

## Orta Ege Denizi'nde Yüzer Ağ Kafes Sistemlerinde Yerleşen Makro alg ve Makro omurgasız Türler Üzerine Bir Ön Araştırma

### A Preliminary Study on Macroalgae and Invertebrate Species Settling in Floating Net Cage Systems in the Central Aegean Sea

Ali Ulaş<sup>1,\*</sup>, Serpil Serdar<sup>1</sup>, Şükrü Yıldırım<sup>1</sup>, Didem Göktürk<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir

<sup>2</sup> İstanbul Üniversitesi Su Bilimleri Fakültesi, Laleli, İstanbul

\*Sorumlu yazar: [ali.ulas@ege.edu.tr](mailto:ali.ulas@ege.edu.tr)

Geliş: 08.11.2021

Kabul: 21.12.2021

Yayın: 01.06.2022

**Alıntılama:** Ulaş, A., Serdar, S., Yıldırım, Ş. & Göktürk, D. (2022). Orta Ege Denizi'nde yüzer ağ kafes sistemlerinde yerleşen makro alg ve makro omurgasız türler üzerine bir ön araştırma. *Acta Aquatica Turcica*, 18(2), 247-258. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.1020852>

**Özet:** Ocak-2015 ile Şubat 2018 tarihleri arasında Orta Ege Denizi, İzmir Körfezi güneybatısındaki Balıklıova kıyısında yer alan ağ kafes ünitelerinde yürütülen bu çalışmada, ağ kafes ünitelerinin yüzdürücü kafes, ağ ve halatlar gibi farklı bölümlerine tutunmuş makroalg ve makro omurgasızların oluşturduğu makro fouling organizmaların tanımlanması ve yoğunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneklemeler serbest dalış ve tüplü dalışlar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda 9'u Mollusca, 4'ü Arthropoda ve 2'si Echinodermata filumlarına ait olan toplam 15 adet makro omurgasız ile Chlorophyta ve Rhodophyta filumlarına ait 6 adet alg türü tespit edilmiştir. *Mytilus galloprovincialis* ve *Balanus* sp. en yoğun rastlanan canlılar olarak belirlenmiş olup *Ulothrix*, *Ulva*, *Ceramium* genuslarına ait türlerin de derinliğe bağlı değişerek dağılım gösterdikleri tespit edilmiştir. Deniz ekosisteminde yapay habitatlar olarak düşünülebilecek bu tip ünitelerin makro fouling açısından farklı türlere yaşam alanı oluşturduğu gözlenmiştir.

#### Anahtar kelimeler

- Ege Denizi
- Yüzer ağ kafes sistemi
- Makro omurgasız
- Makro alg
- Biofouling

**Abstract:** This study was conducted between January 2015 to February 2018 in farm cage units located in Balıklıova shores in South-west of Izmir Bay, the Aegean Sea to identify species diversity of some macroalgae and macroinvertebrates attached to different parts of cage units such as floating tubes, net, ropes and to determine their densities. Sampling studies were carried out by scuba and skin divers. A total of 15 macroinvertebrate species, 9 of which belong to the Mollusca, 4 to the Arthropoda and 2 to the Echinodermata phylum, and 6 algae species to the Chlorophyta and Rhodophyta phylum were identified. *Mytilus galloprovincialis* and *Balanus* sp. were determined as the most abundant species. The species which belong to *Ulothrix*, *Ulva*, *Ceramium* genus were also observed their distribution depending on the depth. It has been observed that such units, which can be considered as artificial habitats in the marine ecosystem, create habitats for different species in terms of macrofouling.

#### Keywords

- Aegean Sea
- Floating net cage
- Macroinvertebrates
- Macroalgae
- Biofouling

## 1. GİRİŞ

Üst Paleolitik çağdan beri (Gordon, 1998), insanların kendi kendisinin ihtiyaçlarını gidermek amacıyla gerçekleştirdiği balıkçılık faaliyetleri, bugün dünya çapında geniş bir sektör haline gelmiştir (Hoşsucu, 1991). 3000 yıllık bir geçmişe sahip olan akuakültürün, ticari olarak 50 yıllık bir



geçmiş olan kafeste balık yetiştiriciliği konusu da kısa bir zaman içinde çok büyük gelişmeler kaydetmiştir (Beveridge,1987). Günümüzde dünya su ürünleri üretim miktarı 178,5 milyon tona ulaşmıştır. Bu üretimin 96,4 milyon tonu avcılık, 82,1 milyon tonu ise yetiştiricilik faaliyetleriyle sağlanmaktadır (FAO 2018). Yetiştiricilik konusunda yaşanan uluslararası gelişmeler ile Türkiye’de de üretim son on yılda hızlı bir gelişme göstermiştir. Yetiştiriciliğin desteklenmesi sonucunda 1971 yılında sadece bir adet olan yetiştiricilik tesisi, 2017 yılında 2853 adede ulaşmıştır. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK, 2019) verilerine göre Türkiye balıkçılık üretimi 836,524 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin % 44,6’sı balıkçılık yoluyla, % 55,4’ü ise yetiştiricilik yoluyla üretilmiştir.

Kafesler ilk olarak balıkçılar tarafından canlı balıkları yeterli miktarlarda elde bulundurmak amacıyla kullanılmıştır. Zira bu şekilde balıkçılar pazara götürülecek miktarda balık tutana kadar yakaladıkları canlı balıkları bu kafesler içine stoklayarak pazara taşıma işinde kullanmışlardır. İlk elde tutma tipi kafesler, bitkisel yapılardan özellikle kamışlardan yapılmış olup, bunlar balık tuzaklarının ya da kuzuluk olarak adlandırılan yapıların daha küçük bir benzeri olarak dünyanın çeşitli bölgelerinde özellikle Güneydoğu Asya ülkelerinde yaygın olarak kullanılmıştır (Beveridge,1987). Balıkları canlı olarak saklamak için kullanılan kafesler daha sonra boy ve ağırlıkça büyüyecekleri besleme ve büyütme işlerinin yapıldığı canlı stoklama araçları olarak kullanılmıştır (Dikel, 2002). Modern kafes sistemlerinin gelişmesi ise özellikle salmon çiftçilik endüstrisinin gelişmesiyle beraber son 20 – 30 yıl içinde gerçekleşmiştir. Bu amaçla onshore (kıyıya yakın) sulara korunaklı alanlar için kafesler dizayn edilmiş olup, offshore (kıyı ötesi) kafeslerin gelişmesi onshore kafeslerin gelişmesine paralel olarak son 10 – 15 yılda gerçekleşmiş ve çeşitli modeller test edilmiştir (Scott ve Muir, 2000). Başlangıçta kurulan onshore işletmelerinin yoğunluğu, turizm, deniz işletmeciliği ve çevresel lobilerin baskıları nedeniyle azaltılmıştır. Aynı zamanda onshore üretim yerlerinin de düşük oranda büyüme ve yüksek oranda hastalık riskine sahip oldukları da kaydedilmiştir. Bu nedenle günümüzde artık çoğunlukla offshore kafes sistemleri kullanılmaktadır.

Deniz üzerinde tekne, şamandıra veya kıyıda bulunan iskele ayakları gibi yapay substratların zamanla birçok deniz canlısına ev sahipliği yaptığı, yapay bir habitat oluşturduğu bilinmektedir. Bazı durumlarda fouling olarak da adlandırılabilen bu durum, katı yüzeyler üzerinde istenmeyen malzeme birikmesi olarak tanımlanır ve söz konusu materyaller canlı organizmalar (fauna ve flora elemanları) tarafından oluşturulursa biyofouling olarak adlandırılmaktadır ve zamanla biyofouling gelişir ve geniş alana yayılır (Bülbül ve Filik, 2019). Alg, Polychaeta, Bivalvia, Cirripedia, Bryozoa ve Tunicata gibi sesil organizmaları içeren gruplar primer makrofoulingi, bu türlerin arasında veya üzerinde yaşayan ve fouling olayına daha sonra katılan gruplar da sekonder makrofoulingi oluşturmaktadır (Houghton, 1978; Relini 1990; Koçak vd., 1998). Deniz kafes sistemlerinde ve özellikle ağlarda gelişen biyolojik topluluklar, gemilerdeki foulinglere kıyasla daha karakteristiktir ve özellikle makroalglerle ilişkilendirilen önemli bir problemdir (Braithwaite ve Mcevoy, 2005). Dünyada biofoulingin deniz balıkçılığı yetiştiriciliğinde sistemlerde ciddi sorunlara yol açtığı bildirilmiştir (Hodson ve ark., 1995; 1997; 2000). Genellikle oluşturdukları ağırlık ve istenmeyen yüzeylerin kaplanması nedeniyle bazı yapılar için negatif gelişim olarak değerlendirilen bu canlılar, zaman zaman yüzeylerin kazınması suretiyle temizleme amacıyla yapılardan uzaklaştırılmaktadır. Türkiye su ürünleri yetiştiricilik sektöründe de yüzer ağ kafes sistemlerinde gözlenen bu canlılar, ağ kafes yüzerliğine negatif yönde etki etmeleri, ağ gözlerini kapatarak su sirkülasyonunun azalmasına neden olmaları gibi olumsuz etkileri ile gündeme gelmektedirler. Bununla birlikte denizdeki yüzeylere tutunan bu canlıları denizel ekosistemin ve besin zincirinin önemli bir bölümünü oluşturdukları da unutulmamalıdır.

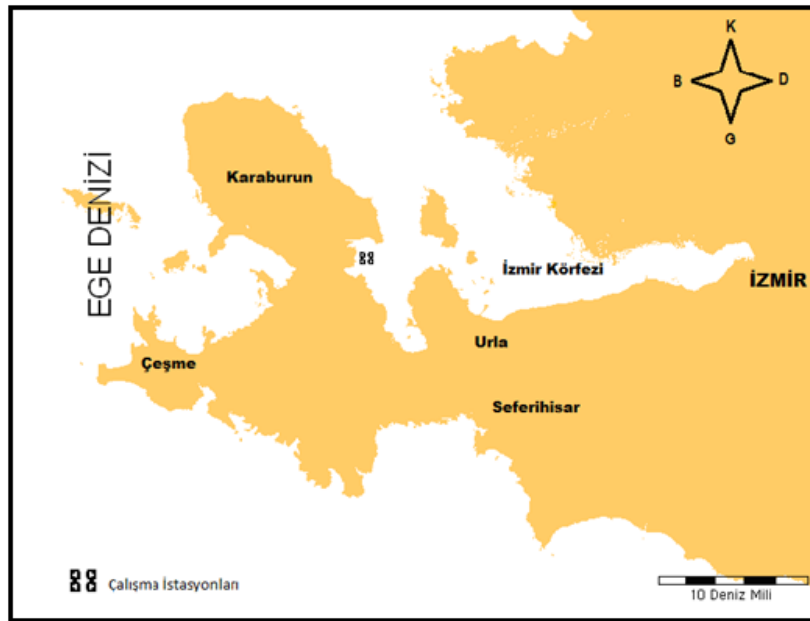
Dünyada denizlerde yapılan yetiştiricilik sistemlerindeki makrofouling organizmalar ile ilgili yapılmış çeşitli çalışmalar olmakla birlikte (Houghton, 1978; Hodson vd., 1995; Shanmao 1998; Hodson vd., 2000; Braithwaite ve Mcevoy, 2005; Cook vd., 2006; Mhaddolkar 2017), ülkemizde spesifik olarak yüzer ağ kafes sistemlerindeki makroalg ve makroomurgasız türler üzerine yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ek olarak, Ege Denizi Türk karasularında farklı alanlarda habitat,

ekosistem, tür çeşitliliği ve dağılımı, kirlilik, balıkçılık gibi pek çok farklı konuda bölgedeki makroalg ve makroomurgasız türleri de içinde barındıran çeşitli çalışmalar mevcut olmakla beraber yine spesifik olarak yüzer ağ kafes sistemleri üzerindeki canlılarla ilgili yapılmış bir çalışmaya erişilememiştir. Dolayısıyla, bu çalışma Orta Ege Denizi'nde yer alan 300 ton kapasiteli bir levrek ve çipura deniz balıkları üretim çiftliği işletmesindeki yüzer ağ kafes sistemi bölümlerinde tutunan makroalg ve makroomurgasız türlerin belirlenmesi ve sistem bölümlerine göre dağılımlarının incelenmesi amacıyla geliştirilebilir bir pilot çalışma olarak yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1. Çalışma sahası ve yüzer ağ kafes sisteminin özellikleri

Bu çalışma Orta Ege Denizi'nde yer alan İzmir Dış Körfezi Balıklıova kıyısında,  $38^{\circ} 26' 56,77''$  K –  $26^{\circ} 36' 30,98''$  D;  $38^{\circ} 36' 51,77''$ K –  $26^{\circ} 36' 57,40''$  D;  $38^{\circ} 26' 43,07''$  K –  $26^{\circ} 36' 25,74''$  D;  $38^{\circ} 26' 43,55''$  K –  $26^{\circ} 36' 53,13''$  D koordinatları arasında yer alan ağ kafes ünitelerinde yürütülmüştür (Şekil 1). 300 ton kapasiteli levrek ve çipura üretim işletmesidir ve 20 m çapında 15 adet ağ kafes ünitesi mevcuttur. Ağ kafes ünitelerinin bulunduğu derinlik 30 m, kafeslerin ağ derinliği ise 15 metredir (Şekil 2a). Ağ kafes sistemi, yüzdürücü borular, mooring sistemi, halatlar ve ağdan oluşmaktadır. Çalışmanın materyalini ağ kafes sistemlerinin bu farklı yapılarıdaki bölümlerine tutunarak yaşayan makroomurgasızlar ve algler oluşturmaktadır. Demirlemede kullanılan tonoz ve çapalar dalış emniyeti açısından örneklenemeyeceği için değerlendirme dışı tutulmuştur.



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü bölge.

Yüzdürücü borular, yüksek yoğunluklu polietilen malzemeden sıcak enjeksiyon ve çekme yöntemiyle üretilmekte ve içine strofor malzeme doldurularak, çeşitli çap ve kalınlıkta üretilen borulardır (Şekil 2b). Farklı çaplarda dairesel pozisyonda 2'li veya 3'lü olarak kaynak yapılmakta, sistemin ağ ve halat ağırlığını yüzdürebilecek kapasitede kullanıma sunulmaktadır. Ağ kafes yüzdürücü boruları ile demirleme çapaları arasında gerilimi birçok noktada paylaşan ve dengeleyen bir sistem olan mooring sistemi ise üzerine yüzdürücü bağlanmış dairesel bir çerçeveden oluşmaktadır (Şekil 2c). Farklı yönlerden gelen halatlar bu çembere bağlanarak sistemin dengede durmasını sağlamaktadır. Tüm sistemi, demirleme çapalarına ve kafeslerin birbirine bağlanabilmesi için çeşitli çaplarda ve Poliamit, Polietilen, Polipropilen, Polivinilklorür gibi çeşitli materyallerden yapılmı

halatlar kullanılmaktadır. Halatlar genellikle bağlantı yerindeki aşınmayı önlemek için rodensa ve kilit ile zincir ve mooring sistemine bağlanmakta, sadece yüzdürücü kafes çerçevesine düğüm atılarak bağlanmaktadır. Deniz balıkları üretiminde kafes borular içine donatılan ağ havuzlar ise balık yetiştiriciliğinin en önemli enstrümanını oluşturmaktadır. Çeşitli materyal, kalınlık ve göz açıklığından oluşan ağlar buldukları ortamda birçok canlı türüne yapay habitat oluşturmaktadır. Çalışmada incelen sistemdeki ağlar ise Poliamid (PA) materyalden, 210 denye ve 8, 12 ve 14 mm göz açıklığına sahiptir.



Şekil 2 a, b ve c. Yüzer ağ kafes üniteleri (a), kafes yapımında kullanılan polietilen borular (b) ve mooring sistemi (c).

## 2.2. Veri Toplama ve Değerlendirme

Ocak-2015 ile Şubat 2018 tarihleri arasında Orta Ege Denizi'nde sürdürülen arazi çalışmalarında Ege Üniversitesi Sualtı Araştırma ve Uygulama Merkezi'ne ait 11 m boyunda 135 hp gücüne sahip EGE DERİN isimli eğitim gemisi ve Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesine ait 4,60 m boyunda 50 hp gücünde hızlı bot ARGE kullanılmıştır. Ağ kafes sistemlerinin farklı bölüm ve derinliklerinde tutunarak yaşayan canlıların birim alanda tespit edilmesinde, hem serbest hem tüplü dalış yapılarak örnek toplama ve sualtı kamerası ile görüntü analizi yöntemleri kullanılmıştır. Özellikle ağ üzerinde bulunan algerin kazınarak alınamaması sebebiyle sualtı görüntü cihazı olan GoPRO Hero 4 Black Edition ile görüntüler alınmıştır. Çalışma boyunca toplam 15 örnekleme gününde iki balıkadam toplamda 42 saat dip zamanı ile 32 m derinliğe kadar örnekleme yapmıştır. Alınan örnekler % 3'lük nötrale formaldehit çözeltisiyle fikse edilerek laboratuvar ortamına taşınmış, tür tayinleri ve birey sayıları tespit edilmiştir. Türlerin büyüklüklerine göre bazı türler çıplak göz ile daha küçük boyutlu türler ise binoküler mikroskop yardımıyla incelenmiştir. Tür tayinlerinde Tebble (1966), Fischer vd. (1987), Poppe ve Goto (1993) ve Palomares ve Pauly (2021)'den yararlanılmıştır. Güncel sistematik bilgileri World Register of Marine Species (WoRMS, 2021)'den kontrol edilerek listelenmiştir. Elde edilen sayısal değerlerin incelenmesinde ve çok değişkenli analizlerin hesaplanmasında Primer v6.1.13 (Clarke ve Gorley, 2006) ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır. Çalışma süresince ayrıca su sıcaklıkları Suunto D6i dalış bilgisayarı ile kaydedilmiştir.

## 3. BULGULAR

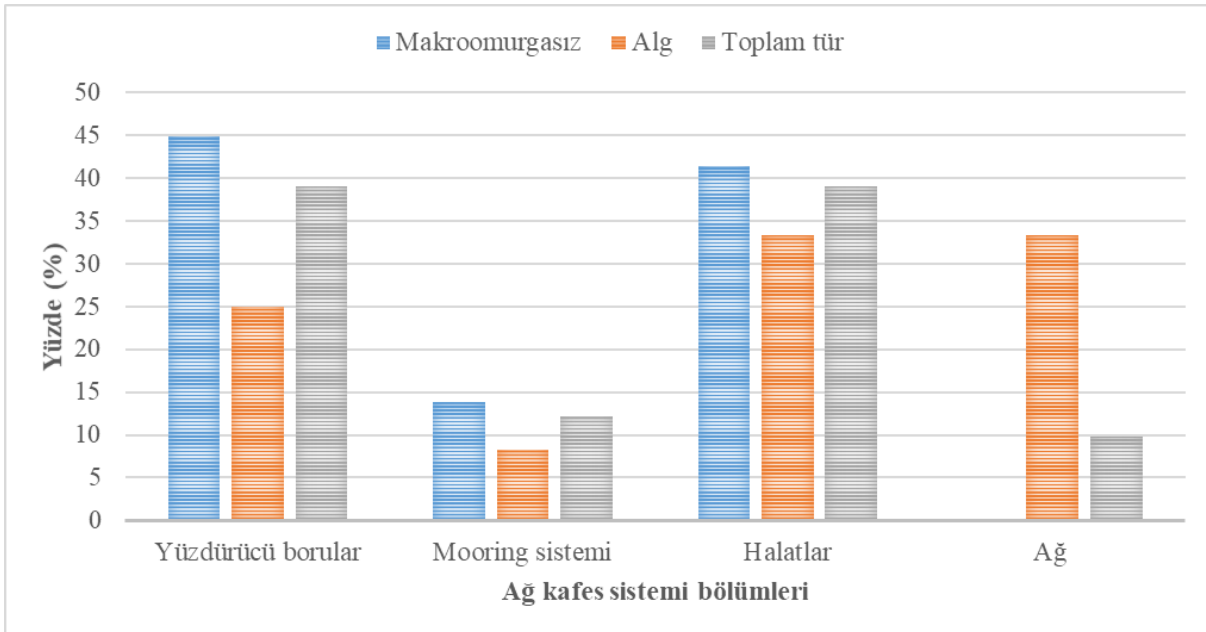
Çalışma sonunda 9 adedi Mollusca, 4 adedi Arthropoda, 2 adedi Echinodermata filumlarına ait 13 familyadan toplam 15 adet makroomurgasız türü (Tablo 1) ile Chlorophyta ve Rhodophyta filumlarına ait 6 adet alg türü (Tablo 2) tespit edilmiş olup, incelenen toplam biomas 87 kg'dır. Kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) ve tragana olarak isimlendirilen 1 adet *Balanus* sp. türü en yoğun rastlanan türler olarak belirlenmiştir. Örneklenen makroomurgasız ve alg türlerinin yüzer ağ kafes sistemi bölümlerine göre toplam veri üzerinden hesaplanan sayıca yüzde frekans dağılımı Şekil 3'te verilmiştir. Çalışma boyunca kaydedilen su sıcaklığı değerlerine bakıldığında, ortalama 14,5 °C ile Ocak ve Şubat ayları en soğuk, 27 °C ile Ağustos en sıcak ve tüm çalışma boyunca kaydedilen sıcaklık ortalaması da 19 – 21 °C olarak ölçülmüştür.

**Tablo 1.** Ağ kafes sistemlerinde tespit edilen makroomurgasız türleri.

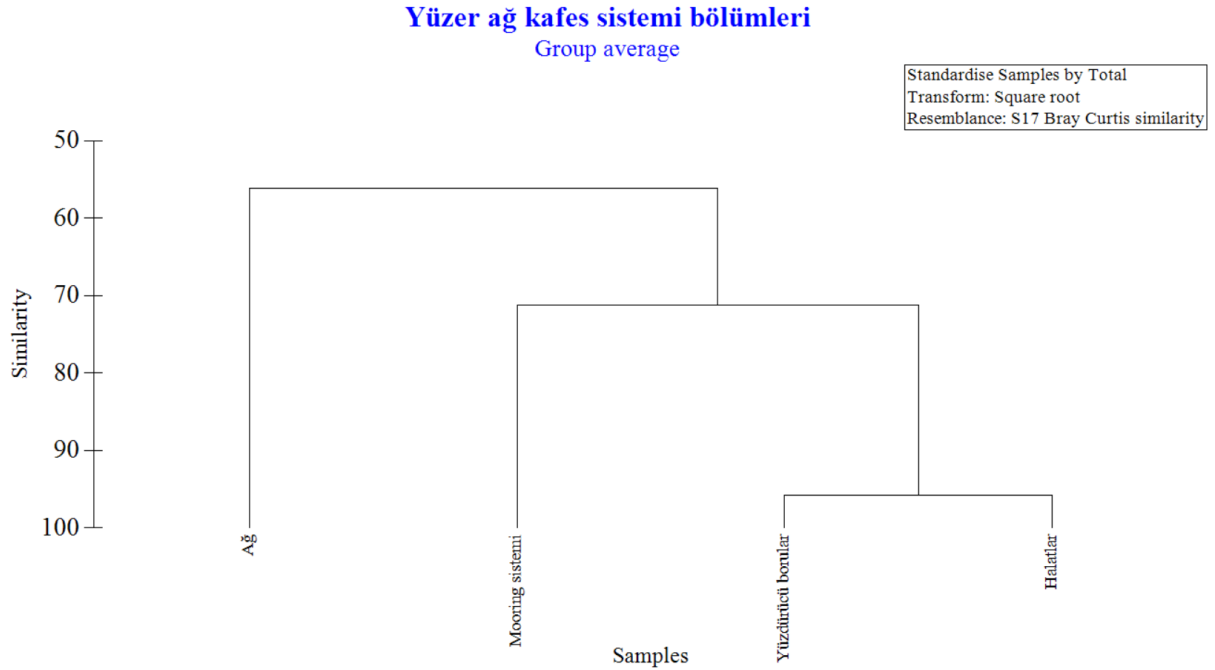
Filum	Klas	Familiya	Tür
Mollusca	Bivalvia	Arcidae	<i>Arca noae</i> Linnaeus, 1758
		Anomiidae	<i>Anomia ephippium</i> Linnaeus, 1758
		Chamidae	<i>Chama gryphoides</i> Linnaeus, 1758
		Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)
		Mytilidae	<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819
			<i>Modiolus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>Musculus costulatus</i> (Risso, 1826)
		Ostreidae	<i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758
			Margaritidae
		Arthropoda	Malacostraca
Pilumnidae	<i>Pilumnus hirtellus</i> (Linnaeus, 1761)		
Porcellanidae	<i>Porcellana platycheles</i> (Pennant, 1777)		
Thecostraca	Balanidae		<i>Balanus</i> sp.
Echinodermata	Ophiuroidea		Ophiuridae
	Echinoidea	Parechinidae	<i>Paracentrotus lividus</i> (Lamarck, 1816)

**Tablo 2.** Ağ kafes sistemlerinde tespit edilen alg türleri.

Filum	Klas	Familiya	Tür
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrachaceae	<i>Ulothrix speciosa</i> (Carmichael) Kützing, 1849
		Ulvaceae	<i>Ulva compressa</i> Linnaeus, 1753
			<i>Ulva lactuca</i> Linnaeus, 1753
			<i>Ulva rigida</i> C.Agardh, 1823
Rhodophyta	Florideophyceae	Ceramiceae	<i>Ceramium ciliatum</i> (J.Ellis) Ducluzeau, 1806 <i>Ceramium</i> sp.

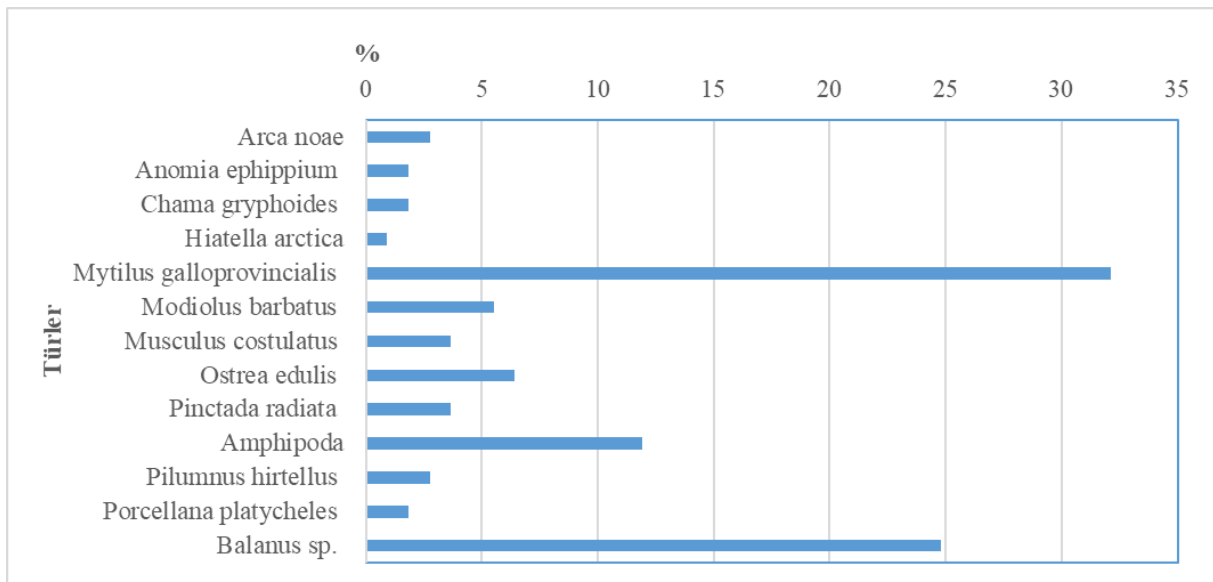
**Şekil 3.** Örneklenen türlerin yüzer ağ kafes sistemi bölümlerine göre sayıca yüzde dağılımı.

Yüzer ağ kafes sistemi bölümlerinde tespit edilen türlerin Bray-Curtis benzerlik analizi hesaplarına göre oluşturulan sayısal bolluk kümelenme dendogramı Şekil 4'te gösterilmiştir. Buna göre sistemin ağ bölümü tek başına bir grup oluştururken, yüzdürücü borular ve halatların % 95,66'lık en yüksek benzerlik oranı ile farklı bir grup oluşturduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.** Türlerin Bray-Curtis benzerlik analizine dayalı yüzer ağ kafes sistemi bölümlerine göre kümelene dendogramı.

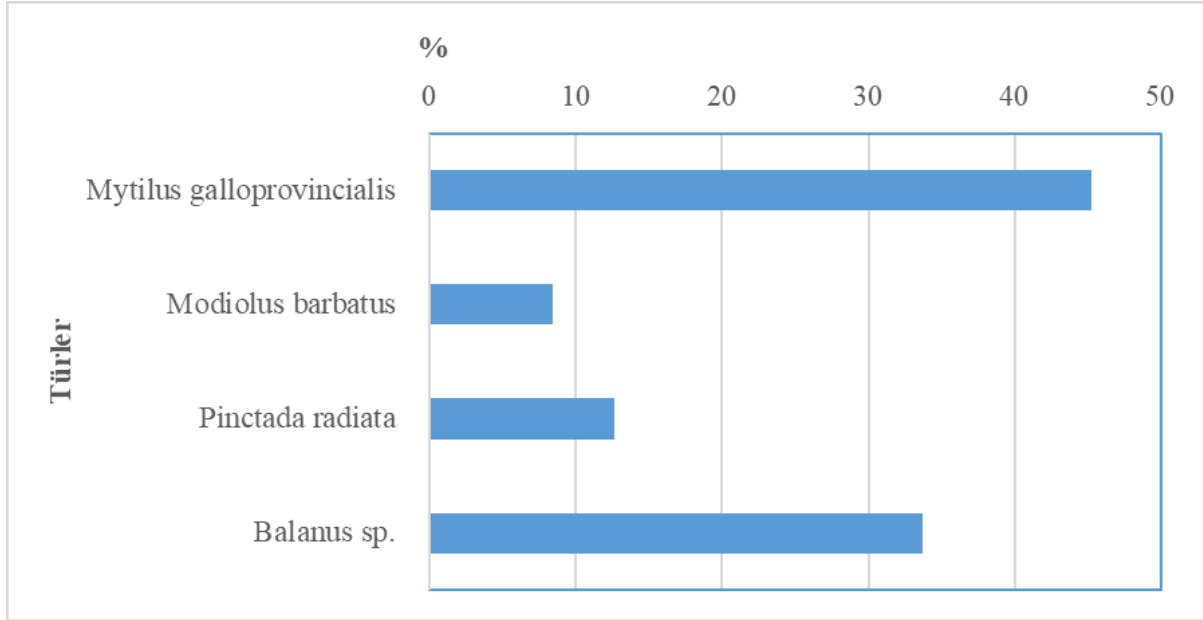
En fazla sayıda türün bulunduğu tespit edilen yüzdürücü borulara tutunan makroomurgasız türler içinde *M. galloprovincialis* ilk sırada yer alırken ikinci sırada *Balanus* sp. ve üçüncü sırada da Amphipoda türlerine rastlandığı belirlenmiştir (Şekil 5). Yüzdürücü borulara tutunan alg türleri incelendiğinde ise toplam üç tür tespit edilmiş ve bunlar arasında en yoğun rastlanan türün *U. lactuca* olduğu ve bunu benzer çevresel koşulları tercih eden *U. rigida* ve *U. compressa* türlerinin takip ettiği belirlenmiştir.



**Şekil 5.** Yüzdürücü borulara tutunan makroomurgasız türlerin sayıca yüzde dağılımları.

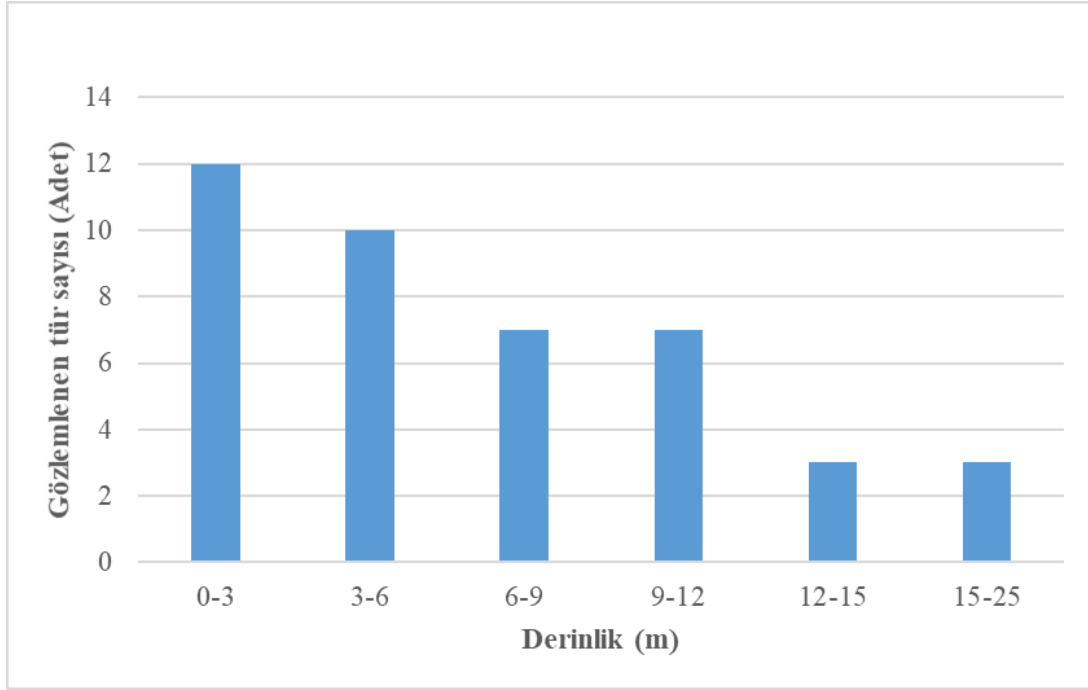
Mooring sistemi 5 – 8 m derinlikte ve yapısında metal halkalar barındırdığından özellikle sert bir yere sabitlenerek yaşayan kabukluların tercih ettiği bir alan olarak gözlemlenmiştir. Bulunduğu

derinlikte ışığın yeterli oluşu ve su sirkülasyonunun çok oluşu bu bölgedeki kabuklu türlerinin yoğun yerleşimine imkân sağlamaktadır. Mooring sisteminde tespit edilen *M. galloprovincialis*, *M. barbatus*, *P. radiata* ve *Balanus* sp. makroomurgasız türlerine ait sayıca yüzde dağılım frekansı Şekil 6'da gösterilmektedir. Mooring sistemine yerleşen alg türlerine bakıldığında ise sadece *C. ciliatum* ve *Ceramium* sp. türlerinin derinlik, suyun ışık geçirgenliği ve organik madde miktarıyla ilişkili olarak sınırlı, çok yoğun olmayan bir yerleşime sahip olduğu dalışlar sırasındaki sualtı gözlemlerinde izlenmiştir.



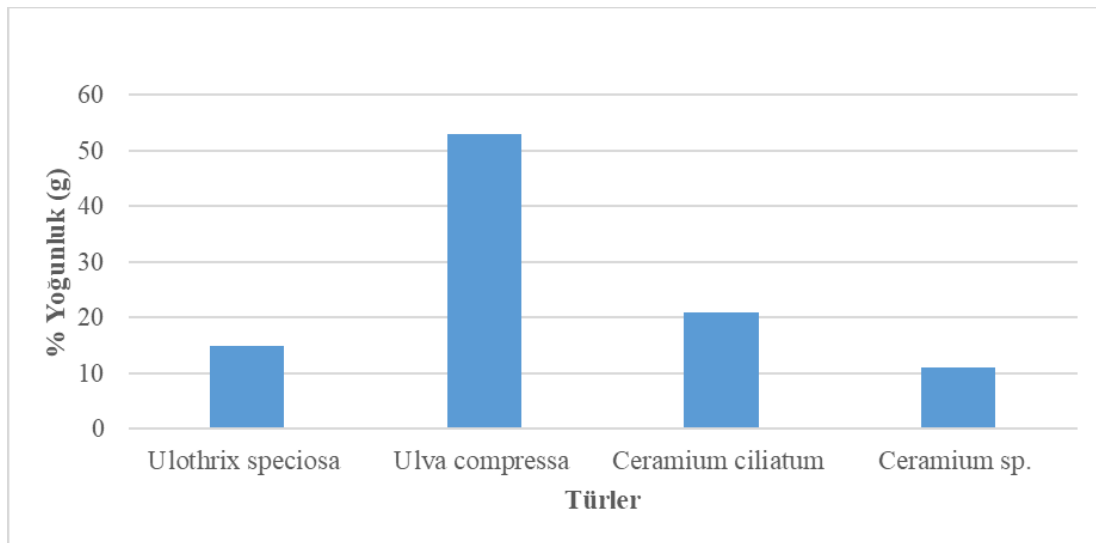
Şekil 6. Mooring halkası üzerinde belirlenen makroomurgasız türlerin sayıca yüzde dağılımları.

Yüzer ağ kafes sistemlerinde yer alan halatlar farklı derinliklerde, su yüzeyinden zemindeki sabitleme demirlerine (Yaklaşık 40 – 60 m) kadar uzanabilmektedirler. Bu nedenle doğal olarak, halatlardaki tür yerleşimi su yüzeyinde yoğun ve zengin, derinlere doğru gidildikçe ise tür ve birey sayısı bakımından fakirleştiği gözlemlenmiştir. Halatlar üzerinde yerleşim göstererek tespit edilen makroomurgasız tür dağılımının derinliğe göre değişimi Şekil 7'de verilmiştir. Bununla birlikte halatlar üzerinde en yoğun tespit edilen makroomurgasız tür % 64 ile *M. galloprovincialis* olup, bunu % 12 ile *Balanus* sp., % 4 ile *Amphipoda*, % 3 ile *P. lividus* ve % 7 ile diğer makroomurgasızlar izlemiştir. Alg türlerinin yerleşim ve dağılımlarına bakıldığında ise yüzeye yakın ışığın bol olduğu bölgelerde Chlorophyta filumuna mensup *U. lactuca*, *U. rigida* ve *U. compressa* türlerine rastlanırken, ışığın azaldığı derinliklerde Rhodophyta filumundan *C. ciliatum* türüne rastlanmaktadır. *Ulva* genusuna ait türler toplamda % 83'lük bir dağılım gösterirken (*U. lactuca*: % 44; *U. rigida*: % 21; *U. compressa*: % 18) *C. Ciliatum* türünün % 17'lik bir dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 7. Halatlar üzerinde derinliğe göre tespit edilen makroomurgasız tür sayısı dağılımı.

Ağ kafes sistemlerinde en geniş yüzey alanına ve esnek bir yapıya sahip olan ağlardır. Yüze yakın olmaları ve su sütununda salınarak organik maddece zengin bölümde bulunmalarının etkisiyle alg türlerine iyi ev sahipliği yaptıkları gözlemlenmiştir. Bu materyal üzerindeki flora gelişimi çoğunlukla balık çiftliklerinde istenmeyen ağ gözü kapanmalarına ve ağ kafes içindeki su sirkülasyonunun azalmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle yüzer kafes sistemlerinin dalgıçlar tarafından düzenli olarak fiziki temizleme yapılmaktadır. Bu düzenli temizleme genellikle 4 – 7 haftada bir yapıldığından ağlar üzerinde makroomurgasız türlerine rastlanmamıştır. Makroomurgasız türlerin yerleşimini ve tutulumunu engelleyen bu duruma rağmen alg türleri için aynı şeyin söz konusu olmadığı tespit edilmiştir. Ağlar üzerinde hiç makroomurgasız türüne rastlanmazken, bazı alglerin yerleşim gösterdikleri gözlemlenmiştir. Ağlarda rastlanan algler için birim alanda türlerin ağırlık açısından yoğunluk dağılımına bakıldığında *U. compressa* türünün ilk sırada yer aldığı, bunu sırasıyla *C. Ciliatum*, *U. speciosa* ve *Ceramium* sp. türlerinin takip ettiği tespit edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Ağlar üzerine tutunan alglerin birim alanda yoğunluk dağılımı.



#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Denizde su ürünleri üretimi yapan çiftliklerin en önemli yatırım maliyeti yüzer ağ kafes sistemleridir ve bu sistemlerin bileşenleri yüzeyden 80-100 m derinliklere kadar uzanabilmektedir. Bu yapı yerleşimi vertikal deniz sütununda birçok canlının tutunup yaşayabileceği yüzeyler oluşturmaktadır. Price ve Morris (2013) kıyısız alanlarda ya da açık denizlerde bulunan balık çiftliklerinin genellikle plankton, bentik fauna, balıklar, deniz memelileri veya mercanlar gibi serbest olarak bulunan doğal ortam elemanları için bir çeşit barınma yeri durumunda olduğunu bildirmişlerdir. Balıkların beslenmesi için kafeslere atılan yemler ve balıkların metabolik atıkları bu bölgelerde nutrient seviyesinin artmasına neden olmakla birlikte, bu durum ortamda dağılım gösteren ve besin zincirinin ilk halkasını oluşturan fitoplankton miktarı artışına da katkı sağlamaktadır (Porter vd., 1987). Buna bağlı olarak da farklı materyallere sahip bu yapılar suyu süzerek beslenen (filter feeding) özellikle bivalvia türlerinin yoğun yerleşimine ev sahipliği yapmaktadır (Porter vd. 1987; Braithwaite ve McEvoy, 2005). Ortamda uygun sıcaklık ve uygun besin bulunması nedeniyle yerleşmek üzere ekolojik ortam bulan bu canlı toplulukları yüzer sistemleri ağırlıkları ve ağ gözünü kapatan yoğun yerleşimleri nedeniyle işletmeleri zaman zaman olumsuz etkilemektedir. Fakat aynı zamanda burada var olan nutrient yükü bu canlılar tarafından indirgenmektedir. (Weston vd., 1990; Jahani vd., 2018). Kafes sistemlerinin yer aldığı bölgelerin biyoçeşitliliği ile ilgili olarak yapılan incelemelerde çeşitli zooplankton türleri de rapor edilmiştir. Özellikle küçük balıkların besinini oluşturan çift kabuklu larvaları, bazı echinoderm larvaları ve zooplankton türleri besin zincirinin ikinci halkasını oluşturarak bu bölgeye önce küçük balıkların ve ardından büyük balıkların gelmesini sağlamaktadır (Price and Morris 2013).

Orta Ege Denizi'nde yapılan bu pilot çalışmada yüzer ağ kafes sisteminde Mollusca, Arthropoda ve Echinodermata filumuna ait 15 makroomurgasız tür ile Chlorophyta ve Rhodophyta filumlarına ait 6 makroalg türünden oluşan toplam 21 makro fouling tür tespit edilmiştir. Türkiye sularında yüzer ağ kafes sistemlerindeki makro fouling türlerin tespiti ile ilgili bir çalışma bulunmamakla birlikte yabancı sularda yapılan bazı çalışmalarda bu çalışmada da tespit edilen ortak genuslar ve türler bulunmaktadır. Buna göre Shanmao vd. (1998)'nin Jinzhou Bölgesi'ndeki deniz çiftliğinde yürüttükleri çalışmada toplam 82 tür tespit edilmiş olup, bunlar arasında genus seviyesinde *Ulva*, *Ostrea*, *Balanus*, *Porcellana*, *Ophiura*, Amphipoda spp. ve tür seviyesinde de *U. lactuca* ve *M. galloprovincialis* tespit edilen ortak makro fouling organizmalardır. Mhaddolkar vd., (2017)'nin Hindistan'ın batı kıyılarında yer alan kafes sistemlerinde yürüttükleri derinliğe bağlı dağılımı inceleyen bir diğer çalışmada da yedi filuma ait toplam 21 makro fouling tür tespit etmişlerdir ve bunlar arasında *Balanus* sp. ve *Modiolus* sp. bu çalışmada da tespit edilen benzer organizmalardır. *Balanus* sp. bu çalışmada % 29 ile ikinci sırada yer alan baskın tür iken, Mhaddolkar vd., (2017)'nin yaptıkları çalışmada % 29,74; % 51,25 ve % 49,63'lük oranlarla çalıştıkları her derinlik için baskın tür olarak rapor edilmiştir. Ayrıca derinlikle birlikte fouling organizma topluluklarının önemli bir değişiklik gösterdikleri raporlanmıştır (Nellis ve Bourget, 1996; Svane vd., 2016; Mhaddolkar vd., 2017). Bu çalışmada da derinliğe bağlı olarak gözlemlenen tür sayısında değişim olduğu kaydedilmiş olup, 0-3 m derinliğin % 29 ile en fazla, 15-25 m derinliğin ise % 7 ile en az dağılıma sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu varyasyonların ayrıca kafeslerin bulunduğu bölgesinin sıcaklık, tuzluluk, ışık yoğunluğu, besin mevcudiyeti, çözülmüş oksijen koşulları ve suyun akımı gibi birçok çevresel parametrenin de etkisi altında oldukları unutulmamalıdır (Braithwaite ve Mcevoy, 2005; Kassah, 2012).

Yüzer ağ kafes sistemlerindeki yüzdürücü borular buldukları yer itibarıyla su yüzeyine en yakın yapılardır. Sistemin zaman zaman su içinde zaman zaman su dışında kalan, ışık ve su yüzeyindeki besleyici maddelerden en çok yararlanan bölümdür. Bu nedenle çalışmada yüzdürücü borular en çok tür ve birey barındıran bölüm olarak dikkati çekmektedir (Makroomurgasız tür sayısı: % 45, Makroalg tür sayısı: %25). Bunu takip eden halatlar ise (Makroomurgasız tür sayısı: % 41, Makroalg tür sayısı: % 33) farklı derinliklerde yer alan yapay habitatlardır ve bu nedenle yüzdürücü borular ile aralarındaki

tür benzerliği Bray-Curtis benzerlik analizine göre % 95 olarak tespit edilmiştir. Ağ kafes sistemlerinde tutunan makroalg türlerinin kullanılmayan yemler ve balıkların metabolik atıklarının neden olduğu azot ve fosfor miktarındaki artışın indirgenmesinde katkı sağladığı bildirilmekle birlikte *Ulva* türlerinin ortamda bulunan fosforun % 8,9'unu ve azotun da % 24'ünü indirgeyebildikleri rapor edilmiştir (Hernandez vd., 2005). Böylece ortamda bulunan bu makroalg türleri suyun kalitesini arttırabilen bir eleman olarak ve ekonomik olarak da ağ kafeslerin yan ürünleri olarak düşünülebilir. Özellikle son yıllarda makroalglerin ilaç ve kozmetik bakım ürünlerinde hammadde olarak kullanımlarının artması da bir diğer ekonomik fayda olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca kafes sistemlerinde kayda değer populasyon oluşturan çift kabuklu türlerin uygun yöntemler ile toplanıp pazarlanmaları da yeni bir ekonomik girdinin oluşmasını sağlayabilir. Ek olarak bu sistemlerin bulunduğu ortamlar çeşitli balık türleri için cezbedici bölgeler haline gelebilirler ve böylece bölgedeki biyoçeşitliliğin artmasına olanak sağlayıp ekonomiye kazandırılacak avlanabilir tür sayısı ve miktarına da katkıda bulunabilirler. Dolayısıyla makrofouling organizmaların sisteme ağırlık yapması, su değişim oranını azaltması ve çalışma zorluğu yaratmasının yanı sıra bu türlerin bazılarının su kalitesine olan kısmi olumlu katkıları ve ayrıca ekonomik fayda olarak değerlendirilebilecekleri de göz ardı edilmemelidir. Fakat yine de deniz çiftliklerindeki kafes operasyonlarında düzgün ve kaliteli yem kullanımı ve yemlemenin yanında, sürekli izleme çalışmaları da yapılarak, birim alandan çevre ile dost maksimum faydanın sağlanması gerekmektedir. Sonuç olarak bu pilot çalışma bulguları ile Orta Ege Denizi'nde yüzer ağ kafes sistemleri üzerinde tespit edilen bazı makroalg ve makroomurgasız türlerden oluşan makrofouling organizmaların tespiti yapılarak bu girift ve çok çıktılı konuyla ilgili ileride yapılacak olan kapsamlı çalışmalar için temel bilgi birikimine büyük katkı sağlayacaktır.

## **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından 2015/SAUM/001 numaralı proje ile desteklenmiştir. İskandil Su Ürünleri İşletmesine arazi çalışmalarının gerçekleştirilmesinde verdikleri destek için teşekkür ederiz. Ayrıca Doç. Dr. İlker Aydın ve Doç. Dr. Dr. Gamze Turan'a proje çalışmasına olan pozitif destek ve ilgilerinden dolayı teşekkür ederiz.

## **FİNANS**

Bu çalışma 2015/SAUM/001 proje numarası ile Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

## **ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI**

Yazarlar, bu çalışmayı etkileyebilecek finansal çıkarlar veya kişisel ilişkiler olmadığını beyan eder.

## **YAZAR KATKILARI**

Kurgu: AU; Metodoloji: AU, SS,ŞY; Deneyin gerçekleştirilmesi: AU, DG; Veri analizi: AU, DG, SS; Makale yazımı: AU, ŞY, Denetleme: Tüm yazarlar nihai taslağı onaylamıştır.

## **ETİK ONAY BEYANI**

Bu çalışmada deney hayvanları kullanılmaması nedeniyle Yerel Etik Kurul Onayı alınmamıştır.

## **VERİ KULLANILABİLİRLİK BEYANI**

Bu çalışmada kullanılan veriler makul talep üzerine ilgili yazardan temin edilebilir.

**KAYNAKLAR**

- Beveridge, M. (1987). *Cage Aquaculture. A division of Blackwell Scientific Publication.* Fishing News Book, Oxford.
- Braithwaite, R., A., & McEvoy, L., A. (2005). Marine biofouling on fish farms and its remediation *Advances in Marine Biology*, 47, 215-252.
- Bülbül, Z., & Filik, N. (2019). Gemi yapımında kullanılan ahşap malzemelerde oluşan biyofilm ve fouling. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(1), 1-6.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N., 2006, PRIMER v6: User Manual/Tutorial, PRIMER-E, Plymouth.
- Cook, E. J., Black, K. D., Sayer, M. D. J., Cromey, C. J., Angel, D. L., Spanier, E., Tsemel, A., Katz, T., Eden, N., Karakassis, I., Tsapakis, M., Apostolaki, E. T., & Malej, A. (2006). The influence of caged mariculture on the early development of sublittoral fouling communities: a pan-European study. *ICES Journal of Marine Science*, 63(4), 637-649.
- Dikel, S. (2002). *Su Ürünlerinde Mekanizasyon*. II. Baskı Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Adana.
- FAO (2018). *The State of World's Fisheries and Aquaculture*, Rome. 200p.
- Fischer, W., Schneider, M., & Bauchot, M.L. (1987). Fiches FAO d'identification des especes pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire (Zone De Pêche 37), Révision 1. *Méditerranée et mer Noire*, (2), 1529p.
- Gordon, C. (1998). *Tarihte Neler Oldu* (Çev: Mete Tunçay-Alaeddin Şenel), Kırmızı Yayınları, İstanbul.
- Hernandez, I., Fernandez-Engo, M. A., Perez-Llorens, J. L., & Vergara, J. J. (2005). Integrated outdoor culture of two estuarine macroalgae as biofilters for dissolved nutrients from *Sparus auratus* waste waters. *Journal of Applied Phycology*, (17), 557-567.
- Hodson, S. L., Burke, C. M. & Bissett, A. P. (2000). Biofouling of fish-cage netting: The efficacy of a silicone coating and the effect of netting colour. *Aquaculture*, 184(3-4), 277-290.
- Hodson, S. L., Burke, C. M., & Lewis, T. E. (1995). In situ quantification of fishcage fouling by underwater photography and image analysis. *Biofouling*, 9(2), 145-151.
- Hodson, S. L., Lewis, T. E., & Burke, C. M. (1997). Biofouling of fish-cage netting: efficacy and problems of in situ cleaning. *Aquaculture*, 152(1-4), 77-90.
- Hoşsucu, H. (1991). *Balıkçılık (Av Araçları ve Avlanma Yöntemleri)*. VII. Baskı, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Yüksekokul Yayınları, İzmir.
- Houghton, D. R., (1978). Marine fouling and offshore structures. *Ocean Management*, 4(2-4), 347-352.
- Jahani, N., Madiseh, S. D., Nabavi S. M. B., & Isapour, F. (2018). Determination of the effects of marine fish cage culture on benthic communities of Ghazale Creek (NW of Persian Gulf) using benthic indices. *Research & Reviews: Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 6(2), 1-7.
- Kassah, J., E. (2021). *Development of biofouling on salmon cage nets and the effects of anti-fouling treatments on the survival of the hydroid (Ectopleura larynx)* (Ellis & Solander, 1786). Master's Thesis. Norwegian University of Science and Technology Faculty of Natural Sciences and Technology. Trondheim, 65.
- Koçak, F., Ergen, Z., & Çınar, M. E. (1998). Bodrum limanında (Ege denizi) fouling gelişimi. *Bodrum Yarımadası Çevre Sorunları Sempozyumu Bildiriler Kitabı*. (1), 139-146.
- Mhaddolkar S. S., Loka, J., Philipose, K. K., & Dineshbabu, A. P. (2017). Experimental studies on macro fouling communities on net panels at marine cage farm of Karwar, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(2), 184-187.

- Nellis, P., & Bourget, E. (1996). Influence of physical and chemical factors on settlement and recruitment of the hydroid *Tubularia larynx*. *Marine Ecology Progress Series*, (140), 123-139.
- Palomares, M. L. D., & Pauly, D. (2021) SeaLifeBase. World Wide Web electronic publication. [www.sealifebase.org](http://www.sealifebase.org), version (08/2021).
- Poppe, G. & Goto, Y. (1993). *European Seashells* (2), ConchBooks Wiesbaden: Hemmen.
- Porter, C., B., Krom, M., D., Robbins, M., G., Brickell, L., & Davidson, A. (1987). Ammonia excretion and total N budget of gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effect on water quality conditions. *Aquaculture*, 66(3), 287-97.
- Price, C., S., & Morris, J. A., Jr. (2013). *Marine cage culture and the environment: Twenty-first century science informing a sustainable industry*. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS (164).
- Relini, G., (1990). Insemediamento di organismi marini di substrato duro in ambienti portuali mediterranei. *Memorie di Biologia Marina e di Oceanografia*, (10) 61-70.
- Scott, D. C. B. & Muir, J. F. (2000). Offshore cage systems: A practical overview. In: J. Muir, & B. Basurco, *Mediterranean offshore mariculture, Options Méditerranéennes* (B), 79-89. Zaragoza, Etudes et Recherches (CIHEAM).
- Shanmao, C., Congyao, Z., Guofan, Z., & Yujing, W. (1998). Study on species composition of fouling organisms on mariculture cages [J]. *Journal of Dalian Fisheries University*, 4.
- Svane, I., Cheshire, A., & Barnett, J. (2006) Test of an antifouling treatment on tuna fish cages in Boston Bay, Port Lincoln, South Australia. *Bio-fouling*, 22(4), 209-219.
- Tebble, N. (1966). *British Bivalve Seashells*. Trustees of The British Museum (Natural history), London.
- TÜİK (2019). *Su Ürünleri İstatistikleri*. TÜİK Yayını, Çankaya-Ankara.
- Weston, D. G. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Marine Ecology Progress Series*, 61(3), 233-244.
- WoRMS Editorial Board. (2021). World Register of Marine species. VLIZ: <http://www.marinespecies.org>
-