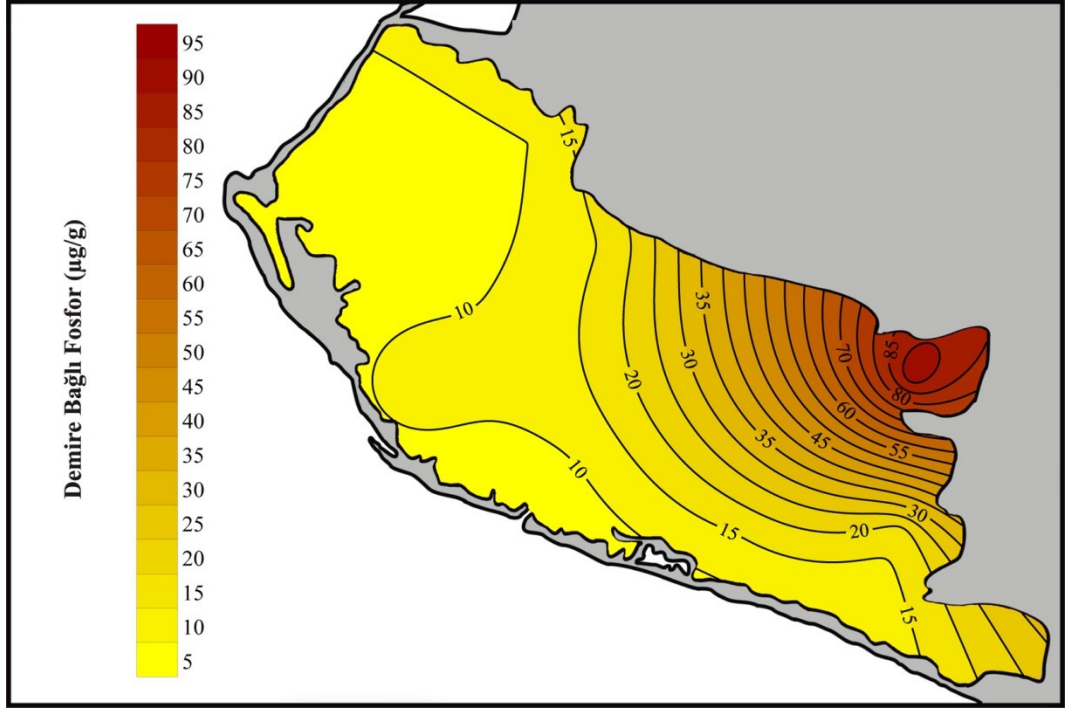
CDB solüsyonu ve  $MgCl_2$  (1M) kullanılarak yapılan ekstraksiyon sonucunda elde edilen çift tekrarlı demire bağı fosforun ortalama değerleri incelendiğinde yaz mevsiminde çalışma bölgesinin doğusuna ve kuzeyine doğru bir artış göstermektedir (Şekil 5.3.2.1). Lagünün doğusunda değerler  $50,00 \mu g g^{-1}$  üzerine çıkarken en yüksek değer çalışma bölgesinin kuzeyinde yer alan istasyon 5’de saptanmıştır ( $69,46 \mu g g^{-1}$ ).



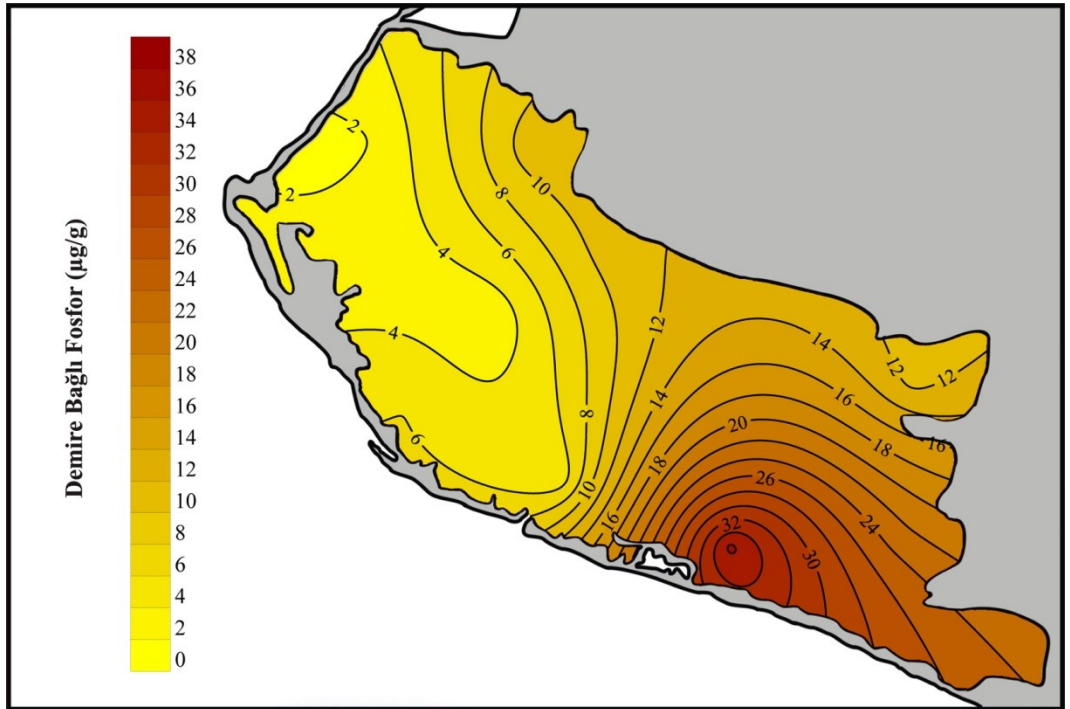
Şekil 5.3.2.1. Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağı fosfor değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde, lagünde belirlenen demire bağı fosfor değerleri, dağılımı, aynı mevsimde belirlenen gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerine benzer yapıdadır (Şekil 5.3.2.2). Demire bağı fosfor değerleri çalışma bölgesinin doğusuna doğru özellikle 3 numaralı istasyonun olduğu bölgeye doğru bir artış göstermektedir. En yüksek değer 3 numaralı istasyonda  $93,61 \mu g g^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Bu mevsimdeki en düşük değer ise lagünün batısında taş kapıların olduğu bölümde yer alan 6 numaralı istasyonda ( $7,13 \mu g g^{-1}$ ) saptanmıştır.

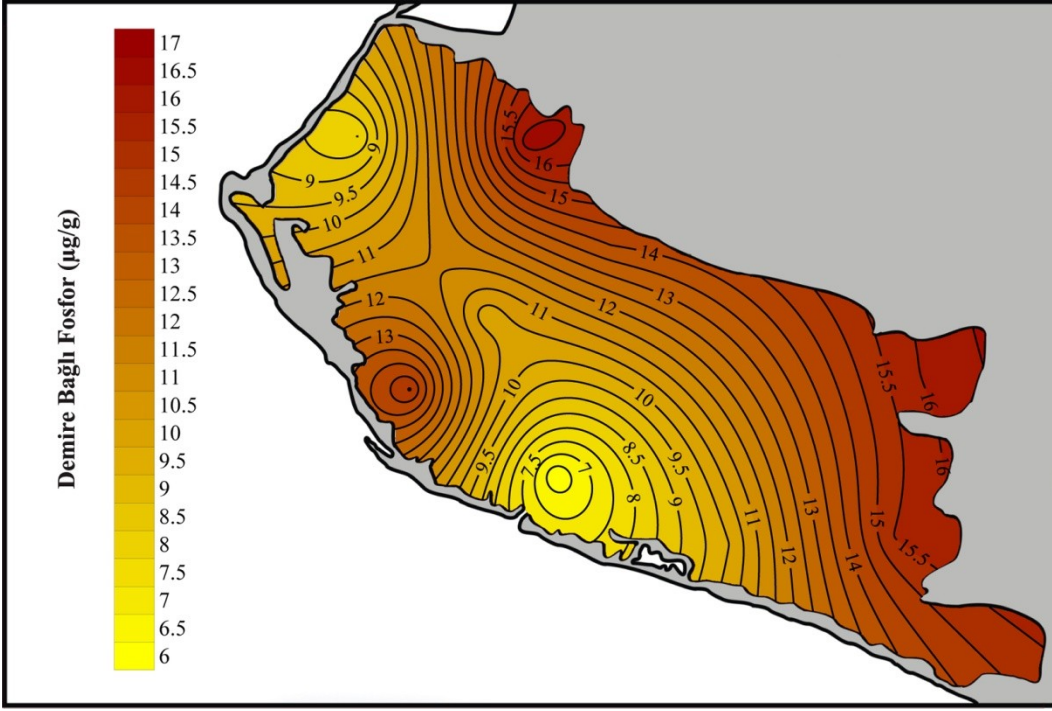




Şekil 5.3.2.2. Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı



Şekil 5.3.2.3. Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı



Şekil 5.3.2.4. İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki demire bağlı fosfor değerlerinin dağılımı

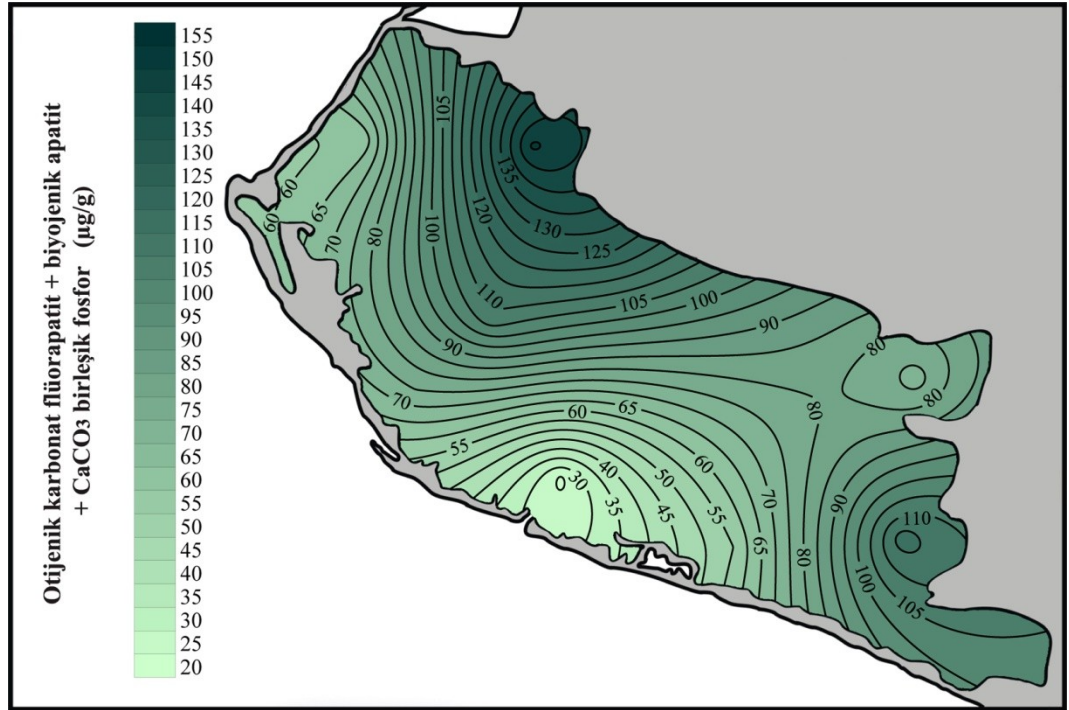
Kış mevsiminde demire bağlı fosfor değerleri incelendiğinde 1 numaralı istasyonun yer aldığı bölgeye doğru bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.3.2.3). Bu mevsimde istasyon 1 ( $36,43 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve 2 ( $22,94 \mu\text{g g}^{-1}$ ) yüksek demire bağlı fosfor değerlerine sahiptir. Bu mevsimde de en düşük değer sonbahar mevsiminde belirlendiği gibi 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür ( $1,73 \mu\text{g g}^{-1}$ ).

İlkbahar mevsiminde, lagünün doğusunda bulunan istasyon 2 ve istasyon 3 ile kuzeyinde yer alan 5 numaralı istasyon ve güney kısmında bulunan 8 numaralı istasyonda  $15 \mu\text{g g}^{-1}$  üzerinde demire bağlı fosfor saptanmıştır (Şekil 5.3.2.4). En yüksek değer ise  $16,76 \mu\text{g g}^{-1}$  ile istasyon 5'te belirlenmiştir. Bu mevsimdeki en düşük değer ise lagüne deniz girişinin bulunduğu istasyon 9 ( $6,12 \mu\text{g g}^{-1}$ )'da saptanmıştır.

Çalışma süresi boyunca Homa Lagünü sedimentlerinde belirlenen en yüksek demire bağlı fosfor değeri  $93,61 \mu\text{g g}^{-1}$  ile sonbahar mevsiminde 3 numaralı istasyonda, en düşük değer ise  $1,73 \mu\text{g g}^{-1}$  ile kış mevsiminde 6 numaralı istasyonda ölçülmüştür.

### 5.3.3. Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor

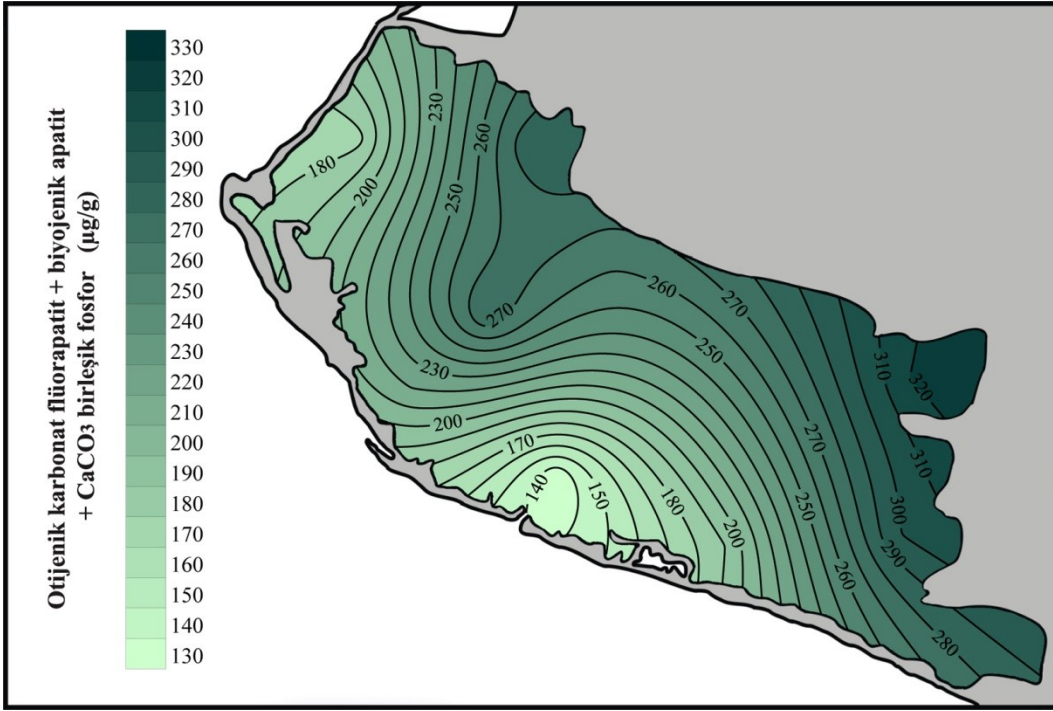
Asetat tamponu ve MgCl<sub>2</sub> (1M) kullanılarak yapılan ekstraksiyon sonucunda elde edilen çift tekrarlı otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor ortalama değerleri incelendiğinde yaz mevsiminde lagünün kuzeyine ve doğusuna doğru bir artış göze çarpmaktadır (Şekil 5.3.3.1). Bu mevsimde en yüksek değer lagünün kuzeyinde yer alan 5 numaralı istasyonda 150,85 µg g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En düşük değer ise, 9 numaralı istasyonda (24,24 µg g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.



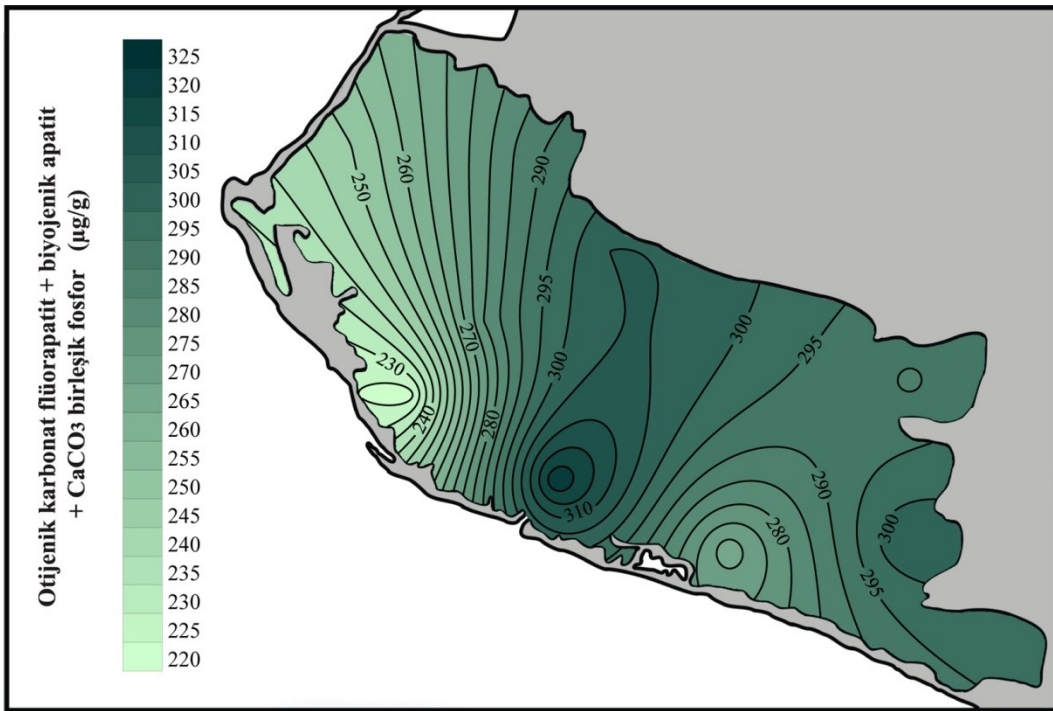
Şekil 5.3.3.1. Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsimi, yaz mevsiminde bölgede saptanan otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor dağılımı ile benzerlik taşımaktadır (Şekil 5.3.3.2). Bu mevsimde lagün genelinde değerler yükselmiştir, en yüksek değer ise Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda (320,33 µg g<sup>-1</sup>) saptanmıştır. Bölgedeki en düşük değer ise yaz mevsiminde olduğu gibi lagüne deniz suyunun girişinin olduğu bölümde yer alan 9 numaralı istasyonda (132,07 µg g<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.



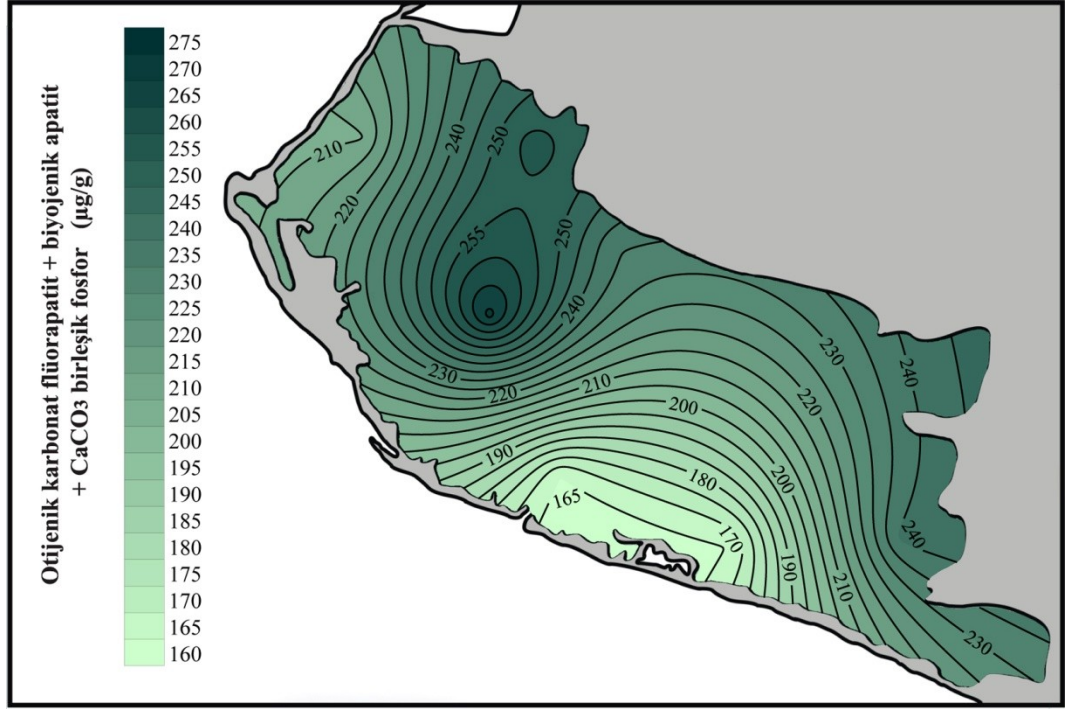


Şekil 5.3.3.2. Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenic karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı



Şekil 5.3.3.3. Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenic karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin dağılımı

Kış mevsiminde lagüne deniz suyu girişinin olduğu bölümde yüksek otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor belirlenmiştir (Şekil 5.3.3.3). En yüksek değer 9 numaralı istasyonda  $324,43 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak saptanmıştır. Lagün genelinde  $250,00 \mu\text{g g}^{-1}$  üzerinde bir değer belirlenirken en düşük değer 8 numaralı istasyonda ( $222,95 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ölçülmüştür.



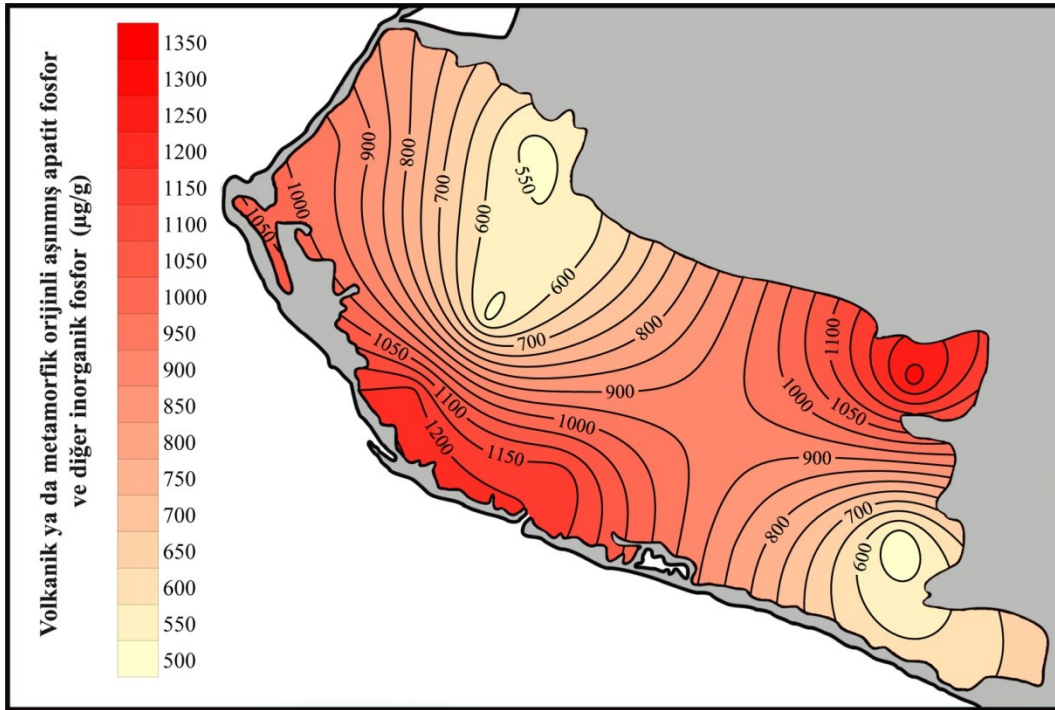
Şekil 5.3.3.4. İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde, lagünde belirlenen en düşük değer yaz ve sonbahar mevsimlerindekiye benzer şekilde deniz suyu girişi bölümünde yer alan 9 numaralı istasyonda ( $165,25 \mu\text{g g}^{-1}$ ) saptanmıştır (Şekil 5.3.3.4). İstasyon 1 ve 9 dışında lagün genelinde otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor değerleri  $200,00 \mu\text{g g}^{-1}$  üzerindedir. En yüksek değer ise  $271,47 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 7 numaralı istasyonda ölçülmüştür.

Çalışma süresi boyunca Homa Lagünü sedimentlerinde belirlenen en yüksek ve en düşük otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor değerleri istasyon 9'da sırasıyla kış ( $324,43 \mu\text{g g}^{-1}$ ) ve yaz ( $24,24 \mu\text{g g}^{-1}$ ) mevsimlerinde belirlenmiştir.

### 5.3.4. Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor

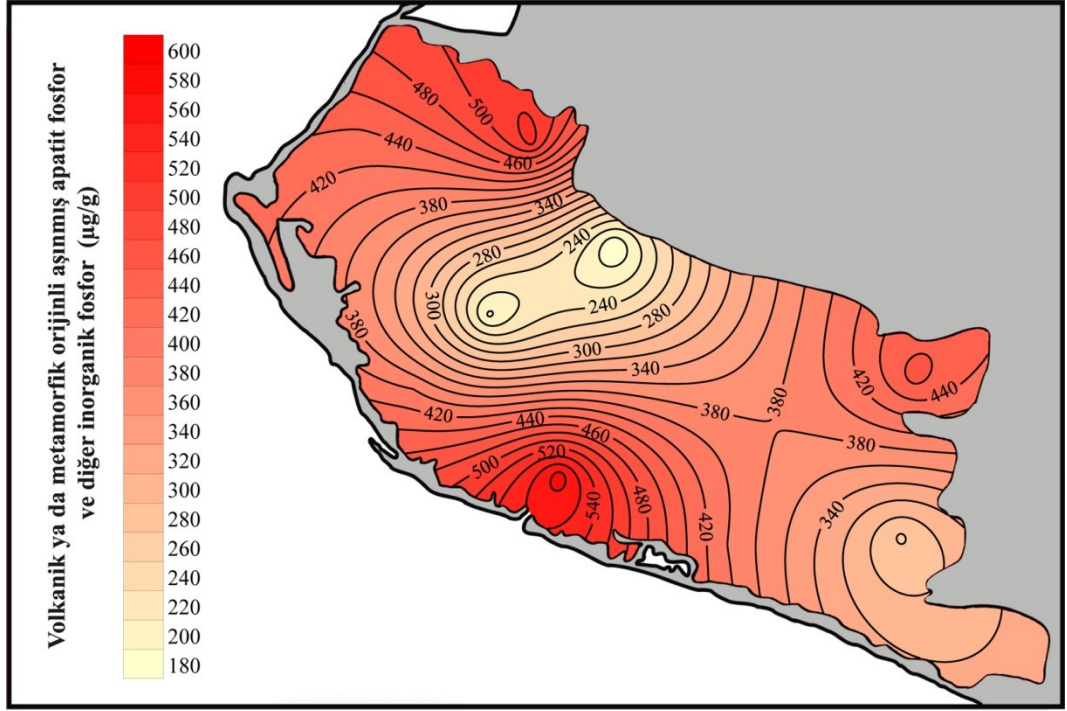
HCl (1M) kullanılarak yapılan ekstraksiyon sonucunda elde edilen çift tekrarlı volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor ortalama değerleri incelendiğinde yaz mevsiminde lagünün güneyinde yer alan 8 ve 9 numaralı istasyonlarda ve doğusunda bulunan 3 numaralı istasyonda değerler  $1000,00 \mu\text{g g}^{-1}$  üzerindedir. En yüksek değer  $1323,12 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 3 numaralı istasyonda, en düşük değer ise  $507,44$  ile 2 numaralı istasyonda belirlenmiştir.



Şekil 5.3.4.1. Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde, yaz mevsiminde belirlenen yüksek volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinde bir azalma söz konusudur (Şekil 5.3.4.2). Lagünde değerler  $600,00 \mu\text{g g}^{-1}$  altındadır. Lagünün deniz suyu girişinin olduğu bölümde yer alan 9 numaralı istasyon bu mevsimde en yüksek değere sahiptir ( $589,14 \mu\text{g g}^{-1}$ ). Şekil 5.4.3.2'de görüldüğü gibi istasyon 4 ve 7 en açık renge yani en düşük fosfor değerine sahiptir. Bu

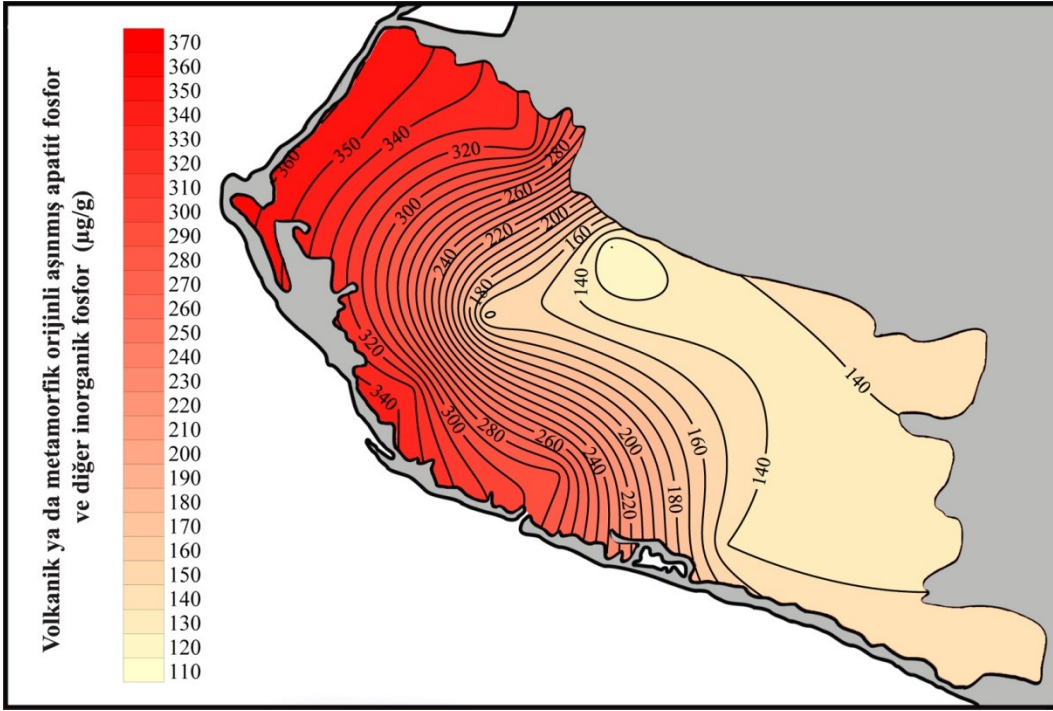
istasyonlarda bu mevsimde belirlenen değerler sırasıyla  $180,98 \mu\text{g g}^{-1}$  ve  $196,05 \mu\text{g g}^{-1}$ 'dir.



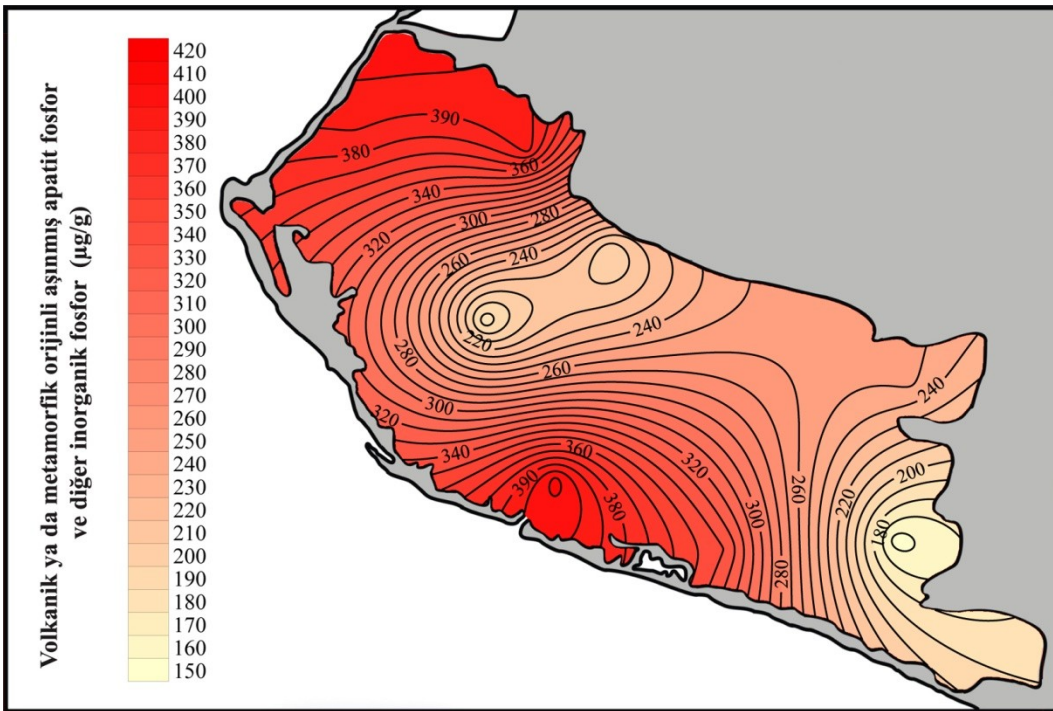
Şekil 5.3.4.2. Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı

Kış mevsiminde, lagünün batısında yer alan taş kapılara doğru belirgin bir artış söz konusudur (Şekil 5.3.4.3). Ancak değerler incelendiğinde sonbahar mevsimine göre bir azalma göze çarpmaktadır. Lagün genelinde değerler  $400,00 \mu\text{g g}^{-1}$  altındadır. Bu mevsimde en yüksek değer taş kapıların olduğu bölümde yer alan 6 numaralı istasyonda ( $351,11 \mu\text{g g}^{-1}$ ) saptanmıştır. En düşük değer ise sonbahar mevsimine benzer şekilde kuzeyde yer alan 4 numaralı istasyonda ( $119,97 \mu\text{g g}^{-1}$ ) belirlenmiştir.





Şekil 5.3.4.3. Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı



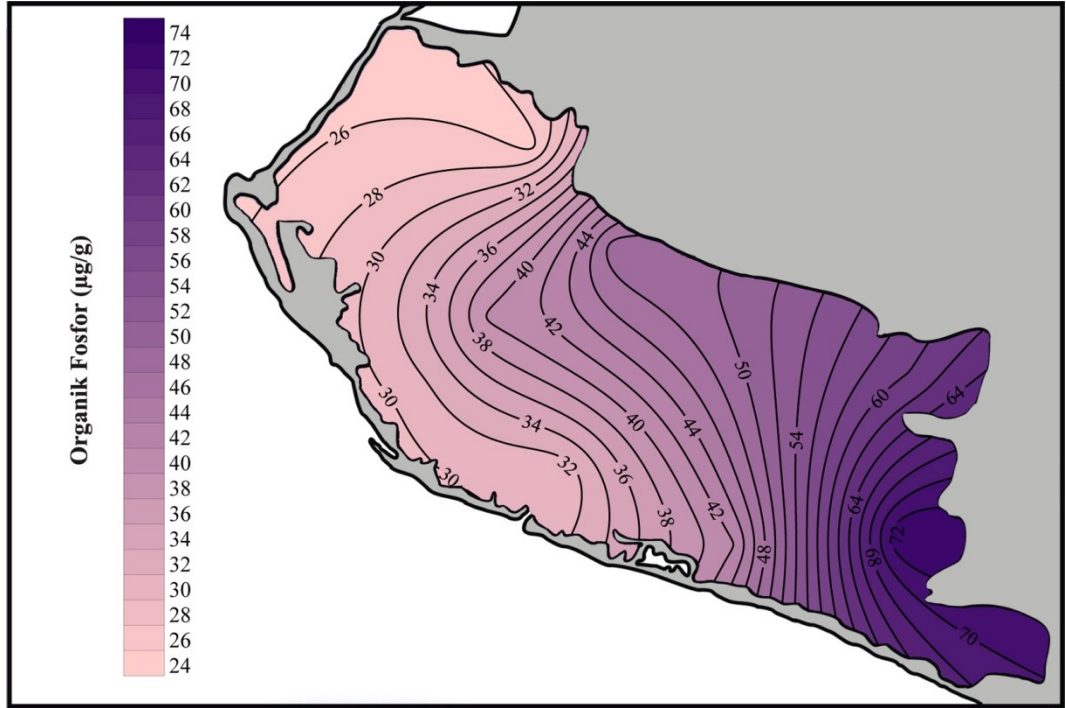
Şekil 5.3.4.4. İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin dağılımı

İlkbahar mevsiminde belirlenen dağılım incelendiğinde yüksek değerlerin sonbahar mevsimine benzer olduğu görülmektedir (Şekil 5.3.4.4). İstasyon 1, 5, 6, 8 ve 9'da değerler  $300,00 \mu\text{g g}^{-1}$  üzerindedir. En yüksek volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değeri deniz suyu girişinin bulunduğu bölgede yer alan 9 numaralı istasyonda ( $413,05 \mu\text{g g}^{-1}$ ) saptanmıştır. Lagünün doğusunda bulunan 2 numaralı istasyon ise bu mevsimde en düşük fosfor değere sahiptir ( $155,40 \mu\text{g g}^{-1}$ ).

Çalışma süresi boyunca çalışma bölgesinde elde edilen en yüksek volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değeri yaz mevsiminde 3 numaralı istasyonda  $1323,12 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak saptanırken, en düşük değer kış mevsiminde 4 numaralı istasyonda  $119,97 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.

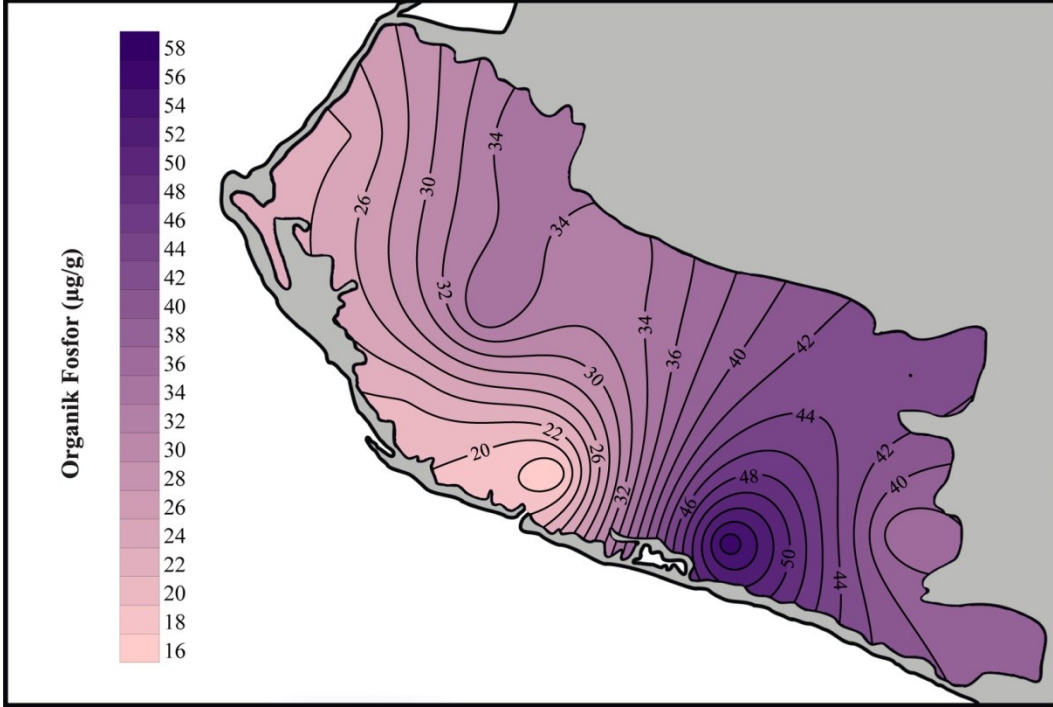
### 5.3.5. Organik fosfor

$550^{\circ}\text{C}$ 'de yakılmış ve HCl (1M) kullanılarak ekstrakte edilmiş çift tekrarlı organik fosfor ortalama değerleri incelendiğinde yaz mevsiminde çalışma alanının doğusuna doğru bir artışın bulunduğu gözlenmektedir (Şekil 5.3.5.1).



Şekil 5.3.5.1. Yaz mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı

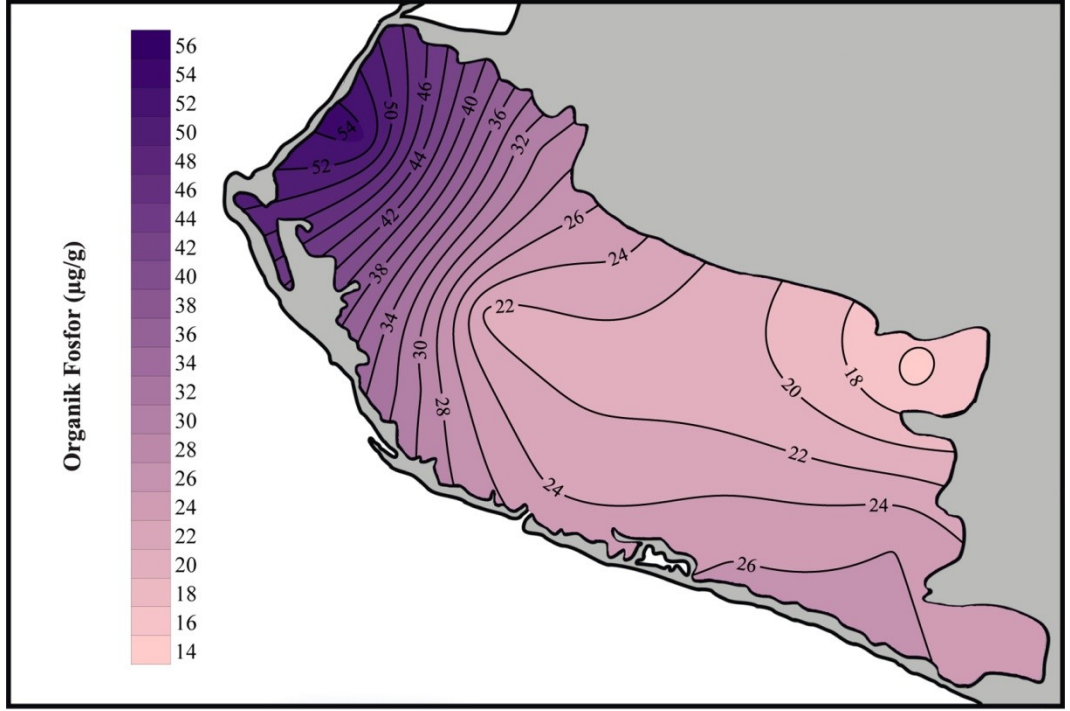
Yaz mevsiminde belirlenen en yüksek organik fosfor değeri,  $73,97 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak 2 numaralı istasyonda belirlenmiştir. Kuzeyde yer alan 5 numaralı istasyon ise bu mevsimdeki en düşük değere sahiptir ( $25,48 \mu\text{g g}^{-1}$ ).



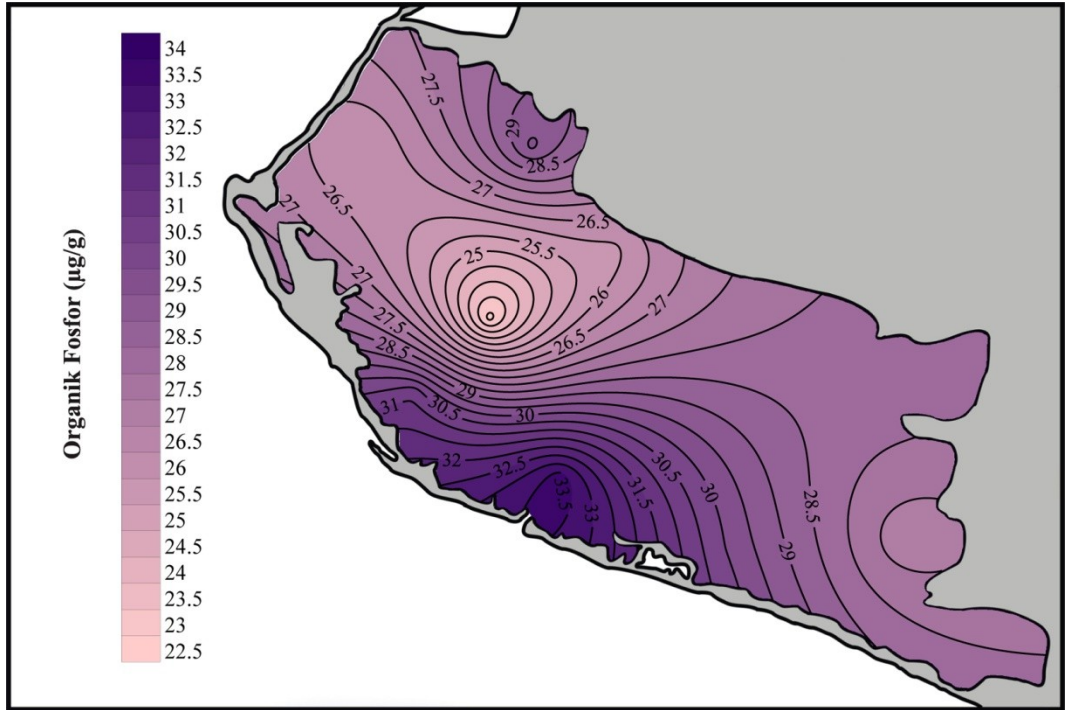
Şekil 5.3.5.2. Sonbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı

Sonbahar mevsiminde yaz mevsiminde lagünün doğusunda belirlenen yüksek değerler güney kısmında yer alan 1 numaralı istasyona doğru yer değiştirmiştir (Şekil 5.3.5.2).  $57,55 \mu\text{g g}^{-1}$  ile en yüksek değer 1 numaralı istasyonda belirlenirken en düşük değer  $16,19 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 9 numaralı istasyonda saptanmıştır.

Kış mevsiminde değerlerde lagünün batısında taş kapıların bulunduğu bölgeye doğru bir artış görülmektedir (Şekil 5.3.5.3). En yüksek değer 6 numaralı istasyonda saptanmıştır ( $54,52 \mu\text{g g}^{-1}$ ). En düşük değer ise çalışma sahasının doğusunda yer alan 3 numaralı istasyonda belirlenmiştir ( $15,46 \mu\text{g g}^{-1}$ ).



Şekil 5.3.5.3. Kış mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı



Şekil 5.3.5.4. İlkbahar mevsiminde çalışma bölgesindeki organik fosfor değerlerinin dağılımı



İlkbahar mevsiminde, istasyonlardaki organik fosfor değerleri  $22,83 \mu\text{g g}^{-1}$  ile  $33,80 \mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişim göstermektedir (Şekil 5.3.5.4). İstasyonlardaki değerler birbirlerine yakındır ancak deniz suyu girişinin bulunduğu 9 numaralı istasyon çevresinde bir artışın varlığı göze çarpmaktadır. Yine en yüksek değer bu istasyonda belirlenmiştir. En düşük değer ise 7 numaralı istasyonda saptanmıştır.

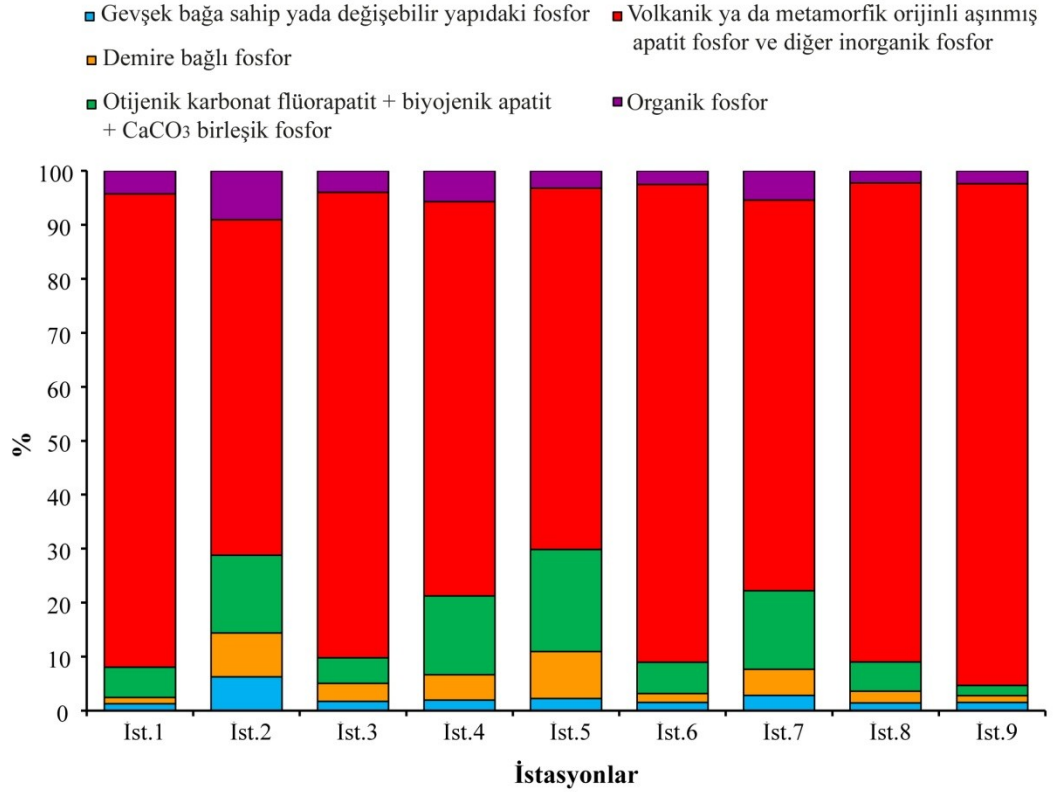
Çalışma süresi boyunca Homa Lagünü'nden elde edilen en yüksek organik fosfor değeri  $73,97 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak yaz mevsiminde 2 numaralı istasyonda saptanırken, en düşük değer  $15,46 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak kış mevsiminde 3 numaralı istasyonda belirlenmiştir.

#### **5.4. Mevsimlere Bağlı Fosfor Formlarının Yüzde Dağılımları**

Araştırma süresi boyunca Homa Lagünü'nden ekstrakte edilen beş farklı fosfor formunun mevsime bağlı olarak yüzde dağılımları hakkındaki bulgular aşağıda verilmiştir.

##### **5.4.1. Yaz mevsimi**

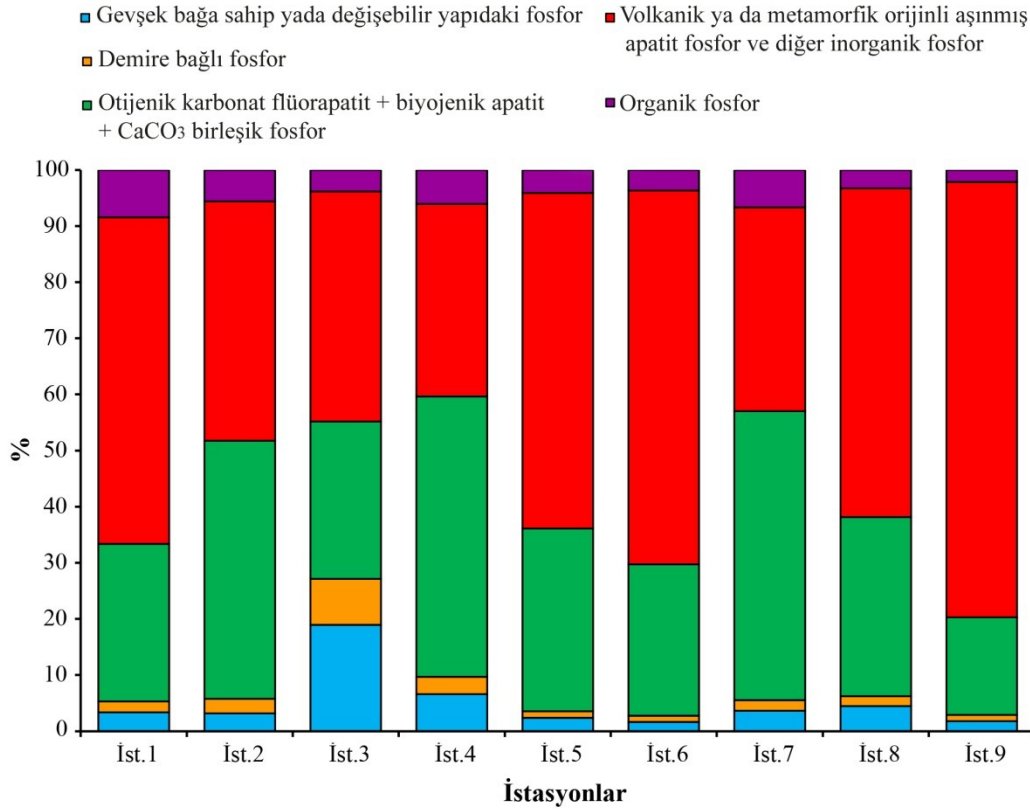
Yaz mevsiminde fosfor formlarının istasyonlara göre yüzde dağılımları Şekil 5.4.1'de verilmiştir. Genel yapı incelendiğinde bu mevsimde en baskın fosfor formu 4. basamakta ekstrakte edilen volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formudur. % 62,2 (İst.2) ile % 93,0 (İst.9) arasında değişim göstermektedir. Lagün genelinde ortalama fosfor formu yüzdeleri sıralanacak olursa ikinci sırada otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor (% 9,5) yer almaktadır bu fosfor formunu da sırasıyla organik fosfor (% 4,3), demire bağlı fosfor (% 4,0) ve gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor (% 2,3) takip etmektedir.



Şekil 5.4.1. Yaz mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi

#### 5.4.2. Sonbahar mevsimi

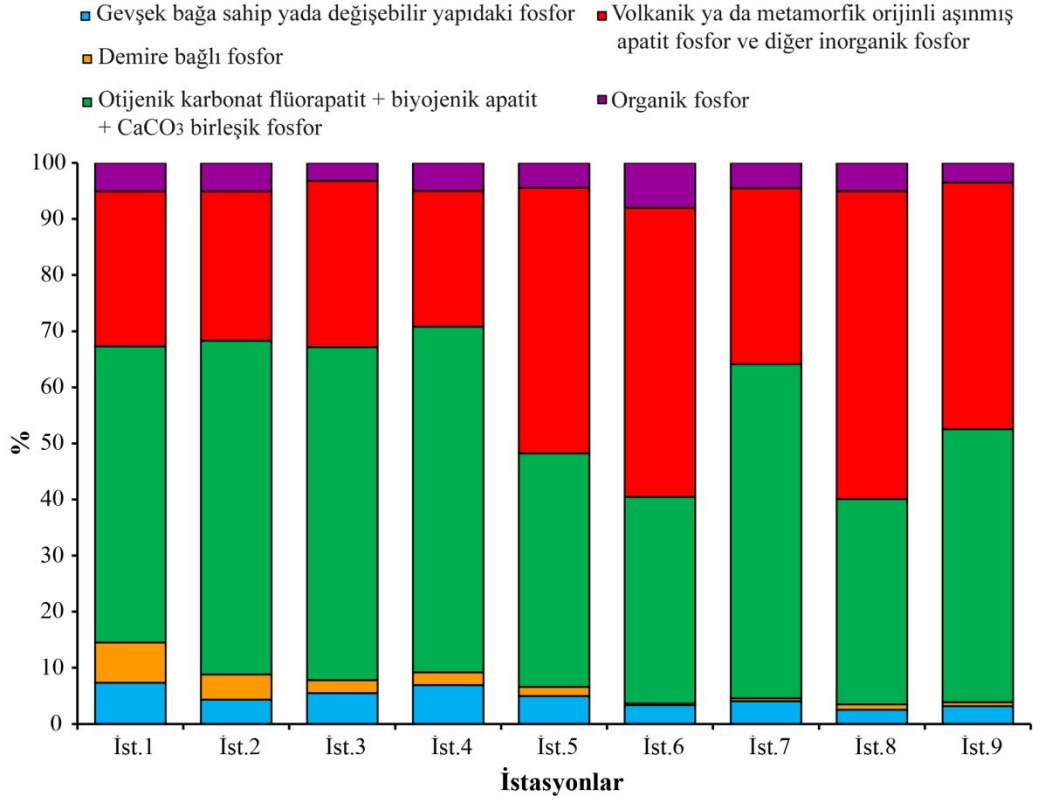
Sonbahar mevsiminde fosfor formlarındaki dağılım incelendiğinde otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor miktarında yaz mevsimine oranla bir artış olduğu görülmektedir (Şekil 5.4.2). İstasyon 4 (% 50,0) ve İstasyon 7 (% 51,5)'de otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor en yüksek yüzdeye sahipken lagün genelinde ortalama % 52,8'lik bir yüzde ile yine volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formu baskın durumdadır. Bu mevsimde diğer fosfor formlarının ortalama yüzde değerleri sıralanacak olursa, üçüncü sırada gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor formu (% 5,1) bulunmaktadır, bu fosfor formu da yaz mevsimindeki yüzde dağılımı ile kıyaslandığında bu mevsimde artış göstermiştir. Gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor formunu, organik fosfor (% 4,9) ve demire bağlı fosfor (% 2,5) takip etmektedir.



Şekil 5.4.2. Sonbahar mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi

### 5.4.3. Kış mevsimi

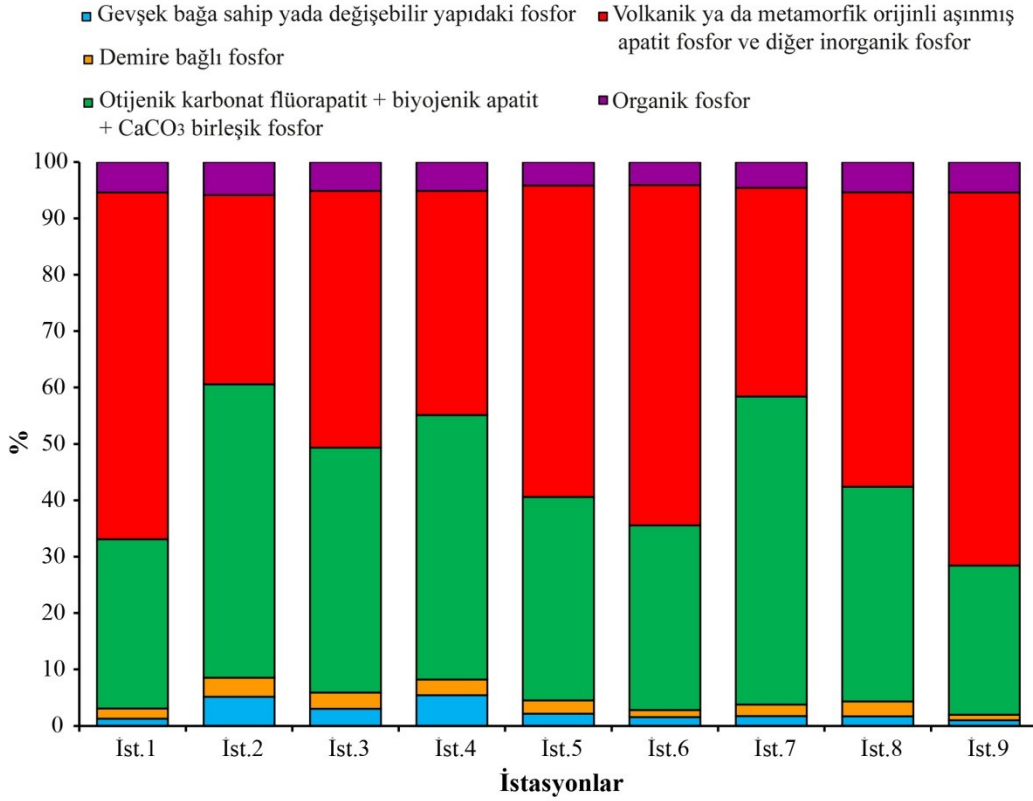
Kış mevsiminde fosfor formlarının istasyonlara göre yüzde dağılımları Şekil 5.4.3'de verilmiştir. Bu mevsimde otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor formu yaz ve sonbahar mevsimlerinde lagünde baskın durumda bulunan volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor formunun yerini almış durumdadır. % 36,6 (İst.8) ile % 61,6 (İst.4) arasında değişim göstermektedir. Ortalama fosfor yüzdeleri değerlendirildiğinde üçüncü sırada organik fosfor (% 4,9) yer alırken, dördüncü ve beşinci sırada sırasıyla gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor formu (% 4,7) ve demire bağlı fosfor (% 2,3) bulunmaktadır.



Şekil 5.4.3. Kış mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi

#### 5.4.4. İlkbahar mevsimi

Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor formunun kış mevsiminde lagünde oluşturduğu baskınlık bu mevsimde yerini tekrardan volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor formuna bırakmıştır (Şekil 5.4.4). Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor formu % 33,5 (İst.2) ile % 66,1 (İst.1) arasında değişim göstermektedir. Ortalama fosfor yüzdeleri değerlendirildiğinde, bu mevsimdeki sıralama kış mevsimi ile benzer durumdadır. Üçüncü sırada yer alan organik fosfor formu % 5,0'lik bir yüzdeye sahipken, dördüncü ve beşinci sırada yer alan gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor ve demire bağlı fosfor formları sırasıyla % 2,6 ve % 2,2'lik yüzdeye sahiptir.



Şekil 5.4.4. İlkbahar mevsiminde istasyonlardaki fosfor formlarının yüzde değişimi

### 5.5. Fosfor Formlarının Mevsimsel Değişimi

Fosfor formlarının mevsimsel açıdan istatistiksel olarak önemli bir farka sahip olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Değerlendirme öncesinde verilerin normal dağılıma uygunluğu incelenmiş ve değerlere  $\log(x+1)$  transformasyonu yapılmıştır. Mevsimlerin sınıflandırma faktörü olarak kullanıldığı tek yönlü varyans analizinde, ortalama değerlerin ilişkileri incelenmiş ve istatistiksel açıdan önemli farkın belirlendiği durumlarda ( $p < 0.05$ ) farka neden olan mevsimin belirlenmesi için Çoklu Aralık Testi (Multiple Range Test) kullanılmıştır. Çoklu aralık tesitinde Fisher'ın En Küçük Anlamlı Fark Metodu tercih edilmiştir.

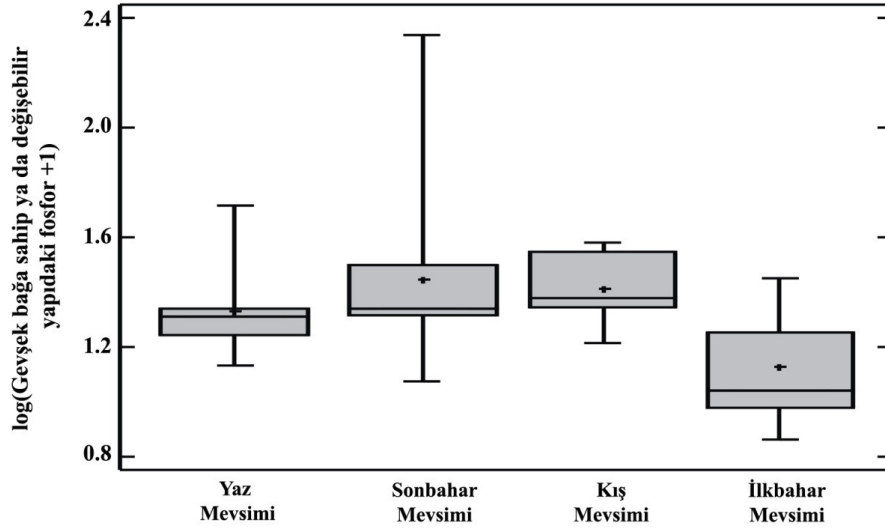
### 5.5.1. Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor

Homa Lagünü'nde gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin tek yönlü varyans analizi sonuçları incelendiğinde, araştırma döneminde mevsimsel bir fark belirlenmiştir. Mevsimsel farkın hangi mevsimden kaynaklandığını belirlemek için yapılan çoklu aralık testi sonuçları Tablo 5.5.1'de verilmiştir. Bu tabloya göre ilkbahar mevsimi, hem sonbahar hem de kış mevsimi ile arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Yaz mevsimi ile diğer mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir.

Tablo 5.5.1. Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları

Sınıflandırma Faktörü	Ortalama	Homojen Gruplar
İlkbahar Mevsimi	1,1258	X
Yaz Mevsimi	1,3316	XX
Kış Mevsimi	1,4145	X
Sonbahar Mevsimi	1,4440	X

Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor için tek yönlü varyans analizi sonucunun diyagram gösterimi Şekil 5.5.1'de verilmiştir.



Şekil 5.5.1. Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim:  $\mu\text{g g}^{-1}$ )

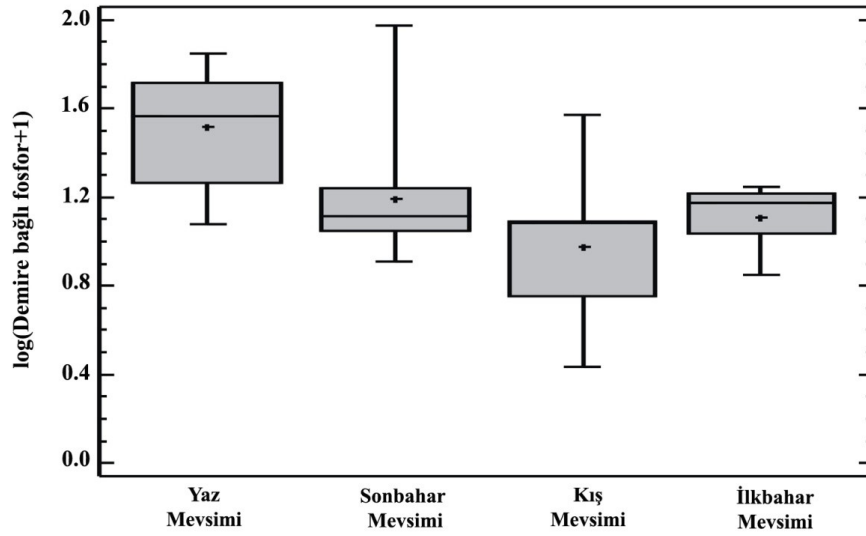
### 5.5.2. Demire bağlı fosfor

Araştırma bölgesinde demire bağlı fosfor değerlerinin tek yönlü varyans analizi sonuçları incelendiğinde, mevsimsel bir fark belirlenmiştir. Çoklu aralık testi sonuçları Tablo 5.5.2’de verilmiştir. Bu tabloya göre yaz mevsimi ile diğer mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ).

Tablo 5.5.2. Demire bağlı fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları

Sınıflandırma Faktörü	Ortalama	Homojen Gruplar
Kış Mevsimi	0,9748	X
İlkbahar Mevsimi	1,1081	X
Sonbahar Mevsimi	1,1920	X
Yaz Mevsimi	1,5152	X

Demire bağlı fosfor için tek yönlü varyans analizi sonucunun diyagram gösterimi Şekil 5.5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.5.2. Demire bağlı fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim:  $\mu\text{g g}^{-1}$ )

### 5.5.3. Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + $\text{CaCO}_3$ birleşik fosfor

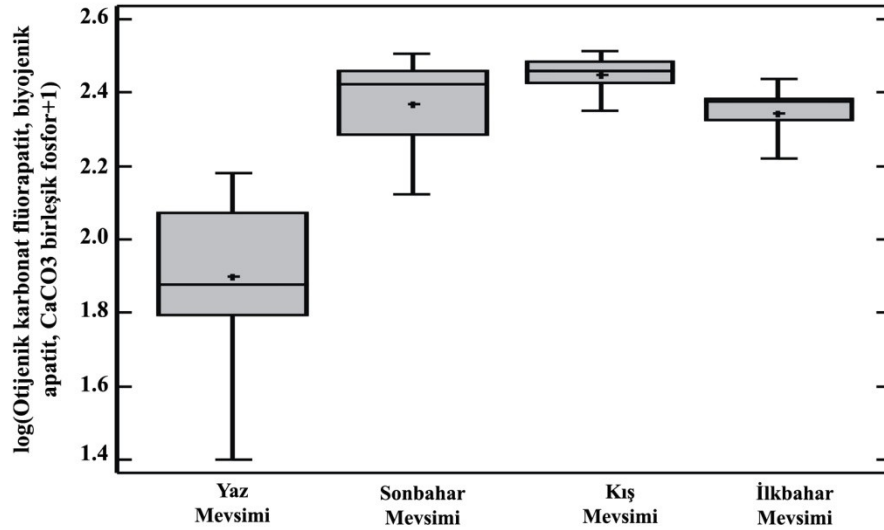
Araştırma bölgesinde otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor değerlerinin tek yönlü varyans analizi sonuçları incelendiğinde, ilk iki fosfor formunda olduğu gibi istatistiksel açıdan önemli mevsimsel bir fark belirlenmiştir. Çoklu aralık testi sonuçları Tablo 5.5.3’de verilmiştir. Bu tabloya göre demire bağlı fosfor verilerine benzer Şekilde yaz mevsimi ile diğer mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor formu ile demire bağlı fosfor formu arasındaki fark ise yaz mevsiminin bu fosfor formunda daha düşük bir ortalamaya sahip olmasıdır.



Tablo 5.5.3. Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları

Sınıflandırma Faktörü	Ortalama	Homojen Gruplar
Yaz Mevsimi	1,8979	X
İlkbahar Mevsimi	2,3441	X
Sonbahar Mevsimi	2,3678	X
Kış Mevsimi	2,4484	X

Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor için tek yönlü varyans analizi sonucunun diyagram gösterimi Şekil 5.5.3'de verilmiştir.



Şekil 5.5.3. Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim:  $\mu\text{g g}^{-1}$ )

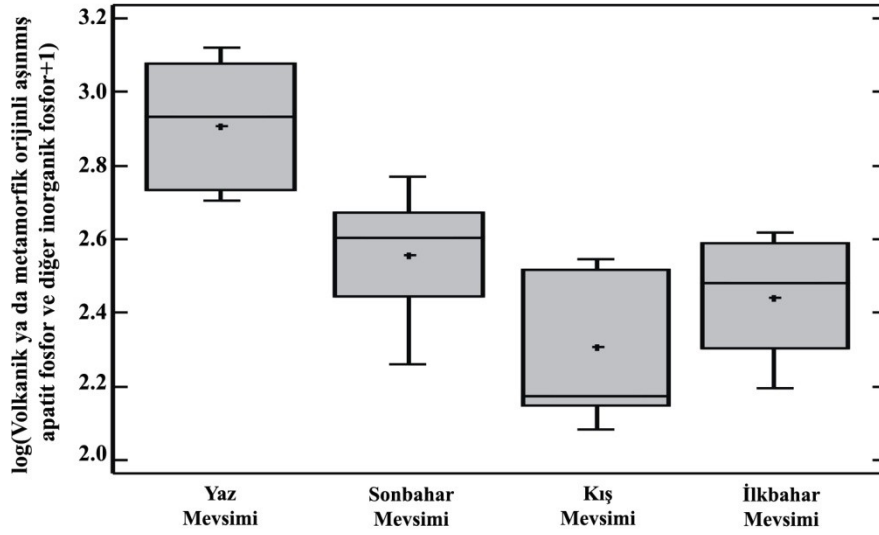
#### 5.5.4. Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor

Araştırma bölgesinde volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin tek yönlü varyans analizi sonuçları incelendiğinde, mevsimsel bir fark belirlenmiştir. Çoklu aralık testi sonuçları Tablo 5.5.3'de verilmiştir. Bu tabloya göre hem demire bağlı fosfor hem de otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor verilerine benzer şekilde yaz mevsimi ile diğer mevsimler arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark bulunmaktadır ( $p < 0.05$ ). Ancak ortalama değerlerine bakıldığında otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor da olduğu gibi yaz mevsimindeki değer diğer mevsimlere göre daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 5.5.4. Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları

Sınıflandırma Faktörü	Ortalama	Homojen Gruplar
Kış Mevsimi	2,3068	X
İlkbahar Mevsimi	2,4422	XX
Sonbahar Mevsimi	2,5563	X
Yaz Mevsimi	2,9006	X

Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor için tek yönlü varyans analizi sonucunun diyagram gösterimi Şekil 5.5.4'de verilmiştir.



Şekil 5.5.4. Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim:  $\mu\text{g g}^{-1}$ )

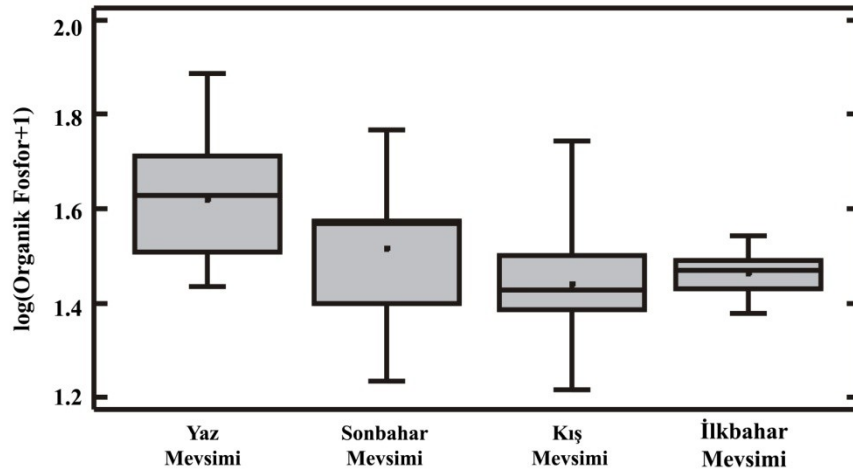
### 5.5.5. Organik fosfor

Araştırma bölgesinde organik fosfor değerlerinin tek yönlü varyans analizi sonuçları incelendiğinde, mevsimsel bir fark belirlenmiştir. Çoklu aralık testi sonuçları Tablo 5.5.5’de verilmiştir. Bu tabloya göre araştırma döneminde fosfor formlarının genelinde belirlendiği gibi yaz mevsiminden kaynaklanan bir mevsimsel fark bulunmaktadır. Özellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinden farklı bir yapı sergilemesi mevsimsel farka neden olmuştur ( $p < 0.05$ ). Ortalama değerleri incelendiğinde yaz mevsimindeki değerlerin diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 5.5.5. Organik fosfor değerlerinin mevsime bağlı çoklu aralık testi sonuçları

Sınıflandırma Faktörü	Ortalama	Homojen Gruplar
Kış Mevsimi	1,4409	X
İlkbahar Mevsimi	1,4641	X
Sonbahar Mevsimi	1,5176	XX
Yaz Mevsimi	1,6074	X

Organik fosfor için tek yönlü varyans analizi sonucunun diyagram gösterimi Şekil 5.5.5’de verilmiştir.

Şekil 5.5.5. Organik fosfor değerlerinin mevsimsel karşılaştırılması (Birim:  $\mu\text{g g}^{-1}$ )

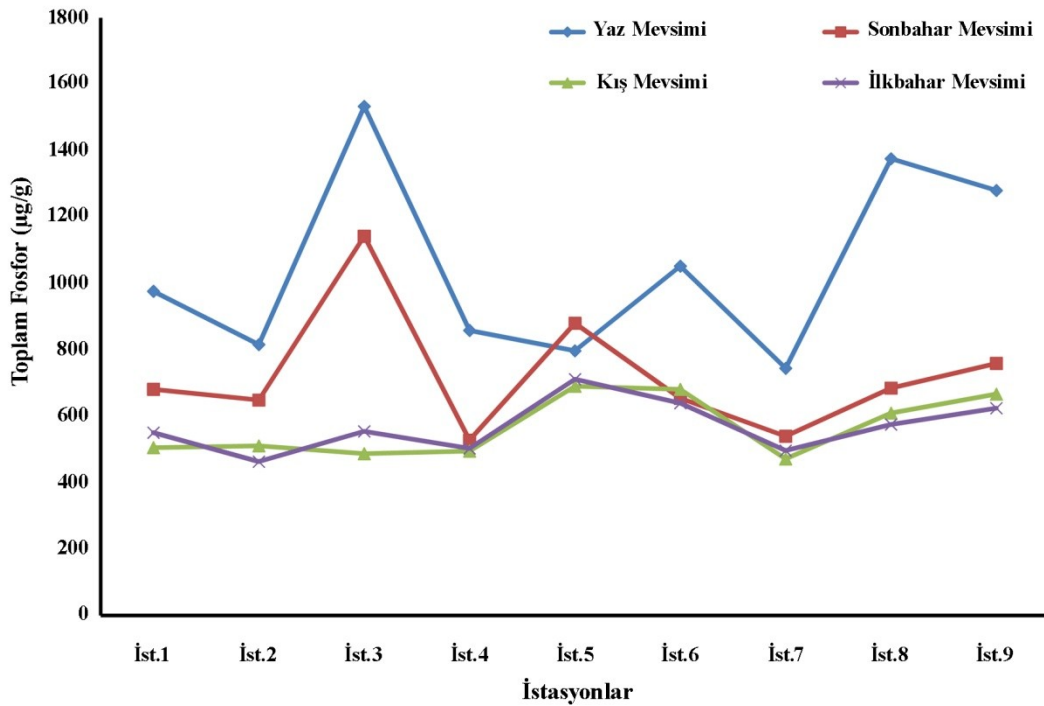
## 5.6. Fosfor Formlarının İstasyonlara Bağlı Değişimi

Fosfor formlarının istasyonlara bağlı önemli bir farka sahip olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Analizde  $\log(x+1)$  transformasyonu yapılmış veriler kullanılmıştır. İstasyonların

sınıflandırma faktörü olarak kullanıldığı tek yönlü varyans analizinde, ortalama değerlerin ilişkileri incelenmiş ancak istatistiksel açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir ( $p>0.05$ ).

### 5.7. Sedimentte Toplam Fosfor

Araştırma bölgesinde SEDEX yöntemi ile belirlenen fosfor formlarının toplamından elde edilen toplam fosfor konsantrasyonunun mevsimsel değişimi Şekil 5.7’de verilmiştir. Homa Lagünü’nde toplam fosfor konsantrasyonları yaz ve sonbahar mevsimlerinde, kış ve ilkbahar mevsimlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Çalışma süresi boyunca elde edilen en yüksek sedimentteki fosfor değeri yaz mevsiminde 3 numaralı istasyonda  $1533,42 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak saptanırken, en düşük değer ilkbahar mevsiminde 2 numaralı istasyonda  $463,29 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak belirlenmiştir.



Şekil 5.7. Sedimentte toplam fosfor konsantrasyonunun mevsimsel değişimi (Birim:  $\mu\text{g g}^{-1}$ )

## 5.8. Fosfor Formlarının Birbirleri ve Bazı Fizikokimyasal Özellikler ile İlişkisi

Fosfor formlarının hem birbirleri ile hem de fizikokimyasal parametreler ile olan ilişkilerini belirlemek için Pearson korelasyon analizi uygulanmıştır.

### 5.8.1. Fosfor formlarının birbirleri ile ilişkisi

SEDEX prosedüründe 5 basamakta elde edilen fosfor formlarının birbirleriyle olan korelasyon analizinin sonucu Tablo 5.7.1’de verilmiştir.

Tablo 5.8.1. SEDEX prosedüründe elde edilen fosfor formlarının birbirleriyle olan korelasyonu

	1.Basamak	2.Basamak	3.Basamak	4.Basamak	5.Basamak
1.Basamak	1.00				
2.Basamak	0.68*	1.00			
3.Basamak	0.27	-0.18	1.00		
4.Basamak	-0.02	0.29	-0.83*	1.00	
5.Basamak	0.23	0.45*	-0.30	0.34*	1.00

1. Basamak: Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor; 2.Basamak: Demire bağlı fosfor; 3. Basamak: Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor; 4.Basamak: Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor; 5.Basamak: Organik fosfor. İstatiksel açıdan önemli ilişki \* ile gösterilmiştir.

Fosfor formlarının birbirleriyle olan ilişkisi incelendiğinde, gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor ile sadece demire bağlı fosfor arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir (0.68). Demire bağlı fosfor ise hem gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor (0.68) ile hem de organik fosfor (0.45) ile pozitif ilişkişidir. Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor formu ile volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer

inorganik fosfor arasında negatif bir ilişki (-0.83) saptanmıştır. Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formu ise otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor formu (-0.83) ile negatif ilişkiye sahipken organik fosfor formu (0.34) ile pozitif korelasyona sahiptir. Organik fosfor formu, hem demire bağlı fosfor (0.45) hem de volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor (0.34) ile pozitif ilişkiye sahiptir (Tablo 5.7.1).

### 5.8.2. Fosfor formlarının bazı fizikokiyasal özellikler ile ilişkisi

Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor yüzde dağılımı yaz mevsiminden kış mevsimine doğru artarken, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formunun yüzde dağılımının aynı dönemde azalmakta olduğu bilinmektedir (Şekil 5.4.1-3). Sıcaklık ile bu iki fosfor formu arasındaki ilişki de bunu kanıtlamaktadır (Tablo 5.7.2). Sıcaklık ile otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor arasında negatif ilişki saptanırken, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor ile arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Bu iki fosfor formu dışında demire bağlı fosfor ile sıcaklık arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. Tuzluluk ile fosfor formları arasındaki ilişki sıcaklık olan ilişki ile benzerdir. Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor formu dışında tüm fosfor formları ile sedimentteki pH arasında ilişki belirlenmiştir. Bu ilişki otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor ile negatif iken diğer fosfor formları ile pozitifdir. Lagün suyunda ölçülen pH ile otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor arasında negatif, organik fosfor formu arasında ise pozitif ilişki saptanmıştır. Sudaki ve pore suyundaki fosfat miktarı ile fosfor formları arasındaki ilişki incelendiğinde 3. ve 4. basamaklarda ekstrakte edilen otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor ile volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formları dışında tüm fosfor formları arasında pozitif ilişki belirlenmiştir. Sudaki klorofil a miktarı ile fosfor formları arasında ilişki bulunmazken sedimentteki klorofil a miktarı ile volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor arasında negatif ilişki saptanmıştır. Sedimentteki organik karbon yüzdesi ile fosfor

formları arasında ilişki bulunmamaktadır. Sedimentteki inorganik karbon yüzdesi ile fosfor formları arasındaki ilişki incelendiğinde otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor ile pozitif ilişki belirlenirken hem volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor hem de organik fosfor arasında negatif ilişki saptanmıştır.

Tablo 5.8.2. Fosfor formları ile bazı fizikokiyasal parametreler arasındaki ilişki

	1.Basamak	2.Basamak	3.Basamak	4.Basamak	5.Basamak
<b>Sıcaklık (°C)</b>	-0.15	0.34*	-0.74*	0.61*	0.25
<b>Tuzluluk (‰)</b>	0.03	0.42*	-0.64*	0.56*	0.30
<b>pH (Sediment)</b>	-0.01	0.45*	-0.73*	0.71*	0.36*
<b>pH</b>	-0.09	0.11	-0.34*	0.24	0.34*
<b>Fosfat (<math>\mu\text{gL}^{-1}</math>)</b>	0.42*	0.50*	-0.01	0.17	0.57*
<b>Fosfat (pore suyu <math>\mu\text{gL}^{-1}</math>)</b>	0.36*	0.43*	-0.11	0.11	0.64*
<b>Klorofil a (<math>\mu\text{gL}^{-1}</math>)</b>	0.12	0.08	0.10	-0.09	0.11
<b>Klorofil a (<math>\mu\text{g g}^{-1}</math>)</b>	0.09	-0.07	0.30	-0.34*	-0.24
<b>Organik Karbon (%)</b>	0.00	0.30	-0.18	0.07	0.08
<b>İnorganik Karbon (%)</b>	0.04	-0.25	0.62*	-0.66*	-0.33*

1. Basamak: Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor; 2.Basamak: Demire bağlı fosfor; 3. Basamak: Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor; 4.Basamak: Volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor; 5.Basamak: Organik fosfor. İstatiksel açıdan önemli ilişki \* ile gösterilmiştir.



### 5.9. Meteorolojik Veriler

Haziran 2009 ile Haziran 2011 tarihleri arasındaki Günlük Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm), Günlük Toplam Yağış (mm), Günlük Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Günlük Toplam Açık Yüzey Buharlaşması verileri incelendiğinde, yaz mevsiminde, arazi gününde 9,6 mm'lik bir buharlaşma göze çarpmaktadır. Son hafta ölçülen toplam buharlaşma miktarı ise 65,7 mm'dir. Sonbahar mevsiminde değerlerde bir düşüş söz konusudur. Arazi gününde 1,3 mm'lik bir buharlaşma belirlenmiş, son hafta ölçülen toplam miktar ise 6 mm olarak tespit edilmiştir. Kış mevsiminde arazi döneminde toplam açık yüzey buharlaşma ölçümü gerçekleştirilmemiştir. İlkbahar mevsiminde, arazi gününde 4,2 mm'lik bir buharlaşma miktarı ölçülmüş ve son haftaki toplam miktar ise 44,6 mm olarak belirlenmiştir.

Günlük Toplam Yağış verileri incelendiğinde, yaz mevsiminde arazi gününde ve son hafta içerisinde herhangi bir yağış görülmemiştir. Sonbahar mevsiminde, arazi günü hava yağmurlu değildir ancak son hafta toplam 29,8 mm'lik bir yağış miktarı tespit edilmiştir. Kış mevsiminde sonbahar mevsimine benzer şekilde arazi gününde hava yağmurlu değildir ancak son hafta toplam 29,4 mm'lik toplam yağış belirlenmiştir. İlkbahar mevsiminde ise arazi günü 3,8 mm'lik bir yağış miktarı bulunurken, son hafta içerisinde herhangi bir yağış kayıt edilmemiştir.

Günlük Ortalama Sıcaklık verileri incelendiğinde, yaz mevsiminde arazi gününde 28,8  $^{\circ}\text{C}$ 'lik bir sıcaklık tespit edilmiştir. Sonbahar mevsiminde bu değer 9,6  $^{\circ}\text{C}$ 'ye düşmüştür. Kış mevsiminde ise günlük ortalama sıcaklık değeri 5,8  $^{\circ}\text{C}$  olarak tespit edilmiştir. Son olarak ilkbahar mevsiminde 21,9  $^{\circ}\text{C}$ 'ye yükselmiştir.

Günlük Toplam Açık Yüzey Buharlaşması (mm), Günlük Toplam Yağış (mm), Günlük Ortalama Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ ) verileri ile fosfor formları arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel açıdan önemli bir ilişki belirlenmemiştir.

## 6. TARTIŞMA

Fosfor, sucul ortamda pek çok farklı formda bulunabilen ve denizel birincil üretim üzerinde sınırlayıcı etkisi olduğu kabul edilen bir makronutrienttir (Ruttenberg and Berner, 1993). Su kolonundaki fosfor konsantrasyonu üzerinde önemli olan faktörlerden bir tanesi sedimentten salınım miktarıdır. Salınım miktarının önemli olmasının nedeni ise fosforun su kolonunda belli bir düzeyin üzerinde bulunmasının ötrofikasyona neden olmasıdır. Sedimentten fosfor salınımı önemli olmakla birlikte, bu konu hakkında yorum yapabilmek için sedimentteki fosfor formları hakkında da bilgi sahibi olmamız önemlidir. Mevcut fosfor formlarının hepsi sedimentten suya geçiş yapıp denizel ötrofikasyona neden olmamaktadır (Aydin et al., 2009). Bu çalışmada, sediment ile su kolonu arasında nutrient akış çalışmasının yapıldığı araştırma bölgesinde, sedimentte bulunan farklı fosfor formları incelenmiş ve bazı çevresel faktörler ile ilişkileri değerlendirilmiştir.

Sedimentte farklı formlarda bulunan fosfor, sorpsiyon ile tekrardan su kolonuna salınmadan önce, sedimente kısa süreli depolanabilmekte ya da daha uzun süreli olarak sedimentin daha derin kısımlarına bataabilmektedir (Froelich, 1988). Sedimentteki fosfor formlarının ortaya çıkartılması, sedimentin fosfor tutucu ya da fosfor kaynağı olarak davrandığının belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Tiyapongpattana et al., 2004). Su kolonundaki karışım ve dipteki yeniden süspansiyon olayı sırasında sedimentten su kolonuna nutrient akışının durgun dönemdeki akıştan yaklaşık 6 kat daha fazla olduğu bilinmektedir (Giffin and Corbett, 2003).

Fosforun sedimentte gömülmesi ya da salınımı beş ana süreç tarafından yönetilmektedir. Bunlar; ortama sediment girdisi, bu girdiyi takip eden sedimentasyon hızı, tane özellikleri (tane boyu ve kompozisyonu), yeniden süspansiyon frekansı, sedimentteki fosforun diyajenetik değişimi (kararsız hal ile daha dirençli hal durumu) olarak sıralanmaktadır (Ruttenberg and Berner, 1993; Vink et al., 1997). Fosforun sedimentteki durumu üzerinde oksitlenme-redüksiyon, adsorbsiyon-desorpsiyon, çökelme-çözünme süreçleri etkili olurken, demir, alüminyum, mangan ve kalsiyum gibi çeşitli elementlerin sedimentteki varlığı da önemlidir. Bu nedenle sedimentin genel anlamda kimyasal ve mineral

kompozisyonunun ortaya çıkartılması, fosforun oluşturabileceği kimyasal formlar, su kolonuna tekrar salınımı ve biyolojik açıdan kullanılabilirliği gibi konularda fikir sahibi olunmasına imkan sağlamaktadır. Sedimentteki fosforun ekstraksiyonunda ise sedimentin tane boyu ve ekstraksiyon süresi önemli bir etkiye sahiptir (Pettersson and Istvanovics, 1988).

Günümüzde sedimentte bulunan fosfor formlarının belirlenmesi için kullanılan, farklı avantaj ve dezavantaja sahip pek çok ekstraksiyon prosedürü bulunmaktadır. Bu durum farklı fosfor formlarının ekstrakte edilmesini sağlarken bölgesel karşılaştırmalarda güçlük oluşturmaktadır. Bu prosedürler hakkında en çok tartışılan konu ise her bir ekstraksiyon basamağında belirlenen formun gerçekten sadece o formu yansıttığının doğruluğudur. Bu durum ekstraksiyon basamakları arasında mineralojik çalışmalar yapılarak giderilebilir. Ayrıca araştırma bölgesinde birden fazla metot ile fosfor formlarının değerlendirilmesi daha düzgün bir karşılaştırma yapmaya olanak sağlayacaktır. Örneğin SEDEX yöntemi ile demire bağlı fosfor formu ekstrakte edilebilirken, alüminyuma bağlı fosfor formunun tespiti sağlanamamaktadır. Buna karşın Richardson (1985) yaptığı çalışmada  $Al(OH)_3$ 'ün fosfor için en önemli adsorbent olduğunu göstermiştir ve  $Al(OH)_3$ 'ün fosfat adsorpsiyon açısından toplam demirden daha aktif olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle birden fazla metodun uygulanması, çalışma bölgelerinin değerlendirilmesi için daha uygun olacaktır.

İncelenen formlardan gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor formu başlıca ortofosfat olan çözünebilir inorganik fosfora karşılık gelmektedir. Bu yapısı nedeni ile ortamdaki fosforun biyoelverişliliğinin belirlenmesindeki en önemli fosfor formudur (Zhou et al., 2001). Bu fosfor formunun kaynağı su kolonunda oluşan üretimin dibe çökmesi olabilir. Ayrıca bozunma ile ortaya çıkan fosforun su ve sediment tanecikleri / tanecik tipleri arasında paylaşımı nedeniyle demire bağlı fosfor ile de bağıntılıdır. Gevşek bağa sahip ya da değişebilir yapıdaki fosfor formu sedimentten sediment üstü suya geçebilecek biyolojik olarak kullanılabilir fosfor kaynağının büyüklüğünü ifade etmektedir. Sedimentte çözünmeyen yapıda bulunan ve biyolojik olarak kullanımı uygun olmayan formların miktarının fazla olması sediment üstü suya katkının az olması anlamına gelmektedir. Homa Lagünü'nde otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $CaCO_3$  birleşik fosfor ile volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor

ve diğ er inorganik fosfor formlarının miktarlarının fazla olması sedimentte mevcut fosfor kaynağ ının büyük bölümünün yüzey suyuna geç iş yapmayacağını göstermektedir.

Sediment gözenek suyundaki çözünmüş fosfor, sedimentin toplam fosfor içeriğ inin %1'den daha az bir kısmını temsil etmesine rağmen, sediment üstü su ile direkt ilişkili olduğu için sediment fosfor fraksiyonlarının en önemli kısmını oluşturmaktadır (Enell and Löfgren, 1988). Ayrıca sucul sistemlerde sedimentte gözenek suyunda mevcut olan filtre edilebilir fosfat konsantrasyonunun, sediment üstü sudan 15-20 kat fazla olmasının sedimentten suya fosfat akış ında teşvik edici bir unsur olduğu belirtilmiştir (Enell and Löfgren, 1988). Araştırma süresi boyunca Homa Lagünü'nde belirlenen suda fosfat konsantrasyonları incelendiğ inde, değ erlerin  $1,55 \mu\text{g L}^{-1}$  ile  $182,10 \mu\text{g L}^{-1}$  arasında değ iş im gösterdiğ i bulunmuştur. Buna karş ın sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonları,  $5,57 \mu\text{g L}^{-1}$  ile  $4543,12 \mu\text{g L}^{-1}$  arasında değ iş immektedir. Sediment gözenek suyundaki değ erlerin sediment üstü sudan daha yüksek olması, suya belirli bir fosfat akış ına neden olabileceğini göstermektedir. Yürür (2008) Homa Lagünü'nde yaptığ ı çalış mada sediment ara suyundaki fosfat konsantrasyonlarını ocak ayında  $154,85 \mu\text{g L}^{-1}$ 'lik bir değ erden başlayarak düzenli bir artış gösterdiğ ini ve aralık ayında  $737,09 \mu\text{g L}^{-1}$ 'ye ulaşt ığını belirlemiştir. Bu durumun da lagün sedimentinin iyi bir fosfat tutucusu olduğu şeklinde yorumlamıştır.

Sedimentte mevcut olan gevş ek bağı lı fosfor fraksiyonunun, bir bakıma demire bağı lı fosforun durumunu yansıttığı belirtilmiştir (Oates, 2008). Bu durum, gevş ek bağı lı fosforun sediment gözenek suyundaki fosfat miktarı ile demire bağı lı fosfor formu arasındaki değ iş imi göstermesi ile ilişkilidir. Demire bağı lı fosfor formunda, serbest kalan fosfor mineral partiküllere bağ lanarak kısa sürede tekrardan katı fazla ilişkili hale gelebilmektedir. Hyacinthe (2004), demire bağı lı fosfor formunun oldukça reaktif olduğ unu, askorbat ekstraksiyonunun ortamdaki zayıf kristalli oksihidroksitlerin belirlenmesi sağ landığı ve hematit ile lepidokrosit gibi nispeten daha sağlam yapıdaki iyi kristallenmiş oksitlerin aç ığ a çıkmadığını belirtmiştir. Yaklaş ık % 25 eksik belirlenmenin giderilmesi için gevş ek bağı lı ve demire bağı lı formların aktif fosfor formu olarak birleştirilmesi önerilmiştir (Hyacinthe, 2004). Homa Lagünü'nde gevş ek bağı lı ya da değ iş ebilir

yapıdaki fosfor formu ile demire bağlı fosfor formu arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur (0.68). Bu ilişki her iki formunda hem sudaki fosfat konsantrasyonu ile hem de sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonu ile pozitif korelasyona sahip olmasına bağlıdır.

Demire bağlı fosfor genel anlamda sedimentlerde potansiyel olarak hareketli formda olan bir fosfor kaynağı olarak kabul edilmekte ve anoksik koşullar altında su kolonuna salınımı gerçekleşmektedir (Krom and Berner 1981; Yamada and Kayama, 1987). Sedimentte demire bağlı fosforun biyolojik olarak kullanılabilirliği, redoks koşullarına bağlıdır. İndirgenmiş  $Fe^{+2}$ 'den ayrılan fosfor akışı oksik sedimentle karşılaşana kadar devam eder ve burada  $Fe^{+3}$  ile yeniden bağ kurarak yeniden çökebilir (Froelich et al., 1988). Ancak sediment anoksik koşullar altında ise, fosfor akışı sediment üstü suya doğru devam eder (Krom and Berner, 1981; Lehtoranta and Pitkänen, 2003) ve bu durumda  $Fe^{+3}$ 'den fosforun ayrılması 2 ile 5 kat fazla olabilir (Sutula et al., 2006).

Demire bağlı fosforun mevsimsel değişimi incelendiğinde yaz mevsiminden kaynaklanan istatistiksel açıdan önemli bir fark tespit edilmiştir. Yaz mevsimindeki belirlenen değerler diğer mevsimlere göre daha yüksektir. Sedimentteki demir miktarı incelendiğinde ise yapılan Anova testi sonucuna göre demire bağlı fosfor formuna benzer şekilde yaz mevsiminden kaynaklanan bir fark göze çarpmaktadır. Yaz mevsiminde sedimentteki demir miktarı da diğer mevsimlere göre yüksektir. Bu durum sedimentte mevcut demirin bu mevsimde sudaki fosforu tutmasına neden olmuş olabilir.

Doğal sulara çözülmüş silikatın, demir mineralleri oluşumu sırasında demir oksitler ile birleşebildiği bilinmektedir (Zhang et al., 2010). Çözülmüş silikat koloidal demirin sağlamlığını arttırabildiği ve demir (II) oksidasyonu sırasında diğer demir (III) minerallerinin üzerine ferrihydrite oluşumunu desteklediği belirlenmiştir (Mayer and Jarrell, 1996; 2000). Çözülmüş silikatın demir oksitleri üzerine adsorbe olduğu ve yüzey bölgeleri için etkili bir biçimde fosfor ile rekabet ettiği laboratuvar çalışmaları ile tespit edilmiştir (Konhauser et al., 2007). Bu durum ortamdaki demire bağlı fosfor miktarını etkilemektedir. Homa Lagünü'nde silikat miktarı ile sedimentteki demir konsantrasyonu arasındaki regresyon incelendiğinde kış ( $p=0.01$ ) ve ilkbahar mevsimlerinde

( $p=0.02$ ) istatistiksel açıdan önemli pozitif ilişkili bir regresyon tespit edilmiştir. Sedimentteki demire bağlı fosfor konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi incelendiğinde yaz mevsiminden kaynaklanan bir mevsimsel fark belirlenmiştir. Yaz mevsimindeki değerler diğer mevsimlere göre daha yüksektir. Kış ve ilkbahar mevsimlerindeki demire bağlı fosfor değerlerinin lagün genelinde diğer mevsimlere göre düşük olması ise silikat ile olan rekabetten kaynaklanıyor olabilir.

Sedimentteki demir konsantrasyonu ile demire bağlı fosfor formu arasındaki ilişki incelendiğinde istatistiksel açıdan önemli bir korelasyon bulunmamıştır. Bu sonuç Khalil et al. (2007)'un Burullus Lagünü'nde yaptıkları çalışmaya paralellik göstermektedir. O çalışmada demir ve alüminyuma bağlı fosfor formu ile demir arasındaki ilişki araştırılmış ancak önemli bir sonuç bulunamamıştır ve bu durumun önemli miktarda demirin fosforun ilişkili olmadığı magnetit-Fe ve pirit-Fe formda olması ile açıklanmıştır. Homa Lagünü'nde demire bağlı fosfor formu ve sedimentteki demir miktarı arasındaki bu durum da mevcut demir formları ve yüzey bölgeleri için silikat ile olan rekabet ile ilişkili olabilir. Sedimentteki demir konsantrasyonu ile sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonu arasındaki ilişki incelendiğinde araştırma süresi boyunca elde edilen değerler arasında herhangi bir korelasyon belirlenmemiştir. Yapılan regresyon analizinde ise, kış mevsiminde iki parametre arasında pozitif ilişkili bir regresyon tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Bu durum, kış mevsiminde lagündeki genel yapının her iki parametre için 1 numaralı istasyona doğru artış gösteren bir dağılıma sahip olması ile ilişkilidir.

Demir ile fosfor arasındaki molar oran için 2 değerinin sınır oluşturduğu kabul edilmektedir (Gunnars et al., 2002). Bu oran 2'den büyük olduğunda ve ortamda yeterli oksijenin bulunması durumunda demirin fosforu bağlayarak su kolonundan uzaklaştırdığı, 2'den küçük olması durumunda ise fosforun ortamda kaldığı belirtilmiştir. Fransız kıyısal alanlarında yapılmış çalışmada Fe:P molar oranı Seine Körfezi, Loire ve Gironde nehirağzında sırasıyla 30, 110 ve 140 olarak belirlenmiştir (Andrieux-Loyer and Aminot, 2001). Bataklık alanlarda yapılmış bir çalışmada ise sediment gözenek suyunda Fe:P molar oranı için 3,5 değerinin sınır olduğu belirtilirken, sedimentte bu oranın 10 olduğu tespit edilmiştir (Geurts et al., 2008). Homa Lagünü'nde sedimentte mevcut olan toplam

demir konsantrasyonu ile sıralı ekstraksiyon yöntemi ile belirlenen demire bağlı fosfor değerleri arasındaki oran 308 ile 13422 arasında değişim göstermektedir. Sedimentte önemli miktarda demirin varlığı göze çarpmaktadır ancak demire bağlı fosfor değerleri fosfor formları arasında genel olarak düşük değerlerde kalmaktadır. Oksik olan çalışma bölgesinde sedimentin özellikle rüzgar ile karışımı sonucunda su kolonundan fosforu uzaklaştırabilecek kapasitede olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca denizel sedimentlerde demirin büyük bir bölümünün reaktif olmadığı ve fosfor ile etkileşime girmediğinde silikat ile bağ yapabildiği bilinmektedir (Raiswell and Canfield, 1998). Homa Lagünü'nde sedimentteki demir konsantrasyonu ile silikat konsantrasyonu arasındaki ilişki incelendiğinde yaz mevsimi dışında pozitif ilişkili bir regresyon bulunmuştur. Sedimentte demire bağlı fosfor ve demir miktarı arasında belirlenemeyen korelasyon ortamda bulunan reaktif demir konsantrasyonu ve demirin silikat ile bağ oluşturması ile ilgili olabilir.

Sedimentten besleyici element salınımında etkili parametrelerden biri de pH'tır. Sucul ortamlarda pH biyolojik olaylara ve sıcaklığa bağlı olarak değişim göstermektedir, doğal suların pH'ı kış aylarında düşük, yaz aylarında ise en yüksek değerlerde olmaktadır (Kocataş, 1993). Homa Lagünü pH değerleri incelendiğinde 7,58 ile 8,52 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Acarlı (2007) aynı bölgede yaptığı çalışmada pH değerlerindeki değişimi 7,63 ile 8,52 arasında belirlemiş ve bu değerlerin Kınacıgil (1992), Sunlu (1994) ve Özden vd. (1997) tarafından yapılan çalışmalar ile paralellik gösterdiğini belirtmiştir. Bölgedeki pH değerlerinin önemli bir değişim göstermediği görülmektedir.

Su kolonundaki pH ile fosfor salımı arasındaki ilişki incelendiğinde sedimentin yüksek pH değerlerinde fosforu tutmasının zorlaştığı belirlenmiştir (Fisher and Wood, 2004). Özellikle sudaki pH değerinin 8.5-10'dan yüksek olması sedimentten akışı arttırdığı bilinmektedir (Moss, 1988; McDougall and Ho, 1991). Bu durum demir hidroksitleri ile ilgili jeokimyasal bir süreçtir ve yüksek pH değerlerinde salınım artar. Yüksek pH ile artan OH<sup>-</sup> iyonları da sorpsiyon bölgeleri için yarışabilir. Ayrıca pH sedimentte ve su kütlesindeki çökelme-çözünme, sorpsiyon-desorpsiyon ve yükseltgenme-indirgenme reaksiyonlarıyla kullanılabilir demir, alüminyum ve kalsiyumun çözünürlüklerini etkilemektedir. Bütün bu dengeleri etkileyerek doğrudan ya da dolaylı olarak biyolojik ve

kimyasal reaksiyonları da etkilemiş olmaktadır (Ramin and Bates, 1979). Drake and Heaney (1987) İngiltere'deki 9 adet sığ gölde yaptıkları çalışmada, sedimentten olan en yüksek fosfor salınım değerini pH 10.5 iken  $75 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ , Istvanovics (1988) ise, Balaton Gölü'nde (Macaristan) pH 8-9 arasında değiştiğinde  $2.0\text{-}3.9 \text{ mg m}^{-2}\text{gün}^{-1}$  olarak tahmin etmiştir. Homa Lagününde pH değeri 7.6 ile 8.5 arasında değişim göstermektedir. pH değerinin yüksek olmaması çalışma alanında akış üzerinde çok fazla etkili olmadığını düşündürmektedir.

Sedimentteki fosfor tutucu iyonlardan bir tanesi de kalsiyumdur (Hawke et al., 1989; Carman and Jonsson, 1991). Denizel sedimentlerde pH genellikle 7 civarındadır (Gudelis and Jemielianow, 1982; Szczepańska, 1993) ve bu pH'da fosfor kalsiyum iyonları ile bağ kurar (Graca and Bolatek, 2000). Homa Lagünü'nde sedimentteki pH değerleri 6,69 ile 8,12 arasında değişim göstermektedir. Otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor formu ile sedimentteki pH arasında negatif korelasyon saptanmıştır. Bu fosfor formunun mevsimsel değişimi incelendiğinde ise yaz mevsiminde diğer mevsimlerden daha düşük konsantrasyona sahip olmasından kaynaklanan bir fark ortaya çıkmıştır. Yine yaz mevsiminde sedimentteki pH değerleri incelendiğinde lagün genelinde 8'e yaklaşan değerler gözle çarpılmaktadır. Bu durum diğer mevsimlere göre yaz mevsiminde bağlanma için negatif bir durum oluşturduğunu düşündürmektedir.

Andrieux and Aminot (1997), Fransa'da kıyısal alanlarda yaptığı çalışmada kalsiyum miktarı ile kalsiyuma bağlı fosfor konsantrasyonu arasında herhangi bir ilişki bulamamıştır. Apatit, hem kalsiyum karbonat çökmesi sırasında hem de kabuk parçalarının yüzeylerinde oluşabilmektedir (Stumm, 1992). Ruttenberg (1992) ve Berner et al. (1993) yaptıkları çalışmalarda fosfor formlarından kalsiyuma bağlı fosforun incelenmesi için volkanik ve metamorfik orijinli aşınmış flüorapatit fosfor ile biyojenik apatit, kalsiyum karbonat ile ilişkili fosfor ve karbonat flüorapatit fosfor ayrımının yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Homa Lagünü'nde SEDEX metodu ile bu ayrımın yapıldığı bu çalışmada otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor formu ile kalsiyum karbonat yüzdesi arasında istatistiksel açıdan önemli pozitif ilişki belirlenmiştir.



Sediment-su arasında fosforun yer değiştirmesinde etkili parametrelerden biri de sıcaklıktır (Shomar et al., 2005). Sıcaklıktaki artışa paralel olarak gözlenen biyolojik aktivitedeki artış, canlı organizmaların sedimenti karıştırmaya neden olurken bu durum sediment gözenek suyu ve yüzey suyu çevresindeki geçişi artırır. Bunun yanında zoobentosun saklanma ve beslenme aktiviteleri sedimentin hareketlenmesine neden olur. İlkbahar mevsiminde, biyolojik aktivite hız kazanmakta ve bunun sonucunda sedimentteki nutrient kullanımı artmaktadır. Sedimentte yaşayan mikroorganizmaların sedimente bağlı fosfor formlarını kullanımı artmakta ve miktarlarının artmasına engel olmaktadır (Eckert et al., 2003). Homa Lagünü'nde biyolojik olarak kullanımı en uygun form olan gevşek bağlı ya da değişebilir yapıdaki fosfor formunda gözlenen mevsimsel farkın ilkbahar mevsiminden kaynaklanması ve bu mevsimdeki düşük değerler de bu duruma işaret etmektedir.

Sedimentten fosfor salınımını etkileyen diğer bir faktör ise nitrat konsantrasyonudur. Yüksek nitrat konsantrasyonu sedimentten fosfor salınımına karşı bir bariyer görevi görmektedir (Søndergaard et al., 2000). Araştırma süresince elde edilen organik fosfor ve nitrat konsantrasyonları arasında istatistiksel açıdan önemli bir korelasyon belirlenmemiştir. Buna karşın sonbahar mevsiminde organik fosfor formu ile sudaki nitrat konsantrasyonu arasındaki regresyon analizi sonucunda negatif yönlü lineer ilişki belirlenmiştir. Demire bağlı fosfor muhtemelen sedimentten gözenek suyuna ve sediment üzerindeki su kütlesine fosfor akışında önemli bir rolü vardır. Demire bağlı fosforun artan pH ile artışı ise demirin immobilizasyonundan kaynaklanıyor olabilir. Deniz suyunda oluşan ve dibe çöken birincil üretim ve organik maddenin bozunması ile açığa çıkan azot bileşikleri nitrifikasyon / denitrifikasyon çifti ile ortamdan azot gazı halinde uzaklaşırken, fosfat demir ile bağ kurmaktadır ve bu durum azot birleşikleri ile negatif yönlü korelasyonu açıklayabilir.

Makrofitlerin sığ sulak alanlarındaki varlığı sedimentten fosfor salınımı üzerine olumlu ya da olumsuz etki gösterebilmektedir. Shaw and Prepas (1989), makrofit içeren ve içermeyen bölgelerdeki sediment gözenek suyundaki mevcut toplam fosfor konsantrasyonları karşılaştırılmış ve makrofitli bölgedeki değerlerin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Makrofit varlığının sedimentte fosfor depolanmasını artırabileceğini ve sediment üstü su ile sediment gözenek suyunun

karişmasının engellenebildiği belirtilmiştir. Sedimente çöken materyalin minerilizasyonu ve karişmanın azalması da sediment gözenek suyundaki fosfor konsantrasyonunun artmasına neden olduğu vurgulanmıştır. Schneider and Melzer (2004) yaptıkları çalışmada, makrofit varlığının sedimente oksijen sağlanmasında etkili olduğunu ve bu durumun da sediment gözenek suyundaki fosfat konsantrasyonunun düşmesine neden olduğu sonucuna varmışlardır. Bu düşük konsantrasyon sedimentten suya akışın azalmasına neden olduğu belirtilmiştir. Homa Lagünü'nde sediment gözenek suyunda belirlenen fosfat konsantrasyonunun 2 ve 3 numaralı istasyonlarda kış aylarında düşük saptanması, özellikle bu istasyonlarda gözlenen makrofit bolluğu ile ilişkili olabilir.

Farklı ekstraksiyon yöntemleri fosfor formlarını belirlerken farklı kimyasallar kullanılmaktadır. Her bir metodun da farklı sorunları bulunabilmektedir. Örneğin, Psenner and Pucsko (1988) tarafından oluşturulan metotta metal oksitlere bağlanan fosfor belirlenmesi için NaOH ile ekstraksiyon işlemi uygulanmaktadır. Ancak Golterman (2001) NaOH ile yapılan ekstraksiyon işleminin süre ve konsantrasyona bağlı olduğuna dikkat çekmiştir ve metal oksite bağlı fosforun dışında organik fosfor ekstraksiyonunun da gerçekteştirebileceğini belirtmiştir. Bu durum da bu ekstraksiyon basamağındaki bulgular üzerinde soru işareti oluşmasına neden olmaktadır.

Homa Lagünü'nde su kolonundaki ve sediment gözenek suyunda belirlenen fosfor konsantrasyonu ile gevşek bağlı fosfor, demire bağlı fosfor ve organik fosfor formları arasında pozitif lineer ilişkinin varlığı sediment ile su kolonu arasındaki fosfor akışı ile ilgilidir. Apatit fosfor ise hareket etmeyen fosfor formu olarak kabul edilmektedir (Psenner and Pucsko, 1988) ve belirlenen apatit fosfor konsantrasyonu, ortamda kolaylıkla biyolojik olarak kullanıma uygun olmayan, sedimentte sürekli gömülü olan fosfor olarak değerlendirilir (Jin et al., 2006). Sedimentte bulunan otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit + CaCO<sub>3</sub> birleşik fosfor ile volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formları ile su kolonundaki ve sediment gözenek suyundaki fosfor konsantrasyonu arasında herhangi bir ilişkinin bulunmaması da biyolojik kullanımlarının olmamasının bir sonucudur. Bu formlara bağlı fosfor çözünerek sediment gözenek suyuna geçiş yapmaz. Özellikle gevşek bağlı fosfor pek çok çalışmada kolaylıkla su kolonuna geçiş yapabildiği için sığ sistemlerdeki fosforun

temel kaynağını oluşturduğu kabul edilmektedir (Qin and Fan, 2002). Bu çalışmadaki sonuçlara benzer bir durum Zhu et al. (2006) tarafında Çin’de sığ göllerde yapılan çalışmada da belirlenmiştir. Fosfor formlarından özellikle gevşek bağlı fosfor ve demire bağlı fosfor ile sudaki fosfor miktarı arasında istatistiksel açıdan önemli pozitif yönlü lineer bir ilişki tespit edilmiştir. Aynı çalışmada demire bağlı fosfor formlarının daha fazla olduğu bölgelerde alg patlamalarının olduğu gözlenmiş ve bu durum redoks potansiyeline bağlı olarak ortama fosfor akışının neden olmasına bağlanmıştır. Homa Lagünü’nde sudaki klorofil a değerleri ile demire bağlı fosfor konsantrasyonu arasında herhangi bir ilişkinin bulunmaması bölgedeki alg popülasyonu için sedimentteki demire bağlı fosforun bir kaynak oluşturmadığını düşündürmektedir. Ancak sonbahar mevsiminde, demire bağlı fosfor formu ile klorofil a arasında kuvvetli bir pozitif bağıntının (0.73) varlığı su kolonunda oluşan ve dibe çöken üretimin demire bağlı fosfor için önemli bir kaynak oluşturduğu şeklinde yorumlanabilir.

Sonbahar mevsiminde Rama Can Suyu kanalı çıkışındaki 3 numaralı istasyonda hem gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor hem de demire bağlı fosfor konsantrasyonunda bir artış belirlenirken, organik fosfor formunda bariz bir düşüş göze çarpmaktadır. Sedimetteki demir konsantrasyonu incelendiğinde yine 3 numaralı istasyonda yaz mevsimine göre yaklaşık iki kat arttığı görülmektedir. Bu durum arazisi öncesinde 1 hafta süre boyunca gözlenen yağış ile birlikte artan sudaki fosfat konsantrasyonunun demire bağlanması şeklinde açıklanabilir. Yağışlar ile killi ve karbonatlı materyaller ile fosfatın da araştırma bölgesine geldiği, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formu ile tuzluluk arasındaki negatif ilişki ve otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor ile silikat arasında pozitif bir ilişkinin varlığı ile açıklanmaktadır. Tuzluluk ile fosfor akışı arasında benzer bir negatif ilişki ise Ozkan and Buyukisik (2012) tarafından İzmir Körfezi’nde yapılan bir çalışmada belirlenmiştir. Dip suyundaki tuzluluk değişiminin fosfat akışını 1. grup istasyonlarda %97 oranında açıklarken, 2. grup istasyonlarda %45 oranında açıkladığı belirtilmiştir. Demire bağlı fosfor formu ise lagünde, su kolonunda oluşan ve dibe batan üretim ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Sonbahar mevsiminde gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor konsantrasyonundaki artış ise organik fosfor formundaki azalma ile ilişkili olabilir. Aynı istasyonda bir önceki mevsime göre sediment gözenek suyundaki fosfor konsantrasyonunda gözlenen artış açığa çıkan fosforun gevşek bağli fosfor formuna dönüşmüş olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor ekstraksiyonu sırasında başta organik fosfor olmak üzere farklı fosfor formlarının da ekstraksiyonunun gerçekleşebildiği bilinmektedir (Ruttenberg, 1992). 3 numaralı istasyonda organik fosfor konsantrasyonundaki düşüş ve gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor konsantrasyonundaki artış, ekstraksiyon sırasında bu olumsuz durumdan da kaynaklanıyor olabilir.

Organik fosfor, organik madde mineralizasyonu sırasında sediment partiküllerine bağlanan ve suya geçmeyen fosfor fraksiyonu olarak ifade edilmektedir (Kisand, 2005). Kinneret Gölü'nde yapılan çalışmada yüzey sedimentlerinde mevcut olan organik fosforda gözlenen önemli farklılıkların organik madde çökmesindeki mevsimsel değişimin sonucu olduğu bulunmuştur (Eckert et al., 1997). Organik fosforun mevsimsel değişimi incelendiğinde tek yönlü varyans analizi sonucuna göre yaz mevsiminden kaynaklanan mevsimsel bir fark belirlenmiştir. Araştırma döneminde organik karbon yüzdesinin mevsimsel değişimi incelendiğinde ise istatistiksel açıdan önemli olmayan ( $p=0,07$ ) bir ilişki bulunmuştur. Yaz mevsimindeki değerler diğer mevsimlere göre daha yüksek bulunmuştur. Her ne kadar hem organik fosfor, hem de organik karbon değerleri yaz mevsiminde diğer mevsimlere göre yüksek değerlerde bulunsalar da araştırma dönemi boyunca yapılan korelasyon analizinde önemli bir ilişki belirlenememiştir. Bu durum organik fosfor değerlerinin yaz ve sonbahar mevsimlerinde benzerlik taşımalarına rağmen organik karbonun da bu iki mevsimde önemli farka sahip olması ile ilişkilidir. Ayrıca sedimentten fosfor ekstraksiyonu sırasında kullanılan reaktiflerin her bir ekstraksiyon basamağında sadece istenilen fosfor formunu değil aynı zamanda farklı formların da ekstrakte edilebilmesine yol açtığı tartışılmıştır (Moore and Coale, 2000). Örneğin sıralı ekstraksiyon yönteminde gevşek bağli fosfor formunun ekstraksiyonu sırasında organik fosfor formunun bir kısmının da ekstrakte edilebildiği bilinmektedir (Ruttenberg, 1992). Homa Lagünü'nde önemli bir korelasyonun belirlenememesi

bu durum ile ilişkili olabilir. Kış mevsiminde organik karbon ile organik fosfor arasında negatif ilişkili bir regresyon belirlenmiştir. Bu durum organik madde mineralizasyonu ile ilişkili olabilir. Lagündeki organik fosfor değerleri incelendiğinde bu mevsimde en yüksek konsantrasyon  $54,52 \mu\text{g g}^{-1}$  ile 6 numaralı istasyonda saptanmıştır. Aynı istasyondaki organik karbon değerleri ise yine kış mevsiminde araştırma süresince gözlenen en düşük değer olarak belirlenmiştir. Özellikle 6 numaralı istasyonda organik madde mineralizasyonu sedimentteki organik fosfor konsantrasyonuna katkı sağladığı söylenebilir.

Seyhan Barajı'nda sedimentte fosfor formlarının incelendiği bir çalışmada organik fosfor formunun kış mevsiminde maksimuma ulaşmasının, sonbaharda azalan ve kışın durma noktasına gelen planktonik üretim ile ilişkili olduğu, ayrıca sıcaklıktaki azalma ile organik madde mineralizasyonunun yavaşlaması ile açıklanabileceği belirtilmiştir (Derici, 2007). Homa Lagünü'nde organik fosfor değişimlerine baktığımızda genel yapı bu duruma uymazken sadece 6 numaralı istasyonda bariz şekilde kış mevsiminde bir artışın varlığı göze çarpmaktadır. Ancak aynı dönemdeki klorofil a değerleri incelendiğinde belirgin bir artış belirlenmemiştir. Bu durum sıcaklığın azalması ile organik madde mineralizasyonundaki azalma ile ilgili olabilir. Andrieux and Aminot (1997) Seine Körfezi'nde yaptıkları çalışmada organik fosfor formunun klorofil a konsantrasyonunun fazla olduğu bölgeleri takip ettiği belirlenmiştir. Fitoplankton gelişimi ve sedimentteki organik fosfor konsantrasyon artışı arasındaki ilişkinin sediment yüzeyindeki üretim ve bentik fosfor jeokimyası arasında hızlı bir etkileşime neden olduğu değerlendirilmiştir. Homa Lagünü'nde çalışma süresi boyunca klorofil a konsantrasyonu ve sedimentteki organik fosfor konsantrasyonu arasında istatistiksel açıdan önemli bir ilişki saptanamamıştır. Ancak yaz ve sonbahar mevsimlerinde klorofil a konsantrasyonu ve organik fosfor formu arasındaki regresyon incelendiğinde pozitif yönlü önemli bir ilişki saptanmıştır ( $p < 0.05$ ).

Orta Adriyatik bölgesinde SEDEX yöntemi ile fosfor formlarının incelendiği bir çalışmada yüksek inorganik karbon içeriğine sahip sediment örneklerinde belirlenen organik fosfor konsantrasyonunun düşük olduğu tespit edilmiştir (Matijevic et al., 2008). Benzer durum Homa Lagünü'nde de

belirlenmiştir. Organik fosfor konsantrasyonu ve inorganik karbon arasındaki ilişki incelendiğinde negatif yönlü bir korelasyon bulunmaktadır (-0.33).

Gökova Körfezi'nde gerçekleştirilen bir çalışmada fosfor formları incelenmiş ve organik fosfor değerlerinin ortalaması 184.33 mg/kg olduğu belirlenirken, en yüksek değer yaz mevsiminde, en düşük değer ise kış mevsiminde bulunmuştur (Yılmaz, 2009). Homa Lagünü'nde araştırma süresince en yüksek organik fosfor değeri 73,97  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak yaz mevsiminde saptanırken, en düşük değer ise 15,46  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak kış mevsiminde belirlenmiştir. Yılmaz (2009), Gökova Körfezi'nde Nisan ve Mayıs aylarında organik fosfor değerlerindeki artışın nedeni olarak bahar mevsimindeki yağışlarla beraber bölgedeki tarım arazilerinden gelen humuslu toprakların sedimentte birikmesi gösterirken, benzer bir artışın sonbahar yağmurlarından sonra Kasım ve Aralık aylarında da olduğunu belirtmiştir. Homa Lagünü'nde yaz mevsiminde organik fosfor dağılımı incelendiğinde lagünün doğusundaki istasyonlarda yüksek değerlerin belirlenmesi, ilkbahar yağmurları sonrasında yıkanan tarım arazilerindeki gübreli toprağın Rama Can Suyu kanalı vasıtasıyla araştırma bölgesine taşınımı ile ilgili olabilir. Benzer bir durumun sonbahar yağmurlarının ardından kış mevsiminde gözlenmemesi ise lagünün doğusunda bu mevsimdeki klorofil a konsantrasyonundaki artış yani su kolonunda oluşan üretimin dibeye çökmesi ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Yunanistan'da mesotrofik ve hipertrofik iki gölde yapılan bir çalışmada Psenner et al. (1984) tarafından oluşturulan ve Hupfer et al. (1995) tarafından modifikasyona tabi tutulan bir yöntem uygulanmış ve gevşek bağlı fosfor, demire bağlı fosfor, metal oksitlere bağlı fosfor, karbonat, apatit fosfor ve kalan fosfor olmak üzere 5 farklı fosfor formu tespit edilmiştir (Fytianos and Kotzakioti, 2005). Bu fosfor formların konsantrasyonları değerlendirildiğinde, toplam fosfor miktarından diğer formların konsantrasyonlarının çıkartılması ile belirlenen kalan fosfor formunun en yüksek yüzdeye sahip olduğu bu formu da karbonat ve apatit fosfor formunun takip ettiği tespit edilmiştir. Demire bağlı fosfor formu ile gevşek bağlı fosfor formunun ise düşük miktarlarda kaldığı bulunmuştur. Bu sonuçlar Homa Lagünü'ndeki değerler ile benzerlik taşımaktadır. Kalan fosfor formu, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formu ile organik fosfor formunun toplamına karşılık gelmektedir ve çalışma

genelinde Homa Lagünü'nde yüksek miktarlarda tespit edilmiştir. Bu fosfor formunu da otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor formu takip etmektedir. Biyolojik kullanıma uygun fosfor formları ise düşük yüzdelerde bulunmaktadır.

Kaliforniya'da nehir ağzında fosfor formlarının belirlenmesi üzerine yapılan bir çalışmada SEDEX yöntemini kullanmıştır (Collis, 2006). Bölgede belirlenen fosfor formlarının ortalama konsantrasyonları ile Homa Lagünü'nde yapılan bu çalışmadaki ortalama değerler karşılaştırıldığında özellikle gevşek bağlı ve değişebilir yapıdaki fosfor ve organik fosfor formları benzer bir yapı sergilediği belirlenmiştir. Bu durum biyolojik kullanıma uygun olan iki formun diğer formlara oranla daha düşük konsantrasyona sahip olması ile ilişkilidir. Bering Denizi ve Kuzey Buz Denizi kıyısız sularında yaz mevsiminde tek örnekleme şeklinde fosfor formlarının belirlenmesi ile ilgili yapılan bir çalışmada SEDEX yöntemi üzerinde bazı modifikasyonların uygulandığı bir prosedür (Zhang, 2004) ile fosfor formları değerlendirilmiştir (Zhang et al., 2010). Bölgede en fazla fosfor formu yüzdesinin volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor olduğu bunu da otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor formunun izlediği belirlenmiştir. Bu sonuç Homa Lagünü'ndeki fosfor formlarının yaz mevsimindeki yüzde dağılımları ile paralellik göstermektedir.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sedimentteki fosfor formların belirlenmesi, sedimentteki toplam fosfor miktarının belirlenmesinden daha önemlidir. Formların belirlenmesi mevcut fosforun, sedimente kısa süreli depolanacağını ya da daha uzun süreli olarak sedimentin daha derin kısımlarına batabileceğini bize gösterir. Yapılan bu çalışmada SEDEX yöntemi kullanılarak sedimentteki gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor, demire bağlı fosfor, otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor ve son olarak organik fosfor olmak üzere beş farklı fosfor formu incelenmiştir. Fosfor formlarının kullanılabilirliği incelendiğinde, gevşek bağa sahip yada değişebilir yapıdaki fosfor direkt olarak biyolojik olarak kullanılabilir formda bulunmaktadır, demire bağlı fosfor ve organik fosfor formları ise belli koşullar altında biyolojik olarak kullanıma uygun hale gelmektedir, otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor, volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formları ise biyolojik kullanıma uygun olmayan formları ifade etmektedir (Ellison and Brett, 2006). Homa Lagünü'nde yapılan inceleme sonucunda ortamda biyolojik kullanıma uygun fosfor formlarının konsantrasyonlarının düşük olduğu tespit edilmiştir. Sedimentteki fosforun büyük bir bölümünün kullanılmayan yapıda olması sediment üstü suya olan akışların daha az olmasına neden olmaktadır.

Doğal sularda çözülmüş silikat ile fosfor arasındaki ilişki pek çok araştırmacı tarafından incelenmiş ve demir oksitleri üzerine adsorbe olmak için etkili bir biçimde rekabet ettikleri belirlenmiştir. Homa Lagünü'nde demire bağlı fosfor ve silikat arasında da bu duruma uygun bir ilişki istatistiksel analizler ile tespit edilmiştir. Lagündeki inorganik fosfor kaynağı, yüksek pH değerlerinde demir hidroksitleri ile adsorbsiyon, su kolonunda oluşun ve dibe çöken üretimin sediment yüzeyinde bozunması, artan sıcaklık ile birlikte bozunma aktivitesindeki artış, organik fosfordan türeme ile açıklanabilmektedir. Araştırma süresince organik fosfor ve tuzluluk arasında belirlenen pozitif yönlü lineer ilişki, bu fosfor formunun denizel orijinli olduğunu göstermektedir.



Her ne kadar meteorolojik veriler ile sedimentteki fosfor formları arasında istatistiksel açıdan önemli ilişki belirlenemese de, özellikle yağışlı dönemlerin ardından gerçekleştirilen çalışmalarda, lagünün doğusunda yer alan istasyonlarda fosfor formlarında belirlenen artış, dış kaynaklı fosfor girişine işaret etmektedir. Bu durum volkanik ya da metamorfik orijinli aşınmış apatit fosfor ve diğer inorganik fosfor formu ile tuzluluk arasındaki negatif ilişki ve otijenik karbonat flüorapatit + biyojenik apatit +  $\text{CaCO}_3$  birleşik fosfor ile silikat arasında pozitif bir ilişkinin varlığı ile istatistiksel olarak da açıklanmaktadır. Lagündeki doğal dengenin korunabilmesi için ilk hedeflerden biri Rama Can Suyu Kanalı ile ortama gelen dış kaynaklı fosforun kontrol altına alınmasıdır. Çalışma süresince sedimentte belirlenen fosfor konsantrasyonunun büyük bir bölümünün biyolojik olarak kullanılmayan yapıda olması, sedimentten su kolonuna fosfor akışların az olmasına neden olmaktadır. Ancak ortama karasal kaynaklı fosfor girişi sonucunda kullanılabilir fosfor formlarında gözlenen artış zaman içinde iç kaynaklı yüklemenin daha etkili bir duruma gelmesine neden olabilir. Bu durum lagün verimliliği üzerinde etki oluşturacaktır. Ayrıca sığ olan çalışma bölgesinde zaman zaman gerçekleştirilen derinleştirme çalışmaları sedimentte bulunan farklı formlardaki nutrientlerin su kolonuna geçiş yapabileceği göz önünde bulundurularak planlanmalı ve derinleştirme çalışmalarının ardından izleme çalışmaları ile su kolonuna etkileri takip edilmelidir.

Homa Lagünü'nde fosfor formlarını inceleyen ilk çalışma olması nedeniyle önem taşıyan bu araştırma, fosfor formları ve mevsimsel değişimleri hakkında genel bir bilgi sağlamaktadır. SEDEX yönteminde ekstraksiyonun ardından örnek ile ekstraktantı birbirinden ayırmak için uygulanan santrifüj sonrasında süpernatantın alımı bir miktar örnek kaybına neden olabilmektedir. Özellikle ince tane boyuna sahip kil fraksiyonunun askıda kalma ihtimali ve fosfor içeriği açısından kil miktarının önemli olması negatif bir durum ortaya çıkarmaktadır (Ruttenberg et al., 2009). Bölgede SEDEX yöntemi dışında farklı metotlar kullanılarak fosfor formlarının incelenmesi, bu çalışmada değerlendirilen fosfor formlarından farklı formlarının da belirlenmesine imkan sağlayacaktır. Bu durum, bu çalışmada belirlenemeyen eksikliklerin giderilmesine yardımcı olacaktır. Bölgede eş zamanlı olarak yapılacak nutrient akış denemeleri de daha kapsamlı bir yorum yapılmasını sağlayabilir. Sedimentteki fosfor formlarının mevsimlik

değişiminin yerine aylık değişimlerin incelenmesi lagün verimliliği üzerine etkilerinin daha detaylı olarak ortaya konulmasında yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acarlı, D.**, 2007, Homa Lagünü Balıkçılığı ve Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 153s, (yayınlanmamış).
- Acarlı, D., Kara, A., Bayhan, B. ve Çoker, T.**, 2009, Homa Lagünü'nden (İzmir Körfezi, Ege Denizi) yakalanan türlerin av kompozisyonu ve av verimi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 26(1):39–47.
- Akyol, O.**, 1999a, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi, Ege Denizi)'nda *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758) ve *Liza saliens* (Risso, 1810)'in populasyon özelliklerinin araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 16(3–4):391–419.
- Akyol, O.**, 1999b, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi) Kefal (Mugilidae) Türlerinin Demekolojisi, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 124s, (yayınlanmamış).
- Almendinger, J.E.**, 1999, A method to prioritize and monitor wetland restoration for water-quality improvement, *Wetlands Ecology and Management*, 6: 241–251.
- Anonim**, 1998, Gediz Deltası (İzmir Kuş Cenneti), Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü, Ankara, (yayınlanmamış).
- Alpbaz, A.G. ve Kınacıgil, H.T.**, 1988, Homa Dalyanı'nın balık verimliliği ve faunası üzerine bir çalışma, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, (5):17–18.
- Alpbaz, A., Özden, O, Temelli, B. ve Hindioğlu, A.**, 1991, Türkiye koşullarında Japon istiridyesi (*Crassostrea gigas*) yetiştirme olanakları üzerinde bir araştırma, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 8:194–201.
- Andrieux, F. and Aminot, A.**, 1997, A two year survey of phosphorus speciation in the sediments of the Bay of Seine (France), *Continental Shelf Research*, 17(10):1229–1245.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Andrieux-Loyer, F. and Aminot, A.,** 2001, Phosphorus forms related to sediment grain size and geochemical characteristics in French coastal areas, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52(5):617–629.
- Ardizzone, G.D., Cataudella, S. and Rossi, R.,** 1988, Management of Coastal Lagoon Fisheries and Aquaculture in Italy, FAO Fisheries Technical Paper, 293, Rome, 103p.
- Aydin, I., Aydin, F., Saydut, A. and Hamamci, C.,** 2009, A sequential extraction to determine the distribution of phosphorus in the seawater and marine surface sediment, *Journal of Hazardous Materials*, 168:664–669.
- Balık, S., İlhan, A. ve Topkara, E.T.,** 2008, Economic fish and fisheries at Homa Lagoon, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 8:61–62.
- Bamber, R.N., Gilliland, P.M. and Shardlow, M.E.A.,** 2001, Saline Lagoons: A Guide to Their Management and Creation, English Nature, Peterborough, 57p.
- Barnes, R.S.K.,** 1980, Coastal Lagoons, The Natural History of a Neglected Habitat, Cambridge University Press, Cambridge, 106p.
- Barnes, R.S.K.,** 1994, The coastal lagoons of Europe, *Coastline*, 3(2):1–8.
- Berner, R.A. and Rao, J.L.,** 1994, Phosphorus in sediments of the Amazon River and Estuary: Implications for the global flux of phosphorus to the sea, *Geochimica Cosmochimica Acta*, 58:2333–2339.
- Berner, R.A., Ruttenger, K.C., Ingall, E.D., and Rao, J.L.,** 1993, The nature of phosphorus burial in modern marine sediments, 365–378, Interactions of C, N, P and S Biogeochemical Cycles and Global Change, Wollast, R. and Chou, L. (Eds.), Springer-Verlag, Berlin, 521p.
- Bird, E.C.F.,** 1982, Changes on barriers and spits enclosing coastal lagoons, *Oceanologica Acta*, 45–53.
- Bird, E.C.F.,** 1984, Coasts: An Introduction to Coastal Geomorphology, Blackwell, Oxford, 320p.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Bird, E.C.F.**, 1994, Physical settings and geomorphology of coastal lagoons 9–39, Coastal Lagoons Processes, Kjerfve, B. (Ed.), Elsevier Oceanography Series, New York, 577p.
- Björkman, K.M. and Karl, D.M.**, 2003, Bioavailability of dissolved organic phosphorus in the euphotic zone at station ALOHA, North Pacific Subtropical Gyre, *Limnology and Oceanography*, 48:1049–1057.
- Boström, B., Andersen, J.M., Fleischer, S. and Jansson, M.**, 1988, Exchange of phosphorus across the sediment-water interface, *Hydrobiologia*, 170:229–244.
- Brion, N., Veersson, G.I., Elskens, M., Diaconu, C., Baeyens, W., Dehairs, F. and Middelburg, J.J.**, 2008, Nitrojen cycling, retention and export in a eutrophic temperate macrotidal estuary, *Marine Ecology Progress Series*, 357:87–99.
- Carignan, R.**, 1984, Sediment geochemistry in a eutrophic lake colonized by the submersed macrophyte, *Myriophyllum spicatum*, *Erhandlungen Internationale Vereinigung Fur Theoretische und Angewandte Limnologie*, 22:355–370.
- Carignan, R.** 1985, Nutrient dynamics in a littoral sediment colonized by the submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum*, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42:1303–1311.
- Carman, R. and Jonnson, P.**, 1991, Distribution patterns of different forms of phosphorus in some surficial sediments of the Baltic Sea, *Chemical Geology*, 90:91–106.
- Cha, H.J., Lee, C.B., Kim, B.S., Choi, M.S. and Ruttenberg, K.C.**, 2005, Early diagenetic redistribution and burial of phosphorus in the sediments of the Southwestern East Sea (Japan Sea), *Marine Geology*, 216(3):127–143.
- Chang, S.C. and Jackson, M.S.**, 1957, Fractionation of soil phosphorus, *Soil Science*, 84:133–144.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Cihaner, A.**, 2001, Süfa (Homa) Dalyanı'nda Toprak Havuzda Yarı Entansif Yetiştiricilik Sisteminde Çipuranın (*Sparus aurata* L., 1758) Kışlatılması Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 36s, (yayınlanmamış).
- Cirik, S., Alpbaz, A., Gökpınar, Ş. ve Metin, C.**, 1991, Homa (Süyo) Dalyanı (İzmir Körfezi) fitoplanktonu üzerine bir araştırma, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Eğitiminin 10. yılında Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 590–600.
- Cloern, J.E.**, 2001, Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem, *Marine Ecology Progress Series*, 210:235–265.
- Coelho, J.P., Flindt, M.R., Jensen, H.S., Lillebo, A.I. and Pardal, M.A.**, 2004, Phosphorus speciation and availability in intertidal sediments of a temperate estuary: Relation to eutrophication and annual P-fluxes, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61:583–590.
- Collis, H.A.**, 2006, Application of Short-Term Sediment Dynamics and Particle-Bound Phosphorus Fractionation Methods (SEDEX) to Estimate the Benthic Nutrient Loading Potential in Upper Newport Estuary, California, MSc Thesis, Louisiana State University, 96p, (unpublished).
- Cotner, J.B., Suplee, M.W., Wei Chen, N. and Shormann, D.E.**, 2004, Nutrient, sulphur and carbon dynamics in a hypersaline lagoon, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 59: 639–652.
- Cowen, W.F., and Lee, G.F.**, 1976, Phosphorus availability in particulate materials transported by urban runoff, *Journal of Water Pollution Control Federation*, 48:580–591.
- Ç.E.D.**, 1990, İzmir Limanı ve Yanaşma Kanalı Tarama Malzemesinin Dökü Alanlarındaki Çevresel Etki Değerlendirme Raporu (Raporu hazırlayan Uslu O.), T.C: Ulaştırma Bak. Adına D.E.Ü. Çevre Müh. Böl., D.B.T. Enst. Müd. Ve E.Ü. Hidrobiyoloji Ana Bilim Dalı ile Su Ürünleri Yüksek Okulu, (yayınlanmamış).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Çolak Sabancı, F.**, 2008, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi, Ege Denizi) İntertidal Zonunda Epipelik, Epifitik ve Epilitik Diyatome Komunitelerinin Taksonomik Olarak Araştırılması ve Ortam Faktörleriyle İlişkisi, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Temel Bilimler Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 211s, (yayınlanmamış).
- Çolak Sabancı, F.**, 2010, Contributions to the knowledge of algal flora of Homa Lagoon (Aegean Sea, Turkey), *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 16(3):311–327.
- Çolak Sabancı, F.**, 2011, Relationship of epilithic diatom communities to environmental variables in Homa Lagoon (Izmir, Turkey), *Aquatic Biology*, 13:233–241.
- Çolak Sabancı, F., Sapancı, M., Koray, T. and Buyukisik, B.**, 2011, A qualitative study of the microphytobenthic communities of Homa Lagoon (Izmir-Turkey), *Fresenius Environmental Bulletin*, 20:346–353.
- Delibacak, S. ve Okur, B.**, 2000, Gediz Deltası'nda dağılım gösteren toprakların infiltrasyon hızları ve ağır metal içerikleri, *E.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1)9–16.
- Deniz, H.**, 2004, Adana Lagünleri ve Bütünleşik Kıyı Yönetimi İçindeki Rolü, Türkiye Kıyıları 04, Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları V.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 04, Bildiriler Kitabı; 4-7 Mayıs, 2004; Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Derici, O.B.**, 2007, Seyhan Baraj Gölü (Adana) Sedimanının Fosfor Formları, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Adana, 44s (yayımlanmamış).
- Drake, J.C. and Heaney, S.I.**, 1987, Occurrence of phosphorus and its potential remobilization in the littoral sediments of a productive English lake, *Freshwater Biology*, 17:513–523.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Eckert, W., Nishri, A. and Parparova, R.,** 1997, Factors regulating the flux of phosphate at the sediment-water interface of a subtropical calcareous lake: a simulation study with intact sediment cores, *Water, Air and Soil Pollution*, 99:401–409.
- Eckert, W., Didendo, J., Uri E. and Dganit, E.,** 2003, Spatial and temporal variability of particulate phosphorus fractions in seston and sediments of Lake Kinneret under changing loading scenario, *Hydrobiologia*, 494:223–229.
- Ellison, M.E. and Brett, M.T.,** 2006, Particulate phosphorus bioavailability as a function of stream flow and land cover, *Water Research*, 40:1258–1268.
- Emiroğlu, D., Albaz, A., Elbek, A., Tolon, T., Saygı, H. ve Cihaner, A.,** 2001, Ege ve Akdeniz Bölgesi Kıyısız Dalyanların Sosyoekonomik İncelenmesi, TÜBİTAK, YDABÇAG-199Y059 Nolu Proje, 56s (yayınlanmamış).
- Emsley, J.,** 1980, The phosphorus cycle, 147–167, *The Handbook of environmental chemistry*, Hutzinger, O. (Ed.), Springer-Verlag, Berlin, 512p.
- Enell, M. and Löfgren, S.,** 1988, Phosphorus in interstitial water: Methods and dynamics, *Hydrobiologia*, 170:103–132.
- Erençin, Z. ve Köksal, G.,** 1981, İçsular Temel Bilimleri, A.Ü.Veteriner Fakültesi Yayınları, No:375, Ankara, 160s.
- Fang, T.H., Chen, J.L. and Huh, C.A.,** 2007, Sedimentary phosphorus species and sedimentation flux in the East China Sea, *Continental Shelf Research*, 27(10–11):1465–1476.
- Fisher, L.H. and Wood, T.M.,** 2004, Effect of Water-Column pH on Sediment-Phosphorus Release Rate in Upper Klamath Lake, Oregon, 2001, USGS Water Resources Investigation Report 03–4271, Portland, (unpublished).
- Folk, R.L.,** 1974, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Hemphill Publishing Company, Texas, 185p.



## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Frankowski, L., Bolalek, J. and Szostek, A.,** 2002, Phosphorus in bottom sediments of Pomeranian Bay (Southern Baltic–Poland), *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 54(6):1027–1038.
- Froelich, P.N.,** 1988, Kinetic control of dissolved phosphate in natural rivers and estuaries: A primer on the phosphate buffer mechanism, *Limnology and Oceanography*, 33(4):649–668.
- Fytianos, K. and Kotzakioti, A.,** 2005, Sequential fractionation of phosphorus in lake sediments of Northern Greece, *Environmental Monitoring and Assessment*, 100(1–3):191–200.
- Galehouse, J.S.,** 1971, Sedimentation analysis, 69–92, Procedures in Sedimentary Petrology, Carver, R.E. (Ed.), Wiley-Interscience, London, 653p.
- Gaudette, H.E., Flight, W.R., Toner, L. and Folger, D.W.,** 1974, An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments, *Journal of Sedimentary Petrology*, 44(1):249–253.
- Gericke, S. and Kurmies, B.,** 1952, Die colorimtrische phosphosauerbestimmung mit ammonium vanadat molybdat und ihre anwendung in der pflanzenanalyse, *Zeitschrift für Pflanzenernahrung Düngung Bodenkunde*, 59:235–239.
- Geurts, J.J.M., Smolders, A.J.P., Verhoeven, J.T.A., Roelofs, J.G.M. and Lamers, L.P.M.,** 2008, Sediment Fe:PO<sub>4</sub> ratio as a diagnostic and prognostic tool for the restoration of macrophyte biodiversity in fen waters, *Freshwater Biology*, 53:2101–2116.
- Giffin, D. and Corbett, D.R.,** 2003, Evaluation of sediment dynamics in coastal systems via shortlived radioisotopes, *Journal of Marine Systems*, 42:83–96.
- Gilabert, J.,** 2001, Seasonal phytoplankton dynamics in a Mediterranean hypersaline coastal lagoon, Mar. Menor, *Journal of Plankton Research*, 23(2):207–217.
- Golachowska, J.,** 1977a, Prosta i szybka metoda oznaczania fosforu całkowitego w osadach dennych jezior, *Roczniki Nauk Rolniczych*, 2:27–37 (in Polish).

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Golachowska, J.**, 1977b, Oznaczanie całkowitej zawartości fosforu mineralnego i organicznego w osadach dennych jezior, *Roczniki Nauk Rolniczych*, 2:39–49 (in Polish).
- Golachowska, J.**, 1977c, Frakcjonowanie i oznaczanie mineralnych postaci fosforu w osadach dennych jezior, *Roczniki Nauk Rolniczych*, 2:51–62 (in Polish).
- Golterman, H.L.**, 1996, Fractionation of sediment phosphate with chelating compounds: A simplification and a comparison with other methods, *Hydrobiologia*, 335:87–95.
- Golterman, H. L.**, 2001, Phosphate release from anoxic sediments or “What did Mortimer really write?”, *Hydrobiologia*, 450:99–106.
- Golterman H.L.**, 2004, *The Chemistry of Phosphate and Nitrogen Compounds in Sediment*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 251p.
- Graca, B. and Bolalek, J.**, 2000, Temporal variations in phosphorus species in the surface layer of bottom sediments from the Gulf of Gdańsk – Preliminary research, *Oceanological studies*, 29(4):55–66.
- Griffith, E.J., Beeton, A.M., Spencer, J.M. and Michell, D.J.**, 1973, *Environmental Phosphorus Handbook*, Wiley Publishers, New York, 718p.
- Gudelis, W.K. and Jemielianow, J.M.**, 1982, *Geology of the Baltic Sea*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 412p.
- Guilcher, A.**, 1981, Les étangs littoraux: Azonalité d’ensemble et modalités zonales, *Bulletin de la société Languédocienne de Géographie*, 15:3–10.
- Gunnars, A., Blomqvist, S., Johansson, P. and Andersson, C.**, 2002, Formation of Fe(III) oxyhydroxide colloids in freshwater and brackish seawater, with incorporation of phosphate and calcium, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 66(5):745–758.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gurbet, R.**, 1989, SÜYO (Homa) Dalyanı'ndaki Balık Avlama Yöntemleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Deniz Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir, 32s (yayınlanmamış).
- Gündoğdu, V., Sarıkaya, D. ve Özcan, N.H.**, 2004, Türkiye'de Alan Koruma: Gediz Deltası (İzmir Kuş Cenneti) Örneği, V. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, Bolu, 237–245.
- Hawke, D., Carpenter, P.D. and Hunter, K.A.**, 1989, Competitive adsorption of phosphorus on goethite in marine electrolytes, *Environmental Science and Technology*, 23:187–191.
- Hoşsucu, B. ve Ak, Y.**, 2000, Homa Dalyanı'nın ihtiyoplanktonu, *E.Ü Su Ürünleri Dergisi*, 17(3–4):241–256.
- Hupfer, M., Gachter, R. and Giovanoli, R.**, 1995, Transformation of phosphorus species in settling seston and during early sediment diagenesis, *Aquatic Science*, 57:305–324.
- Hyacinthe, P.V.C.**, 2004, An authogenic iron phosphate phase in estuarine sediments: Composition, formation and chemical reactivity, *Marine Chemistry*, 91:227–251.
- Istvanovics, V.**, 1988. Seasonal variation of phosphorus release from thesediments shallow lake Balaton (Hungary), *Water Resources*, 22:1473–1481.
- James, W.F., Best, E.P. and Barko, J.W.**, 2004, Sediment resuspension and light attenuation in Peoria Lake: Can macrophytes improve water quality in this shallow system?, *Hydrobiologia*, 515:193–201.
- Jensen, H.S. and Thamdrup, B.**, 1993, Iron bound phosphorus in marine sediments as measured by bicarbonate-dithionite extraction, *Hydrobiologia*, 253:47–59.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Jensen, H.S., Mortensen, P.B., Andersen, F.O., Rasmussen, E., and Jensen, A.,** 1995, Phosphorus cycling in a coastal marine sediment, Aarhus Bay, Denmark, *Limnology and Oceanography*, 40(5):908–917.
- Jensen, H.S., McGlathery, K.J., Marino, R. and Howarth, R.W.,** 1998, Forms and availability of sediment phosphorus in carbonate sand of Bermuda seagrass beds, *Limnology and Oceanography*, 43(5):799–810.
- Jin, X., Wang, S., Pang, Y. and Chang Wu, F.,** 2006, Phosphorus fractions and the effect of pH on the phosphorus release of the sediments from different trophic areas in Taihu Lake, China, *Environmental Pollution*, 139(2):288–295.
- Kaiserli, A., Voutsas, D. and Samara, C.,** 2002, Phosphorus fractionation in lake sediments–Lakes Volvi and Koronia, N. Greece, *Chemosphere*, 46:1147–1155.
- Khalil, M.K.H., Radwan, A.M. and El-Moselhy, K.H.M.,** 2007, Distribution of phosphorus fractions and some of heavy metals in surface sediments of Burullus Lagoon and adjacent Mediterranean Sea, *Egyptian Journal Of Aquatic Research*, 33(1):277–289.
- Kınacıgil, H.T.,** 1992, SÜYO Dalyanının Su Özellikleri ve Bazı Ekonomik Balık Türlerinin Gelişmeleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 197s, (yayınlanmamış).
- Kınacıgil, H.T., Balkan, H. ve Alpbaz, A.G.,** 1991, Homa (SÜYO) Dalyanı'nın su derinliğinin saptanması üzerine bir çalışma, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 8(29–30):21–28.
- Kisand, A.,** 2005, Distribution of sediment phosphorus fractions in hypertrophic strongly stratified Lake Verevi, *Hydrobiologia*, 547:33–39.
- Kjerfve, B.,** 1986, Comparative oceanography of coastal lagoons, 63–82, Estuarine Variability, Wolfe D.A. (Ed.), Academic Press, London, 509p.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kjerfve, B.**, 1994, Coastal lagoons, 1–7, Coastal Lagoons Processes, Kjerfve, B. (Ed.), Elsevier Oceanography Series, New York, 577p.
- Kjerfve, B. and Knoppers, B.A.**, 1991, Tidal choking in a coastal lagoon, 169–179, Tidal Hydrodynamics, Parker, B. (Ed), John Wiley & Sons, New York, 883p.
- Knight, B.P., Chaudri, A.M., McGrath, S.P. and Giller, K.E.**, 1998, Determination of chemical availability of cadmium and zinc in soils Using inert soil moisture samplers, *Environmental Pollution*, 99: 293–298.
- Kocataş, A.**, 1993, Oseanoloji (Deniz Bilimlerine Giriş), E.Ü. Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 114, 358s.
- Kocataş, A.**, 1999, Oseanoloji Deniz Bilimlerine Giriş, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Kitaplar Serisi No:60, Ders Kitabı Dizini, No:28, IV. Baskı, İzmir, 358s.
- Kocataş, A.**, 2002, Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniversitesi, İzmir, 564s.
- Koch, M.S., Benz, R.E. and Rudnick, D.T.**, 2001, Solid-phase phosphorus pools in highly organic carbonate sediments of north-eastern Florida Bay, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52:279–291.
- Konhauser, K.O., Lalonde, S.V., Amskold, L. and Holland, H.D.**, 2007, Was there really an Archean phosphate crisis?, *Science*, 315:1234.
- Korkut, A.Y.**, 1989, E.Ü. SÜYO (Su Ürünleri Yüksek Okulu) Dalı'ndaki Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) Balığının Gelişimi ve Ekonomisi Üzerine Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, D.E.Ü. Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, Deniz Bilimleri Anabilim Dalı, İzmir, 51s (yayınlanmamış).
- Korkut, A.Y., Kop, A., Cihaner, A. ve Altan, Ö.**, 2006, Homa Lagünü'nden elde edilen çipuraların (*Sparus aurata* L., 1758) kıyusal ve açık deniz ağ kafeslerde gelişimlerinin karşılaştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23(1–2):253–257.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Krom, M.D., and Berner, R.A.,** 1981, The diagenesis of phosphorus in nearshore marine sediment, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45:207–216.
- Kutlu, B.,** 2000, İzmir Körfezi (Homa Dalyanı) Sularında Benzetilmiş Kommünite Kültür Çalışması, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 99s, (yayınlanmamış).
- Kutlu, B.,** 2009, İzmir Homa Dalyanı'ndan İzole Edilen *Hantzschia amphioxys* Türünün Büyüme Kinetiklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 108s, (yayınlanmamış).
- Kutlu, B. ve Büyükişik, B.,** 2007, İzmir Körfezi (Homa Dalyanı) sularında benzetilmiş kommünite kültür çalışması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24(1–2):55–63.
- Kutlu, B., Sunlu, F.S. and Büyükişik, H.B.,** 2012, Carrying capacity of *Chaetoceros gracilis* in Homa Lagoon and the Bay of Izmir, *African Journal of Biotechnology*, 11(13):3197–3206.
- Lasserre, P.,** 1979, Coastal lagoons: Sanctuary ecosystems, cradles of culture, targets for economic growth, *Nature and Resources (UNESCO)*, 15(4):2–20.
- Lehtoranta, J. and Pitkänen, H.,** 2003, Binding of phosphate in sediment accumulation areas of the eastern Gulf of Finland, Baltic Sea, *Hydrobiologia*, 492:55–67.
- Li, Y., Wu, D. and Xue, Y.,** 1998, A development sequential extraction method for different forms of phosphorus in the sediments and its environmental geochemical significance, *Marine Environmental Science*, 17(1):15–20 (in Chinese).

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Lopez, P.**, 2004, Spatial distribution of sedimentary P pools in a Mediterranean coastal lagoon 'Albufera d'es Grau' (Minorca Island, Spain), *Marine Geology*, 203(1-2):161-176.
- Lorenzen, C.J.**, 1971, Chlorophyll-degradation products in sediments of Black Sea, *Woods Hole Oceanographic Institution Contribution*, 2828:426-428.
- Lukawska-Matuszewska, K. and Bolalek, J.**, 2008, Spatial distribution of phosphorus forms in sediments in the Gulf of Gdańsk (Southern Baltic Sea), *Continental Shelf Research*, 28(7):977-990.
- Martin, D.F.**, 1972, Marine Chemistry, Vol. 1, Analytical Methods, Marcel Dekker Inc., New York, 389p.
- Mathews, L. and Chandramohanakumar, N.**, 2003, The ratios of carbon, nitrogen and phosphorus in a wetland coastal ecosystem of Southern India, *International Review of Hydrobiology*, 88(2):179-186.
- Matijević, S., Kljaković-Gašpić Z., Bogner, D., Gugić A. and Martinović, I.**, 2008, Vertical distribution of phosphorus species and iron in sediment at open sea stations in the Middle Adriatic Region, *Acta Adriatica*, 49(2):165-184.
- Matijević, S., Kušpilić, G., Kljaković-Gašpić, Z. and Bogner, D.**, 2008, Impact of fish farming on the distribution of phosphorus in sediments in the Middle Adriatic Area, *Marine Pollution Bulletin*, 56:535-548.
- Mayer, T.D. and Jarrell, W.M.**, 1996, Formation and stability of iron (II) oxidation products under the natural concentrations of dissolved silica, *Water Research*, 30:1208-1214.
- Mayer, T.D. and Jarrell, W.M.**, 2000, Phosphorus sorption during iron (II) oxidation in the presence of dissolved silica, *Water Research*, 34:3949-3956.
- McDougall, B.K. and Ho, G.E.**, 1991, A study of the eutrophication of the North Lake, Western Australia, *Water Science and Technology*, 23:163-173.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Mee, L.D.**, 1978, Coastal Lagoons, 441–490, Chemical Oceanography, 2nd Edition, Riley, J.P. and Chester, C. (Eds.), Academic Press, London, 414p.
- Mehta, N.C., Legg, J.O., Goring, C.A.J. and Black, C.A.**, 1955, Determination of organic phosphorus in soil extraction method, *Soil Science Society American Proceedings*, 18:443–449.
- Meis, S., Spears, B.M., Maberly, S.C., O'Malley, M.B. and Perkins, R.G.**, 2012, Sediment amendment with phoslock® in Clatto Reservoir (Dundee, UK): Investigating changes in sediment elemental composition and phosphorus fractionation, *Journal of Environmental Management*, 93:185–193.
- Moore, P. A. and Coale, F.**, 2000, Phosphorus fractionation in flooded soils and sediments, 60–64, Methods of Phosphorus Analysis for Soils, Sediments, Residuals, and Waters, Pierzynski, G.M.(Ed.), Southern Cooperative Series Bulletin, Manhattan, 110p.
- Mordoğan, H., Yaramaz, Ö. ve Alpbaz, A.**, 1991, Homa Dalyanı sedimentlerinde bazı ağır metallerin (Fe, Ni, Co, Mn, Sb) derişimlerinin araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 8:44–50.
- Moss, B.**, 1988, Ecology of Fresh Waters: Man and Medium 2nd Edition, Oxford Blackwell Scientific Publications, London, 417p.
- Nixon, S.W.**, 1981, Remineralization and nutrient cycling in coastal marine ecosystems, 111–138, Estuaries and Nutrients, Neilson, B.J. and Cronin L.E. (Eds.), Humana, New York, 658p.
- Oates, R.H.**, 2008, Phosphate-Mineral Interactions and Potential Consequences for Nutrient Cycling, MSc Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 81p (unpublished).
- Oliver, G.A.**, 2005, Seasonal Changes and Biological Classification of Irish Coastal Lagoons, Ph.D. Thesis, Department of Zoology, University College Dublin, 265p.



## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ozkan, E.Y. and Buyukisik, B.**, 2012, Examination of reactive phosphate fluxes in an eutrophicated coastal area, *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(6):3443-3454.
- Önen, M.**, 1990, SÜYO (Homa) Dalyanı Fiziko-kimyasal Parametreleri ile Makrobentik Organizmaların Dağılımının Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 98s, (yayınlanmamış).
- Önen, M. ve Yaramaz, Ö.**, 1991, Süyo (Homa) Dalyanında Fizikokimyasal Parametreler ile Makrobentik Faunanın Mevsimsel ve Yıllara Bağlı Değişimleri, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Eğitiminin 10. yılında Su Ürünleri Sempozyumu, İzmir, 413–428.
- Özden, O., Tolon, M.T. ve Cihaner, A.**, 1997, Meteorolojik ve Su Seviyesi Değişimlerinin Kıyısız Dalyanlardaki Balık Populasyonu Üzerine Etkileri, Türkiye Kıyıları 97, Türkiye Kıyısız Alanları I. Ulusal Konferansı, 24–27 Haziran 1997, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Paludan, C. and Jensen, H.S.**, 1995, Sequential extraction of phosphorus in freshwater wetland and lake sediments, significance of humic acids, *Wetlands*, 15:365–373.
- Perçin, F.**, 2005, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi) Lidakileri'nin (*Sparus aurata* L., 1758) metrik ve meristik özelliklerinin diyagnostik radyografi yöntemiyle tespiti, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22 (3–4):443–445.
- Pettersson, K. and Istvanovics, V.**, 1988, Sediment phosphorus in Lake Balaton-forms and mobility, *Archiv Fur Hydrobiologie*, 170:91–101.
- Phleger, F.B.**, 1981, A review of some general features of coastal lagoons, *UNESCO Technical Papers in Marine Science*, 33:7–14.
- Pritchard, D.W.**, 1967, What is an estuary: Physical viewpoint, 3–5, *Estuaries*, Lauff, G.H. (Ed.), American Association for the Advancement of Science, Publication No. 83, Washington, 757p.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Psenner, R. and Pucsko, R.**, 1988, Phosphorus fractionation: Advantages and limits of the method for the study of sediment P origins and interactions, *Archiv für Hydrobiologie–Beiheft Ergebnisse der Limnologie*, 30:43–59.
- Psenner, R., Pucska, R. and Sager, M.**, 1984, Die fractionierung organischer und anorganischer phosphorverbindungen von sedimenten versuch einer definition ökologisch wichtiger tractionen, *Archiv für Hydrobiologie*, 10:115–155.
- Pulat, İ. ve Özel, İ.**, 2003, The plankton fauna of the northern lagoony system of Izmir Bay, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20(3–4):339–403.
- Qin, B. and Fan, C.**, 2002, Exploration of conceptual model of nutrient release from internal sources in large shallow lake, China, *Environmental Sciences*, 22(2):150–153 (in Chinese).
- Raiswell, R. and Canfield, D.E.**, 1998, Sources of iron for pyrite formation in marine sediments, *American Journal of Science*, 298:219–245.
- Ramin, N. and Bates, M.H.**, 1979, The effects of pH on the aluminum, iron and calcium phosphate fraction of lake sediments, *Water research*, 13:813–815.
- Reddy, K.R., Wang, Y., DeBusk, W.F., Fisher, M.M. and Newman, S.**, 1998, Forms of soil phosphorus in selected hydrologic units of the Florida Everglades, *Soil Science Society of America Journal*, 62:1134–1147.
- Ribeiro, D.C., Martins, G., Nogueira, R., Cruz, J.V, and Brito, A.G.**, 2008, Phosphorus fractionation in volcanic lake sediments (Azores – Portugal), *Chemosphere*, 70(7):1256–1263.
- Richardson, C.J.**, 1985, Mechanisms controlling phosphorus retention capacity in fresh water wetlands, *Science*, 228:1424–1427.
- Ruttenberg, K.C.**, 1992, Development of a sequential extraction technique for different forms of phosphorus in marine sediments, *Limnology and Oceanography*, 37:1460–1482.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ruttenberg, K.C. and Berner, R.A.**, 1993, Authigenic apatite formation and burial in sediments from non-upwelling continental margin environments, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57:991–1007.
- Ruttenberg, K.C., Ogawa, N.O., Tamburini, F., Briggs, R.A., Colasacco, N.D. and Joyce, E.**, 2009, Improved, high-throughput approach for phosphorus speciation in natural sediments via the SEDEX (Sequential Extraction Method), *Limnology and Oceanography*, 7:319–333.
- Schindler, D.W.**, 1977, Evolution of phosphorus limitation in lakes, *Science*, 195:260–262.
- Schneider, S. and Melzer, A.**, 2004, Sediment and water nutrient characteristics in patches of submerged macrophytes in running waters, *Hydrobiologia*, 527:195–207.
- Serdar, S.**, 2003, Akivades (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 165s, (yayınlanmamış).
- Sezen, B., Örek, Y.A., Çakır, T.D. ve Hoşsucu, B.**, 2004. Homa Lagünü'nde (İzmir Körfezi) gümüş balığının (*Atherina boyeri* Risso, 1810) üreme biyolojisi, *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 2: 172–180.
- Shaw, J.F.H. and Prepas, E.E.**, 1989, Temporal and spatial patterns of porewater phosphorus in shallow sediments, and its potential transport into narrow lake, Alberta, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46: 981–988.
- Shepard, F.P.**, 1954, Nomenclature based on sand-silt-clay relations, *Journal of Sedimentary Petrology*, 24:151–158.
- Shomar, B.H., Müller, G. and Yahya, A.**, 2005, Seasonal variations of chemical composition of water and bottom sediments in the wetland of Wadi Gaza, Gaza Strip, *Wetlands Ecology and Management*, 13:419–431.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Slomp, C.P., Malschaert, J.P.F. and Raaphorst, W.,** 1998, The role of adsorption in sediment-water exchange of phosphate in North Sea continental margin sediments, *Limnology and Oceanography*, 43(5):832–846.
- Smith, S.V.,** 1984, Phosphorus versus nitrogen limitation in the marine-environment, *Limnology and Oceanography*, 29:1149–1160.
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R.,** 1972, A Practical Handbook of Seawater Analysis, Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, 310p.
- Stumm, W.,** 1992, Chemistry of the Solid–Water Interface, Processes at the mineral-water and particle-water interface in natural systems, Wiley, New York, 428p.
- Sunlu, U.,** 1994, S.Ü.F.A. (Homa) Dalyanı ve Ege Denizinin Farklı Bölgelerindeki Kirlenme Durumu ile Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 172s, (yayınlanmamış).
- Sunlu, U. ve Egemen, Ö.,** 1998, Homa Dalyanı ve İzmir Körfezi (Ege Denizi)'nin Farklı Bölgelerindeki Kirlenme Durumu ile Bazı Ekonomik Balık Türlerinde Ağır Metal Düzeylerinin Araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 15(3–4):241–261.
- Sunlu, U., Egemen, Ö., Sunlu, F.S. and Başaran, A.,** 2002, Investigation on the Pollution of Gediz River Deltaic Zone (Izmir Bay–Türkiye), Meeting on Coastal Zone Management in Med. Region, Options Méditerranéennes Series A, 53:57–63.
- Sutula, M., Kamer, K., Cable, J., Collis, H., Berelson, W. and Mendez, J.,** 2006, Sediments as an internal source of nutrients to Upper Newport Bay, California, Southern California Coastal Water Resource Project Technical Report No. 482, (unpublished).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sylaios, G. and Theocharis, V.**, 2002, Hydrology and nutrient enrichment at two coastal lagoon systems in Northern Greece, *Water Resources Management*, 16:171–196.
- Szczepańska, T.**, 1993, Geochemistry and Stratigraphy of Quaternary Sediments and Interstitial Waters of Southern Baltic, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 62p.
- Şengör, G.F., Cihaner, A., Erkan, N., Özden, Ö. ve Varlık, C.**, 2002, Topan kefali (*Mugil cephalus* L., 1758) yumurtasından havyar eldesi, randımanı ve kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26:183–187.
- Tagliapietra, D. and Ghirardini, A.V.**, 2006, Notes on a coastal lagoon typology in the light of the EU Water Framework Directive: Italy as a case study, aquatic conservation, *Marine and Freshwater Ecosystems*, 16:457–467.
- Tekinay, A.A.**, 1995, Süfa (Homa) Dalyanı'nın Üretim Sorunlarına Yönelik Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 63s, (yayınlanmamış).
- Tiyamongpattana, W., Pongsakul, P., Shiowatana, J. and Nacapricha, D.**, 2004, Sequential extraction of phosphorus in soil and sediment using a continuous-flow system, *Talanta*, 62:765–771.
- Tolon, M.T.**, 1997, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Süfa (Homa) Dalyanı'nda Yürütülen İyileştirme Çalışmalarının Su Kalitesi ve Balık Verimi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 58s, (yayınlanmamış).
- Uslu, O. ve Türkman, A.**, 1987, Su Kirliliği ve Kontrolü, Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 364s.,
- Ünsal, S., Büyükişık, B. ve Akyol, O.**, 2000, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi, Ege Denizi) birincil deniz parametreleri sonuçları üzerine tartışmalar, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 17(1–2):85–94.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vega-Cendejas, Ma.E., Hernandez, D.E. and Santillana, M.,** 2004, Fish community structure and dynamics in a coastal hypersaline lagoon: Rio Lagartos, Yucatan, Mexico, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60:285–299.
- Vicente, I., Serrano, L., Amores, V., Clavero, V. and Cruz-Pizarro, L.,** 2003, Sediment phosphate fractionation and interstitial water phosphate concentration in two coastal lagoons (Albuferas de Adra, SE Spain), *Hydrobiologia*, 492:95–105.
- Vink, S., Chambers, R.M. and Smilth S.V.,** 1997, Distribution of phosphorus in sediments from Tomales Bay, California, *Marine Geology*, 139:157–179.
- Wang, Q.R., Li, Y.C. and Ouyang, Y.,** 2011, Phosphorus fractionation and distribution in sediments from wetlands and canals of a water conservation area in the Florida Everglades, *Water Resources Research*, 47(5).
- Wantanabe, F.S. and Olsen, S.R.,** 1962, Colorimetric determination of phosphorus in water extracts of soils, *Soil Science*, 93:183–188.
- Westheimer, F.H.,** 1987, Why nature chose phosphates, *Science*, 235:1173–1178.
- Wetzel, R.G.,** 2001, Limnology of Lake and River Ecosystems, Third Edition, Academic press, San Diego, 1006p.
- Whigham, D.F., Dykyjova, D. and Hejny, S.,** 1993, Wetlands of the World: Inventory, Ecology and Management, Handbook and Vegetation Science, Netherlands, 745p.
- Williams, J.D.H., Jaquet, J.M. and Thomas, R.L.,** 1976, Forms of Phosphorus in the Surficial Sediments of Lake Erie, *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 33:413–429.
- Winkler, L.W.,** 1888, The determination of dissolved oxygen in water, *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 21:2843–2855.
- Yamada, H. and Kayama, M.,** 1987, Distribution and dissolution of several forms of phosphorus in coastal marine sediments, *Oceanologica Acta* 10:311–321.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yazıcı, M.**, 2005, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi-Ege Denizi)'nda Sekonder Prodüktivitenin Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 73s, (yayınlanmamış).
- Yazıcı, M. ve Büyükkışık, B.**, 2007, Homa Dalyanı (İzmir Körfezi-Ege Denizi)'nda sekonder prodüktivitenin araştırılması, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 24(3-4):267-272.
- Yerli, S.**, 1999, Türkiye Lagünlerine Genel Bir Bakış, 465-474, Hayvan Coğrafyası, Demirsoy, A. (Der.), Genel ve Türkiye Zoocoğrafyası, İkinci Baskı, Ankara, 630s.
- Yılmaz, E.** 2009, Gökova Körfezi Akyaka Plaj Sedimentlerinde Fosfor Fraksiyonlarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Muğla, 49s, (yayımlanmamış).
- Yürür, E.E.**, 2008. İzmir Homa Dalyanının'da Sedimentte Nütrient Akışlarının Araştırılması, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Bornova, İzmir, 168s, (yayınlanmamış).
- Zhang, J.Z., Fischer, C.J. and Ortner, P.B.**, 2004, Potential availability of sedimentary phosphorus to sediment resuspension in Florida Bay, *Global Biogeochemical Cycles*, 18(1):GB1038.
- Zhang, J.Z., Guo, L. and Fischer, C.J.**, 2010, Abundance and chemical speciation of phosphorus in sediments of the Mackenzie River Delta, the Chukchi Sea and the Bering Sea: Importance of detrital apatite, *Aquatic Geochemistry*, 16(3):353-371.
- Zhou, Q., Gibson, C.E. and Zhu, Y.**, 2001, Evaluation of phosphorus bioavailability in sediments of three contrasting lakes in China and the UK, *Chemosphere*, 42(2):221-225.
- Zhu, G.W., Qin, B.Q., Zhang, L. and Luo, L.C.**, 2006, Geochemical forms of phosphorus in sediments of three large, shallow lakes of China, *Pedosphere*, 16(6):726-734.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Zhu, Y., Zhang, R., Wu, F., Qu, X., Xie, F., and Fu, Z.,** 2013, Phosphorus fractions and bioavailability in relation to particle size characteristics in sediments from Lake Hongfeng, Southwest China, *Environmental Earth Sciences*, 68(4):1041–1052.
- Zwolsman, J.J.G.,** 1994, Seasonal variability and biogeochemistry of phosphorus in the Scheld Estuary, South-west Netherlands, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 39:227–248.



## ÖZGEÇMİŞ

Mert SAPANCI 1982 yılında İzmir'in Bornova ilçesinde doğmuştur. İlkokulu Yavuz Selim İlkokulu'nda bitirdikten sonra, orta ve lise öğrenimine İzmir Özel Türk Koleji'nde devam etmiştir. 2000 yılında kazandığı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'nden 2004 yılında mezun olduktan sonra aynı üniversitenin fen bilimleri enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. 2007 yılında "Mesozooplankton Otlama Hızı Ölçümleri İçin Değiştirilmiş Seyrelme Denemeleri" konusunda yüksek lisans tezini tamamladıktan sonra aynı yıl doktora eğitimine başlamıştır ve halen çalışmalarını sürdürmektedir.