

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026221>

Araştırma Makalesi / Research Article

Ege Denizi, Kuşadası Körfezi Pamucak Yapay Resiflerinde Balık Tür Çeşitliliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir AraştırmaAli ULAŞ^{1*}, Serpil SERDAR¹, Şükrü YILDIRIM¹, Didem GÖKTÜRK²¹Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, İzmir²İstanbul Üniversitesi, Su Bilimleri Fakültesi, Balıkçılık ve Su Ürünleri İşleme Teknolojisi Bölümü, İstanbul*Sorumlu yazar (Corresponding author): ali.ulas@ege.edu.tr**Geliş Tarihi (Received):** 08.07.2023**Kabul Tarihi (Accepted):** 22.08.2023**Özet**

Bu çalışma Kuşadası Körfezi Pamucak sahilinde 2001 yılında oluşturulan 822 m³ hacime sahip yapay resif alanında Eylül 2019-Mayıs 2020 tarihlerinde yürütülmüştür. Çalışmada Pamucak yapay resif alanında tür çeşitliliği ve birey yoğunluğunun belirlenmesi ve yapay resiflerin yasadışı av araçlarının bölgede önleme etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapay resiflerde örnekleme SCUBA dalışı yapılarak görsel sayım yöntemi ile tespit edilmiştir. 12 aylık çalışma sonunda 12 familyaya ait 30 balık türü olmak üzere toplam 4522 birey tespit edilmiştir. Melanurya balığı (*Oblada melanura*) yılın her ayında yapay resiflerde en çok sayıda (2475 adet) gözlenen tür olarak tespit edilmiştir. İkinci sırada Papaz balığı (*Choromis chromis*) 843 birey ile gözlenirken, üçüncü sırada karagöz (*Diplodus vulgaris*) balıkları 319 birey ile her ay gözlemlenmiştir. Deniz kestanesi (*Paracentrodus lividus*) ve deniz tavşanı (*Aplysia elongata*) yapay resif alanında her ay gözlenen omurgasız türleri olarak tespit edilmiştir. Su sıcaklığı en yüksek Ağustos ayında 26°C, en düşük sıcaklık Mart ayında 14,9°C olarak kaydedilmiştir. Maksimum çözülmüş oksijen değeri 8,18 mg/L değeri ile Nisan ayında, en düşük oksijen değeri 7,10 mg/L ile Ekim ayında ölçülmüştür. Minimum tuzluluk Ocak ayında 37,19 mg/L, en yüksek tuzluluk 39,91 mg/L ile Haziran ayında ölçülmüştür. En yüksek görüş mesafesi Ağustos ayında 17 m, en düşük görüş mesafesi Ekim ayında 2,5 m olarak ölçülmüştür. Sualtı gözlemleri sırasında yapay resiflerde yaklaşık 74 m² resif alanının yasadışı kullanılan ağlarla kaplandığı tespit edilmiştir. Ağların % 82'sinin gırgır, % 18'inin ise uzatma ağları olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak yapay resif alanında balık ağırlıklı olmak üzere tür ve birey yoğunluğu belirlenmiş, yapay resiflerin, tespit edilen hayalet ağlarla bölgedeki yasadışı balıkçılığa engel teşkil ettiği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ege Denizi, yapay resif, balık tür çeşitliliği, görsel sayım**A Study on the Determination of Fish Species Diversity in Pamucak Artificial Reefs in Kuşadası Bay Aegean Sea****Abstract**

This study which was carried out between September 2019 and May 2020 in the 822m³ artificial reef area created in 2001 on the Pamucak coast of Kuşadası Bay aimed to determine the species diversity and individual density in the Pamucak artificial reef area and to determine the prevention efficiency of illegal fishing gear of artificial reefs in the region. The sampling of artificial reefs was determined by visual counting method by performing SCUBA diving. At the end of the 12-month study, 4522 individuals belonging to 30 fish species in 12 families were identified. *Oblada melanura* was determined as the most numerous (2475 species) observed on artificial reefs in every month of the year. *Choromis chromis* was observed in the second place with 843 individuals, while the *Diplodus vulgaris* was observed in the third place with 319 individuals every month. *Paracentrodus lividus* and *Aplysia elongata* are the first invertebrate species observed every month in the artificial reef area. In the artificial reef area, the highest water temperature was recorded as 26 °C in August and the lowest temperature was recorded as 14.9 °C in March. The lowest dissolved oxygen value was measured in April with 8.18 mg/L and the lowest dissolved oxygen value in October with 7.10mg/L. The minimum salinity was 37.19 mg/L per thousand in January, and the highest salinity was 39.91 mg/L in June. The highest visibility was 17 m in August and the lowest was 2.5 m in October. During underwater observations, it was determined that approximately 74 m² of reef area in artificial reefs was covered with fishing nets illegally used. 82 % of the nets were determined as purse seiners and 18 % as gillnets. As a result, the density of species and individuals, mainly fish, was determined in the artificial reef area, and it was concluded that artificial reefs constitute an obstacle to illegal fishing in the region with the detected ghost nets.

Keywords: Aegean Sea, artificial reef, fish species diversity, visual census

1. Giriş

Yapay resifler, deniz canlıları için yeni tip habitat yaratmak veya mevcut habitatları korumak ve geliştirmek amacıyla denize yerleştirilen yapılar olarak tanımlanmaktadır (Collins ve Jensen, 1996). Denizlerdeki bu yapay resifler canlılar için potansiyel barınma, üreme, beslenme ve korunma gibi yaşamsal fonksiyonlar açısından seçenekli yaşam alanları sunmaktadır. Yapay resifler biyoçeşitliliğin korunması, bütünleşik kıyı alanları yönetimi, canlı deniz kaynaklarından sürdürülebilir bir şekilde yararlanılması, etkili balıkçılık yönetimi faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi gibi amaçlar doğrultusunda önem arz etmekte ve büyük ilgi görmektedir (Acarlı ve ark., 2020). Yapay resiflerin ekosistem ve balıkçılık üzerinde nasıl etki ettiği ile ilgili farklı hipotezler mevcuttur. Hızlı kolonizasyon, yüksek balık yoğunluğu, yüksek yakalama oranları, yaşam alanına bağlılığı, yapay resiflerin balık verimini artırdığı yönünde kanıt olarak kullanılmıştır. Alternatif bir hipotez, yapay resiflerin davranışsal tercihlere bağlı olarak balıkları cezbediği, çevrede bulunan balıkları belli bir lokasyona topladığı fakat resiflerin toplam balık üretimini veya bolluğunu arttırmadığı bildirilmiştir (Bohnsac, 1989). Yapay resifler, pratikteki uygulamalar bakımından, son 20 yıl içinde, dünya çapında büyük oranda artış göstermiştir (Seaman ve Sprague, 1991). Yapay resifler, 1980’li yıllara kadar balık üretimini artırmak için inşa edilmiş, son yıllarda ise su kalitesini geliştirme (Angel ve Spanier, 2002) ve ekosistemi yenileme (Rilov ve Benayahu, 2000) gibi çevreci ve korumacı konular, yapay resif projelerinin amaçlarının belirlenmesinde öncelik kazanmıştır (Ardizzone ve ark., 1995). Pratikteki uygulamaların hacimsel boyutlarına bakıldığında, doğal kaya ve palmyelerin kullanıldığı birkaç metre yükseklikte resif ünitelerinden, karmaşık mühendislik hesap ve tasarımların yapıldığı, çok büyük boyutlu prefabrik beton ve çelik ünitelere (125 – 200 m³)

kadar geniş bir yelpazeye rastlanabilmektedir (Charbonnel, 1990). Japonya ve ABD, dünyada en eski uygulamalara sahip, en iyi yazılı metinlerin bulunduğu ve yapay resif uygulamalarının en yoğun yapıldığı iki ülkedir (Stone ve ark., 1991). Avrupa’daki resif çalışmaları ise son 30 yılda gelişmiş olup, her ülke yapay resif kullanımında farklı ihtiyaç ve yaklaşımlara sahiptir (Jensen, 2002). Türkiye’de ilk yapay resif uygulamaları küçük ölçekli ve deneme amaçlı başlamıştır. 1983 yılında İzmir Körfezi’nde Urla İskele açıklarındaki Taş ada civarına, E.Ü. Hidrobiyoloji Araştırma Merkezi’nde geçici görevle çalışan Fransız bir bilim adamı tarafından yuvarlak beton künkten yapay resifler yerleştirilmiştir. Daha sonra İstanbul Boğazı ve Marmara kıyılarında Beykoz Su Ürünleri Endüstri Meslek Lisesi ve bazı özel dalgıç kulüpleri beton, pişmiş toprak ve lastikten yapay resifler yapmış, ancak bu yapıların oluşturma teknikleri ve elde edilen sonuçlar hakkında yayınlara rastlanılmamıştır. Şubat 1989’ da ise İzmir Körfezi’ndeki yasadışı trolleri engellemek ve olta balıkçılığını geliştirmek amacıyla 10 adet eski trolleybüs kasası Körfezin değişik yerlerine atılmıştır. Ancak bu çalışmanın da sonuçları hakkında bir bilgi bulunmamaktadır (Lök, 1995). Türkiye’deki bilimsel amaçlı ilk yapay resif projesi, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi tarafından 1991–1993 yılları arasında Hekim Adası kıyılarında gerçekleştirilmiştir (Lök, 1995). Bu projeden elde edilen olumlu sonuçların, çeşitli toplantılarda kamuya duyurulmasından sonra, konuya olan ilgi artmış ve yapay resif projeleri tüm ülke kıyılarında yayılma eğilimi göstermiştir. Yerel yönetimlere ait ilk yapay resif uygulaması 1995 yılında Çeşme Belediyesi tarafından, Dalyanköy’de gerçekleştirilmiştir. Bu projeyi 1998 yılında Ürkmez ve Gümüldür Belediyeleri takip etmiştir. Daha sonra denize kıyısı olan pek çok il/ilçenin yönetimleri ve sivil toplum örgütleri yapay resif projesi gerçekleştirmiştir. Günümüze kadar 3500’e yakın beton blok, 10 adet eski trolleybüs

kasası, 8 adet metal gemi, 2 adet ahşap tekne, 3 adet uçak yapay resif projeleri kapsamında yerleştirilmiştir. Türkiye’de bu tür pratik uygulamalar hızla artmasına rağmen, yapay resifler üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sınırlı kaldı (Gül ve ark., 2005). Oysaki, yapay resiflerin balık komüniteleri üzerine etkilerinin ve onların günlük, mevsimsel ve uzun vadeli değişimlerinin belirlenmesi, projelerin başarısı için hayati öneme sahip olduğu bildirilmiştir. (Relini ve ark., 1994). 2010 yılında Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından uygulanan Edremit Altınoluk yapay resif projesi, Bakanlık tarafından uygulanan ilk milli proje olarak Türkiye’nin en büyük projesi olarak faaliyete geçmiştir. 2014 yılında tamamlanan projede küçük ölçekli balıkçılık alanlarının oluşturulması, yasadışı sürütme ağlarının faaliyetlerine engel olabilecek alanlar oluşturulmuş ve kısa sürede başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu sonuçlara rağmen Bakanlık büyük ölçekli balıkçılık faaliyetlerinin etkisiyle yapay resif çalışmalarına ara vermiş yapay resif izinlerini durdurmuştur. Günümüzde bilimsel amaçlı yapay resif projeleri dışında yeni yapay resif uygulamalarına izin verilmemektedir. Bu durum mevcut yapay resif alanlarının daha etkin değerlendirilmesi ve etkinliğinin belirlenmesini ön plana çıkarmaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada Türkiye’nin ikinci büyük yapay resif çalışması olan Selçuk-

Pamucak yapay resiflerinin, ortamda balık tür çeşitliliğine katkısı ve yasadışı avcılığı engellemedeki caydırıcı etkinliğinin belirlenmesini amaçlamıştır.

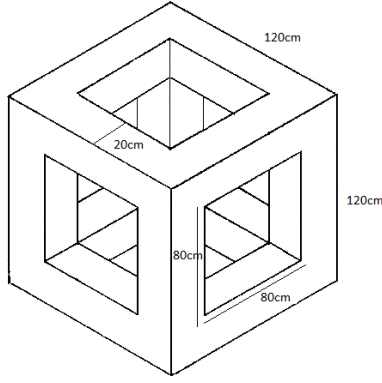
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma sahası ve yapay resif alanının özellikleri

Arazi çalışması İzmir İli Selçuk ilçesine bağlı Pamucak kıyılarında $37^{\circ} 55' 47''$ K – $27^{\circ} 15' 54''$ D, $37^{\circ} 55' 44''$ K – $27^{\circ} 14' 51''$ D, $37^{\circ} 57' 16''$ K – $27^{\circ} 15' 14''$ D ve $37^{\circ} 57' 14''$ K – $27^{\circ} 14' 17''$ D koordinatları arasındaki yapay resif sahasında yürütülmüştür (Şekil 1). Kuşadası Körfezinin doğu kıyısında kalan bu bölge kumluk ve çamurlu dip yapısına sahiptir, zemin eğimi % 2’den azdır ve bölgesel akıntılara maruz kalmakla beraber akıntı hızı 5 m/dk’dan az olduğu için yapay resif yerleşimine uygun özelliklere sahip bir alandır. Bu bağlamda 2001 yılında Pamucak kıyılarında 15-20 m derinlik kontüründe 1,2 x 1,2 x 1,2 m boyutlarında 480 adet kübik beton bloktan (Şekil 2) oluşan yapay resif alanı düzenlenmiştir. Kübik beton bloklar 25’erli gruplar oluşturulacak şekilde deniz zeminine serbest düşme yöntemiyle atılmıştır ve denize yerleştirilme sırasında yasadışı av araçlarının geçişini önleyecek mesafeler gözetilmiştir (Şekil 3). Oluşturulan bu yapay resif alanında gözlemlenen balık türleri çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma bölgesi



Şekil 2. Yapay resif bloğu teknik çizimi ve buna uygun imal edilmiş yapay resif blokları



Şekil 3. Yapay resif bloklarının taşınması ve suya bırakılması

2.2. Veri toplama ve analiz

Eylül 2019 - Ağustos 2020 tarihleri arasında 12 ay boyunca sürdürülen arazi çalışmalarında, yapay resif çalışma alanına ulaşımında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait 4,60 m boyunda ve 50 hp motor gücüne sahip ARGE isimli hızlı bot kullanılmıştır. Yapay resiflerin denizdeki konumunu belirlemede Garmin 42 DV Chart plotter+Echo sounder kullanılmıştır. Uydu sinyalleri ile mevcut konumu belirlerken aynı anda sualtına ses pulsları gönderen echo sounder dip yapısında yapay resifleri tespit ederek konum noktalama suretiyle her örneklemede aynı resif alanının örneklenmesi sağlanmıştır. Yapay resifler ortamdaki biyoçeşitliliği artırmayı hedeflediğinden, çalışmada yapay resif alanındaki balık tür çeşitliliği ve bolluğunun belirlenmesinde tahribatsız örnekleme yöntemleri tercih edilmiştir. Görsel sayım yöntemi ve sualtı video kayıt

yöntemi bu amaçla balık tür çeşitliliği ve bolluğunu saptamak amacıyla çalışmada kullanılan yöntemlerdir. Bu kapsamda 12 ay boyunca düzenli olarak tüplü dalışlar (SCUBA) gerçekleştirilmiş ve toplam 17 saat 45 dakikayı bulan dip zamanı ile örnekleme çalışması yapılmıştır (Şekil 4). Bazı balık türlerinin yüzme davranışları ve boyutlarından dolayı görsel sayım yöntemi ile tespitleri zor olduğundan, bu durumlarda ikinci bir izleme yöntemi olarak sualtı video kayıt yöntemi kullanılmış ve görüntüleri kaydedilerek tür ve birey sayıları monitör üzerinden incelenmiştir. Sualtı kayıtlarında GOOPRO Hero 4 modeli kamera sistemi kullanılmıştır. Örnekleme çalışmaları boyunca deniz suyu sıcaklıkları Suunto D6i dalış bilgisayar yardımı ile kaydedilmiş, tuzluluk ve oksijen multi parametre cihazı ile ve görüş mesafesi de secchi disk yardımıyla metre cinsinden ölçülmüştür.



Şekil 4. Sualtı örnekleme çalışmaları

Balık tür tayinlerinde Whitehead ve ark. (1986) ve Froese (2005)'den yararlanılmıştır. Güncel sistematik bilgileri ise World Register of Marine Species (WoRMS, 2021) kataloğundan kontrol edilerek listelenmiştir. Sualtı görsel sayım ve sualtı video kayıt yöntemi ile elde edilen veriler, istatistikî analiz yöntemleriyle test edilmiştir. Bu kapsamda elde edilen sayısal bulguların incelenmesinde ve analizlerin yapılmasında PRIMER-v6 (Clarke ve Gorley, 2006) ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

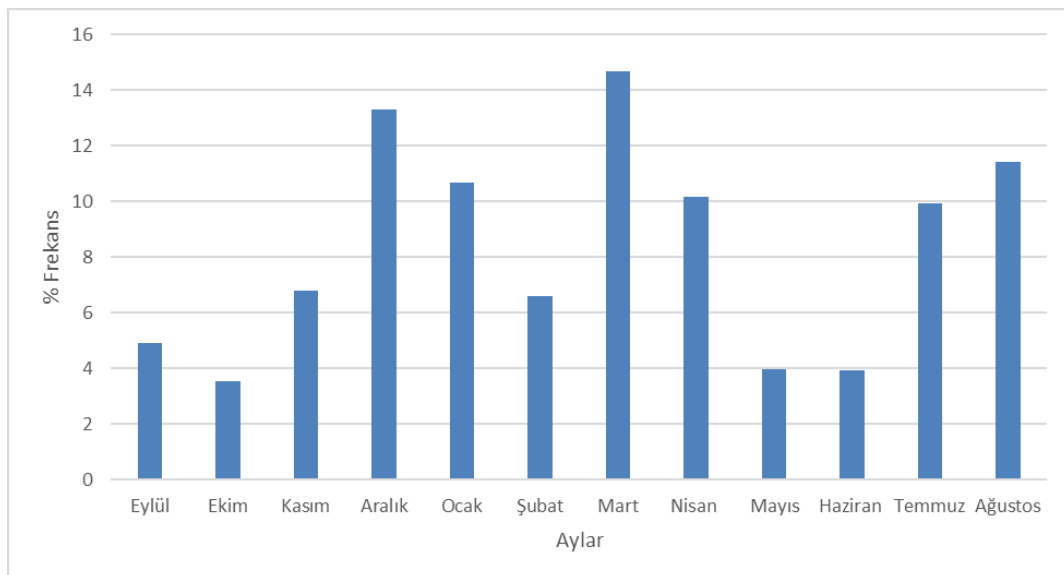
3.1. Yapay resif alanında gözlemlenen türlere ait bulgular

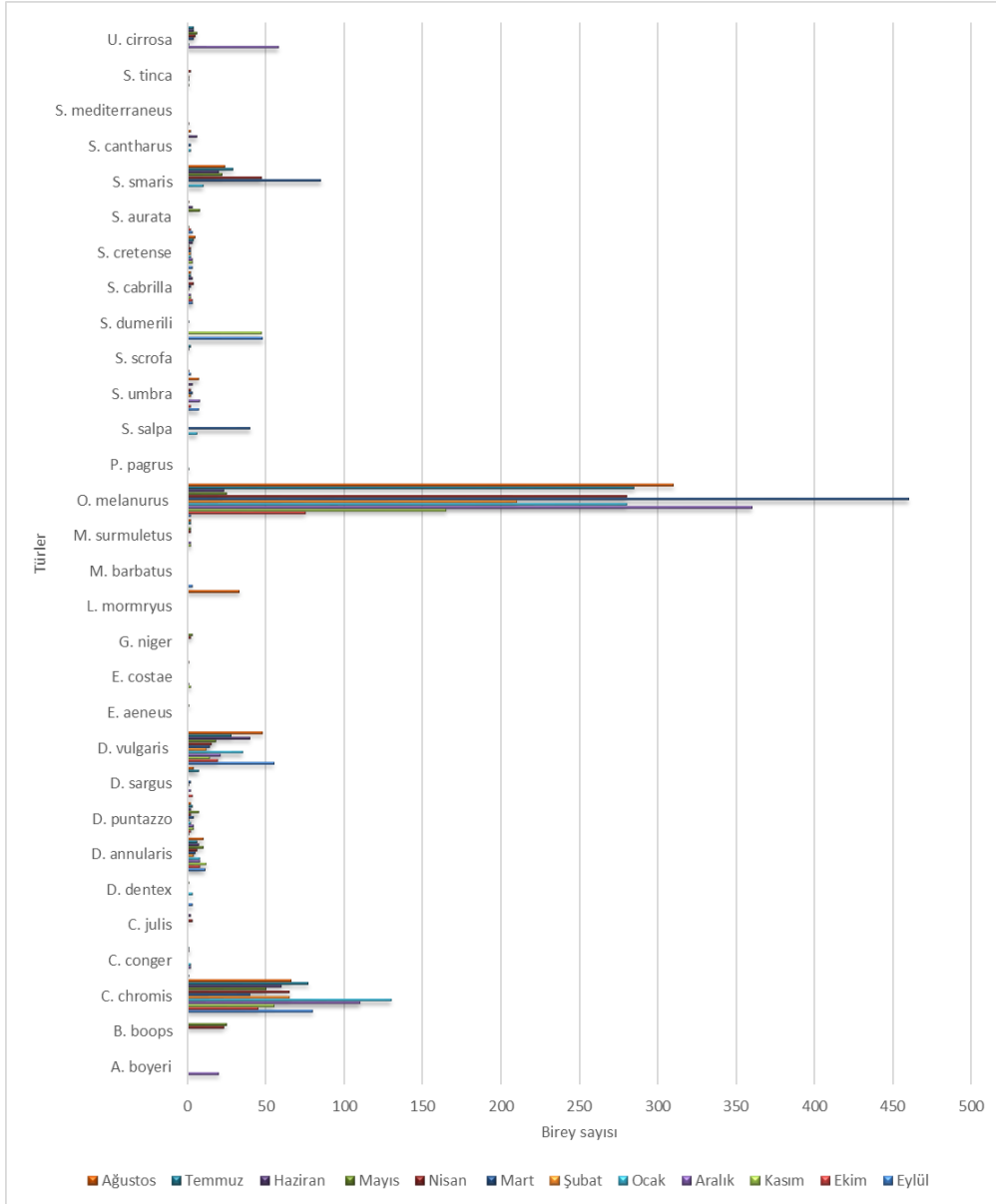
Pamucak yapay resif alanında 12 ay boyunca yapılan gözlemler sonucunda 12 familyaya ait 30 balık türü olmak üzere toplam 4522 birey tespit edilmiştir. Melanurya balığı (*Oblada melanura*) 2475

birey ile sayıca en çok gözlenen tür olarak tespit edilmiş olup, bunu 843 birey ile Papaz balığı (*Choromis chromis*) ve 319 birey ile karagöz (*Diplodus vulgaris*) balıkları izlemektedir. Tablo 1'de yapay resif alanında gözlemlenen türlerin sistematik listesi ve sayıca toplam görülme yüzdelerinin dağılımları gösterilmektedir. Örneklemelemlerde karagöz, ısparoz, papaz, sivri burun, karagöz ve melanurya olmak üzere beş balık türü bütün aylarda gözlenmiş, buna karşılık Barbunya, çırçır, gümüş, fangri mercan, kum lahozu ve mırırmır olmak üzere altı balık türü sadece bir örneklemede gözlemlenmiştir. Çalışmada gözlemlenen balık türlerinin aylara göre toplam birey sayılarının yüzde frekans dağılımı Şekil 4'de, türlerin aylara göre birey sayılarının dağılımı ise Şekil 5'te gösterilmektedir.

Tablo 1. Yapay resif alanında tespit edilen türler ve yüzde görülme dağılımları

Familiya	Tür	%
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	0.44
Carangidae	<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	2.12
Congridae	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)	0.15
Gobiidae	<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	0.11
Labridae	<i>Symphodus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	0.02
	<i>Symphodus tinca</i> (Linnaeus, 1758)	0.11
	<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	0.11
Mullidae	<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)	0.07
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)	0.27
Pomacentridae	<i>Choromis chromis</i> (Linnaeus, 1758)	18.64
Scaridae	<i>Sparisoma cretense</i> (Linnaeus, 1758)	0.66
Sciaenidae	<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	1.81
	<i>Sciana umbra</i> (Linnaeus, 1758)	0.75
Scorpaenidae	<i>Scorpaena scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	0.13
Serranidae	<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	0.53
	<i>Epinephelus costae</i> (Steindachner, 1878)	0.09
	<i>Epinephelus aeneus</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	0.02
Sparidae	<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	7.05
	<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	2.10
	<i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792)	0.75
	<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	0.42
	<i>Spicara smaris</i> (Linnaeus, 1758)	5.24
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	0.02
	<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)	1.02
	<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	1.06
	<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)	0.73
	<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	0.15
	<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	0.40
	<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	54.73
	<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	0.27

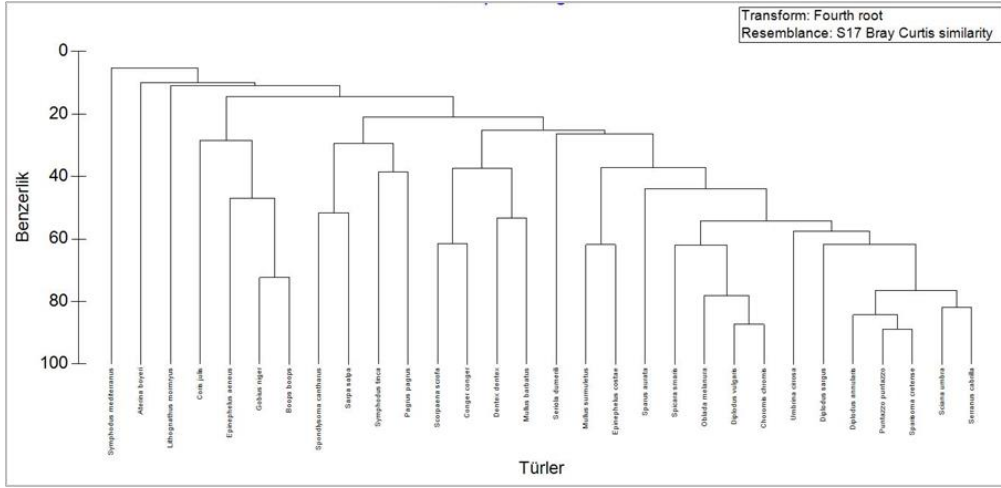
**Şekil 4.** Yapay resif alanında gözlemlenen türlerin toplam birey sayılarının aylara göre yüzde dağılımı



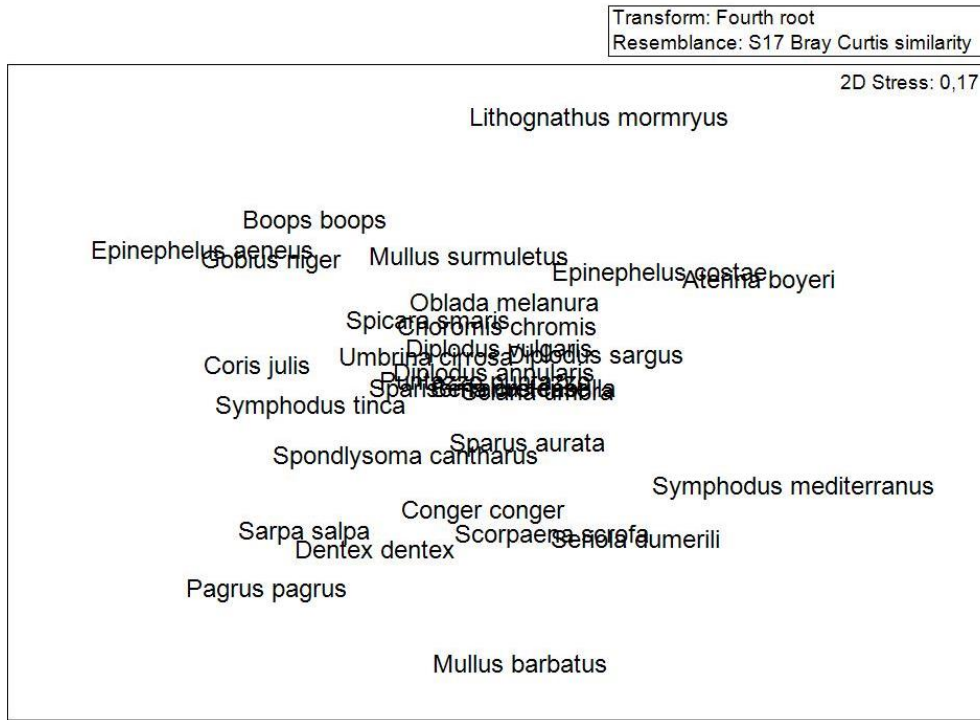
Şekil 5. Yapay resif alanında gözlemlenen balık türlerinin aylara göre birey sayılarının dağılımı

Aylık örneklemelelerde en çok balık yoğunluğunun 664 ve 601 birey ile sırasıyla Mart ve Aralık aylarında gözlemlendiği, en az balık yoğunluğunun ise 161, 178 ve 179 birey ile sırasıyla Ekim, Haziran ve Mayıs aylarında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Görsel sayım yöntemi ile tespit edilen türlerde Eylül ayı verileri incelendiğinde, 14 türe ait 222 bireyin gözlemlendiği tespit edilmiştir. Bu türler içinde Papaz balığı 80 birey ile ilk sırada yer almakta 55 birey ile yapay resiflerin devamlı sakini olan karagöz balıkları ve 48 birey ile yapay resifler etrafında avlanan ve predatör bir tür olan sarı kuyruk balığı gözlemlenmiştir. Yapay resif alanında tespit edilen türlerin Bray-

Curtis benzerlik analizi hesaplarına göre oluşturulan sayısal bolluk kümelenme dendogramı Şekil 6'da gösterilmiştir. Bray-Curtis benzerlik dendogramını temel alarak oluşturulan MDS (Multidimensional scaling: Çok boyutlu ölçümlendirme) analiz şeması Şekil 7'de gösterilmektedir. MDS şeması incelendiğinde merkezden uzak olan türlerin nadiren gözlemlendiği, merkeze yakın ve tür isimleri iç içe geçmiş türlerin her örneklemede tespit edildiği görülmektedir. Mırmır ve Barbunya balıkları yıl boyunca sadece bir defa gözlemlendiği için merkezden uzak ve çerçeveye yakın olarak sembolize gözükmektedirler.



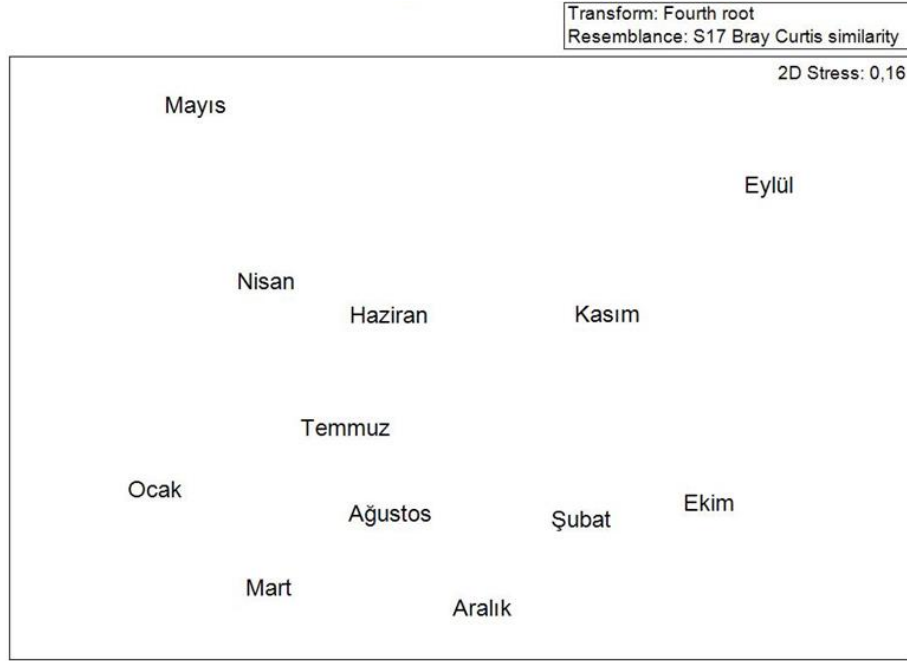
Şekil 6. Yapay resif alanında gözlemlenen türlerin sayıca Bray-Curtis benzerlik analizine dayalı kümelenme dendrogramı



Şekil 7. Yapay resif alanında gözlemlenen türlerin MDS analizi

Aylara göre MDS analiz sonuçları incelendiğinde Mayıs ve Eylül aylarının diğer aylara göre genel dağılımından uzak

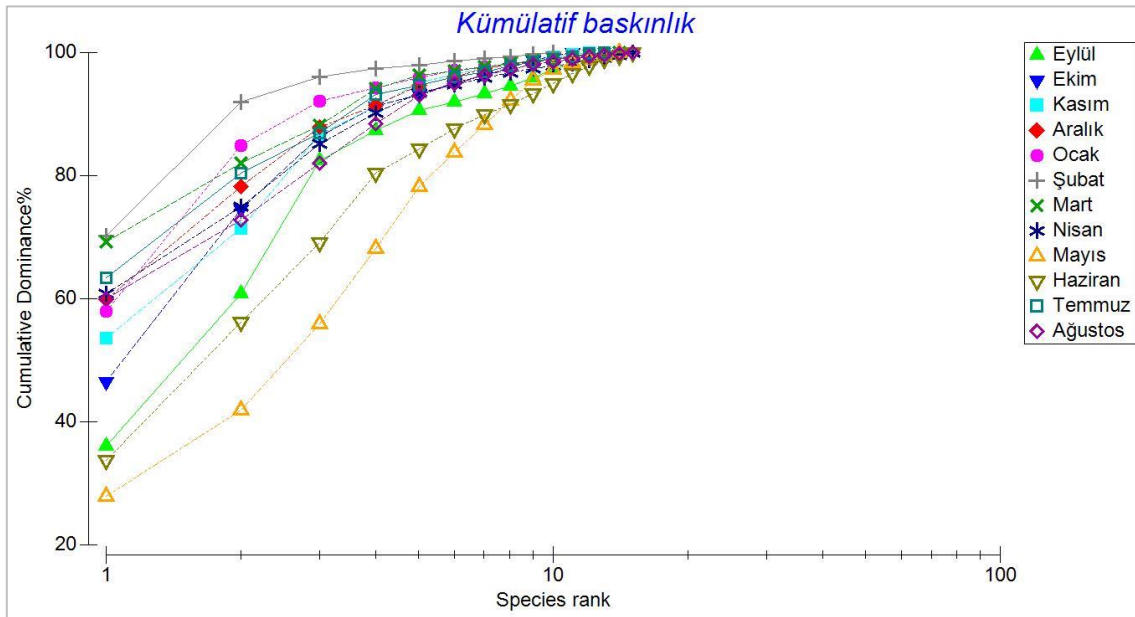
bir kompozisyon sergilediği gözlenmektedir Şekil 8.



Şekil 8. Yapay resif alanındaki türlerin aylara göre sayısal MDS analizi

Kümülatif baskınlık aylar bazında incelendiğinde, Şubat ayının kümülatif baskınlıkta yüksek, Mayıs ayının ise en düşük düzeyde olduğu belirlenmiş olup,

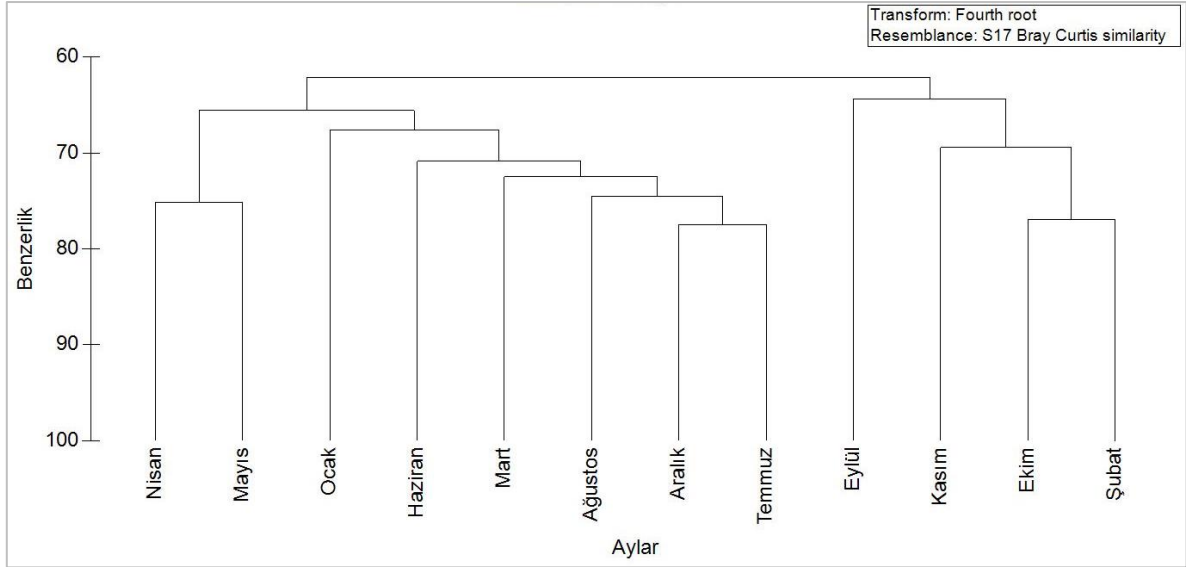
birey sayılarının aylara göre kümülatif baskınlık değerlerinin dağılımı Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Yapay resif alanındaki bireylerin aylara göre kümülatif baskınlık dağılımı

Bray-curtis benzerlik analizi incelendiğinde, sonbahar ve kış ayları ile ilkbahar ve yaz aylarının grup olarak benzerlikleri % 60 oranında belirlenirken,

mevsimler içinde yer alan aylardaki örneklemelerin sayısal benzerliğinin % 75 ile % 80 arasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 10).

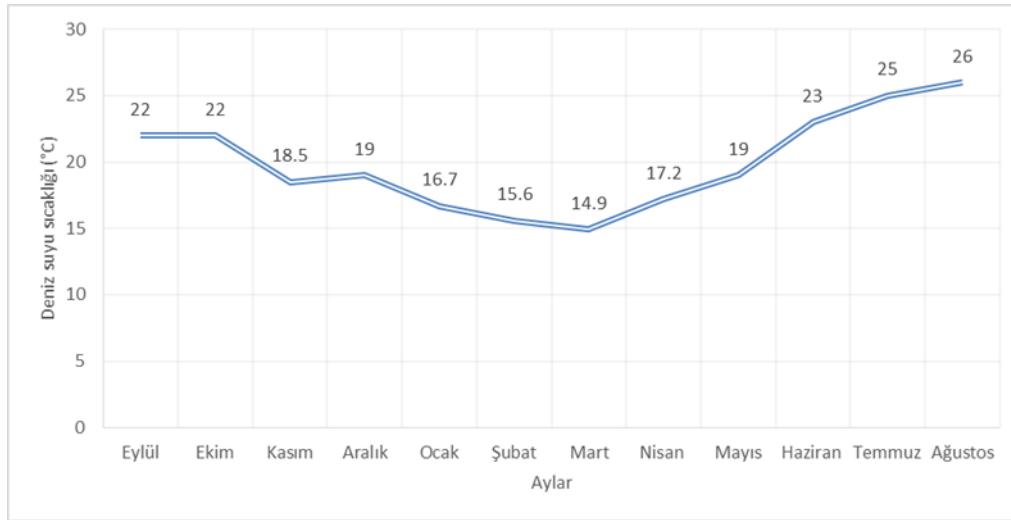


Şekil 10. Yapay resif alanındaki türlerin Bray-Curtis benzerlik analizine dayalı aylara göre sayıca kümelenme dendogramı

3.2. Yapay resif alanı deniz suyu parametreleri

Yapay resif alanındaki aylık deniz suyu sıcaklıklarına ait değişim Şekil 11’de gösterilmiştir. Ortalama deniz suyu sıcaklığı 19,9°C olarak hesaplanırken, en

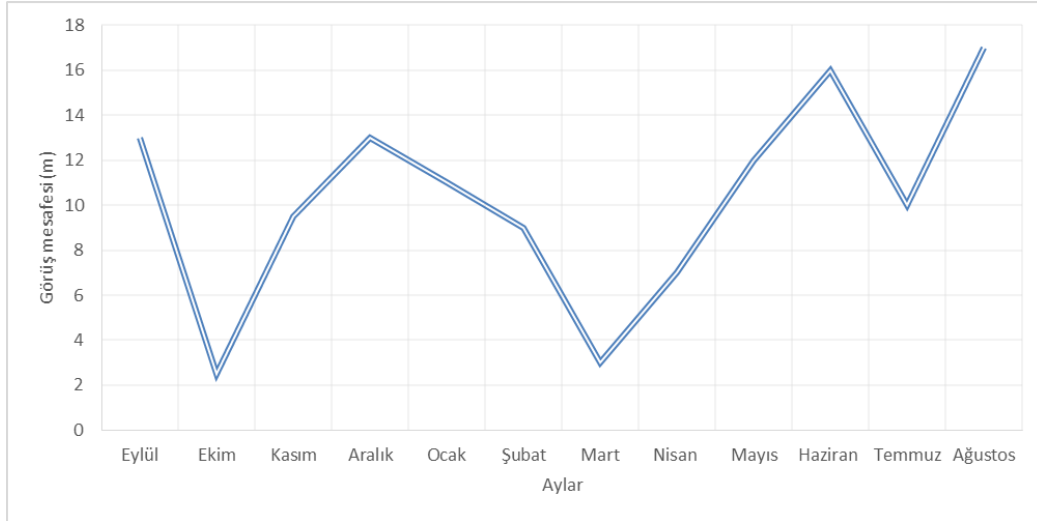
yüksek deniz suyu sıcaklığının 26°C ile Ağustos ayında, en düşük deniz suyu sıcaklığının ise 14,9°C ile Mart ayında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 11. Yapay resif alanı deniz suyu sıcaklıklarının aylara göre dağılımı

Sualtı görsel sayım çalışmalarında sualtı görüş mesafesi örneklemeyi etkileyen en önemli kriterdir. Yapay resiflerin üzerinde her ay düzenli olarak ölçülen secchi-disk değerlerine ait görüş

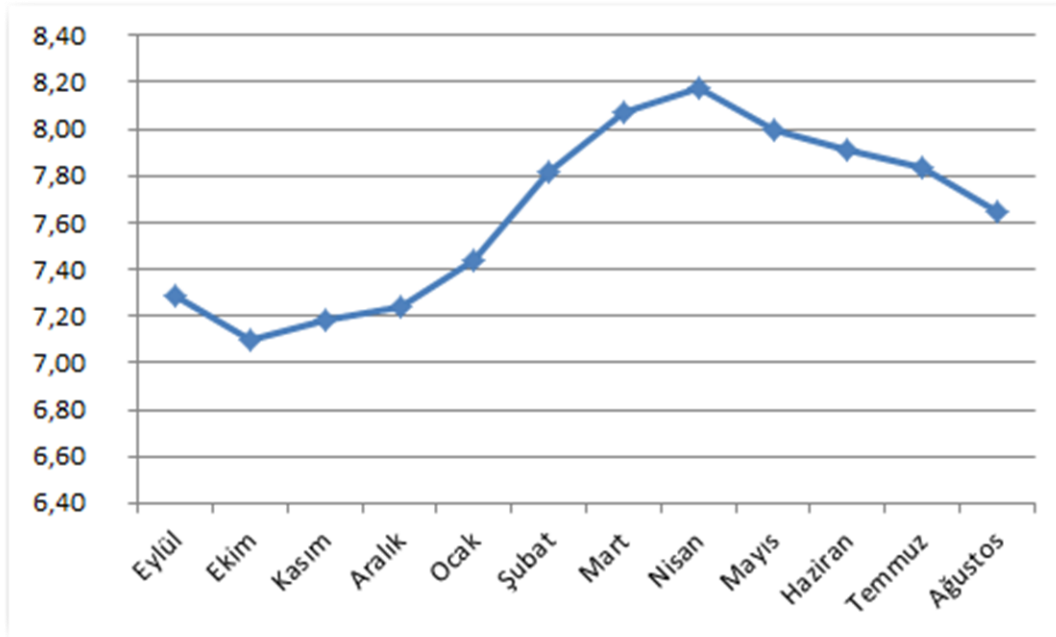
mesafesinin aylara göre dağılımı Şekil 12’de gösterilmiştir. Buna göre 17 m ile en yüksek görüş mesafesi Ağustos ayında kaydedilirken, 2,5 m ile Ekim ayı en düşük olarak ölçülmüştür.



Şekil 12. Yapay resif alanında görüş suyu mesafesinin aylara göre değişimi

Yapay resif alanına ait aylara göre çözülmüş oksijen dağılımı Şekil 13’de gösterilmiştir. Maksimum çözülmüş

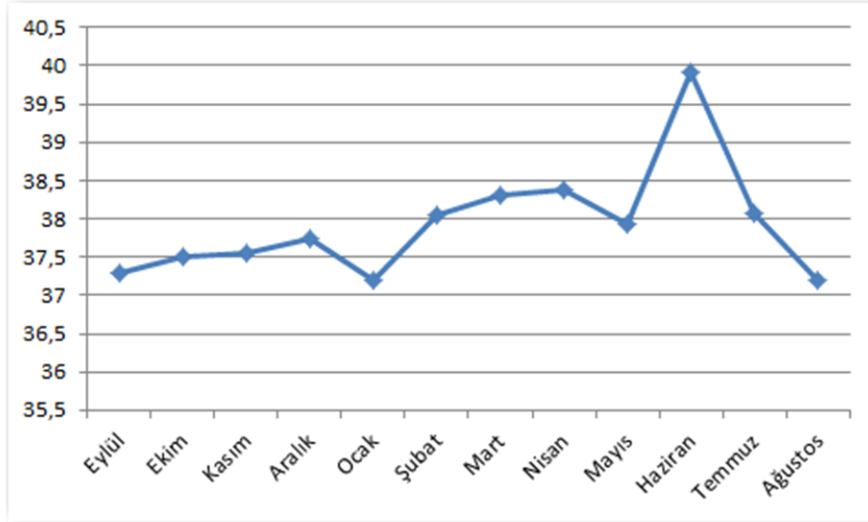
oksijen değeri 8,18 mg/L ile Nisan ayında tespit edilirken, en düşük oksijen değeri 7,10 mg/L olarak Ekim ayında ölçülmüştür.



Şekil 13. Yapay resif alanında deniz suyu çözülmüş oksijen değerlerinin aylara göre değişimi

Yapay resif alanındaki aylara göre deniz suyu tuzluluğu değişimleri Şekil 14’te gösterilmiş olup, en düşük tuzluluk %

37,19 mg/L ile ocak ayında, en yüksek tuzluluk ise % 39,91 mg/L ile haziran ayında tespit edilmiştir.



Şekil 14. Yapay resif alanında deniz suyu tuzluluk değerlerinin aylara göre değişimi

Pamucak yapay resif alanı Türkiye kıyılarında uygulanan en büyük hacimli ikinci yapay resif uygulamasıdır. Yapay resif alanına yakın olan Ürkmez- Gümüldür yapay resif alanı birçok bilimsel çalışmanın yürütüldüğü yapay resif alanıdır. Bu nedenle bu bölgede daha önce yürütülen çalışmalar Pamucak yapay resif alanı ile karşılaştırılabilmektedir. Pamucak yapay resif alanında örnekleme boyunca 12 familyanın 30 tür ile temsil edildiği belirlenmiştir. Tespit edilen bu tür sayısı, Akdeniz'deki diğer yapay resif alanlarında benzer metod kullanılarak yapılan çalışmalarda tespit edilen sayılardan az bulunmuştur. Relini ve ark., (2002) çalışmasında, İtalya'nın Akdeniz kıyısındaki Laona yapay resif alanında, 10 yıldır yürüttüğü izleme çalışmasında 16 familyaya ait 44 balık türü tespit ettiğini ve bunun, Akdeniz'deki diğer resif alanlarında yürütülen çalışmalarda elde edilen tür sayılarından daha fazla olduğunu belirtmektedir. Diğer bazı araştırmalarda, çalışma alanı ve tür sayıları; Tabarca, İspanya: 21 tür (Bayle-Sempere ve ark., 1994), Marsilya, Fransa: 23 tür (Bregliano ve Ody, 1985), Roquebrune, Fransa: 35 tür (Charbonell, 1990), Fregene, İtalya:10 tür (Ardizzone ve ark., 1997), Golfe Juan, Fransa: 46 tür (Charbonell ve ark., 2002) ve İzmir-Urla: 29 tür (Lök ve Gül, 2005) olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmalar ile

yapılan çalışma arasında tür sayıları bakımından farkın olması, çalışma periyodunun süresi, yapay resif bloklarının tasarımı, çevre habitatlar (Bohnsack ve ark., 1991; Coll ve ark., 1998), resifin yaşı (Bohnsack ve ark., 1991) ve fiziko-kimyasal parametrelerin farklılığı gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin Lök ve Gül (2005) tarafından yürütülen çalışmadaki yapay resif alanı, İzmir orta körfezde yer alan Hekim Adası'ndadır. Buradaki deniz alanı eutrofik özelliktedir. Ayrıca deniz trafiğinin ve küçük ölçekli balıkçılığın yoğun olduğu bir alandır. Bu özellikler, düşük tür sayısının başlıca nedenleri arasında sayılabilir. Yapay resiflerdeki balık komünitesi içinde Sparidae, Labridae ve Serranidae baskın familyalar olarak görülmektedir. Bu durum Akdeniz'deki yapay resiflerde (Charbonnel ve ark., 2000; Relini ve ark., 2002; Lök ve Gül, 2005) ve doğal kayalık alanlarda (Lipej ve ark., 2003; Gidetti, 2004) yaygın bir durumdur. Bu çalışmada resif alanlarındaki sayısal olarak en baskın türler olan *C. chromis* ve *D. vulgaris*, Akdeniz'de yürütülen pek çok çalışmada da (Charbonnel ve ark., 2000; Relini ve ark., 2002; Lök ve Gül, 2005) baskın türler olarak belirlenmiştir. Ürkmez Gümüldür yapay resif alanında Gül ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışmada çamur zemindeki resifler üzerinde 12 familyaya ait

32 balık türü tespit edilmiştir. Resiflerin yerleşiminden 6 yıl sonra yapılan bu çalışmada ortaya konan tür ve birey sayısı ile bu çalışmada elde edilen sayılar oldukça benzerdir. Süksesyonun başlamasından itibaren yapılan gözlemler yaklaşık 2 yılda resiflerin süksesyonu önemli ölçüde tamamladığını göstermektedir. Bohnsack ve ark. (1991), yapay resiflerdeki kolonizasyonun resif atımından hemen sonra başladığı ve resiflerdeki canlı yerleşiminin tamamlanması için birkaç yıl süreye ihtiyaç olduğunu yaptığı araştırmalarla ortaya koymuştur. Relini ve ark. (2007) Loana yapay resiflerinde 15 yıl boyunca değişik zamanlarda yapılan gözlemleri bir araya getirerek bölgedeki balık topluluğu hakkında bilgi vermişlerdir. Buna göre, görsel sayım ile tespit ettikleri 56 balık türünün bu bölgede tespit edilen türlerle büyük benzerlik gösterdiği görülmektedir. Balık topluluğuna etkileyen en önemli faktörlerden biri sıcaklıktır (Bohnsack ve ark., 1991). Özellikle derin bölgedeki yapay resiflerde termoklin tabakasının oluşturduğu bir katman yüzünden besin ve canlı göçü sınırlanabilir. Ancak verilerimize göre derinlik farklılığına rağmen çalışma boyunca su sıcaklığının yakın değerlere sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak, topluluğu oluşturan türlerin geçici bulunma özelliği gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni, hem resiflerin yeni atılmış olması olabilir. Bununla birlikte, karnivor beslenme özelliğindeki birçok türün yapay resif ortamlarının beslenme amaçlı kullandığı, bu nedenle sürekli gözlenmedikleri yapılan birçok araştırmada da ortaya konmuştur. Guidetti (2000), özellikle küçük balıkların resif ortamında büyük balıklar için besin anlamına geldiğini ve bu yüzden karnivor beslenme zincirinin yukarıya doğru çıktığını ifade etmiştir. Bu çalışmada çıkan sonuçlar aynı zamanda, karnivorların baskınlık düzeyinin bu kadar yüksek olması Bohnsack ve arkadaşlarının (1991) yılında birçok çalışmanın sonucu olarak ortaya attığı “yapay habitatlarda karnivor beslenen türler baskın olma eğilimi gösterirler”

ifadesi ile örtüşmektedir. Relini ve arkadaşları (2002), 18 metre derinlikte bulunan Loana yapay resiflerinde 10 yıl boyunca yaptıkları çalışmada biyoçeşitlilik değerlerinin 2,9 ila 3,5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma ile karşılaştırıldığında elde edilen değerler oldukça düşük olmasına karşın henüz canlı topluluğunun resifler üzerinde yerleşiminin zayıf ve başlangıç aşamasında olduğu göz ardı edilmemelidir. Bununla birlikte derinlik de tür ve birey sayısı açısından farklılık yaratarak dolaylı yoldan biyoçeşitlilik üzerinde etkin bir rol oynamaktadır. İstatistiksel karşılaştırmalar, genel olarak topluluklar üzerinde mevsimlerin önemli bir etkiye sahip olmadığını ortaya koysa da, nicelik açısından bakıldığında mevsimlere göre türlerin ve türlere ait Biray sayılarının değiştiği belirlenmiştir. Ancak bu durumun daha doğru bir şekilde ortaya konması için topluluğun yapısını etkileyen süksesyon gelişiminin tamamlanması gerekmektedir. İki önemli etkenin varlığı, sonuçların da çakışmasına neden olabilir. Santos ve arkadaşları, (2002) Portekiz’in güneyindeki Agrave bölgesinin kıyısında yer alan yapay resiflerde görsel sayım tekniğini kullanarak gece gündüz evrelerindeki balık topluluğu ve tür dağılımı değişimini incelemiştir. Her bir parçası 2,7 m³ olan 735 küçük modülden oluşan yapay resifler 21 gruptan oluşmaktadır. Sayımlar 1995 yılının Ağustos ayından, günün belirli saatlerinde (7:00, 8:30, 10:00, 11:30, 14:30, 19:00, 20:30 ve 23:00) scuba dalıcılar tarafından yapılmıştır. Sayımlarda çoğunluğu Sparidae familyasına ait 18 tür kayıtlanmıştır. Türlerin yapay resiflerdeki bulunma dönemlerinin çeşitlilik gösterdiği, tür sayısının gece döneminde minimuma düştüğü, gün ortasında ise maksimuma ulaştığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre araştırmada çoğu türün günlük bir aktivite gösterdiği anlaşılmış, türlerin % 61’inin yerleşik, % 33’ününse beslenmek ve/veya barınmak için oraya geldiği kanısına ulaşılmıştır. Relini ve arkadaşları (2002)’nin Loano yapay resifinde görsel

sayım tekniği ile aylık olarak incelemesi yapılan ve on yıl süren araştırmanın sonucunda geçen on yıl süresinde gerek gözlemlerde gerekse de Shannon-Wiener çeşitlilik endeksine göre bölgedeki tür sayısı giderek artmıştır. Bölgedeki canlılığın giderek artması sayesinde yeni türler de (*Phycis phycis*, *Epinephelus marginatus*, *Muraena helena*, *Parablennius gattorugine*) görülmeye başlamış ve buna bağlı olarak bazıları da (*Gobius crenatus*) gözden kaybolmuştur. *Apogon imberbis*, *Scorpaena notata*, *Serranus cabrilla* gibi sert substrata özgü bazı türler de resiflerin oluşturulmasından sonra geçen 13 yılda büyük miktarlarda artmış ve bölgede yoğun hale gelmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bölgedeki komünite yapısının yavaş ve uzun süreçte denge durumuna gelme eğilimi gösterdiği anlaşılmıştır. Moreno (2002)'nin araştırmasında batı Akdeniz'in Güneydoğusundaki Ibiza adasında yapay resiflerle, onların buldukları substrattaki balık topluluklarını incelemiştir. Araştırmada 2 yıl süreyle Posidonia çayırları ya da kumluk bölgeler olmak üzere iki farklı substrata yer alan yapay resif kümelerindeki balık toplulukları görsel sayım tekniği kullanılarak gözlemlenmiştir. Balık topluluğundaki tür ve birey zenginliğinin yanı sıra boy kompozisyonu da belirlenmiştir. Balık topluluğundaki türlerin büyük bir kısmı Labridae familyasına ait olduğundan, deniz çayırlarının bulunduğu bölgedeki yapay resiflerde tür zenginliği yüksek çıkmıştır. Araştırma sonuçları bölgedeki çoğu türün habitata özgün olduğunu göstermiştir. Aynı bölgedeki resiflerle araştırma sonuçları kıyaslandığı zaman da Posidonia çayırlarının resif kolonizasyonundaki etkisi daha iyi şekilde anlaşılmıştır. Charbonnel ve arkadaşları (2002), 1985 yılından itibaren Fransa sahillerine yerleştirilmiş olan toplam 40000 m³ hacmin % 38'ini oluşturan ve her biri 158 m³ olan LARU yapay resifler kümelerinden biri üzerine yaptıkları çalışmada, 1991 yılındaki saha çalışması ile bir LARU kümesinin hacmini 37 m³ lük malzemeleri içerisine rasgele

yerleştirerek daha karmaşık bir habitat haline getirmişlerdir. Hacmin arttırılmasından önceki ve sonrasındaki süreçte balık faunasındaki değişimler görsel sayım tekniği ile gözlenmiştir. Araştırma için değişime uğratarak incelemeye alınan kümedeki veriler normal kümelere kıyasla artış göstermiştir. Buna göre, toplam tür sayısı 2 kat, her gözlemde rastlanan tür sayısı 3 kat, yoğunluk 10 kat ve biyokütle ise 40 kat artış göstermiştir. Özellikle Sparidler gibi ticari değere sahip olan türlerde büyük bir artış olduğu gözlenmiştir. Aynı dönemde kontrol kümesi olarak gözlemine devam edilen standart LARU yapay resiflerinde ise tür zenginliğine dair kayda değer bir değişim gözlenmemişse de yoğunluk ve biyokütle orta düzeyde bir artış, büyük olasılıkla resifin olgunlaşmasıyla birlikte görülmüştür. Bu sonuçlara göre araştırmacılar gerek yapay resiflerin yapısal özelliklerinin gerekse de bunların karmaşık yapılarının sağlayacağı habitatın balık topluluklarındaki çeşitliliğe ve miktarına etkisinin görülmesi açısından önemli olduğu sonucuna varmışlardır.

4. Sonuç

Sonuç olarak yapay resifler, doğal ekolojik sistemi bir model halinde taşıyarak, balıkçılık ve idare konularında bilinmeyen birçok konuyu da araştırabilmeyi olanaklı kılmaktadır. Pamucak yapay resif alanında gözlenen balık türleri, her ay gözlenen (daimi), sıklıkla gözlenen (yaygın) ve nadiren gözlenen (ziyaretçi) türler olarak sınıflandırılabilir. Balıkların yapay resiflerde bulunma nedeni öncelikle korunma, beslenme ve avlanma davranışları ile ilişkilendirilebilir. Yasadışı avcılık faaliyetlerinden bazı özel alanların korunması yapay resifler ile mümkün olabilmektedir. Örneklemeler sırasında karşılaşılan yapay resiflere takılmış ağ parçaları, Pamucak yapay resif alanının yasadışı balıkçılık faaliyetlerine engel olabildiğini göstermektedir. Balıklarının biyolojisinin, davranışının, tür dağılımının ve bunlara derinliğin etkisinin bilinmesi hem balıkçılığın dengeli gelişimini hem de

balık stoklarının bilinçli kontrolünü sağlamakta faydalı olacaktır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Finansman

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, FGA 2019-20579 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

Acarlı, D., Kale, S., Kocabaş, S., 2020. TCSG-132 Gemi batığı yapay resifinin (Gökçeada, Kuzey Ege Denizi) biyoçeşitliliği. *Acta Aquatica Turcica*, 16(3): 313-329.

Angel, D.L., Spanier, E., 2002. An application of artificial reefs to reduce organic enrichment caused by net-cage fish farming: preliminary results. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 324-329.

Arduzzone, G.D., Belluscio, A., Somaschini, A., 1997. Fish colonisation and feeding habits on a Mediterranean artificial habitat. (Ed. L.E. Hawkins, S. Hutchinson, A.C. Jensen, M. Shearer, J.A. Williams). *In The Responses of Marine Organisms to Their Environment*. Proceedings of the 30th European Marine Biology Symposium, Southampton, UK, pp.265-273.

Baylle-Sempere, J.T., Ramos-Espala, A.A., Charton, G., 1994. Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55: 824-835.

Bohnsack, J.A., 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference. *Bulletin of Marine Science*, 44(2): 631-645.

Bohnsack, J.A., Johnson, D.L., Ambrose, R.F., 1991. Ecology of artificial reef habitats and fishes. In: Seaman W Jr. Sprague LM (eds) *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press, San Diego, pp 61-107.

Charbonnel, E., 1990. Les peuplements ichtyologiques des récifs artificiels dans le département des alpes-maritimes (France). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 115(1): 123-136.

Charbonnel, E., Francour, P., Harmelin, J.G., Ody, D., Bachet, F., 2000. Effects of artificial reef design on associated fish assemblages in the Cote Bleue Marine Park. (Eds. A.C. Jensen, K.J. Collins, A.P.M. Lockwood). *Artificial reefs in European Seas*, Kluwer Academic Publishers, pp.365-378.

Charbonnel, E., Sere, C., Ruitton, S., Harmelin, J., Jensen, A., 2002. Effects of increased habitat complexity on fish assemblages associated with large artificial reef units (France Mediterranean coast). *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S208-S213.

Coll, J., Moranta, J., Renones, O., Garcia-Rubies, A., Moreno, I., 1998. Influence of substrate and deployment time on fish assemblages on an artificial reef at Formentera Island (Balearic Islands, Western Mediterranean). *Hydrobiologica*, 385: 139-152.

Collins, K.J., Jensen, A.C., 1996. Artificial reefs. (Ed. C.P. Summerhayes, S.A. Thorpe). *In Oceanography: An Illustrated Guide*, Manson Publishing, pp. 259-272.

Clarke, K.R., Gorley, R.N., 2006. *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*, PRIMER-E, Plymouth.

Froese, R., 2005. FishBase. World Wide Web electronic publication. (www.fishbase.org, version), (Erişim tarihi: 10.05.2023).

- Gül, B., Lök, A., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O., 2005. Effects of surrounding substrates of artificial reef fish assemblage at the Aegean Sea coast of Turkey. *Bulletin of Marine Science*, 78(1): 225-226.
- Guidetti, P., 2000. Differences among fish assemblages associated with nearshore *Posidonia oceanica* seagrass beds, rocky – algal reefs and unvegetated sand habitats in the Adriatic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 50: 515-529.
- Guidetti, P., 2004. Fish assemblages associated with coastal defence structures in south-western Italy (Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(3): 669-670.
- Jensen, A.C., 2002. Artificial reefs of Europe: Perspective and future. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 3-13.
- Lipej, L., Bonaca, M.O., Šiško, M., 2003. Coastal fish diversity in three marine protected areas and one unprotected area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *P.S.Z.N.: Marine Ecology*, 24(4): 259-273
- Lök, A., 1995. Yapay resiflerin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Lök, A., Gül, B., 2005. İzmir körfezi Hekim adası'ndaki deneysel amaçlı yapay resiflerde balık faunasının değerlendirilmesi, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 22: 109-114.
- Moreno, I., 2002. Effects of substrate on the artificial reef fish assemblage in Santa Eulalia Bay (Ibiza, western Mediterranean), *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S144-S149.
- Rellini, M., Relini, G., Torchia, G., 1994. Seasonal variation of fish assemblages in the Loano artificial reef (Ligurian Sea NW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55: 401-417.
- Relini, G., Relini, M., Torchia, G., Palandri, G., 2002. Ten years of censuses of fish fauna on the Loano artificial reef, *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S132-S137.
- Relini, G., Relini, M., Palandri, G., Merello, S., Beccornia, E., 2007. History, ecology and trends for artificial reefs of the Ligurian Sea, Italy. *Hydrobiologia*, 580: 193-217.
- Rilov, G., Beneyahu, Y., 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology*, 136(5): 931-942.
- Santos, M.N., Monteiro, C.C., Gaspar, M.B., 2002. Diurnal variations in the fish assemblage at an artificial reef, *ICES Journal of Marine Science*, 59(1): S32-S35.
- Seaman, W.J., Sprague, L.C., 1991. Artificial habitat practices in aquatic systems. In: Seaman, W. Jr. & Sprague, L.C. (eds.) *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries*. Academic Press, New York. Pp 1-29.
- Stone, R.B., Sprague, L.M. McGurrin, J.M., Seaman, J.W., 1991. Artificial habitats of the world: synopsis and major trends. In : Seaman, Jr. W. and Sprague, L.M. (eds.) *Artificial Habitats for marine and freshwater fisheries*. Published by Academic Press Inc. pp 31-60.
- Whitehead, P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese, E., 1986. Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean, vol. 2, *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, Paris, France.
- WoRMS, 2021. World Register of Marine species. VLIZ: (<http://www.marinespecies.org>), (Erişim tarihi: 10.05.2023).

Atıf Şekli: Ulaş, A., Serdar, S., Yıldırım, Ş., Göktürk, D., 2023. Ege Denizi, Kuşadası Körfezi Pamucak Yapay Resiflerinde Balık Tür Çeşitliliğın Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 1032–1048.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026221>.

To Cite: Ulaş, A., Serdar, S., Yıldırım, Ş., Göktürk, D., 2023. A Study on the Determination of Fish Species Diversity in Pamucak Artificial Reefs in Kuşadası Bay Aegean Sea. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1032–1048.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10026221>.
