

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

**PROJE NO: 2011/SAUM/002**

**DERİNE YERLEŞTİRİLMİŞ (40m) YAPAY RESİFLERDE  
BALIK TOPLULUĞUNUN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

**PROJE YÖNETİCİSİ**

Prof. Dr. Altan LÖK

**ARASTIRMACI**

Prof. Dr. Cengiz METİN

Doç. Dr. Ali ULAŞ

Doç. Dr. F. Ozan DÜZBASTILAR

Araş. Gör. Dr. Benal GÜL

Araş. Gör. Dr. Aytaç ÖZGÜL

**Sualtı Araştırma ve Uygulama Merkezi**

Research and Application Center  
of Underwater

**Bornova-İZMİR  
2013**

## ÖZ

### **Derine Yerleştirilmiş (40m) Yapay Resiflerde Balık Topluluğunun Mevsimsel Değişimi**

Bu projede, Ege Denizinde bulunan Gümüldür Körfezinin 40m derinlikte yer alan yapay resiflerdeki balık topluluklarının yapısı incelendi. Akdeniz ülkelerinde bulunan yapay resifler genellikle 10 ile 25m derinlikler arasında dağılım göstermekte ve araştırmalar buralarda yürütülmektedir. Bu nedenle daha derin alanlara yerleştirilecek yapay resifler etrafındaki balık topluluk yapısı bilinmemektedir. Ayrıca Türkiye’de son yıllarda balıkçılar tarafından yapay resifleri daha derine yerleştirme konusunda talepler gelmektedir. Bu çalışmada 40m derinliğe yerleştirilen yapay resif kümelerindeki balık kompozisyonlarının belirlenmesi amaçlandı. Balık türlerinin, birey sayılarının ve boy tahminlerinin belirlenmesinde sualtı görsel sayım tekniği kullanıldı. Balık topluluğunun tür sayısı açısından mevsimsel farklılık göstermediği istatistik hesaplamalarla ortaya konmuş, ancak tespit edilen türlerin nitel olarak farklı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yapay resif, balık kompozisyonu, Ege denizi.

## **ABSTRACT**

### **Seasonal changes of fish assemblages at the artificial reefs deployed deep water (40m)**

Fish assemblage on artificial reefs at 40m depth in Gümüldür coast, Aegean Sea was investigated in this study. Artificial reefs in most of the Mediterranean countries have been deployed between 10-25m depths mainly. In this reason, fish assemblage is unknown for deeper artificial reefs. Furthermore, universities and Ministry are receiving increased request from some of the fishermen in Turkey to deploy artificial reefs to deeper waters. In this study, main goal is to determine of fish assemblage on artificial reefs deployed 40m depth. Underwater visual census technique was used to collect data on fish species richness, abundance and length estimation around artificial reefs. In result, there is no seasonal variation in species richness, but abundance.

**Key words:** Artificial reefs, fish assemblage, Aegean Sea.

## İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	4
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	12
3.1 Çalışmada Kullanılan Resif Modülü.....	12
3.2 Çalışma Sahası ve Yerleştirme Planı.....	14
3.3 Örneklemeye.....	14
3.4 Veri Analizi.....	15
4. BULGULAR.....	16

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....	19
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	23
EK – SUALTI FOTOĞRAFLARI.....	26

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Yapay Resif Kümeleri.....	13
3.2. Beton Künk Ölçüleri.....	13
3.3. Yapay Resif Kümesi a) Perspektif görünüş b) Ön görünüş.....	14
3.4. Resif Kümelerinin Yerleşimi.....	14
4.1. Örnekleme dönemleri boyunca ortalama tür sayısının değişimi.....	17
4.2 Örnekleme dönemleri boyunca ortalama birey sayısının değişimi .....	18
4.3. Örnekleme dönemleri boyunca ortalama biyokütle değişimi .....	18

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge

Sayfa

4.1. Yapay resif kümelerinde tespit edilen balık türleri ve farklı derinliklerdeki bulunma durumları.....16

## 1.GİRİŞ

Deniz canlıları için yeni tip habitat yaratmak veya mevcut habitatları korumak ve geliştirmek amacıyla denize yerleştirilen yapılar olarak tanımlanan (Collins and Jensen, 1996) yapay resifler, pratikteki uygulamalar bakımından dünya çapında büyük oranda artış göstermiştir (Seaman and Spraque, 1991). Yapay resifler, 1980’li yıllara kadar balık üretimini arttırmak için inşa edilmiş, ancak son yıllarda ise gerek su kalitesini iyileştirme (Angel and Spanier, 2002) ve gerekse de ekosistemi yenileme (Rilov and Benayahu, 2000) gibi çevre korumaya yönelik konular da yapay resiflerin oluşturulmasında belirleyici olmaya başlamıştır. Yapay resiflerin deniz yaşamının korunması ve yeniden yapılandırılmasında kullanılabilecek bir araç olduğu düşünülmektedir (Einbinder at al., 2006). Yapay resifler kontrollü bir şekilde batırılan gemilerden, özel amaçlara göre tasarlanan, üretilen ya da bir araya getirilen, araba lastiklerinden gövdelerine, eski uçaklardan askeri tanklara, beton bloklardan plastik malzemelere ve hatta sökülmüş yapılmış petrol platformlarına kadar çok çeşitli malzemelerin kullanımı ile üretilebilmektedir. Kullanılan malzemeler sayesinde yapay resife kazandırılan sert yüzeylerde alg ve omurgasızların gelişmesi sağlanarak, bu bölgelerin balık türleri için cazip beslenme alanları haline gelmesi; ayrıca karmaşık yapıları sayesinde yapay resiflerin balıklar için korunma ve üreme için kullanılabilecek yapay bir habitat oluşturabilmesi amaçlanır.

Balıkçılar yüzlerce veya belki de binlerce yıl öncesinde su içerisinde yüzen ya da batmış oluşumların avcılık miktarlarına olumlu etkilerinin farkına varmıştır. O zamanlardan günümüze kadar yerel balıkçılar çeşitli yöntemlerle su içerisinde çeşitli yapılar oluşturmaya çalışmışlardır. Örneğin Japonya’daki yerel balıkçıların bu işlerde kaya parçaları, bambudan yapılmış yüzer platformlar gibi doğal malzemelerin yanı sıra yakın geçmişte plastik borular da kullanmaya başladıkları bilinmektedir. Japonya sahillerindeki balıkçıların sualtında kayaları dizerek, ağaç tekneleri ve ufak kulübeleri batırarak ilk yapay resifleri oluşturdukları bilinmektedir. Japonya’da balıkçılık için yapılmış olan bu tür yapay resiflere “Tsuki Iso” denilmektedir ve yerel dilde kıyıda oluşturulmuş kaya barınak anlamına gelir.



Yapay Resifler ile ilgili ilk araştırmalar bundan 60 yıl kadar önce Japonya'da başlamıştır. Yapay resif çalışmalarının gerek planlama gerekse de uygulama aşamasında doğrudan katılımcı olan Japon devleti bu özelliğiyle de Dünyadaki diğer ölkelerden farklıdır. Ancak yapay resif çalışmaları ile ilgili ulusal politikalar da çeşitli şekillerde yürütölebilmektedir. Örneğin Amerika Birleşik Devletlerinin ulusal politikası, projelerin devlet tarafından oluşturulması, bir miktar mali desteğin devletten sağlanması ve/veya daha sonra bunlara özel kuruluş ya da kişilerden mali destek aranması şeklinde dir. Hindistan da ise devlet proje geliştirmeden yapay resifler için fon oluşturmakta ve özel kuruluş ya da kişilerden projeler talep etmektedir.

Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri, Dünyadaki yapay resif çalışmalarının gelişimi konusunda katkıda bulunan iki sürökle yici ölk e konumundadır. Her ne kadar geçmişte her iki ölk edeki resif üretim teknikleri benzerlik gösteriyorsa da günümüzde tasarım, yerleşim stratejileri ve üretimlerinde kullanılan malzemeler açısından büyük farklılıklar ortaya çıkmıştır. Japonya'da balıkçılık dairesinin programında da yer alan ve devletin aktif katılımı ile gerçekleştirilen bir resif üretim stratejisi vardır. Balıkçılık dairesinin planlama ve rehberliğinde gerçekleştirilen bu projeler devlet belgeli olma özelliğine de sahip olacağından oldukça titizlikle gerçekleştirilmektedir. Japon sisteminin önemli özelliklerinden birisi de resiflerin kim tarafından üretilip, kim tarafından yerleştirileceği konularının kanunlarla belirlenmiş olmasıdır. Bu kanunlar aynı zamanda oluşturulan yapay resiflerin etrafındaki balıkçılık kaynaklarının da kimler tarafından kullanılabilceğini belirtir. Ancak Amerika Birleşik Devletlerinde ise devlet tarafından oluşturulacak yapay resifler için cüzi parasal destekler ve rehberlik hizmeti sunulmaktadır. ABD de resif çalışmaları mülkiyet kurallarına ve hissedarların katılımına bağlı olarak özel kurum ya da kişilerin yatırım ve girişimleri ile gerçekleştirilmektedir (Stone et al., 1991).

Avrupa genelinde gerçekleştirilen yapay resif çalışmaları ise gelişim safhasındadır (örn; İtalya, Portekiz, İspanya, Birleşik Krallık ve Almanya). Bu konudaki araştırma programları bazı Avrupa ölkeleri tarafından sürdürölemeye devam etmektedir. Bu konuda atılan somut bir adım ise Avrupa genelindeki resif çalışmalarının yapılacağı bölgelerin belirlenmesini sağlayacak olan ve mayıs 1995 de kurulan Avrupa Yapay

Resifler Araştırma Ağı (EARRN1) olmuştur. Bu kuruluşa dahil olan 51 üye ülke Avrupa bölgesindeki araştırmalara böylelikle katkı sağlamaktadır (Jensen, 1998).

Türkiye'deki araştırmalar ise 1983 yılında İzmir Körfezi'ne Ege Üniversitesi Hidrobiyoloji Araştırma Merkezi tarafından beton ve metal yapıların bırakılması ile başlamıştır. İstanbul Boğazı ve Marmara denizinde benzer uygulamalar Beykoz Su Ürünleri Endüstri Meslek Lisesi ve Sualtı Kulüplerince atılan beton, pişirilmiş toprak ve lastik malzemelerden oluşturulmuş yapay resiflerin denize yerleştirilmesiyle devam etmiştir. 1989 yılında ise İzmir Körfezine yapay resif oluşturma amacıyla 10 adet trolleybüs kasası bırakılmıştır (Cirik, 1989, Lök 1995).

Bu konudaki ilk bilimsel araştırma 1989-95 yılları arasında Urla, Hekim Adasında yürütülmüştür (Lök, 1995; Lök ve Tokaç, 2000). Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü (DBTE) tarafından 1994 yılında Foça'daki özel koruma bölgesinde (Uslu vd., 1998), 1995 yılında Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi (SÜFAK) ve Çeşme Belediyesi işbirliği ile (Ulaş vd., 1997), 1997 yılında DBTE ile İzmir Büyükşehir Belediyesi tarafından İzmir Körfezinin orta ve dış kesimlerinde çeşitli projeler yürütülmüştür (Uslu ve ark., 1998). 1997-99 yılları arasında SÜFAK ve Urla Belediyesi işbirliği ile ahtapot resifi çalışması yapılmıştır (Ulaş vd., 1999; Ulaş, 2000).

2002 yılında Selçuk Pamucak da yine yerel yönetimin desteği ile başlatılan projede 480 adet 1,2 x 1,2 x 1,2 metre boyutlarında kübik resif modülleri kullanılmış ve bu çalışmada öncelikli olarak yasak trol avcılığının engellenmesi amaçlanmıştır. 2006 yılında Kuşadası'nda 400 kübik resif modülü atımı ile projelendirilen yapay resif çalışması için ilk aşamada, Nisan ayı içerisinde Kuşadası sahiline 30 modül yerleştirilmiştir. 2006 yılı Nisan ayı içerisinde Gümüldür'de oluşturulan yapay resiflerde ise künk modüller kullanılmıştır. Bu bölgede oluşturulan yapay resiflerde 30 cm çapında 60 adet, 60 cm çapında 90 adet ve 80 cm çapında da 30 adet künk kullanılmıştır. 2006 yılı içerisinde gerçekleştirilen bir diğer proje ise Alanya'dadır. Bu bölgede oluşturulan yapay resifte 25 metre uzunluğunda sac bir gemi, 1200 adet toprak testi ve 400 adet 1,2 x 1,2 x 1,2 metre boyutlarında kübik beton modül kullanılmıştır.

Yapay resiflerin ekolojik başarısındaki fiziksel etkenlerden biri olan, derinliğin yapay resiflerdeki tür dağılımı ve sayısı üzerine etkileri konusunda sınırlı sayıda çalışma yapılmışsa da özellikle Akdeniz bölgesinde bu tür çalışmaların sayısı oldukça azdır.

Bu çalışmada, ülkemiz sularında planlı olarak yapılmış en derin yapay resif alanı olan İzmir Gümüldür açıklarında 40m derinlikte resif kümelerinde balık topluluğunun yapısını ortaya koymaya yönelik olarak tür çeşitliliği ve bolluk değişimlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## **2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

Yapay resifler, balıkların besin kaynağı ihtiyacını karşılamasını, barınmalarını, göç hareketlerinde konaklamalarını ve üreme faaliyetlerini gerçekleştirmesini sağlar. Yapay resiflerde bulunmayan canlı türlerinin bölgedeki benzer habitatlarda bulunuyor oluşu ise yapay resifin habitat gelişimi yönünden bazı eksikliklerinin olduğunu gösterir. Bu etkenler üretim ve planlama hatalarından kaynaklanabileceği gibi, doğrudan biyolojik ve/veya fiziksel kökenli de olabilir. Biyolojik faktörlerin başında canlılar için kritik besin kaynaklarının olmayışı, henüz o bölge için kolonizasyon şansının bulunmamış olması, canlıların mevsimsel ya da döngüsel hareketleri dolayısıyla o dönemde bölgenin boş olması, yoğun çevresel stres ve/veya predasyon gelir. Başarıyı etkileyen fiziksel faktörler ise yapay resifin konumu, etrafını çevreleyen substrat, ortamdaki izolasyonu, derinlik, bulunduğu enlem, atıldığı mevsim, bölgedeki sıcaklık dalgalanmaları ve suyun özellikleri olarak sıralanır (Bohnsack et al., 1991).

Doğal resiflerde gözlenen, dağılım, yeni birey katılımı, mücadele ve predasyon gibi ekolojik olaylar, insan yapısı olan yapay resiflerde de gözlenir. Teorik olarak yapay resiflerin ekolojisinin doğal resiflerden farklı olmaması gerekir. Ancak yapay resif tasarımları ve/veya bunların konumlandırılması gibi bir takım faktörler bazı değişikliklerin oluşmasına neden olabilir. Yapay resiflerin tasarım ve yerleştirilme aşamasındaki bölge seçimleri ise, ancak resifler ile ekolojik ortam arasındaki etkileşimin değerlendirilmesi ile yapılabilir (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resifte bulunan topluluğun bir parçasının dinamiği ve ekolojisi hakkında fikir yürütebilmek için, öncelikle o topluluğun içindeki tür dağılımı, boyut farklılıkları, yaşam şekli ve besin yoğunluğu gibi biyolojik bileşenler hakkında kapsamlı bilgiye sahip olunmalıdır. Bu sebeple araştırmalar, araştırmacının ilgi duyduğu sahada ya da uzmanlığında, örneğin sadece algler, fouling organizmalar, omurgasızlar ya da sadece balıklar üzerine gerçekleştirilir. Ancak yapay resifteki canlı topluluğunu oluşturan bir parçaya ait ekolojik işleyişi anlayabilmek için öncelikle topluluğu oluşturan diğer parçalar ile ilgili de kapsamlı bilgiye gereksinim olacağı unutulmamalıdır. Örneğin fouling organizmalarının kompozisyonları ve mücadeleleri, bunları tüketen balıkların o topluluk üzerine baskısı ile doğrudan ilgilidir. Yine ekonomik öneme sahip türlerin miktarı ve dağılımı da besin miktarı, diğer türlerle mücadele ya da genel habitat produktivitesi gibi faktörlere bağlıdır. Dolayısıyla etkileşimli ekolojik araştırmalar yapmaksızın yapay resif sisteminin özelliklerini ortaya çıkarabilmek mümkün değildir (Bohnsack et al., 1991).

Birçok tür, hayatlarının belirli bir bölümünde ve belirli bir boyda farklı ekolojik rollere sahiptir. Özellikle besin maddelerinin ölçülerinin ve çeşitlerinin değişeceği düşünülecek olursa; vücut ölçüsündeki değişim, kaynakların kullanım becerisini etkileyebilir; böyle bir durumda o canlı için predasyon riski de azalır. Daha küçük balıklar korunma amacı ile yapay habitatlara yakın dururken, büyüdüklerinde; yani predasyon değerleri düştüğünde ise artık habitatlarında daha az zaman harcadıkları görülmektedir (Bohnsack et al., 1991).

Balık topluluğu içerisinde gözlemlenen bir türe ait birey sayısının bilgisizce değerlendirilmesi sonucu hatalı önyargıların oluşması olasıdır. Eğer topluluk değerlendirmesinde, birey boyları, biyokütle ve yoğunluk gibi değerler incelenmeden, sadece topluluktaki birey sayısı değerlendirilecek olursa, doğal olarak topluluk içindeki küçük bireylerin sayısı oldukça yüksek çıkacaktır. Örneğin bir çalışmada *Haemulon aurolineatum* türü, topluluktaki birey sayısının %74'ünü oluştururken, biyokütle içindeki oranı ise sadece %10 olarak bulunmuştur. Toplam birey sayısına bağlı olarak yoğunluğun hesaplanması ile meydana gelen bu yanılğı gerçekleştirilen çalışmalarla açığa çıkarılmıştır (Bohnsack et al., 1991).

Ortamdaki besin çeşitliliği, balık topluluğunu oluşturan parçalarda da bir takım değişikliklerin oluşmasına neden olur. Yapay resif sisteminde başlıca besinler olan alg, omurgasız ve balık türleridir; ancak bunların yanı sıra su kütlesi ile hareket ederken o bölgeden geçiş yapan bazı plankton ve organizmalar da o bölge için besin kaynağı olarak mevcut sayılır. Yapay resifteki besin seviyesi, topluluğu oluşturan balıkların yaş ve boy değerlerine göre, balıkların morfolojik ya da davranış özelliklerindeki bir takım değişiklikler sonucu farklılaşabilir. Örneğin Büyük ağızlı levrek balığı (*Micropterus salmonides*) yaşamının ilk evresinde zooplankton ile beslenirken, daha sonra littoral bölgedeki omurgasızları tercih etmeye ve erginlikten sonra da balıklarla beslenmeye başlar. Gelişim ve beslenmede meydana gelen bu tip değişimler birçok deniz canlısı türü için benzerlik gösterir. Balık toplulukları her ne kadar farklılıklar gösterse de yapay resif habitatındaki biyoküttele karnivor beslenenler baskındır. Havai'deki yapay resiflerde yapılan bir araştırmada balık biyokütlesinin karnivor türlerle baskın halde olduğunu (ortalama %70 civarı), bu türleri de sırasıyla herbivor, planktivor ve omnivor türlerinin izlediği görülmüştür (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resiflerin özelliklerine bağlı olarak balık davranışlarında da bir takım farklılıklar gözlenebilir. Örneğin büyük bir resif oluşumunda balıklar yerleşik olarak yaşama geçerken, resiflerin küçük olduğu yerlerde ise aynı durumda balıklar ziyaretçi olarak görülebilir. Çünkü bu tip küçük resiflerde balıklar için yeterli besin depolanamayacak ve/veya barınmaları saklanmaları için yeterli kuyu bölge olmayacaktır. Aynı zamanda eğer resif habitatları birbirilerine çok yakın oluşturulacak olursa da bölgedeki balık topluluğu sürekli olarak dolaşma eğilimi gösterebilmektedir (Bohnsack et al., 1991).

Çoğu türün yapay resiflerdeki varlığında, kritik kaynakların orada bulunuyor olması belirleyicidir. Örneğin boring organizmalar substrat yapısının onlar için uygun olmadığı çelik malzemeli yapay resiflerde, ancak resif belirli bir yaşa ulaşıp, çelik dayanımını kaybettiğinde yerleşim göstermeye başlayabilir. Araştırmalarda büyük avcı balık türlerinin yapay resiflere yerleşmesinde, bölgedeki kovuk oluşumlarının yeterli boyutlarda olmasına bağlı olarak belirlendiği gözlemlenmiştir. Herbivor türlerin küçük boyutlu doğal ve yapay resiflerde bulunmamasının büyük olasılıkla ortamda yeterli

miktarda besin olmayışının önemli bir etken olduğu düşünülmektedir (Bohnsack et al., 1991).

Resiflerin büyüklüğü, yüzey alanı, karmaşık yapısı gibi üretim ve planlamaya bağlı olarak değişim gösterecek olan çeşitli faktörler hedef türler için cazip olabilme başarısında belirleyici rol oynar; böyle bir etki aynı zamanda genel olarak balık topluluğunun bölge genelinde gelişmesini de sağlar (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resiflerdeki gelişimi etkileyen fiziksel faktörlerin başında ise resifin yerleştirildiği bölge gelmektedir. Yapay resifin coğrafik konumu, aynı zamanda resifin sahip olacağı ekolojik özellikleri de belirleyecek olan belki de en önemli faktör olarak ortaya çıkar. Coğrafik konum resifin tasarımından bile önemli bir etkiye sahip olabilmektedir Karşılaştırmalı olarak yapılan çalışmalarda aynı bölgedeki resiflerde benzer balık topluluklarının yerleştiği görülmüş, buna karşın farklı bölgelerdeki yapay resiflere ait balık topluluklarında ise farklılıklar olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yapay resiflerdeki balık topluluklarının kompozisyonu ve popülasyonlarındaki birey sayısının da çevresel şartlara göre sınırlandığı görülmektedir (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resifi çevreleyen substratın da fiziksel olarak yapay resif üzerinde yeni birey katılımına etkileri mevcuttur. Substratın nitel ve nicel özellikleri, yapay resifteki balıkların besin ihtiyacını da nitel ve nicel açıdan etkilediği görülmektedir. Araştırmalar, denizçayırları yataklarının ortamda bulunmayışının yapay resifteki balık biyokütlesinde büyük bir azalma etkisi gösterebildiği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Yapay resifleri çevreleyen substrat aynı zamanda ortama yeni birey katılımı için ara habitat oluşturarak önemli bir özelliği daha ortaya çıkarmaktadır. Örneğin bölge kayalık özellikte ise algal gelişim etkilenir ve yapay resiflerin hızla alg gelişimi göstermesi sonucu buraya yeni bireylerin besin kaynaklarını kullanmak için yerleşmeye başlaması da hızlanmış olur (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resifin bulunduğu ortamın diğer doğal kaynaklardan yalıtılmasıysa yeni birey katılımının gerek tür gerekse de sayısal anlamda etkilenmesine; ayrıca kolonizasyon oranının da buna bağlı olarak belirlenmesine neden olur. Araştırmalarda büyük boyutlu doğal resiflerin olduğu bölgelerde oluşturulan yapay resiflere yeni birey

katılımının, gerek predatörlerden kaçış ve gerekse de yeni barınma alanlarının ortaya çıkışı sonucu hızla gerçekleştiği görülmüştür. Birçok araştırma benzer bölgelerde, ancak farklı mesafelerde oluşturulan yapay resiflerin aynı zamanda farklı balık topluluklarına sahip olabildiğini de göstermektedir (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resifin bulunduğu enlem, mevsimsel hareketler ve sıcaklık dalgalanması da balık topluluklarının çeşitliliği üzerine etki eden önemli fiziksel özelliklerdir. Bu üç fiziksel faktör de birbirlerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Mevsimsel değişimler ortamda kolonilerin bulunabilirliğini etkilerken, bu durum da faouling ve balık topluluklarının varlığını etkiler. Birçok balık türü de mevsimsel değişimlere adapte olarak yer değiştirerek farklı habitatlara geçer. Tropik sulardaki yapay resiflerle ılıman iklim kuşağındaki yapay resifler arasındaki en bariz farklardan biri de çok daha az sayıda türün ılıman iklim kuşağında gözleniyor olmasıdır. Bir araştırma sonuçlarına göre kutuplara doğru ilerledikçe, yapay resiflerdeki sesil türlerin sayılarında azalma olduğunu görülmüştür. İlıman kuşaklardaki türlerin tahminin, tropik kuşak resiflerindeki türlerin göre çok daha kolay yapılabildiği; çünkü ılıman kuşaklardaki koloni kurma ihtimaline sahip olan tür havuzunun çok daha küçük olduğunu belirlenmiştir. Ekolojik teoriye göre, tropikal bölgelerde fiziksel etkiler daha sınırlıyken, biyolojik etkileşimler ise baskındır; ancak ılıman bölgelerde ise fiziksel etkiler baskın hale gelmektedir (Bohnsack et al., 1991).

Yapay resifleri oluşturan balık topluluklarının gerek tür gerekse sayısal anlamda farklılaşmasına sebep olan fiziksel faktörlerden biri olan derinlik, sudaki ışık miktarını, sıcaklığı, tuzluluğu, basınç değişimini ve dolayısıyla bu faktörlerden etkilenen birçok biyolojik faktörü de etkilemektedir. Derinlik, su sıcaklığı, ışık şiddeti, alg ve besin yoğunluğunu etkilediğinden, balıkların tercihlerinde de önemli rol oynar. Yapay resiflerdeki tür dağılımına ait bariz değişimlerin Tayvan'daki bir çalışmada 30 metrelerde, Florida'daki bir çalışmada ise 45 metrelerde gerçekleştiği görülmüştür. Sıcak sular soğuk su katmanlarının üzerinde yüzerek termoklin tabakalarının oluşmasına neden olur. Meydana gelen termoklin tabakası ise balıklar için yem oluşturabilecek çoğu organizma için doğal bir sınır özelliği taşır. Daha soğuk bölgelere

geçemeyen organizmalar, bu bölgenin aynı zamanda balık topluluklarınınca da tercih edilmeyişine sebep olabilir (Bohnsack et al., 1991).

Rooker et al., (1997) Meksika körfezindeki *Flower Garden Banks* ulusal deniz koruma alanındaki doğal ve yapay resiflerin balık topluluklarının belirlenmesi için görsel sayımı tekniklerini kullanmış, açık deniz petrol platformu *Mobil Platform HI-A389A* da yapılan günlük gözlemlerde 24 metrelik bölümde 43 tür belirlemiştir. Balık topluluklarının bu bölgedeki dağılımında günlük, mevsimsel ve derinliğe bağlı değişimlerin gerçekleştiği görülmüştür. Yapılan araştırmada yapay resif derinliğine göre üç ayrı bölümde incelenmiş; buna göre üst bölge 1,5 ila 9,0 metre aralığı, orta bölge 9,0 ila 16,5 metre aralığı ve alt bölge 16,5 ila 24,0 metre aralığı olarak belirlenmiştir. İnceleme sonuçlarına göre gerek balık türü gerekse de tür sayısı açısından en fakir bölgenin üst bölge olduğu ortaya çıkmıştır.

Sherman et al., (1999) ABD Florida'da oluşturulan ufak çaplı yapay resif alanında balık topluluklarının derinliğe bağlı değişimlerini çalışmıştır. Bu çalışmada arı küre şekilli 1,3 metre çapında ve 1 metre yüksekliğinde beton yapıları parçalar kullanan araştırmacılar, bunları 7 ve 21 metre derinliklere yerleştirmiştir. Her iki derinlikte kurulan yapay resif kümelerinin arasının 1,6 km olduğu saptanmıştır. 19 ay süren çalışmada periyodik olarak aylık örnekleme yapılmıştır. Örnekleme balık sayısı, türü ve tahmini toplam boy uzunlukları scuba dalış tekniği kullanan gözlemciler tarafından yapılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre 21 metre derinlikteki yapay resifte bariz bir farkla biyokütle yoğunluğu ve büyük balık sayısında artış olduğu görülmüş, 7 metredeki yapay resif kümesinde ise küçük boylu balıkların sayısının daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Rilov ve Benayahu (2000) araştırmalarında İsrail'in Eilat (Kızıldeniz'in kuzey bölgesi) bölgesinde yer alan petrol iskelelerindeki balık topluluklarını, yine o bölgede yere alan üç farklı doğal resifle karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Doğal resiflerden ikisi, biri derin ve biri sığ olmak üzere doğal olarak korunaklı bir bölgede yer alırken, üçüncüsü ise şehre yakın bir bölgede yer almaktadır. Araştırma sonuçlarını değerlendiren araştırmacılar; 1. Petrol iskelelerinde daha yüksek çıkan tür çeşitliliğinin



iskele bacaklarının karmaşık yapısına ve bu yapılar sayesinde oluşan, gerek derin gerekse de sığ bölümdeki bir çok korunaklı cepte sığınabilen resif türlerine; 2. Doğal resiflerdeki korunaklı ceplerin insan aktivitelerine bağlı olarak azalmasına bağlamaktadır. Araştırma sonuçlarına göre dikey oluşumlu yapıların balıklar için yatay oluşumlara kıyasla daha cazip geldiği ifade edilmiştir. Yine araştırmada doğal resifler arasında yüksek benzerlik olduğu (% 51-56) ortaya çıkarken, iskeleler ile doğal resifler arasındaki benzerliğin ise düşük olduğu (%27-37) görülmüştür.

Santos et al., (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 2,7m<sup>3</sup> 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 et al., (2002) İtalya'nın kuzeybatı sahillerindeki Loano yapay resifinde görsel sayım tekniği ile aylık olarak incelemesi yapılan ve 10 yıl süren araştırmanın sonucunda toplam 44 tür belirlemiştirlerdir. Geçen 10 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 crentatus*) 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. Araştırmaya sonuçlarına göre bölgedeki komünite yapısının yavaş ve uzun süreçte denge durumuna gelme eğilimi gösterdiği anlaşılmıştır.

Moreno (2002) 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, denizçayırlarının 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 et al., (2002) 1985 yılından itibaren Fransa sahillerine yerleştirilmiş olan toplam 40,000 m<sup>3</sup> hacmin %38'ini oluşturan ve her biri 158 m<sup>3</sup> olan LARU yapay resifler kümelerinden biri üzerine yaptıkları çalışmada, 1991 yılındaki saha çalışması ile bir LARU kümesinin hacmini 37 m<sup>3</sup> lük malzemeleri içerisine rasgele yerleştirerek daha karmaşık bir habitat haline getirmişlerdir. Hacmin artırılmasından önceki ve sonrasındaki süreçte balık faunasındaki değişimler görsel sayım tekniği ile gözlenmiştir. Araştırma için değişime uğratarak incelemeye alınan kümedeki veriler normal kümlere kıyasla artış göstermiştir. Buna göre, toplam tür sayısı 2 kat, her gözlemede 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.

Lök ve Gül (2005) tarafından İzmir körfezi Hekim adasındaki deneysel amaçlı yapay resiflerde balık faunasındaki değerlendirme araştırmasında resif öncesi ve sonrası balık faunası incelenmiştir. Ayrıca 9 ve 18 metrelerdeki yapay resif grupları arasında

balık faunasındaki farklar değerlendirilmiştir. Balık tür zenginliği ve bolluğunu tespit etmek için sualtı görsel sayım tekniği kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre resif sonrası tür zenginliğinde ve bolluğundaki artış önemli bulunurken, derinlikler arasındaki fark ise önemli bulunmamıştır. Ayrıca bu çalışma sonuçlarına göre mevsimlerin resif etrafındaki balık kompozisyonu üstünde önemli etkisi olduğu görülmüştür.

Moura et al., (2006) Portekiz'in Algrave bölgesindeki Faro/Ancão resifinde gerçekleştirdikleri araştırmada, doğal resifin 16 ve 20 metrelerine boyutları 15 x 15 x 15 cm olan beton kübik parçaları çeşitli şekillerde yerleştirmiş ve bunları yüzeylerindeki makrobentik biyokütle gelişimini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre her iki derinlikte yer alan bloklarda da *Balanus amphitrite* (Darwin, 1854) türünün baskın olduğu, ancak özellikle 16 metrede yer alan bloklarda *Bugula neritina* (Linnaeus, 1758) türünün, özellikle blokların üst kısmında yoğunlaştığı, 20 metredeki bloklarda ise *Anomia ephippium* (Linnaeus, 1758) türünün, özellikle blokların alt kısımlarında yoğunlaştığı görülmüştür. Ayrıca iki derinlikte de blokların yatay yüzeylerindeki biyokütle yoğunluğunun üst bölgede, alt bölgeden daha yoğun olduğu ve yatay yüzeylerde ise her iki derinlik için de dağılımın benzer olduğu belirlenmiştir.

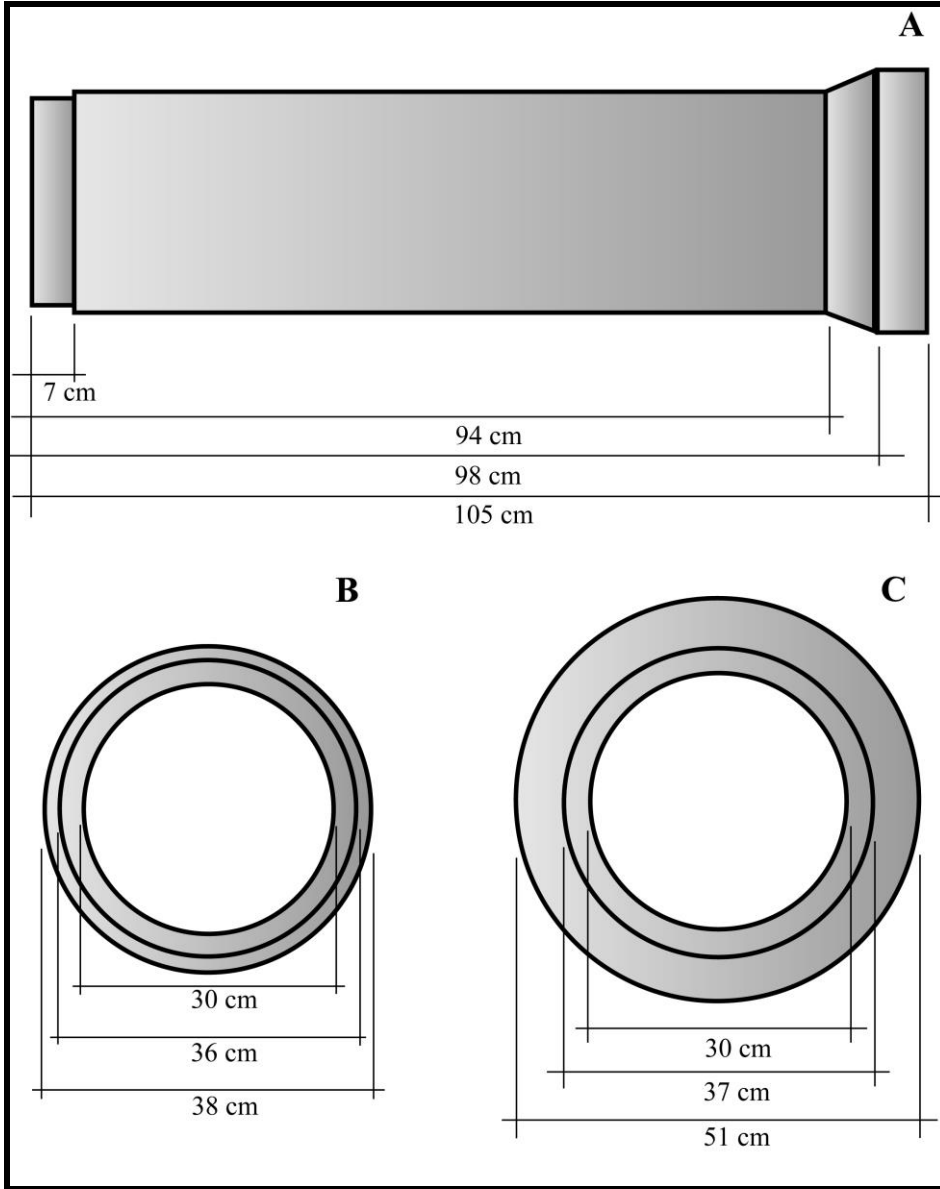
### **3.GEREÇ VE YÖNTEM**

#### **3.1. Çalışmada Kullanılan Resif Modülü**

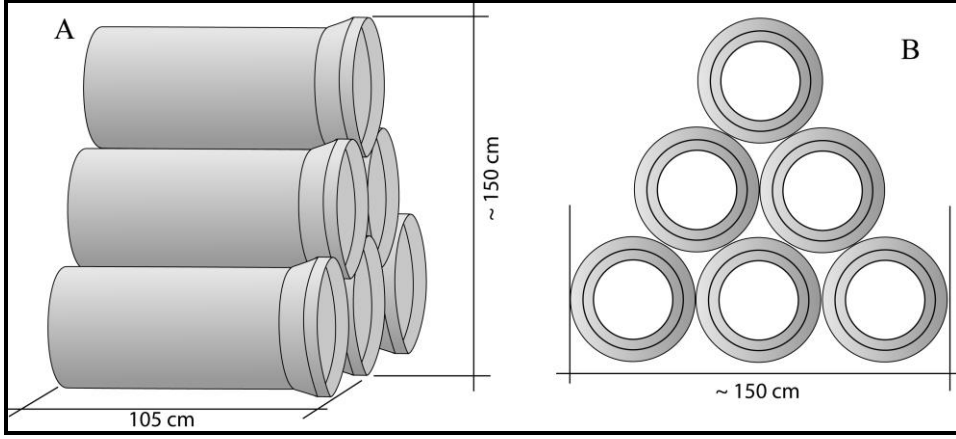
Yapay resif modülü olarak çalışmada beton künkler kullanılmıştır. Künkler, uzunluğu 105 cm, geniş ağızları 51 cm ve dar ağızları ise 38 cm çapında silindirik beton boru şeklindedir (Şekil 3.2). Resif kümeleri atım öncesinde EGESÜF araştırma gemisinin güvertesinde üst üste yerleştirilmiş ve halatlar ile kümelerin dağılmadan bir arada kalması sağlanmıştır (Şekil 3.1). Her bir kümede alt sıraya 3, orta sırasında 2 ve üstünde de 1 adet künk yerleştirilmiştir. Oluşturulan kümelerin ortalama yükseklikleri 150 cm ve taban genişlikleri de ortalama 150 cm'dir (Şekil 3.3). Her bir kümenin kapladığı hacim ortalama 0,8 m<sup>3</sup>'tür.



Şekil 3.1. Yapay resif kümeleri.



Şekil 3.2. Beton Künk Ölçüleri.



Şekil 3.3. Yapay resif kümesi. a) Perspektif görünüş, b) Ön görünüş

### 3.2. Çalışma Sahası ve Yerleştirme Planı

Yapay resif kümeleri, Nisan 2006 tarihinde EGESÜF araştırma gemisiyle Gümüldür açıklarına yerleştirildi. 40 metre derinlikte üç küme oluşturacak şekilde yerleştirilen resifler çamur zemin üzerine oturtuldu. Resif kümeleri arasındaki mesafe yaklaşık 25-30m olacak şekilde ayarlandı.

### 3.3. Örneklem

Gözlemler Ağustos 2006 ile Nisan 2008 arasında aylık olarak gerçekleştirildi. Yapay resif kümeleri doğaya zarar vermeyen yöntemlerden olan görsel sayım yöntemi ile scuba dalış tekniği kullanılarak, hava ve deniz şartlarının müsait olduğu günlerde gerçekleştirildi. Dalış güvenliği açısından bütün dalışlarda, iki dalıcıya su altında konuşma imkanı veren Tam Yüz Maskesi (Full-face Mask) ve konuşma sistemi kullanıldı. Gözlemciler, SUUNTO RGBM doku modellemesini kullanan SUUNTO Stinger model dalış bilgisayarını kullanarak, 40 metre derinlikteki dekompresyonsuz dalış süresi kurallarına uygun bir şekilde su altında 15 dakikalık gözlemlerle gerçekleştirildi. Araştırma süresince gerçekleştirilen tüm görsel sayımlar hata oranını azaltmak amacıyla aynı dalıcılar tarafından ve günün aynı saatlerinde (10:00-12:00) yapıldı.

Sualtı sayımında tespit edilen her bir balık türü tanımlandı ve birey sayıları ile bireylerin boy tahminleri sualtı yazı bloğuna not edildi. Balık türlerinin yanı sıra, ekolojik değere sahip olduklarından ahtapot gibi kafadanbacaklılar da kaydedildi. Çalışma süresince video ve fotoğraf çekimleri için OLYMPUS u720 ve SEA & SEA DX5000G dijital fotoğraf makineleri ile sualtı kılıfları kullanıldı.

### **3.4. Veri Analizi**

Sualtı gözlemlerinde yazı tahtasına geçirilen veriler daha sonra familya ve türlerine göre düzenlendi. Her türün gözlemlerdeki bulunma oranları hesaplandı. Birey sayıları Harmelin – Vivien ve diğ. (1995) tarafından tanımlanan balık bolluğu kategorilerine göre sınıflandırıldı. Biyokütle değerlerinin hesaplanmasında Gül (2008) tarafından aynı bölgedeki diğer resif kümeleri üzerinde kullanılan tahmini boy\*birey bolluk değeri\*ağırlık ilişkisine dayanan yöntem kullanıldı. Sayımla elde edilen tür sayısı, birey sayısı ve biyokütle değerleri normal dağılım göstermediğinden önce  $\log_{10}$  tabanında çevrildi ve daha sonra SPSS 11.0 kullanılarak tek yönlü ANOVA yöntemi ve Kruskal Wallis testi ile mevsimsel farklılığı ortaya koymak amacıyla karşılaştırıldı.

Balık topluluğu aynı zamanda balık türlerinin bulunma oranlarına göre de sınıflandırıldı. Bohnsack ve diğ. (1991)'nin tanımladığı bu sınıflandırma türler yerli, ziyaretçi ve geçici olarak ayrılır. Yerli türler, resif alanına yerleşen ve uzun süreli bu alanı kullanan türlerdir. Yerleşik olmalarından dolayı da gözlenme oranları oldukça yüksektir. Ziyaretçi türler, resif alanını daha kısa süreli dönemlerle, genellikle birkaç ay veya bir mevsim boyunca kullanan türlerdir. Resif etrafında tespit edilme oranları daha düşüktür. Geçici türler ise, resif üzerinde yerleşim göstermeyen, ancak kısa süre bu alanda bulunan türlerdir. Gözlemlerde kaydedilme oranları düşüktür. Yapılan tüm gözlemlerde % 1-32 tespit edilme oranına sahip olan türler geçici, % 33 -57 arası gözlenenler ziyaretçi, % 58 - 100 arası kaydedilenler ise yerli tür olarak sınıflandırıldı.

#### 4.BULGULAR

Çalışma boyunca ölçülen su sıcaklıkları 40 metrede en düşük 19 °C, en yüksek 21°C olarak kayıt edilmiştir.

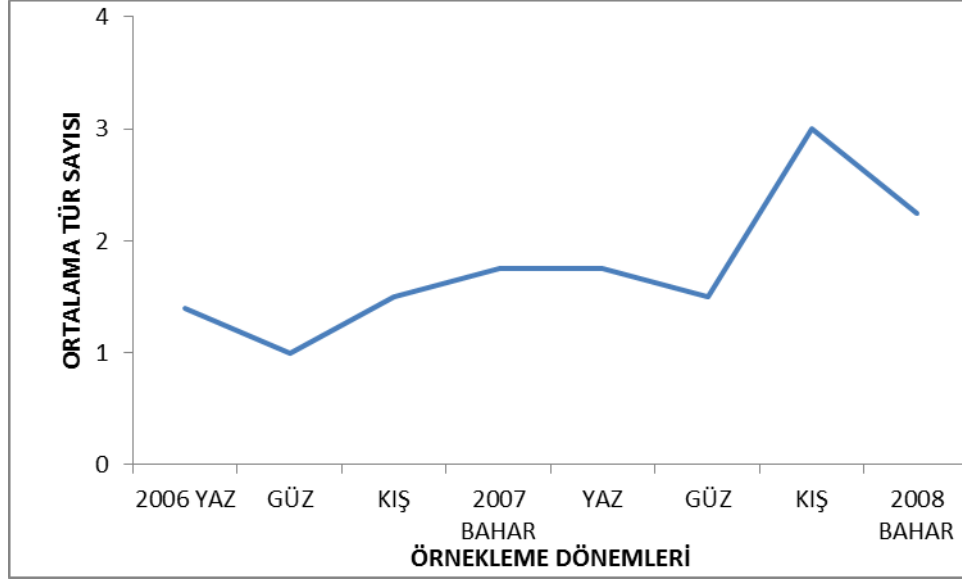
Gözlemler boyunca toplam 6 familyaya ait 13 tür balık tespit edildi. Topluluk yapısı içinde Sparidae familyasının 5, Serranidae familyasının 3 tür ile baskın familyalar olduğu belirlendi. En yüksek birey sayısına sahip türün *Pagellus acarne* olduğu gözlemlendi.

Çizelge 4.1. Yapay resif kümelerinde tespit edilen balık türleri ve farklı derinliklerdeki bulunma durumları (\*= ekonomik tür)

Familya ve Türler	Beslenme Rejimi	Bulunma Durumu	BAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
<b>Congridae</b>						
<i>Conger conger</i>	Karnivor	Geçici		X		
<b>Serranidae</b>						
<i>Serranus cabrilla</i>	Karnivor	Yerli	X	X	X	X
<i>Serranus scriba</i>	Karnivor	Geçici		X		
<i>Epinephelus costae</i> *	Karnivor	Geçici				X
<b>Apogonidae</b>						
<i>Apogon imberbis</i>	Karnivor	Geçici	X		X	
<b>Carangidae</b>						
<i>Seriola dumerili</i> *	Karnivor	Geçici			X	X
<i>Trachurus mediterraneus</i>	Karnivor	Geçici	X			
<b>Sparidae</b>						
<i>Diplodus annularis</i> *	Karnivor	Geçici				X
<i>Diplodus vulgaris</i> *	Karnivor	Geçici				X
<i>Pagellus erythrinus</i>	Karnivor	Geçici				X
<i>Pagellus acarne</i> *	Karnivor	Ziyaretçi	X	X		X
<i>Boops boops</i> *	Omnivor	Geçici	X			
<b>Blennidae</b>						
<i>Parablennius rouxi</i>	Herbivor	Geçici		X	X	X

Türlerinin hemen hemen tamamının karnivor beslenme rejimine sahip olduğu belirlendi. *Serranus cabrilla* tüm gözlemlerde tespit edildiğinden yerli tür olarak kaydedilirken, topluluğun büyük çoğunluğu geçici bulunma özelliği gösteren türlerden oluşmaktadır.

Gözlemlerin, resif atımının hemen ardından başlamış olması aynı zamanda canlı hayatın gelişimini de incelemeye olanak sağladı. Balık topluluğunun tür, birey sayısı ve biyokütle açısından sürekli bir gelişim içinde olduğu görüldü.

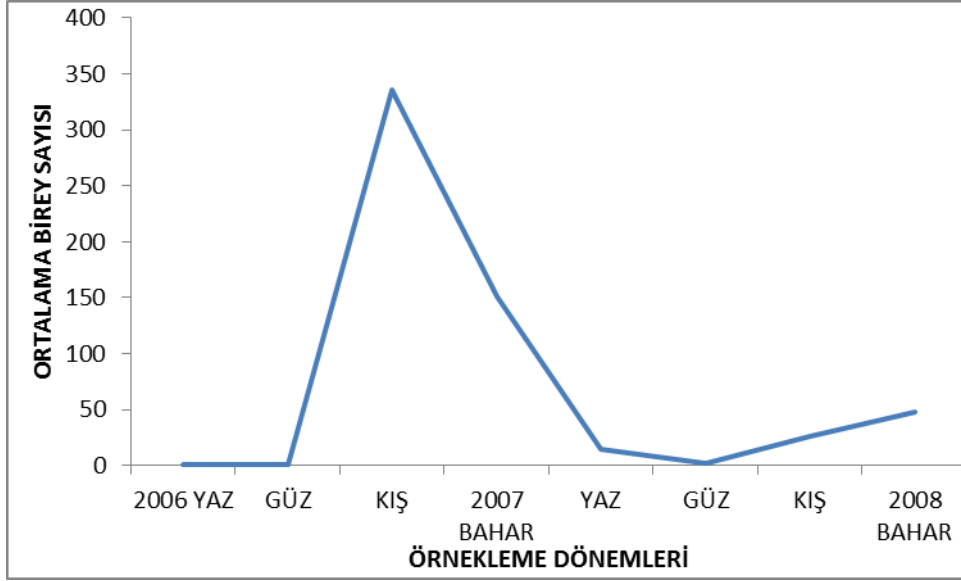


Şekil 4.1. Örneklem dönemleri boyunca ortalama tür sayısının değişimi

Künk resiflerin suya indirilmesi ile balık türleri derhal bu noktaya gelmiş ve resif kümeleri etrafında dolaşmaya başlamıştır. Tür sayısının mevsim ortalamalarının iki yıllık süreçteki değişimi Şekil 4.1 de görülmektedir. Yumuşak çamur zemine yerleştirilen resiflerde tür sayısının artma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Tür sayılarının kış aylarında arttığı belirlenmiştir. En yüksek tür sayısına (4 tür) 2008 bahar aylarında rastlanmıştır. Resif kümelerine ilk yerleşen tür *S. cabrilla*'dır ve çalışma boyunca düşük sayıda birey sayısı ile, ancak devamlı olarak gözlenmiştir.

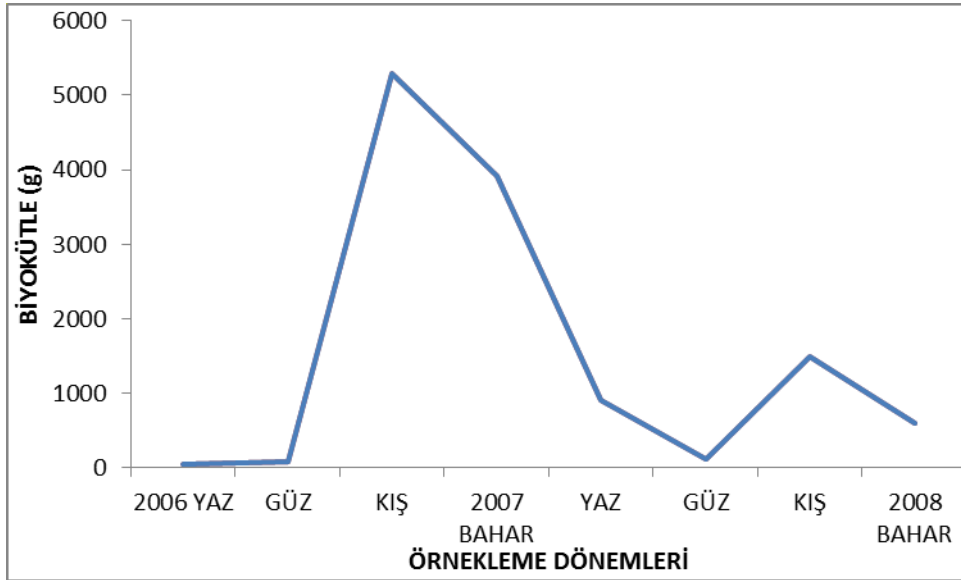
Mevsimsel ortalama birey sayıları göstermiştir ki, en yüksek değer, 2007 kışında, kaydedilmiştir (Şekil 4.2.). Özellikle yoğun sürü oluşturan *Pagellus acarne* türüne ait genç bireylerin bu sonucu oluşturduğu belirlendi. Özellikle kış ve bahar aylarında sayıca yüksek bireye sahip olan bu türün, bölgeyi bahar sonu - yaz başında terk ettiği tespit edildi. Bu dönemin takip eden güz aylarında bölgede sadece *S. cabrilla* ve *P. rouxi* türleri görüldü ve az sayıda bireyle temsil edildikleri anlaşıldı.





Şekil 4.2. Örneklemeler boyunca ortalama birey sayısının değişimi

Tahmini biyokütle hesaplamalarına bakıldığında, değişimin ortalama birey sayıları ile benzer olduğu görülmektedir. (Şekil 4.3.). Yüksek değerlerin, sürülerin varlık gösterdiği dönemlerde ortaya çıktığı belirlendi. Bölgede yoğun sürü oluşturan *P. acarne* bireylerinin boy ortalamaları 10 cm ve üstü olarak kaydedildi.



Şekil 4.3 Örneklemeler boyunca ortalama biyokütle değerlerinin değişimi

Biyoçeşitlilik açısından 40 metredeki resif kümeleri üzerinde hesaplama yapılamadı. Tür sayısının çok düşük olması ve bazı dönemlerde herhangi bir türe ait birey sayısının çok yüksek olması, biyoçeşitlilik hesaplamalarını imkansız kıldı.

40 metrede ise tür ve biyokütle değerlerinin mevsimlere göre önemli bir farklılığa sahip olmadığı ( $p>0,05$ ), ancak birey sayılarındaki değişimin önemli olduğu görüldü ( $p<0,05$ ). Tür sayıları 1 ve 10, birey sayıları 1 ve 562, biyokütle değerleri 0,3gr – 12,8kg arasında oynamaktadır.

## 5.TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Örnekleme boyunca 6 familyanın 13 tür ile temsil edildiği belirlendi. Aynı bölgede, Gül ve diğerleri (2005) tarafından çamur zemine yerleştirilmiş resifler üzerinde benzer bir çalışma yürütülmüştür. O çalışmada, gözlemler resifler atıldıktan 6 yıl sonra yapılmış ve resifler üzerinde 12 familyaya ait 32 balık türü tespit edilmiştir. Resif atımının hemen ardından başlayan bu çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında, süksesyonun yaklaşık 2 yılda önemli ölçüde tamamladığı görülmektedir. Bohnsack ve diğ. (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 diğ. (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. İleri ki zamanlarda gözlemlerin tekrarlanması ile farklı derinliklerdeki kümelerin tür sayılarında da artış olacağı öngörülebilir.

Balık topluluğuna etkileyen en önemli faktörlerden biri sıcaklıktır (Bohnsack, 1991). Özellikle derin bölgedeki yapay resiflerde termoklin tabakasının oluşturduğu bir katman yüzünden besin ve canlı göçü sınırlanabilir. Ancak verilerimiz yıl boyunca resiflerin bulunduğu derinlikte su sıcaklığının önemli bir değişim göstermediğini ortaya koymuştur.

Yapay resif künklerinin yerleştirildiği bölge tamamen çamur ile kaplıdır. Bölgenin kıyıya yakın kesimlerinde *Posidonia* çayırları olmasına rağmen, künklerle uzaklığı 1 mil

kadardır. *Posidonia* çayırları üzerindeki resiflerde yoğun olarak tespit edilen Labridae familyası üyelerinin (Gül, 2008), bu alanda hiç görülmemesinin nedeni derinlik değişiminin yanı sıra zemin yapısı ile de alakalı olabilir.

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'ın (1991) birçok çalışmanın sonucu olarak ortaya attığı “yapay habitatlarda karnivor beslenen türler baskın olma eğilimi gösterirler” ifadesi ile örtüşmektedir.

Resiflerin nispeten derin suda olması, güneş ışığının bu derinliğe ulaşma oranının düşük olması, örneklemelerin resif atımının hemen ardından başlamış olması gibi sebepler, balık tür sayısının düşük tespit edilmesine yol açmıştır. Bununla birlikte, zemin çamur olduğundan, dipteki su hareketleri ile çok kolay bir şekilde karışmakta ve görüşü olumsuz etkilemekte idi. Bu durum, *P. rouxi* gibi küçük ve saklanan türlerin resif künkleri arasında tespitini zorlaştırmıştır. Bu durum ortam koşullarından kaynaklanan sapma olarak değerlendirilebilir.

İstatistiksel karşılaştırmalar, mevsimlerin balık topluluğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ortaya koysa da, nicelik açısından bakıldığında mevsimlere göre türlerin ve türlere ait birey sayılarının değiştiği belirlendi. Ancak bu durumun daha doğru bir şekilde ortaya konması için topluluğun yapısını etkileyen canlı yaşam gelişiminin tamamlanması gerekmektedir.

Yapay resifler, doğal ekolojik sistemi bir model halinde taşıyarak, balıkçılık ve idare konularında bilinmeyen birçok konuyu da araştırabilmeyi olanaklı kılmaktadır. Ülkemizde genellikle 20m – 30m civarı derinliklere yerleştirilen yapay resif kümelerinin balık ekolojisini destekleme ve verimli av sahası yaratma amacıyla

kullanımı yaygındır. Bununla birlikte derinliğin resiflerdeki balık topluluklarına etkisi konusu ise araştırılmayı beklemektedir. Balıklarının biyolojisinin, davranışının, tür dağılımının ve bunlara derinliğin etkisinin bilinmesi hem balıkçılığın dengeli gelişimini, hem de balık stoklarının bilinçli kontrolünü sağlamakta faydalı olacaktır.

Derinlik balıkların fizyolojileri, biyolojileri ve davranışları üzerinde etkilidir. Beslenme alışkanlıklarına, gelişim süreçlerine ve göç hareketlerine doğrudan ya da dolaylı olarak etki gösterir. Ayrıca her bölge için derinliğin balıklar üzerindeki etkisi benzer olmayabilir. Bazı bölgelerde bulanıklık, akıntı ve hava şartlarındaki değişimler dolayısıyla derinliğe bağlı olarak değişim gösteren fiziksel özellikler de farklılaşabilir. Örneğin bir bölgede sualtı görüş mesafesi, su sıcaklığı derinlikle birlikte hızla düşerken, diğer bir bölge için değişim daha sınırlı olabilmektedir. İşte balıklar üzerinde çeşitli etkiler yaratabilen bu gibi derinliğe bağlı değişkenlerin belirlenebilmesi, anlaşılabilmesi için yapay resifler bir model olarak kullanılabilir.

Dünya üzerinde bu konuda yapılmış araştırma sayısı sınırlıdır ve özellikle Avrupa bölgesinde ise yok denilecek kadar azdır. Bu tür çalışmaların yapılmamasındaki en önemli etkenlerden biri de derin suda Scuba dalış donanımı ile görsel sayım tekniğinin gerçekleştirilmesindeki zorluktur. Kullanılan hava karışımı yüzünden derin sudaki güvenli dalış süresi oldukça sınırlanmakta ve bunun için yapılması gereken dalış planlaması hesaplamaları giderek karmaşık hale gelmektedir. Sınırlı sayıdaki gözlemci ile derin suda çalışmaları yapabilmek ise daha da zordur. Çünkü gözlemcinin her dalış sonrasında vücudunda biriken fazla nitrojeni atması için gereken en kısa süreyi yüzeyde geçirmesi gerekir. Bu da örneklemelerin günlük olarak yapılmasını zorlaştırabilmektedir. İşte bu gibi nedenlerden dolayı derin sudaki yapay resifler üzerine araştırmalar sınırlı kalmıştır.

Bu konuda yapılacak çalışmalar için, görsel sayımı gerçekleştirecek bilimsel dalcıların nitroks dalış sistemleri gibi özel dalış tekniklerinden faydalanması gerekir. Bu sayede güvenli dalış süreleri uzatılabilir ve yüzeyde bekleme süreleri de nispeten kısaltılabilir. Böylelikle gün içerisinde derin suda daha sağlıklı örneklemeler de yapılabilir. Ayrıca görsel sayım tekniği konusunda da ekipteki araştırmacıların kendilerini geliştirmesi önemlidir. Bunun için mümkün olduğunca pratik yapılmalı,

türlerin özellikleri ve kullanılacak örnekleme tekniği konusunda detaylı çalışmaların yapılması gerekir.

Scuba dalışının sınırlarını aşan 40m den derin sularda da yapay resif ekolojisinin belirlenebilmesi için, sualtı robotları ve uzaktan kontrollü sualtı görüntü alma sistemleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerle yapılacak, daha derin sulardaki yapay resiflerin incelenmesi çalışmaları gelecek araştırmalar için hedeflenebilir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Angel, D.L. and 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.
- 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., Sere, C., Ruitton, S., Harmelin, J., and 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*, Volume 59, Supplement 1, pp. S208-S213.
- Collins, K.J., Jensen, A.C.,** 1996, Artificial reefs. In *Oceanography: An Illustrated Guide*, pp. 259-272, Ed., C.P. Summerhayes, S.A. Thorpe, Manson Publishing.
- Einbinder S., Perelberg, A., Ben-Shaprtur, O., Foucart, M.H. and Shasar, N.,** 2006, Effects of artificial reefs on fishing grazing in their vicinity: evidence from algae presentation experiments, *Marine Environmental Research*, Volume 61, Issue 1, pp. 110-119.

- 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* Vol. 78, No:1, Pp:225-226
- Gül, B.** 2008, Ürkmez Gümüldür Yapay Resiflerindeki Balık Komünite Yapısının İncelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, 116 s.
- 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
- Jensen, A.C.,** 1998, Introduction to the final report of the European Artificial Reef Research Network (EARRN). SUDO/TEC/98/11. June 1998.
- Lök, A.,** 1995, Yapay Resiflerin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi), E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Anabilim Dalı, Kod No: 10.7777.1800.000, Bornova-İzmir, 54s.
- Lök, A. and Tokaç, A.,** 2000, Turkey: A new region for artificial habitats, *Artificial Reefs In European Seas*, A.C. Jensen, K.J., Collins and A.P.M., Locwood (Eds), U.K., 21-30p.
- Lök, A. ve Gül, B.,** 2005, İzmir körfezi Hekim adasının'daki deneysel amaçlı yapay resiflerde balık faunasının değerlendirilmesi, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 22: 109-114.
- Moura, A., Boaventura, D., Curdia, J., Santos, M. N., Monteria, C.C.,** 2006, Biomass production of early macrobenthic communities at the Faro/Ancão artificial reef (Portugal), effect of depth and reef layer, *Bull. Mar. Sci.*, Volume 78, number 1, pp. 83-92 (10).

- Moreno, I.**, 2002, Effects of substrate on the artificial reef fish assemblage in Santa Eulalia Bay (Ibiza, western Mediterranean), *ICES Journal of Marine Science*, Volume 59, Supplement 1, pp. S144-S149.
- Relini, G., Relini, M., Torchia, G. and Palandri, G.**, 2002, Ten years of censuses of fish fauna on the Loano artificial reef, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 59, Supplement 1, pp. 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*, Volume 136, Number 5, pp. 931-942.
- Rooker, J.R., Dolken, Q.R., Pattengill, C.V., Holf, G.V.**, 1997, Fish assemblages on artificial and natural reefs in the flower garden banks national marine sanctuary USA, *Coral Reefs*, Volume 16, number 2, pp. 83-92.
- 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*, Volume 59, Supplement 1, pp. S32-S35.
- Seaman, W. Jr. & 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.
- Sherman, R.L., Grilliam, D.S., Spieler, R.E.**, 1999, A preliminary examination of depth associated spatial variation in fish assemblages on small artificial reefs, *J. Appl. Ichthyol.*, 15 (1999), 116-121.

- Stone, R.B., Sprague, L.M. McGurrin, J.M. & Seaman, Jr. 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.
- Ulaş, A., Düzbastılar, F.O.,Toka.,A. ve Lök,A.,** 1997, İki farklı tasarımdaki resif bloklarının balık cezbetme etkinlikleri üzerine bir araştırma, Akdeniz Balıkçılık Kongresi, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, 9-11 Nisan, İzmir, 157-163s.
- Ulaş, a., Ünsal, S., Lök, A., Düzbastılar, F.O. and Metin, C.,** 1999, The studies on artificial reef design for (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) in İzmir Bay (Aegean Sea, Turkey) : Field and tank observations, 7<sup>th</sup> International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats, October 7-11, San Remo (IM)-Liguria-Italy, 307-317p.
- Ulaş, A.,** 2000, İzmir Orta Körfezi Ahtapot (*Octopus vulgaris*, Cuvier, 1797) Populasyonunun Doğal ve Yapay Yaşam Alanları Üzerine Bir Araştırma (Doktora Tezi), E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı, Bilim Dalı Kodu : 504.06.01, Bornova, İzmir (yayımlanmamış).
- Uslu, O., Cirik, Ş.,Cihangir, B., Küçüksezgin, F., Sayın, E., Demirkurt, E., Ünlüoğlu, A. ve Keçeci, H.,** 1998, İzmir Körfezi Yapay Balık Yuvaları (Resif) Projesi, 3. Gelişme raporu, Dokuz Eylül Üniversitesi, D.B.T.E., 20s (yayımlanmamış).



EK – Sualtı Fotoğrafları



