

**T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AĞ KAFESLERİN DENİZEL EKOSİSTEME
OLAN ETKİLERİNİN
MODELLENMESİ**

Ahmet SEPİL

Su Ürünleri Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 04/07/2011

**Tez Danışmanı:
Doç. Dr. Umur ÖNAL**

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

AHMET SEPİL tarafından DOÇ. DR. UMUR ÖNAL yönetiminde hazırlanan “AĞ KAFESLERİN DENİZEL EKOSİSTEME OLAN ETKİLERİNİN MODELLENMESİ ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Umur ÖNAL

Danışman

Prof. Dr. Ali İŞMEN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Sebahattin ERGÜN

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Musa BULUT

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. H. Göksel ÖZDİLEK

Jüri Üyesi

Sıra No :.....

Tez Savunma Tarihi: 04/07/2011

Prof. Dr. İsmet KAYA

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans Tezi Tübitak tarafından 106G 093 no'lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Ahmet SEPİL

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimin ve tez çalışmam boyunca değerli bilgilerini ve katkılarını hiç eksik etmeyen her çalışmamda destek veren ve cesaretlendiren saygı değer hocam Doç. Dr. Umur ÖNAL'a, proje desteği ve değerli katkıları için saygı değer hocam Prof. Dr. Ali İŞMEN' e, maddi ve manevi hep yanımda olan sevgili aileme ve katkıları için değerli arkadaşım Özgür ULUDÜZ' e sonsuz teşekkürler.

Ahmet SEPİL

SİMGELER VE KISALTMALAR

m	Metre
kg	Kilogram
m ²	Metrekare
m ³	Metreküp
g	Gram
%	Yüzde oranı
cm	Santimetre
HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen
s	Saniye
PVC	Polivinilklorit
GF/F	Cam fiber filtre
AFDW	Külsüz kuru ağırlık
° C	Santigrad derece
TOC	Toplam organik karbon
Min	Minimum
Max	Maksimum
Y. M	Yemleme miktarı
R. D	Residüel doğu
R. K	Residüel kuzey
R. H	Residüel hız
R. Y	Residüel yön
Ref	Referans
G. P	Gerence-Poyraz
G. P. K	Gerence-Poyraz Kıyı
C (org.)	Organik Karbon
Diğ	Diğerleri
G	Güney İstasyon

SİMGELER VE KISALTMALAR

K	Kuzey İstasyonu
D	Doğu İstasyonu
B	Batı İstasyonu

ÖZET

AĞ KAFESLERİN DENİZEL EKOSİSTEME OLAN ETKİLERİNİN MODELLENMESİ

Ahmet SEPİL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Su Ürünleri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman : Doç. Dr. Umur ÖNAL

04/07/2011, 53

Akuakültür sektörü geçen yirmi yıl boyunca oldukça gelişmiştir ve günümüzde dünya deniz ürünleri üretiminin %50'sine ulaşmıştır. Bu üretimin önemli kısmı kıyısız alanlarda yapılan ağ-kafes yetiştiriciliğinden gelmektedir. Bununla birlikte, denizel akuakültürdeki bu gelişim kıyısız bölgedeki çevresel sürdürülebilirlik hakkındaki endişeleri artırmaktadır. Akuakültür uygulamalarının zararlı etkilere sahip olabilmesi aşırı yemleme ve katı atık yönetiminin zayıf olmasına bağlıdır. Türkiye'deki çevresel potansiyel endişelerin büyük çoğunluğu spekülasyon ve bilimsel dayanağı bulunmayan nedenlerdir.

Bu projenin amacı, Türkiye'nin batısında, kıyısız bölgede konuşlanmış bulunan denizel ağ-kafes çiftliklerinin çevresel etkilerinin belirlenmesi ve daha iyi bir yönetim prosedürü ortaya koyarak gelecek projelere destek oluşturmaktır. Bu çalışmanın önemli bir parçası organik materyal birikiminin bir bilgisayar programı (MERAMOD) ile 2 yıl boyunca elde edilen gerçek veriler kullanılarak simüle edilmesidir. Ayrıca çalışmada, sediment tuzaklarından elde edilen gerçek veriler, simülasyon çıktıları ile karşılaştırılmıştır.

Arazi verileri, sedimentasyon oranlarının 0,05-58,85 g/m²/gün değer aralığında olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, bilgisayar simülasyonları ile elde edilen organik materyal sedimentasyon oranları, arazi verilerine göre önemli derecede düşük çıkmıştır. Bu yüzden sediment tuzaklarından elde edilen verilerin simülasyonlarla doğrulanması gerekmektedir. Toplam organik karbon birikimi oranları 0,55-648,9 g/m²/yıl değer aralığında çıkmıştır. Öne çıkan en önemli sonuç, deniz tabanında yem ve fekal atıkların

oluşturduğu partiküle sedimentasyona bağlı organik zenginliğin en çok kafes altlarında oluşmasıdır.

Devlet birimleri ile birçok bilimsel disiplinlerin bir araya getirilerek ađ-kafes işletmelerinin kurulabileceği sağlıklı alanların belirlenmesi ve sürdürülebilir yönetim stratejilerinin geliştirilmesi ile ilgili yaklaşımların oluşturulması gerekmektedir.

Anahtar kelimeler: Ađ-kafes, Meramod, TOC, Sedimentasyon, Partiküle Organik Madde, Sediment Tuzakları, Gerence Körfezi.

ABSTRACT

MODELLING THE EFFECTS OF NET PENS TO THE MARINE ECOSYSTEMS

Ahmet SEPİL

Çanakkale Onsekiz Mart University

Graduate School

Chair for Fisheries Thesis, Master of Science

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Umur ONAL

04/07/2011, 53

Advances in the field of aquaculture has resulted in increased production during the last two decades and today aquaculture produces 50% of the world's seafood. A considerable portion of this production comes from cage (net pen) aquaculture in coastal areas. However, the development of marine aquaculture along the coastal areas raises concerns about the sustainability of natural environment. The effects of aquaculture can be deleterious by increasing turbidity through over-feeding and poor waste management. In Turkey, the majority of potential environmental concerns is of a speculative nature and in many cases is not supported by scientific evidence.

The current project aims to determine the effects of marine cage farms located in coastal regions in western Turkey with a view to suggesting procedures for better management in the planning and impact assessments and to assisting in the evaluation of future projects. An important part of this study concerns simulating the accumulation of organic material by a modeling software (MERAMOD) using field data collected during 2 years. We have also compared simulation results with data collected from sediment traps.

Field data indicated that sedimentation rates ranged between 0,05-58,85 g/m²/day. However, computer simulations on sedimentation rate of organic material were significantly less than those of field data. Therefore, there is a need to validate simulations against data collected from sediment traps. Total organic carbon accumulation rates ranged between 0,55-648,9 g/m²/year. The organic enrichment of the seabed directly beneath the cages was the most prominent result of the sedimentation of particulate waste due to feeding and fecal wastes. It is in the interest of governmental agencies to integrate a multi-

disciplinary approach in order to determine potential cage farm sites to develop sustainable management strategies.

Keywords: Net-pen, Meramod, TOC, Sedimentation, Particulate Organic Matter, Sediment Trap, Gerence Bay.

İÇERİK

Sayfa

TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
BÖLÜM 1 – GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 – ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.1. Sedimentasyon ve Organik Karbon Çalışmaları	4
2.2. Bentosa Olan Etkiler Üzerine Çalışmalar	5
2.3. Modelleme Çalışmaları	5
BÖLÜM 3 – MATERYAL VE METOT.....	7
3.1. Çalışma Alanı	7
3.2. Örnekleme istasyonları	9
3.3. İşletmelere ait anket bilgileri.....	10
3.4. Modellemede kullanılacak bazı parametrelerin istasyonlarda ölçülmesi	12
3.5. Modelleme uygulaması için bilgisayar programı kullanılması.....	13
3.6. Sediment trap uygulaması	15
3.6.1. Sediment trapların hazırlanması	15
3.6.2. Sediment trapların konulması ve örneklerin alınması	17
3.7. Toplam Organik karbon (TOC) analizi.....	18
BÖLÜM 4 – BULGULAR.....	19
4.1. Akıntı.....	19

4.2. Simülasyonlar	21
4.2.1. Poyrazlar İşletmesine ait simülasyon sonuçları	21
4.2.2. Özsu İşletmesine ait simülasyon sonuçları	27
4.2.3. Yılmaz İşletmesine ait simülasyon sonuçları	29
4.2.4. Akıntının organik madde birikimine etkileri	32
4.2.5. Derinliğin organik madde birikimine etkileri	33
4.2.6. Mevsimsel yemleme farkının organik madde birikimine etkileri	35
4.3. Sediment trap sonuçları	36
4.4. Sediment trap sonuçları ile simülasyon çıktılarının karşılaştırılması	37
4.5. Toplam organik karbon (TOC) sonuçları	40
BÖLÜM 5 -TARTIŞMA VE SONUÇ	41
5.1. Organik Madde Birikiminin Modellenmesi	41
5.2. Simülasyonlar	41
5.3. Sediment trape	43
5.4. Simulasyon Tahminlerinin karşılaştırılması	44
5.5. Toplam Organik Karbon (TOC) değerleri	46
KAYNAKLAR	49
Çizelgeler	I
Şekiller	II
Özgeçmiş	III

BÖLÜM 1**GİRİŞ**

Su ürünleri yetiştiriciliği veya akuakültür; hayvansal (balık, kabuklu, yumuşakça ve eklembacaklılar) ve bitkisel su canlılarının kontrollü veya yarı kontrollü şartlarda gıda, stok takviyesi, süs, sportif ve bilimsel amaçlı olarak yetiştirilmesi olarak tanımlanabilir.

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörüdür. Ayrıca son zamanlarda ucuz protein kaynağı temini ve doğal balık stoklarının takviyesi açısından önemi sürekli artan bir sektördür. Özellikle global anlamda aşırı avcılık nedeniyle balık stokları üzerinde oluşan baskı gün geçtikçe artmaktadır. Bu durum balık stoklarının korunması ve takviyesi yönüyle yetiştiricilik sektörünün önemini artırmaktadır. Dünyada yetiştiricilik yoluyla üretilen toplam su ürünleri miktarı 2005 yılında 47,8 milyon tona ulaşmıştır, bu da küresel su ürünleri üretiminin % 35'ine karşılık gelmektedir. Su ürünleri sektörünün ülkemizdeki yapısı dünyadakine benzer şekilde hızla gelişen dinamik bir sektör durumundadır. Türkiye su ürünleri üretiminde, AB ülkeleri arasında yedinci sırada, yetiştiricilikte dördüncü sırada yer almaktadır.

Türkiye'de yetiştiricilik faaliyetleri ticari anlamda ilk olarak alabalık ve sonrasında çipura ve levrek üzerine gerçekleşmiştir. Çipura ve levrek balıklarının üretimi 1984 yılında 2 işletme ile başlamıştır ve ilk yıl sonunda bu işletmelerin 2 sinden toplam 48 ton ürün alınırken, 1993 yılında 78 işletme 1685 ton çipura ve levrek üretimi yapmışlardır (İşgören 1995). Türkiye denizlerinde ağ kafeslerde üretim çipura ve levrek üzerinde yoğunlaşmıştır ve 1998 yılı itibarı ile yaklaşık 350 civarında ağ-kafes işletmesi bulunmaktadır, bunların büyük bölümü Güney Ege'de yer almaktadır (Üstündağ 2000). Ülkemizde mevcut olan ağ-kafes işletmelerinin illere göre dağılımına bakıldığında; Muğla ili %70,9'luk bir oranla en fazla işletme bulunan bölge olarak öne çıkmaktadır. %23,6'lık bir payla bunu İzmir ili takip etmektedir. Diğer işletmeler ise; Ordu, Trabzon, Antalya ve Mersin'de faaliyet göstermektedir (tuik, 2008). Ülkemizde ağ-kafeslerde üretimin başat türlerinden Çipura yılda 33.600 ton/yıl ve Levrek ise 42.000 ton/yıl üretim hacmine sahiptir (tuik, 2009).

Mali krizin etkilerine de bağlı olarak 2003 yılında azalan bir ivme göstererek işletme sayısı 102'ye düşmüştür. 2006 yılında 172 olan ağ-kafes işletme sayısı, 2009'a gelindiğinde aktif olarak faaliyet gösteren işletme sayısı 210'a yükselmiştir (tuik, 2008).

2008 yılında toplam yetiştiricilik üretimi 152 bin ton olarak belirlenmiştir. Bu üretimin %43,73'ü içsularda, %56,27'si denizlerde gerçekleştirilmiştir (tuik, 2008). Mevcut ağ-kafes işletmelerinin sayılarında 90'lı yıllardan günümüze gelindiğinde, dikkate değer bir azalma olmasına rağmen yetiştiricilik yoluyla yapılan su ürünleri üretimi miktarı sürekli bir artış göstermiştir. 2002 yılında toplam üretim içerisinde yetiştiriciliğin payı %11 iken, 2008 yılında bu rakam %23'lere yükselmiştir.

Son yıllarda, yeni besin maddelerine, kaliteli protein kaynaklarına ve denizel kaynaklı ürünlere artan ihtiyaç nedeniyle dünya çapında su ürünleri üretimi artmıştır. Bu gelişme, kar ve mali girdi bakımından olumlu etkiler yaratırken, kirlilik, ortak alan kullanımı bozuklukları veya biyolojik çeşitlilikte değişim gibi olumsuz çevresel etkilerle rahatsızlık oluşturmaktadır.

Sektörün hızlı gelişimi, yayılımı ve üretim yoğunluğunun artması ile birlikte doğal çevre ile potansiyel etkileşimler ve diğer doğal kaynak kullanıcılarıyla olan çatışmalar gündeme gelmeye başlamıştır. Malesef belirli bölgelerde bazı yetiştiricilik uygulamaları yetersiz planlama ve yönetim yüzünden olumsuz çevresel etkiler yaratmıştır. Bu tarz yetersiz ve bilinçsiz yönetimler hem su ürünleri sektörüne, hem de sucul ekosisteme büyük zararlar vermektedirler. Ülkemizde özellikle turizm sektörü başta olmak üzere bazı ortak kullanım alanı bulunan diğer sektörler arasında ciddi çatışmalar meydana gelmiştir.

Ağ-kafeslerde balık yetiştiriciliğinin çevresel etkileri, yetiştirilen balık türüne, yetiştirme yöntemlerine, stok yoğunluğuna, kullanılan yemlerin türüne, alanın hidrografisine ve çiftlik yönetimine bağlı olarak değişim gösterir. Genel olarak, yemle birlikte kültür ortamına giren fosforun %59-75 ve azotun %79-82'i yem artıkları, balık dışkı ve boşaltım yolu ile çevreye yayılabilmektedir (Lanari ve ark.1999).

Ayrıca yetiştiricilik uygulamalarında çeşitli amaçlar için kullanılan antibiyotikler, dezenfektanlar, aşular, vitaminler, yem katkı maddeleri ve hormonlar gibi kimyasal maddeler de belirli oranlarda denizel ortama geçebilmektedir.

Bu etkilerin uygun düzenleme, kontrol ve izleme prosedürlerinin benimsenmesi ile minimum veya kabul edilebilir seviyelere indirilebileceği kabul edilmektedir (FAO, 1997)

Mevcut sorunların ve oluşabilecek potansiyel çevresel etkilerin belirlenmesi, objektif bir şekilde yorumlanması, izleme ve kontrol için çok önemlidir. Bu çalışma ile, ağ-kafes uygulamalarının denizel ekosisteme olan etkilerinin belirlenmesi ve bilgisayar programı kullanılarak elde edilecek model ile potansiyel etkiler üzerine tahminler yapılabilmesi hedeflenmektedir.

BÖLÜM 2**ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR****2.1. Sedimentasyon ve Organik Karbon Çalışmaları**

Akuakültür işletmelerinin çevresel etkileri üzerindeki çalışmalar son yıllarda yoğunluk kazanmıştır. bulunduğu alanlardaki sedimentasyon ve organik karbon kompozisyonu ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Johnsen ve arkadaşları (1993) Norveç'teki bir Salmon çiftliğinde sediment yapısının organik içeriğini incelemiştir. Sediment yapısını ve içeriğini tanımlamada temel olarak kuru ağırlık ve külsüz kuru ağırlık kullanılmıştır.

Mcghie ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan bir çalışmada ağ-kafeslerin tabanında oluşan organik madde birikiminin kompozisyonu incelenmiştir. Bunun için 30 metre derinlikten ve organik birikimin en fazla olduğu kafes sisteminin merkezinden örnekleme yapılmış ve işletme atıklarını temsil etmesi açısından yem ve fekal materyal analiz edilerek referanslarla karşılaştırılmıştır.

Cromey ve arkadaşları (2002) Salmon yetiştiricilik işletmelerine ait atıkların batma karakteristikleri üzerine yaptıkları çalışmada resüspansiyon ve birikimin yüksek olduğunu göstermişlerdir. Sedimentasyon ve çöken partiküle madde birikimleri ile ilgili olarak 2006 yılında Kassila ve Hussenot, Levrek ve İstiridye yetiştiricilik işletmelerinin bulunduğu bölgelerin tabanında oluşan sedimentasyon ve içeriği ile ilgili çalışma yapmışlardır.

Serpa ve arkadaşları (2007) tarafından balık çiftliklerinin bulunduğu bölgelerin tabanında oluşan sedimentasyon miktarı ve içeriği ile bakir bölgelerdeki deniz tabanında bulunan sediment miktar ve içerikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma *Diplodus sargus* yetiştiriciliği yapılan bir işletmede yapılmış ve işletme bulunmayan bölge ile iki yıl boyunca ölçüm yapılarak kıyaslanmıştır.

Kriest ve Oschlies (2008) tarafından yapılan çalışmada partiküle organik madde birikimi modellenmiştir. Çalışmada partikül maddelerin boyutları ve batma hızları ilişkilendirilerek su kolonundaki davranışları ve dağılımları ile ilgili bio-jeokimyasal modelleme yapılmıştır. Yine Otosaka ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir çalışmada partiküle organik karbon (POC) birikiminin mevsimsel ve bölgesel değişimi üç farklı havzada sediment trap'ler kullanılarak incelenmiştir. Cooper ve arkadaşları (2009) partiküle organik maddelerin bentikteki birikimi ile su kolonu ve sediment kompozisyonu içerisindeki azot karbon oranını incelemiştir.

2.2. Bentosa Olan Etkiler Üzerine Çalışmalar

Ağ-kafes uygulamalarına bağlı olarak zeminde biriken organik madde ve içeriklerinin bentik kommuniteler üzerine de etkileri bulunmaktadır. Kafes altlarında bentik açısından oluşabilecek etkiler belirlenirken özellikle sediment içeriği, bentik tür çeşitliliği ve miktarı gibi parametreler incelenmektedir. Bununla ilgili olarak Brown ve arkadaşları (1987) tarafından yapılan bir çalışmada, bir Salmon çiftliğindeki yüzer kafeslerin altındaki sediment yapısını incelemişlerdir. Sediment açısından redoks potansiyeli ve çözünmüş oksijen içeriklerinin dip sularında mevsimsel değişim gösterdiği görülmüştür. Ayrıca bentik fauna tür çeşitliliği ve miktarları açısından kafes altındaki ve dışındaki bölgeler karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte çalışma, Salmon çiftliklerinin bentos üzerine olan etkilerinin diğer organik maddece zengin alanlarla benzerlik gösterdiğini ve kafes alanları ile sınırlı dar bir alanı etkilediğini göstermiştir. Weston (1990) tarafından yapılan bir çalışmada benzer şekilde organik yükçe zengin bölgelerdeki makrobentik kommunitelerin nicel değişimleri incelenmiştir.

Hyland ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışmada, sedimentte bulunan organik madde, bentik fauna için önemli bir besin kaynağı oluşturmakla birlikte, organik maddenin çok aşırı miktarda olmasının tür zenginliğini düşürdüğü bildirilmiştir. Sedimentteki organik içeriğin aşırı artmasının paralel biçimde diğer stres etkeni kimyasalların artışına neden olduğunu göstermiştir. Çalışmada, 7 kıyısız bölgeyi temsilen 951 istasyonda sedimentteki toplam organik karbon (TOC) içerikleri incelenmiş ve TOC kritik değerleri elde edilmiştir.

Klaoudatos ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, yüzer kafesler kullanılarak yetiştiricilik yapılan bir bölgede; bentik faunayı, tür çeşitliliği ve miktarı bakımından 11 farklı istasyon kullanarak, bir yıl boyunca mevsimsel olarak incelemişlerdir. Çalışmada kontrol istasyonlarındaki tür çeşitliliği ve sayıları ile kafes altlarındaki değerler karşılaştırılmıştır. Kafes altındaki dominant poliket türlerinin; *Nereis diversicolor*, *Scolelepis fuliginosa* ve *Capitella capitata* olduğu, kontrol noktalarında ise *Hyalinoecia brementi* ve *Aspidosiphon Muellieri* olduğu görülmüştür. Yine çalışma, kontrol istasyonlarında tür çeşitliliğinin fazla olmasına rağmen kafes altlarında aynı türe ait birey miktarının fazla olduğunu göstermiştir.

2.3. Modelleme Çalışmaları

Genel olarak ağ-kafes uygulamalarına bağlı çevresel kirliliğin izlenmesi ve bilgisayar programları kullanılarak modellenmesi konusu 90'lı yıllarda çalışılmaya başlanmıştır.

Bu konuda 1991 yılında Ali ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışma, balık çiftliklerinin etkilerinin coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak tespit edilmesini içermektedir. Yine Sanford ve diğerleri (1991) tarafından yapılan modelleme çalışmasında askıda katı partiküllerin birikimi incelenmekle beraber bu çalışma balık çiftliklerine ait atık partikülleri içermemektedir. Panchang ve Richardson (1992) tarafından karbon birikiminin modellenmesi konusunda bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada fiziksel ve biyolojik parametreler hiç kullanılmamıştır. Silvert ve Sowles 1996 yılında yaptıkları çalışmada ise bu modellemeye partiküllerin deniz diplerinde olan birikimini de eklemiştir. 1997 yılında İskoçya'da Gillibrand ve Turrell ağ-kafeslerin su kalitesine olan etkilerini ve besin seviyelerindeki değişimleri basitçe modellemiştir. Wu ve diğerleri (1999), yaptıkları çalışmada sub-tropikal bölgelerdeki balık çiftliklerinde hidrografi verilerini ve su kalitesi şartlarını kullanarak modelleme yapmışlardır.

Cromey ve Silvert (2001), denizlerdeki ağ-kafeslere ait katı atıkların birikiminin ve biyolojik etkilerinin modellenmesinde kullanılan Depomod adlı bir bilgisayar programı geliştirmişlerdir. Yokoyama (2003) balık çiftliklerindeki çevresel kaliteyi tahmin edebilmek için çözülmüş oksijen, sedimentteki asit içeriği ve kafeslerin altındaki makrofauna yönünden incelemiştir. Kabuklu yetiştiriciliği yapılan çiftliklerde, Ferreira ve arkadaşları 2007'de fiziksel ve biyo-jeokimyasal çerçevede çevresel etkileri modelleme yoluna gitmişlerdir. Yine aynı yılda Chamberlain ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, Chris Cromey tarafından geliştirilmiş olan bilgisayar programı (Depomod) kullanılarak modelleme yapılmıştır. Bu çalışmada akıntı, sediment birikimi gibi parametreler incelenmiş ve ağ-kafeslere ait atıkların bentik bölge açısından etkileri simüle edilmiştir.

Depomod programı kullanılarak 2009 yılında iki çalışma daha yapılmıştır. Bunlardan biri, Weise ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan kabuklu yetiştiriciliğinin bentik açısından etkilerinin ve biyolojik birikimin incelendiği model çalışmasıdır. Diğer çalışma ise, Nickell ve arkadaşları (2009) tarafından büyük bir Morina çiftliği ele alınarak yapılan çalışmadır. Bu çalışmada morina çiftliğine ait salınımın bentik etkileri irdelenmiştir.

Çalışmada, Codmod adı verilen ve Cromey tarafından geliştirilen Depomod yazılımının morina çiftlikleri için özelleştirilmiş bir versiyonu kullanılmıştır.

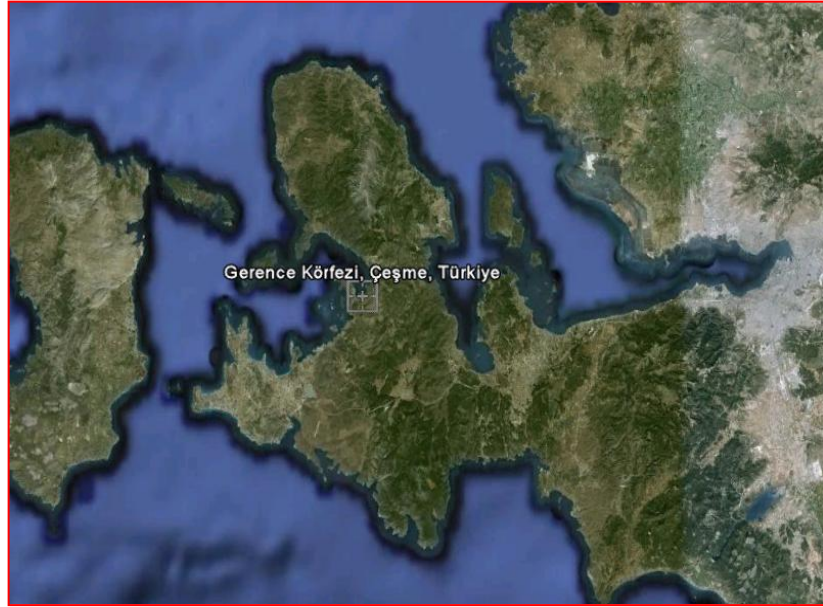
Birçok ülkede bugüne kadar çeşitli yazılımlar kullanılarak balık ve diğer denizel canlıların üretildiği çiftliklere ait farklı modelleme çalışmaları yapılmıştır. Bununla birlikte yine Avrupa'da birçok ülkede balık çiftliklerinin kurulmasına ait izinler bu türlü modelleme çalışmalarının sonuçları esas alınarak verilmektedir.

Ancak ülkemizde bu modelleme çalışmalarının yapılmamış olmasının yanı sıra aktif olarak faaliyet gösteren mevcut işletmeler bugüne kadar ciddi bir çevresel etki değerlemesine tabi tutulmamıştır. Bu çalışmada ağ-kafes işletmelerine ait etkilerin Meramod bilgisayar yazılımı kullanılarak denizel ekosisteme olan etkileri simüle edilmiştir.

Ağ-kafes işletmelerine ait etkilerin ortaya konması ve elde edilecek modelle, etkiler üzerinde gerçeği yansıtacak tahminlerde bulunabilme imkanı hedeflenmiştir. Çalışmanın çıktılarının, mevcut işletmelerin çevreye etkilerinin ve yeni kurulacak işletmelerin oluşturabileceği potansiyel etkilerin ortaya konmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Çünkü elde edilen veriler çalışılan işletmeye ait ayakizini ortaya koyması açısından önemlidir. Böylelikle ülkemizde sektörler arasında var olan çatışmaların bilimsel dayanağı bulunan çözümler ile minimize edilmesine ışık tutabilecektir. Ülkemizde, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı ve çevre duyarlı yetiştiricilik kavramlarının arka plana atıldığı düşünüldüğünde çalışmanın bu kavramların yerleşmesi açısından katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM 3**MATERYAL VE METOT****3.1. Çalışma Alanı**

Çalışma kapsamında İzmir'deki Mersinli ve Gerence Körfez'lerinde bulunan 3 farklı ağ-kafes işletmesinden 2007 yılından itibaren periyodik olarak örnekler alınmıştır. Proje kapsamında Gerence Körfezindeki; Yılmaz, Poyrazlar ve Mersinli Körfezi, Demircili Koyu'ndaki; Özsu işletmelerinde ayda bir kez olacak şekilde örnekleme çalışması yapılmıştır.



Şekil 1. Gerence Körfezi'ne ait uydu görüntüleri



Şekil 2. Gerence Körfezi'ne ve çalışma sahasına ait uydu görüntüleri



Şekil 3. Demircili Koyu'na ve çalışma sahasına ait uydu görüntüsü

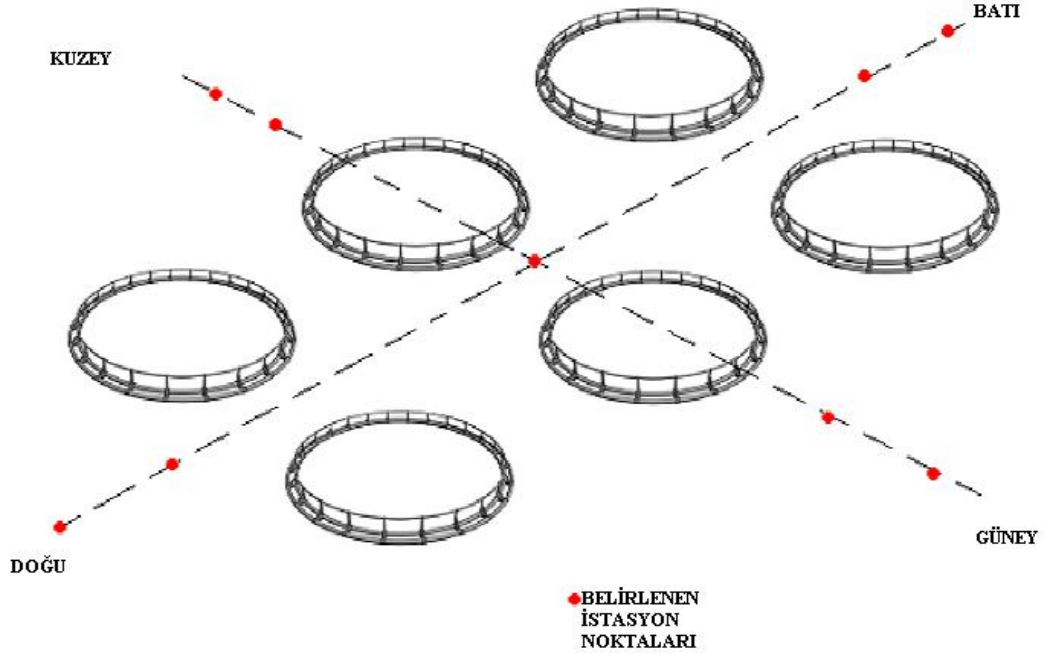


Şekil 4. Gerence Körfezi; Poyrazlar ve Yılmaz İşletmelerine ait kafesler

3.2. Örnekleme istasyonları

Ölçümlerin gerçekleştirildiği istasyonlar ağ-kafes işletmesinin merkezinde çakışan, doğu-batı ve kuzey-güney yönlerindeki doğrusal iki hat üzerinde belirli aralıklarda belirlenmişlerdir. Her yönde, kafeslerin bitiminden itibaren 50 metre ara ile iki adet istasyon noktası kabul edilerek çalışılmıştır. Ayrıca ağ-kafes sisteminin merkezinde ise bir örnekleme istasyonu bulunmaktadır.

Bunların dışında referans verilerinin elde edileceği iki adet referans istasyonu mevcuttur. Bu istasyonlar, olası çevresel etkilerden bağımsız olacak şekilde ağ-kafeslere uzak noktalar olarak belirlenmiştir. Daha önceden yapılan benzer çalışmalarda kontrol istasyonu ağ-kafes sisteminin bir kenarından itibaren 1 km. uzakta olacak şekilde seçilmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da referans istasyonları, sistemden en az 1 km. açıkta olacak şekilde alınmıştır. İstasyonlardan örnekleme yapılmadan önce noktaların koordinatları gps cihazı ile kontrol edilmiştir. Çalışma süresince genel olarak, her işletmeye ait ağ-kafes sisteminde kontrol (referans) istasyonları ile birlikte ortalama 11 adet istasyonda çalışılmıştır.



Şekil 5. İstasyon konumlarının şematik gösterimi

3.3. İşletmelere ait anket bilgileri

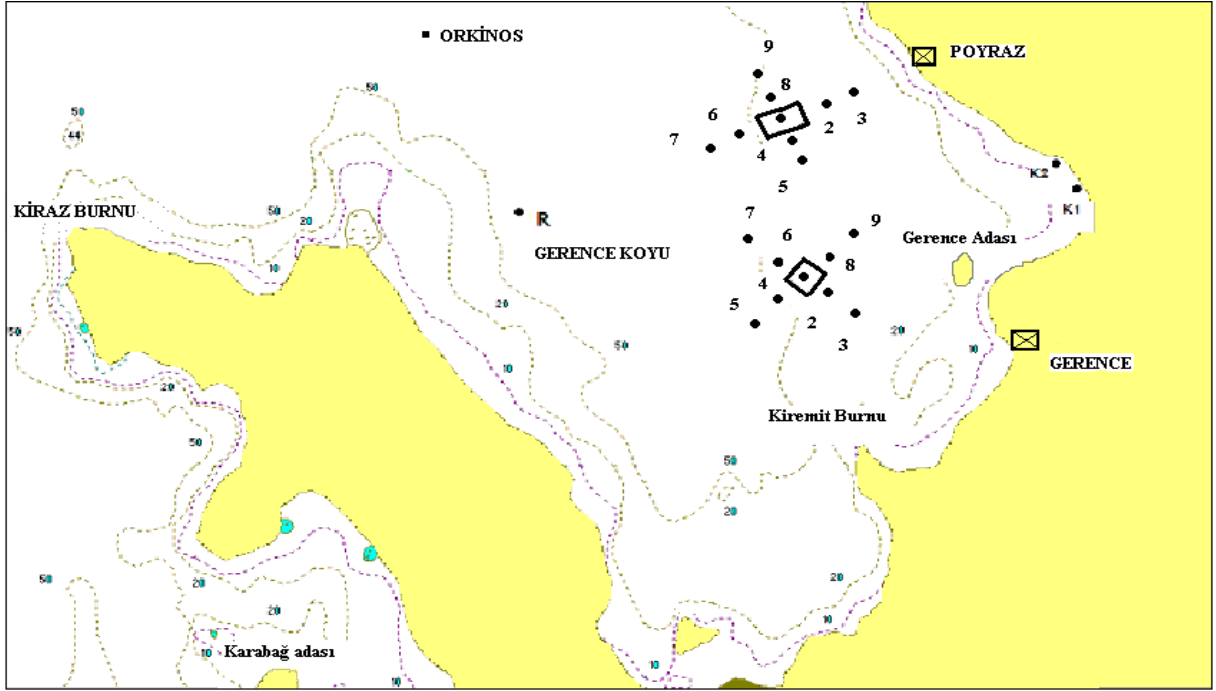
Çalışma süresince ortak çalışılan işletmelerden, modellemede kullanılması gereken yemleme oranları ve sistem yapısına ilişkin bilgiler alınmıştır. Çalışmada üç farklı işletmeyle çalışılmıştır ve bu işletmelerin genel özellikleri aşağıda ifade edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İşletmelerin genel özellikleri

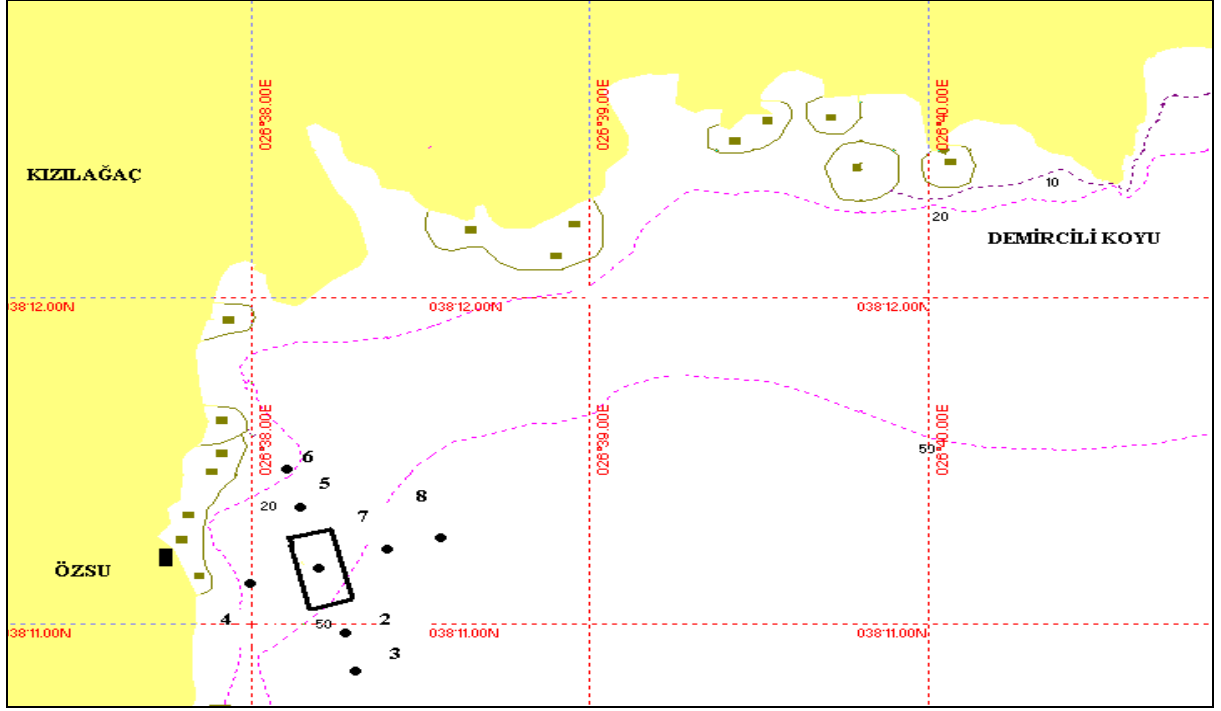
TESİSLERİN ÖZELLİKLERİ	ÖZSU	GERENCE	POYRAZ
Üretim Kapasitesi (2009)	1850 Ton	300 Ton/yıl	300 Ton/yıl
Ortalama Su Derinliği	40-60 m.	48-55 m.	55-65 m.
Sahile Uzaklığı	1250 m.	1250 m.	2000 m.
Kafes çapları	20-24 m.	16 m.	16 m.
Ağ derinliği	12-15 m.	8-10 m.	8-10 m.
Balık stok oranı	5-15 kg/m ³ .	5-15 kg/m ³ .	5-15 kg/m ³ .
Kafes tipi	HDPE yüzdürücülü kafesler	HDPE yüzdürücülü kafesler	HDPE yüzdürücülü kafesler
Yemleme şekli	Pnömatik yemleme makineleri ve Elle	Elle yemleme	Elle yemleme
Balık hasat süresi	13-16 ay çipura, 16-20 ay levrek	14-18 ay	14-20 ay
Balık hasat ağırlığı	350-600 g.	350-600 g.	350-600 g.
Hasat zamanı	Her zaman	Her zaman	Her zaman
Balık Ölüm Oranları	%3-7 çipura, %8-12 levrek	%3-5 çipura %10-15 levrek	%3 çipura %14 levrek

3.4. Modellemede kullanılacak bazı parametrelerin istasyonlarda ölçülmesi

Programda girilmesi gereken verilerin bir kısmı işletmeye ait bilgiler iken bazıları ise doğrudan işletmenin bulunduğu bölgedeki suyun özelliklerinin ölçülmesi ile elde edilen bilgilerdir. Belirlenen istasyonlarda rutin olarak ölçümler yapılmıştır.



Şekil 6a. Yılmaz ve Poyraz İşletmeleri'ne ait istasyon kodları ve yerleri



Şekil 6b. Özsü İşletmesi'ne ait istasyon kodları ve buldukları yerler

Yukarıdaki haritada Poyraz, Yılmaz ve Özsü İşletmelerinin bulunduğu yerler ve ölçümlerin yapıldığı istasyonlar gösterilmiştir. İstasyon kodları 1-9 rakamları ile kodlanmıştır ve her ay yapılan ölçümler bu kodlara göre analiz edilerek kaydedilmiştir.

3.5. Modelleme uygulaması için bilgisayar programı kullanılması

Bu çalışmada ağ-kafes işletmelerinin organik madde birikiminin modellenmesi amacıyla Meramod 1.4 yazılımı kullanılmıştır. Meramod özellikle Çipura ve Levrek üretimi yapılan çiftlikler için kullanılmaktadır. Ayrıca simülasyonlara ait grafiklerin elde edilmesinde ise Surfer 8 grafik programından yararlanılmıştır.

Meramod, herbiri işletmeye ait farklı verilerin girildiği dört ayrı modülü içerir. Programın içerdiği modüller verilerin giriliş sırasına göre;

- Haritalama modülü (Grid generation module)
- Partikül izleme modülü (Particle tracking module)
- Askıda katı madde ve Karbon ayrıştırma modülü (Resuspension and degradation module)
- Bentik inceleme modülü (Benthic module) şeklinde sıralanmaktadır.

a) Haritalama modülü

Bu modülde, işletmenin kurulduğu alanın ölçekli bir planı hazırlanır. Dolayısıyla çalışılan işletmelere ait kafeslerin konumu ve bulunduğu bölgeye ait batimetri verileri, kafeslerin şekil ve ölçüleri ile ayrı ayrı tüm kafeslerin koordinatları girilmiştir. Bunun yanısıra örneklemeleri yaptığımız istasyonların sayısı ve sisteme göre koordinatları modülde girilmiştir.

b) Partikül izleme modülü

Bu kısımda en önemli girdiler akıntıya ait verilerdir. Organik birikimin sisteme göre hangi yön veya yönlerde toplanacağı, büyük ölçüde bölgenin sahip olduğu hakim akıntı yönüne bağlı olacaktır. Vektörel akıntı değerlerinin toplam bileşkesi hakim akıntı vektörünü oluşturmaktadır. Çalışma alanının mevsimlere hatta aylara göre hangi akıntı hız ve yönlerine sahip olduğu bilinmelidir. Bu modülde, periyodik olarak akıntı ölçer ile elde ettiğimiz bir günden bir aya kadar olan veriler yön ve hız olarak girilmektedir. Burada program akıntı hızlarını cm/s. olarak kabul etmektedir. Ayrıca akıntı verilerinin yanısıra işletmede kullanılan ticari yemlerin çapları, batma hızları ile dışkıya ait katı partiküllerin batma hızları gibi veriler bu modülde girilen diğer verilerdir. Yine işletmeye özgü olan kafeslerin derinliği, şekli, kafes başına günlük ne kadar yem girildiği işletmelerden elde edilen bilgiler doğrultusunda programda kullanılmıştır.

c). Askıda katı madde ve Karbon ayrıştırma modülü

Bu modülde karbon ayrıştırma incelemesini içeren G-model kısmı tez çalışması kapsamı içerisinde olmadığı için kullanılmamıştır. Toplam sediment birikimine ait değerler ise diğer veri girdileri çerçevesinde program tarafından kendiliğinden hesaplanarak kullanılmaktadır.

Daha önce belirtilen, balık türlerine, balık stoklarına ve günlük yapılan yemlemeye bağlı olarak değişen yem ve dışkıya ait birikim bu modülde nicel olarak hesaplanmaktadır.

Program bu modülde katı organik birikimi, g/m²/yıl olarak vermektedir. Dolayısıyla, simülasyonların gerçekçiliğini kıyaslamak amacıyla sediment birikimi ile ilgili yapılacak arazi ölçümlerinden elde edilecek sonuçlar, simülasyon sonucu elde edilecek olan organik birikim değerleri ile aynı birimler olmalıdır.

d). Bentik modül

Bu son kısımda verilere ait bir bilgi girilmemektedir. Daha önceden kaydedilen tüm bilgiler dahilinde yazılım bentik komüniteye ait indeks hesaplamalarını yaparak kendi tahminlerini vermektedir. Bu modülde yalnızca askıda katı madde ile ilgili verilerin girildiği modül'e (Resuspension module) ait sonuçlar modülü çalıştırmak için çağrılır. Bu çalışmada kullanılmamakla birlikte, Bentik Modül kullanılarak; miktar/tür (A/S) indeksi, Shannon-Weiner indeksi gibi tür, miktar ve biomass doğrultusunda farklı indeks hesaplamaları ve simülasyonlar yapılabilmektedir.

3.6. Sediment trap uygulaması

Yaklaşık bir aylık süre boyunca gerek kafes sisteminin altındaki gerekse de belirlenen diğer istasyonlardaki katı organik birikimi belirlemek için sediment tuzakları kullanılmıştır. Ağ kafeslerde organik madde birikiminin gerçek şartlarda tespit edilmesi amacıyla Poyraz İşletmesi'nde 2008 ve 2009 yıllarında iki çalışma gerçekleştirilmiştir. 2008 yılında yapılan çalışmada 9 adet istasyonda ölçümler yapılmış ve replike sayısı traplerin bir bölümünün kaybolması nedeniyle istasyon başına 2-5 arasında değişiklik göstermiştir. 2009 yılında yapılan çalışmada ise her bir istasyondan 4'er replike alınmıştır. Kafeslerin ortasında bir tane ve kafes sisteminin her yönünde beşer tane olmak üzere toplam 21 adet trap kullanılmıştır. Bunların dışında Gerence Körfezi'nin olağan sediment yapısını belirlemek amacıyla; ikisi kıyıya yakın bölgede ve ikisi açıkta olmak üzere 4 adet referans trapları kullanılmıştır.

Atılan toplam 25 kollektörden 5 tanesinin kaybolması nedeniyle 20 tanesi tekrar geri alınabilmiş ve analizler bu kollektörlerdeki birikim üzerinden yapılmıştır.

3.6.1. Sediment trapların hazırlanması

Organik madde birikiminin tespit edilmesinde metal bir iskelete sabitlenmiş PVC borulardan oluşan kollektörler (sediment trap) kullanılmıştır. Kollektörler 120 cm. uzunluğundaki metal iskeletin alt ucuna monte edilen ayaklar ile zeminde herhangi bir ağırlık kullanmaksızın dik konumda durması sağlanmıştır (Şekil 8). Kollektörleri taşıyan metal iskeletin üst ucu halat bağlanmasını sağlamak amacıyla kancalı yapılmıştır. PVC boru aksamı ise iki farklı çaptaki borunun eksenden kaçık bir şekilde birbirine bağlanmasıyla oluşturulmuştur ve metal iskelet üzerinde bulunan plastik kelepçeler ile PVC borular iskelete bağlanmıştır. Boru aksamın toplam uzunluğu 90 cm. olup bunun 60

cm. lik kısmı 7 cm çapında, 30 cm. uzunluğundaki kollektör kısmı ise 5 cm. çapındadır. Kollektör kısmı takılıp çıkarılabilecek şekilde hazırlanmış böylelikle birikim materyalinin kolaylıkla alınabilmesi amaçlanmıştır. Herbir istasyonun dört replike çalışılması amacıyla bir iskelet üzerine dört adet kollektör monte edilmiştir.



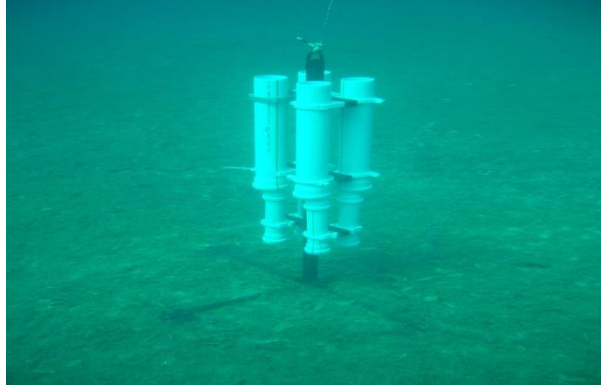
Şekil 7. Kullanılan Sediment Trapların genel görünüşü

3.6.2. Sediment trapların konulması ve örneklerin alınması

Traplar, bölüm 2.2’de belirtilen şekilde ağ-kafes sistemini karakterize edebileceği şekilde, merkezden itibaren 25, 50, 75, 100 ve 200 metre aralıklarla belirlenen istasyonlara gps yardımıyla atılmışlardır. Atılan trapların daha sonra yerlerinin bulunabilmesini sağlamak için şamandıralar bulunan halatlar bağlanmıştır.

Traplar 28 gün sonra toplanmışlar ve bu süre boyunca kafes sistemine yakın bir noktadan akıntı ölçümü yapılmıştır. Traplar çıkarıldıktan sonra kollektörlerde biriken materyaller toplanmış ve ölçümler muhafaza edilmiştir.

Trap’lerden elde edilen örneklerde askıda katı madde analizleri yapılmıştır. Katı organik birikim bulunurken su-sediment örnekleri GF/F filtre kullanılarak süzölmüştür. Simülasyon çıktıkları ile kıyaslama yapılabilmesi amacıyla kuru ağırlıkların yanı sıra külsüz kuru ağırlık (AFDW) değerleri de hesaplanmıştır. Bu amaçla örnekler 550 °C’de 4 saat süreyle kül fırınına alınmıştır ve tartımları yapılmıştır.



Şekil 8. Trapların sualtındaki görüntüsü



Şekil 9. Trapların denizden alınması

3.7. Toplam Organik Karbon (TOC) analizi

Gerek 2008 ve 2009 yılında yapılan sediment trap uygulamalarından gerekse de, Grap'lardan elde edilen örneklerden bir kısmı TOC analizi için ayrılmıştır. Grap uygulamasının yapıldığı istasyonlar trap'lar için kullanılan istasyonlarla aynıdır. Uygulamada Van Veen sediment grab kullanılmıştır. Sediment örnekleri özellikle kafes altından ve referans değerlerini karakterize edecek şekilde kıyı ve açıktan alınıp değerlendirilmiştir.

**BÖLÜM 4
BULGULAR**

Poyraz, Özsu ve Yılmaz İşletmelerine ait akıntı ölçümleri, simülasyonlar ve trap çalışmasından elde edilen veriler ile bu verilerin simülasyonlarla karşılaştırılması sırasıyla aşağıda verilmektedir.

4.1. Akıntı

İki yıl süresince elde edilen aylık akıntı hızlarının maksimum ve minimum değerleri, ortalama akıntı hızları ve residüel yönleri Çizelge 2-4'de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Poyraz İşletmesine ait aylık akıntı verileri.

Aylar	Akıntı hızı (cm/sn) min-maks	Ortalama akıntı hızı	Residüel Akıntı Yönü
Temmuz 2007	1,5-5,8	2,0	135,0
Ağustos 2007	1,8-6,4	1,8	177,3
Eylül 2007	1,3-4,4	1,7	170,2
Ekim 2007	1,6-4,5	2,1	137,1
Kasım 2007	2,7-10,5	2,4	47,8
Aralık 2007	2,0-6,1	2,7	131,7
Ocak 2008	2,4-5,9	1,4	161,1
Şubat 2008	2,2-6,0	3,4	176,1
Mart 2008	2,2-4,5	1,7	179,7

Çizelge 3. Gerence İşletmesine ait aylık akıntı verileri.

Aylar	Akıntı hızı (cm/sn) min-maks	Ortalama akıntı hızı	Residüel Akıntı Yönü
Temmuz 2007	1,9-2,6	2,2	269,8
Ağustos 2007	1,6-6,3	3,3	177,0
Eylül 2007	1,6-4,4	3,1	167,1
Ekim 2007	2,2-9,1	3,1	175,4
Aralık 2007	0,2-6,0	3,4	176,0
Şubat 2008	2,2-4,5	4,0	176,2

Çizelge 4. Özsu İşletmesine ait aylık akıntı verileri.

Aylar	Akıntı hızı (cm/sn) min-maks	Ortalama akıntı hızı	Residüel Akıntı Yönü
Ağustos 2007	2,4-6,3	3,4	165,1
Eylül 2007	2,6-6,2	3,4	176,3
Ekim 2007	1,1-13,9	3,9	154,2
Kasım 2007	1,6-12,4	2,9	167,8
Aralık 2007	2,1-9,0	5,4	132,3
Ocak 2007	2,3-5,0	2,8	163,4
Şubat 2008	2,1-4,7	2,7	200,6
Mart 2008	2,5-6,7	3,6	175,4
Nisan 2008	2,3-6,9	3,6	162,9

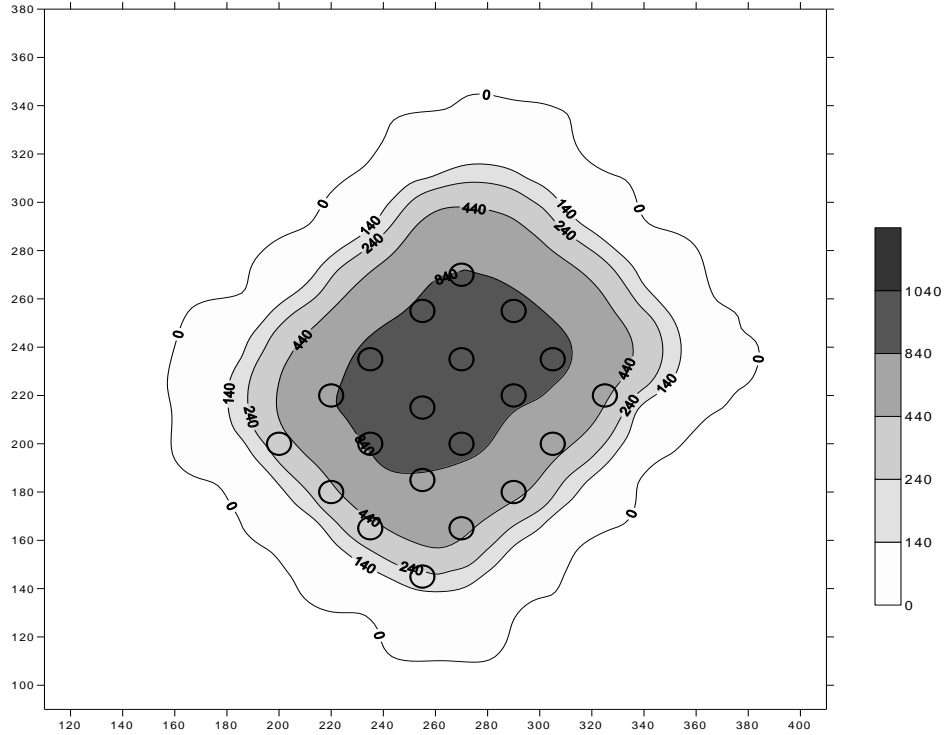
Özsu İşletmesi'nde kaydedilen akıntı hızları Poyraz ve Gerence işletmelerine göre biraz daha fazladır (Çizelge 2-4). Gerence Körfezi'nde hakim residüel akıntı yönü genelde güney-güneybatı (Kible-Poyraz), Sığacık Körfezi'ndeki Özsu işletmesinde güney-güneydoğudur (Kible-Keşişleme).

4.2. Simülasyonlar

Simülasyonlarda her bir işletme tarafından 1 yıllık bir süre içerisinde denize bırakılan organik madde miktarının (külsüz kuru madde cinsinden) birikim miktarı ve dağılımı kontur çizgileriyle gösterilmektedir (Şekil 4-1). Organik madde birikiminin en yoğun olduğu alanlar daha koyu renklerle ifade edilmiştir ve her bir kontur aralığına ait sayısal değerler şekillerin yanındaki skalalarda verilmiştir. Ayrıca şekillerde her bir işletmeye ait kafeslerin konumu gösterilmektedir.

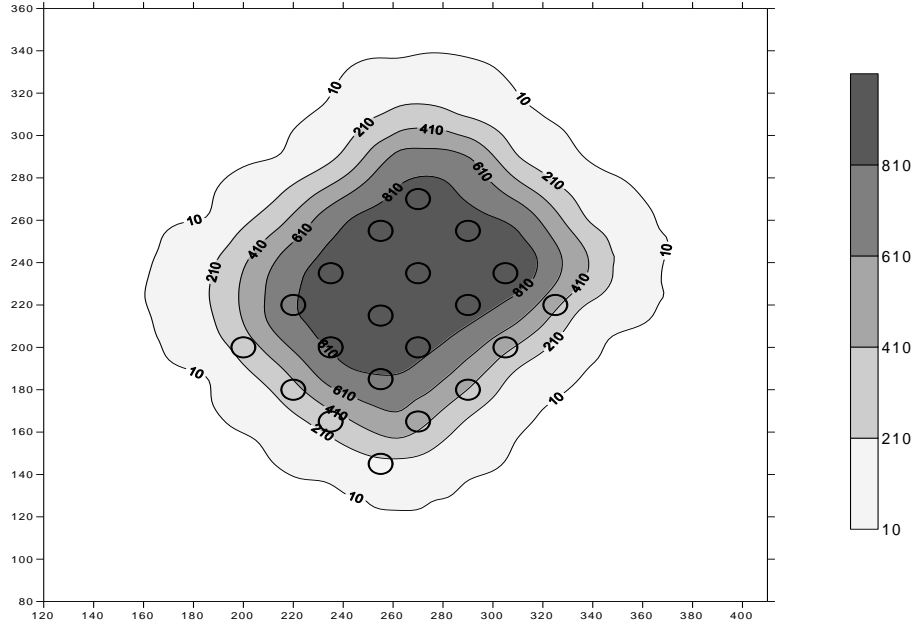
4.2.1. Poyrazlar İşletmesine ait simülasyon sonuçları

Poyrazlar işletmesine ait aylık simülasyon grafikleri aşağıda verilmiştir.



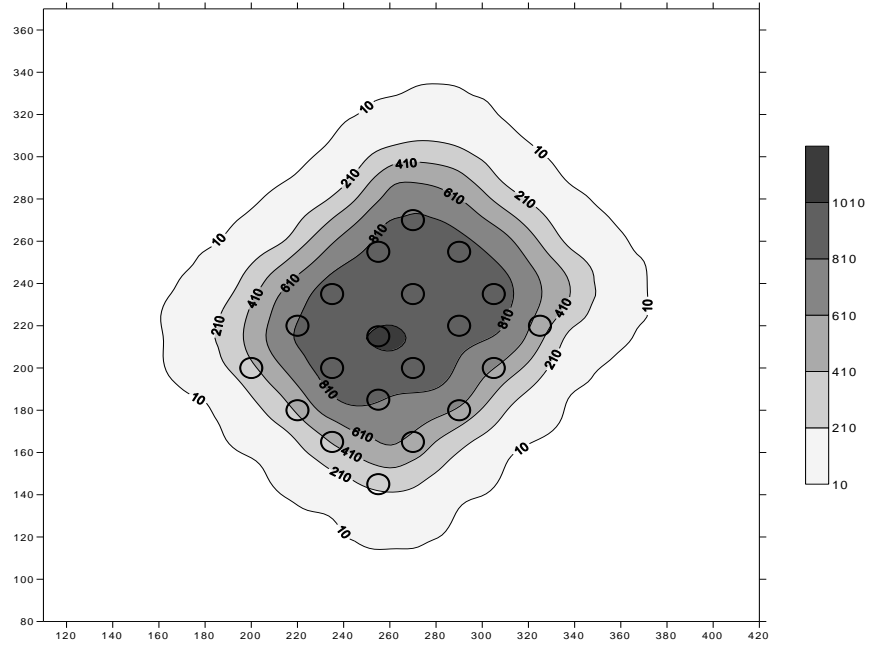
Şekil 4-1. Poyraz; Ocak 2008

Yemleme miktarı: 60 kg/kafes/gün; Residüel doğu: 0,4; Residüel kuzey: -1.3;
Residüel hız: 1.4; Residüel yön : 161.1



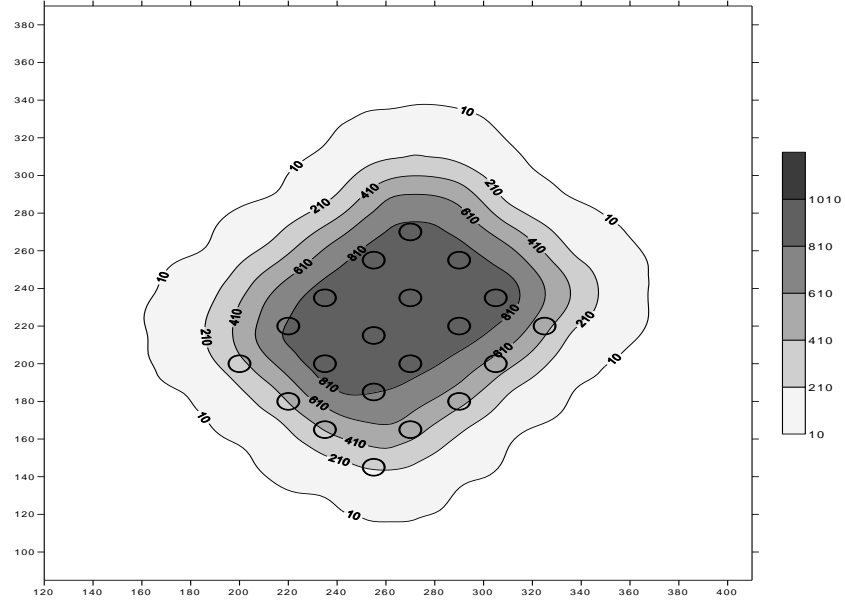
Şekil 4-2. Poyraz; Şubat 2008

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: -0,2; R.K: -3,4; R.H: 3.4; R.Y: -176.1



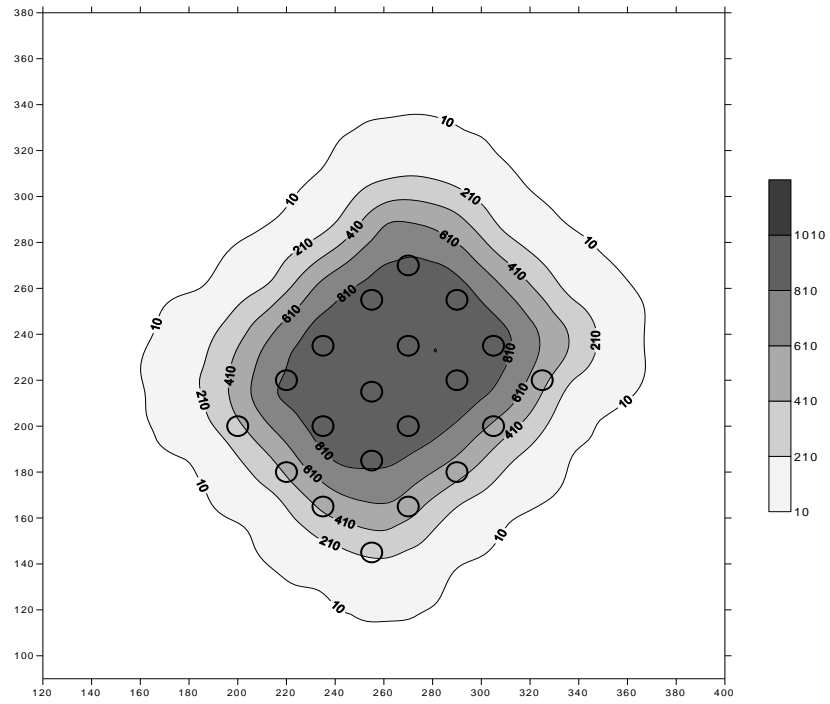
Şekil 4-3. Poyraz; Mart 2008

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: 0,0; R.K: -1,7; R.H: 1,7; R.Y: -179



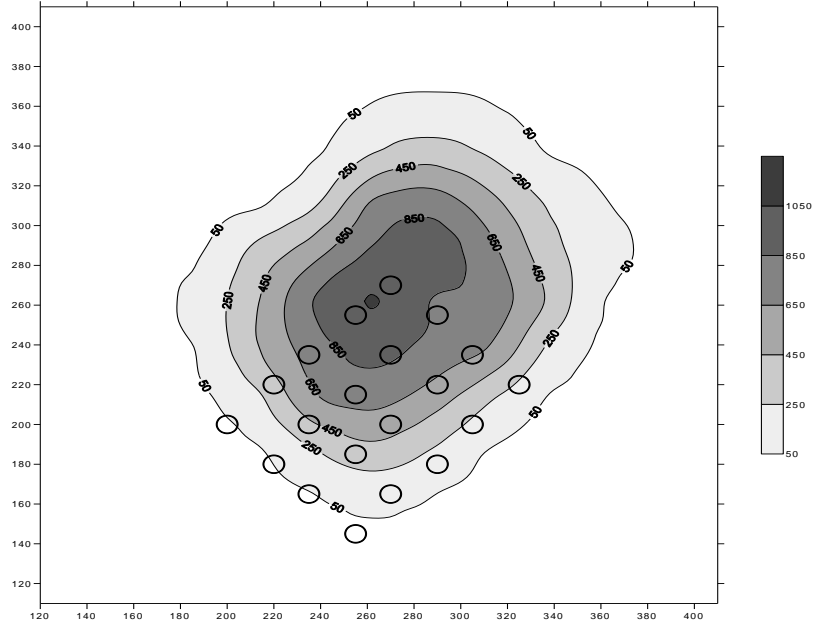
Şekil 4-4. Poyraz; Temmuz 2007

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: -1,4; R.K: -1,4; R.H: 2,0; R.Y: -135,0



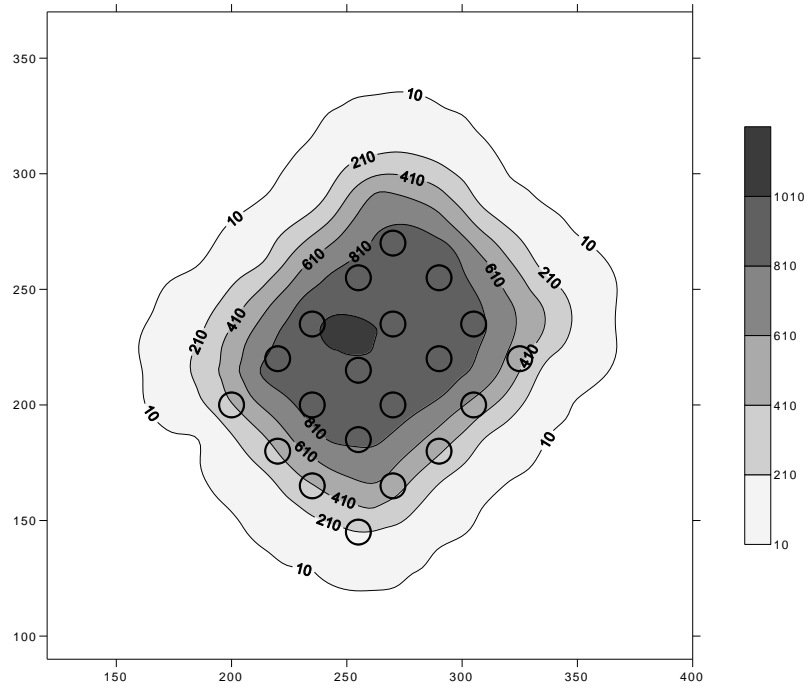
Şekil 4-5. Poyraz; Ağustos 2007

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: -0,1; R.K: -1,8; R.H: 1,8; R.Y: -177,5



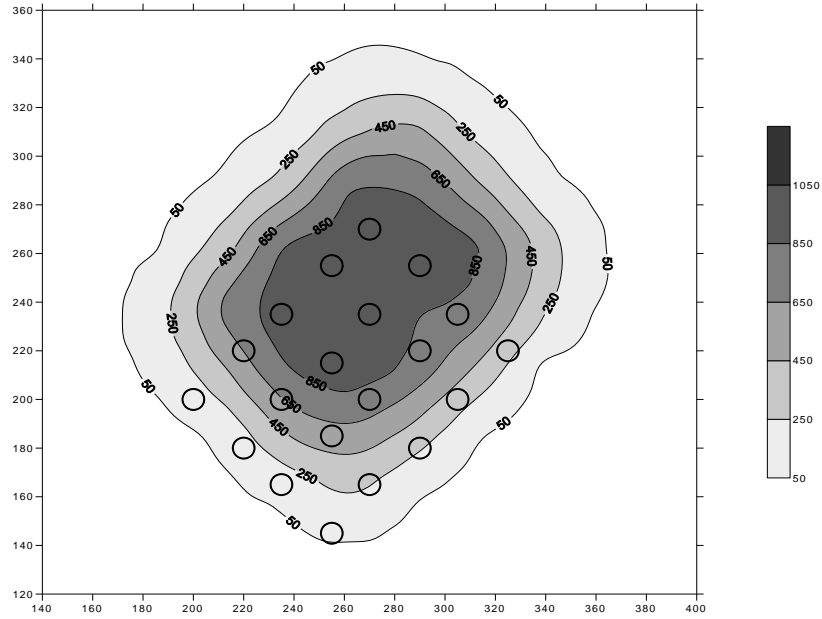
Şekil 4-6. Poyraz; Eylül 2007

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: 0,8; R.K: -1,5; R.H: 1,7; R.Y: 150,2



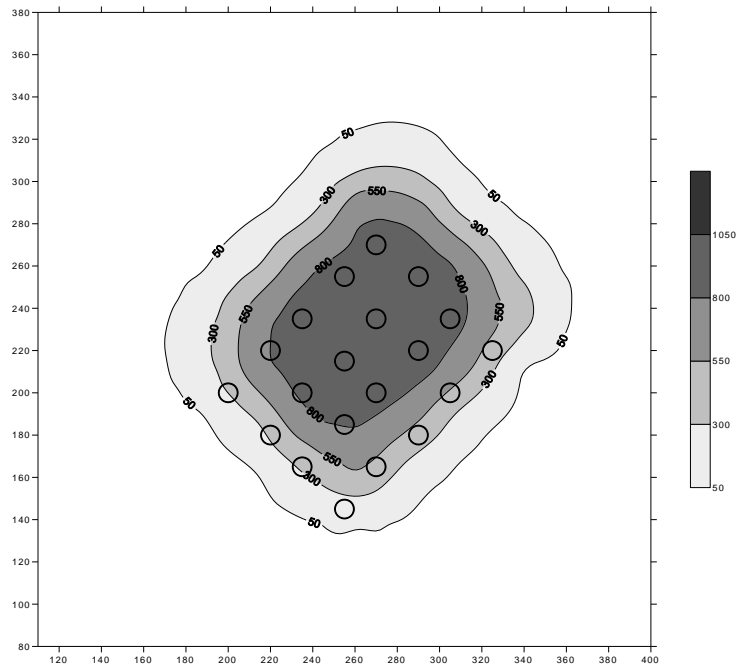
Şekil 4-7. Poyraz; Ekim 2007

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: 1,4; R.K: -1,5; R.H: 2,1; R.Y: 137,1



Şekil 4-8. Poyraz; Kasım 2007

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: -1,8; R.K: 1,6; R.H: 2,4; R.Y: -47,8



Şekil 4-9. Poyraz; Aralık 2007

Y.M: 60 kg/kafes/gün; R.D: 2,0; R.K: -1,8; R.H: 2,7; R.Y: 131,7

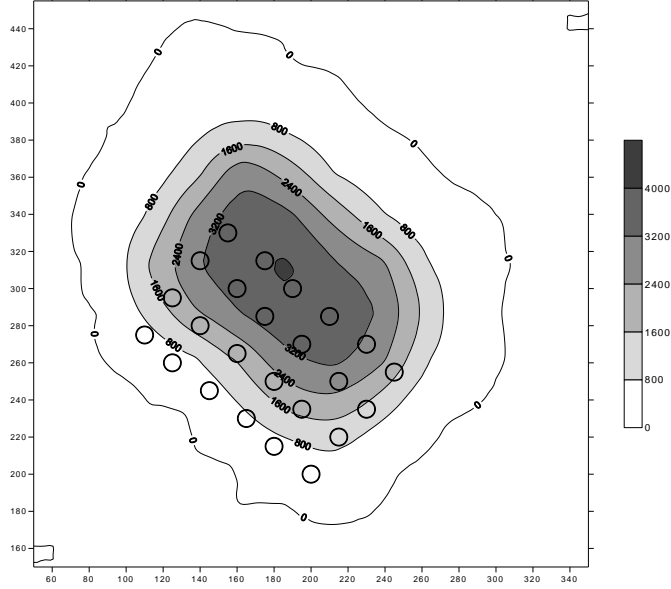
Ocak 2008 simülasyonunda organik birikimin en yoğun olduğu konturların, sistemin kuzey doğrultusuna doğru yoğunlaştığı görülmüştür (Şekil 4-1).

Şubat ve mart aylarına ait simülasyon grafiklerinde hakim akıntı hızı ve yönü çok büyük farklılıklar göstermemektedir. Dolayısıyla elde edilen simülasyonlar benzerdir. Hakim akıntı yönüne bağlı olarak organik birikim konturları, daha çok kafes sisteminin kuzey bölgesinde yoğunlaşmıştır. Bununla birlikte, özellikle en yoğun birikimin olduğu koyu renklerle ifade edilen son iki konturun kapladığı alanlar birbirine çok yakın değerlerdedir.

Temmuz-Ağustos 2008 sürecindeki aylık simülasyonlarda, yine birbirine benzer dağılımlar elde edilmiştir ve ayak izi kuzey yönüne doğru çok az bir kayma göstermiştir. Eylül-Ekim 2007 simülasyonlarında maksimum organik madde birikimine ait merkez konturunun oldukça dar bir alan kapladığı görülmüştür (Şekil 4-6, 4-7). Maksimum birikim konturunun kapladığı alanın Eylül 2007’de 53 m², Ekim 2007’de ise 454 m² olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte Eylül simülasyonunda konturların kafes sistemine göre oldukça dışarıda olduğu görülmektedir. Kasım 2007’de maksimum birikimi gösteren merkez konturunun kuzey yönündeki kafeslerin kenarına kadar ulaştığı görülmektedir (Şekil 4-8).

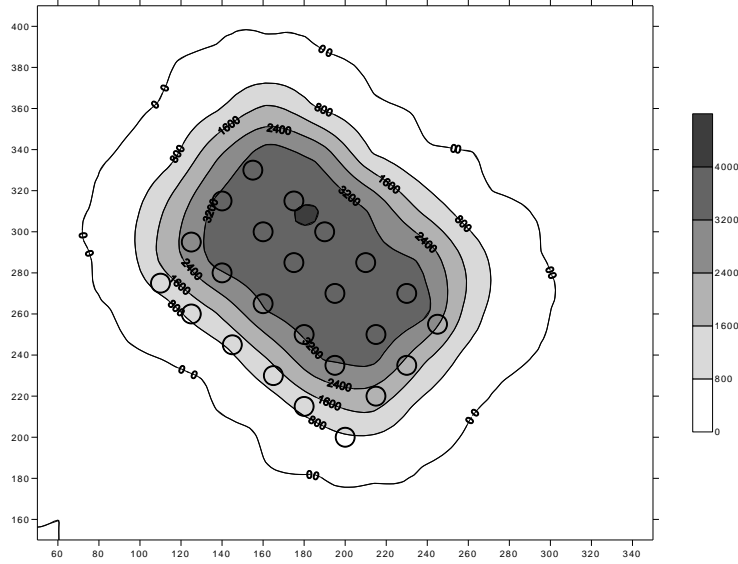
4.2.2. Özsu İşletmesine ait simülasyon sonuçları

Özsu işletmesine ait simülasyonlar her mevsimi karakterize edecek şekilde dört aya ait veriler kullanılarak yapılmıştır.



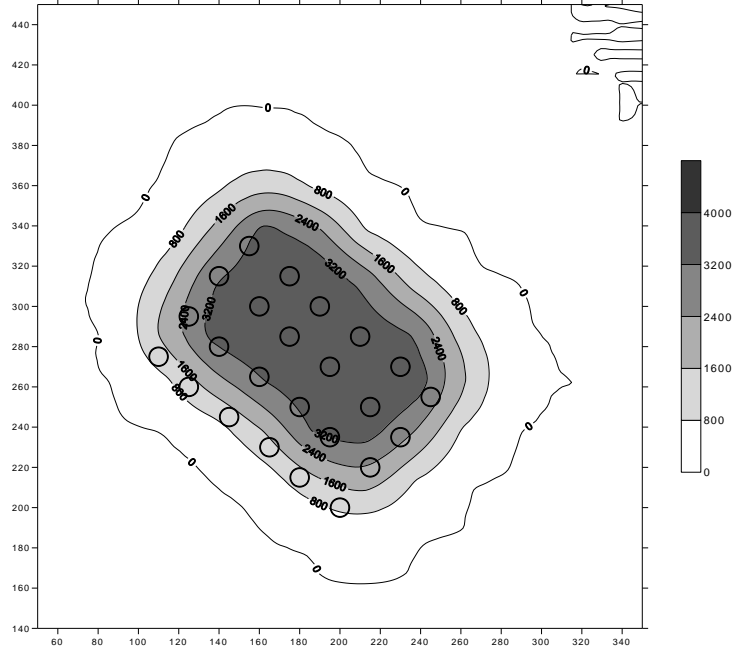
Şekil 4-10. Özsu; Aralık 2007

Y.M: 235 kg/kafes/gün; R.D: -4,2; R.K: -3,4; R.H: 5,4; R.Y: -128,6



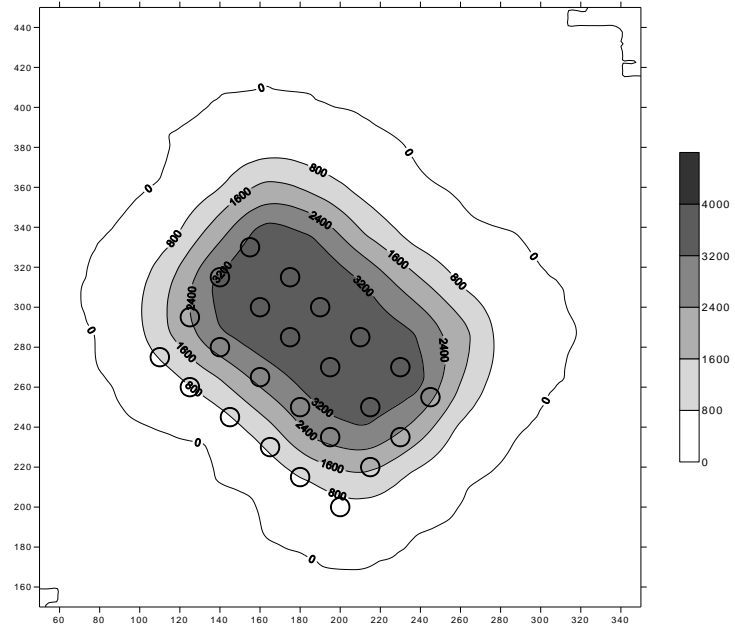
Şekil 4-11. Özsu; Nisan 2008

Y.M: 235 kg/kafes/gün; R.D: -1,2; R.K: -2,4; R.H: 2,7; R.Y: -154,6



Şekil 4-12. Özsu; Temmuz 2008

Y.M: 235 kg/kafes/gün; R.D: 0,0; R.K: -2,4; R.H: 2,4; R.Y: -179,4



Şekil 4-13. Özsu; Ekim 2007

Y.M: 235 kg/kafes/gün; R.D: -1,5; R.K: -3,6; R.H: 3,9; R.Y: -156,9

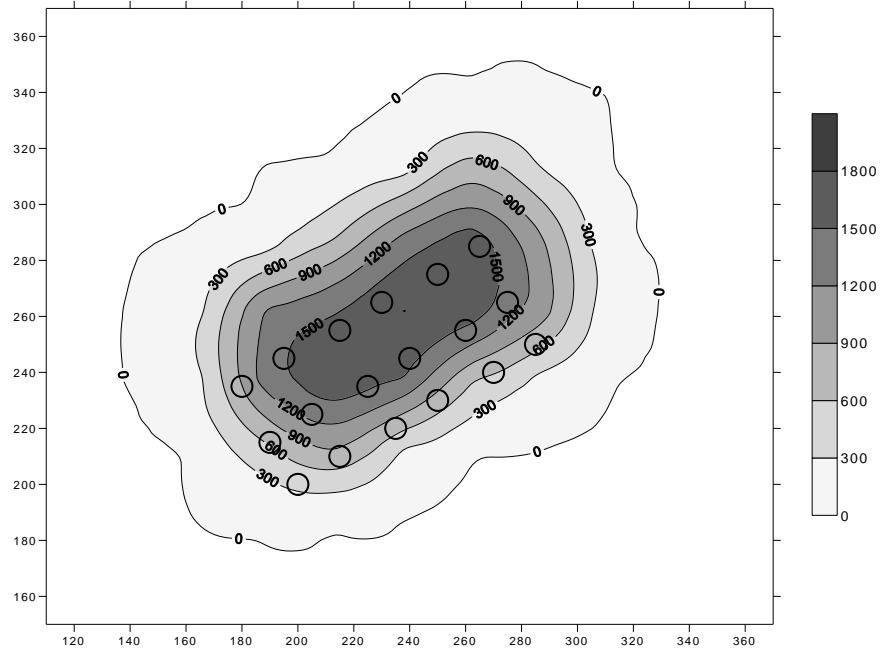
Aralık 2007 ve nisan 2008 dönemindeki simülasyonlarda, organik birikim yönünün kuzey-batı doğrultusunda olduğu gözlenmiştir. Organik madde birikim konturlarının sistemin oldukça dışına taşmış oldukları görülmektedir.

Temmuz ayına ilişkin simülasyonda maksimum organik birikim konturunun oldukça geniş bir alana yayıldığı görülmüştür (Şekil 4-12). Dağılım yönü diğer aylarinkilerle benzerlik göstermektedir. Diğer aylarda en yoğun organik yük çok dar bir alanda toplanırken temmuz ayına ait simülasyonda bunun çok daha geniş bir alana yayıldığı görülmüştür.

Ekim simülasyonunda organik dağılım oldukça geniş bir alanda yayılım göstermiştir (Şekil 4-13). Nisan ve temmuz aylarına göre organik dağılım konturları sistemin oldukça dışına çıkmıştır.

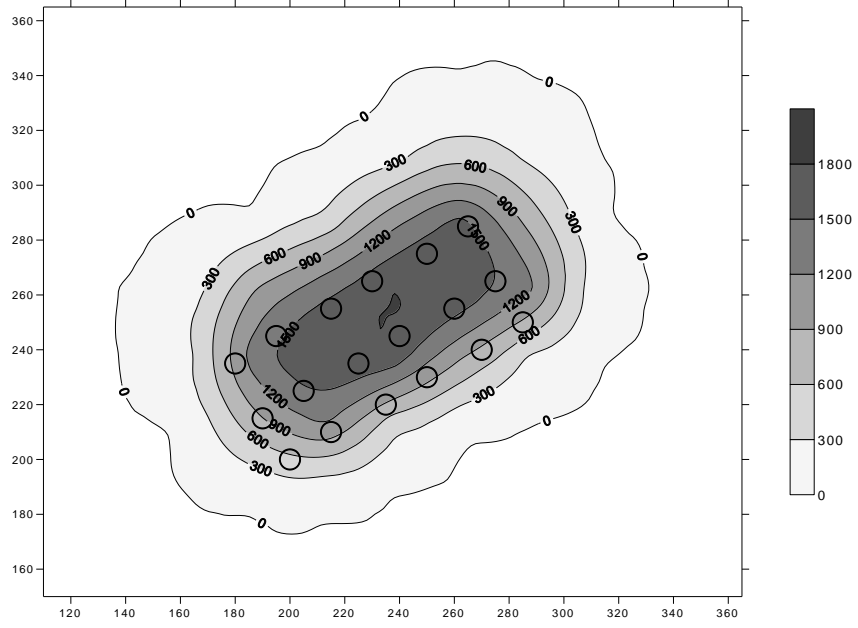
4.2.3. Yılmaz İşletmesine ait simülasyon sonuçları

Yılmaz işletmesine ait mevsimlere ilişkin simülasyonlar aşağıda sıralanmıştır.



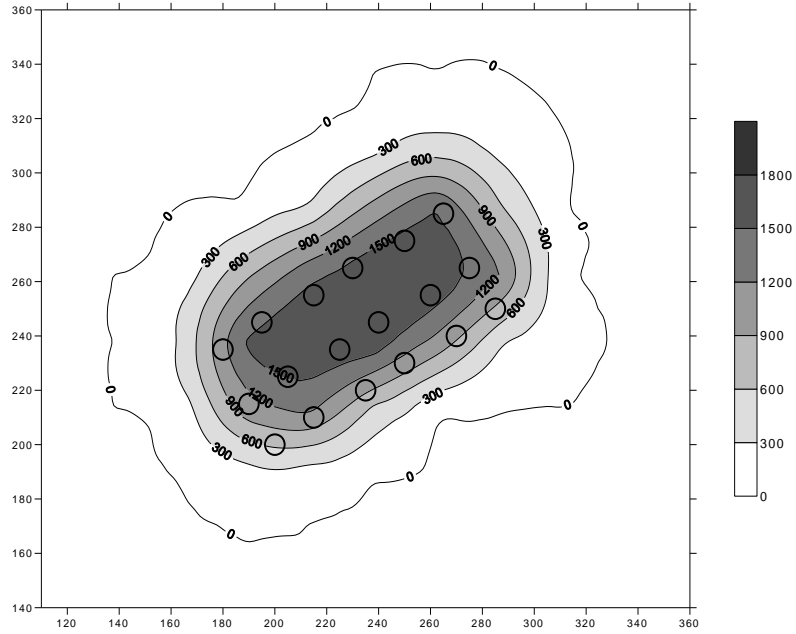
Şekil 4-14. Yılmaz; Aralık 2007

Y.M: 72 kg/kafes/gün; R.D: 0,5; R.K: -6,1; R.H: 6,2; R.Y: 175,4



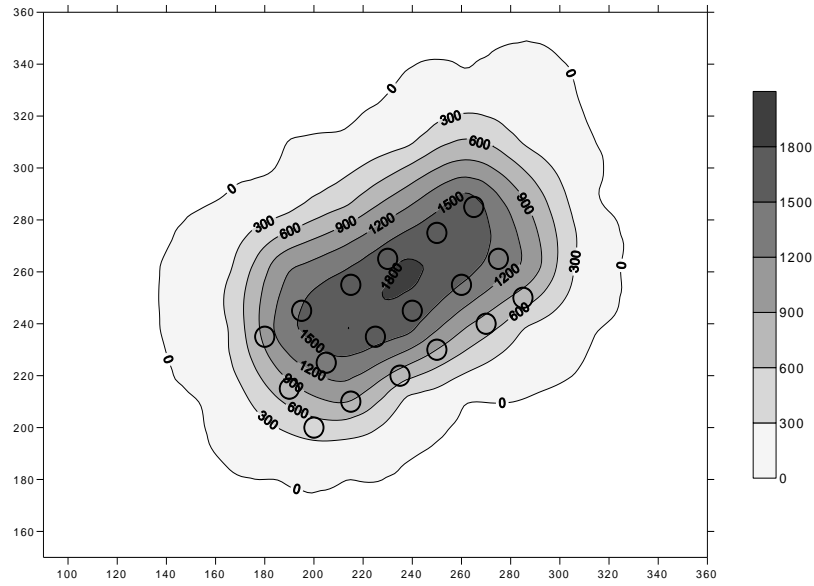
Şekil 4-15. Yılmaz; Nisan 2008

Y.M: 72 kg/kafes/gün; R.D: -0,9; R.K: -2,7; R.H: 2,9; R.Y: -161,4



Şekil 4-16. Yılmaz; Temmuz 2007

Y.M: 72 kg/kafes/gün; R.D: 0,4; R.K: -2,1; R.H: 2,2; R.Y: 169,8



Şekil 4-17. Yılmaz; Ekim 2007

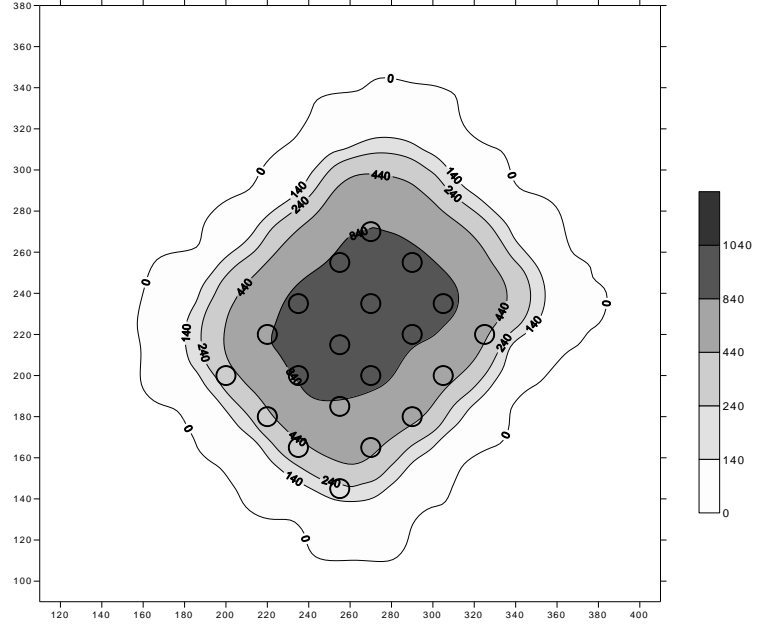
Y.M: 72 kg/kafes/gün; R.D: 1,4; R.K: -1,5; R.H: 2,1; R.Y: 137,1

Aralık ayı simülasyonunda organik birikimin kuzey doğrultusunda toplandığı ve geniş bir alanda dağılım gösterdiği görülmüştür (Şekil 4-14).

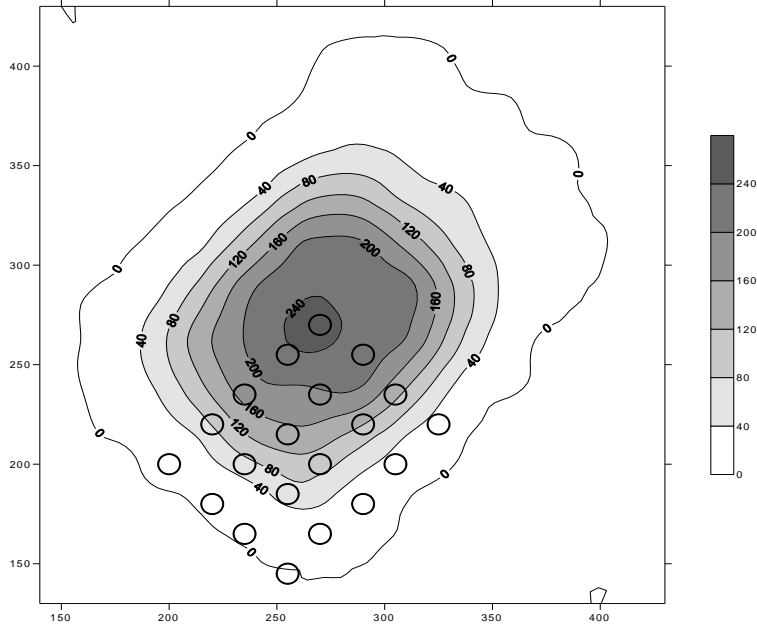
Simülasyonlar incelendiğinde, aralık ayında organik birikimin sistemin oldukça dışında oluştuğu ancak diğer aylarda neredeyse sistemin izdüşümünde oluştuğu görülmüştür. Bununla birlikte en yoğun birikimin olduğu konturlar incelendiğinde aralık ayı simülasyonlarında bu konturun kapladığı alan çok genişken diğer aylarda oldukça dar alanlıdır.

4.2.4. Akıntının organik madde birikimine etkileri

Farklı akıntı hızlarının organik madde birikimine olan etkilerinin incelendiği simülasyonlar aşağıda verilmiştir.



Şekil 10a. Ölçülen akıntı değerleri ile yapılan simülasyon



Şekil 10b. Akıntı değerlerinin artırılmasıyla elde edilen simülasyon

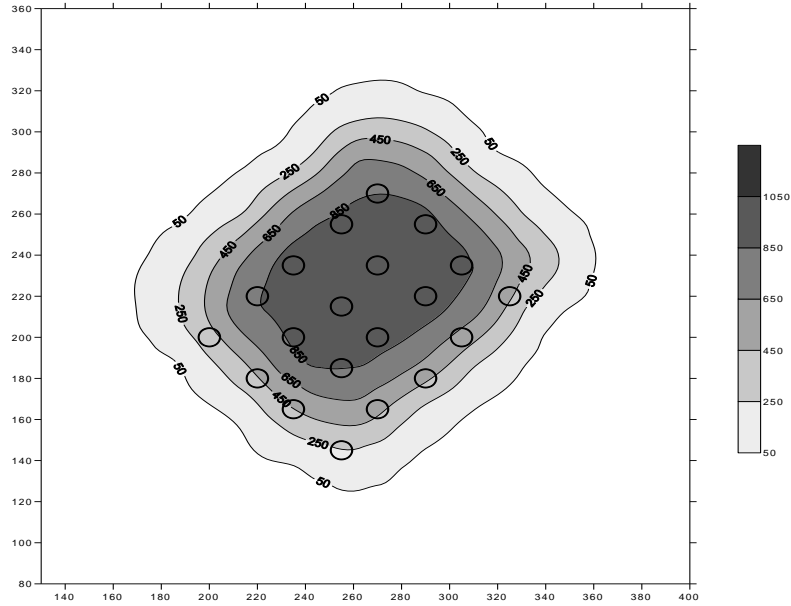
Poyraz işletmesine ait Şubat 2008 örneklemesinde elde edilen akıntı verilerinde ortalama akıntı hızının 2,7 cm/sn. olduğu ve yapılan simülasyonda ayak izinin, kuzey yönüne çok az kaymış olmasına rağmen yaklaşık olarak sistem merkezinin altında olduğu görülmektedir (Şekil 10a).

Aynı akıntı verileri kullanılarak akıntı yönü sabit tutulup ortalama akıntı hızı 3 kat artırıldığında (8,1 cm/sn) yapılan simülasyonda ayak izinin kafes sisteminin çok dışında olduğu görülmüştür (Şekil 10b).

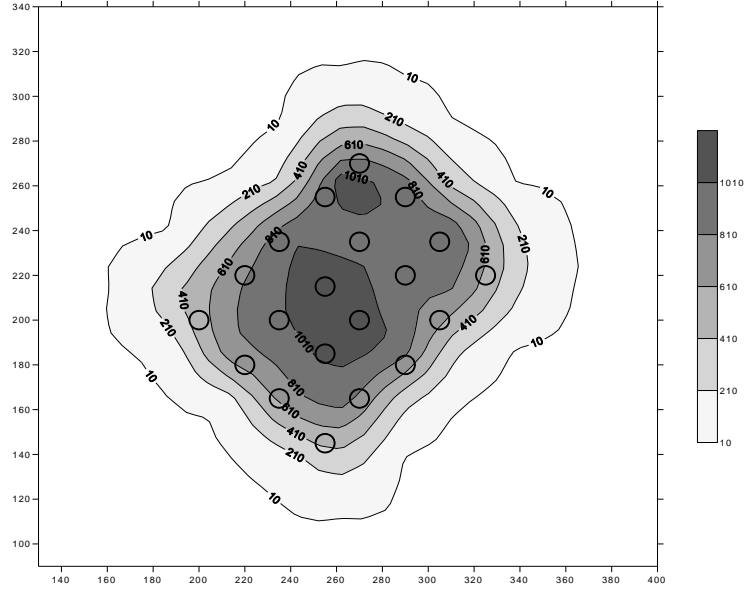
Ayrıca 2,7 cm/sn. akıntı hızı kullanılarak yapılan simülasyonda maksimum organik birikim konturunun kapladığı alanın oldukça dar olduğu görülmüştür (Şekil 10a).

4.2.5. Derinliğin organik madde birikimine etkileri

Akıntı hızı, akıntı yönü, toplam üretim kapasitesi ve yemleme oranları gibi diğer tüm değişkenlerin sabit tutularak sadece kafeslerin bulunduğu alanın derinliğinin değiştirilmesiyle elde edilen simülasyonlar aşağıda verilmektedir.



Şekil 11a. Sistemin bulunduğu gerçek derinlik (60 m.) simülasyonu

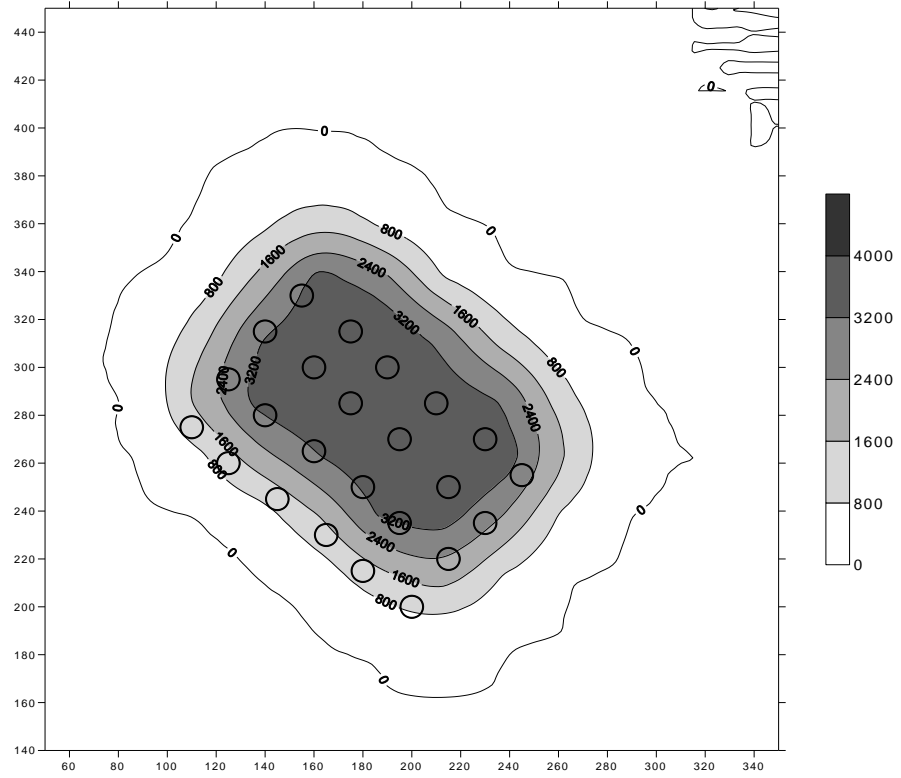


Şekil 11b. Derinliğin azaltılması (20m.) ile elde edilen simülasyon

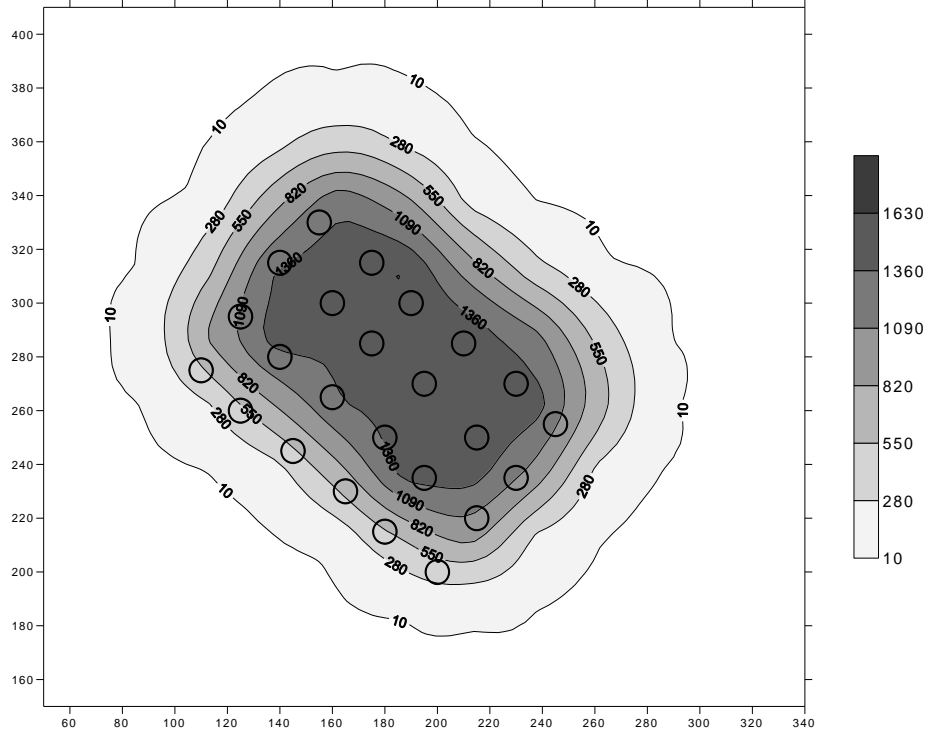
Poyraz işletmesinde ağ-kafes sisteminin bulunduğu alanın 60 metredeki gerçek derinliği baz alınarak yapılan simülasyon Şekil 11a'da verilmektedir. Tüm diğer parametrelerin sabit tutulduğu ve kafeslerin 20 metre derinliğindeki daha sığ bir alanda konuşlandırıldığı farzedildiği simülasyon Şekil 11b'de sunulmuştur. Görüntü analizi yazılımı ile elde edilen ölçümler, 20 metre derinlikte maksimum birikimin meydana geldiği merkez konturunun kapladığı alanın(iki kontur alanının toplamı) 2633 m² olduğunu buna karşın 60 metre derinlikte aynı konturun kapladığı alanın % 39,8 artarak 6602 m²'ye çıktığını göstermiştir.

4.2.6. Mevsimsel yemleme farkının organik madde birikimine etkileri

İşletmelerde yaz ve kış periyodlarına bağlı olarak farklı yemleme oranları uygulanmaktadır. Buna bağlı olarak simülasyonlarda ve organik yük miktarlarındaki değişiklikler aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 12a. Özsu; Temmuz 2008



Şekil 12b. Özsu; Ocak 2008

Temmuz ayında sisteme kafes başına günlük 255 kg. (tüm sisteme 2.233.800 kg/yıl) yem girilmiştir. Bu veri kullanılarak yapılan simülasyonun sağında görülen ölçekte en yüksek organik birikim miktarının 4000 g/m² olduğu görülmüştür (Şekil 12a).

Ocak ayında ise kafes başına 86 kg. (tüm sisteme 753.360 kg/yıl) yemleme yapılmıştır ve en yüksek organik birikim konturununun 1630 g/m² olduğu görülmüştür (Şekil 12b).

4.3. Sediment trap sonuçları

Poyraz İşletmesi'nde yemlemeye bağlı olarak deniz tabanına ulaşan organik madde miktarının tespitine yönelik olarak 2008 ve 2009'da gerçekleştirilen sediment trap çalışmalarından elde edilen sonuçlar Çizelge 5 ve 6'da verilmektedir.

Çizelge 5. 2008 ve 2009 yıllarında yapılan sediment trap çalışmalarından elde kuru ağırlık değerleri.

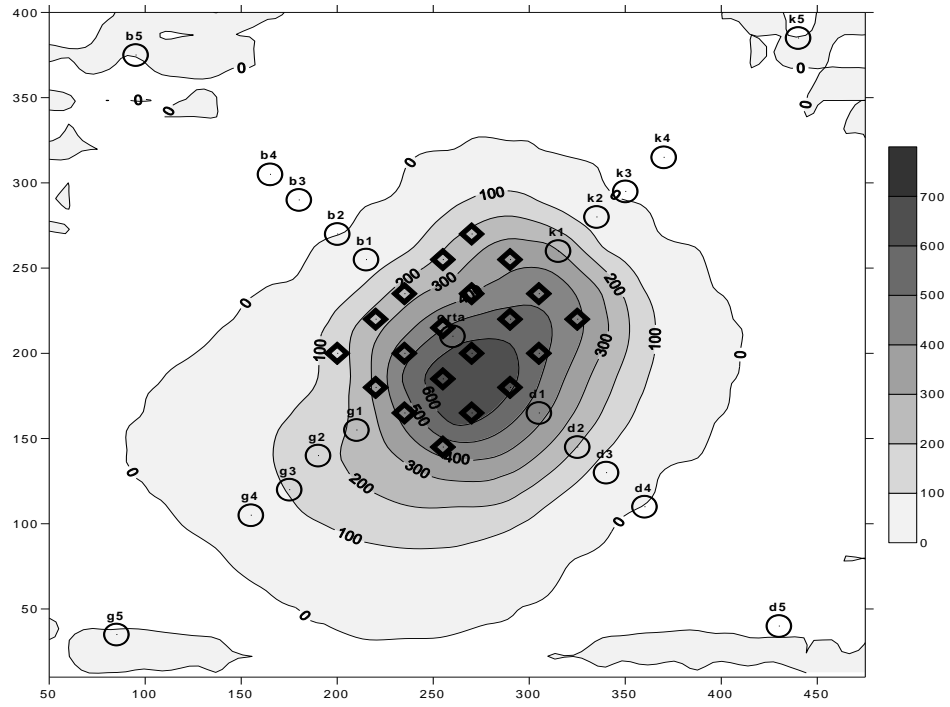
İstasyon no.	2008 Kuru Ağırlık (g/m ² /yıl)	2009 Kuru Ağırlık (g/m ² /yıl)
Orta	495,84	3319,4
K1	-17,16	879,1
K3*	-	2088,9
K4*	-	2285,1
D1	-31,7	1468,6
D2	47,12	3496,2
D3*	-	2750,2
D5*	-	1993,0
G1	181,8	849,7
G2	168,8	1315,5
G3*	-	1830,4
G4*	-	1312,8
G5*	-	2682,5
B1	264,86	8644,6
B2	62,74	2324,0
B3*	-	2756,7
B4*	-	1899,9
REF.	349	1665,1
Ortalama	133,9	2464,5

* 2008 yılında bulunmayan ancak 2009 yılında eklenen istasyon kodları

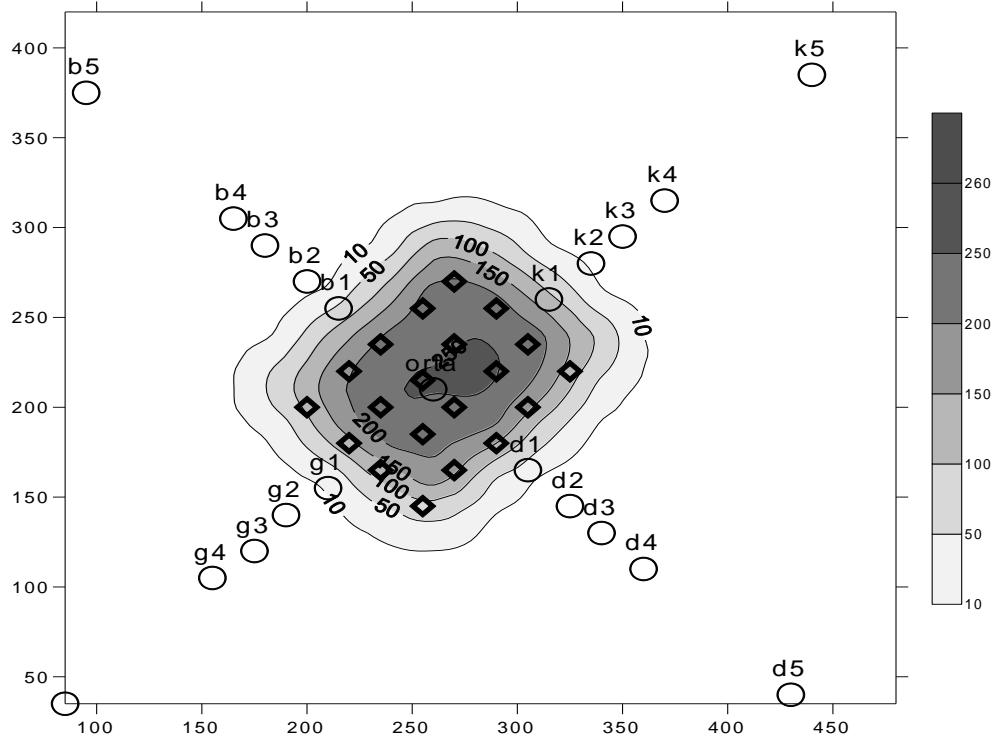
Sonuçlar öncelikle 2008 yılındaki organik madde birikiminin 2009'a göre daha az olduğunu göstermiştir (Çizelge 5). 2008 yılında elde edilen organik madde birikimi ortalama 133,9 g/m²/yıl iken 2009 yılındaki ortalama değer 2464,5 g/m²/yıl olarak bulunmuştur. Kafes altlarındaki istasyonlarda diğerlerine göre daha fazla tespit edilen organik madde miktarı ortalama 3319 g/m²/yıl ulaşmıştır.

4.4. Sediment trap sonuçları ile simülasyon çıktılarının karşılaştırılması

Organik madde birikimine ait modelleme sonuçları gerçek bulgular ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada traplerin yerleştirildiği istasyonların ve kafeslerin göreceli konumları ve simülasyon çıktıları Şekil13 ve Şekil 14'de verilmektedir.



Şekil 13. 2008 organik madde birikimi simülasyonu



Şekil 14. 2009 organik madde birikimi simülasyonu.

Çizelge 6. 2008 ve 2009 yılı sediment trap çalışmalarına ait reel (AFDW) ve simülasyon değerlerinin karşılaştırılması.

İstasyon no.	2008 Reel (AFDW) g/m ² /yıl	2008 simülasyon g/m ² /yıl	2009 Reel (AFDW) g/m ² /yıl	2009 simülasyon g/m ² /yıl
Orta	272,7	550	1825,7	168
K1	-9,4	305	483,5	93
K3*	-	-	1148,9	1
K4*	-	-	1256,8	0
D1	-17,4	430	807,7	132
D2	25,9	199	1922,9	61
D3*	-	-	1512,6	19
D5*	-	-	1096,2	0
G1	100	220	467,3	67
G2	92,8	172	723,5	53
G3*	-	-	1006,7	32
G4*	-	-	722,0	9
G5*	-	-	1475,4	0
B1	145,7	49	4754,6	15
B2	34,5	5	1278,2	1
B3*	-	-	1516,2	0
B4*	-	-	1044,9	0
Ortalama	80,6	241,2	1355,5	38,2

* 2008 yılında bulunmayan ancak 2009 yılında eklenen istasyon kodları

Ölçülen askıda katı yük miktarları, külsüz kuru ağırlık değerleri olarak alınmış ve simülasyon çıktılarından elde edilen değerler ile karşılıklı gelen istasyonlar kıyaslanmıştır (Çizelge 6). Tablodaki değerler incelendiğinde 2008 yılında elde edilen değerler modelleme sonuçlarından genelde daha düşük iken, 2009 yılında sediment traplerden elde edilen organik madde birikimi modelleme sonuçlarından çok daha fazla olmuştur. Sedimentasyonun en fazla olduğu merkez istasyonlardan (Orta) toplanan gerçek verilerle simülasyon sonuçları arasında bir örtüşme bulunmamaktadır.

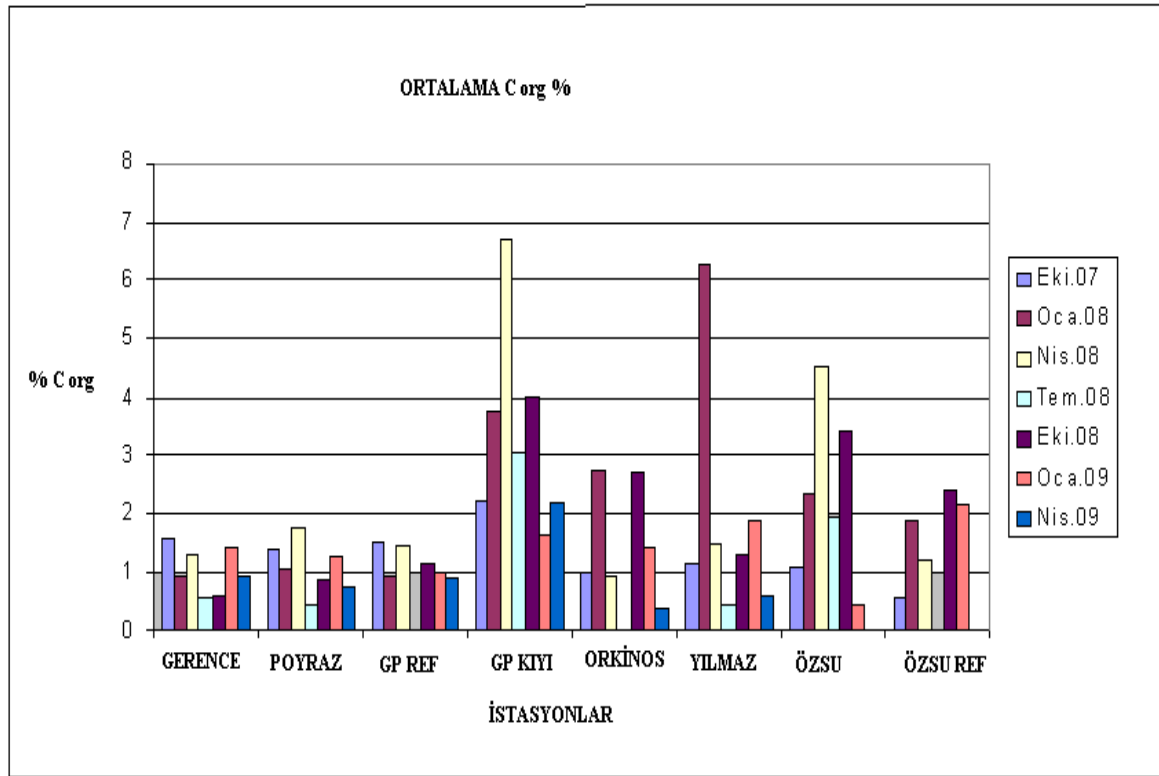
4.5. Toplam organik karbon (TOC) sonuçları

2007-2009 sürecinde alınan sediment örneklerinin organik karbon içerikleri istasyonlar bazında verilmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. İstasyon ve yıllar bazında ölçülen TOC değerleri.

	Gerence	Poyraz	GP ref.	GP kıyı	Orkinos	Yılmaz	Özsu	Özsu ref.
Ekim'07	1,6	1,4	1,6	2,3	0,96	1,2	1,1	0,6
Ocak'08	0,9	1,1	0,9	3,7	2,7	6,3	2,35	1,9
Nisan'08	1,3	1,75	1,5	6,7	0,9	1,5	4,6	1,2
Tem.'08	0,6	0,4	0	3,04	0	0,45	1,9	0
Ekim'08	0,64	0,8	1,2	4,05	2,65	1,35	3,4	2,4
Ocak'09	1,45	1,3	1	1,6	1,4	1,9	0,5	2,2
Nisan'09	0,9	0,7	0,85	2,25	0,35	0,6	0	0

Yapılan TOC analizlerinin yüzde olarak ortalamaları aşağıdaki grafikte verilmiştir.



Şekil 15. Ortalama organik karbon (%) değerleri grafiği

BÖLÜM 5**TARTIŞMA VE SONUÇ****5.1. Organik Madde Birikiminin Modellenmesi**

Son yıllarda, ağ-kafes işletmelerinin çevresel etkilerinin değerlendirilmesinde ve azaltılmasına yönelik prosedürler ve kanuni düzenlemeler geliştirilmesinde bilgisayar modellemesinin kullanılması yaygınlaşmıştır ve bu amaçla çeşitli modeller geliştirilmiştir (Gowen ve diğ., 1989; Gillibrand ve Turrell, 1997; Panchang ve diğ., 1997; Dudley ve diğ., 2000; Henderson ve diğ., 2001; Cromey ve diğ., 2002). Olası çevresel etkilerin gerçekçi bir şekilde değerlendirilebilmesi için modelleme yazılımlarında genellikle işletmenin kurulduğu alandaki lokal hidrografik şartlar, sucul ortama dışarıdan girilen partikül maddelerin (yemler ve dışkılar) su ortamında dağılımı (dispersiyon), çöken organik maddelerin su kolonunda tekrar asılı hale geçmeleri (resüpsansiyon), organik maddelerin bozunma süreçleri ve bentik faunal komunitelerdeki değişiklikler tanımlanmaya ve rakamsal olarak ifade edilmeye çalışılmaktadır.

Ağ kafes işletmelerinin çevreye verdiği etkilerin belirlenmesinde kullanılan tüm parametreler arasında belki de en önemlisi, çözülmüş azot, fosfor veya diğer benzeri parametrelerde olduğu üzere sudaki konsantrasyonu yemleme zamanıyla ilişkili olmayan ve akıntılarla veya dalga hareketleriyle kısa bir süre içerisinde seyrelmeyen, buna karşın, deniz tabanında devamlı biriken ve bu nedenle uzun süreli bir hafızaya sahip olan organik madde birikimidir. Söz konusu organik madde birikimi başta sediment olmak üzere su kolonundaki bir çok parametreyi ve bentik canlı kompozisyonunu ve dağılımını etkiler.

5.2. Simülasyonlar

Çalışma süresince incelenen işletmelere ait gerçek hidrografik parametrelerin ve üretim verilerinin kullanılmasıyla elde edilen simülasyonlar, farklı dönemlerde benzer organik madde birikimi ve dağılımıyla (ayak izi) sonuçlanmıştır. İşletmelere ait ayak izinin şeklini ve dağılımını etkileyen en önemli parametre akıntı iken, birikim miktarını belirleyen en önemli parametre yemleme miktarı olmuştur. Ayak izinin genellikle homojen bir yapı sergilemesi güçlü bir residüel akıntının tek bir yönde hakim olmamasına bağlanabilir. Ancak, residüel akıntının nispeten düşük olması ortamda güçlü akıntıların olmadığını göstermez ve bu nedenle yanlış değerlendirmelere neden olabilir. Bununla birlikte, her üç işletmede de, lokal hidrografik şartlara bağlı, hakim bir residüel akıntı yönü

mevcuttur ve işletmelerin ayak izlerinin residüel akıntı yönünde bir kayma göstermesini açıklamaktadır. Aylık ve mevsimsel olarak yapılan simülasyonlar incelendiğinde, Poyraz İşletmesi'nde yıl boyunca yapılan tüm simülasyonlarda organik madde dağılımının kuzey yönünde daha belirgin olması, hakim akıntının bu yönde sabit olmasından kaynaklanmaktadır. En yüksek organik birikim konturunun diğer aylara göre Eylül ve Ekim 2007'de çok dar bir alana sahip olması hakim akıntı hızının düşük olmasıyla açıklanabilir. Aynı şekilde diğer aylarda bu konturların daha geniş alanları kaplaması ve homojen dağılımı nispeten yüksek akıntı hızıyla ilişkilidir.

Yılmaz İşletmesi'nde tüm mevsimlerde ayak izini oluşturan konturların sistemin izdüşümünde yoğunlaşması, belirgin bir hakim akıntı yönünün oluşmamasından ve akıntı hızının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum modellemede çalışılan su sütununun vertikal iki tabakasındaki akıntıların vektörel bileşkelerinin eşit şiddette ve birbirine zıt yönde olmasıyla da açıklanabilir.

Özsu İşletmesi'nde her mevsim için yapılan simülasyonlarda dağılımın kuzey-batı yönünde yoğunlaşması hakim akıntı yönüyle ilişkilendirilebilir. Maksimum birikim konturunun tüm simülasyonlarda geniş bir alanı kapsamaması ve sistemin oldukça dışında olması residüel akıntı hızının yüksek olmasının sonucudur. Akıntı hızının gerçek değerleri kullanılarak yapılan simülasyonlarla akıntı hızının üç kat artırıldığı simülasyonlarda, dağılımın yeri ve kapladığı alan bakımından çok önemli farklılıklar bulunması organik madde birikimi ile akıntı hızının doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Yüksek akıntı hızı organik yükün dar bir alanda ve yüksek değerlerde birikmesini engellemekte ve istenilen şekilde birim alana düşen organik yük miktarını azaltarak homojen dağılımı sağlamaktadır.

Bu sonuçlar, ağ kafes işletmelerinin kurulduğu bölgelerde, ortalama akıntı hızı, residüel akıntı hızı ve yönünün doğru bir şekilde ölçülmesi gereğini vurgulamaktadır. Hakim akıntı yönünün tespit edilebilmesi için özellikle akıntı yönünün dönemsel olarak değişebileceği mevsim geçişleri dışında ölçümler yapılmalıdır. Hakim akıntı yönünün belirlenmesi için en uygun dönem Batı Ege kıyıları ve özellikle Gerence Körfezi için Temmuz-Ağustos ayları olabilir.

Bu sürece periyodik fırtınaların ve mevsim geçişlerinde (özellikle ekim-kasım ve mart-nisan) oluşan fırtınaların dahil edilmesi gerekebilir çünkü bu dönemlerde, kısa-sürelilikle beraber akıntı yön ve şiddetinde önemli değişiklikler görülebilir. Akıntı yönü ve şiddetinde ortaya çıkabilecek bu değişimler özellikle deniz tabanında birikmiş organik maddelerin su kolonuna yükselerek periyodik

resüspansiyonuna yol açabilir. Ancak, şiddetli fırtınalarda akıntı ölçümlerindeki güçlükler bu ekstrem şartların göz önüne alınmasını sağlayacak verilerin toplanmasına bir engel teşkil etmektedir. Tabanda biriken organik maddelerin periyodik olarak güçlü akıntılarla dağılması, işletmelerin çevreye olan etkilerinin en aza indirilmesi bakımından son derece önemlidir. Dolayısıyla, ağ kafes işletmelerinin uygun şekilde yönetimi için uzun-süreli akıntı verileri gereklidir.

Bununla birlikte, sadece akıntı tek başına iyileştirici bir faktör değildir; bu çerçevede gerçekleştirilen simülasyonlarda, ağ kafes işletmelerinin derin bölgelere taşınmalarıyla ayak izinin genişlediği görülmüştür ve bu durum çevresel etkilerin azaltılması bakımından faydalıdır.

MERAMOD yazılımında organik madde birikiminin deniz tabanından yükselerek su kolonunda tekrar asılı kaldığı resüspansiyon kritik eşiği 9,5 cm/sn'dir (Cromey ve diğ., 2002). Bu proje kapsamında incelenen her 3 işletmede de özellikle tabana yakın akıntıların periyodik olarak 9,5 cm/sn ve üzerine çıktığı tespit edilmiştir ve bu nedenle dipte biriken organik maddelerin daha geniş alanlara dağıldığı düşünülebilir. Bununla birlikte, resüspansiyona neden olan akıntı hızına ilişkin değerlendirmeler ilgili literatürde farklılıklar göstermektedir. Örneğin, modellemede kullanılan resüspansiyon kritik eşiği Dudley ve diğ. (2000) tarafından 33-66 cm/sn olarak bildirilmiştir. Buna karşın, Doglioli ve diğ. (2004) yaptıkları simülasyonlarda 30 m'den daha derin sular için 4 cm/sn'den az akıntı kullanmışlar ve bu nedenle simülasyonlarında derin sularda akıntıya bağlı meydana gelebilecek resüspansiyonu göz ardı etmişlerdir. Akıntı hızıyla ilgili farklı araştırmalardaki değişik sonuçlar organik maddelerin birikimine yönelik kesin değerlendirmeler yapılmasına engel olabilir. Özellikle zemin yapısının da etkin bir rol oynayacağı göz önüne alındığında, her bir işletmenin kurulduğu bölgede, lokal olarak resüspansiyonun hangi akıntı hızlarında meydana geldiğinin kesin olarak belirlenmesi için akıntı ölçümüyle beraber su altı görüntü cihazlarının kullanılması, bilgisayar simülasyonlarının gerçeğe daha yakın sonuçlar vermesi bakımından önemlidir.

5.3. Sediment traplar

Kasım 2009'da Gerence Körfezi'ndeki Poyraz İşletmesi'nde gerçekleştirilen sediment trap çalışması, sedimentasyon oranının ortalama 0,05-58,85 g/m²/gün (18,25-21.480,51 g/m²/yıl; kuru ağırlık) olarak gerçekleştiğini göstermiştir ve 2008 yılında yapılan sediment trap çalışmasında elde edilen değerlerden daha yüksektir (2008 yılı toplam organik madde birikimi ortalama 133,9 g/m²/yıl, 2009 yılı toplam organik madde birikimi

ortalama 2464,5 g/m²/yıl). Sonuçlar beklenildiği üzere, işletmenin merkezinden uzaklaştıkça sedimentasyon oranının azaldığını göstermiştir. Her iki çalışmada elde edilen ortalama sedimentasyon oranları literatürde bildirilen 0,366-127 g/m²/gün aralığındadır (Kalantzi ve Karakassis, 2006; Kutti ve diğ., 2007). Sedimentasyon oranları doğrudan yemleme ile ilişkili olduğu için ağ kafes işletmelerinin yönetiminde kullanılabilecek önemli bir parametre olabilir.

5.4. Simülasyon Tahminlerinin karşılaştırılması

Bu çalışmada sediment trap'lerden elde edilen organik madde birikimi ile simülasyonlar sonucu elde edilen birikim oranları kabul edilebilir şekilde örtüşmemiştir. Simülasyonlar sonucu elde edilen değerler 2008 yılında Poyraz İşletmesi'nde ölçülen değerlerden fazla çıkarken, 2009 yılındaki birikim, tam tersine, simülasyon değerlerinden yüksek çıkmıştır. Başka çalışmalarda da benzer sonuçlar ortaya çıkmıştır ve bunların olası nedenleri üzerinde çeşitli değerlendirmeler yapılmıştır (Chamberlain ve Stucchi, 2007; Weise ve diğ., 2008).

Simülasyon sonuçlarının ve ölçülen değerlerin farklılığı konusundaki en geçerli argümanlardan bir tanesi, ağ kafeslerin buldukları alanlarda yaşayan doğal balık popülasyonlarının beslenme aktivitesidir. Yapılan yemlemeye bağlı olarak ağ kafes işletmelerin etrafında bir çok tür balığın yoğun popülasyonlar oluşturduğu bilinmektedir. Kafeslerin etrafındaki doğal balık popülasyonları dışkı ve yem parçacıklarını tüketerek bunların daha geniş bir alana yayılmalarını sağlar. Örneğin, doğal balık popülasyonlarının yemleme kaynaklı partiküle organik maddelerin %80'nini dibe ulaşmadan tükettikleri gösterilmiştir (Vita ve diğ., 2006). Doğal balık popülasyonlarının yemleme kaynaklı partiküle organik maddelerin %80'nini dibe ulaşmadan tükettikleri gösterilmiştir (Vita ve diğ., 2006) ve 2008 yılında ölçülen düşük değerleri açıklayan bir faktör olabilir. Poyraz İşletmesi'nde başta kupez ve izmarit olmak üzere farklı bir çok türde doğal balık popülasyonları bulunmaktadır ve 2009 yılı trap çalışmasında kafeslerden en uzak noktada bulunan traplerdeki organik birikimi açıklayabilir. Bununla birlikte, doğal balık popülasyonlarının tür kompozisyonu ve yaklaşık miktarının bilinmemesi ve sezonsal değişikliklerin görülmesi olası etkilerinin bilgisayar simülasyonlarında gerçekçi bir şekilde dikkate alınmasını etkileyen önemli bir faktördür. Ayrıca, 2008 ve 2009 yılında ölçülen organik madde birikim değerleri bu dönemlerde yapılan yemleme oranlarıyla karşılaştırıldığında, beklenildiği gibi sonuçlanmamıştır. 2008 yılındaki deneme sürecinde kullanılan yem miktarı 2009 yılında kullanılan yem miktarına göre yaklaşık 2 kat fazladır

(Poyraz İşletmesi; 2008 yılı yemlemesi 387.000 ton/yıl, 2009 yılı yemlemesi 184.000 ton/yıl) ancak organik birikim miktarları bu farkı sadece kafes altlarındaki istasyonda yansıtmıştır.

Yukarıda açıklananlara ek olarak, 2009 yılında ölçülen yüksek değerlerin sediment traplerin deniz tabanından yüksekliği ile ilgisi olabilir. 2008 yılında yapılan çalışmada trapler deniz tabanından 3 m yükseklikte, 2009 yılında ise deniz tabanından 1 m yükseklikte konumlandırılmışlardır. Çökmüş organik maddelerin dip akıntıları nedeniyle resüspansiyonu sonucu 2009 yılında tüm traplerin normalden çok daha fazla organik madde topladığı düşünülmektedir. Bu sonuçlar, modellemede öngörülen biyotik ve abiyotik faktörlerin gerçek şartlarda meydana gelebilecek ve kritik öneme sahip bir takım prosesleri ve senaryoları (zemin yapısı, resüspansiyonun meydana geldiği akıntı eşiği, mikrobiyolojik degradasyon, ağ değiştirme, vb) gerçekçi şekilde içermediğini göstermektedir. Yemlemenin en yoğun olduğu dönemlerde kısa-sürelili sediment trap çalışmaları bu tür olası etkileri en aza indirebilir ve istikrarlı sonuçlar alınmasına yardımcı olabilir. Bu nedenle, standart bir sediment trap modeli ve ölçüm metodunun geliştirilmesi gereklidir. Ancak standart sediment traplerin akıntının >10 cm/sn'den yüksek olduğu bölgelerde yavaş batan partiküller için verimli çalışmadığı ve hızlı batan partiküller için aşırı verimli çalıştığı bildirilmiştir (Gust ve Kozerski, 2000) ve sedimentasyon çalışmalarında göz önüne alınması gerekli bir diğer faktördür. Simülasyon sonucu elde edilen tahminlerle, birikime ait elde edilen gerçek fiziksel veya kimyasal verilerin örtüşmesi ve bu verilerin bentik faunal çeşitlilik ile ilişkilendirilmesi, ağ kafes işletmelerinin çevreyle uyumlu bir şekilde yönetilmesinde modellemenin yaygın kullanımını sağlayabilir.

5.5. Toplam Organik Karbon (TOC) değerleri

Sediment traplerde ve zeminde biriken organik maddenin TOC içeriği, bentik ekosistemin gelecekteki sağlığının bir göstergesi olarak kullanılır (Hyland ve diğ., 2005) ve bu nedenle çevresel etki değerlendirmelerinde, partiküle organik madde birikiminden çok organik karbon birikimi dikkate alındığı görülmektedir. Sediment traplerden elde edilen partiküle organik madde analizleri, işletmede gerçekleşen rutin yemleme ve buna bağlı diğer biyolojik proseslere bağlı olarak deniz tabanına 0,55-648,9 g/m²/yıl seviyesinde karbon yüklemesi olduğunu göstermiştir. Elde edilen bu değerlerin ortamın asimilasyon kapasitesini geçip geçmediğinin belirlenmesi son derece önemlidir ancak bu konuyla ilgili çalışma sayısı azdır ve belirlenmiş uluslar arası standartlar yoktur. Finland ve Watling (1994) 4 cm/s akıntı hızına sahip bir ortamda teorik maksimum aerobik oksidasyon kapasitesini 17 g C/m²/yıl olarak bildirmiştir. Organik karbonun birikiminin olası etkileriyle ilgili bir sınıflandırmada 36 g/m²/yıl'dan daha az karbon birikiminin çevre üzerinde etkisinin az olduğu, 36-365 g C/m²/yıl değerlerinde ise sediment komünitelerinin zenginleştiği kabul edilmektedir (Cromey ve diğ.,1998; Doglioli ve diğ., 2004). Aynı sınıflandırmada 548 g C/m²/yıl'dan daha fazla değerlerin ise ortam degradasyonuna neden olduğu kabul edilmektedir. Projede özellikle kafeslerin merkezine yakın istasyonlarda, üretim kapasitesi aynı kalsa bile, gelecekte bentik canlı çeşitliliği bakımından sorun oluşturabilecek karbon değerleri ölçülmüştür. Bununla birlikte, tüm işletmelerde ölçülen akıntı hızları 4 cm/s'den fazladır ve öne sürülen etkilerin gerçekleşmesini geciktirecek veya engelleyebilecek çevresel şartlar periyodik olarak ortaya çıkabilir. Örneğin, Findlay ve Watling (1997) bentik komünitelerinin karbon asimilasyon kapasitelerinin dip akıntılarıyla etkilendiğini göstermişlerdir. Benzer şekilde, Ege Denizi'nde (Yunanistan) yapılan bir çalışmada su hareketlerinin işletmeden kaynaklanan girdilerin dağılmasında etkili olduğunu ve buna bağlı olarak çevresel etkilerin istatistiksel olarak belirgin olmadığını bildirmişlerdir (Klaoudatos ve diğ., 2006). Gerek Gerence Körfezi'nde ve gerekse de Sığacık Körfezi'nde gerçekleştirilen akıntı ölçümlerinin, organik madde birikimini ve dolayısıyla organik karbon birikimini ve olası etkilerini yavaşlatıcı hızda olabileceğini göstermiştir. Özellikle Gerence Körfezi'nde Nisan-Haziran 2010 döneminde yapılan detaylı akıntı ölçümleri işletmelerin yakınında 60 cm/s ulaşan dip akıntıları olduğunu göstermiştir. Ölçülen bu değerler, kuşkusuz, bölgedeki işletmelerin çevresel etkilerini daha az belirgin kılan bir faktördür.

TOC'un traplerde birikim oranının ve buna bağlı olası etkilerinin aksine, sedimentteki TOC konsantrasyonu, işletmelerin kurulduğu bölgelerdeki ve referans istasyonlarındaki mevcut (anlık) durumun değerlendirilmesinde yaygın biçimde kullanılır. Hyland ve diğ. (2005) farklı coğrafik alanlardan elde edilen 1000'den fazla bentik örnekten oluşan büyük bir veri setini incelemiş ve 35 mg/g'dan yüksek TOC konsantrasyonlarının ortamı oksijensizlendirme etkisine bağlı olarak bentik komünite yapısını etkileyen başlıca faktör olduğunu bildirmiştir. Organik maddelerin biyolojik proseslere karşı dirençlerine bağlı olarak aksine görüşlerde mevcuttur. Örneğin, Macleod ve diğ.(2004), üretimin durmasını takiben kafeslerin altındaki organik madde miktarının değişmediğini ve sediment şartlarında gözlenen iyileşmenin daha çok sediment kimyası ve biyolojisiyle ilgili parametrelerin takibiyle anlaşıldığını bildirmiştir. Bu proje kapsamında, balık çiftliklerinde yapılan günlük yemlemeye bağlı olarak devamlı bir "organik yağmura" maruz kalan kafes çevresindeki deniz tabanından yapılan periyodik örneklemeler, işletmelerin hiç birinde, yıllık ortalama TOC konsantrasyonunun sedimentte 35 mg/g seviyesinin üzerine çıkmadığını göstermiştir. Sedimentteki ortalama TOC konsantrasyonları Gerence Körfezi'ndeki işletmelerde 10 mg/g seviyesini altında ölçülmüştür ve 10 mg/g'dan daha az TOC konsantrasyonlarında biyoçeşitlilik ile ilgili kesin öngörülerde bulunulmasının sağlıklı olmadığı bildirilmiştir (Kalantzi ve Karakassis, 2006). Sığacık Körfezi'ndeki Özsü İşletmesi'nde dönemsel olarak TOC seviyesi yükselmiş ve 45mg/g seviyesinde değerler ölçülmüştür. Bu işletmede sedimentteki TOC konsantrasyonunun diğerlerine göre yüksek olması yüksek üretim miktarı nedeniyle (diğer işletmelerin 4-5 katı) ve beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte, bu işletmede TOC değerleri dalgalanmalar göstermiş ve sonraki dönemlerde belirgin azalmalar tespit edilmiştir. İşletmelerde ve referans istasyonlarında gözlenen TOC dalgalanmaları su sıcaklığına bağlı olarak artan/azalan yemleme ve biyolojik aktivite ile ilgili olabilir ve sadece balık çiftliklerinin zemininden elde edilen bulgular için geçerli değildir. Kıyıda referans istasyonunda (GPK) ölçülen TOC değerleri Gerence ve Poyraz işletmelerinde ölçülen değerlerden fazladır ve kıyısal bölgede bir organik zenginleşme belirtisidir. Kıyısal bölgede özellikle seçilen bu istasyon, oldukça büyük bir yazlık sitenin arıtma deşarjı yakınındadır. Bu nedenlerle, mevcut durumu itibariyle ve tüm istasyonlardaki uzun-sürelili TOC değerleri dikkate alındığında, ağ kafeslerin altındaki deniz tabanında yoğun bir kirlilikten söz edilemez ancak bir organik zenginleşme söz konusudur. Bununla birlikte, işletmelerin daha derin sulardaki yeni konumlarında sadece 3 yıldır üretim yaptıkları göz önüne alınırsa, sedimentteki TOC'un yakın bir gelecekteki birikim oranları ve potansiyel etkileri üzerinde öngörülerde

bulunulması için erkendir. Söz konusu zenginleşme etkisi özellikle işletmelerin merkezinde daha belirgindir ve yaklaşık 50-100 m. çapında bir alanı kapsadığı görülmektedir. Benzer şekilde diğer bir çok çalışmada da ağ kafes kaynaklı kirleticilerin etkilediği alanın lokal (50-100 m.) olduğu (Gowen and Bradbury, 1987; Pearson ve Black, 2000; Molina Domínguez ve diğ., 2001) ve merkezden en fazla 250 m. uzaklıkta biyotik ve abiyotik etkilerinin tespit edilebildiği bildirilmiştir (Brown ve diğ., 1987; Lumb, 1989; Weston, 1990; Johnsen ve diğ., 1993; Johannessen ve diğ., 1994; Findlay ve Watling, 1995; Henderson ve Ross, 1995; Karakassis ve diğ., 2000; McGhie ve diğ., 2000; Chou ve diğ., 2002). Yapılacak değerlendirmelerin sadece organik madde birikiminin dağılımına yönelik parametrelerin toplanmasıyla sınırlı kalması sakıncalıdır. Bu nedenle, lokal şartların etkileri incelenerek işletmelere ait ayak izinin büyüklüğüne ve organik maddelerin özellikle bakteriler, poliketler, bivalvler, ekinodermiler ve krustaceler dahil olmak üzere diğer canlılar tarafından ne ölçülerde tüketildiğinin hesaplanması kirlilik bakımından daha kesin değerlendirmelerin yapılması bakımından son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Brown J.R., Gowen R.J. ve McLusky D.M., 1987. The effects of salmon farming on the benthos of a Scottish sea loch. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 109: 39-51.
- Chamberlain J. ve Stucchi D., 2007. Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. *Aquaculture*, 272: 296-311.
- Chou C.L., Haya K., Paon L.A., Burr ridge L. ve Moffatt J.D., 2002. Aquaculture-related trace metals in sediments and lobsters and relevance to environmental monitoring program ratings fro near field effects. *Marine Pollution Bulletin*, 44: 1259-1268.
- Cooper L.W., Lalande C., Levy P.R., Larsen I. L. ve Grebmeir, J. M., 2009. Seasonal and decadal shifts in particulate organic matter processing and sedimentation in the Bering Strait Shelf region. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 56 (17): 1316-1325.
- Cromey C., Black K., Edwards A. ve Jack I., 1998. Modeling the deposition and biological effects of organic carbon from marine sewage discharges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 47: 295-308.
- Cromey C., Nickell T., Black K., Provost P. ve Griffiths C., 2002. Validation of a fish farm waste resuspension model by use of particulate tracer discharged from a point source in a coastal environment. *Estuaries*, 25 (5): 916-929.
- Doglioli A.M., Magaldi M.G., Vezzuli L. ve Tucci S., 2004. Development of a numerical model to study the dispersion of wastes coming from a marine fish farm in the Ligurian Sea (Western Mediterranean). *Aquaculture*, 231: 215-235.
- Dudley R., Panchang V. ve Newell C., 2000. application of a comprehensive modeling strategy for the management of net-pen aquaculture waste transport. *Aquaculture*, 187: 319-349.

- Ferreira J.G., Hawkins A.J.S. ve Bricker S.B., 2007. Management of productivity, environmental effects and profitability of shellfish aquaculture - the Farm Aquaculture Resource Management (FARM) model. *Aquaculture*, 264: 160-174.
- Findlay R. ve Watling L., 1994. Toward a process level model to predict the effects of salmon net-pen aquaculture on the benthos. In: Hargrave, B. (ed.), Modeling Benthic Impacts of Organic Enrichment from Marine Aquaculture. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1949: xi + 125 p.
- Gillibrand P. ve Turrell W., 1997. The use of simple models in the regulation of the impact of fish farms on water quality in Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 159: 33-46.
- Gowen R. ve Bradbury N.B., 1987. The ecological impact of salmonid farming in coastal waters: a review. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 25: 563-575.
- Gowen R., Bradbury N. ve Brown J., 1989. The use of simple models in assessing two of the interactions between fish farming and marine environment. In: DePauw, N., Jaspers, E., Ackefors, H., Wilkins, N. (Eds.), *Aquaculture- A Biotechnology in Progress*, European Aquaculture Society, Belgium, pp:1071-1080.
- Gust G. ve Kozerski H.P., 2000. In situ sinking-particle flux from collection rates of cylindrical traps. *Marine Ecology Progress Series*, 208: 93-106.
- Hyland J., Balthis L., Karakassis I., Magni P., Petroc A., Shine J., Vestergaard O. ve Warwick R.M., 2005. Organic carbon content of sediments as an indicator of stress in the marine benthos. *Marine Ecology Progress Series*, 295: 91-103.
- Henderson A.R. ve Ross D.J., 1995. Use of macrobenthic infaunal communities in the monitoring and control of the impact of marine cage farming. *Aquatic Resources*, 26: 659-678.

- Henderson A., Gamito S., Karakassis I., Pederson P. ve Smaal A., 2000. Use of hydrodynamic and benthic models for managing environmental impacts of marine aquaculture. *Journal of Applied Ichthyology*, 17: 163-172.
- Islam M.S., 2005. Nitrogen and phosphorus budget in coastal and marine cage aquaculture and impacts of effluent loading on ecosystem: review and analysis towards model development. *Marine Pollution Bulletin* 50: 48-61.
- Johannessen P.J., Botnen H.B. ve Tvedten O.F., 1994. Macrobenthos: before, during and after a fish farm. *Aquac. Fish. Manage.* 25: 55-66.
- Johnsen R.I., Grahl-Nielsen O. ve Lunestad B.T., 1993. Environmental distribution of organic waste from a marine fish farm. *Aquaculture*, 118: 229-244.
- Kalantzi I. ve Karakassis I., 2006. Benthic impacts of fish farming: Meta-analysis of community and geochemical data. *Marine Pollution Bulletin*, 52: 484-493.
- Kasilla J. ve Hussenot J., 2006. Heterogeneity of sediments and settling particles in aerated ponds. *Aquaculture Research*, 5: 449-465.
- Karakassis I., Tsapakis M., Hatziyanni E., Papadopoulou K.N. ve Plaiti W., 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. *ICES Journal of marine Science*, 57: 1462-1471.
- Klaoudatos S.D., Klaoudatos D.S., Smith J., Bogdanos, K. ve Papageorgiou E., 2006. Assessment of site specific benthic impact of floating cage farming in the eastern Hios Island, Eastern Aegean Sea, Greece. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 338: 96-111.
- Kriest I. ve Oschlies A., 2008. On the treatment of particulate organic matter sinking in large-scale models of marine biogeochemical cycles. *Biogeosciences*, 5 (1): 55-72.

- Kutti T., Ervik A. ve Hansen P.K., 2007. Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. I. Vertical export and dispersal processes. *Aquaculture*, 262: 367-381.
- Lumb C.M., 1989. Self-pollution by Scottish salmon farms? *Marine Pollution Bulletin*, 20: 375-379.
- Macleod C.K., Crawford C.M. ve Moltschaniwskyj N.A., 2004. Assessment of long term change in sediment condition after organic enrichment: defining recovery. *Marine Pollution Bulletin*, 49: 79-88.
- McGhie T.K., Crawford C.M., Mitchell I.M. ve O'Brien D., 2000. The degradation of fish-cage waste in sediments during fallowing, *Aquaculture*, 187: 351-366.
- Molina Domínguez L., Lopez Calero G., Vergara Martyn J.M. ve Robaina Robaina L., 2001. A comparative study of sediments under a marine cage farm at Gran Canaria Island Spain. Preliminary results. *Aquaculture*, 192: 225-231.
- Nickell T.D., Cromey C., Borja A. ve Black K.D., 2009. The benthic impacts of a large cod farm-Are there indicators for environmental sustainability? *Aquaculture*, 295: 226-237.
- Otosaka S., Tanaka T., Togawa O., Amano H., Karasev E.V., Minakawa M. ve Noriki S., 2008. Deep sea circulation of particulate organic carbon in the Japan Sea. *Journal of Oceanography*, 64 (6): 911-923.
- Panchang V., Cheng G. ve Newell C., 1997. Modeling hydrodynamics and aquaculture waste transport in Coastal Marine. *Estuaries*, 20: 14-41.
- Pearson T.H. ve Black K.D., 2000. The environmental impacts of marine fish cage culture. In: Black, K.D. (Ed.), Environmental Impacts of Aquaculture. *Sheffield Academic Press*, Sheffield, pp: 1-31.

- Sarà G., Scilipoti D., Mazzola A. ve Modica A., 2004. Effects of fish farming waste to sedimentary and particulate organic matter in a southern Mediterranean area (Gulf of Castellammare di Stabia): a multiple stable isotope study ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$). *Aquaculture*, 234: 199-213.
- Serpa D., Manuela F., Ferreira P., Vicente M. ve Carvalho S., 2007. Geochemical changes in white seabream (*Diplodus sargus*) earth ponds during a production cycle. *Aquaculture Research*, 15: 1619-1626.
- Tengberg A., Almroth E. ve Hall P., 2003. Resuspension and its effects on organic carbon recycling and nutrient exchange in coastal sediments: in situ measurements using new experimental technology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 285-286: 119-142.
- Vita R., Marin A., Madrid J.A., Jimenez-Bringuis B., Cesar A. ve Marin-Guirao L., 2004. Effects of wild fishes on waste exportation from a Mediterranean fish farm. *Marine Ecology Progress Series*, 277: 253-261.
- Yokoyama H., 2003. Environmental quality criteria for fish farms in Japan. *Aquaculture*, 226: 45-56.
- Weise A.M., Cromey C., Callier M.D., Archambault P., Chamberlain J. ve McKindsey C.W., 2009. Shellfish-DEPOMOD: Modelling the biodeposition from suspended shellfish aquaculture and assessing benthic effects. *Aquaculture*, 288: 239-253.
- Weston D.P., 1990. Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 61: 233-244.
- Wu R.S.S., Shin P.K.S., MacKay D.W., Mollowney M. ve Johnson D., 1999. Management of marine fish farming in the sub-tropical environment: a modelling approach. *Aquaculture*, 174: 279-298.

ÇİZELGELER	Sayfa No
Çizelge 1. İşletmelerin genel özellikleri	11
Çizelge 2. Poyraz İşletmesine ait aylık akıntı verileri.....	19
Çizelge 3. Gerence İşletmesine ait aylık akıntı verileri.....	19
Çizelge 4. Özsu İşletmesine ait aylık akıntı verileri.....	20
Çizelge 5. 2008 ve 2009 yıllarında yapılan sediment trap çalışmalarından elde kuru ağırlık değerleri.	37
Çizelge 6. 2008 ve 2009 yılı sediment trap çalışmalarına ait reel (AFDW) ve simülasyon değerlerinin karşılaştırılması.....	39
Çizelge 7. İstasyon ve yıllar bazında ölçülen TOC değerleri.	40

ŞEKİLLER

Sayfa No

Şekil 1. Gerence Körfezi'ne ait uydu görüntüleri.....	7
Şekil 2. Gerence Körfezi'ne ve çalışma sahasına ait uydu görüntüleri.....	8
Şekil 3. Demircili Koyu'na ve çalışma sahasına ait uydu görüntüsü	8
Şekil 4. Gerence Körfezi; Poyrazlar ve Yılmaz işletmelerine ait kafesler	9
Şekil 5. İstasyon konumlarının şematik gösterimi.....	10
Şekil 6a. Yılmaz ve Poyraz işletmelerine ait istasyon kodları ve yerleri	12
Şekil 6b. Özsu işletmesine ait istasyon kodları ve buldukları yerler.....	13
Şekil 7. Kullanılan sediment trapların genel görünüşü.....	17
Şekil 8. Trapların sualtındaki görüntüsü.....	18
Şekil 9. Trapların denizden alınması	18
Şekil 10a. Ölçülen akıntı değerleri ile yapılan simülasyon	32
Şekil 10b. Akıntı değerlerinin artırılmasıyla elde edilen simülasyon	32
Şekil 11a. Sistemin bulunduğu gerçek derinlik (60m.) simülasyonu	33
Şekil 11b. Derinliğin azaltılması (20m.) ile elde edilen simülasyon	34
Şekil 12a. Özsu; Temmuz 2008 simülasyonu	35
Şekil 12b. Özsu; Ocak 2008 simülasyonu	36
Şekil 13. 2008 organik madde birikimi simülasyonu	38
Şekil 14. 2009 organik madde birikimi simülasyonu	38
Şekil 15. Ortalama organik karbon (%) değerleri grafiği	40

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Ad Soyad : Ahmet SEPİL
Doğum Tarihi : 11.12.1982
Doğum Yeri : Bornova / İZMİR

EĞİTİM DURUMU:

Lisans : Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi (Temel Bilimler)
Yüksek Lisans : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Ürünleri Fak.
Bildiği yabancı diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ:

Bildiri ve yayınlar :

Su kalitesinin belirlenmesinde su kalitesi indeksi (lisans tezi)
15. Su Ürünleri Sempozyumu Rize (sözlü bildiri).
Larval Discus (Symphosodon aequifasciata) Yetiştiriciliğinde
Yeni Bir Sorun: Erken Dönemde Dactylogyrus spp.
İnfestasyonu.
Tokyo Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Üniversitesi (sözlü
bildiri).
Modelling the effects of net pens to the marine ecosystems.
Ağ- kafeslerin denizel ekosisteme olan etkilerinin belirlenmesi
Tübitak (mam) çalıştay.
2. Öğrenci ekoloji ve çevre kongresi (sözlü bildiri).
Dünya Üniversiteler Kongresi Çanakkale.

İLETİŞİM:

e-posta adresi: sepila82@hotmail.com