

AKYATAN LAGÜNÜNDE TUZLULUK DEĞİŞİMİNİN MEVSİMSSEL İZLENMESİ

Ayşegül DEMİR ve Zeliha SELEK

Ç.Ü., Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana/Türkiye

ÖZET : *Bu çalışmada, Türkiye'nin en büyük sulak alan sistemi Akyatan Lagünü'nün Aralık 2007-Kasım 2008 dönemleri arasında aylık olarak sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO), pH, elektriksel iletkenlik (EC), tuzluluk, çözülmüş katı madde (ÇKM) ve klorür (Cl) gibi bir takım fiziksel parametrelerin değişimleri 15 farklı istasyonda aylık periyotlarda izlenmiştir. Sonuç olarak; Akyatan lagününde, drenaj kanallarında ve denizdeki bütün istasyonlarda, aylık periyotlarda alınan numunelerden elde edilen verilerin mevsimsel ortalamaları alındığında en düşük ve en yüksek yüzey suyu sıcaklık değerleri 10-32,2 °C; ÇO değerleri 3,31-8,81 mg/L; pH değerleri ise 7,91-8,74 arasında gözlenmiştir. EC, tuzluluk, ÇKM ve Cl değerleri lagünün batı bölgesinde en yüksek değerlerde gözlenmiş olup, denizin 1,5-2 katı kadar yüksek seviyelere ulaştığı görülmüştür. Buna karşın lagünün doğu bölgesinde drenaj kanallarında düşük EC, tuzluluk, ÇKM ve Cl değerleri, bu kanalların lagüne giriş yaptığı bölgedeki istasyonlarda düşük seviyelerde seyretmesine neden olduğu gözlemlenmiştir.*

Anahtar Kelimeler: *Akyatan Lagünü, aşırı tuzlu lagünler, tuzluluk*

SEASONALLY MONITORING OF SALINITY VARIABILITY IN AKYATAN LAGOON

ABSTRACT : *In this study, Akyatan lagoon, which is among the largest wetland systems in Turkey, was characterized based on temperature, dissolved oxygen (DO), pH, alkalinity, electrical conductivity (EC), salinity, total dissolved solids (TDS), chloride (Cl), a period between December 2007-August 2008. As a result, at Akyatan lagoon, drainage channels and Mediterranean sea it was found that average seasonal values from the sampling points taken on a monthly period, lowest and highest values of surface water temperatures were between 10-32,2 °C, dissolved oxygen values were between 3,31-8,81 mg/L, pH values were between 7,91-8,74. Electrical conductivity, salinity, dissolved solids and chloride values were found at their maximum level at the western part of lagoon and these values were reached 1,5-2 times higher than normal sea values. Meanwhile, at the eastern part of lagoon, where drainage channel connected, EC, salinity, TDS and Cl values were lower due to the dilution effect from these drainage channels.*

Key Words: *Akyatan, hypersalinity lagoons, salinity*

*Bu proje Ç.Ü. Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir. Proje No: MMF2008YL11.

1. GİRİŞ

İlk uygarlıklardan yakın tarihimize kadar insan toplulukları, uygarlıklarını nehir vadileri ve taşkın düzlüklerinde kurmuşlardır. Tarihsel süreç incelendiğinde ilk insan yerleşimlerinin deltalar, taşkın ovaları, göl ve akarsu kıyıları gibi sulak alan olarak tanımlanan yerlerde yoğunlaştığı görülmektedir ve pek çok topluluk uzun yıllar sulak alanlarla iç içe yaşamışlardır. Her yıl yenilenen verimli taşkın ovalarında tarım ve hayvancılık yapmışlar, sazından balığına ve kuşuna kadar sulak alanların sağladığı olanaklar ile büyük medeniyetler kurmuşlardır (1-2).

Sulak alanlarla ilgili birçok tanım yapılmasına rağmen, RAMSAR (Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öne Sahip Sulak Alanların Korunması) Sözleşmesi'ndeki tanıma göre sulak alanlar; "doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklıklar, sazlıklar ve turbalıklar" olarak tanımlanmıştır (3-4-5). Bir "sulak alan" terimi kıydan uzak alanları, kıyı ve deniz yataklarını, açık su yüzeylerini, lagünleri, nehir ağzlarını, tuzluları, geçici ve sürekli tatlı ve tuzlu su bataklıklarını, sulak çayırıları, sazlıkları ve turbalıkları genel olarak kapsamına alır (2-6).

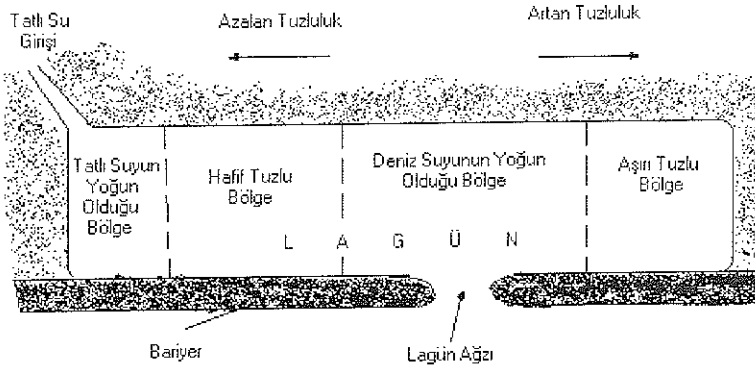
Lagünler, doğal olarak sulak alan habitatının tipleri içerisinde sınıflandırılmakta olup, genellikle sığ suya sahip, bariyerler nedeniyle denizden kısmen veya tamamen ayrılabilen yüzeysel su alanlarıdır (7). Ekolojik açıdan büyük önem taşıyan lagünler, özel ekosistemler olup birçok işlevsel görevler üstlenmektedir. Kara ve deniz arasında yer alan kıyasal lagünler, kara ve deniz ekosistemlerinin ara yüzeyi olup karasal ve denizel faktörlerin etkisi altındadır. Aynı zamanda deniz suyu ve tatlı su ortamları arasındaki ekolojik toplulukların geçiş bölgeleridir. Hem bu sistemlerin özelliklerini hem de kendine özgü sahip olduğu özellikleri gösterebilir (8-9). Lagünler akarsuların taşıdığı besleyici tuzlar nedeniyle yüksek birincil ve ikincil üretime sahiptirler (9). Su kültürü projeleri için çoğu kez yüksek derecede üretken ve ideal sistemlerdir (10). Kıyasal alandaki lagünler ve haliçlerin büyük çoğunluğunda sirkülasyonu sağlayan ana sebep, nehir akışı ve deniz seviyesindeki değişimlerdir. Bunlar lagün içerisinde tuzluluk ve sıcaklık gibi su özelliklerinin yanında diğer izleyici parametrelerin dağılımını da belirleyen döngülerdir. Ayrıca kıyasal alandaki lagünler çökeltme, rüzgar-dalga-akıntı etkileri, buharlaşma-tuzluluk etkisi, yüzey suyu sıcaklığı, morfolojik etkenler ve sedimentasyon etkisi gibi bir takım doğal kuvvetlerin etkisi altındadır (10-11-12).

Kıyasal bölgelerdeki lagünlerde tuzluluk, organizmaları etkileyen en önemli parametrelerden biridir (13). Bu alanlarda tuzluluğun artması ile lagün ve çevresindeki doğal yaşamda yeni oluşumlar meydana gelir. Yeni ortama elverişli bitki türleri görülür. Buharlaşma etkisinin azalması ve tuzluluğun tekrar eski seviyesine dönmesiyle birlikte ekolojik denge tekrar oluşmaya başlar (7).

Kıyasal bölgelerdeki su alanlarının büyüklüğü, derinliği, su dinamikleri (gelgit değişimleri, tatlı su girişi, iklim şartları) ve jeomorfolojileri farklıdır (13). Sahil su alanları içerisindeki lagüner ortamların ekolojisi fiziksel ve kimyasal çevre koşullarına (iklimsel ve hidrografik şartlara) bağlı olarak oldukça değişken özellikler gösterir (14-15).

Tuzluluk, lagünün farklı bölgelerinde su kalitesinin belirlenmesine izin veren önemli bir fiziksel değişkendir (16). Yapılan çalışmalar tuzlu su girişi, tabakalaşma ve

mevsimsel tatlı su girişinin lagün için oldukça büyük öneme sahip olduğunu göstermiştir. Tuzluluk açısından tabakalaşma, lagünün çeşitli bölgelerinde farklılıklar gösterebilir. Deniz ve akarsu ağızlarına yakın bölgelerde tabakalaşma iç bölgelere nazaran daha fazla olur. Ayrıca yaz aylarında tuzluluk lagünün bazı bölgelerinde yüzey ve dip suyunda farklı olabilir. Bazen yüzey suyu tuzluluğu taban suyundan yüksek değere sahip olurken bazı durumlarda ise tersi durum söz konusu olabilir. Yüzeydeki tuzluluk, tabandakinden fazla olması, buharlaşma ile birlikte yeraltı suyunun yükselmesi sonucu oluşur (7). Lagünler kış aylarında sınırlı bir tatlı su girişine sahiptir. Yazın kurak iklim şartları, yüksek buharlaşma ve kıyıdaki bu alanlara kanal suyu veya akarsu gibi tatlı su girişinin iyice zayıflaması ile seviye kayıpları meydana gelir. Buharlaşma özellikle sığ lagünlerde etkili olur. Lagün ağzından giren tuzlu su akım yönünde ve rüzgar etkisinde içerilere doğru ilerler. Denizden lagüne doğru oluşan akım sonucu yağmurlu sezon sonrası iyice azalan lagün suyu tuzluluğu giderek artar. Lagünler denizle sınırlı değişimlere sahip olduğu için sistemin suları, aşırı tuzlu su şartlarının meydana gelmesiyle deniz suyunun üzerinde bir tuzluluğa sahip olur ve özellikle tatlı sudan(<0.5 ppt) aşırı tuzlu suya(>40 ppt) bir tuzluluk eğilimi sergilerler. Ayrıca lagün tuzluluk değişimine bağlı olarak bölgelere ayrılır (Şekil 1) (17-18).



Şekil 1. Bir Lagünün Tuzluluk Değişimlerine Göre Bölgelere Ayrılması (7)

Bu çalışmada; hem Ramsar (Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanların Korunması) alanı hem de Yaban Hayatı Koruma Sahası olan Türkiye'nin en büyük sulak alan sistemi, Akyatan Lagününde yüzey suyu tuzluluk seviyesindeki değişimleri izlemek amaçlanmıştır.

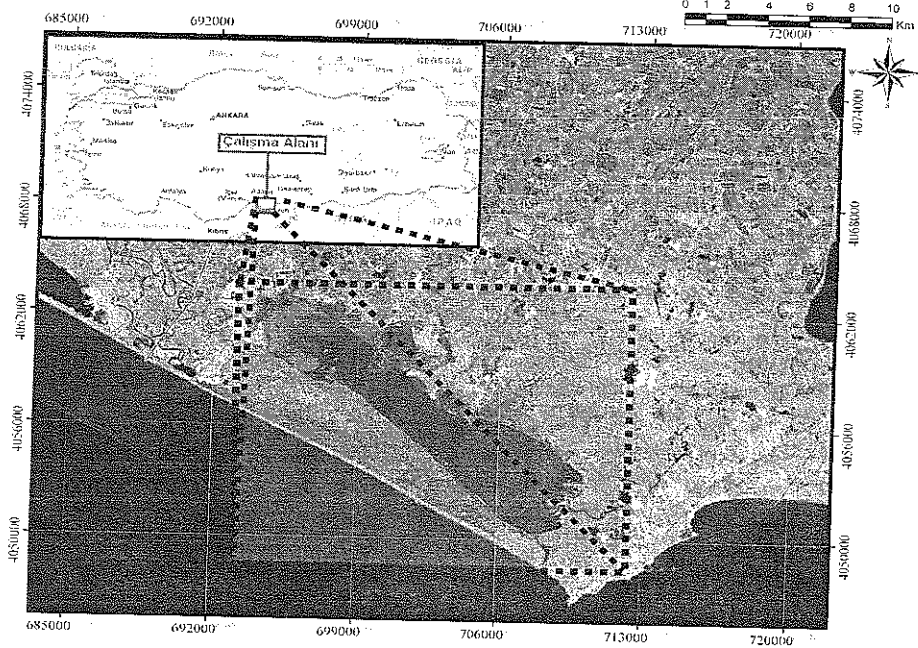
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışma, Adana iline 48 km, Karataş ilçesine 3 km mesafede bulunan Akyatan Lagününde gerçekleştirilmiştir. Ramsar listesindeki bilgilerde toplam alanı 14700 ha, su ile kaplı alan 4900 ha olarak verilmiştir. Lagünün uzunluğu yaklaşık 17 km, en geniş bölümü ise yaklaşık 4 km'dir. Lagünün etrafı tarım alanlarıyla çevrilidir, özellikle doğu,

kuzeydoğu ve kuzey kesimleri ile kısmen güneybatı ve batı kesimlerini bu tarımsal araziler oluşturmaktadır. Derinlik su seviyesinin yükseldiği mevsimde ortalama 1 m, su seviyesinin düştüğü mevsimde ortalama 0.5 m'dir. Akyatan Lagününün denizle bağlantısı güneydoğu kesimindeki yaklaşık 2 km uzunluğunda ve genişliği sürekli değişken olan bir kanalla sağlanmaktadır. Lagünün denize açılan bu bölümünde bir dalıyan mevcuttur. Akyatan lagününe boşalan iki adet drenaj kanalı mevcut olup biri YD3 drenaj kanalı ve diğeri ise P2D1 Pompa-drenaj kanalıdır.

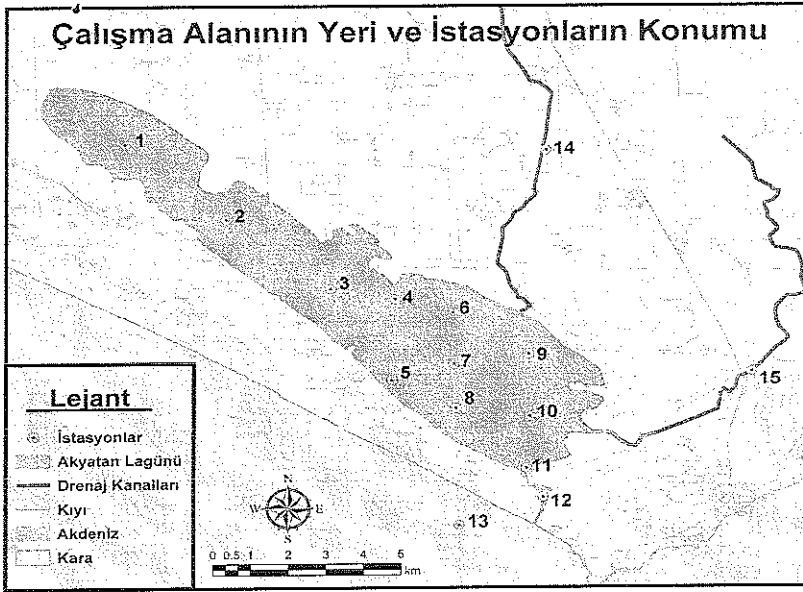
Çalışma istasyonları olarak; alanı en iyi tanımlayacak şekilde ve alanın tamamını temsil ettiği düşünülen toplam 15 istasyon belirlenmiştir. Numune alma istasyonlarının ikisi drenaj kanallarında, biri denizde, biri deniz-lagün bağlantı kanalında geriye kalanlar ise lagün içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanının coğrafi konumu Şekil 2.'de; çalışma alanı ve istasyonların konumları ise Şekil 3.'de görülmektedir.



Şekil 2. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu (2003 Yılı LANDSAT Uydu Görüntüsü)

2.2. Yöntem

Akyatan Lagününde yapılan çalışma; Aralık 2007-Kasım 2008 ayları arasında olmak üzere, her ay periyodik olarak toplam 12 ay yürütülmüştür. Su numunelerinin düzenli olarak aynı koordinatlardan alınması için DSI'ye ait Magellan marka GPS (Global Positioning System; Küresel Konumlandırma Sistemi ya da Küresel Yer Belirleme Sistemi) kullanılmıştır. Numuneler, lagünün çok sığ (yaklaşık derinlik 0.5-1.5 m arasında) olmasından dolayı su yüzeyinden alınmıştır. Kimyasal ve bakteriyolojik analizler için numunelerin alınması, taşınması, analize hazır hale getirilmesi ve analizleri Standart Metotlar (19)'a göre yapılmıştır.



Şekil 3. Çalışma alanı ve numune alma istasyonlarının konumu

Çalışmada Akyatan Lagününde Sıcaklık, ÇO, pH, EC, Tuzluluk, ÇKM, Klorür gibi bir takım fiziksel parametrelerinin sonuçları alınmıştır.

Sıcaklık, ÇO, pH, EC ve Tuzluluk ölçümleri yerinde, ÇKM ve klorür ölçümleri Çukurova Üniversitesi Çevre Mühendisliği Kimya Laboratuvarında yapılmış olup analiz yöntemleri Çizelge 1.'de verilmiştir.

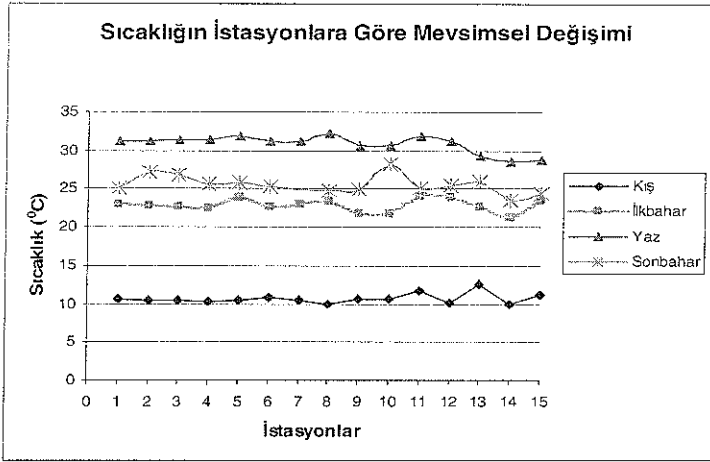
Çizelge 1. Çalışma Alanından Alınan Su Numunelerinde Analizi Yapılan Parametreler ve Analiz Yöntemleri

Yapılan Analizler	Kullanılan Yöntem	Kullanılan Cihaz	Referans
Sıcaklık	2550-B Laboratuvar ve Alan Metodu	YSİ marka oksijen metre	(APHA, 1998)
ÇO	4500-O G. Membran Elektrot Metodu	YSİ marka oksijen metre	(APHA, 1998)
Tuzluluk	2520 B. Elektriksel İletkenlik Metodu	Orion marka konduktivimetre	(APHA, 1998)
EC	2510-A İletkenlik Metodu	Orion marka konduktivimetre	(APHA, 1998)
pH	4500-H ⁺ -B. Elektrometrik Method	WTW marka pH metre	(APHA, 1998)
Klorür	4500-Cl ⁻ B Arjantometrik metodu	-	(APHA, 1998)
ÇKM	2540 C. 180 °C'de kurutma metodu	Etüvde	(APHA, 1998)

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yapılan araştırmada Akyatan lagünününde 12; drenaj kanallarında 2 ve denizde 1 olmak üzere toplam 15 farklı istasyonda sıcaklık, ÇO, pH, EC, tuzluluk, ÇKM ve klorür gibi parametrelerden aylık periyotta elde edilen verilerin mevsimsel ortalaması alınarak değişimleri incelenmiştir.

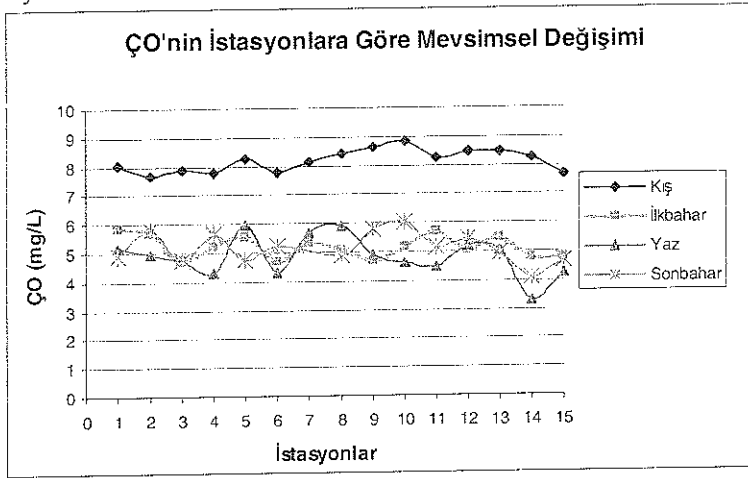
Akyatan Lagününde 15 istasyonda yapılan çalışmada elde edilen en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri sırasıyla kış aylarının ortalaması 14 nolu istasyonda 10 °C; yaz aylarının ortalaması 8 nolu istasyonda 32,2 °C olarak tespit edilmiştir. Şekil 4'deki grafikte bütün mevsim ortalamaları, hava sıcaklığının artış ve azalışına paralel ilerlemiştir. Çünkü lagünün çok sığ olması lagün suyu sıcaklığının, hava sıcaklığı değişiminden kolayca etkilenmesine sebep olmaktadır. Deniz suyu ise daha derin olduğu için deniz suyu, lagün suyu sıcaklığına göre daha düşüktür. Suyun ısınma kaynaklarını, genellikle güneş ışınları, atmosfer sıcaklığı, moleküler sürtünmeden kaynaklanan kinetik enerji ve herhangi bir su kitlesine katılan diğer su kaynakları oluşturur. Sıcaklık, sulardaki birçok bitkisel ve hayvansal organizmanın dağılımlarını etkiler. Sucul organizmaların belli bir sıcaklığa toleransları vardır. Ani sıcaklık değişimleri sucul canlılar için öldürücü olabilir. Her organizmanın yasayabileceği belirli sıcaklık derecesi olduğundan organizmalar aynı zamanda suların sıcaklık göstergesidir (20).



Şekil 4. Akyatan Lagüntü Yüzey Suyunda Sıcaklığın İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi

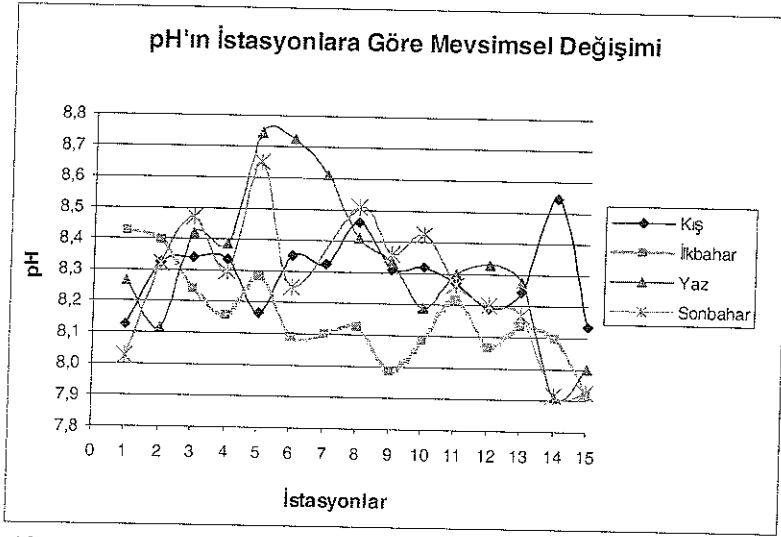
Çalışmada bütün istasyonlarda elde edilen en düşük ve en yüksek ÇO değerleri sırasıyla kış mevsimindeki ayların ortalaması 10 nolu istasyonda 8,81 mg/L; yazın ise 14 nolu istasyonda 3,31 mg/L olarak tespit edilmiştir. Daha önce aynı alanda yapılan çalışmadaki ÇO değerleri (4,55-10,7 mg/L) bu çalışmadan elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında değerlerde düşüşlerin olduğu görülmektedir (20). Şekil 5'deki grafikte en yüksek ÇO değerlerine kış mevsiminde rastlanmış olup, diğer 3 mevsimde

ise ÇO değerleri birbirine benzer bir değişim sergilemiştir. Lagün suyu içerisindeki ÇO değerlerini etkileyen bir takım sebepler mevcuttur. Genel olarak oksijen çeşitli fiziksel, kimyasal ya da biyolojik reaksiyonlar vasıtasıyla ya suya eklenir ya da giderilir (16). Canlıların gerçekleştirdiği oksidasyon ve solunum ÇO 'i azaltırken, fotosentez ise arttırmaktadır. Rüzgar ve dalga etkileri, ÇO değerini etkileyen diğer sebepler arasında sayılabilir. Ayrıca nitrifikasyon ve organik maddenin parçalanması, sıcaklığın artışıyla oluşan buharlaşma, suyun kirlenmesi ve çeşitli metallerin yükseltgenmesi suyun oksijen kayıplarına sebep olan etmenler arasında sıralanabilir (16-21). Aşırı tuzlu olan alanlarda (lagünün en batı ucunda) ÇO değeri, tuz konsantrasyonunun daha az olduğu diğer bölgelere nazaran daha düşük gözlenmiştir. Kısaca tuzluluğun artması ÇO konsantrasyonunu azaltmaktadır (22).



Şekil 5. Akyatan Lagünü Yüzey Suyunda ÇO 'nin İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi

Yapılan çalışmada tüm istasyonlarda elde edilen en düşük ve en yüksek pH değerleri sırasıyla 14 nolu istasyonda yaz ve sonbahar mevsiminde 7,91; 5 nolu istasyonda ise yazın 8,74 olarak tespit edilmiştir. Aynı alanda daha önce yapılan çalışmadaki pH değerleri (6,54-8,34) ile bu çalışmada benzer istasyonlardan elde edilen sonuçlarla aynı değerlerde olduğu gözlenmiştir (20). Şekil 6'daki grafikte pH değerlerinin mevsimsel ortalamaları stabil olmayan bir değişim sergilemiştir. Grafikte 13 nolu istasyonda mevsimsel ortalamaya göre deniz suyu ortalama pH değerinin 8 civarlarında olduğu gözlemlenmiştir. Deniz suyu, ort. pH değerinin 8 civarında ve hafif alkali olduğu bildirilmiştir (23). Lagün suyu içerisindeki fotosentetik aktiviteler pH değerini arttırırken, organik maddenin oksidasyonu ve solunum olayı gibi aktiviteler düşürmektedir. Lagüne düşen yağmur suları, yağışla noktasal olmayan kirlilik kaynaklarından ve drenaj kanallarından lagüne taşınan organik maddenin parçalanma hızındaki artış ve sudaki organizmaların gerçekleştirdiği solunum olayı, pH değerinin düşmesinde etkili olan sebepler arasında gösterilebilir.



Şekil 6. Akyatan Lagünü Yüzey Suyunda pH'in İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi

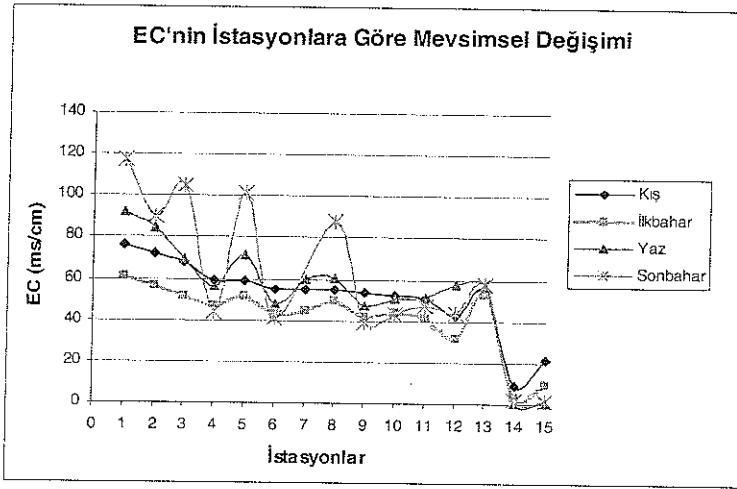
Yapılan çalışmada tüm istasyonlarda elde edilen en düşük ve en yüksek EC değerleri sırasıyla 14 nolu istasyonda yaz mevsimi ortalaması olarak 0,7 ms/cm; 1 nolu istasyonda ise yine sonbahar mevsimi ortalaması 117 ms/cm olarak tespit edilmiştir. Tuzluluk değerlerine bakıldığı zaman en yüksek değer 1 nolu istasyonda Sonbahar mevsiminde 77 ppt; en düşük değer ise 14 nolu istasyonda (YD3 drenaj kanalında) yaz mevsiminde 0,3 ppt olarak gözlenmiştir. Akyatan lagününde daha önce yapılan çalışmada elde edilen en düşük ve en yüksek EC ve tuzluluk değerleri (sırasıyla 62,18-93,32 ms/cm ve 37-71,98 ppt), bu çalışmadaki benzer istasyonlarda elde edilen sonuçlara yakın değerlerde bulunmuştur (20). En düşük ve en yüksek ÇKM değerleri sırasıyla 14 nolu istasyonda yazın 446 mg/L; 1 nolu istasyonda sonbaharda 109944 mg/L olarak bulunmuştur. Son olarak klorür değerlerine bakıldığında ise en düşük değere yaz mevsimi ortalaması olarak 15 nolu istasyonda 1381 mg/L; en yüksek değere ise sonbahar mevsimi ortalaması olarak 1 nolu istasyonda 54443 mg/L değerinde saptanmıştır. Şekil 7-10 nolu grafiklerde EC, tuzluluk, ÇKM ve klorür değerlerinin; sonbahar mevsimi dışında diğer mevsimlerin ortalamalarına bakıldığında aynı değişimi sergiledikleri görülmektedir. Sonbahardaki dalgalanmanın sebebi; aşırı buharlaşma ve sıcaklığın etkisiyle suyun çok sığ olması ve buna bağlı olarak numunelerin tam olarak aynı koordinatlardan alınmaması ve bunun yanında lagün suyunda artan tuzluluğun tarım alanlarından gelen tatlı drenaj sularından etkilenmesi düşünülebilir. Kış ve ilkbahar mevsimlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında bu 4 parametrenin değerlerinin ilkbahara göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni kışın ilk yağışla birlikte sığlaşan lagünün kıyı kesimlerindeki tuzların lagüne taşınması ve ilkbahara göre daha az yağış alması; ilkbaharda ise yağışların artması ve karların erimesi ile lagün suyunun seyrelmesi olarak düşünülebilir. En yüksek EC, tuzluluk, ÇKM ve klorür değerleri genellikle 1 nolu istasyonda gözlenmiştir. Bunun sebebi ise; 1 nolu istasyona herhangi bir kaynaktan tatlı su girdisinin olmaması ve bunun yanında yazın sıcaklık ve

buharlaştırmanın artması söylenebilir. EC, tuzluluk, ÇKM ve klorürün 14 ve 15 nolu istasyonda düşük değerde olmasının sebebi; bu istasyonların drenaj kanalı (14: YD3 drenaj kanalı; 15: P2D1 pompa istasyonu) olması yani tatlı su içermesi ile açıklanabilir. Son olarak Lagün içi dağılımlara bakıldığında, özellikle lagünde herhangi bir akım etkisinin su değişimine neden olmadığı en batıdaki bölgelerde; sıcaklık, buharlaşma ve küçülen lagün alanında kalan tuz birikintileri yağışların etkisi ile lagüne taşınarak EC, tuzluluk, ÇKM ve klorürün en yüksek değerlerde (deniz suyuna göre yaklaşık 15-2 kat) olmasına neden olduğu görülmektedir. Ancak drenaj kanallarından tatlı suyun lagüne giriş yaptığı bölgedeki istasyonlarda ise EC, tuzluluk, ÇKM ve klorür konsantrasyonları lagünün diğer bölgelerine göre daha düşük seviyelerde gözlenmektedir. Cotner ve ark. tarafından yapılan çalışmada tuzluluk değerinin (>70 psu) yüksek seviyelerden tatlı su girişleriyle deniz suyu seviyesine (30-35 psu) yakın değerlere düştüğünü bildirmişlerdir (24).

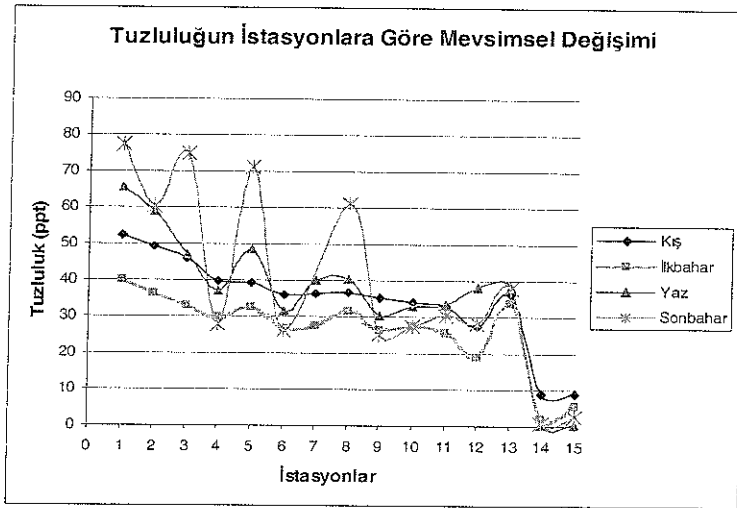
Lopes ve ark. tarafından yapılan çalışmada tuzluluk parametresinin lagünün farklı bölgelerindeki su kalitesini daha iyi anlamamızı sağlayan önemli fiziksel bir değişken olduğunu bildirmişler ve lagün ağzındaki tuzluluk değerini %36-37 arasında bularak bu çalışmada lagün deniz bağlantı kanalı olan 12 nolu istasyonda elde edilen sonuçlara yakın tuzluluk değerleri saptamışlardır (16). Aynı şekilde Lopes ve Silva tarafından yapılan çalışmada lagün ağzında tuzluluk değerleri %36-37 civarında bulunarak, bu çalışmadaki lagün ağzında saptanan değerleri desteklemektedir (25).

Bir su içerisinde tuzluluk değeri ve stabilitesi, sitemin büyüklüğü ve morfolojisi, gel-gitler, tatlısu girişi ve iklim şartlarıyla uygun bir duruma getirilmektedir. Sahil ekosistemleri içinde tuzluluk ve sıcaklık değişimlerinin, biyolojik toplulukların zamansal ve alansal dağılım desenini etkilemektedir. Bu nedenle sahil lagünlerinde tuzluluk, organizmaları etkileyen en önemli parametrelerden biridir. (13-26). Vega-Cendejas ve Hernandez De Santillana, Lagün sitemindeki balıkların, tuzluluk dalgalanmalarına karşı toleranslı olduğunu ancak, balıkların, farklı türler arasındaki dağılımlarının ve bu türlere uyum yeteneklerinin fizyolojik toleranslarına bağlı olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca tuzlu göllerde hem biyotik faktörlerle alakalı (balıkların beslendiği türlerin az olması ve türler arasında rekabetin azalması gibi) ve hem de habitat homojenliğiyle alakalı olarak balık çeşitliliğinin düşük olduğunu bildirmişlerdir (13). Ancak deniz suyunun etkili olduğu lagünlerde, balıkların tür sayısı olarak az olmasına rağmen çeşitliliğinin fazla olduğunu, tuzluluğun 60 civarlarında olduğu lagünlerde ise hem tür çeşitliliğinin zengin hem de tür sayısının bol olduğunu savunmuşlardır. Ayrıca tuzluluğun 70-110 olduğu aşırı tuzlu koşullarda ise balık türlerinin sayısı ve bolluğunda azalma gözlendiğini ileri sürmüşlerdir.

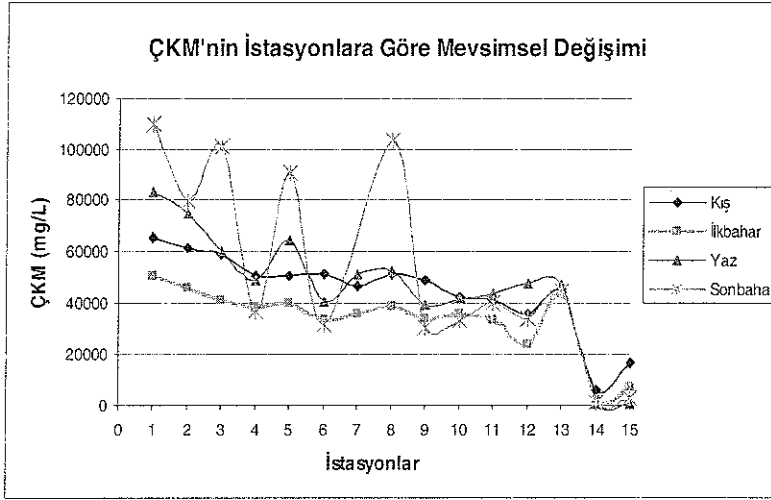
Tuzluluk, lagünün farklı bölgelerinde su kalite değişkenlerinin dinamiğini daha iyi anlamaya izin veren önemli bir fiziksel değişkendir (16). İletkenlik, mevcut iyonların konsantrasyonu ve hareketliliği ve su sıcaklığıyla değişmektedir (23). Klorür, deniz suyundaki halojen iyonların (flor, klor, brom ve iyot) toplam kütlelerinin bir ölçümüdür (23). Klorür miktarı, deniz kıyısına yakın yüzey sularında çok yüksek olmasıyla birlikte deniz suyunda erimiş halde bulunan tüm elementlerin yarısından fazlasını oluşturmaktadır (21).



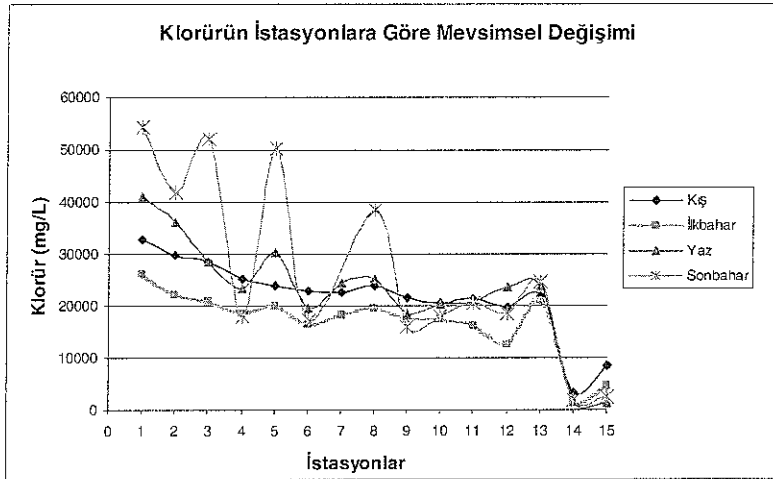
Şekil 7. Akyatan Lagünü Yüzey Suyunda EC'nin İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi



Şekil 8. Akyatan Lagünü Yüzey suyunda Tuzluluğun İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi



Şekil 9. Akyatan Lagünü YüzeY Suyunda ÇKM'nin İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi

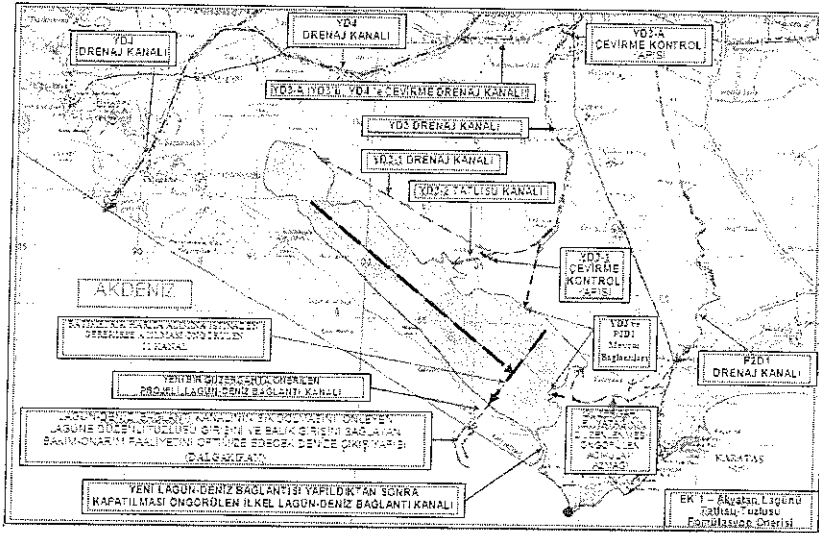


Şekil 10. Akyatan Lagünü YüzeY Suyunda Klorürün İstasyonlara Göre Mevsimsel Değişimi

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Akyatan lagününde pH ve ÇO değerleri, aynı alanda yapılan önceki çalışmalarla kıyaslandığında; pH değerlerinde oldukça küçük bir artış, ÇO değerinde ise fazla bir değişimin olmadığı gözlenmiştir. Lagünün batı bölgesinde tuzluluk, EC, ÇKM ve klorür değerleri, denizin 1,5-2 katı kadar yüksek değerlere sahip olup, lagün aşırı tuzlu olarak tanımlanmaktadır. Bütün canlıların tuzluluğa karşı toleransı değişik olmakla beraber, artma eğilimi gösteren tuzluluğun, tatlısu girişleri ile azalacağı ve lagün ekosistemini korumaya yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Buna göre; Akyatan Lagünü içerisinde tatlı su-tuzlu su sirkülasyonunu ve stabil bir tuz karışımını sağlanması için; YD3 drenaj kanalının lagüne olan mevcut bağlantısının ve P2D1 drenaj kanalının deşarj olduğu Acıkulak deresinin P2D1 drenaj pompasından lagüne kadar yeniden temizlenmesi, düzenlenmesi ve mevcut Lagün-Deniz bağlantısının yaklaşık 2,5 km batısına kaydırılması (Şekil 11.);



Şekil 11. Düzenlenmesi Planlanan Drenaj Kanalları ve Lagün-Deniz Bağlantısı

Sığlaşmanın her geçen gün artması nedeniyle drenaj kanallarının debisinin belirlenmesi ve lagüne drenaj kanallarından giren tatlı su miktarlarının belirlenerek su bütçesi hesabının yapılması;

Su döngüsünün mevsimsel değişimler gösterdiği ve tarım alanlarından lagüne taşınan sedimentin etkisiyle sığlaşmanın olduğu lagünde belirli zaman aralıklarında derinlik ölçümlerinin yapılması öngörülebilir.

5. KAYNAKLAR

1. Dugan, P.J., "Sulak Alanların Korunması, Güncel Konular ve Gerekli Çalışmalar Üzerine Bir İnceleme", DHKD, IUCN-The World Conservation Union, PK 1, 80810 Bebek- İstanbul, 1991.
2. Balkaya, N., Çelikoba, İ., "Sulakalanlar ve Kızılırmak Deltası", II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, MBGAK, 17-19 Kasım, İstanbul, 2005.
3. Pakalne, M., "Wetland management methods in protected nature areas and their application in LIFE-Nature projects", Baltic Environmental Forum, University of Latvia Department of Botany and Ecology, Latvia. 31 p., 2004.
4. Altan, T., Artar, M., Atik, M., Çetinkaya, M., "Çukurova Deltası Biyosfer Rezervi Planlama Projesi", Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 372s. Adana, 2004.
5. Cirik, S., "Sulak Alanlar", Ekoloji Dergisi, 7: 50-51, 1993.
6. SAKY, Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, 2005.
7. Kırdaglı, M., "Lagün Deniz Etkileşiminin İncelenmesi", (A. İ. ALDOĞAN, Y. ÜNSAN, E. BAYRAKTARKATAL editör), Gemi İnşaatı Ve Deniz Teknolojisi Teknik Kongresi 99 – Bildiri Kitabı, Cilt 1-2, Yapım Matbaacılık, Maslak-İstanbul, 367-377 s., 1999.
8. Joyce, C.B., Vina-Herbon, C., Metcalfe, D.J., "Biotic variation in coastal water bodies in Sussex, England: Implications for saline lagoons", Estuarine, Coastal and Shelf Science 65:633-644, 2005.
9. Gilabert, J., "Seasonal phytoplankton dynamics in a Mediterranean hypersaline coastal lagoon: Mar Menor", Journal of Plankton Research, 23(2):207-217, 2001.
10. Kjerfve, B., "Coastal lagoons process", In: Kjerfve B (ed) Coastal lagoons processes. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam, 60, pp 1-8, 1994.
11. Vaz, N., Dias, J.M., Leitao, P., Martins, I., "Horizontal patterns of water temperature and salinity in an estuarine tidal channel: Ria de Aveiro", Ocean Dynamics. 55: 416-429, 2005.
12. Sylaios, G. ve Theocharis, V., "Hydrology and Nutrient Enrichment at Two Coastal Lagoon Systems in Northern Greece", Water Resources Management, 16:171-196, 2002.
13. Vega-Cendejas, Ma.E., Hernandez De Santillana, M., "Fish community structure and dynamics in a Coastal Hypersaline Lagoon: Rio Lagartos, Yucatan, Mexico", Estuarine, Coastal and Shelf Science, 60: 285-299, 2004.
14. Greenwood, M.T. and Wood, P.J., "Effects of seasonal variation in salinity on a population of *Enochrus bicolor* Fabricius 1792 (Coleoptera: Hydrophilidae) and implications for other beetles of conservation interest", Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst. 13:21-34, 2003.
15. Kjerfve, B., "Comparative oceanography of coastal lagoons", In Estuarine variability (Wolfe, D., ed.) Academic Press, Inc., Newyork, 63-82, 1986.

16. Lopes, J.F., Dias, J.M., Cardoso, A.C., Silva, C.I.V., "The water quality of the Ria de Aveiro lagoon, Portugal: From the observations to the implementation of a numerical model", *Marine Environmental Research* 60:594-628, 2005.
17. Mudge, S.M., Icelly, J.D., Newton, A., "Residence times in a hypersaline lagoon: Using salinity as a tracer", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56:1-7, 2007.
18. Mendoza-Salgado, R.A., Lechuga-Deveze, C.H., Ortega-Rubio, A., "Identifying rainfall effects in an arid Gulf of California coastal lagoon", *Journal of Environmental Management* 75:183-187, 2005
19. APHA, AWWA, WEF, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", L.S. Clesceri, A.E. Greenberg and A.D. Eaton (Eds), United Book Press, Baltimore, MD, USA, 20th edn., 4-103, 1998.
20. Dural, M., "Çukurova Bölgesindeki Akyatan, Tuzla ve Çamlık lagünlerinde (Adana, Türkiye) Ağır Metal Araştırması", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı Doktora Tezi, 2004.
21. Özakkoyunlu, S., "Gölün yazı Gölü'nün (Çorum) Su Kalitesinin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Tespit Edilmesi ve Göl Civarında Yaşayan Bazı Hayvanların Belirlenmesi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 2007.
22. Samsunlu, A., "Çevre Mühendisliği Kimyası. Sam-Çevre Teknolojileri Merkezi Yayınları", İstanbul, 396s., 1999.
23. Garrison, T., *Oceanography: an invitation to marine science 3rd ed.*, Brooks/Cole-Wadsworth; An International Thomson Publishing Company. USA. 552 s., 1998.
24. Cotner, J.B., Suplee, M.W., Wei Chen, N., Shormann, D.E., "Nutrient, sulphur and carbon dynamics in a hypersaline lagoon", *Estuarine Coastal Shelf Sci.* 59, 639-652, 2004.
25. Lopes, J.F., Silva, C., "Temporal and Spatial distribution of dissolved oxygen in the Ria de Aveiro lagoon", *Ecological Modeling* 197:67-88, 2006.
26. Oliveira, A.M., "Advection and Dispersion process in a coastal lagoon system: Mundau Manguaba", University of South Carolina. 131 s., 1993.