

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTİ FOULİNG BOYA İLE BOYANMIŞ VE
BOYANMAMIŞ BALIK AĞLARINDAKİ
FOULİNG TOPLULUKLARININ GELİŞİMİ
ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**

Yasemin ÖZTÜRK

Ekim, 2007
İZMİR

ANTİ FOULİNG BOYA İLE BOYANMIŞ VE BOYANMAMIŞ BALIK AĞLARINDAKİ FOULİNG TOPLULUKLARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Canlı Deniz Kaynakları Bölümü, Deniz Bilimleri Anabilim Dalı

Yasemin ÖZTÜRK

Ekim, 2007

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

Yasemin ÖZTÜRK, tarafından **Doç. Dr. Ferah KOÇAK YILMAZ** yönetiminde hazırlanan “**ANTİFOULİNG BOYA İLE BOYANMIŞ VE BOYANMAMIŞ BALIK AĞLARINDAKİ FOULİNG TOPLULUKLARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA**” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ferah KOÇAK YILMAZ

Danışman

Prof. Dr. Filiz KÜÇÜKSEZGİN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Melih Ertan ÇINAR

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Cahit HELVACI

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi boyunca bana yol gösteren ve çalışmalarımı yönlendiren, yardımlarıyla zor olanı kolay yapan Sayın Doç. Dr. Ferah KOÇAK YILMAZ' a göstermiş olduğu akademik ve manevi desteği için teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam sırasında olduğu kadar hayatımdaki bütün okul dönemlerimde yardımını istediğim her an beni kırmayan ve bu tez çalışmam sırasında görüntü analizlerini yapma aşamasında benden yardımlarını esirgemeyen sevgili ağabeyim Araş. Gör. Ali Uğur ÖZTÜRK' e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle hep en iyi tercihleri yapmamı sağlayan sevgili anneme ve babama teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında varlığını ve desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Ersoy ÇINARLI' ya sonsuz teşekkür ederim.

Yasemin ÖZTÜRK

ANTIFOULİNG BOYA İLE BOYANMIŞ VE BOYANMAMIŞ BALIK AĞLARINDAKİ FOULİNG TOPLULUKLARININ GELİŞİMİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

ÖZ

Yetiştiricilik faaliyetleri nedeniyle su kolonunda meydana gelen değişimlerle biyofouling olayının ağ kafeslerde oluşturduğu problemler sektörde önemli sıkıntılar yaratmaktadır. Bu çalışma, Aralık 2000 ve Mart 2002 dönemlerinde Engeceli Liman'ında (Karaburun-İzmir) balık yetiştiriciliği yapılan bir işletmede planlanmıştır. Çalışmada antifouling boya ile işlem görmüş ve görmemiş ağlar arasındaki fouling gelişimi 3, 6 ve 9 aylık dönemlerde araştırılmıştır. Baskın olan türler, mevcut grupların örtücülük indeksleri, her gruba ait birey sayıları ve biyokütle değerleri, toplam biyokütle miktarı ve ağ göz açıklıklarının kapalılık oranları (%) hesaplanmıştır.

Boyalı ağlarda baskın özellik gösteren ve yerleşimleri boyasız ağlara göre daha yoğun olan krustase grubunun birey sayısındaki artış tüm dönemlerde gözlenmiştir. Bu grup içinde *Elasmopus rapax* Costa, 1853 türü baskın özellik gösterir. Boyalı ve boyasız ağlarda toplam biyokütle miktarının değişiminde ağın bırakılış zamanının yanı sıra, denizel ortamda kalış süresi de önemlidir. Fouling organizmaların toplam biyokütlesi ve ağ göz açıklıklarının kapalılık oranları, bakır içerikli antifouling boya ile işlem görmüş ve görmemiş ağlar arasında değişimler gösterir. Boyasız ağlardaki biyokütle miktarı boyalı ağlara göre tüm dönemlerde daha yüksektir. Kapalılık oranları, Haziran ayında 6 ay ve Aralık ayında 9 ay süreyle denizel ortama bırakılmış boyasız ağlarda % 100 olarak belirlenmiştir. Boyalı ağlarda ise bu dönemlerde ağlardaki kapalılık oranları % 68 - % 74 arasında değişir.

Anahtar kelimeler:Antifouling, fouling organizma, balık çiftliği, ağ, Ege Denizi

A STUDY ON THE DEVELOPMENT OF FOULING COMMUNITIES ON THE FISH CAGE NETTING TREATED AND UNTREATED ANTIFOULING PAINT

Abstract

Problems caused by biofouling event on net-cages due to changes on water column peculiarities by fish farming activity create difficulties in the sector. This study was planned at an aquaculture facility in Engeceli Harbor (Karaburun-Izmir) during the period between December-2000 and March-2000.

In the study; fouling developments on the nets treated and untreated with antifouling paints were investigated for 3, 6, and 9 month periods. Dominant species, coverage index of present groups, individual numbers and biomass of each group, total biomass on net cages and closeness ratios of net gaps (%) were calculated.

High number of individual of Crustacea, which was the dominant group on the treated nets were observed in all periods. The species, *Elasmopus rapax*, was the most dominant species within this group showed more dominant characteristic in this group. The release time of the net into the sea as well as the remaining time of nets in marine environment were important for changes in biomass both on the treated and the untreated nets. Total biomass of fouling organism and closeness ratio of net gaps showed changes between treated and untreated nets.

The biomass on the untreated nets were higher than those on the treated nets for all periods. The nets closeness ratios were determined as %100 for untreated nets left in marine environment during 6 months for June and 9 months for December. During these periods, the net closeness ratios on treated nets varied between %68 - %74.

Key words: Antifouling, fouling organism, fish farming, net-cage, Aegean Sea

İÇİNDEKİLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	v

BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....1

1.1 GENEL BAKIŞ.....	1
1.2 Biofouling.....	3
1.3. Kolonizasyon Süreci.....	5
1.4 Yetiştiricilikte Fouling Olayına Bağlı Broblemler.....	7
1.5 Önlenmesi ve Kontrolü.....	8
1.6 Araştırma Konusu İle İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar.....	10

BÖLÜM İKİ-ARAÇ VE YÖNTEMLER.....12

2.1 Araştırmanın Sürdürüldüğü Balık Çiftliğinin Genel Özellikleri.....	12
2.2 Çalışma Alanı.....	13
2.3 Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Araştırılması.....	14
2.4 Faunal Datanın Analizi.....	14

BÖLÜM ÜÇ-BULGULAR.....18

3.1 Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Değerlendirilmesi.....	18
3.2 Faunal Datanın Değerlendirilmesi.....	20
3.2.1 Ağlar Üzerinde Belirlenen Gruplara Ait Birey Sayılarının Değerlendirilmesi.....	20
3.2.2 Ağlar Üzerinde Belirlenen Gruplara Ait Biyokütle Miktarlarının Değerlendirilmesi.....	24
3.2.3 Ağlar Üzerinde Belirlenen Grupların Örtücülük İndeks Değerleri.....	30

3.2.4 Ağların Kapalılık Oranları.....	32
BÖLÜM DÖRT-TARTIŞMA VE SONUÇ.....	34
KAYNAKLAR.....	37

BÖLÜM BİR

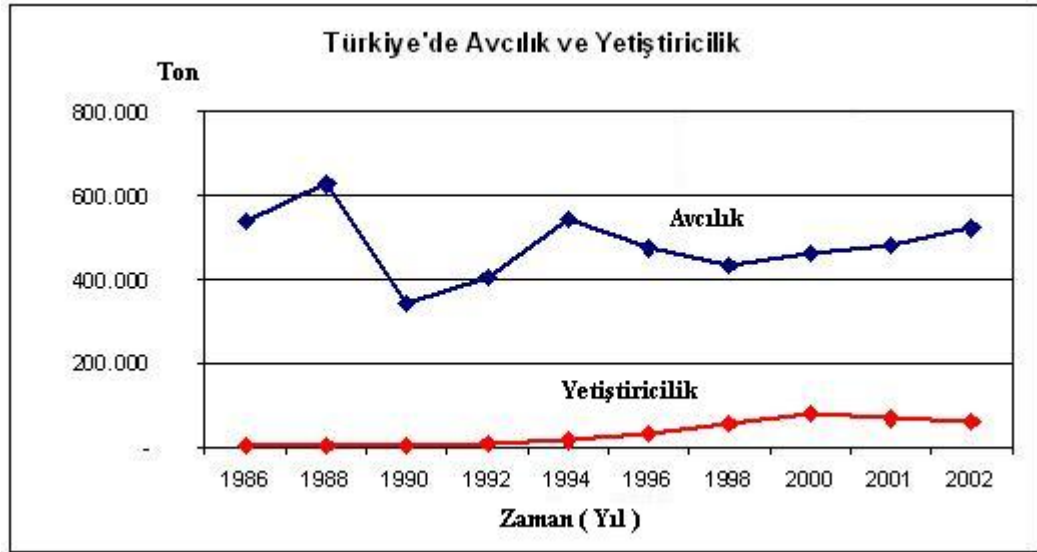
GİRİŞ

1.1 GENEL BAKIŞ

Yetiştiricilik geleneksel yöntemlerle doğal ortamdan elde edilen bazı sucul canlıların, mevcut üretimini arttırmak ve insanların faydasına sunabilmek için kontrollü koşullarda üretilmesidir (Nybakken, 1988). Dünyada bu sektörün çok hızlı büyümesi nedeniyle hassas kıyısız habitatların tahrip olması, sucul ortamdaki çeşitliliğin tehlikeye girmesi ve sektörece sağlanan sosyo-ekonomik girdiler göz önünde tutularak sürdürülebilir yetiştiriciliği hedefleyen çalışmaların yapılması gerekmektedir.

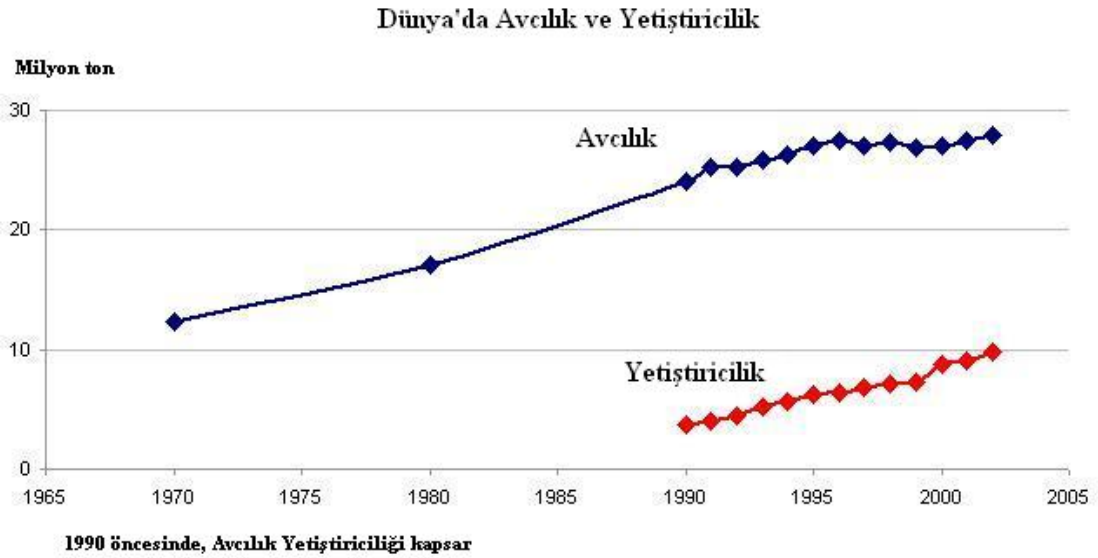
Ülkemiz doğal yapısı nedeni ile deniz ve iç sularında zengin bir su ürünleri potansiyeli barındırmaktadır. Üzerinde bulunduğu iklim kuşağı ve coğrafi yapısı su ürünleri açısından üretimin arttırılmasını olanaklı kılmaktadır.

Türkiye’de 1986 yılındaki değerler göz önüne alındığında avcılık ile başlayan balık üretiminin 600 bin tona yaklaştığı görülür. İlerleyen yıllarla birlikte artması beklenen balık üretimi 1990 yılında 400 bin tonun altına düşmüştür. 1994 yılında tekrar bir yükseliş gösteren üretim 600 bin tona yaklaşmıştır. 1994 yılından 2002 yılına kadar 400-500 bin ton dolaylarında kalmıştır. Yetiştiricilik sonucu üretilen miktar 1992 yılında 9 bin tona, 1994 yılında 15 bin tona yaklaşmıştır. 2000 yılında bu değer 80 bin tona yaklaşırken 2002 yılında 60 bin ton dolaylarına düşmüştür ve toplam üretimin % 10’nu kadardır (Şekil 1.1). Bu üretimin önemli bir kısmını sırasıyla levrek, çipura ve alabalık oluşturur.



Şekil 1.1 Yıllara göre Türkiye’de avcılık ve yetiştiricilikten elde edilen miktarlar (Akbulut, 2004).

Dünya’da avcılık ile elde edilen üretimin 1970 li yıllarda 10 milyon tonun üzerinde olduğu ve bu değerin 1980’li yıllarda 15 milyon tonun üzerine çıktığı FAO kayıtlarından anlaşılmaktadır (FAO, 2005). Dünya’da ilerleyen yıllarla birlikte avcılık ile sağlanan balık üretimi 1990’lı yıllarda 20 milyon tonun üzerine çıkmıştır. 1990 yılından 2005 yılına kadar balık üretimi 30 milyon tona ulaşmıştır. Yetiştiricilik ile elde edilen üretim ise yıllara bağlı olarak düzenli bir artış göstermiş ve 2000’li yıllardan sonra 10 milyon tona yaklaşmıştır. Bu da toplam üretimin yaklaşık olarak % 25’idir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Yıllara göre dünyadaki avcılık ve yetiştiricilikten elde edilen miktarlar (FAO, 2005)

Ülkemiz sahip olduğu denizel çevrede sadece avlanma faaliyetleri ile değil, aynı zamanda yetiştiricilik faaliyetleri ile de su ürünleri üretimi açısından önemli bir yere sahip olabilir. Yetiştiricilik faaliyetleri, açık denizlerde veya koylarda uygulanan ağ kafes sistemi ile geliştirilmektedir. Azalan besin kaynakları ve artan dünya nüfusu bu sektörün ilerlemesinde aktif rol oynarken, denizlerimizde kontrolsüz üretimden kaynaklanan kirlilik, yetiştiricilik faaliyetlerinde izlenmesi gereken önemli bir boyutu oluşturur.

Denizel çevrede oluşacak bu etkilerden biri ve en önemlisi olan, değişen su kalitesine bağlı olarak artış gösteren, komünitede fırsatçı organizmaların gelişimine izin veren fouling olayı kendi kendini kirlüten sistemin bir parçası olup bu sisteme de önemli zararlar vermektedir.

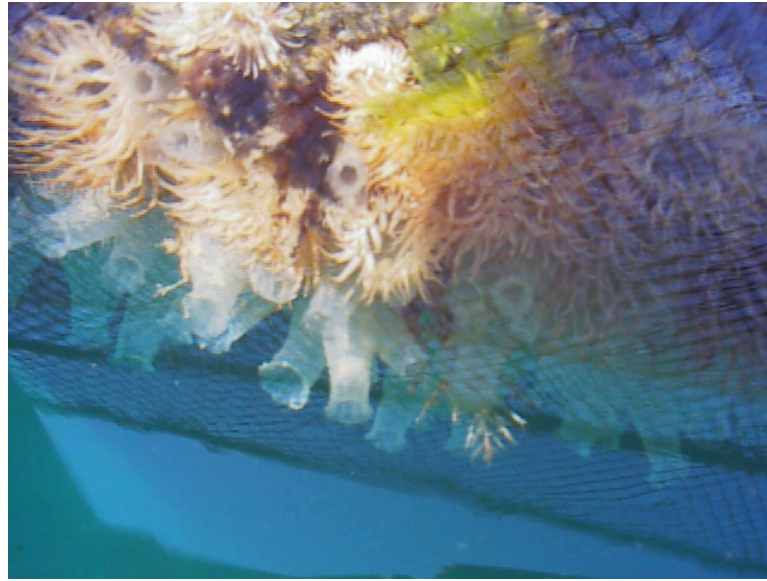
1.2 Biyofouling

Biyofouling olayı farklı yazarlar tarafından tanımlanmıştır. Bu tanımlamalar yazarlara bağlı olarak değişmekle birlikte genel olarak, biyofouling, belirli bir süre için su ile temas halinde olan yüzeye, bir organizmanın ya da organizmaların tutunmasıdır (Stanczak, 2004). Biyofouling tanımlamalarının, genelden özele doğru kısa bir derlemesi farklı yazarlar tarafından aşağıdaki şekillerde yapılmıştır.

-Farlex, 2007'ye göre; Biyofouling, organizmaların yaşama ve büyüme faaliyetleri sonucunda bir gemi gövdesi, mekanik ekipman gibi malzemelerin yüzeyinde yapmış olduğu tahribattır.

-Merriam-Webster Dictionary, 2007'ye göre; Biyofouling, sucul ortamda oluşturulan mühendislik amaçlı yapıların yüzeylerinde korozyona sebebiyet veren, hareketli kısımların etkinliğini indirgeyen bakteri ve protozoa gibi canlıların aşamalı olarak birikimi şeklinde tanımlanabilir.

-FAO 2007'ye göre; Biyofouling, gemi yüzeyi, sal, liman yapıları, ağ kafesler, balık ağları gibi su altı objelerine tutunan ve bu yapıların üzerinde büyüyen sucul organizmalar olarak tanımlanır (Şekil 1.3)



Şekil 1.3 Ağ kafeslerdeki fouling organizmalar

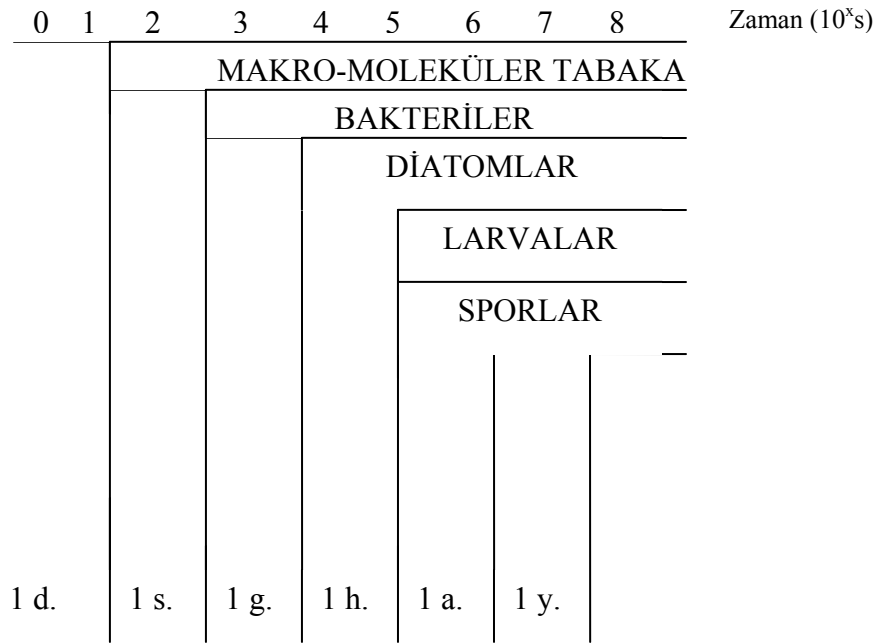
Bazı araştırmacılar fouling kommunitelerini doğal objelerden çok, yapay substratlar üzerinde yerleşen organizmalar olarak tanımlarlar. Diğer bir takım araştırmacılar ise fouling organizmaları, herhangi doğal (yaşayan ve yaşamayan) substratta yaşayan organizmaların gelişim evreleri olarak gösterirler. Nitekim Railkin (2004), biyofouling olayını, sualtında kalan yüzeyler üzerindeki denizel organizmaların kolonizasyonu olarak tanımlar.

1.3. Kolonizasyon Süreci

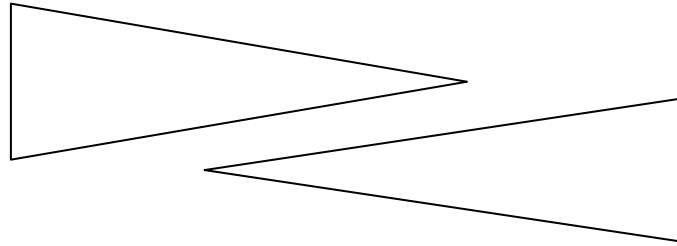
Sert yüzeylerdeki kolonizasyon olayı makromolekül ve iyonların yüzeye tutunması sonucunda biyokimyasal şartların oluşumu ile başlar. Bunu bakteriyal kolonizasyon, tek hücreli ve çok hücreli ökaryotların kolonizasyonu takip eder (Wahl, 1989). Bu kolonizasyon şeması, fiziksel ve biyolojik faktörlerin bu şemadaki rolü Şekil 1.4’de verilmiştir. Bakteri kolonizasyonu fiziksel ve biyolojik olaylar arasında şekillenir. Diatomlar yerleşmeye başladığında biyolojik faktörler fiziksel faktörlerden daha baskın durumdadır.

Sualtıdaki yüzeylere tutunmuş deniz bakterileri, diğer organizmaların büyümesi ve yüzeye tutunması için yüzey üzerinde uygun koşulları sağlayan maddeleri üretirler (Tosteson, 1988).

Birincil koloniler (bakteriler ve diatomlar) ile ikincil koloniler (makroalg sporları, mantarlar ve protoza) arasındaki süreç yaklaşık olarak bir haftadır. Makro foulingin ilk evresi genellikle koloni oluşturan ve hızlı büyüyen Hydrozoa, Bryozoa, Anthozoa ve Polychaeta gruplarını içerir. Bu süre 2-3 haftadan 1-2 yıla kadar devam edebilir. Makro foulingin ikinci evresini mollusk ve sünger gibi yavaş büyüyen omurgasızlar ve tunikatlar oluşturur (Railkin, 2004).



Fiziksel Süreçler



Biyolojik Süreçler

Şekil 1.4 Sert substratında gelişen kolonizasyon olayı (Railkin, 2004).

Başlangıç kolonizasyon süreci tesadüfi değildir. Bazen ortam koşulları (pH düzeyi, nemlilik ve besin tuzları gibi) açısından uygun şartlar oluşturulurken, bazen de organizmalar substrat koşullarını uygun hale getirir. Substratın yüzeyindeki bakteriyel film bryozoa larvalarının yerleşimini etkiler (Maki ve ark., 1988). Benzer kommuniteler, benzer substrat özellikleri ve abiyotik şartlar altında aynı bölgede, aynı gelişim evresinde gözlenebilir. Eğer bu koşullardan sadece biri farklı ise aynı bölgede farklı tür kompozisyonları ve bolluğuna sahip kommuniteler gözlenir (Railkin, 2004).

Yetiştiricilik yapılan kafeslerde gözlenen biyofouling olayı büyük ölçüde ağların göz açıklığına, suyun sıcaklığına ve alanın besin tuzları açısından zengin olup olmamasına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Daha dar göz açıklığına sahip kafeslerde (0,64-1,27 cm) biyofouling olayına bağlı olarak 7-14 gün içerisinde göz açıklıkları kapanırken, daha büyük göz açıklıklarına (2,54-3,81 cm) sahip ağlarda bu süre 1 - 2 aydır (Cheah ve Chua, 1983).

Substrattaki organizmaların yerleşimine birçok faktör etki eder. Bunlar içinde akıntılar önemli bir role sahiptir. Poliketlerden, *Hydroides elegans* (Haswell, 1883) ve bryozoanlardan *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758)'nın yerleşiminin en yoğun olduğu ortamlardaki akış hızı 2cm/sn dir. Cirripedia (*Balanus* spp.) için bu değer 4-21 cm/sn olarak belirlenmiştir (Qian ve ark., 2000).

1.4 Yetiştiricilikte Fouling Olayına Bağlı Problemler

Biyofouling olayının etkileri milattan önce 5. yüzyıl gibi erken antik çağlardan beri dünya genelinde görülmüş ve özel, ticari, askeri gemilerde bu olayın kontrolü ve çözümü için gerekli araştırmalar başlatılmıştır (WHOI, 1952).

Yetiştiricilikte biyofouling olayının yoğunluğu mevsime, coğrafik bölgeye ve lokal çevresel koşullara bağlı olarak değişmektedir (Yücel-Gier ve ark., 2007). Biyofouling sucul ortamdaki sistemler için büyük bir problem oluşturur (Hodson ve ark., 2000) ve malzemelerin, ekipmanların etkinliğini azaltır. Olayın fiziksel boyutunda, korozyon ve kırılabilirliğin artışına neden olarak sisteme zarar verir. Meydana gelecek bu zararlar nedeniyle yetiştiriciliği yapılan organizmaların kaybı mümkündür. Biyofouling ağ göz açıklığını kapayarak su değişimini engeller. Su değişiminin engellenmesi sonucu çözünmüş oksijenin azalması nedeniyle kültür balıkçılığı üzerinde olumsuz etkileri vardır. Sistemde hastalıkların artışına sebep olarak yetiştiriciliği yapılan bu türlerle besin için rekabete girebilir (Phillippi ve ark., 2001; Tan ve ark., 2002; Willemsen, 2006). Kafesler, ağlar ve suya batmış yapılar yanında yetiştiriciliği yapılan midye, istiridye gibi deniz canlılarının üzerinde de problemler oluşturur.

Ağ kafeslerde fouling organizmaların önlenmesi, doğru malzeme seçimi ve antifouling boya kullanımı ile sağlanmaktadır. Bazı boyaların toksik etkileri sebebiyle olayın çözümü karmaşıktır. Ağ kafesleri oluşturan çok tabakalı-ipliksi ağ malzemeleri biyofouling için en uygun substratı oluşturur. Yerleşen organizmaları koruyan mikro habitatları içerir. Lifli yüzeyler çok büyük bir yüzey alanına sahiptir ve yapısal olarak partiküllerin lifler arasında yakalanmasına izin verecek şekildedirler. Biyofouling olayını teşvik eden yenmemiş yemler, balık dışkıları gibi serbest kalan atıklar ortamın organik madde açısından zenginleşmesine neden olarak yetiştiricilik yapılan kafeslerin üzerinde biyofouling şiddetinin artmasını teşvik ederler (Ruokolahti, 1988; Huang, 2000). Algler, göz açıklıklarının kapandığı uzun süreli dönemlerde ağ kafesler üzerinde hızla büyümekte, bu da pahalı ve uzun süren temizleme tekniklerini gerektirmektedir (Dubost ve ark., 1996; Hodson ve ark., 1997; Huang, 2000).

Biyofouling aynı zamanda , sağlık ve emniyet sorunları da yaratabilir. Elle kullanılan ekipmanların ağırlığı ve kayganlığı artar. Ayrıca tropik bölgelerde ağ kafes üzerinde gelişen Cnidaria üyelerine ait organizmalarla temas, keskin yüzeylerin oluşumu olayın bir başka olumsuz yönünü oluşturur. (Hasse, 1974). Biyofouling gelişimi sonucu artış gösteren paraziter hastalıkların iyileştirilebilmesi için bazı zararlı kimyasalların kullanımı artar (Waddy ve ark., 2002).

1.5 Önlenmesi ve Kontrolü

Biyofouling olayı yetiştiricilik sistemlerinde, denizden soğutma suyu alan borularda, petrol platformlarında, gemilerin karinasında, ve insan eliyle farklı amaçlar için denizel ortama bırakılmış sistemlerde büyük zararlar vererek para ve iş kaybına neden olur. Örneğin gemilerde fouling olayının yarattığı problemleri önlemek için yılda yaklaşık 7.5 milyon dolar ek bir maliyete ihtiyaç duyulurken, bunun yanında % 40'lık yakıt artışı söz konusu olmaktadır (Townsin, 2003). Ticari ve özel gemilerin antifouling kaplamaları için dünyada toplam yıllık maliyet yaklaşık olarak 700 milyon dolardır (Shipyard Technology, Oct/Nov 2000). Denizden tatlı su elde eden ve deniz suyunun soğutma suyu olarak kullanıldığı sistemlerde fouling

organizmaların gelişiminin kontrolü için harcanan para yıllık 15 milyar dolardır (Champ, 2000). Yetiştiricilik yapılan sistemlerdeki biyofouling gelişiminin engellenmesi için yıllık ortalama olarak 100,000 euro harcanmaktadır (Champ, 2000).

Biyofouling nedeniyle oluşan zararların önlenmesi ve deniz ortamında kullanılan sistemlerde harcamaların indirgenmesi için, yapılacakların başında doğru yapısal malzemelerin seçilmesi ve fouling organizmalar ile ilişkili biyolojik bilginin kullanılması gerekmektedir. Örnek olarak midyeler (*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)) alüminyum-bronz malzeme üzerine yerleşmekten kaçınırlar. Bakır-nikel alaşımlı yüzeyler biyofouling ve korozyona karşı dayanıklıdır ve bu nedenle sıklıkla yüzey kaplamaları için kullanılırlar (Stanczak, 2004).

En ideal biyofouling kontrolü, yüzeyler üzerindeki biofilm oluşumu engelleyerek sağlanır. Farklı kimyasal maddeler kullanılarak biyofouling olayını kontrol etmek mümkündür. Klorun bu iş için etkin bir araç olarak kullanılması yanında, metal içeren (bakır, kalay, kadmiyum, çinko), denizel ortamda parçalanmayan, uygulaması zor ve pahalı olan (ozon, peroksit) yöntemler ve bileşiklerde kullanılır. Silikon bazlı antifouling yüzey koruyucuları, mekanik temizleme ile birlikte kullanılarak geliştirilmişlerdir (Hodson ve ark., 2000). Doğal antifouling içerikli diğer kaplamalar, ağlarda ve kabuklu kültürü için kullanılan malzemelerde uygulanır (De Nys ve ark., 2004).

Tribütylin (TBT), 1950 ve 1960 yıllarda biyofouling olayının engellemesi için oldukça yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Fakat daha sonraları deniz organizmalar üzerinde yaptığı olumsuz etkiler ortaya çıkmıştır. Tribütylin'in (TBT) 20 ng l⁻¹'lik düşük konsantrasyonları bile istridye (*Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)) kabuklarının gelişiminde hasara neden olmuştur (Evans ve ark., 1995). Denizel gastropodlardan *Adelomelon brasiliense*'nin dişi bireylerinin % 80 den fazlası imposex olayına maruz kalmıştır. (Cledón ve ark., 2006).

Biyofouling kontrolü için akustik kullanımı içeren çalışmalar devam etmektedir. Örnek olarak, yaklaşık 20 kHzlik ultrasonik frekanslar bakterileri ve mantarları öldürüp etkinliğini azaltırken, daha düşük frekanstaki akustik sinyaller balıkları etkiler, daha yüksek organizmaları etkilemez (CETS, 1996).

Biyofouling kontrolü için en sık kullanılan metot fırçalama, mekanik temizleme ya da basınçlı suda kullanılır (Hodson ve ark.,1997). Büyük çaplı uygulamasına henüz geçilmeyen bir diğer yöntem *Siganus* sp. ve *Scatophagus argus* (Linnaeus, 1766) gibi türleri kullanarak biyolojik kontrol yapmayı hedefler.

1.6 Araştırma Konusu İle İlgili Olarak Yapılan Çalışmalar

Deniz kültür balıkçılığında kullanılan ağ kafes sistemlerinde gelişen organizma (Biyofouling) toplulukları; kafeste ek ağırlık getirmesi, kafesin sürüklenmesi ve ağ kafeslerin göz açıklıklarını kapanarak su değişiminin engellenmesi gibi sonuçlara neden olur (Swift ve ark., 2006). Dünya genelinde, ağ kafeslerde gelişen biyofouling önemli bir problem oluşturur. Hızlı bir şekilde ağ göz açıklıklarını kapatarak kısa periyotlarda ağın temizlenmesine gerek duyulur (Connell, 1978). Biyofouling özellikle su akışını engeller ve çözünmüş oksijen miktarının azalmasına neden olarak balık hastalıklarının gelişimini teşvik eder ve kafeslerde yapısal hasarları artırır (Lubchenco, 1986; Hubbell, 1997).

Biyofouling olayının kontrolünde farklı yöntemler kullanılmasına karşın, yoğun yetiştiricilik aktivitelerinin devam ettiği yarı kapalı koy ve körfezlerde bu problem kalıcıdır ve yetiştiricilikte olumsuz etkilere sahiptir (Hodson ve ark., 2000; Braithwaite ve McEvoy, 2005).

Fouling organizmaların yerleşimini engellemek amacıyla kullanılan bakır içerikli antifouling boyaların, organizmaların ölüm oranı ve enzimatik aktiviteleri üzerine etkileri incelenmiştir (Katranitsas ve ark., 2003). Biyofouling gelişiminin engellenmesinde antifouling boyaların kullanılmasının dışında ağların silikon ile kaplanması da yeni bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Hodson ve ark., 2000).

Bunların yanı sıra farklı bölgelerde değişik yapay substratlar üzerine yerleşen fouling organizmaların zamansal ve mekansal gelişimini araştıran pek çok çalışma yapılmıştır (Brown ve Swearingen, 1998; Braithwaite ve ark., 2007; Hodson ve ark., 1997; Philippi ve ark., 2001).

Türkiye’de farklı marinalarda fouling gelişimini araştıran birkaç çalışma vardır. Organizmaların ortamdaki fiziko-kimyasal parametrelerle olan ilişkilerinin araştırıldığı bu çalışmalar farklı marinalarda sürdürülmüştür (Pınar, 1974; Kocak ve ark., 1999; Koçak ve Küçüksezgin, 2000). Tekne yüzeyine yapışan organizmalar ve bunların oluşturduğu direnç nedeniyle artan yakıt tüketimi (Koçak ve Tekoğul, 2003)’de araştırılmıştır. Doğu Akdeniz’de yaptığı bir çalışmada fouling organizmalar araştırılmıştır (Bobat, 1999). Fouling olayı ile ilgili olarak yapılan bu çalışmalar yanında yetiştiricilik aktivitesinin sürdürüldüğü ortamlardaki fouling gelişiminin araştırmasına ilişkin çalışmalar yetersizdir. Sazlıca Koy’unda (Foça-İzmir) düğümlü ve düğümsüz ağlar üzerinde gelişen fouling organizmalar araştırılmıştır (Özdemir ve ark., 1994).

BÖLÜM 2

ARAÇ VE YÖNTEMLER

2.1 Araştırmanın Sürdürüldüğü Balık Çiftliğinin Genel Özellikleri

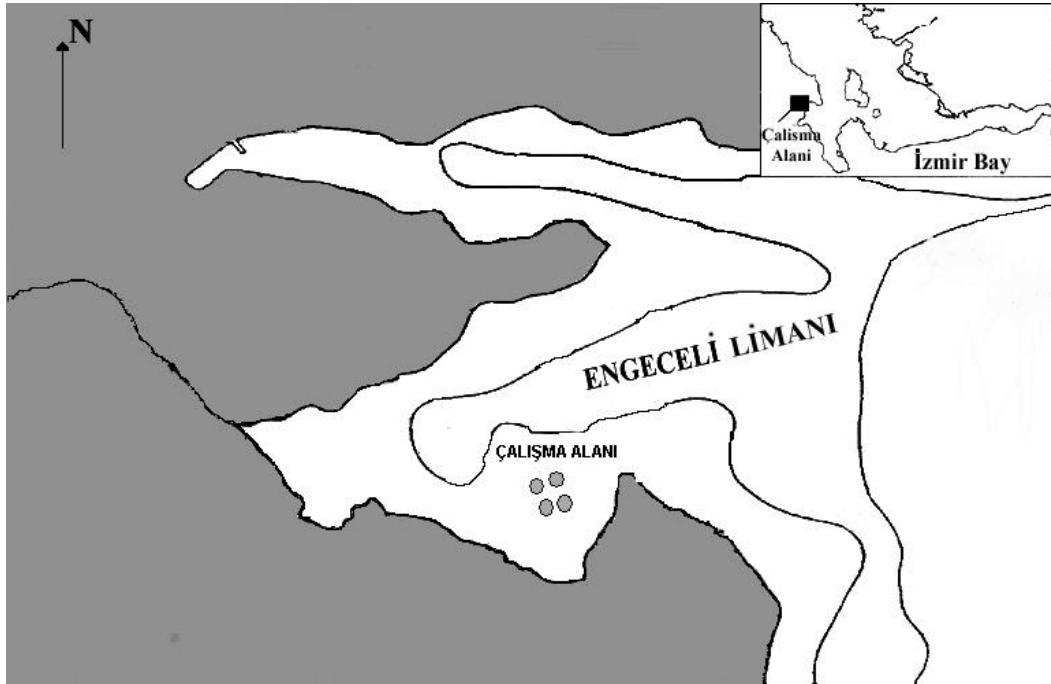
Karaburun, Engeceli Liman'ında yer alan Mordoğan Su Ürünleri A.Ş. balık çiftliğinde iki türün yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bu türler *Sparus aurata* (L. 1758) (Çipura) ve *Dicentrarchus labrax* L. 1758 (Levrek)'dir. Bu türlerin yavru ve ergin bireylerini yetiştirmek için farklı büyüklük ve sayıda kafesler kullanılmaktadır. Yavru yetiştiriciliği yapılan ağ kafesler 5x5 kare şekilli yüzeye sahipken, ergin bireylerin yerleştirildiği kafesler 12 m çaplı daire şeklindedir. 12 yavru kafesi mevcuttur ve bunların tümü doludur. Ergin bireyler için de 11 kafes faaliyettedir. Ağın yüksekliği 10 m olduğu düşünülürse tek bir kafesin yaklaşık olarak 1130 m³'lük bir hacme sahip olduğu tahmin edilebilir. Üretim kapasitesi çipura için yılda 150 ton iken, levrek için bu değer 100 tondur.

Yem kullanım miktarları yaz ve kış periyotlarına bağlı olarak değişmektedir. Yüksek basınç, sıcaklık ve nemlilikte pişirilerek hazırlanmış, yüzebilen yem (extruder) kullanılmaktadır. Atık besin miktarı azalırken, yemin daha iyi kontrolü sağlanabilecektir. Buna bağlı olarak oluşacak çevresel problemler indirgenebilecektir. Büyükler için günde 1,5-2,5 ton arasında yem kullanılmakta ve bu değer mevsimsel olarak değişmektedir. Yavru bazında bu değer 300 kg/gün dür.

Çiftlikte, ağ kafeslerde kullanılan ağların göz açıklıkları 10-20 mm arasında değişmektedir. Ağların fouling organizmalardan korunması için bakır içerikli ticari bir boya olan Hempanet 7150A-13 kullanılmaktadır. Ağlar periyodik olarak (her yıl) ağ yıkama makinasında yukarıda bahsedilen antifouling boya ile boyanmakta ve gerek duyulduğu takdirde boyasız olarak yıkanmaktadır

2.2 Çalışma Alanı

Bu çalışma, Engeceli Limanı'nda ($38^{\circ}27'42''N$; $26^{\circ}35'50''E$) ergin bireylerin yetiştirildiği kafeslerin orta kısmında yer alan, boyalı ve boyasız ağları içeren sistemler kullanılarak Aralık 2000 ve Mart 2002 dönemleri arasında sürdürülmüştür (Şekil 2.1). Kafeslerin altında organik maddece zengin çamur zemin, biyojenik materyal ve ölü *Posidonia* kalıntıları belirlenmiştir. Çalışma alanında derinlik 11 m dir. Seki disk derinliği ise mevsimlere bağlı olarak kışın 5.5 m ve yazın 7.0 m olarak değişir. Kafeslerden uzaklaştıkça bazı kısımların çamurlu-kumlu sedimentlerle ve *Posidonia oceanica* (L.) Delile, *Zostera marina* (L.) çayırları ile örtülmüş olduğu görülür.



Şekil 2.1 Çalışma alanı

Bu çalışmanın amacı, yetiştiricilik aktivitesinin on üç yıldır devam ettiği Engeceli körfezi–Mordoğan'da boyalı ve boyasız ağlar üzerinde farklı dönemlerde ve sürelerde gelişen fouling organizmaları belirlemek ve fouling organizmalar tarafından oluşturulan biyokütleyi, ağların kapalılık oranlarını tespit etmektir.

2.3 Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Araştırılması

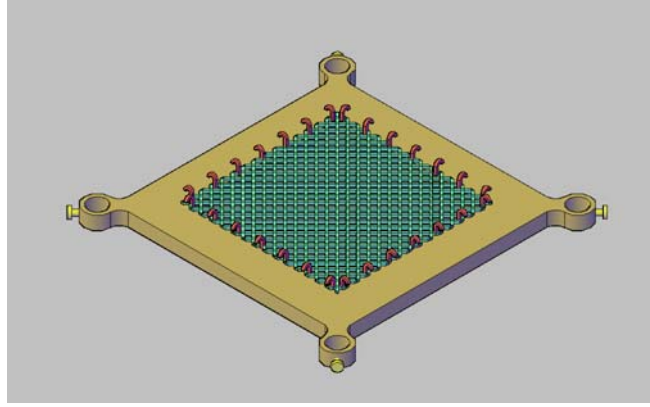
Fiziko-kimyasal parametrelerden deniz suyunun pH'ı Hanna Instruments HI 8314 membrane model pH metre ile anında ölçülmüştür. Sıcaklık, YSI Model 33 S-C-T metre ile yerinde ölçülmüştür. Çözünmüş Oksijen (DO) tayini içinse Nansen örnekleme şişesiyle alınan su örneği hassas bir şekilde (dışarıdan oksijen girmemesine dikkat edilerek) oksijen şişelerine alınıp içerisine mangan sülfat, alkali iyodür ilave edilerek laboratuvara getirilmiştir. Çökmüş olan örneğe derişik sülfirik asit ilave edilerek sodyum tiosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir

Besin elementlerini (Nitrat Azotu, Nitrit Azotu, Amonyum Azotu, Orto ve Total Fosfat Fosforu ve Reaktif Silisyum) ölçmek için, su örnekleri önceden % 10'luk hidroklorik asit ile yıkanmış ve 2-3 defa su örneği ile çalkalanmış 100 ml'lik polietilen şişelere doldurulmuştur. Daha sonra derin dondurucuda (-20°C) dondurularak analize kadar bekletilmiştir. Örnek toplandıktan 7-8 gün içerisinde analizler yapılmıştır (Strickland and Parsons, 1972). Örnekler analizden 24 saat önce oda sıcaklığında bekletilip analize hazırlanmıştır. Şahit ve standartların hazırlanmasında besin elementi açısından zengin olmayan deniz suyu kullanılmıştır.

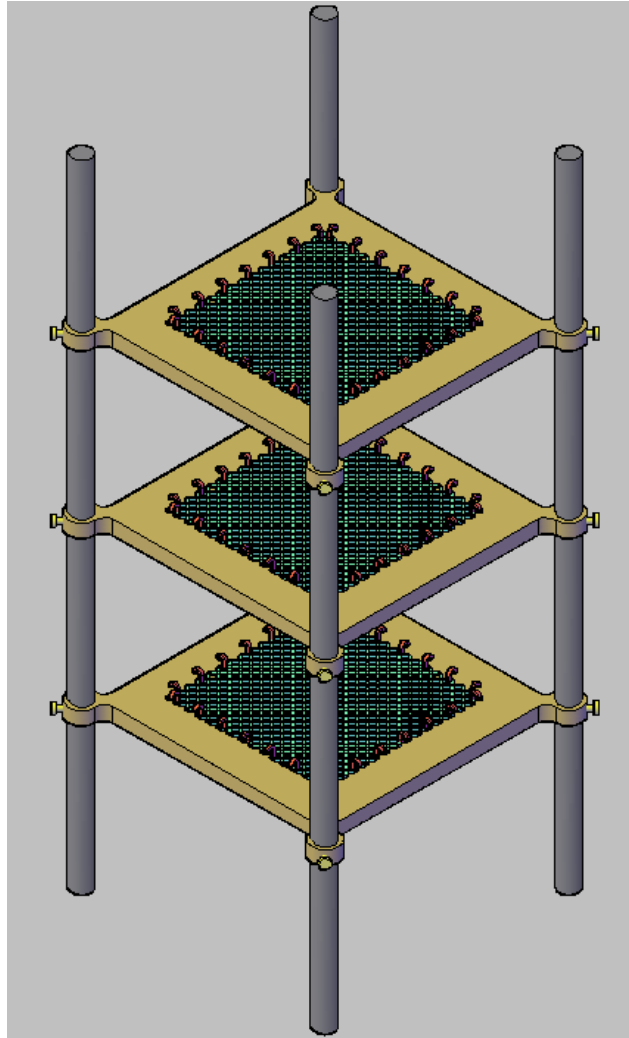
Sediment Örneklerinde Organik Madde ve Organik Karbon Tayini için 1 gr kurutulmuş ve öğütülmüş sediment uygun hacimde 1 M $K_2Cr_2O_7$ ve H_2SO_4 ile reaksiyona sokulmuş ve bir süre bekletildikten sonra çözelti filtre edilerek 610 nm de potasyum bi ftalat'a eş değer olarak Spektrofotometre de ölçülmüştür (Hach, 1988).

2.4 Faunal Datanın Analizi

Bu çalışma, Engeceli Liman (Mordoğan, İzmir) 'ında balık yetiştiriciliği yapılan bir işletmede fouling organizmaların değişen çevresel koşulların etkisiyle boyalı ve boyasız ağlarda, farklı dönemlerde gösterdiği gelişimi araştırmak amacı ile Aralık 2000 ve Mart 2002 tarihleri arasında sürdürülmüştür (Şekil 2.2). Kullanılan iki farklı sistem aynı alanda birbirlerini etkilemeyecek uzaklıkta 3 m derinliğe yerleştirilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.2 Sisteme yerleştirilen ağ örneği



Şekil 2.3 Denize yerleştirilen ağ sistem

Bu sistemlerden biri, 3 (kısa), 6 ve 9 aylık (uzun) dönemleri içeren ve aynı işletmede biyofouling olayından korunmak için kullanılan bakır içerikli antifouling boya ile boyanmış 20*20 cm boyutlarında, 1 cm² göz açıklığında ağ parçalarını içerir. Diğer sistem ise benzer özelliklerde olup, kullanılan ağlar antifouling boya ile boyanmamıştır. Boyalı ve boyasız ağlar sisteme yerleştirilmeden önce boş ağırlıkları hassas terazi yardımı ile ölçülmüştür. Denizel ortama farklı kalış süreleri (3, 6 ve 9 ay) için bırakılan ağlar bu sürenin sonunda geri alınmışlardır. Ağların batırılış ve alınış zamanı ile ilgili bilgiler tablo 2.1 de verilmiştir. Ağlar, fotoğrafları Nikon Cool Pix 8400 (8.0 megapiksel; 6.1-21:6 mm; 1:2.6-4-9 zoom aralığı) ile yerinde çekildikten sonra % 4'lük formaldehit içeren torbalara koyularak laboratuvara taşınmışlardır.

Tablo 2.1 Ağların batırılış, alınış ve denizel ortamda kalış süreleri

		ARALIK 2000	MART 2001	ALINIŞI HAZİRAN 2001	EYLÜL 2001	ARALIK 2001	MART 2002
B	ARALIK						
A	2000		3 AY	6 AY	9 AY		
T	MART						
I	2001			3 AY			
R	HAZİRAN						
I	2001				3 AY*	6 AY	
L	EYLÜL						
I	2001					3 AY	
Ş	ARALIK						
I	2001						3 AY

*Bu dönemde alınacak boyasız ağ kayıptır.

Laboratuvar çalışmalarında, baskın olan türler, mevcut grupların örtücülük indeksleri, her bir gruba ait birey sayıları (birey sayısı/400cm²) ve biyokütle değerleri (gr/400cm²) ile ağ göz açıklıklarının kapalılık oranları (%) ve toplam biyokütle değerleri (gr/400cm²) hesaplanmıştır. Biyokütle değerlerinin hesaplanmasında Chyo JL-200 marka ve 0,1 mg hassasiyetteki teraziden yararlanılmıştır. Grupların örtücülük indekslerinin hesaplanmasında, ağ üzerine yerleşen grupların örtücülükleri + ve 5 arasında değerlendirilmiştir (Boudouresque, 1971).

Buna göre;

+	% 0,1
1	% 2,5
2	% 15
3	% 37,5
4	% 62,5
5	% 87,5

örtücülüğü ifade eder. Ağ göz açıklıklarının kapalılık oranlarının belirlenmesinde, her bir ağın çekilen fotoğrafları kullanılmış ve Image-Pro Plus programından yararlanılmıştır.

Bray-Curtis benzerlik indeksine dayanan cluster analiz tekniği PRIMER paket programı (Clarke ve Warwick, 2001) yardımıyla dönemlere ve kalış sürelerine bağlı olarak değişen toplam biyokütle datası üzerinde uygulanmıştır.

BÖLÜM ÜÇ

BULGULAR

3.1 Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Değerlendirilmesi

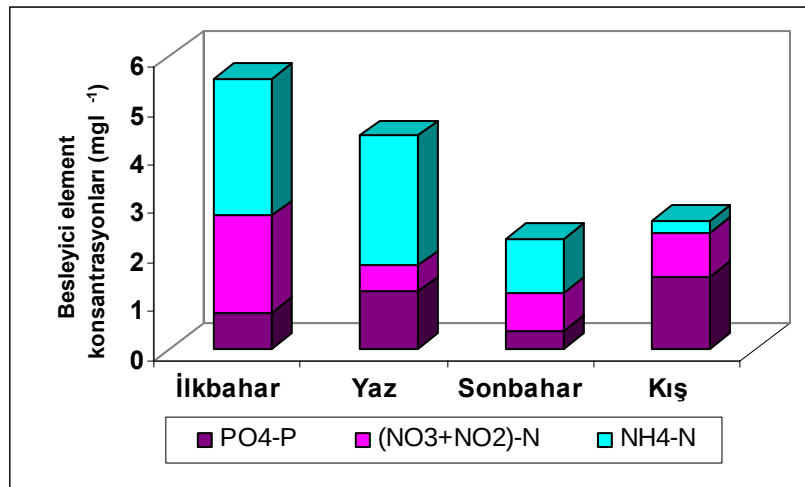
Çalışma alanında dönemlere bağlı olarak ölçülen fiziko-kimyasal parametrelere ait değerler Tablo 3.1’de verilmiştir. En yüksek sıcaklık değeri 27,5°C olarak ölçülmüştür. Yaz periyodunda çözünmüş oksijen değerlerinde bir düşme belirlenmiştir. Kafeslerin altında yer alan çalışma alanında bu değer özellikle yaz periyodunda 4,6 mg^l⁻¹ seviyesine düşmüştür. Askıda katı madde miktarı, kış döneminde diğer dönemlere göre büyük farklılık gösterir. Bu değer tüm mevsimlerde ölçülenden daha yüksektir (5,25 mg^l⁻¹). Ölçülen pH değerleri dönemler arasında önemli farklılıklar göstermez ve 8,8-7,8 arasında değişmektedir.

İlkbahar ve sonbahar dönemlerinde ölçülen ortho fosfat değerleri, diğer dönemlere göre daha düşüktür. En yüksek değer kışın ölçülmüştür (1.47 µgat/l). Nitrat ve nitrit azotu toplamına bakıldığında burada da mevsimsel farklılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışma alanında en yüksek değer (2,00 µgat/l) ilkbahar periyodunda belirlenirken, en düşük değer (0,53 µgat/l) yaz döneminde ölçülmüştür.

Tablo 3.1 Çalışılan bölgeye ait fiziko-kimyasal parametreler

	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
Sıcaklık (°C)	18,00	27,50	18,50	14,00
Çözülmüş Oksijen (mg l ⁻¹)	7,30	4,65	6,64	7,37
Askıda Katı Madde (mg l ⁻¹)	0,80	2,10	1,80	5,25
pH	8,20	8,06	7,88	8,83
Tuzluluk (%0)	39,12	39,00	39,05	39,56
o.PO ₄ -P (µgat/l)	0,73	1,18	0,37	1,47
(NO ₃ +NO ₂)-N(µgat/l)	2,00	0,53	0,78	0,91
NH ₄ -N(µgat/l)	2,82	2,67	1,10	0,25
Sedimentte organik madde (gr)	7,69	7,96	4,84	6,92

Amonyak, ilkbahar periyodunda en yüksek değere (3,61 µg.at/l) sahiptir. En düşük değer (0,25 µg.at/l) ise kış periyodunda belirlenmiştir. Çalışma alanında, bu değer in çok üstünde saptanan amonyak değerleri özellikle ilkbahar ve yaz periyodunda ölçülmüştür. Sedimentte organik madde miktarının kafeslerin altına gelen kısımda, tüm periyotlarda özellikle de yaz döneminde (% 7,96) çok yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.1).

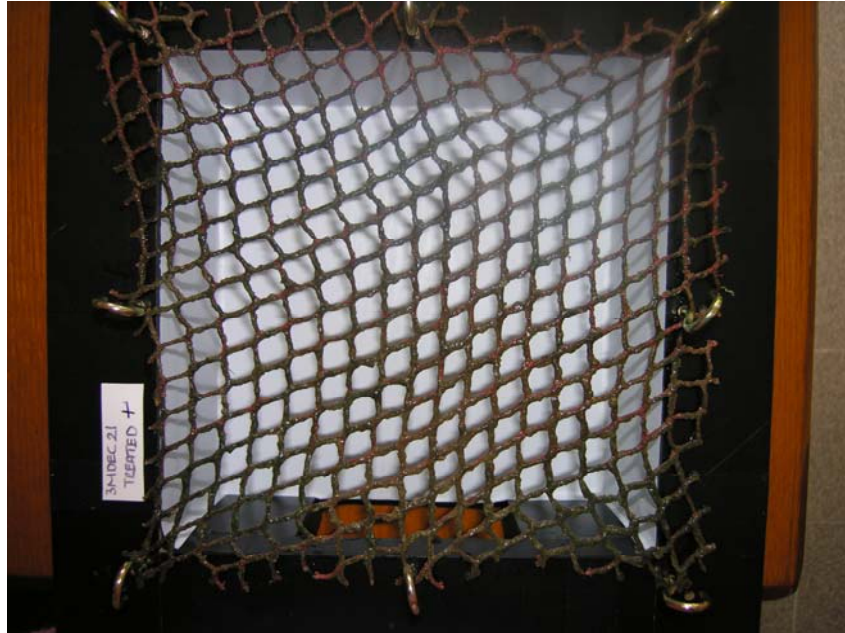


Şekil 3.1 Besleyici element konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi

3.2 Faunal Datanın Değerlendirilmesi

3.2.1 Ağlar Üzerinde Belirlenen Gruplara Ait Birey Sayılarının Değerlendirilmesi

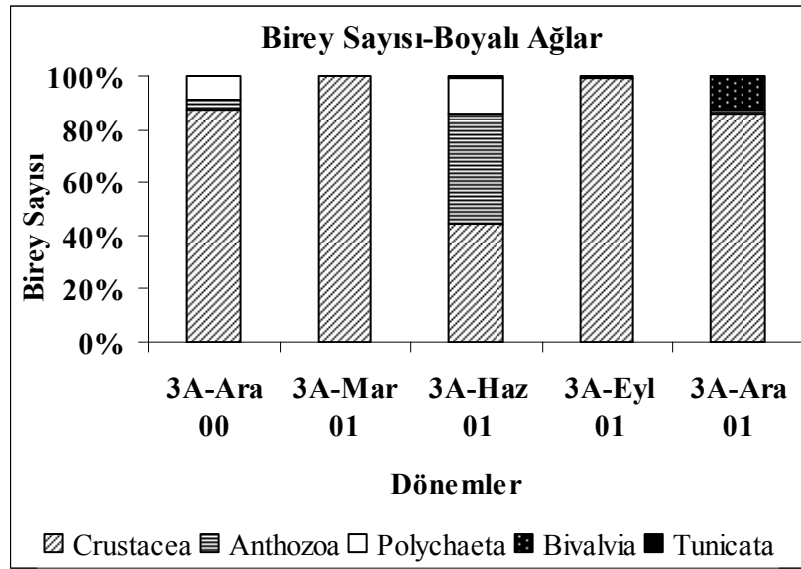
Farklı dönemlerde, denizel ortama bırakılan boyalı ve boyasız ağlarda gelişen sayılabilir gruplara ait birey sayıları esas alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Üç ay denizel ortamda bırakılan boyalı ağlarda gruplara ait değişimler yüzde olarak ifade edilmiştir. En yüksek birey sayısı 2001 Aralık ayında tespit edilmiş olup, 2521 birey/400cm²'dir (Şekil 3.2).



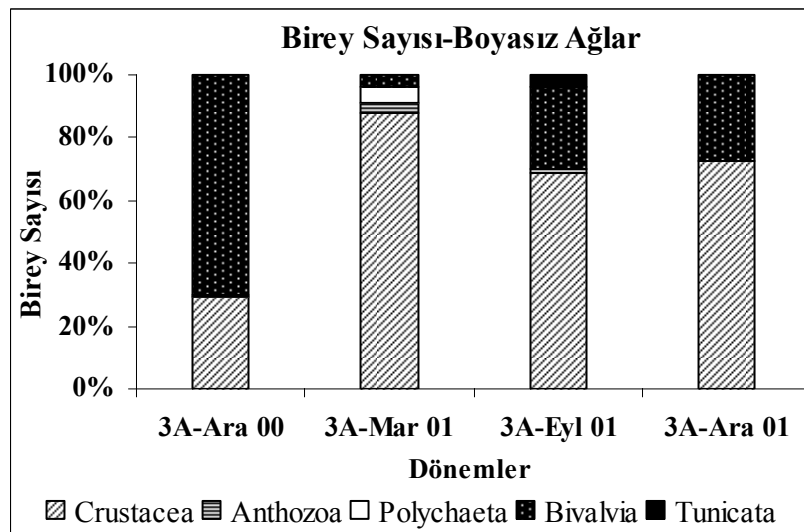
Şekil 3.2 Aralık 2001 de üç ay süre ile denizde bırakılan ağ

Burada baskın olan grup krustaselerdir. Çamur tüplerin içinde yaşayan *Elasmopus rapax* Costa, 1853 türüne ait 2153 birey belirlenmiştir. Bu ağda baskın olan diğer grup ise 328 bireyle temsil edilen küçük boyutlu bivalvia türleridir ve çoğunluğunu *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 türü oluşturur. En düşük toplam birey sayısı Aralık 2000 döneminde belirlenmiş olup, % 86,9 luk kısmını krustase grubu oluşturur. Üç aylık dönemde boyalı ağlarda yaygın olan bir diğer grup Anthozoalardır. Çok sayıda küçük bireyle temsil edilirler ve en yüksek oldukları dönem Haziran ayında denizel ortama bırakılan ağ üzerindedir (364 birey/400cm²). Genelde bivalvia kabuklarının oluşturduğu ikincil substrata yerleşmişlerdir. Bu ağ

üzerinde yaygın olan bir diğer grup, tüplü poliketlerdir (Serpulidae). Burada bireyler *Hydroides elegans* (Haswell, 1883) türleri ile temsil edilirler. Mart ve Eylül dönemlerinde, *E. rapax* türünün sayılabilir gruplar içinde baskın olması ve sadece Eylül 2001 döneminde az sayıda antozoanın (4 birey/400cm²) bulunması, krustase grubunun bu dönemlerde toplam birey sayısında %100'lük bir paya sahip olmasını sağlar (Şekil 3.3).

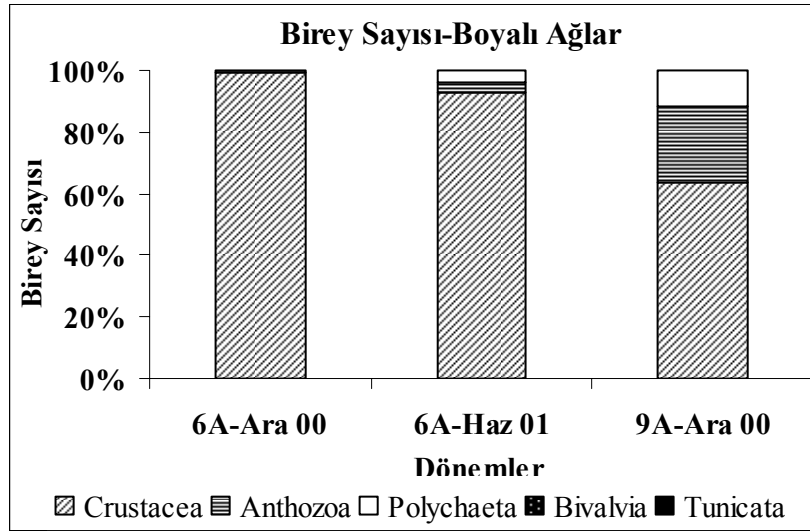


Şekil 3.3 Boyalı ağlar üzerinde, kısa dönemlerde toplam birey sayısının gruplara bağlı dağılımı.



Şekil 3.4 Boyasız ağlar üzerinde, kısa dönemlerde toplam birey sayısının gruplara bağlı dağılımı.

Üç ay denizel ortamda kalan boyasız ağlarda gruplara ait birey sayıları farklı dönemlerde önemli değişimler göstermiştir. Fakat bir türün komünitede % 100 baskın olduğu bir durum gözlenmez. Boyalı ağın tersine, en yüksek birey sayısı, Aralık ayında 3 ay süre için denize bırakılan ağ üzerinde belirlenmiştir. Bu ağda toplam birey sayısındaki artış Bivalvia grubuna ait bireylerin yoğunluğundan (1738 birey/400cm²) kaynaklanır. Her dönemde farklı birey sayıları ile temsil edilen krustase ve bivalvia gruplarına ait en düşük birey sayıları Mart ayında denizel ortama bırakılan ağlar üzerinde belirlenmiştir (Şekil 3.4).

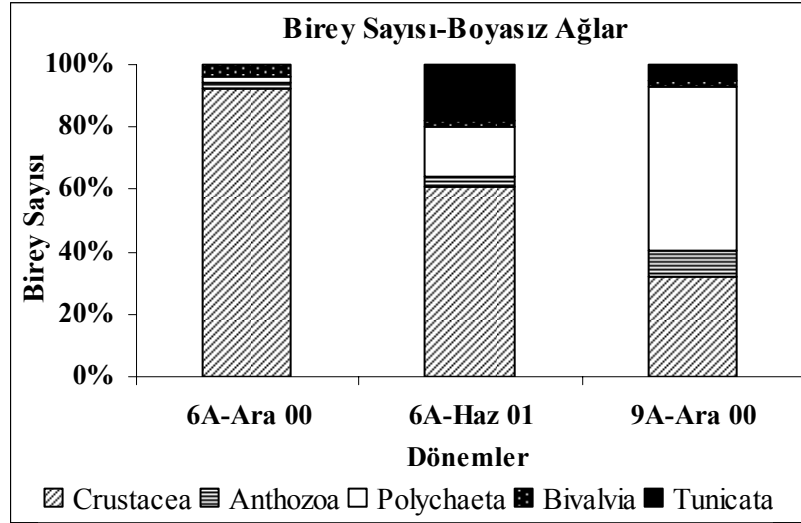


Şekil 3.5 Boyalı ağlar üzerinde, uzun dönemlerde toplam birey sayısının gruplara bağlı dağılımı.

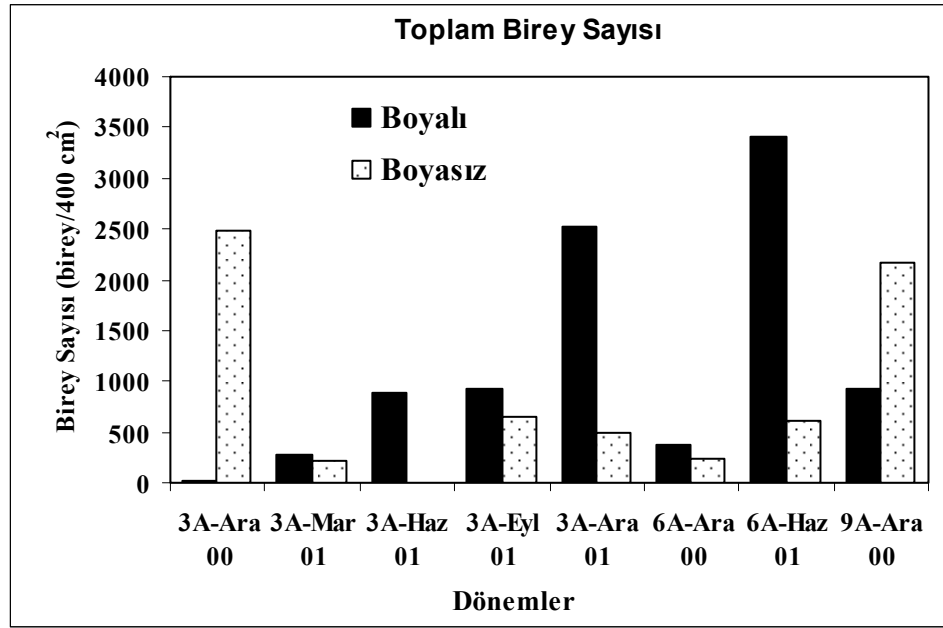
Uzun dönem (6 ve 9 ay) denizel ortamda kalan boyalı ağlarda yine baskın olan grup krustase ve anthozoalardır. Haziran ayında denizel ortama bırakılan ve orada 6 ay kalan ağ üzerinde birey sayısı oldukça yüksektir (3404 birey/400cm²). Hem 3 hem de 6 ay denizel ortamda kalan boyalı ağlarda krustase grubuna ait birey sayılarının yüksek oluşu dikkat çekicidir. Fakat 6 aylık dönemde düşük birey sayısı ile de olsa diğer grupların komünitede yer aldığı belirlenmiştir. Aralık döneminde ortama bırakılan boyalı ağlara (6A-Ara 00 ve 9A-Ara 00) yerleşen gruplara ait birey sayılarının toplamı haziran döneminde bırakılan boyalı ağdakine (6A-Haz 01) göre oldukça düşüktür. Yine bu dönemde en yüksek toplam birey sayısı 3404

birey/400cm² olarak hesaplanmış ve bu dönemde baskın rolü krustase grubu (% 92,7) üstlenmiştir (Şekil 3.5).

Altı aylık farklı dönemlerde boyasız ağlar üzerinde gelişen organizmaların toplam birey sayıları dikkate alındığında, yine krustase grubunun baskın özellik gösterdiği Şekil 3.6 da görülmektedir. Aralık ayında bırakılmış ve 9 ay boyunca denizel ortamda kalmış boyasız ağ üzerinde ise tüplü poliketlerin tüm dönemlerden farklı olarak toplam birey sayısı içinde (2174 birey/400cm²) önemli bir orana (% 52) sahip olduğu ve diğer grupların da azda olsa bu yüzde içinde yer aldıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.6 Boyasız ağlar üzerinde, uzun dönemlerde toplam birey sayısının gruplara bağlı dağılımı.



Şekil 3.7 Boyalı ve boyasız ağlar üzerinde, tüm dönemlerdeki toplam birey sayısı

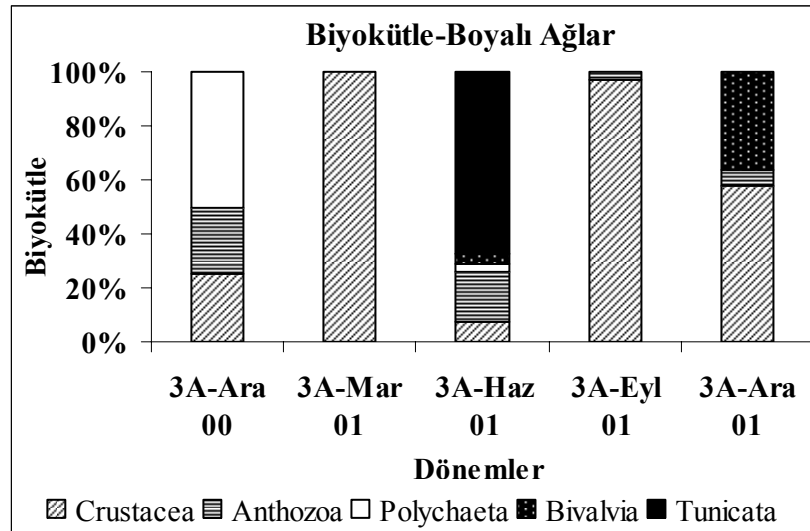
Genel olarak bir değerlendirme yapılacak olursa, Haziran döneminde 6 ay süre ile bırakılmış boyalı ağların en yüksek birey sayısına sahip olduğu belirlenmiştir. Boyasız ağların (3A-Ara 00 ve 9A-Ara 00 hariç) üzerine yerleşen organizmaların birey sayıları toplamı boyalı ağlara göre daha düşüktür. Birey sayısının artışına neden olan grup krustasedir. Hemen hemen tüm dönemlerde komünitede baskın özellik gösterir. Ağın boyalı ya da boyasız oluşu fark etmeksizin toplam birey sayısındaki etkisi genellikle çok önemlidir (Şekil 3.7).

3.2.2 Ağlar Üzerinde Belirlenen Gruplara Ait Biyokütle Miktarlarının Değerlendirilmesi

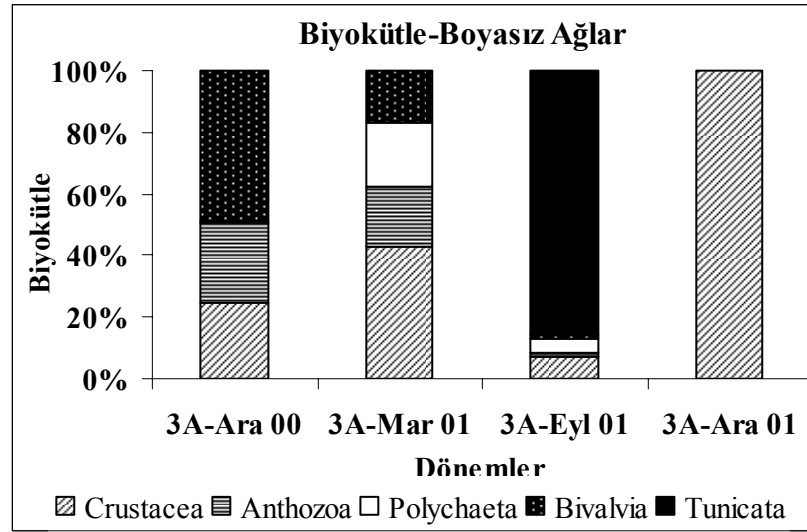
Kısa dönem için denizel ortama bırakılan boyalı ağlarda farklı gruplara ait biyokütle değerleri dönemlere bağlı olarak değişir. Mart ve Eylül dönemlerinde denize bırakılmış boyalı ağlarda krustase grubunun birey sayısında görülen artış biyokütle değerine çok fazla yansımaz. Tunikat ve bivalvia gibi biyokütlerde etkin diğer grupların komünitede yer almaması nedeniyle her iki dönemde de krustase grubun tüm gruplar içindeki payı % 90'ın üzerindedir. Antozoalar da krustase grubu gibi hemen hemen tüm kısa dönem için denizel ortamda kalan ağların üzerinde yer

alırlar fakat biyokütle değerlerinde önemli artışlara neden olmazlar. Bunun tersine tunikatlardan *Ciona intestinalis* Linnaeus, 1767, her dönem kommunitede yer almaz fakat bulundukları dönemlerde biyokütledeki önemli artışların sebebidirler (Şekil 3.8). Aralık 2001 de yerleştirilen 3 aylık ağlar üzerinde yer alan krustase ve antozoa grubunun toplam biyokütlesi 1,85 gr/ 400cm² dir. Halbuki bu dönemde krustase sayısı 2153, antozoa sayısı ise 40 birey /400cm² olarak belirlenmiştir.

Boyasız ağlarda da, biyoküttele önemli rol oynayan grup yine krustase ve anthozoalardır. Bivalvia, tunikat ve poliketlerin farklı dönemlerde biyoküttelede etkin olduğu görülür. Eylül 2001 döneminde, tunikatların toplam biyokütlenin % 85ini oluşturması onların sayıca değil ağırlıkça önemli olduğunu vurgular. Farklı dönemler içinde boyasız ağlarda belirlenen en yüksek toplam biyokütle değeri 7.9 gr/400cm² dir ve eylül dönemine aittir. En düşük değer (0.16 gr/cm²) Aralık 2001 de belirlenmiş olup bu dönemde krustase ve küçük bivalvia türlerinin toplam biyokütlesini ifade eder (Şekil 3.9). Boyalı ve boyasız ağlar dikkate alındığında, kısa dönemde ağlar üzerinde gelişen organizmaların oluşturduğu toplam biyokütle değeri 13,8 gr/cm² olarak Haziran 2001 döneminde yerleştirilen ve 3 ay denizde bırakılan boyalı ağlar üzerinde belirlenmiştir. Bu dönemde tunikatlar toplam biyokütlenin % 72sini oluşturur.

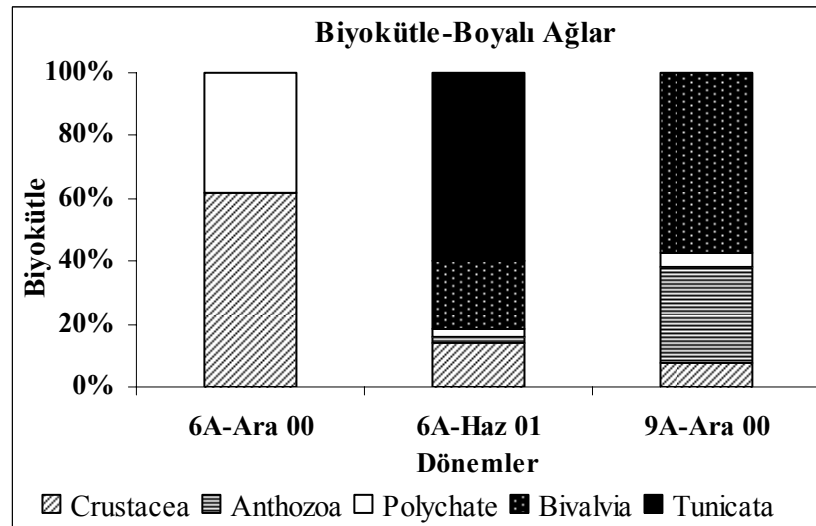


Şekil 3.8 Boyalı ağlar üzerinde, kısa dönemlerde belirlenen biyokütle değerinin gruplara bağlı dağılımı.

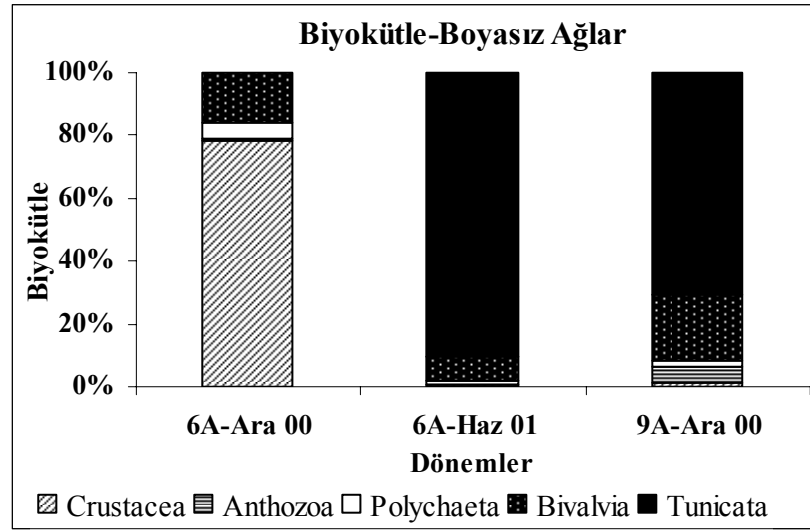


Şekil 3.9 Boyasız ağlar üzerinde, kısa dönemlerde belirlenen biyokütle değerinin gruplara bağlı dağılımı.

Uzun dönemde boyalı ve boyasız ağlar üzerinde gelişen organizmaların biyokütle değerlerinin, ağların denizel ortama bırakıldığı zamana ve kalış süresine bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir (Şekil 3.10 ve 3.11). Her iki grup ağın üzerinde tespit edilen biyokütle değerleri bivalvia ve tunikatlara ait bireylerin komünitede bulunup bulunmamasına bağlı olarak artış veya azalış gösterir (Şekil 3.12 ve 3.13).



Şekil 3.10 Boyalı ağlar üzerinde, uzun dönemlerde belirlenen biyokütle değerinin gruplara bağlı dağılımı.



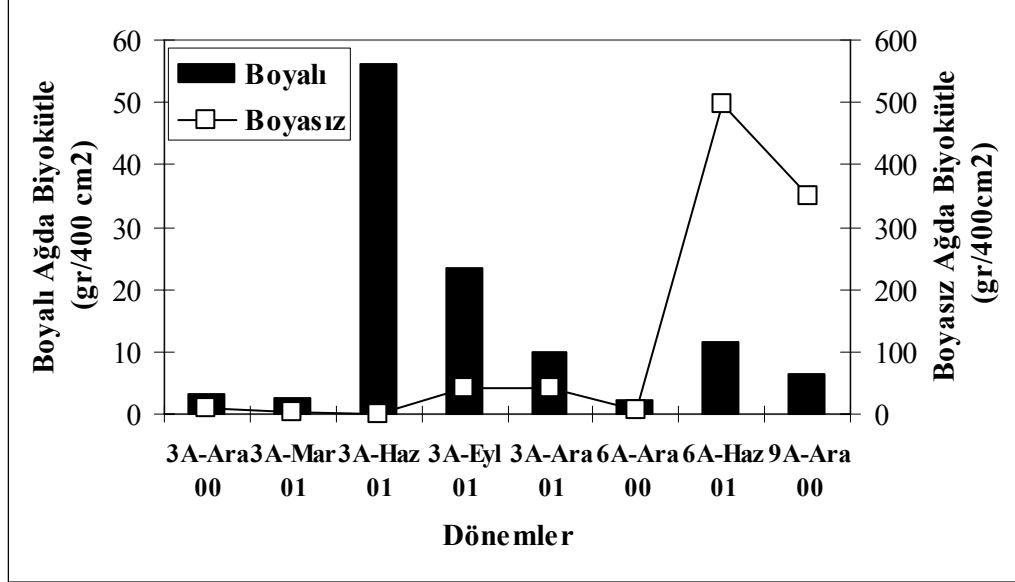
Şekil 3.11 Boyasız ağlar üzerinde, uzun dönemlerde belirlenen biyokütle değerinin gruplara bağlı dağılımı.



Şekil 3.12 Haziran döneminde 6 ay süre ile bırakılan boyalı ağ



Şekil 3.13 Haziran döneminde 6 ay süre ile bırakılan boyalı ağ

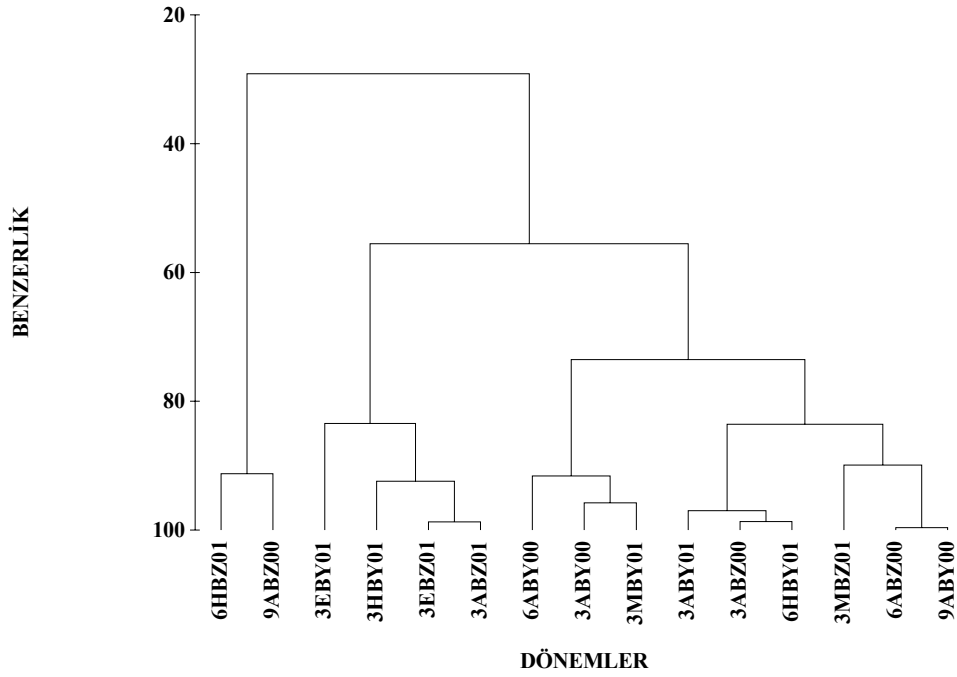


Şekil 3.14 Boyalı ve boyasız ağlar üzerinde, tüm dönemlerdeki toplam biyokütle değerleri

Toplam biyokütle, organizma ağırlığı, kalker tüp, çamur tüp, organizma üzerinde biriken organik madde gibi ağ üzerinde yer alan canlı ve cansız maddelerin tümünün ağırlığı olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerden boyasız ağlardaki birikimin

boyalı ağlardan daha yüksek olduğu görülür. Biyokütlenin, kış ve ilkbahar döneminde denizel ortama bırakılan boyasız ağlarda diğer dönemlere göre daha düşük olduğu fakat bu dönemdeki boyalı ağlara göre de oldukça yüksek olduğu görülür. Boyasız ağlarda toplam biyokütle değerinde ağın bırakılış döneminin yanı sıra, ağın denizel ortamda kalış süresi de önemlidir. Aralık ayında bırakılmış ve denizel ortamda 9 ay kalan boyasız ağdaki biyokütle miktarı $350 \text{ gr}/400\text{cm}^2$ bulunmuştur. Haziran döneminde yerleştirilmiş ve 6 ay süre ile denizel ortamda kalan ağda ise birikim daha fazla olup $497,3 \text{ gr}/400\text{cm}^2$ dir. Boyalı ağda belirlenen en yüksek değer yaklaşık 10 katına eşittir (Şekil 3.14).

Farklı dönemlerde denizel ortama yerleştirilmiş ve kalış süreleri 3, 6, 9 ay olarak değişen ağlar üzerindeki toplam biyokütle değerleri dikkate alınarak oluşturulan dendogramda en yüksek benzerliğin (% 100) Aralık döneminde 6 ay süre ile bırakılan boyasız ve yine aynı dönemde 9 ay süre ile bırakılan boyalı ağlar arasında olduğu belirlenmiştir. Yine benzer olarak farklı dönem ve sürelerde denize bırakılmış boyalı (6HBY01) ve boyasız (3ABZ00) ağlarda da benzerlik yüksek ve % 100'e yakındır. Ağlardaki biyokütle değerlerin etkileyen en önemli faktörlerden biri ağın denizel ortama bırakıldığı aydır. Haziran gibi sıcak dönemlerde 6 ay süre ile bırakılan boyasız ağlardaki gelişim Aralık ayında bırakılan ve daha uzun süre ile denizel ortamda kalan boyasız ağlarla % 90 oranında benzerlik gösterir. Farklı dönemlerde olmasına rağmen aynı sürelerde denizel ortama bırakılmış boyasız (3EBZ01 ve 3ABZ01) ve boyalı (3ABY00 ve 3MBY01) ağlar arasında benzerlik indeksi değerleri % 95'in üzerindedir (Şekil 3.15). Genelde tüm dönemler ve kalış süreleri göz önüne alındığında biyokütle açısından ağlar arasındaki benzerliğin % 50'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Sadece Haziran ayında bırakılan ve 6 ay kalan boyasız ağ ile Aralık ayında bırakılan ve 9 ay kalan boyasız ağın diğer ağlara % 30 gibi düşük bir oranda benzemesinin nedeni *C.intestinalis*'in biyoküttele oluşturduğu artıştır.



Şekil 3.15 Dönemlere ve kalış sürelerine bağlı olarak değişen toplam biyokütle değerleri arasındaki benzerlikler (3,6 ve 9: Kalış süresi, BY:Boyalı ağ, BZ: Boyasız ağ; A:Aralık, M: Mart; H: Haziran, E: Eylül olarak bırakılış zamanı)

3.2.3 Ağlar Üzerinde Belirlenen Grupların Örtücülük İndeks Değerleri

Denizel ortama bırakılan ağlarda ağ göz açıklıklarının toplam kapalılık oranı dışında, farklı grupların ağ üzerinde kapladıkları alanı belirlemek için örtücülük indeks değerleri kullanılmıştır. Böylece sayılamayan fakat kapalılıkta etkin rol oynayan Hydrozoa, Bryozoa ve Alg gibi gruplar hakkında da bilgi sahibi olunmuştur.

Üç aylık dönem için denize bırakılan boyalı ağlarda gruplar arasındaki en yüksek örtücülük indeks değeri Haziran ve Eylül 2001 döneminde krustase grubunda (% 37,5) belirlenmiştir (Tablo 3.2). Bu dönemde alg yoğunluğu indirgenirken, bu grubun örtücülüğünde hem dönemsel hem de kalış süresine bağlı olarak değişimler tespit edilmiştir. 3 ay için denizel ortama bırakılan ağlarda kış (Aralık) ve ilkbahar (Mart) döneminde krustase grubunun örtücülük indeks değerleri düşüktür. Bununla beraber Aralık 2000 tarihinde denizel ortama bırakılarak 9 ay süre ile denizel

ortamda kalan boyalı ağlarda bu gruba ait değerlerin yüksek olması kalış süresi ile bağlantılıdır. Bivalvia grubunun örtücülükte önemli bir etkisi olmadığı, *Mytilus galloprovincialis*'e ait bireylerin *Elasmopus rapax* tarafından oluşturulan çamur tüplerin aralarında yer aldığı gözlenmiştir. Hydrozoa ve bryozoa grubuna ait bireyler örtücülükte önemli rol oynamazlar. Genelde kısa dönem denizel ortama bırakılmış ağlar üzerinde yer alan bu gruplara ait türler ağı oluşturan ip üzerine tutunarak dikey yönde gelişmişlerdir. Hydrozoa grubu, *Obelia dichotoma* (Linnaeus, 1758) ve *Bougainvillia muscus* (Allman, 1863) türleri ile Bryozoa grubu ise *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758) ve *Bugula stolonifera* Ryland, 1960 türleri tarafından temsil edilirler.

Tablo 3.2 Boyalı ağlarda gruplara ait örtücülük indeks değerleri

	Alg	Hydrozoa	Anthozoa	Polychaeta	Bryozoa	Crustacea	Bivalvia	Tunicata
3A-Ara 00	2		+		1	2	+	
3A-Mar 01	2	1				2		
3A-Haz 01	+		1	1	+	3	+	1
3A-Eyl 01	1	1	+	+	1	3	+	
3A-Ara 01	2		1	+	1	2	+	
6A-Ara 00	2	1				2		
6A-Haz 01			+			5	2	1
9A-Ara 00	1		1	1		4		

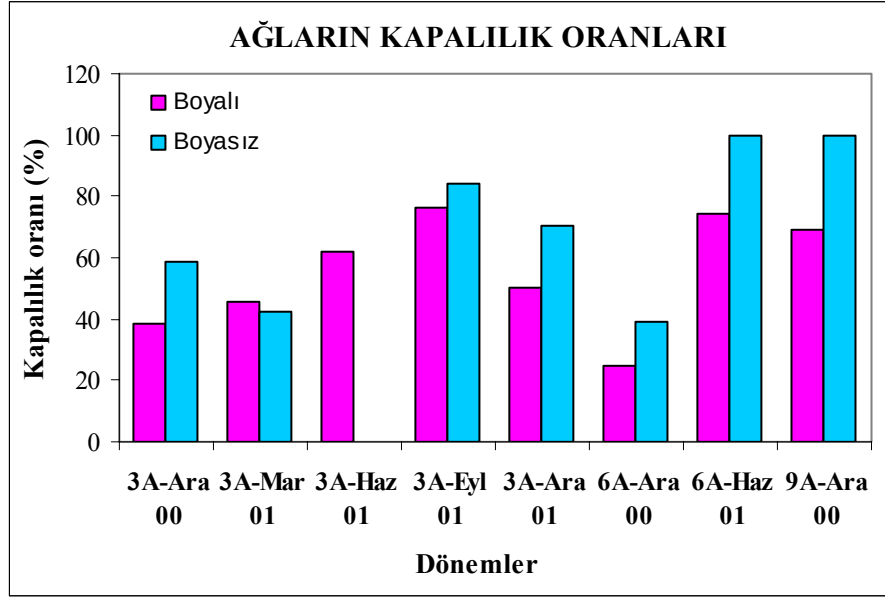
Boyasız ağlar incelendiğinde 9 farklı gruba ait örtücülük indeks değerleri belirlenmiştir. Boyalı ağlardan farklı olarak bu ağlar üzerinde sadece bir dönemde 1 sünger türüne (*Sycon* sp.) rastlanır. Uzun dönemlerde boyalı ağlardan farklı olarak krustase grubunun örtücülükteki payının azaldığı, bivalvia ve tunikat gruplarına ait örtücülük değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Kısa dönemde ise Hydrozoa, Bryozoa ve Polychaeta gruplarına ait örtücülük indeks değerleri yükselmiştir (Tablo 3.3).

Tablo 3.3 Boyasız ağlarda grulara ait örtücülük indeks değerleri

	Alg	Porifera	Anthozoa	Hydrozoa	Polychaeta	Bryozoa	Crustacea	Bivalvia	Tunicat
3A-Ara 00	3		+	1		2	3	2	
3A-Mar 01	2		+	1	1	2	2	+	
3A-Eyl 01			+	2	1	3	2	1	4
3A-Ara 01	3			+	1	3	4	1	
6A-Ara 00	2	+		1	+	2	2	+	
6A-Haz 01			+					5	5
9A-Ara 00			1					5	5

3.2.4 Ağların Kapalılık Oranları

Ağlar (400 cm²) üzerinde organizmaların gelişimine bağlı olarak değişen ağ göz açıklıklarının kapalılık oranları, elde edilen dijital görüntüler ve bu görüntülerin aktarıldığı program yardımı ile belirlenmiş ve “yüzde kapalılık” olarak ifade edilmiştir. Ağların denizel ortama yerleştirildiği döneme ve kalış süresine bağlı olarak hem boyalı hem de boyasız ağlarda belirgin farklılıklar mevcuttur. Boyasız ağlarda tüm dönemlerde kapalılık oranları boyalı ağlara göre daha yüksektir. Dokuz ay denizel ortamda kalan ağ dışında Aralık ve Mart dönemindeki ağlarda kapalılık oranları diğer dönemlere göre daha düşüktür. Haziran ve Eylül ayında denizel ortama bırakılmış ağlarda ise hem kısa hem de uzun dönemlerde kapalılık oranları yüksektir. Söz konusu dönemlerde ve Aralık ayında denizel ortama bırakılan dokuz aylık boyasız ağlarda kapalılık oranlarının % 100 olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.17). Boyalı ağlarda bu dönemlerdeki kapalılık oranları % 61.59 ile % 68.98 arasında değişir (Şekil 3.16).



Şekil 3.16 Dönemlere bağlı olarak boyalı ve boyasız ağlardaki kapalılık oranları



Şekil 3.17 Aralık döneminde 9 ay süre ile bırakılan boyasız ağ

BÖLÜM DÖRT

TARTIŞMA VE SONUÇ

Balık çiftlikleri gibi organik madde açısından zengin ortamlar fırsatçı organizmaların gelişimini teşvik eder (Pearson ve Rosenberg, 1978). Buna bağlı olarak da biyokütle değerlerinde kısa sürede meydana gelen artışlar ağların göz açıklıklarının kapanmasına neden olur. Bu olayı önleme çabaları içinde, malzeme seçimi, ağın anti-fouling boya ile boyanması, ağın yıkanması gibi farklı uygulamalar mevcuttur. Bu çalışmada, tür sayısı ve biyokütle değerlerinin ağın boyalı ve boyasız olmasının yanı sıra, denizel ortama bırakılış zamanı ve buradaki kalış süresi ile de ilişkili olduğu belirlenmiştir. Balık çiftlikleri tarafından sınırlı bir bölgede oluşturulan, su kolonunda ve sedimentte belirlenen değişimler organik kirlilik kapsamında değerlendirilir (Yücel-Gier ve ark., 2007). Ötrofik bölgelerde, değişen çevresel koşullar nedeniyle de benzer değişimler tespit edilmiştir. Organik kirlilik açısından farklı özellikler gösteren iki farklı marinada, levhalar yardımıyla çalışılan fouling olayında, biyokütle miktarları açısından önemli farklılıklar vardır (Kocak ve ark., 1999).

Boyalı ağlarda baskın özellik gösteren ve yerleşimleri boyasız ağlara göre daha yoğun olan krustase grubunun birey sayısındaki artış tüm dönemlerde gözlenmiştir. Bu grup içinde baskın özellik gösteren *Elasmopus rapax* türü ötrofik olarak tanımlanan Levent Marina'da (İzmir Körfezi) tespit edilmesine karşın daha az kirli olan Altinyunus Marina'da (Çeşme-İzmir) tespit edilmiştir (Koçak ve ark., 1999). Fakat birey sayısındaki artış bireylerin boyutları nedeniyle biyokütle değerine çok fazla yansımamıştır. Hemen hemen tüm kısa dönemlerde anthozoa türleri ve serpulid poliketlerden *Hydroides elegans*'ın boyalı ağlarda yüksek birey sayıları ile temsil edilmesi, bu organizmaların fırsatçı türler olduğunu gösterir. Boyalı ağlara göre, boyasız ağlarda gelişimleri daha fazla teşvik edilen *Mytilus galloprovincialis* ve *Ciona intestinalis* türleri ılıman bölgede klimaks komunitelerinde sıklıkla görülen organizmalardır.

Bu çalışmada, toplam biyokütle değerinin, ağın anti-fouling boya ile boyalı olup olmamasının yanında denizel ortama yerleştirildiği döneme ve kalış süresine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiği belirlenmiştir. Denizel ortamda kalma süresi ve ağların sıcak dönemlerde (Haziran ve Eylül) denizel ortama yerleştirilmesine bağlı olarak organizma yoğunluğunda önemli artışlar gözlenmiştir. Yetiştiricilik yapılan bir alanda, Mayıs ve Eylül ayları arasında deney levhaları üzerinde gelişen fouling komünitelerinin yoğunluk ve toplam biyokütle açısından daha soğuk dönemi içeren ekim ve nisan aylarına göre önemli ölçüde farklı olduğu belirlenmiştir (Greene ve Grizzle, 2007). Fouling organizmaların toplam biyokütlesi ve ağ göz açıklıklarının kapalılık oranları, bakır içerikli antifouling boya ile boyanmış ve boyanmamış ağlar arasında farklılıklar gösterir. En yüksek değer, Haziran ayında denizel ortama konmuş ve burada 6 ay süre ile kalan boyasız ağda belirlenmiştir ($497 \text{ gr}/400\text{cm}^2$). Yetiştiricilik yapılan bir bölgede ağlardaki biyofouling olayını belirlemek için yapılan bir çalışmada antifouling ile boyanmış ve boyanmamış balık ağları 10 ay süreyle denizel ortamda bırakılmışlardır ve boyanmış ağdaki fouling biyokütlesi $4,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ olarak belirlenmiştir (Braithwaite ve ark., 2007). Bu değer, bulduğumuz değer ($12,42 \text{ kg}/\text{m}^2$) oldukça altındadır. Yine ağlar üzerindeki biyofouling olayını araştıran bir diğer çalışmada herhangi bir işleminden geçmemiş ve denizel ortamda 5 ay süre ile kalmış farklı renkteki ağlarda biyokütle miktarının $7,8$ ile $8,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ arasında değiştiği belirlenmiştir (Hodson ve ark., 2000). Ticari anlamda düşünülecek olursa çevresi 100 metre ve yüksekliği 5 metre olan bir ağa, bu çalışmada bulunan en yüksek biyokütle miktarı uygulanacak olursa, boyasız ağdaki fouling miktarının 6,2 tondan, antifouling uygulamaları ile 0,70 tona düşürülebileceği hesaplanmıştır.

Haziran ayında 3 ve 6 aylık, Aralık ayında 9 aylık dönemler için bırakılan boyasız ağlarda kapalılık oranları % 100 olarak belirlenmiştir. Boyalı ağlarda ise bu dönemlerde ağlardaki kapalılık oranları % 61 ile % 74 arasında değişir. *Salmo salar* L. 1758 (Atlantik somon) yetiştiriciliğinde kullanılan bu çiftlikte bakır içerikli antifouling ile boyanmamış ve 7 ay süreyle denizel ortamda kalmış ağlarda ağ göz açıklıklarının kapanma yüzdesi % 98,7 iken, boyanmış ağlarda bu oran % 3.06 olarak belirlenmiştir (Braithwaite ve ark., 2007).

Yetiştiricilik yapılan bölgelerde ağlar üzerinde gelişen fouling olayının olumsuz etkilerinden korunabilmek için bakır içerikli antifouling boyalar kullanılmaktadır. Bu olay sedimentte ve hatta deniz çayırlarında biriken bakırın önemli bir kaynağını oluşturur (Kocak ve ark., 2007). Bu nedenle, bakır içerikli antifouling boyaların kullanımı yanında mekanik temizleme gibi toksik olmayan yöntemlerin kullanılmasına yönelik çalışmalar, fouling olayı ile mücadele ederken çevrenin korunmasını da sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, B. 2004. Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Stratejileri. SÜMAE Araştırma Bülteni 4:1
- Bobat, A., 1999. New Observations on Fouling Organisms Of Turkish Eastern Mediterranean, *International Conference on Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea*, 23-26 February 1999, Athens-Greece. 1999.
- Braithwaite, R. A. and McEvoy, L. A. 2005. Marine Biofouling on fish farms and its remediation. *Advances in Marine Biology* 47:215-252.
- Braithwaite, R. A. , Carrascosa, M. C. C. , McEvoy, L. A. 2007. Biofouling of salmon cage netting and the efficacy of a typical copper-based antifoulant.
- Brown K. M. , Swearingen D. C. 1998. Effects of seasonality, length of immersion, locality and predation on an intertidal fouling assemblage in the Northern Gulf of Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 225:107-121.
- Boudouresque, C. F. , 1971. Methodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Tethys*, 3(1):79-104.
- CETS (Commission on Engineering and Technical Systems). 1996. Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water. *National Academy Press. Washington, D. C.* 141 pp.
- Cheah, S. H. and Chuah, T. E. 1983. The rate of encrustation of biofouling organism on experimental floating net-cages in tropical coastal waters. *Proceedings of Symposium on Coastal Aquaculture*. 2:677-683.
- Champ, M.A. (2000), Marine Coatings Concept Paper, Proc. Int. Conference on Marine Science and Technology for Environmental Sustainability. 387-395.

- Clarke, K. R. and Warwick, R. M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, (2nd edition) Plymouth PRIMER-E
- Cledon, M. , Theobald, N. , Gerwisky, W. & Penchaszadeh, P. E. 2006. Imposex and organotin compounds in marine gastropods and sediments from the Mardel Plata Coast, Argentina. *J.Mar. Biol. Ass. U. K.* , 86:1-5
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and Coral Reefs. *Science* 199 (4335), 1302-1310.
- De Nys, R. C. , Steinberg, P. , Charlton, T. S. And Christov, V. 2004. Antifouling of shellfish and aquaculture apparatus. 11 Ağustos 2007, <http://www.freepatentsonline.com/6692557.html>.
- Dubost, N. , Masson, G. and Mareteau, J. 1996. Temperature freshwater fouling on floating net cages: method of evaluation, model and composition. *Aquaculture* 143:303-318.
- Evans, S. M. , Leksono, T. and McKinnell, P. D. 1995. Tributyltin Pollution: A Diminishing Problem Following Legislation Limiting the Use of TBT-Based Anti-fouling Paints. *Marine Pollution Bulletin* 30(1):14.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2005. 4 Eylül 2007, <http://www.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=topic&fid=3462>
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2007. Glossary of Aquaculture. 4 Eylül 2007, <http://faoorg/f/glossary/aquaculture>.
- Farlex, Inc. 2007. The Free Dictionary. 4 Eylül 2007, <http://www.thefreedictionary.com>.

- Greene J. K. ve Grizzle R. E. 2007. Successional development of fouling communities on open ocean aquaculture fish cages in the western Gulf of Maine, USA. *Aquaculture* 262:289-301.
- Hach Publication 1988. Procedures for water and wastewater analysis. Hach Pub.
- Hasse, J. 1974. Utilization of rabbit fishes (Siganidae) in tropical oyster culture. *The Progressive Fish-Culturist* 36:160-162.
- Hodson, S. L. , Lewis, J. E. and Burke, C. M. 1997. Biofouling of fish-cage netting: efficacy and problems of insitu cleaning. *Aquaculture* 157:77-90
- Hodson, S. L. Burke, C. M. and Bisset, A. P. 2000. Biofouling of fish-cage netting: the efficacy of a silicone coating and the effect of netting colour. *Aquaculture* 187:277-290.
- Huang, C.-C. 2000. Engineering risk analysis for submerged cage net system in Taiwan. In Cage Aquaculture in Asia: Proceedings of the First International Symposium on Cage Aquaculture in Asia (ed. IC. Liao and C. K. Lin), 133-140pp.
- Hubbell., S. P. 1997. A unified theory of biogeography and relative species abundance and its application to tropical rain forests and Coral Reefs 16, 9-21.
- Katranitsas, A. , Castritsi-Catharios, J. , Persoone, G. 2003. The effects of a copper-based antifouling paint on mortality and enzymatic activity of a non-target marine organism. *Marine Pollution Bulletin* 46:1491-1494.
- Kocak, F. , Ergen, Z. , Cinar, M. E. 1999. Fouling organisms and their developments in a polluted and a unpolluted marina in the Aegean Sea (Turkey). *Ophelia* 50(1):1-20.
- Kocak, F. and Kucuksezgin, F. 2000. Sessile fouling organisms and environmental parameters in the marinas of the Aegean coast . *Indian J. Mar. Sci.* , 29:149-157.

- Koçak, F. and Tekoğul, N. "Fouling organisms and their affect on the hull of the R/V K. Piri Reis". Journal of Fisheries and Aquatic Sciences (Su Ürünleri Dergisi) (in press).
- Kocak, F. Uluturhan, E. and Kucuksezgin, F. 2007. Copper and zinc contaminations in the coastal sediments and *Posidonia oceanica*. *Rapp. Comm. Int. Mer Madit. Vol. 38* page-278.
- Lubhenco, J. 1986. Relative importance of ompetition and predation; early colonization by seaweeds in New England. In: Diomand, J. , Case, T. J. (Eds.), Community Ecology. Harper and Row, pp. 537-555.
- Maki, J. S. , Rittschof, D. , Costlow, J. D. , Mitchell, R. 1988. Inhibition of attachment of larval barnacles, *Balanus amphitrite*, by bacterial surface films. *Mar. Biol.* 97, 199-206.
- Merriam-Webster, Inc. 2007. On-line Dictionary. 4 Eylül 2007, <http://www.merriam-webster.com/dictionary/biofouling>.
- Nybakken, J. W. 1988. Marine Biology:An Ecological Approach (2nd ed.), *Harper & Row, Publishers Inc.* , New York, USA.
- Ozdemir, S. Ergen, Z. and Cinar, M. E. 1994. The fouling growing on the net cages of fish breeding systems in Sazlıca (Foça-İzmir). *Proceedings of the XIIth National Biology Congress, Edirne*, p. 300-305.
- Pearson T.H. and Rosenberg R. 1978. Macrobenthic Succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. In:Oceanogr. And Mar. Biol. Ann. Rev H. Barnes (ed.) *Aberdeen Univ. Pres.* 16:229-311.
- Phillippi, A. L. , O'Connor, N. J. , Lewis, A. F. and Kim, Y. K. 2001. Surface flocking as a possible anti-biofoulant. *Aquaculture* 195:225-238.

- Pinar, E. 1974. Fouling and boring organisms in some Turkish harbours and the effectivity of antifouling and antiboring paints against these organisms. *Sci. Rep. Fac. Sci. Ege Univ.* no 170:67pp
- Qian, P-Y. , D. Rittschof, and Sreedhar, B. 2000. Macrofouling in unidirectional flow:miniature pipes as experimental models for studying the interactions of flow and surface characteristics on the attachment of barnacle, bryozoan and polychate larvae. *Marine Ecology Progress Series* 207:109-121.
- Railkin, A.I. 2004. Marine biofouling: colonization process and defenses. *CRC Pres. New York.* 303 pp.
- Ruokolahti, C. 1988.Effects of fish farming on growth and chlorophyll a content of *Cladophora*. *Marine Pollution Bulletin* 19:166-169.
- Shipyard Technology, Oct/Nov 2000.10 Eylül 2007, <http://www.chemical.press-world.com/v/9086/html>
- Stanczak, M. 2004, Biofouling: It' s Not Just Barnacles Anymore.6 Haziran 2007, <http://www.csa.com/hottopics/biofoul/overview.php>.
- Strickland, J. D. F. ve Parsons, T. R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *2nd edition Bulletin 167.*Ottawa, Fisheries Research Board of Canada, 310p
- Swift, M. R. , Fredriksson, D. W. , Unrein, A., Fulterton, B. , Patursson, O. , Baldwin, K. 2006. Drag force acting on biofouled net panels, *Aquac. Eng.* 35, 292-299.
- Tan, C. K. , Nowak, B. F. , and Hodson, S. L. 2002. Biofouling as a reservoir of *Neoparamoeba pemaquidensis* (Page, 1970), the causative agent of amoebic gill disease in Atlantic Salmon. *Aquaculture* 210:49-58.

- Tosteson, T.R. 1988. Diversity and seasonality of microbial aggregation-adhesion enhancing (AAE). Biofouling macromolecules in coastal seawater. 7^a International Congress Marine Biofouling, Nov 7-11, Valencia (Spain).
- Townsin, R.L. (2003) The ship hull fouling penalty. *Biofouling* 19 (supplement), 9-15.
- Waddy, S. L. , Burridge, L. E. , Hamilton, M. N. , Mercer, S. N. , Aiken, D. E. and Haya, K. 2002. Emamectin benzoate induces molting in American lobster, *Homarus americanus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Scienses* 59:1096-1099.
- Whall, M. , 1989. Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling:some basic aspects. Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 58:175-189.
- WHOI (Woods Hole Oceanographic Institution). 1952. Marine Fouling and its Prevention. *United States Naval Institute, Annapolis, MD*: 381 pp.
- Willemsen, P. R. 2006. Biofouling in European aquaculture: is there any easy solution? 10 Ağustos 2007, <http://www.crabproject.com/index.php/uk/57/publications>.
- Yucel-Gier, G. Kucuksezgin, F. & Kocak, F. 2007. Effects of fish farming on nutrients and benthics community structure in the Eastern Aegean (Turkey). *Aquaculture Research*, 1-12