

EGE ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMA
PROJE KESİN RAPORU
EGE UNIVERSITY SCIENTIFIC
RESEARCH PROJECT REPORT

PROJE NO: 2014/SAUM/002

**YAPAY RESİF ALANLARININ YÖNETİMİNDE COĞRAFİK BİLGİ SİSTEM
TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI**

PROJE YÖNETİCİSİ

Doç. Dr. Aytaç ÖZGÜL

ARAŞTIRMACILAR

Prof. Dr. Altan LÖK
Prof. Dr. Cengiz METİN

Sualtı Araştırma ve Uygulama Merkezi

Research and Application Center
of Underwater

**Bornova-İZMİR
2018**

ÖNSÖZ

Son 50 yılda uzaktan algılama ve GPS teknolojisindeki gelişmeyle birlikte Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) su ürünleri bilim dalında daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Okyanus ve iç sulardaki kirlilik, akuakültür ve balıkçılık faaliyetleri, kıyı alanları yönetimi gibi konularda CBS kullanıcılara geniş bir perspektif sunmaktadır. Bu teknolojinin yapay resif alanlarında kullanılmaya başlanması ise 1990'lı yıllara dayanmaktadır. Özellikle yapay resif alanları için yer uygun yer seçimi ve resif alanın yönetim modelinin oluşturulmasında görsel ve sayısal verilerin işlenmesinde CBS yazılımları büyük katkı sağlamaktadır. Ülkemizde ilk kez bir yapay resif alanında CBS yazılımlarının kullanıldığı bu çalışmanın ileride yapılacak yapay resif projelerine ve resif alanında uygulanacak yönetim modellerine gerekli katkıyı sağlamasını umut ediyoruz.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ŞEKİL DİZİNİ	III
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
1 GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1 Çalışma Sahası	9
3.2 Yöntem	11
3.3 Veri Analizi	14
4. BULGULAR	15
4.1 Narlı Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	17
4.2 Ayvalı Burun Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	19
4.3 Altınoluk Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	21
4.4 Şahinderesi Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	24
4.5 Adacık Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	27
4.6 Tekçam Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	30
4.7 Güre Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular	33
4.8 Yapay Resif Alanındaki Fiziko-Kimyasal Parametreler	36
5 TARTIŞMA VE SONUÇ	38
6 TEŞEKKÜR	41
7 KAYNAKLAR	41

ŞEKİL DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil.1 Çalışma Bölgesi; Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı	9
Şekil.2 Üretim Yapay Resif Üniteleri	10
Şekil.3 Koruma Amaçlı Yapay Resif Üniteleri	10
Şekil.4 Yapay Resif Alanın Tasarımı ve Yerleştirme Planı	11
Şekil.5 Çalışmada Kullanılan Echo-sounder ve Genel Özellikleri	12
Şekil.6 Deniz çalışmalarında kullanılan araştırma gemisi “Resif”	12
Şekil.7 Yapay Resif Alanında Kullanılan Sörvey Yöntemi (Transect)	13
Şekil.8 Yapay Resif Alanında Gerçekleştirilen Aletli Dalışlar	14
Şekil.9 Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı	16
Şekil.10 Narlı Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri	18
Şekil.11 Ayvalı Burun Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri	20
Şekil.12 Altınoluk’ta Yapay Resif Alanında Avcılık Yapan Amatör Balıkçılar	21
Şekil.13 Altınouk Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri	23
Şekil.14 Şahinderesi Yapay Resif Alanında Zokayla Lüfer Avlayan Balıkçılar	24
Şekil.15 Şahinderesi Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri	26
Şekil.16 Adacık Bölgesinde, Yapay Resif Alanı Yakınındaki Doğal Resifler	27
Şekil.17 Adacık Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri	29
Şekil.18 Tekçam Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinden Bir Görüntü	30
Şekil.19 Tekçam Bölgesinde Tespit Edilen Resif Kümeleri	32
Şekil.20 Güre Bölgesindeki Yapay Resif Kümeleri	33
Şekil.21 Güre Bölgesinde Tespit Edilen Resif Kümeleri	35

ÇİZELGE DİZİNİ

		<u>Sayfa</u>
Tablo.1	Narlı Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	17
Tablo.2	Ayvalı Burun Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	19
Tablo.3	Altınoluk Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	22
Tablo.4	Şahinderesi Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	25
Tablo.5	Adacık Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	28
Tablo.6	Tekçam Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	31
Tablo.7	Güre Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri	34
Tablo.8	Yapay Resif Alanında Yaz Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler	36
Tablo.9	Yapay Resif Alanında Sonbahar Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler	36
Tablo.10	Yapay Resif Alanında Kış Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler	37
Tablo.10	Yapay Resif Alanında İlkbahar Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler	37

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS); konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması gibi işlevleri bütünlük içerisinde gerçekleştirebilen bir bilgi sistemidir. Kıyı alanları yönetimi, su kirliliğinin ve balıkçı filosunun izlenmesi, akuakültür tesislerinin planlanması gibi konularda yararlanılan CBS teknolojisinin yapay resif alanlarında kullanımına 1990'lı yıllarda rastlanılmaktadır. Yapay resif projelerinde uygun alan belirlenmesi, yönetim modeli oluşturulması ve paydaşlar arasındaki etkileşimin gösterilmesinde CBS yazılımlarından faydalanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Edremit Körfezi yapay resif alanındaki resif kümelerinin coğrafi konumlarını ve derinliklerini belirlemek, doğal resif alanlarını, akarsu-çay, liman gibi başlıca balıkçılık alanlarını tespit etmektir. CBS yazılımları aracılığıyla toplanan verileri görsel ve sayısal olarak karar verici mercilere ve resif alanını kullanan paydaşlara aktarmakta bu çalışma kapsamı içerisinde yer almaktadır.

2015-2017 yılları arasında Ege Denizi'nin kuzeyinde, Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı'nda yürütülen bu çalışmada, yan taramalı bir echo-sounder (*Humminbird 1199C HD SI-GPS Combo*) kullanılmıştır. Akustik sörvey yöntemi olarak transect yöntemi tercih edilmiştir. Veri analizinde *QGIS 2.18 Las Palmas* ve *Google Earth Pro* yazılımlarından yararlanılmıştır. Bölgedeki fiziko-kimyasal parametreler ise *YSI_6600* multiprob ile belirlenmiştir. 198 adet resif kümesi tespit edildiği çalışmada, resif kümelerinin bulunduğu derinlikler 10,2 – 38,2 m arasında değişim gösterirken ortalama derinlik $24,38 \pm 4,90$ m olarak belirlenmiştir. Türkiye'de yapay resif alanında ilk kez CBS teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın yapay resif projelerinin planlanması ve yönetimine katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Resif, Coğrafi Bilgi Sistem (CBS), Planlama, Yönetim, Edremit Körfezi, Ege Denizi

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS); is an information system that performs the functions of collecting, storing, processing and presenting non-graphical and non-graphical information obtained by position-based observations in an integrated manner. GIS used in areas such as coastal zone management, monitoring of water pollution and fishing fleet, planning of aquaculture facilities, has been encountered in artificial reef areas in the 1990s. GIS software's are used in artificial reef projects for site selection, design of management models and interactions between stakeholders. The aim of this research is to determine the geographical locations and depths of the reef clusters in the Edremit Bay artificial reefs area and to identify the main fishery areas such as natural reefs, rivers and main fishing ports. This research also includes to transfer data visually and numerically to decision makers and stakeholders using GIS software.

This study was conducted in 2015-2017 at artificial reef area in Edremit Bay, in the Northern Aegean Sea. An echo-sounder with a side scan (*Humminbird 1199C HD SI-GPS Combo*) has been used and the transect method is preferred as the acoustic survey method. Physicochemical parameters were measured with YSI_6600 multi-parameter water quality sonde. QGIS 2.18 Las Palmas and Google Earth Pro software were used for data analysis. In the study where 198 reef clusters were detected, the depths of the reef clusters ranged from 10.2 to 38.2 m, with an average depth of 24.38 ± 4.90 m. Performed for the first time using GIS technology in the field of artificial reefs in Turkey this study are expected to contribute to the planning and management of artificial reefs project.

Keywords: Artificial reefs, Geographic Information System (GIS), Planning, Management, Edremit Bay, Aegean Sea

1. GİRİŞ

Hassas ekosistemlerin korumak, denizel biyo-çeşitliliği arttırmak, yasadışı balıkçılığı engellenmek, dalış turizmini ve sportif balıkçılığı geliştirmek ve küçük ölçekli balıkçılığı desteklemek gibi amaçlarla denizlere planlı olarak bırakılan her türlü yapı *yapay resif* olarak tanımlanmaktadır (Seaman, 2007; Pioch et al., 2011). İlk uygulamalarına yaklaşık 1000 yıl öncesinde Japonya’da rastlanılan yapay resifler, 1960’lı yıllardan itibaren Akdeniz ülkelerinde kullanılmaktadır (Bombace, 1989; Fabi and Spagnolo, 2011; Ito, 2011).

Türkiye denizlerindeki ilk yapay resif uygulaması 1983 yılında Ege Üniversitesi Hidrobiyoloji Araştırma Merkezi tarafından İzmir Körfezi - Taş Ada’da, beton malzemeden künk şekilli yapay resifler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamayı Beykoz Su Ürünleri Endüstri Meslek Lisesi ve İstanbul Sualtı Kulüpleri tarafından Marmara Denizi’nde, pişirilmiş toprak, beton ve lastik gibi maddeler kullanılarak yapılan projeler takip etmiştir (Cirik-Neşer, 1999). 1989 yılında İzmir Körfezi’ndeki yasadışı trolleri engellemek ve olta balıkçılığını geliştirmek amacıyla 10 adet eski trolleybüs kasası körfezin değişik bölgelerine atılmıştır. Kıyılarımızda bilimsel amaçlı ilk yapay resif çalışması, 1991 yılında İzmir Körfezi’nde gerçekleştirilmiştir. Bir doktora tezi kapsamında Hekim Adası’na 9-18 m derinliğe 4+1 şeklinde üçer kümeden oluşan toplam 30 adet beton kübik resif yerleştirilmiş ve resif kümeleri çevresindeki balık komünite yapısı incelenmiştir (Lök 1995). Bu tarihten itibaren yapay resif projelerine artan ilgi bir yasal düzenlemeyi gerekli kılmış ve 1999 yılında o dönemdeki adıyla Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından “*Yapay Resif Uygulamalarını Projelendirme Kılavuzu*” hazırlanmıştır. Bu kılavuz ile yapay resif çalışmaları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü’nün iznine bağlanmış ve basit olsa bir yönetim planı oluşturulmuştur (Savut 2013).

Türkiye’de yapay resiflere olan ilginin kamuoyunda giderek hızla artması sonucunda 2009 yılında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından *Su Ürünleri Kaynaklarının Yapay Resifler ile Korunması ve Geliştirilmesi* projesi hazırlanmıştır. Bu proje kapsamında Ulusal Yapay Resif Master Planı hayata geçirilmiştir. Türkiye kıyılarında birçok ilde yapay resifler kullanılarak biyo-çeşitliliğin korunması ve küçük ölçekli balıkçılığın geliştirilmesi

hedeflendiği master plan dahilinde ilk uygulama alanı olan Edremit Körfezi'nde 2010-2013 yılları arasında 750 hektarlık alanda Akdeniz'in en büyük yapay resif alanı oluşturulmuştur (Lök vd., 2013).

Günümüze kadar Türkiye kıyılarında üniversitelerin bilimsel danışmanlığında, yerel yönetimler (valilikler, kaymakamlıklar, belediyeler, vb.), sivil toplum kuruluşları ve ilgili bakanlık tarafından 68 yapay projesi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 14592 beton blok, 3000 anfora, 19 gemi, 10 trolleybüs, 7 uçak ve 1 tank yapay resif olarak kullanılmak üzere denize bırakılmıştır. İzni alınan projelerin tamamlanmasıyla birlikte bu sayının daha da artması beklenmektedir (Özgül ve Lök 2017).

Yapay resiflerdeki balık komite yapısı, biyoçeşitlilik, sucul canlıların davranış ve hareket modelleri, av yöntemleri gibi konularda sualtı görsel sayım, küçük ölçekli av araçları (uzatma ağı, paragat, olta, sırtı vb.), sualtı fotoğraf-video teknolojisi, markalama ve telemetri gibi farklı araştırma yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Bortone and Kimmel, 1991; Bortone et al., 2000; Ulaş vd., 2007). Yapay resif alanlarının balıkçılığa ve bölge halkına olan katkısı ve etkileşimi sosyo-ekonomik çalışmalarla incelenmektedir (Milon et al., 2000; Tunca et al., 2014). Resif alanlarının planlamasında ve yönetiminde ise son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistem (CBS) yazılımları kullanılmaya başlanmıştır.

CBS, konuma dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bir bütünlük içerisinde gerçekleştirebilen bir bilgi sistemidir (Jankowski, 1995; Kluitenburg and Redulla, 1999). Su ürünleri bilim dalında CBS teknolojisi, istatistiksel bilgilerin gösteriminde, su kirliliğinin ve balıkçı filosunun izlenmesinde, yapay resif alanları, deniz koruma alanları, ağ kafes işletmelerinin planlanmasında ve yönetiminde yoğun olarak kullanılmaktadır (Meaden and Kapetsky 1991; Gifford et al., 2002; Güneröglü et al., 2005; Doğan 2008; Dursun vd., 2009; Akbaş 2010).

Su ürünleri bilim dalında geniş kullanım imkanı bulunan bu teknolojinin yapay resif alanlarında kullanımı son yirmi yılda görülmektedir (Rubec 1998; Wright et al., 1998). Günümüzde yapay resif projelerinin giderek daha büyük hacimli hale gelmesi ve paydaş sayısının artması gibi nedenlerle kapsamlı bir planlama ve yönetime gereksinim duyulmaktadır. Özellikle resif alanlarının projelendirilmesinde en önemli konulardan

biri olan yer seçiminde CBS teknolojisinden sıklıkla yararlanılmaktadır (Kennish et al., 2002; Barber et al., 2009). Ayrıca multi-beam echo-sounderlar yardımıyla resif bloklarının coğrafik konumları, deniz tabanındaki dağılımları, bulundukları derinlik incelenmekte ve CBS teknolojisi yardımıyla ile görsel hale getirilebilmektedir (Manoukian et al., 2011; Kang et al., 2012). CBS teknolojsi ile elde edilen materyaller resif alanını kullanan paydaşlar bilgi sağlarken resif alanını yönetim planında karar verici kurumlara katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Edremit Körfezi yapay resif alanındaki resif kümelerinin coğrafik konumlarını, bulundukları derinlikleri, doğal resif alanlarını, akarsu-çay, liman gibi başlıca balıkçılık alanlarını tespit etmek, bu verileri coğrafik bilgi sistem (CBS) yazılımlarını kullanarak görsel ve sayısal olarak resif alanını kullanan paydaşlara aktarmaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Son yıllarda su ürünleri bilim dalında CBS kullanımına sıkça rastlanılmakla birlikte, yapay resifler konusunda bu teknolojiyen yararlanılmasının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Yapay resif projelerinin planlanma aşamasında resif bloklarının yerleştirileceği bölgelerin seçiminde CBS teknolojisi tercih edilmektedir.

Gordon (1994); ABD’de sucul habitatların planlanmasında biyolojik süreçlerin yanısıra kentsel ve bölgesel planlama kavramlarının kullanılmasını önermektedir. Bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknolojisinin kullanımının sucul habitatların planlama ve değerlendirme süreçlerindeki genel faydaları tartışılmıştır. Habitat yönetiminde değerlendirmeler geleneksel olarak biyolojik dinamiklere dayandırılmakta ve genellikle site bazında yürütülmektedir. Çalışmada, CBS teknolojisinin biyolojik süreçlerin yanısıra devlet yada bölgesel bazda planlamanın daha başarılı bir şekilde yapılmasına olanak sağladığına vurgu yapılmaktadır.

Rubec (1998); Çalışmasında yapay resiflerin yerleştirilmesinde, yönetim modellerinin geliştirilmesinde ve araştırmalarda CBS teknolojisinin nasıl bir araç olarak kullanılabileceğine dikkat çekmektedir. ABD’de balıkçılığı korumak ve desteklemek için kullanılan yapay resif projelerinde, resif alanının başarılı bir şekilde yönetimi kadar resif bloklarının uygun alanlara yerleştirilmeside hayati öneme sahiptir. Bu kapsamda resifler için doğru alanlarının belirlenmesinde CBS teknolojisi oldukça başarılıdır. Bu haritaların karar verici kurum ve kuruluşların yanısıra araştırmacılara da katkı sağladığına vurgu yapılmaktadır.

Wright et al. (1998); Çalışmada İngiltere Scotland’ta Moray Firth bölgesinde yapay resif alanların oluşturulması ve yönetimi için geliştirilen CBS yazılımı tartışılmaktadır. Moray Firth birçok farklı sektörün aynı bölgede faaliyet gösterdiği biyolojik yönden tehdit altındaki bir bölgedir. Yöre hakkında bir çok görsel ve metinsel veri bulunmakla birlikte bu verilerin ortak olarak harmanlandığı bir yönetime gereksinim duyulmaktadır. Bu kapsamda CBS teknolojisi tüm bu verilerin harmanlanmasına olanak sağlamaktadır. Bölgede çelik malzemeden üretilecek yapay resifler için uygun alanların belirlenmesinde CBS başarıyla kullanılmıştır.

Tseng et al. (2001); Çalışmada Tayvan'da yapay resif projeleri için uygun alan seçiminde kullanılan CBS teknolojisi örneklerle tartışılmaktadır. Bu kapsamda Tayvan'daki I-Lan Körfezi'nde yapay resif alanı oluşturmak için uygun alanlar su derinliği, deniz tabanı özellikleri, topoğrafik eğim, kıyıya ve balıkçı limanlarına olan uzaklık gibi kriterler coğrafi bilgi sistemi (GIS) yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda yapay resifler yerleştirilmesinde en önemli kriterin su derinliği olduğu tespit edilmiştir. Resif projeleri için uygun alanların belirlenmesi için CBS teknolojisi kullanılarak hazırlanan tematik haritalar ile geleneksel yöntemler arasında bir fark bulunmamakla birlikte CBS yöntemi en uygun alanın belirlenmesinde doğruluk ve resif projesinin yönetimine olan katkıları ile öne çıkmaktadır.

Green and Ray (2002); Çalışmada yapay resif için alan seçiminde CBS teknolojisinin kullanımının çok yeni olduğu vurgulanmaktadır. Ypay resif projelerinde yer seçiminde kullanılan geleneksel metotlar ile CBS teknolojisinin avantajların tartışılmıştır. CBS teknolojisi kullanılarak oluşturulan derinlik ve deniz tabanı haritaları ile yapay resifler için uygun alanların belirlenmesindeki kolaylıklar vurgulanmaktadır. Çalışmada ayrıca yapay resif projelerinde yer seçiminde ve izlenmesinde kullanılacak CBS teknolojiye uygun standartlarda belirtilmiştir.

Kennish et al. (2002); Hong Kong'ta balıkçılığı geliştirmek ve denizel biyoçeşitliliği korumak için yapay resiflerden yararlanılmaktadır. Çalışmada resif projelerinde uygun alan seçimi için geliştirilen yönetim modeli tartışılmaktadır. CBS teknolojisiyle hazırlanan tematik haritalar mevcut kullanım alanları, potansiyel resif alanlarını ve gelecekteki faaliyetler arasındaki etkileşimi ortaya koymuştur. Araştırmada resif projelerinin uygulanabileceği uygun 6 alan belirlenmiştir.

Buitrago et al. (2005); Venezuela Margarita Adası'nda *Crassostrea rhizophorae* türü ıstiridye yetiştiriciliği için uygun alanların belirlenmesinde CBS teknolojisinden yararlanılmıştır. Uygun alanın seçimi için değişkenler ve faktörleri kapsayan bibliyografik veri tabanı hazırlanmıştır. Veri tabanını meydana getiren yirmi değişken, projeyi etkileme biçimine göre gruplandırılmıştır. Değişkenler çevresel, lojistik ve sosyoekonomik olarak sınıflandırılmıştır. Bu değişkenler CBS teknolojisi

kullanılarak bir tematik harita oluşturulmasında kullanılmıştır. Bu harita yardımıyla istirdye yetiştiriliği için uygun 13 potansiyel alan belirlenmiştir.

Riolo (2006); Çalışmada Amerikan Samoası'nda paragat balıkçılığı için zamansal ve mekansal modeller oluşturmak için coğrafi bilgi sistem yazılımları kullanılmıştır. Geleneksel balıkçılık verilerinin coğrafi veriler ile birlikte kullanımına güzel bir örnek oluşturmaktadır. Uydudan gelen deniz yüzeyi sıcaklığı ve okyanus rengi gibi çevresel verilerle balıkçılık ilişkin av ve efor tahmini CBS kullanılarak analiz edilebilmektedir. Ayrıca tüm bu verilerin uzay ve zamandaki değişimi, balıkçı gemisi kullanımı, veri kalitesi kontrolü ve önemli ekonomik ve tehdit altındaki türlerin yeri hakkında bilgi verilmektedir. CBS sayesinde bölgedeki balıkçılık sahaları ve aşırı av yöreleri tespit edilmiştir. Bölgedeki paragat balıkçılığı için tür başına toplam av miktarı analiz edilerek haritalar oluşturulmuş, iğne ve yakalanma yoğunluğu haritalar kullanılarak görsel hale getirilmiştir. Av baskısının yoğun olduğu bölge ve zamanlar, CBS kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Çalışmada bu verilerin CBS yazılımları sayesinde herhangi bir balıkçılık veritabanına hızlı bir şekilde aktarılabilirdiği de vurgulanmaktadır.

Shariff (2006); Coğrafi bilgi sistemleri üzerine yaptığı derleme şeklindeki çalışmada, CBS bileşenleri olarak a) veri girişi ve doğrulama altsistemi, b) veri depolama ve veritabanı yönetimi altsistemi, c) veri dönüşümü ve analiz altsistemi d) veri çıktısı ve sunum altsistemi olmak üzere 4 ana bileşene vurgu yapmıştır. Çalışmada CBS teknolojisinin tarım alanındaki uygulamalarına örnek verilirken uzaktan algılama görüntülerinin özellikle balıkçılık konusunda veri olarak kullanım olanaklarına dikkat çekilmektedir. Özellikle uydu görüntüleri kullanılarak yüksek klorofil-a kontrasyonuna sahip bölgelerini izlemek yoluyla balıkçılık sahaları belirlenebilmektedir.

Dursun vd. (2009); Çalışmada, İstanbul'da Bakırköy ve Kadıköy ilçelerindeki farklı yaş gruplarındaki bireylerin kıyısız alan kullanımı, deniz kirliliğinin boyutları ve sebepleri hakkındaki düşünceleri anket yöntemiyle belirlenmiş ve CBS teknolojisiyle analiz edilmiştir. Çalışma sonunda bireylerin düşünceleri bireylerin yaş aralıkları ve eğitim durumlarıyla ilişkilendirilmiştir.

Akbaş (2010); Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisi kullanılarak İzmir ili sınırlarında faaliyet gösteren denizel su ürünleri yetiştiricilik işletmelerinin mevcut durumları

incelenmiştir. İşletmelerin konumları, Trix indeksleri, üretim kapasiteleri ve genel durumları gibi bilgiler CBS teknolojisi kullanılarak üretilmiştir. Bu veriler ile birlikte topografya verilerinden elde edilen sayısal altlıklarda kullanılarak 3D derinlik modelleri üretilmiştir. Trix indexi sonuçları nokta verilerinin interpolasyonu yardımıyla haritalanmıştır. Trix analiz sonuçlarına bakıldığında balık çiftliklerinin, denizel ortamdaki besin seviyesine etkilerinin yasal sınırların altında olduğu görülmektedir.

Doğan vd. (2010); GAP Bölgesi'ndeki su ürünlerinin daha verimli kullanılabilmesine yönelik geliştirilecek yönetim stratejilerinin belirlenmesinde gerekli verilerin toplanmasında coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmıştır. Çalışmada CBS teknolojisi kullanılarak, GAP bölgesindeki önemli su kaynakları, balıkçı kooperatifleri ve su ürünleri işletmeleri uzaysal veri tabanları hazırlanarak açıklanmıştır.

Yucel-Gier et al. (2010); Bütünleşik kıyı alanları yönetimi çerçevesinde, İzmir Körfezi'ndeki denizel ağ kafes işletmelerinin konumsal analizleri bu çalışmada CBS teknolojisi kullanılarak incelenmiştir. İzmir Körfezi'nde konumlanan ağ kafes işletmeleri ile diğer paydaşlar arasındaki alan paylaşımı konusundaki sorunlar ve bu sorunlara çözüm önerileri getirilmiştir. Çalışmada farklı karasal ve denizel faaliyetlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini ve belirli alanların nasıl çoklu kullanıma maruz kaldığı Coğrafi Bilgi Sistemleri'ni (CBS) kullanılarak gösterilmiştir. 960,4 km²'lik toplam yüzey alanına sahip İzmir Körfezi'nde en büyük paya 850,4 km² ile balıkçılık sektörü sahiptir. Körfez'de deniz taşımacılığı için 113,4 km², askeri bölgeler için 63,1 km² alan kullanılmaktadır. Bununla birlikte balık yetiştiriciliği için ayrılan alan sadece 1,23 km²'dir. Bu çalışma balık yetiştiriciliği sektörünün daha geniş bir entegre kıyı bölgesi yönetimi çerçevesi içinde gerçekleştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Kang et al. (2011); Yapay resif alanlarındaki balık sürülerini incelenmek ve resif kümeleri ile olan ilişkileri ortaya koymak için bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yazılımı geliştirilmiştir. Japonya'da Shimonoseki ve Futaoi Adası yapay resif alanında yürütülen çalışmada, Simrad EK60 bilimsel echo-sounder (70-200 kHz transducer) ve Edgetech, 272TD side-scan sonarla (100-500 kHz transducer) sürveyler gerçekleştirilmiştir. Çalışma bölgesindeki fiziko-kimyasal parametreler CTD (JFE AAQ1183) ile tespit edilmiştir. Araştırmada CBS teknolojisinin balık sürülerinin habitat tercihlerini ve resif

alanlarındaki koşullardan nasıl etkilendiği anlamada kullanılabileceğine vurgu yapılmaktadır.

Manoukian et al. (2011); İtalya’da Porto Recanati yapay resif alanında yürütölen araştırmada Simrad EM3002 (300 kHz) multibeam echo-sounder kullanılmıştır. 1974-1975 yılları arasında oluşturulan yapay resif alanının 33 yıl sonraki durumunun ortaya koymayı hedefleyen çalışmada, akıntılar nedeniyle resif kümelerinde oluşan stabilite kayıpları belirlenmiştir. Yapay resif alanının 33 yıl sonra neredeyse ilkgönkü durumunu koruduğuna dikkat çekilirken sadece bir kümede devrilme meydana gelmiştir. Çalışma da echo-sörveylerle elde edilen verilerin işlenmesinde CBS yazımlarının önemi vurgulanmıştır.

Yucel-Gier et al. (2013); çalışmada, Türkiye’nin güneyinde Güllük Körfezi’de akuaköltür için izin verilen bölgeleri ve balık üretim tesislerinin faaliyetlerini izlemek için çeşitli GIS veri katmanları kullanılarak deniz balıkçılığı yetiştiricik sektörünün mekânsal analizi yapılmıştır. Güllük Körfezi’ndeki akuaköltür sektörü dışındaki diğer kullanıcılar belirlenerek tematik haritaya işlenmiştir. Körfezin %20,8’i akuaköltür sektörüne ayrılırken %0,45 trol balıkçılığı, %34,4 önemli doğal alanlar ve %35,4 ise birçok sektörün birlikte kullandığı alanlar olarak belirlenmiştir. Çalışmada su kalite endeks (TRIX) verileri CBS teknolojisi kullanılarak görselleştirilmiş, karasal ve denizel faaliyetlerin birbirini nasıl etkilediğini ortaya koymuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

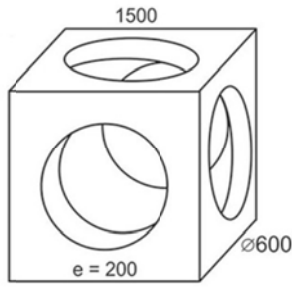
3.1 Çalışma Sahası

Çalışma, 2015 - 2017 yılları arasında, *Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı*'nda gerçekleştirilmiştir. Yapay resif alanı, 2010-2013 yılları arasında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından *Ulusal Yapay Resif Master Plan*'ı kapsamında oluşturulmuştur. Ülkemizde günümüze kadar gerçekleştirilen en büyük hacimli resif projesi olan bu proje kapsamında biyo-çeşitliliğin korumak ve bölgedeki küçük ölçekli balıkçılığı geliştirmek hedeflenmektedir. Yapay resif alanındaki balıkçılık Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından düzenlenmektedir. Bu kapsamda 4 yapay resif alanında (yeşil renkle boyalı) sadece küçük ölçekli balıkçılığa izin verilirken, 3 tanesinde (kırmızı renkle boyalı) ise her türlü balıkçılık aktivitesi tamamen yasaklanmıştır (Şekil.1).



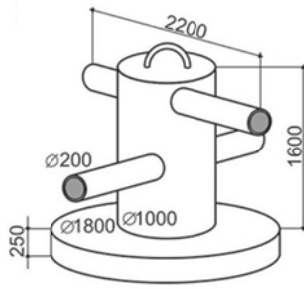
Şekil.1 Çalışma Bölgesi; Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı

Edremit Körfezi yapay resif alanında, üretim ve koruma amaçlı olmak üzere iki farklı resif tasarımından yararlanılmıştır. Üretim amaçlı resifler, kübik yapıda olup dairesel pencerelere sahiptirler. Bu resif ünitesi, yarattığı karanlık alanlar ve düz yüzeyler ile birlikte, balıklar ve diğer sucul canlılar için uygun yaşam ortamı oluşturmaktadır (Lök et al., 2011). Üretim amaçlı bu resif ünitelerinden 30 adedi, serbest düşme yöntemiyle önceden belirlenmiş noktalarda denize bırakılarak yapay resif kümeleri meydana getirilmiştir (Şekil.2).



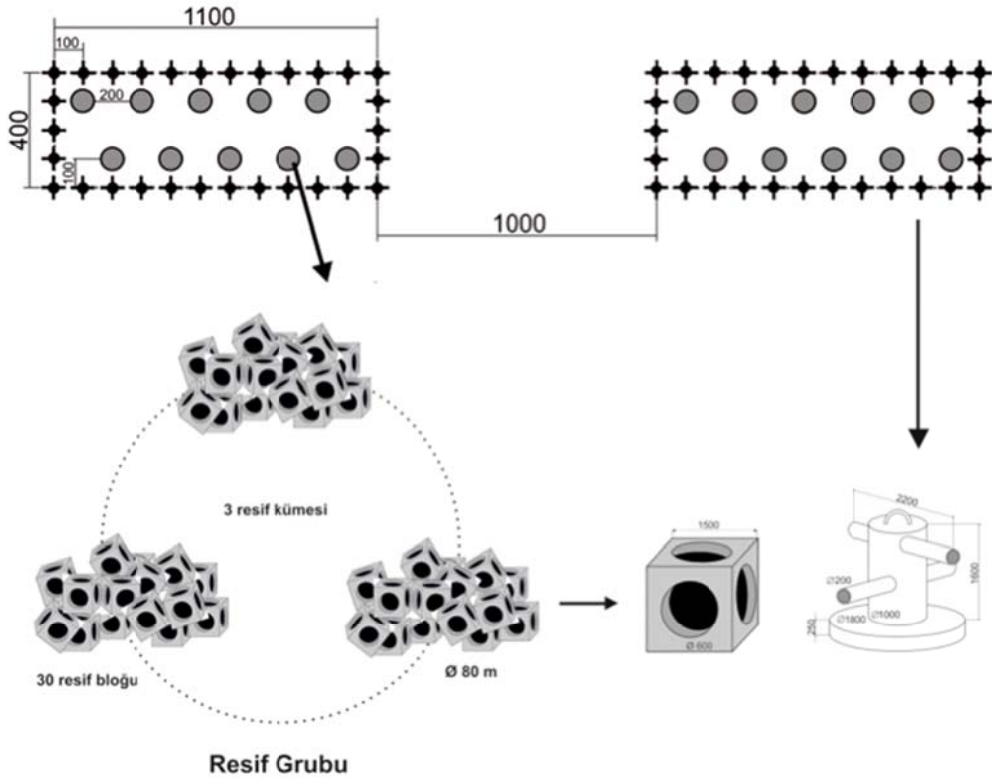
Şekil.2 Üretim Yapay Resif Üniteleri (Özgül vd., 2016)

Yapay resif alanında üretim amaçlı resif kümelerini yasadışı balıkçılıktan korumak amacıyla literatürde anti-trol olarak isimlendirilen resif ünitelerinde de yararlanılmıştır. Koruma amaçlı bu resif tasarımları, *Posidonia oceanica* gibi hassas ekosistemleri veya üretim amaçlı resif alanlarını yasadışı avcılık faaliyetlerinden korumak için kullanılmaktadır (Şekil.3).



Şekil.3 Koruma Amaçlı Yapay Resif Üniteleri (Özgül vd., 2016)

Edremit Körfezi yapay resif alanında hazırlanan master plan doğrultusunda, 6700 adet üretim amaçlı ve 240 adet koruma amaçlı olmak üzere yaklaşık 7000 adet beton malzemeden üretilmiş resif bloğu kullanılmıştır. Yapay resif blokları herbirinde 30 adet üretim amaçlı resif bloğu olacak şekilde, 3'lü kümeler halinde deniz tabanına yerleştirilmiş ve koruma amaçlı resif bloklarıyla çevrelenmiştir (Şekil.4).



Şekil.4 Yapay Resif Alanın Tasarımı ve Yerleştirme Planı (Özgül vd., 2016)

3.2 Yöntem

İki yıl süresince Edremit Körfezi yapay resif alanında sürdürülen sörvey çalışmaları ile yapay resif kümelerinin coğrafik konumlarını, bulundukları derinlikler, doğal resif alanlarını, akarsu-çay, liman gibi başlıca balıkçılık alanları tespit edilmiştir. Bu kapsamda taşınabilir özellikte, GPS ile bütünleşik çalışan, yan taramalı bir echo-sounder kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan echo-sounder (*Humminbird 1199C HD SI-GPS Combo*) LED arka aydınlatmalı 10,4 inch LCD ekrana sahiptir. Cihaz 900 m mesafeye kadar derinlik gösterirken yan tarama 45 m derinliğe kadar izin vermektedir. Echo-sounder 200/83/455/800 kHz olmak üzere farklı özelliklerdeki transducerlara (ayna) sahiptir. GPS, 16 kanallı olup echo-sounder ile bütünleşik olarak çalışmaktadır. Echo-sounder için gerekli enerji araştırma gemisinin aküsünden sağlanmıştır (Şekil.5).



Genel Özellikler

Ekran: 10,4 inch, : 65.000 Renk TFT, 600V x 800H
HD Side Imaging : 45 m
HD Down Imaging: 45 m
Sonar 455-900 m
Sonar Frekansı : 200/83/455/800 kHz
Sonar Kapsamı : 20°, 60° 86° 55° @ -10db
HD Side Imaging®, HD Down Imaging®
DualBeam PLUS™ özellikleri.
Gps : Dahili Ref. Noktası : 2500
Rota : 45 / Yol: 50/ 20.000 nokta
Güç :1000 Watt (RMS)- 8000 Watt (PtP)
Çalışma Voltaj Aralığı : 10-20V DC

Şekil.5 Çalışmada Kullanılan Echo-sounder ve Genel Özellikleri

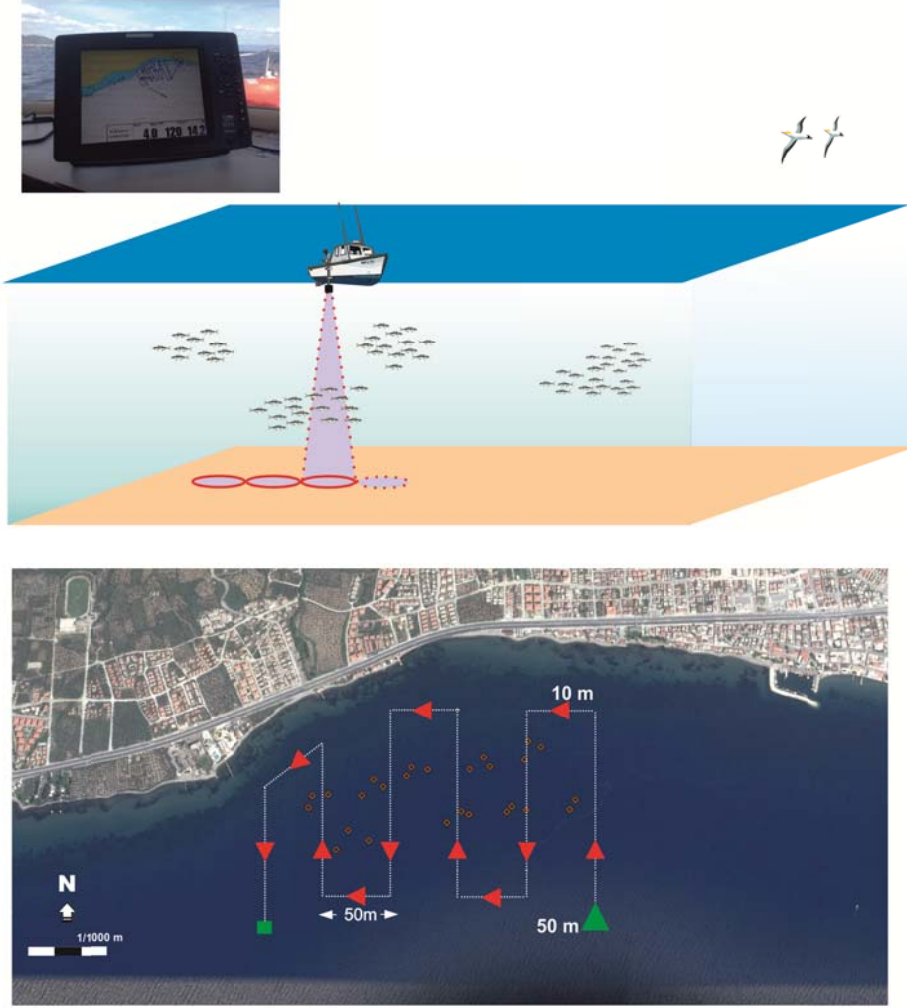
Deniz çalışmalarında, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait RESİF (6,9 m boy, 80 BG, polyester) isimli araştırma gemisi kullanılmıştır Echo-sounder aynasının araştırma gemisine bağlanabilmesi için takılıp-sökülebilir bir sistem geliştirilmiştir (Şekil.6).



Şekil.6 Deniz çalışmalarında kullanılan araştırma gemisi “Resif”

Edremit Körfezi yapay resif alanının tümünde Resif isimli araştırma gemisiyle, transect yöntemi kullanılarak akustik sürveyler gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemde

araştırma gemisiyle yapay resif alanına dik, paralel hatlar boyunca seyir yapılarak veri toplanmıştır. Her bir sörvey hattı, 50 m derinlikten başlayarak kıyıya doğru 10 m derinliğe kadar devam etmiştir. Transectlerin oluşturulması ve takibinde echo-sounder'ın navigasyon ekipmanından yararlanılmıştır (Şekil.7).



Şekil.7 Yapay Resif Alanında Kullanılan Sörvey Yöntemi (Transect)

Deniz çalışmaları sırasında, echo-sounder görüntülerinin doğrulanması ve bazı yapay resif kümelerinden görüntü alınması için aletli dalış yöntemiyle resif kümelerine dalışlar gerçekleştirilmiştir (Şekil.8).



Şekil.8 Yapay Resif Alanında Gerçekleştirilen Aletli Dalışlar

Fiziko-Kimyasal Parametrelerin Belirlenmesi: Yapay resif alanında YSI-6600 V2 multi-prob (CTD) kullanılarak zeminden yüzeye kadar tüm su kolonunda sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen (mg/l), tuzluluk (ppt) ve pH ölçümleri yapılmıştır.

3.3 Veri Analizi

Çalışmada echo-sounder kullanılarak gerçekleştirilen hidro-akustik sürveyler sonucunda elde edilen veriler *QGIS 2.18 Las Palmas* CBS yazılımı ve *Google Earth Pro* programı kullanılarak değerlendirilmiştir. CBS’de veriler bilgisayara veri girişi, verinin coğrafi koordinatlara taşınması (Georeferencing), sayısallaştırılması (vectorization), veritabanının oluşturulması, verilerin analiz edilmesi gibi aşamalardan oluşmaktadır. Bu kapsamda yapay resif kümelerinin coğrafi konumları, derinlikleri, bölgedeki doğal resif alanları ve balıkçılık alanları analiz edilerek tematik haritalar oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan görsel materyallerin hazırlanmasında Corel Draw X8, Adobe Photoshop CS6 ve MS Office paket programlarından yararlanılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada yapay resif alanında echo-sounder ile sörveyler gerçekleştirilmiş ve yapay resif kümelerinin konumları, derinlikleri, bölgede bulunan doğal resif alanları belirlenmiştir. Sörveylerde tespit edilen resif kümelerine aletli dalış yapılarak resif kümelerinin konumları ve derinlikleri teyit edilmiştir. Ayrıca yöredeki başlıca balıkçı barınakları, dere, liman gibi oluşumlarda veri olarak kullanılmıştır. Elde edilen veriler CBS yazılımları kullanılarak haritalandırılmıştır.

İki yıl süren arazi çalışmaları sonucunda yapay resif alanında 198 adet resif kümesi tespit edilmiştir. Yapay resif kümelerinin bulunduğu derinlikler 10,2 – 38,2 m arasında değişim gösterirken ortalama derinlik $24,38 \pm 4,90$ m olarak belirlenmiştir. Yapay resif alanı batıdan doğuya doğru Narlı, Ayvalı Burun, Altınoluk, Şahinderesi, Adacık, Tekçam ve Güre olmak üzere 7 farklı bölgeden meydana gelmiştir. (Şekil.9).



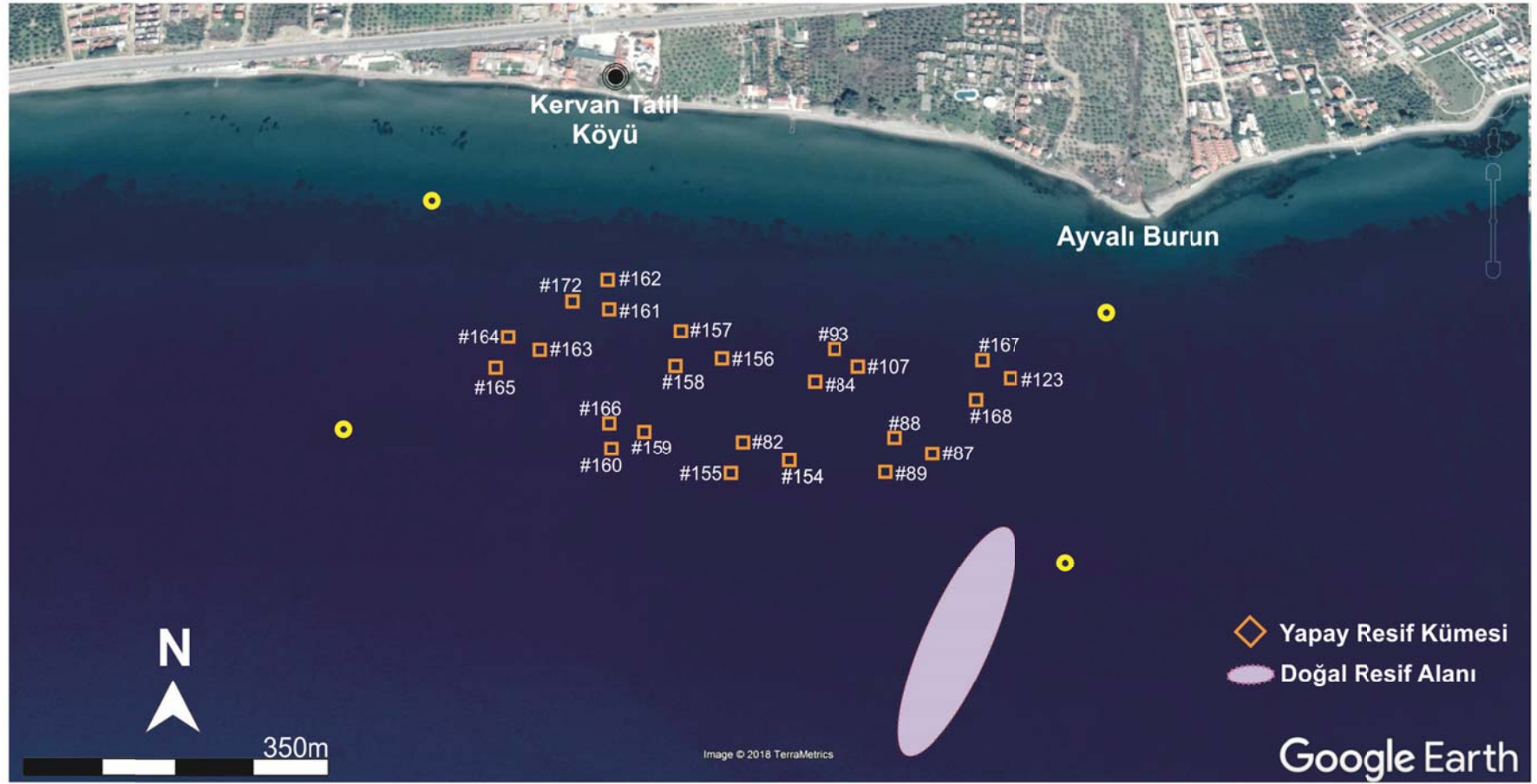
Şekil.9 Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı

4.1 Narlı Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Bu bölge Edremit Körfezi Yapay Resif Alanı'nın en batısındadır. Proje kapsamında bu bölgede 24 adet resif kümesi belirlenmiştir. Resif kümeleri bulunduğu derinlik ortalama $22,01 \pm 3,34$ m olarak belirlenirken en derin resif kümesi 27,2 m; en sığ resif kümesi 17,3 m tespit edilmiştir (Tablo.1). Deniz çalışmaları sırasında resif kümelerinin 150-170 m güney-doğusunda bir doğal resif alanı bulunmuştur (Şekil.10). Toplam yüzölçümü 400 741,31 m² olarak belirlenen yapay resif alanı, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından her türlü balıkçılık faaliyetine kapatılmasına rağmen resif alanının özellikle Küçükkuşu balıkçıları tarafından kullanıldığı gözlemlenmiştir.

Tablo.1 Narlı Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#165	24,1	39,55346 N	26,67944 E
2	#163	23,2	39,55369 N	26,68014 E
3	#164	22,0	39,55389 N	26,67963 E
4	#161	20,2	39,55424 N	26,68126 E
5	#162	17,4	39,55467 N	26,68123 E
6	#172	20,6	39,55437 N	26,68066 E
7	#157	20,9	39,55388 N	26,68245 E
8	#156	19,0	39,55346 N	26,68310 E
9	#158	21,7	39,55338 N	26,68235 E
10	#159	26,0	39,55250 N	26,68182 E
11	#160	27,2	39,55220 N	26,68126 E
12	#166	25,5	39,55264 N	26,68126 E
13	#082	25,4	39,55249 N	26,68336 E
14	#154	26,0	39,55223 N	26,68406 E
15	#155	27,0	39,55191 N	26,68317 E
16	#084	21,1	39,55308 N	26,68457 E
17	#107	18,0	39,55326 N	26,68530 E
18	#083	17,3	39,55353 N	26,68493 E
19	#123	19,0	39,55274 N	26,68492 E
20	#167	17,6	39,55328 N	26,68730 E
21	#168	17,4	39,55274 N	26,68711 E
22	#087	22,0	39,55206 N	26,68633 E
23	#088	24,1	39,55228 N	26,68576 E
24	#089	25,6	39,55184 N	26,68557 E



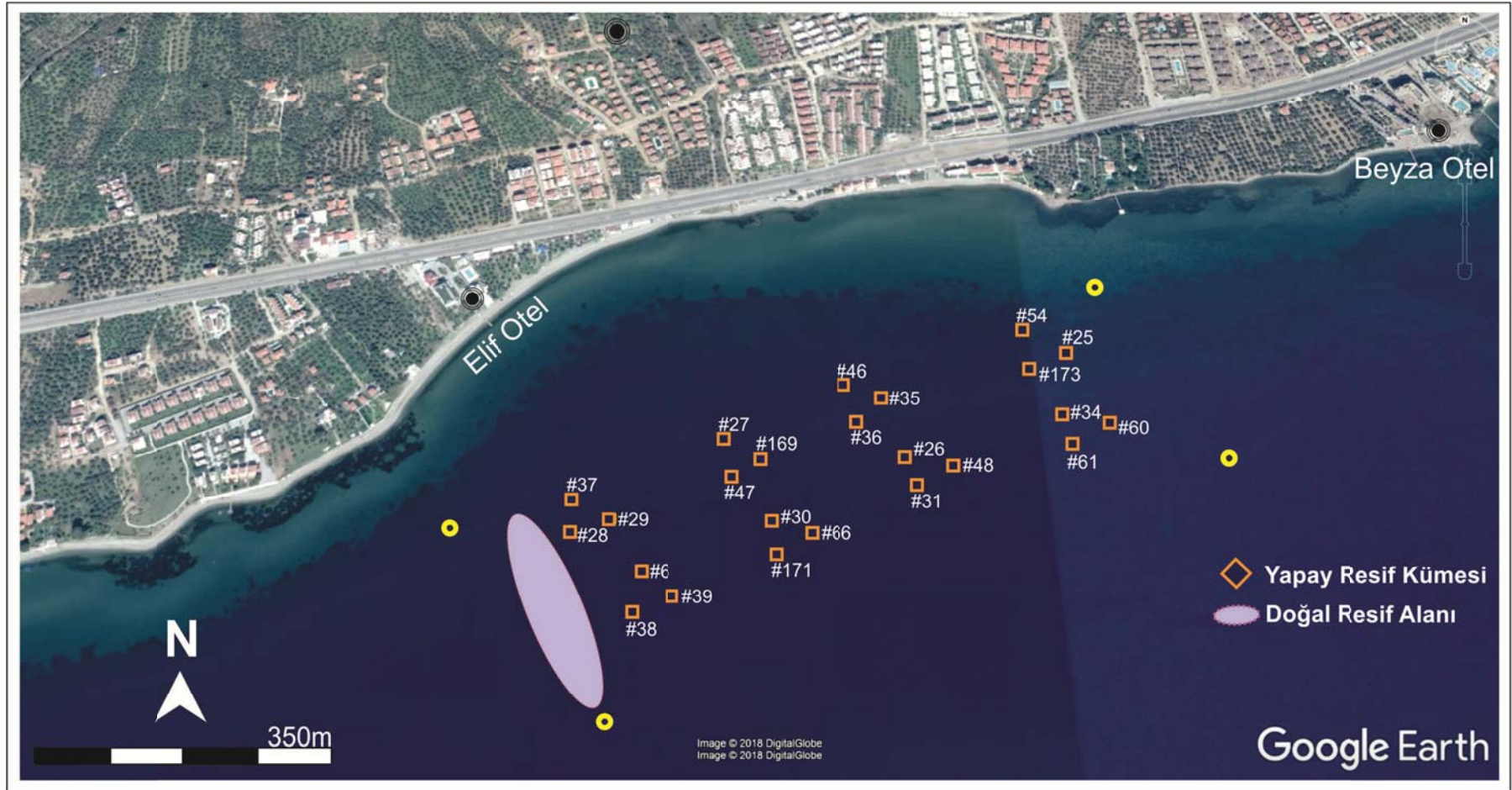
Şekil.10 Narlı Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri

4.2 Ayvalı Burun Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Ayvalı Burun yapay resif bölgesi Altınoluk'un batısında, Elif Otel'in önünde yer almaktadır. Çalışmada bu bölgede 24 adet resif kümesi belirlenmiştir. Resif kümeleri ortalama $19,51 \pm 4,73$ m derinlikte yer almaktadır. En derin resif kümesi 25,5 m; en sığ resif kümesi 10,2 m tespit edilmiştir (Tablo.2). Yapay resif kümelerinin 20-40 m batısında bir doğal resif alanı yer almaktadır (Şekil.11). Toplam yüzölçümü 338 484,52 m² olarak belirlenen yapay resif alanında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından her türlü balıkçılık faaliyeti sınırlandırılmıştır.

Tablo.2 Ayvalı Burun Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#028	16,4	39,55670 N	26,70289 E
2	#037	13,2	39,55712 N	26,70290 E
3	#029	17,4	39,55687 N	26,70350 E
4	#006	21,5	39,55622 N	26,70402 E
5	#038	22,6	39,55573 N	26,70391 E
6	#039	25,4	39,55592 N	26,70448 E
7	#171	25,1	39,55632 N	26,70607 E
8	#066	23,2	39,55670 N	26,70656 E
9	#030	21,0	39,55684 N	26,70596 E
10	#169	17,4	39,55766 N	26,70579 E
11	#047	17,6	39,55743 N	26,70534 E
12	#027	15,4	39,55780 N	26,70533 E
13	#036	17,1	39,55818 N	26,70733 E
14	#035	17,2	39,55850 N	26,70774 E
15	#046	14,7	39,55869 N	26,70714 E
16	#026	23,2	39,55768 N	26,70805 E
17	#031	25,5	39,55732 N	26,70821 E
18	#048	24,5	39,55758 N	26,70879 E
19	#025	12,5	39,55905 N	26,71055 E
20	#054	10,2	39,55919 N	26,71016 E
21	#173	14,3	39,55880 N	26,71017 E
22	#061	24,0	39,55786 N	26,71050 E
23	#034	23,6	39,55839 N	26,71056 E
24	#060	25,2	39,55818 N	26,71107 E



Şekil.11 Ayvalı Burun Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri

4.3 Altınoluk Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Altınoluk yapay resif bölgesi Altınoluk'un limanının hemen batısında yer almaktadır. Toplam yüzölçümü 572 938,83 m² olarak belirlenen yapay resif alanında sadece küçük ölçekli av araçları ile balıkçılık faaliyetine izin verilmektedir. Bu resif alanı gerek ticari gerekse amatör balıkçılar tarafından yoğun olarak kullanıldığı görülmüştür (Şekil.12). Ayrıca yöredeki tek dalış merkezi olan Antandros dalış merkezi bu bölgedeki yapay resif kümelerinde faaliyet göstermektedir.

Çalışmada bu bölgede, 30 adet resif kümesi belirlenmiştir. Resif kümeleri ortalama $25,80 \pm 5,02$ m derinlikte yer almaktadır. En derin resif kümesi 37,4 m; en sığ resif kümesi 17,8 m tespit edilmiştir (Tablo.3). Yapay resif kümelerinin 50-70 m batısında Beyza Otelin önünde bir doğal resif alanı da bulunmaktadır (Şekil.13).



Şekil.12 Altınoluk'ta Yapay Resif Alanında Avcılık Yapan Amatör Balıkçılar

Tablo.3 Altınoluk Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#022	31,0	39,561622 N	26,732883 E
2	#050	28,7	39,562084 N	26,733022 E
3	#045	29,8	39,561916 N	26,733408 E
4	#007	23,7	39,563588 N	26,732686 E
5	#008	25,4	39,563323 N	26,731997 E
6	#010	22,7	39,563845 N	26,732248 E
7	#042	24,5	39,563073 N	26,730477 E
8	#049	23,0	39,562975 N	26,729698 E
9	#032	22,8	39,563402 N	26,730098 E
10	#021	31,2	39,561270 N	26,730518 E
11	#044	28,4	39,561626 N	26,730867 E
12	#040	29,8	39,561434 N	26,731495 E
13	#051	23,5	39,562759 N	26,727959 E
14	#043	22,4	39,563082 N	26,727291 E
15	#024	23,1	39,562728 N	26,727138 E
16	#056	26,0	39,561554 N	26,728269 E
17	#052	27,5	39,560973 N	26,728118 E
18	#020	26,8	39,561291 N	26,729047 E
19	#058	21,5	39,562111 N	26,725288 E
20	#009	20,8	39,562612 N	26,725504 E
21	#015	22,9	39,562297 N	26,726091 E
22	#016	18,4	39,561984 N	26,723704 E
23	#014	17,8	39,562042 N	26,723022 E
24	#017	18,2	39,561657 N	26,722987 E
25	#059	36,5	39,559255 N	26,727141 E
26	#055	35,1	39,559582 N	26,727527 E
27	#066	37,4	39,559164 N	26,727906 E
28	#005	23,8	39,560717 N	26,723995 E
29	#015	24,8	39,560165 N	26,723694 E
30	#025	26,5	39,560183 N	26,724684 E



Şekil.13 Altınouk Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri

4.4 Şahinderesi Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Şahinderesi yapay resif bölgesi Altınoluk'un limanının hemen doğusunda Şahinderesi'nin denize döküldüğü bölgede yer almaktadır. Toplam yüzölçümü 413 268,32 m² olarak belirlenen yapay resif alanında, sadece küçük ölçekli av araçları ile balıkçılık faaliyetine izin verilmektedir. Şahinderesi yapay resif alanında başta Altınoluk'lu balıkçılar olmak üzere kış mevsiminde yoğun olarak lüfer (*Pomatomus saltatrix*) avcılığı yapılmaktadır (Şekil.14). Amatör balıkçılarda bu resif alanına 4 mevsim boyunca ilgi göstermektedir.

30 adet yapay resif kümesinin tespit edildiği bu alanda, resif kümelerinin ortalama derinliği $24,55 \pm 3,47$ metredir. En derin resif kümesi 31,1 m; en sığ resif kümesi 17,4 m bulunmaktadır (Tablo.4). Yapay resif kümelerinin liman ve Şahinderesi'ne yakın olması balıkçılar tarafından tercih edilmesine sebep olmaktadır (Şekil.15).



Şekil.14 Şahinderesi Yapay Resif Alanında Zokayla Lüfer Avlayan Balıkçılar

Tablo.4 Şahinderesi Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#003	17,4	39,56337 N	26,74862 E
2	#041	19,1	39,56288 N	26,748697 E
3	#004	22,1	39,56310 N	26,74941 E
4	#002	25,2	39,56267 N	26,75079 E
5	#065	19,4	39,56304 N	26,75122 E
6	#064	22,5	39,56263 N	26,75155 E
7	#068	24,0	39,56228 N	26,75294 E
8	#063	23,5	39,56267 N	26,75314 E
9	#062	23,8	39,56227 N	26,75355 E
10	#069	26,1	39,56193 N	26,75592 E
11	#095	22,1	39,56236 N	26,75598 E
12	#135	23,5	39,56211 N	26,75525 E
13	#132	19,1	39,56269 N	26,75768 E
14	#070	21,8	39,56222 N	26,75796 E
15	#136	20,8	39,56223 N	26,75733 E
16	#090	25,8	39,56149 N	26,74936 E
17	#091	23,7	39,56185 N	26,74937 E
18	#092	24,0	39,56154 N	26,74980 E
19	#122	26,0	39,56125 N	26,75079 E
20	#011	25,1	39,56158 N	26,75100 E
21	#089	26,2	39,56122 N	26,75137 E
22	#121	26,1	39,56070 N	26,75318 E
23	#108	25,8	39,56111 N	26,75288 E
24	#117	26,6	39,56069 N	26,75256 E
25	#119	31,1	39,56024 N	26,75533 E
26	#109	28,2	39,56076 N	26,75507 E
27	#120	29,4	39,56040 N	26,75471 E
28	#118	30,5	39,56017 N	26,75791 E
29	#067	28,4	39,56052 N	26,75802 E
30	#22	29,4	39,56020 N	26,75733 E

4.5 Adacık Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Adacık yapay resif bölgesi Altınoluk'un doğusunda Tekçam olarak isimlendirilen bölgenin batısında yer almaktadır. Sörvey çalışmalarında bu bölgede, 30 adet yapay resif kümesi tespit edilmiş, resif kümeleri bulunduğu ortalama derinlik ise $24,81 \pm 2,27$ m olarak belirlenmiştir. En derin resif kümesi 29,1 m; en sığ resif kümesi 17,9 m bulunmuştur (Tablo.5).

Deniz çalışmaları sırasında resif kümelerinin 200-250 m güney-doğusunda bir doğal resif alanı da tespit edilmiştir (Şekil.16). Toplam yüzölçümü 425 310,95 m² olarak belirlenen yapay resif alanında, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından her türlü balıkçılık faaliyeti yasaklanmasına rağmen özellikle Altınoluklu balıkçıların bu bölgede paragat ve uzatma ağıları ile avcılık yaptıkları gözlemlenmiştir (Şekil.17).



Şekil.16 Adacık Bölgesinde, Yapay Resif Alanı Yakınındaki Doğal Resifler

Tablo.5 Adacık Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#131	20,1	39,56516 N	26,76711 E
2	#103	17,9	39,56546 N	26,76766 E
3	#099	22,1	39,56500 N	26,76798 E
4	#096	23,4	39,56539 N	26,76914 E
5	#097	24,2	39,56500 N	26,76972 E
6	#088	24,1	39,56499 N	26,76896 E
7	#106	25,2	39,56546 N	26,77132 E
8	#100	25,0	39,56506 N	26,77094 E
9	#111	25,9	39,56501 N	26,77170 E
10	#112	24,0	39,56615 N	26,77383 E
11	#113	24,3	39,56585 N	26,77442 E
12	#114	24,6	39,56559 N	26,77379 E
13	#151	22,0	39,56694 N	26,77564 E
14	#152	22,9	39,56651 N	26,77543 E
15	#094	24,0	39,56656 N	26,77629 E
16	#129	26,1	39,56540 N	26,77681 E
17	#137	26,8	39,56542 N	26,77753 E
18	#138	25,1	39,56568 N	26,77721 E
19	#128	25,4	39,56482 N	26,77623 E
20	#104	27,1	39,56437 N	26,77572 E
21	#080	25,0	39,56488 N	26,77542 E
22	#116	25,5	39,56418 N	26,77368 E
23	#57	25,9	39,56401 N	26,77426 E
24	#007	24,9	39,56380 N	26,77337 E
25	#127	26,0	39,56321 N	26,77157 E
26	#098	26,7	39,56294 N	26,77090 E
27	#102	25,7	39,56344 N	26,77109 E
28	#091	28,2	39,56220 N	26,76912 E
29	#092	29,1	39,56227 N	26,76980 E
30	#093	27,2	39,56277 N	26,76939 E



Şekil.17 Adacık Bölgesinde Tespit Edilen Yapay Resif Kümeleri

4.6 Tekçam Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Yapay resif bölgesi, Altınoluk'un doğusunda Tekçam mevkinde yer almaktadır. Resif alanın hemen karşısında Atandros ören yeri bulunmaktadır. Edremit yapay resif alanın en derin yapay resif kümeleri bu bölgede bulunmaktadır (Şekil.18).

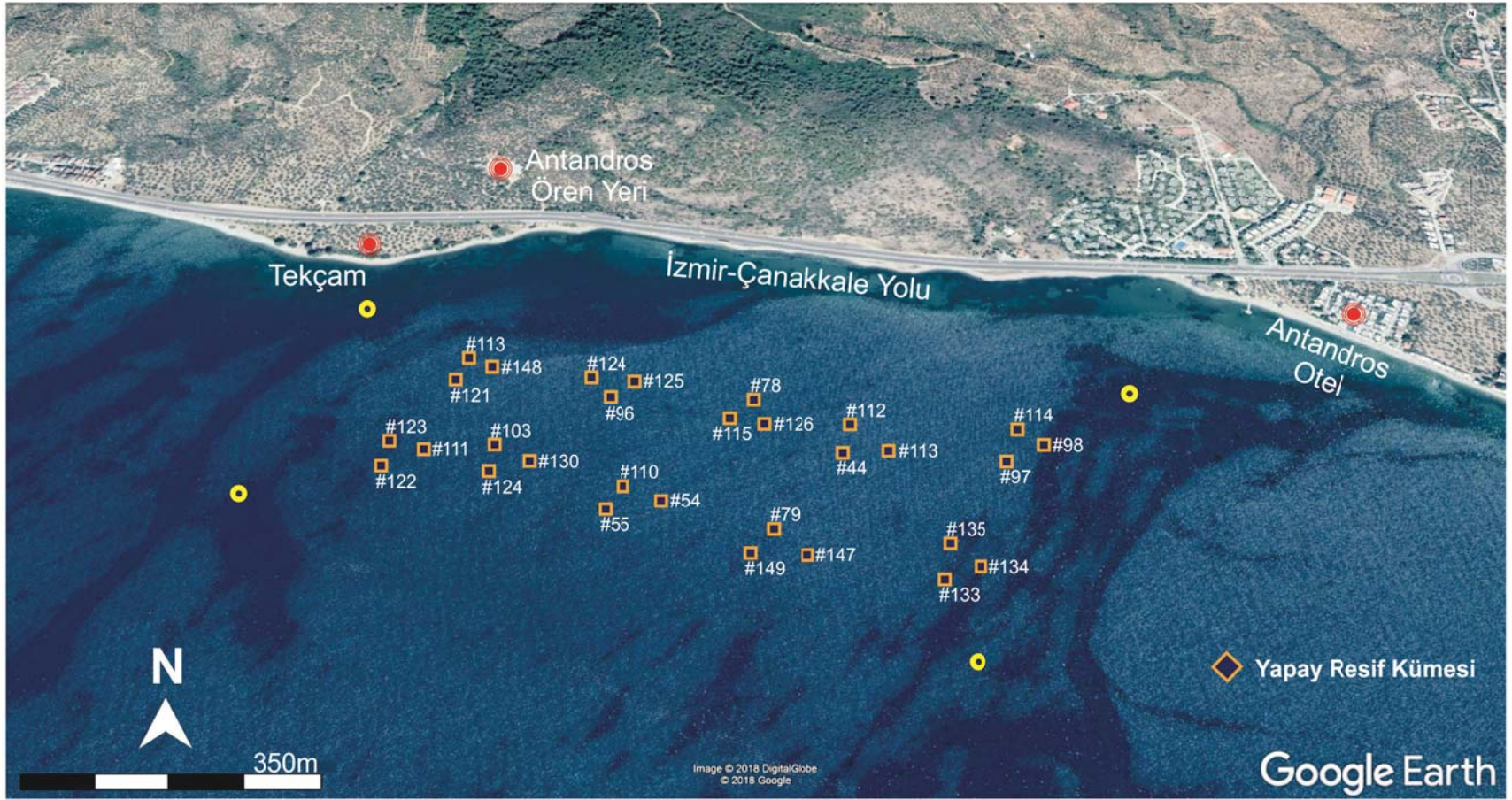
30 adet yapay resif kümesinin tespit edildiği bu alanda, resif kümelerinin ortalama derinliği $30,20 \pm 5,04$ metredir. En derin resif kümesi 38,2 m; en sığ resif kümesi 24,1 m bulunduğu belirlenmiştir (Tablo.6). Toplam yüzölçümü 445 192,32 m² olarak belirlenen yapay resif alanında, sadece küçük ölçekli av araçları ile balıkçılık faaliyetine izin verilmektedir (Şekil.19).



Şekil.18 Tekçam Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinden Bir Görüntü

Tablo.6 Tekçam Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#148	24,8	39,56715 N	26,78672 E
2	#121	26,0	39,56693 N	26,78614 E
3	#113	24,2	39,56733 N	26,78629 E
4	#124	24,1	39,56695 N	26,78850 E
5	#125	24,8	39,56693 N	26,78920 E
6	#096	25,3	39,56665 N	26,78880 E
7	#078	25,2	39,56652 N	26,79125 E
8	#126	25,9	39,56611 N	26,79140 E
9	#115	26,5	39,56627 N	26,79090 E
10	#112	25,9	39,56615 N	26,79283 E
11	#113	26,5	39,56573 N	26,79349 E
12	#044	26,7	39,56568 N	26,79274 E
13	#097	26,1	39,56554 N	26,79539 E
14	#098	25,8	39,56580 N	26,79604 E
15	#114	24,9	39,56601 N	26,79559 E
16	#111	36,4	39,56571 N	26,78585 E
17	#122	36,9	39,56545 N	26,78520 E
18	#123	35,4	39,56585 N	26,78526 E
19	#124	34,2	39,56538 N	26,78700 E
20	#103	33,5	39,56578 N	26,78700 E
21	#130	33,1	39,56555 N	26,78759 E
22	#110	34,5	39,56508 N	26,78914 E
23	#054	35,2	39,56486 N	26,78977 E
24	#055	36,5	39,56475 N	26,78893 E
25	#147	37,6	39,56405 N	26,79206 E
26	#079	36,6	39,56444 N	26,79153 E
27	#149	38,2	39,56409 N	26,79120 E
28	#133	32,8	39,56374 N	26,79413 E
29	#134	32,1	39,56389 N	26,79471 E
30	#135	30,5	39,56423 N	26,79427 E



Şekil.19 Tekçam Bölgesinde Tespit Edilen Resif Kümeleri

4.7 Güre Yapay Resif Bölgesine İlişkin Bulgular

Güre yapay resif bölgesi Edremit Yapay Resif Alanının en doğusunda hemen Güre Limanının önünde yer almaktadır. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından Edremit Körfezi yapay resif alanının planlama aşamasında bulunmayan bu bölge, yöre halkından gelen talep doğrultusunda Edremit Körfezi yapay resif alanına dahil edilmiştir. Bölge Edremit Körfezi'nin daha iç bölümünde olduğundan özellikle sualtındaki görüş mesafesi oldukça sınırlıdır (Şekil.20).

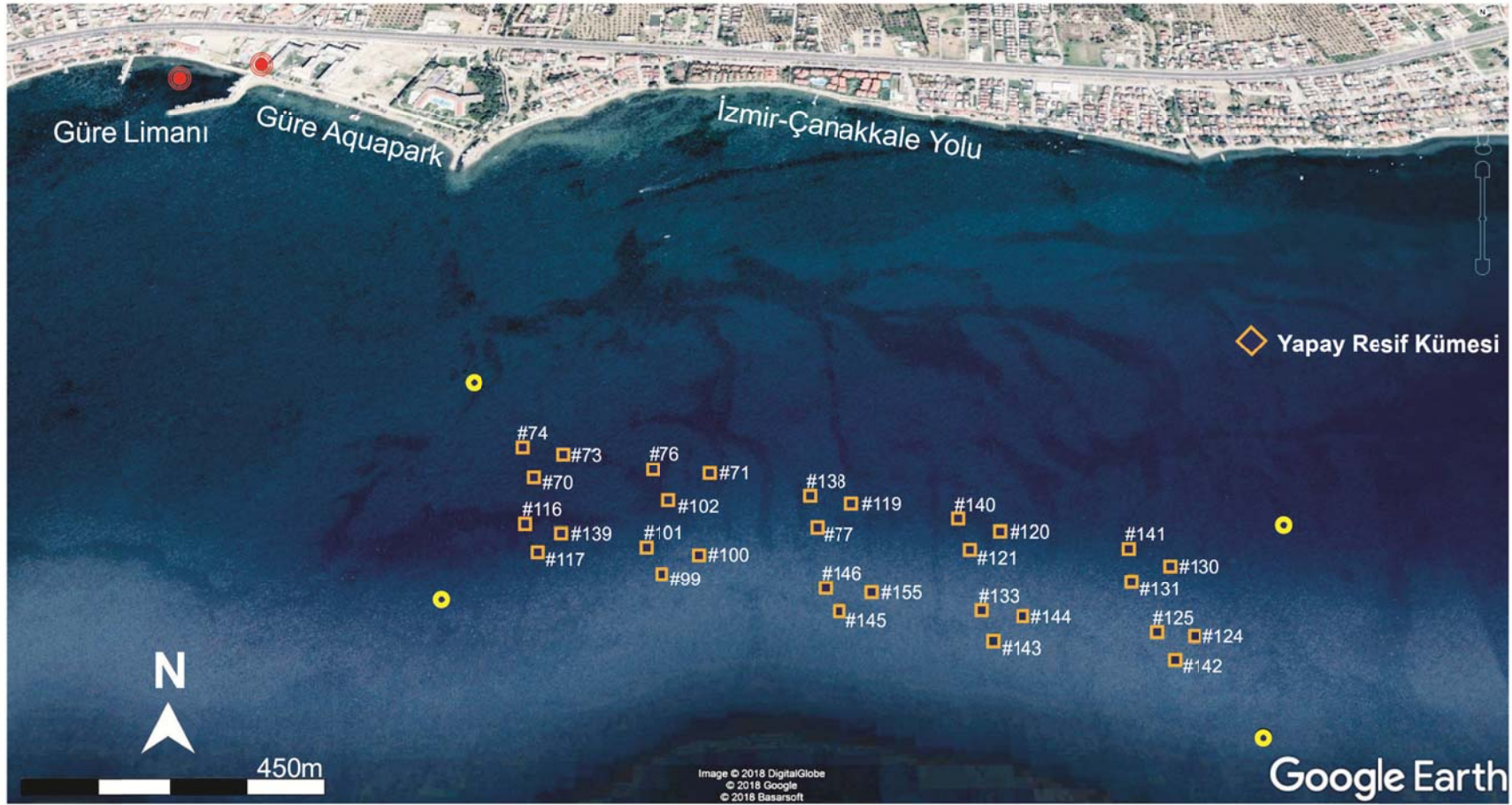
Bu bölgede gerçekleştirilen sörvey çalışmaları sonusunda 30 adet resif kümesi tespit edilmiştir. Resif kümeleri ortalama olarak $22,35 \pm 1,65$ m derinlikte yer alırlar. En derin resif kümesi 24,9 m; en sığ resif kümesi 18,8 m bulunmuştur (Tablo.7). Toplam yüzölçümü $625\ 121,98\ m^2$ olarak belirlenen bu bölgede, sadece küçük ölçekli av araçları ile balıkçılık faaliyetine izin verilmektedir (Şekil.21).



Şekil.20 Güre Bölgesindeki Yapay Resif Kümeleri

Tablo.7 Güre Bölgesindeki Yapay Resif Kümelerinin Özellikleri

No	Name	Derinlik (m)	Enlem (Latitude)	Boylam (Longitude)
1	#074	18,8	39,57568 N	26,89115 E
2	#073	19,1	39,57549 N	26,89200 E
3	#070	19,9	39,57502 N	26,89147 E
4	#071	20,2	39,57512 N	26,89510 E
5	#076	20,4	39,57523 N	26,89393 E
6	#102	21,2	39,57462 N	26,89424 E
7	#077	22,1	39,57415 N	26,89734 E
8	#138	21,0	39,57475 N	26,89721 E
9	#119	21,2	39,57458 N	26,89807 E
10	#140	21,0	39,57425 N	26,90018 E
11	#120	21,5	39,57407 N	26,90103 E
12	#121	22,1	39,57373 N	26,90039 E
13	#141	22,0	39,57371 N	26,90349 E
14	#130	22,4	39,57338 N	26,90424 E
15	#131	22,6	39,57321 N	26,90348 E
16	#142	24,5	39,57192 N	26,90404 E
17	#124	22,1	39,57225 N	26,90448 E
18	#125	22,8	39,57232 N	26,90377 E
19	#143	24,6	39,57222 N	26,90065 E
20	#144	24,0	39,57261 N	26,90122 E
21	#133	23,5	39,57269 N	26,90044 E
22	#145	24,9	39,57271 N	26,89771 E
23	#146	24,0	39,57309 N	26,89746 E
24	#155	23,8	39,57298 N	26,89830 E
25	#099	24,0	39,57327 N	26,89419 E
26	#100	23,8	39,57365 N	26,89499 E
27	#101	23,7	39,57378 N	26,89387 E
28	#139	23,0	39,57404 N	26,89214 E
29	#116	22,7	39,57417 N	26,89139 E
30	#117	23,7	39,57372 N	26,89171 E



Şekil.21 Güre Bölgesinde Tespit Edilen Resif Kümeleri

4.8 Yapay Resif Alanındaki Fiziko-Kimyasal Parametreler

Yapay resif alanındaki fiziko-kimyasal parametrelerden sıcaklık (°C), çözülmüş oksijen (mg/L), ve tuzluluk (ppt) değerlerinin belirlenmesi için farklı derinliklerde (1 m, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, 40 m) *YSI-6000 multiprobe CTD* ile ölçümler yapılmıştır.

Yaz mevsiminde yapay resif alanında sıcaklık maksimum 23,96°C, ortalama % 37,50, çözülmüş oksijen değerleri 7,00-8,07 mg/L arasında değişmiştir (Tablo.8).

Tablo.8 Yapay Resif Alanında Yaz Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler

Yaz	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (‰)			Çöz. Oksijen (mg/L)			pH		
	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Temmuz	17,75	23,96	20,21	37,52	37,67	37,58	6,36	7,60	7,11	8,93	9,05	8,98
Ağustos	17,20	23,70	20,54	37,10	37,40	37,30	7,00	7,60	7,33	8,90	9,00	9,01
Eylül	22,00	23,30	23,00	37,80	37,90	37,87	6,30	6,90	6,62	8,70	8,90	8,81

Sonbahar mevsiminde su sıcaklığının Aralık ayında en düşük değerler ölçülmüştür. Bu mevsimde çözülmüş oksijen değerleri 6,80 - 7,20 mg/L; pH değerleri ise 8,00-8,90 arasında değişmiştir (Tablo.9).

Tablo.9 Yapay Resif Alanında Sonbahar Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler

Sonbahar	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (‰)			Çöz. Oksijen (mg/L)			pH		
	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Ekim	19,50	20,04	19,84	37,60	37,80	37,66	6,80	7,20	6,98	8,70	8,90	8,44
Kasım	17,80	17,90	17,90	37,60	37,80	37,70	7,10	8,10	7,40	8,00	8,60	8,40
Aralık	17,30	17,50	17,36	37,30	37,40	37,34	7,10	7,20	7,17	8,60	8,80	8,73

Kış mevsiminde çözünmüş oksijen değerleri 7,60 – 7,90 mg/L arasında, sıcaklık ise 13,70 – 14,40 °C arasında değişim göstermiştir. Kış mevsiminde yüzey ve dip suları neredeyse benzerdir. Yapay resif alanında en düşük sıcaklık değerleri bu mevsimde kaydedilmiştir. Suların soğumasıyla birlikte çözünmüş oksijen değerlerinde artış görülmektedir. Tuzluluk bu mevsimde azalmıştır (Tablo.10).

Tablo.10 Yapay Resif Alanında Kış Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler

Kış	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (‰)			Çöz. Oksijen (mg/L)			pH		
	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Ocak	13,90	14,40	14,17	37,50	37,70	37,58	7,60	7,90	7,77	8,10	8,50	8,32
Şubat	13,70	14,20	13,83	37,30	37,40	37,38	7,80	7,90	7,84	7,80	8,50	8,27
Mart	14,30	14,40	14,32	37,30	37,40	37,38	7,90	7,90	7,90	7,90	8,60	8,34

İlkbahar mevsiminde su sıcaklığı haziran ayında 23,60 °C maksimum değerine ulaşmıştır. Bu mevsimde ortalama tuzluluk ‰ 37,34; çözünmüş oksijen 7,54 mg/L ve pH 8,73 olarak ölçülmüştür. Yapay resif alanında ilkbahar mevsiminde su sıcaklığında artış görülmektedir. Haziran ayından itibaren yüzey ve dip suları arasında sıcaklık farkı oluşmaya başlamıştır. Suların ısınmasıyla birlikte çözünmüş oksijen değerlerinde azalma meydana gelmiş, tuzluluk derinliğe bağlı olarak çok fazla değişiklik göstermemiştir (Tablo.11).

Tablo.11 Yapay Resif Alanında İlkbahar Mevsiminde Fiziko-kimyasal Parametreler

İlkbahar	Sıcaklık (°C)			Tuzluluk (‰)			Çöz. Oksijen (mg/L)			pH		
	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
Nisan	14,80	16,00	15,08	36,7	37,3	37,08	8,00	8,10	8,03	8,70	8,80	8,76
Mayıs	16,10	17,80	17,35	37,5	37,3	37,40	7,40	7,60	7,48	8,30	8,80	8,66
Haziran	17,50	23,60	20,35	37,5	37,7	37,54	6,80	7,40	7,13	8,50	8,90	8,77

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Ülkemizde genellikle karasal ortamda kullanılan CBS teknolojisinin denizel ortamda kullanımı oldukça yenidir. CBS yazılımları kullanılarak kıyılarımızdaki su kirliliği (Dursun vd., 2009), akuakültür tesisleri (Güneroğlu et al., 2005; Akbaş 2010), balıkçı filosunun izlenmesi (Doğan 2008) gibi konularda çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, CBS yazılımlarının yapay resif alanlarında kullanımına ilişkin bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Birçok bilim dalında yaygın kullanıma sahip Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) ilk kez yararlanıldığı bu çalışmada, Akdeniz'in ve Türkiye'nin en büyük yapay resif alanındaki resif kümelerinin durumları incelenmiştir.

İlgili literatür incelendiğinde, yapay resif alanlarında CBS yazılımlarının daha çok planlama aşamasında kullanıldığı görülmektedir. Resif projeleri planlanırken en önemli konulardan biri olan yer seçiminde, CBS yazılımları kullanılarak hazırlanan haritalar oldukça fayda sağlamaktadır (Wright et al., 1998; Tseng et al., 2001; Kennish et al., 2002). Bu haritalarda yapay resif alanı oluşturulması planlanan bölgedeki askeri bölgeler, arkeolojik sit alanları, demirleme bölgeleri gibi yasak alanlar, geleneksel balıkçılık sahaları, resif yerleştirmek için uygun zemin, derinlik ve eğim gibi değişkenler kolaylıkla görsel ve sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Ayrıca CBS yazılımları, yapay resif alanının yönetimi için karar verici kurumlar tarafından geliştirilen yönetim modellerinde resif alanını kullanan paydaşlar arasındaki etkileşimi ortaya koymak için de yararlanılmaktadır (Gordon 1994; Rubec 1998; Barber et al., 1999).

Edremit Körfezi yapay resif alanı batıdan doğuya Narlı, AyvalıBurun, Altınoluk, ŞahinDeresi, Adacık, Tekçam ve Güre olmak üzere 7 farklı bölgeden oluşmaktadır. Çalışma kapsamında her bir bölgede echo-sörveyler gerçekleştirilerek yapay resif kümelerinin coğrafik konumları, bulundukları derinlikler, resif bölgelerin sınırları, çevredeki doğal resif alanları ve başlıca balıkçı barınakları belirlenmiştir. Sörveyler ile elde edilen birincil veriler ve ilgili literatür çalışması sonucunda elde edilen ikincil veriler QGIS CBS yazılımı ve Google Earth Pro programları kullanılarak analiz edilerek tematik haritalar hazırlanmıştır.

Yapay resifleri konu alan bilimsel çalışmalarda sualtı görsel sayım tekniği, küçük ölçekli av araçları, sualtı fotoğraf-video teknikleri, uzaktan kumandalı araçlar (ROV) ve akustik telemetri gibi farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır (Francour et al., 1999; Bortone et al., 2000; Gannon et al., 1985; Kelch et al., 1999; Ulaş ve diğ. 2007; Özgül vd., 2016). Ayrıca resif alanındaki paydaşlar arasındaki etkileşimi ve resif alanının ekonomik yönden etkinliğini inceleyen sosyo-ekonomik çalışmalarda sürdürülmektedir (Milon et al., 2000; Tunca et al., 2014). Farklı disiplinlerden bilim dallarından elde edilen verilerin birarada değerlendirilmesi oldukça güçtür. Yapay resif alanında oluşturulacak yönetim modelinde paydaşlar arasındaki etkileşimin yanısıra resif alanındaki biyolojik süreçlerin izlenmesi ve planlanmasında CBS yazılımları tüm verilerin biraraya getirilmesinde çok başarılı sonuçlar vermektedir.

Balıkçılık yönetimi açısından yapay resif alanındaki balıkların dağılımları (derinlik-resif kümesine uzaklık), gün içerisindeki hareket modelleri kadar resif kümelerinin konumları da resif alanındaki balıkçılığın arttırılması için oldukça önemlidir. Bu alanlarda balıkçılık için kullanılan olta, paragat veya uzatma ağlarının av başarısı, resif kümelerinin konumlarını balıkçılar tarafından doğru bilinmesiyle doğrudan ilişkilidir. Yapay resif alanındaki av operasyonlarında, balıkçılar tarafından echo-sounder'ı yanlış kullanılması yada kullanılmaması veya akıntı-deniz şartları nedeniyle av araçları yapay resif kümelerine takılabilmektedir (Erzini et al., 1997; Matsuoka et., 2005; Akiyama et al., 2007). Literatürde hayalet avcılık olarak isimlendirilen bu durum ekonomik yönden balıkçıya zarar verirken ekolojik yönde resif alanındaki biyo-çeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir (Matsuoka et., 2005; Ayaz et al., 2006; NOAA, 2015). Proje de Edremit Körfezi yapay resif alanındaki, resif kümelerinin coğrafik konumları ve derinlikleri belirlenmiş ve 7 adet yapay resif bölgesinin de sınırları da çizilmiştir. Bu veriler, balıkçıların resif kümelerinin doğru olarak tespit edilmesine imkan sağlayacaktır. Söz konusu av araçlarının resif bloklarına takılmalarının engellenmesi maddi kayıplar azaltılacak ve olası hayalet avcılık problemlerinin de önüne geçilecektir.

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından 2010-2013 yılları arasında oluşturulan Edremit Körfezi yapay resif alanında resif bölgelerinin sınırları, şamandralarla belirlenmiştir (Lök vd. 2013). Fakat zaman içerisinde bu şamandralarının bir çoğu, olumsuz hava-deniz şartları ve yerleştirme aşamasındaki yanlışlıklar

sonucunda kopmuştur. Bu durum, teknesinde balık bulucu yada GPS'i bulunmayan amatör ve ticari balıkçıların yapay resif kümelerinden etkin bir şekilde yararlanamamasına neden olmaktadır. Söz konusu bu şamandralar amatör ve küçük ölçekli balıkçıların yapay resif bölgelerini bulmalarına yardımcı olmasının yanısıra Sahil Güvenlik ve Koruma - Kontrol birimlerinin avcılığa yasak ve serbest alanları denetlemesine yardımcı olmaktadır. Fakat şamandraların kopması resif alanlarının sınırlarının tam olarak bilinmemesine ve Sahil Güvenlik ve koruma kontrol birimleriyle balıkçılar arasında sürekli olarak tartışmalara neden olmaktadır. Proje kapsamında resif bölgelerinin sınırları belirlenmiş ve CBS yazılımları ile oluşturulan tematik haritalarda belirtilmiştir. Yapay resif alanında gerçekleştirilecek yöresel bazda bir proje ile bu şamandaralar tekrar yerleştirilebilir. Bu şekilde gerek koruma – kontrol anlamında resif alanının denetlenmesinde gerekse balıkçıların resif kümelerinden daha etkin bir şekilde yararlanması sağlanabilir.

Çalışmada yapay resif alanındaki resif kümelerinin coğrafik konum ve derinliklerinin belirlenmesinde GPS ile bütünleşik çalışan yan taramalı echo-sounder kullanılmıştır. Cihaz GPS ile bütünleşik çalıştığı için echo-sounder ile tespit edilen kümelerin konumları kolaylıkla belirlenebilmiştir. Yapay resif kümelerinin deniz tabanındaki konumları, blokların yerleştirilme planına uygunluğu ve zaman içerisinde resif kümelerinde meydana gelen stabilite problemleri benzer yöntemlerle incelenektedir (Su et al., 2008; Kang et al. 2011; Manoukian et al., 2011; Kang et al., 2012; Kang 2014). Özellikle side-scan echo-sounderlardaki ilerleme ve verilerin CBS (Coğrafik Bilgi Sistem) uygulamaları ile analiz edilebilmesi yapay resif alanlarının detaylı haritalarının hazırlanmasına olanak sağlamaktadır.

Akdeniz ve Türkiye'nin en büyük yapay resif alanında yürütülen bu çalışma, bilimsel literatüre bölgeye ilişkin değerli veriler sunmaktadır. Çalışma sonuçlarının ileride yapılacak yapay resif projelerinin planlama aşamasına katkı sağlaması beklenmektedir. Resif projelerinde yer seçimi aşamasında (uygun derinlik, eğim, deniz dip yapısı, askeri ve arkeolojik alanların varlığı), yapay resif alanını kullanan paydaşlar (amatör balıkçılar, dalış okulları, küçük ölçekli balıkçılar vb) ve diğer faaliyetlerin (liman, deniz trafiği, boru hattı, yetiştiricilik vb.) olası çatışma yada etkileşimini tespit etmede CBS yazılımları kullanılarak tematik haritaların oluşturulmasına olanak sağlamaktadır.

CBS teknolojisi ve yazılımları birçok bilim dalında destekleyici analiz ve gelecek projeksiyonu yapılmasında kullanılmaktadır. Bu çalışma ile elde edilen verilerin CBS ortamında kayıt altına alınması ve veri tabanı oluşturularak verilerin sürekli güncellenmesiyle ihtiyaç duyulduğunda gerekli bilgilere sağlıklı ve çabuk ulaşılması ve teknik kararların alınmasında fayda sağlayacaktır. Çalışmanın ilgili kurumlar tarafından dikkate alınarak *Ulusal Yapay Resif Master Planı*'na ve yapay resif projelerinin planlamasında kullanılan *Yapay Resif Tasarım Kılavuzu*'na katkı sağlaması beklenmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri ve TÜBİTAK-TOVAG 112O383 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Deniz çalışmalarında bize eşlik eden Kpat. Ozan ÖNER ve Yard. Doç. Dr. Tuğçe ŞENSURAT'a, Halil ATAÇ'a ve Altınoluk'lu balıkçılara teşekkür ederiz.

7. KAYNAKLAR

- AKBAŞ, H., İzmir İlinde Denizde Ağ Kafeslerde Su Ürünleri Yetiştiriciliği Yapan İşletmelerin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Ortamında Aplikasyonu ve Mevcut Durumlarının CBS Yazılımı Kullanılarak İncelenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Anabilim Dalı. Ankara, 87s, (2010).
- AKIYAMA, S., SAITO, E., and WATANABE, T., Relationship between soak time and number of enmeshed animals in experimentally lost gillnets. *Fisheries Science*, 73, 881-888, (2007).
- AYAZ, A., ACARLI, D., ALTINAĞAÇ, U., ÖZEKİNCİ, U., KARA, A., and ÖZEN, A., Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in İzmir Bay, Turkey. *Fisheries Research*, 79, 267-271, (2006).
- BARBER, J.S., CHOSID, D.M., GLENN, R.P., WHITMORE, K.A., A systematic model for artificial reef site selection. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 43: 283–297, (2009).

- BOMBACE, G., Artificial Reefs in the Mediterranean Sea, *Bulletin of Marine Science*, 44, 1023-1032, (1989).
- BORTONE, S.A. and KIMMEL, J.J., Environmental assessment and monitoring of artificial habitats. In: W. Seaman and L.M. Sprague (eds.), *Artificial habitats for marine and freshwaters fisheries*, Academic Press, Inc., San Diego - California, pp. 177-236, (1991).
- BORTONE, S.A., SAMOILYS, M.A., FRANCOUR, P., Fish and macro invertebrate evaluation methods. In: *Artificial reef evaluation with application to natural habitats*, Boca Raton, Fla., CRC Press, pp. 127-164, (2000).
- BUITRAGO, J., RADA, M., HERNANDEZ, H., BUITRAGO, E., A Single-Use Site Selection Technique, Using GIS, for Aquaculture Planning: Choosing Locations for Mangrove Oyster Raft Culture in Margarita Island, Venezuela. *Environmental Management* 35 (5): 544 – 556, (2005).
- CIRIK, Ş., NEŞER, G. Ülkemiz deniz teknolojisinde yeni bir uygulama alanı: yapay barınaklar, Gemi İnşaatı ve Deniz Teknolojisi teknik Kongresi Bildiri Kitabı. (Editörler: Aldoğan, A.İ., Ünsal Y., Bayraktarkatal, E.) Yapım Matbaacılık Ltd. İstanbul, (1999).
- DOĞAN, M., Balıkçı Teknelerinin Uydularla İzlenmesi ve CBS Tabanlı Bir Kıyı Bilgi Sisteminin Geliştirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Hidrolik-Hidroloji ve Su Kaynakları Anabilim Dalı, İzmir, 102s, (2008).
- DOĞAN, M.H., BUHAN, E., SESLI, A., KOÇER, M.A.T., Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Su ve Balıkçılık Kaynakları Uzaysal Veri Tabanının Coğrafi Bilgi Sistem (CBS) Temelli Tanıtımı, *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 67-72, (2010).
- DURSUN, İ., ŞEKER, D.Z., SİVRİ, N., (2009). Bireylerin Deniz Kirliliği Konusundaki Bilinç Düzeylerinin CBS Yardımıyla İrdelenmesi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı 11-15 Mayıs, Ankara, (2009).

- ERZINI, K., MONTEIRO, C.C., RIBEIRO, J., SANTOS, M.N., GASPAR, M., MONTEIRO, P., BORGES, T.C., An experimental study of gill net and trammel net 'ghost fishing' off the Algarve (southern Portugal). *Marine Ecology Progress Series*, 158: 257–265, (1997).
- FABI, G., and FIORENTINI, L., Comparison between an artificial reef and a control site in Adriatic Sea: analysis of four years of monitoring. *Bulletin of Marine Science*, 55: 538–558, (1994).
- FABI, G., and SPAGNOLO A., Artificial Reefs in the Management of Mediterranean Sea Fisheries, Eds. Bortone, S., A. Brandini, F.P., Fabi G., and Otake, S., CRC Press, New York, pp: 167-186, (2011).
- FRANCOUR, P., LIRET, C., HARVEY, E., Comparison of fish abundance estimates made by remote underwater video and visual census. *Naturalista Siciliano*, 23: 155-168, (1999).
- GANNON, J.E., DANEHY, R.J., ANDERSON, J.W., MERRITT, G., BADER, A.P. The ecology of natural shoals in Lake Ontario and their importance to artificial reef development. In: D'ITRI, F. M. (Ed.). *Artificial reefs: Marine and freshwater applications*. Chelsea: Lewis Publishers, (1985).
- GIFFORD, J.A., DANIEL, DB., JOSÉ, A.R. Final Report National Marine Aquaculture Initiative: Using GIS for Offshore Aquaculture Siting in the U.S. Caribbean and Florida, (2002).
- GORDON, W.R., A role for comprehensive planning, geographical information system (GIS) technologies and program evaluation in aquatic habitat development. *Bulletin of Marine Science*, 55: 995–1013, (1994).
- GREEN, D.R., RAY, S.T., Using GIS for siting artificial reefs –Data issues, problems and solutions: 'Real World' to 'Real World'. *Journal of Coastal Conservation* 8: 7-16, (2002).
- GÜNEROĞLU A., KÖSE E., ERÜZ C., BAŞAR E., ERKEBAY Ş., KARSLI F., Use Of Geographic Information System (GIS) to Select Fish Cage Farming Sites In Surmene Bay, Black Sea", *Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh*, 57:81-89, (2005).

- ITO Y., Artificial Reef Function in Fishing Grounds off Japan, *Artificial Reefs in Fisheries Management*, Eds. Bortone, S., A. Brandini, F.P., Fabi G., and Otake, S., CRC Press, Taylor & Francis Group, New York, pp: 239 -264, (2011).
- JANKOWSKI, P., Integrating geographical information systems and multiple criteria decision-making methods, *International Journal of Geographical Information Systems*, 9(3): 251-273 (1995).
- KANG, M., NAKAMURA, T., AND HAMANO, A. A methodology for acoustic and geospatial analysis of diverse artificial-reef datasets. *ICES Journal of Marine Science*, 68: 2210–2221, (2011).
- KANG, M., NAKAMURA, T.,HAMANO, A., A new tool for visualising multidimensional datasets: an example of fish schools around artificial reefs, *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 46:2, 179-190, (2012).
- KANG, M., Overview of the Applications of Hydroacoustic Methods in South Korea and Fish Abundance Estimation Methods. *Fisheries and Aquatic Sciences* 17(3), 369-376, (2014).
- KELCH, D.O., SNYDER, F.L. and REUTTER, J.M., Artificial reefs in Lake Erie: biological impacts of habitat alteration. *American Fisheries Society Symposium*, 22: 335–347, (1999).
- KENNISH, R., WILSON, K.D.P., LO, J., CLARKE, S.C., LAISTER, S., Selecting sites for large-scale deployment of artificial reefs in Hong Kong: constraint mapping and prioritization techniques. *ICES Journal of Marine Science* 59: 164–170, (2002).
- KLUITENBURG, M., REDULLA, C., Making GIS a versatile analytical tool for research in precision farming. *Computers and Electronics in Agriculture* 22: 221-231, (1999).
- LÖK, A. 1995. Yapay resiflerin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma”, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri A.B.D., Doktora Tezi, İzmir, 62s, (1995).
- LÖK A., DÜZBASTILAR F.O., GÜL, B., ÖZGÜL A., ULAŞ A., The Role of Artificial Reefs in Fisheries Management in Turkey, *Artificial Reefs in Fisheries*

Management, Eds. Bortone, S., A. Brandini, F.P., Fabi G., and Otake, S., CRC Press, New York, pp: 155-166, (2011).

- LÖK, A., METİN, C., ULAŞ, A., DÜZBASTILAR, F.O., ÖZGÜL A., ULAŞ, A., Su Ürünleri Kaynaklarının Yapay Resifler ile Korunması ve Geliştirilmesi Edremit Körfezi Pilot Projesi İzleme Projesi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara. 18s, (2013).
- MANOUKIAN, S., FABI, G., NAAR, D., Multibeam investigation of an artificial reef settlement in the Adriatic Sea (Italy) 33 years after its deployment, *Brazilian Journal of Oceanography*, 59 (special issue CARAH): 145-153, (2011).
- MATSUOKA, T., NAKASHIMA, T., and NAGASAWA, N., A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science*, 71: 691-702, (2005).
- MILON, J.W., HOLLAND, S.M., WHITMARSH, D.J., Social and Economic Evaluation Methods, In: Artificial Reef Evaluation with Application to Natural Marine Habitats, W.Jr. Seaman (Ed.), CRC Press LLC, Florida, pp. 165-194, (2000).
- MEADEN, G.J. KAPETSKY, J.M. Geographic Information Systems and Remote Sensing in Inland Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No.318 pp. 186-233, (1991).
- NOAA Marine Debris Program. Report on the impacts of “ghost fishing” via derelict fishing gear. Silver Spring, MD. 25 pp, (2015).
- ÖZGÜL, A., Ege Denizinde Pelajik Balık Avcılığında Yüzen Yapay Resif Teknolojisinin Geliştirilmesi. Doktora Tezi. E.Ü. Fen Bil. Enst. Su Ürünleri Avl. ve İşl. Tek. ABD, Bornova-İzmir. 168s, (2010).
- ÖZGÜL, A., LÖK, A., TANRIKUL, T.T., ULAŞ, A., DÜZBASTILAR, F.O., Yapay Resiflerdeki Balıkların Hareket Modellerinin Belirlenmesi ve Küçük Ölçekli Balıkçılığa Yönelik Kullanımı. Tübitak Projesi Raporu (TOVAG-112O383), 192s (2016).

- ÖZGÜL, A., LÖK, A., Türkiye’de Yapay Resif Çalışmaları. 20. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı (Editörler: H. Erkanal, V. Şahoğlu, İ. Tuğcu), Ankara Üniversitesi, ANKÜSAM, 16-17 Kasım, İzmir, ss:124-136, (2017).
- PIOCH, S., RAYNAL, J.C., LASSERRE, G., ALIAUME, C., An Integrated Coastal Area Management Strategy to Deploy Artificial Reefs. In: Bortone, S.A., Brandini, F.P., Fabi, G., Otake, S. (Eds.), *Artificial Reefs in Fisheries Management*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp: 65–75, (2011).
- RIOLO, F., A geographic information system for fisheries management in American Samoa. *Environmental Modelling & Software* 21: 1025-1041, (2006);
- RUBEC, P.J. GIS as a tool for research, management and placement of artificial reef fisheries. In: Florida Artificial Reef Summit’98. 5-7 March 1998. Department of Environmental Protection, and Palm Beach County Department of Environmental Resources Management. Florida, USA. pp: 112-121, (1999).
- SANTOS, M.N., MONTEIRO, C.C., Comparison of the catch and fishing yield from an artificial reef system and neighbouring areas off Faro (Algarve, South Portugal). *Fisheries Research*, 39: 55-65. (1998).
- SHARIFF, A.R.M, Geographical Information Systems. In: Munack, A. (Ed.), *Management and Decision Support Systems, in CIGR Handbook of Agricultural Engineering*. American Society of Agricultural Engineers, Michigan-USA, pp. 414-424, (2006).
- SAVUT, M., Altınoluk Yapay Resif Projesi Örneğinde Yapay Resiflerde Planlama ve Uygulama”,. Ordu Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi Balıkçılık Teknolojisi Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ordu, 47s, (2013).
- SEAMAN, W., Artificial habitats and the restoration of degraded marine ecosystem and fisheries. *Hydrobiologia*, 580:143–155, (2007).
- SINIS, A.I., CHINTIROGLOU, C.C., STERGIOU, K.I., Preliminary results from the establishment of experimental artificial reefs in the N. Aegean Sea (Chalkidiki, Greece). *Belgian Journal of Zoology*, 130:143–147, (2000).

- SU, D.T., LUI, T.L., OU, C.H., Numerical investigation into effects of seabed topography on flows in and around artificial reefs. *Fisheries Science*, 74 (2): 236-254, (2008).
- TSENG, C.T., CHEN, S.C., HUANG, C.H., LIU, C.C. GIS-assisted site selection for artificial reefs. *Fisheries Science*, 67: 1015 – 1022, (2001).
- TUNCA, S., MIRAN, B., ÜNAL, V., Perception and demand for artificial reef by relevant local groups in Altınoluk (Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 31(1): 5-10, (2014).
- ULAŞ A., DÜZBASTILAR F.O., LÖK A., METİN C., Yapay resiflerde balık örnekleme yöntemlerinin etkinliğinin belirlenmesi üzerine bir ön çalışma, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 24 (3-4): 287-293, (2007).
- WRIGHT, R., RAY, S., GREEN, D.R., WOOD, M., Development of a GIS of the Moray Firth (Scotland, UK) and its application in environmental management (site selection for an `artificial reef'). *The Science of the Total Environment* 223: 65-76, (1998).
- YUCEL-GIER, G., ARISOY, Y., PAZI, I., A Spatial Analysis of Fish Farming in the Context of ICZM in the Bay of Izmir-Turkey, *Coastal Management*, 38:(4), 399-411, (2010).
- YUCEL-GIER, G., PAZI, I., KUCUKSEZGIN, F., Spatial Analysis of Fish Farming in the Gulluk Bay (Eastern Aegean). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 13: 737-744, (2013).