

Istakoz (*Homarus gammarus* Linnaeus 1758) türüne özel yapay resif modelleri

Species-specific artificial reef models for lobster (*Homarus gammarus* Linnaeus 1758)

Deniz Acarlı¹ • Semih Kale^{2*}

¹ Department of Fisheries Technology, Gökçeada School of Applied Sciences, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17760, Gökçeada, Çanakkale, Turkey

<http://orcid.org/0000-0001-8537-9969>

² Department of Fishing and Fish Processing Technology, Faculty of Marine Sciences and Technology, Çanakkale Onsekiz Mart University, 17020, Çanakkale, Turkey

<http://orcid.org/0000-0001-5705-6935>

Corresponding author: semihkale@comu.edu.tr

Received date: 27.05.2019

Accepted date: 26.08.2019

How to cite this paper:

Acarlı, D. & Kale, S. (2020). Species-specific artificial reef models for lobster (*Homarus gammarus* Linnaeus 1758). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1), 1-7. DOI: [10.12714/egejfas.37.1.01](https://doi.org/10.12714/egejfas.37.1.01)

Öz: Bu çalışmanın hedefi, istakoz türünün (*Homarus gammarus* Linnaeus, 1758) tercih edeceği muhtemel yapay resif modellerinin belirlenmesidir. Bu amaçla, sekiz farklı şekil ve büyüklükte yapay resif modeli tasarlanmıştır. Farklı materyal (ahşap, beton ve metal) ve şekillere (düz, ızgara, 6 girişli, U tipi, baca şapkası, şömine baca tuğlası) sahip modeller Marmara Denizi'nde Erdek Ocaklar Körfezi kıyılarında kıydan 500 m mesafede 10 m, 15 m ve 20 m derinliklerde deniz tabanına plana göre her bir model için üçer adet olacak şekilde yerleştirildikten sonra aylık periyotlarla sualtı gözlemleriyle incelenmiştir. Sualtı gözlemleri sırasında SCUBA ekipmanları kullanılmış olup resiflerin deniz tabanına yerleştirilmesinde geçen süre (çaba) 233 dk/dalgıç ve dalgıçların suda geçirdiği süre ise 540 dk/dalgıç olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, yapay resiflerin çevresinde ve içinde toplam 32 adet *H. gammarus* türü gözlenmiştir. Sıcaklık 14°C'nin altına düştüğünde istakoz sayısında belirgin bir artış görülmüştür. Bununla birlikte, istakoz bireylerinin sadece 20 m derinlikteki beton yapay resif modellerini tercih ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca, küçük olan bireylerin 40×80 cm düz beton modeli (24 adet), büyük olan bireylerin ise U beton modeli (8 adet) tercih ettiği gözlenmiştir. Dolayısıyla bu çalışma sonucunda, yetiştiriciliği yapılan istakoz bireylerinin stoklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından beton yapay resif modellerinin kullanılması ve bireylerin doğal ortamlarına açılmasında bu resiflere bırakılması önerilmiştir. Bu bağlamda, bu çalışma ileride gerçekleştirilecek çalışmalara ışık tutacaktır.

Anahtar kelimeler: Türe özel yapay resif, istakoz, *Homarus gammarus*, yapay resif tasarımı, Marmara Denizi

Abstract: The objective of this study is to determine the possible artificial reef models preferred by lobster species (*Homarus gammarus* Linnaeus, 1758). For this purpose, eight artificial reef models at different shapes and sizes have been designed. These models include flat, grided, U-type, cowl, fireplace chimney brick shapes made from the materials of wood, concrete and metal. Artificial reefs were deployed at 5, 10, 20 m water depths and 500 m from the shore on the coast of Erdek Ocaklar Bay in Marmara Sea. Then, monthly monitoring was conducted and SCUBA equipment were used during underwater monitoring. The time for deploying artificial reefs on the sea bottom (effort) was 233 minutes/diver and the time spent underwater by the divers was calculated as 540 minutes/diver. As a result of the study, 32 individuals of *H. gammarus* were observed in/around the artificial reefs. A significant increase was observed in the number of lobsters when the temperature dropped below 14°C. However, it was determined that lobster individuals preferred only concrete artificial reef models at the depth of 20 m. In addition, it was observed that small individuals preferred 40×80 cm flat concrete model (24 individuals) and large individuals preferred U-type concrete model (8 individuals). Therefore, it has been proposed to the usage of concrete artificial reef models in order to protect and ensure the sustainability of the reared lobster stocks and to release them into these artificial reefs while introducing them to the natural environments. In this context, this study will shed light on future studies.

Keywords: Species-specific artificial reef, lobster, *Homarus gammarus*, artificial reef design, Marmara Sea

GİRİŞ

Yapay resifler deniz canlıları için yeni tip habitat yaratmak veya mevcut habitatları korumak ve geliştirmek amacıyla denize yerleştirilen yapılar olarak tanımlanmaktadır (Jensen, 2002). Yapay resifler denizel canlılara beslenme, üreme, barınma (yuva) ve korunma alanları oluşturulması için insan eliyle deniz tabanına yerleştirilen yapılardır (Aydın, 2011). Denizel canlı kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı, bütünlük kıyı alanları yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi

modern doğa korumacılığına yönelik planlamalarda yapay resif uygulamaları büyük bir öneme sahiptir. Dünyada yapay resifler üzerine yapılan çalışmalar konusunda Japonya ve ABD başı çekmekte olup buralarda yapılan yapay resif çalışmaları yaklaşık 200 yıl öncesine dayanmaktadır (Stone vd., 1991). Japonya'daki yapay resif uygulamaları balıkçılık sahalarının iyileştirilmesi ve üretimin artırılmasına yönelik gerçekleştirilmektedir.

ABD'de dalış turizmi, sportif balıkçılık ve olta balıkçılığının geliştirilmesine yönelik yapay resif uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Avrupa'da ise yapay resif uygulamaları yasa dışı trol avcılığının önlenmesi (Ramos-Espla vd., 2000), deniz çayırı (*Posidonia oceanica*) yataklarının korunması (Guillén vd., 1994), tür çeşitliliğinin artırılması gibi amaçlara yönelik gerçekleştirilmektedir. Avrupa'daki yapay resif uygulamaları 1970'li yıllarda İtalya'da başlamış, önce diğer Akdeniz ülkelerine daha sonra Kuzey Denizi ve Baltık Denizi ülkelerine yayılmıştır (Jensen, 2002). Yapay resifler 1980'li yıllara kadar balık üretimini arttırmak için inşa edilmiştir. Son yıllarda ise su kalitesini geliştirme (Angel ve Spanier, 2002) ile ekosistemi yenileme (Rilov ve Benayahu, 2000) gibi çevreci ve korumacı konular yapay resif çalışmalarında öncelik kazanmaktadır. Türkiye'deki bilimsel destekli yapay resif çalışmaları ise 1991 yılında başlamıştır. Sonrasında Marmara Denizi (Erdek Ocaklar Körfezi) ve Akdeniz Bölgesi'ndeki çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Güney Ege ve Akdeniz'de daha çok dalış turizmine yönelik yapılan yapay resif çalışmalarının bu bölgelerdeki küçük ölçekli balıkçılığın geliştirilmesinde de önemli katkıları bulunmaktadır.

Deniz istakozu (*Homarus gammarus*, Linnaeus 1758) ekonomik değerinin yüksek olması ve insan gıdası olarak tüketilmesi nedeniyle önemli bir deniz ürünüdür. Avrupa, Amerika ve Japonya'da sevilerek tüketilen ve önemli üretim miktarına sahip olan deniz istakozu Türkiye'de de büyük bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, bu potansiyel sadece avcılık faaliyetleri ile değerlendirilmektedir. Ancak, avcılık üretimi de 2000 yılında 15 ton/yıl iken 2017 yılında 1,8 ton/yıl'a kadar düşmüştür (TÜİK, 2019). Büyüme ve gelişim aşamalarının çok uzun zaman alması (4-6 yıl) nedeniyle yetiştiriciliği yapılmamaktadır. TÜİK (2019) verilerine göre deniz istakozunun kg fiyatı 2000 yılında 6 TL iken 2017 yılında 81,7 TL olmuştur. Ekonomik değere sahip olan türlerin sularımızdaki ekolojik açıdan ne tür etkileşimlere neden olacağını araştırılması ile bu etkileşimlerin ne tür ekonomik sonuçlara yol açacağını öngörülmesi için çeşitli stratejiler geliştirilmesi su ürünleri sektörü açısından oldukça yararlı olacaktır. Ekonomik değerinin yüksek olması ve avcılık üretiminin azalması nedeniyle istakoz stoklarının varlığını devam ettirebilmesine ve alansal dağılımlarının genişlemesine

katkı sağlayabilmesi için yapay resif uygulamalarının artırılması gerekmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada mevcut istakoz stokları için barınma, korunma, beslenme ve üreme alanları sağlayabilecek türe özel yapay resiflerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Türe özel yapay resiflerin tasarımı ve yapımı

Istakoz türüne özel yapay resif modellerinin tasarlanmasında Autodesk 3DS MAX yazılımı kullanılmış ve bilgisayar ortamında çizimleri gerçekleştirilmiştir. Her bir yapay resif modelinden üçer adet olacak şekilde modellerin yapımı tamamlanmıştır. Çalışmada ahşap (ızgara), sac (düz), demir (ızgara), beton (düz), beton (baca şapkası), beton (U model), baca şapkası ve şömine baca tuğlası modelleri kullanılmıştır. Modellerin teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Istakoz resiflerinin yapımında ahşap, demir ve beton malzemeler kullanılmıştır. Plastik malzemelerin kullanımından özellikle kaçınılmış ve bu tür malzemeler kullanılmamıştır.

Çalışma alanı

Çalışma sahası olarak Marmara Denizi'nin güneyinde yer alan Erdek Ocaklar Körfezi seçilmiştir (Şekil 1). Çalışma sahasının belirlenmesinde Acarlı ve Ayaz (2015) tarafından 2011 yılında yerleştirilmiş olan 1 m³lük resif bloklarının bulunduğu derinlik olan 20 m dikkate alınmış olup bununla birlikte ayrıca 10 m ve 15 m'ye de resif modelleri yerleştirilmiştir.

Yapay resifler modellerinin deniz tabanına yerleştirilmesi

Yapımı biten modeller çalışma sahasına bir balıkçı gemisi vasıtasıyla taşınmıştır. Araştırma ekibi ve dalgıçlar tarafından kıydan 500 m uzaklıkta ve 10, 15, 20 metre derinliklere her modelden üçer adet olacak şekilde ve 120°'lik açılar ile birbirine bakacak biçimde deniz tabanına planlandığı gibi yerleştirilmiştir (Şekil 2). Yapay resif modellerinin deniz tabanına yerleştirilmesi işlemleri Haziran 2015'te tamamlanmış olup sonrasında sualtı izleme çalışmaları başlamıştır.

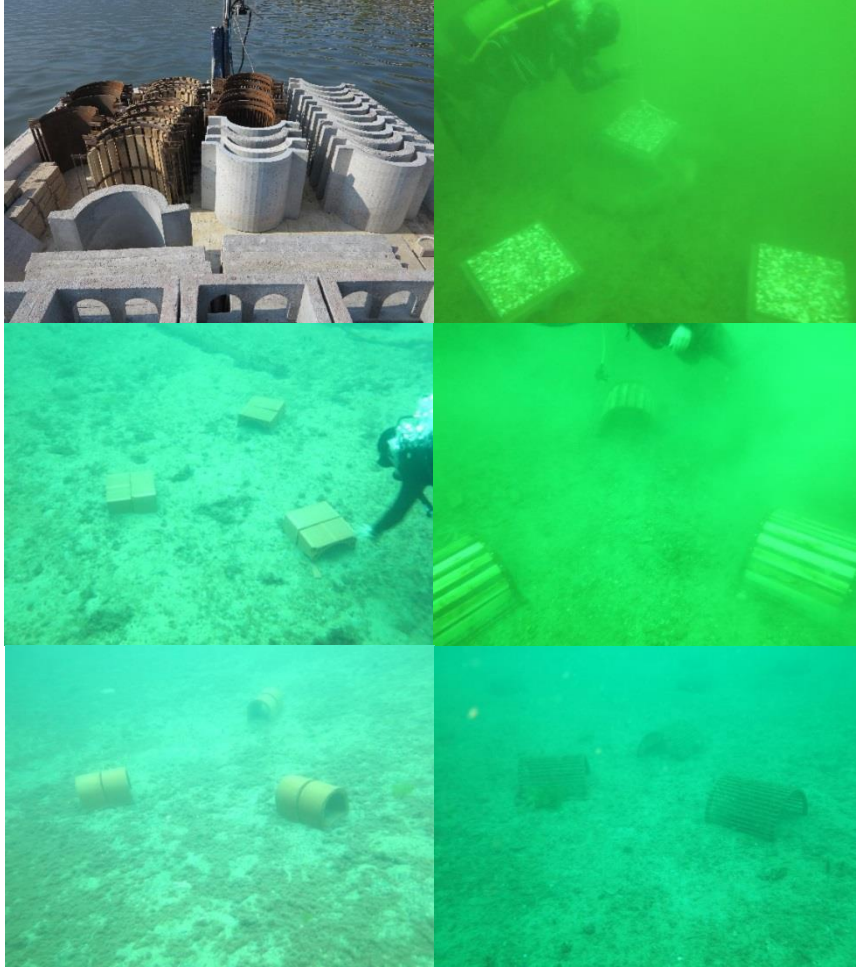
Tablo 1. Istakoz türüne özel yapay resif modellerinin teknik özellikleri

Table 1. Technical characteristics of species-specific artificial reef models for European lobster

Model	Adet	En (mm)	Boy (mm)	Yükseklik (mm)	Et Kalınlığı (mm)	Kapladığı Hacim (m ³)	Ağırlık (adet/kg)
Ahşap (Izgara)	9	462	500	220	35	7,7×10 ⁻²	20
Sac (Düz)	9	420	500	275	2-3	8,723×10 ⁻²	11
Demir (Izgara)	9	445	500	270	8	8,64×10 ⁻²	15
Beton (Düz)	9	400	800	50	50	1,6×10 ⁻²	35
Beton (Baca Şapkası)	9	455	455	150	45	3,665×10 ⁻²	28
Beton (U tipi)	9	400	500	200	55-60	6,75×10 ⁻²	45
Baca Şapkası	9	200	390	195	50-55	1,521×10 ⁻²	15
Şömine Baca Tuğlası	9	280	380	150	40	1,596×10 ⁻²	12



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area



Şekil 2. Yapay resif modellerinin deniz tabanına yerleştirilmesi
Figure 2. Deployment of artificial reef models to the seabed

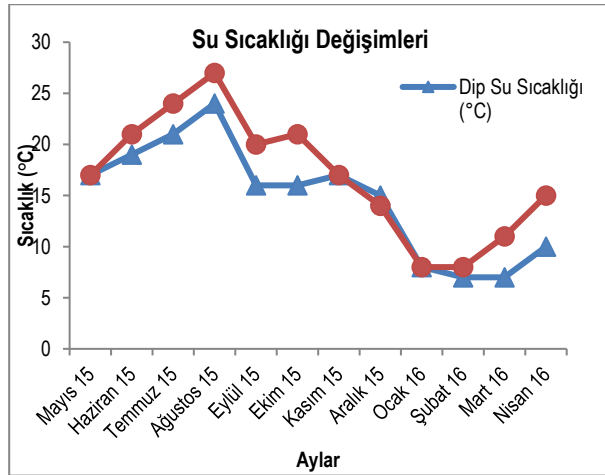
Sualtı izleme çalışmaları

Tüm resif modelleri deniz tabanına yerleştirildikten sonra dalgıçlar tarafından aylık olarak günün aynı saatlerinde (10:00 – 12:00) dalışlar gerçekleştirilerek sualtı izleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Örneklemelerde Nikon CoolPix marka sualtı fotoğraf makinesi ve GoPro marka sualtı video kamerası kullanılmıştır. Dalgıçlar ellerindeki sualtı tabletlerine her bir resif modeline ait verileri (su derinliği, su sıcaklığı vb.) yazarak kayıt altına almışlardır. Derinlik ve su sıcaklığı değerleri Oceanic GEO 2 marka sualtı bilgisayarından ölçülmüştür. Dalış sırasında SCUBA ekipmanları kullanılmıştır. Dalış limiti (dip zamanı) derinlik sınırlarına dikkat edilerek hesaplanmıştır. Sualtı çalışmalarında örnekleme süresi her bir derinlik için 15 dk olarak belirlenmiş ve bu süre hiçbir dalışta aşılmamıştır.

BULGULAR

Su sıcaklığı

Çalışma boyunca sualtı izlemeleri sırasında ölçülen deniz dip su sıcaklığı ile deniz yüzey suyu sıcaklığının aylık değişimi Şekil 3'te sunulmuştur. En yüksek yüzey suyu sıcaklığı Ağustos 2015'te 27°C olarak, en düşük yüzey suyu sıcaklığı ise Ocak ve Şubat 2016 aylarında 8°C olarak ölçülmüştür. Dip suyu sıcaklıkları ise en yüksek Ağustos 2015'te 24°C olarak, en düşük ise Şubat ve Mart 2016 aylarında 6°C olarak ölçülmüştür. Su sıcaklığı 14°C'ye ulaştığında ise istakoz bireyleri yapay resiflerin içerisinde ve çevresinde daha çok gözlenmiştir.

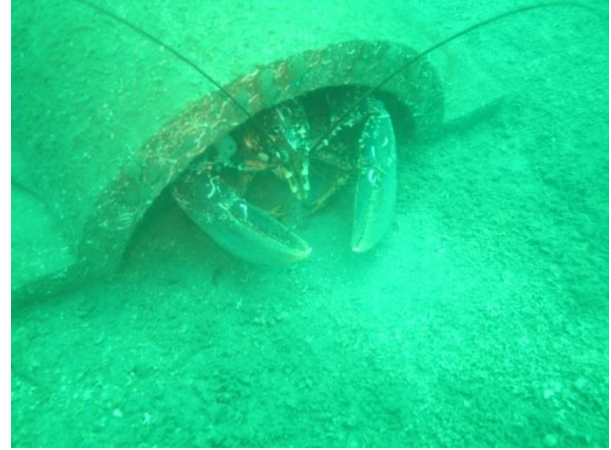


Şekil 3. Deniz dip suyu ve yüzey suyu sıcaklığının aylık değişimi
Figure 3. Monthly variation of sea surface temperature and sea bottom temperature

Istakoz türünün davranış ve sualtı gözlemleri

Çalışmada farklı materyale sahip istakoz türüne özel yapay resiflerden 7 cm et kalınlığına sahip U tipi beton ve düz beton

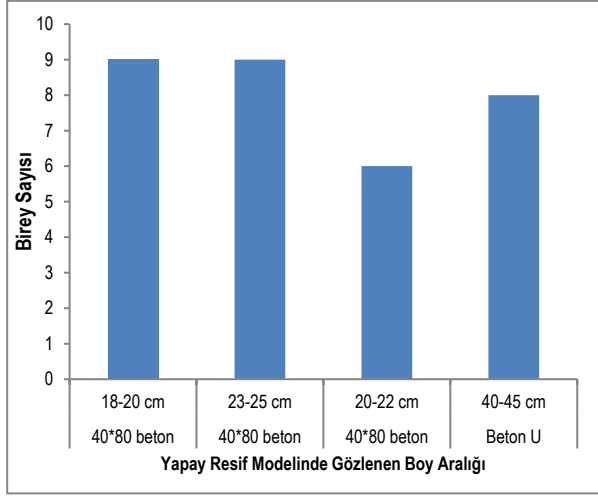
(40 × 80 cm) olan iki modeli istakozların tercih ettikleri gözlemlenmiştir (Şekil 6, Şekil 7). Ayrıca istakozların sadece 20 m su derinliğinde bulunan bu modellere geldiği sualtı gözlemlerinde görülmüştür. Küçük bireylerin (18-20 cm toplam boya sahip) 40 × 80 cm düz beton modeli tercih ettikleri, büyük bireylerin ise U tipi beton modeli tercih ettikleri gözlenmiştir. Bununla birlikte, tüm çalışma boyunca büyük bireylerin boylarının ortalama 40-45 cm arasında değiştiği modelin yanında buldukları anlarda ölçüleri bilinen resif modeli üzerinden hesaplanarak tahmin edilmiştir. Dalgıç tarafından önce bireylerin resifin ne kadarlık bir bölümünü kapladığına bakılmış daha sonra bu resiflerin yanına gelen dalgıç tarafından istakozun yaklaşık boyu tahmin edilmiştir. Bu tahminler resifin boyutlarının sabit olmasından dolayı yapılarak yaklaşık değerler olarak değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 8).



Şekil 6. U tipi beton modelde gözlenen bir istakoz bireyi (~40-45 cm)
Figure 6. A European lobster individual observed in U-type reef model (~40-45 cm)



Şekil 7. Düz beton (40 × 80 cm) modelde gözlenen bir istakoz bireyi (~18-22 cm)
Figure 7. A European lobster individual observed in flat concrete (40 × 80 cm) reef model (~18-22 cm)



Şekil 8. İstakoz bireylerinin boy aralıklarına göre yapay resif modellerindeki toplam birey sayısı

Figure 8. Total number of European lobster individuals according to the length range in artificial reef models

İstakoz bireylerinin tercih ettiği yapay resiflerin giriş kısımlarının kuzeye göre yaptıkları açılar değerlendirildiğinde 130° olan modellerde toplam 9 adet 23-25 cm arasındaki birey, 150° olan modelde toplam 15 adet 18-22 cm arasındaki birey ve 340° olan modelde ise toplam 8 adet 40-45 cm arasında bireyin gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Sualtı gözlemlerinde dalgıçlar her bir derinlikte 15 dk'lık bir gözlem yapmışlardır. Buna göre çalışma boyunca her bir dalgıcın sualtı gözlemleri için suda geçirdiği zaman minimum 540 dk olarak hesaplanmıştır. Modellerin planlandığı şekilde deniz tabanına yerleştirilmeleri için sualtında geçen süre (çaba) ortalama 233 dk/dalgıç olarak hesaplanmıştır.

İstakozların bu yapılan modeller içerisinde kabuk değiştirdikleri dalgıçlar tarafından doğrudan gözlenmiştir. Bu nedenle istakozların modelleri bir yuva olarak kabul etmeleri ve doğal yaşam alanları olarak benimsedikleri sonucuna varılmıştır. Ayrıca 8 adet büyük bireyden birisinin karın kısmında (abdomen) yumurtaların olduğu da yine dalgıçlar tarafından direkt olarak gözlemlenmiştir. Küçük bireylerin tamamının düz beton modeli (40 × 80 cm) tercih etmeleri son derece dikkat çekicidir. Sualtı gözlemleri sırasında küçük bireylerin dalgıçlar tarafından bulunmaları oldukça kolay gerçekleşmiştir. Küçük istakoz bireylerinin düz beton 40 × 80 cm modelin alt kısmında ön kollarıyla kumu ileriye doğru itmeleri nedeniyle yapay resifin çevresinde temiz kum tepeleri oluşmasına sebep olduklarından dalgıçlar bu yöne doğru ilerledikleri sırada bireyleri çok rahat bir şekilde görebilmiştir. Her bir temiz kum tepeliğinin yanında küçük istakoz bireylerine rastlanılmıştır. Bu durum dalgıçların küçük istakoz bireylerini

aramak için çok fazla dip zamanı geçirmelerinin de önüne geçmiş ve dalgıçlara önemli bir avantaj sağlamıştır.

TARTIŞMA

Dünyada yapay resiflerde kullanılan malzemeler üzerine yapılan bilimsel araştırmaların büyük çoğunluğu Japonya'da başlamış Amerika ve Malezya gibi birçok ülkede de devam etmiştir. Bunlardan ahşap materyal üzerine Amerika, çift kabuklu-beton karışımı materyal üzerine Meksika, plastik (PVC) materyal üzerine başta Malezya ve Amerika, demir-karbon alaşımı ve çelik-beton karışımı üzerine Japonya, cam takviyeli polyester (CTP) üzerine Japonya, özellikle atık sac (çöp kutuları, vinç kolları, köprü bacakları, büyük yakıt tankları vb.) malzemelerin değerlendirilmesi amacıyla Amerika'da çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Lukens, 1997; Düzbastılar ve Lök, 2004). Türkiye'de farklı materyale sahip yapay resif kullanımı pek yaygın değildir. Ancak beton materyalden yapılmış beton blok kullanımı daha yaygın olarak göze çarpmaktadır (Lök vd., 2002). Ülkemizde türe özel yapay resif çalışmalarının ilki ahtapot üzerine Ege Denizi İzmir Körfezi'nin Çiçek Adaları ve Urla mevkiinde gerçekleşmiştir (Ulaş vd., 2011). Mevcut çalışma ise, yine ahtapotlarda olduğu gibi eklembacaklılar sınıfına dahil olan istakozlar için çok farklı sayıda materyale sahip resif modellerinin yapımı ve deniz tabanına yerleştirilmeleri üzerine yapılmıştır. Bu çalışmada ahşap, beton ve metal malzemeden yapılan yapay resif modelleri araştırılmıştır. Buna göre en çok tür cezbeden model 6 girişli beton model olmasına rağmen, istakozların bu modeli tercih etmemelerinin muhtemel nedeni olarak modelin çok fazla girişe sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer beton malzemeden yapılmış 40 × 80 cm düz beton model ile U tipi beton modelin ise istakoz bireylerini kendilerine çektiği gözlenmiştir.

Acarlı vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada Temmuz 2011'de deniz tabanına yerleştirilen 1 m³lük beton blokların sualtı incelemeleri sonucunda habitat bağımlı istakozların bu düzenekleri tercih ettiklerini ve bu düzeneklerin etrafında, çevresinde ve alt kısımlarında yaşayabilecekleri alanları kazdıklarını gözlemlemişlerdir. Bu bağlamda, mevcut çalışmada istakoz tuzaklarına benzeyen yapay resif modelleri yapılmıştır. Ayrıca Acarlı vd. (2014) istakozların yuva girişleri ile ilgili incelemeleri sonucunda yuvaların giriş kısımlarının Kuzeybatı-Güneydoğu (% 57,15), Kuzeydoğu-Güneybatı (% 28,57) ve Doğu-Batı (% 14,28) yönlerine doğru baktığını tespit etmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada farklı özelliklere sahip modeller zemine yerleştirilirken bu açılar dikkate alınarak zemine yerleştirilmeleri gerçekleştirilmiştir. Ancak bu durum dalgıçlara sualtında fazla zaman kaybına sebep olmuştur. Deniz tabanına bu yapay resif modellerinin yerleştirilmesi için geçen süre (çaba) 233 dk/dalgıç olarak hesaplanmıştır. Oysaki

birçok resif modeli İbrice örneği (Altınağaç vd., 2013) hariç, serbest düşme hareketi ile yerleştirilmektedir (Lök vd., 2002).

Çalışma süresince yüzey ve dip suyu sıcaklıkları 8–27°C arasında değişmesine rağmen, özellikle çalışmanın hedef türü olan *H. gammarus*'un bu düzenekler çevresine veya içine su sıcaklığı 14°C'ye ulaştığında gelmeleri bu çalışmada elde edilen önemli bir bulgudur. Benzer şekilde Acarlı vd. (2013) sıcaklık bu seviyelere geldiğinde istakoz bireylerinin gözlemlendiğini rapor etmiştir.

Yapay resif modellerinin deniz tabanına yerleştirilmelerini takip eden ilk 3 ay içinde hiçbir istakoz bireyine rastlanılmamasına rağmen, Ağustos 2015'te ilk birey U tipi beton modelde görülmüştür. Buna karşın, Acarlı ve Ayaz (2015) yapmış oldukları çalışmada ilk bir yıl istakoz bireylerinin gözlenmediğini rapor etmiştir. Öte yandan, mevcut çalışma istakoz bireylerinin gözlemlendiği ayın Ağustos ayı olması itibarıyla ile literatürdeki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Farklı materyaller kullanılarak çeşitli modellerde ve ebatlarda geliştirilen istakoz türüne özel yapay resif modellerinde yapılan gözlemler sonucunda kullanılan materyal ve geliştirilen modellerin dışında istakoz bireylerinin yapay resifleri tercih davranışları üzerinde etkisi olabilecek faktörlerden birisi de en, boy, yükseklik, hacim gibi özellikleri kapsayan yapay resifin ebatlarıdır. Ancak yapılan gözlemler neticesinde istakoz bireylerinin çok çeşitlilik gösteren bir yapay resif tercihi olmadığı tespit edilmiştir. İstakoz bireylerinin tercih ettikleri yapay resif modelleri göz önünde bulundurulduğunda hacim faktörünün doğrudan resif tercihinin etkileme konusunda yeterli olmadığı, bunun dışında hacimle doğrudan ilişkili olsa da hacimden önce en, boy, yüksekliğin daha çok etkisi olduğu kanaatine ulaşılmıştır. Özellikle istakoz bireylerinin sadece beton malzemeden ve 400 mm enindeki modelleri tercih ettiği gözlenmiştir. Bununla birlikte, istakoz bireylerinin boyutlarına göre yapay resif modellerini tercih ettikleri belirlenmiş ve bireylerin boyutlarındaki değişimlere göre tercih edilen yapay resif modelinin yüksekliğinin de değiştiği tespit edilmiştir. Ancak genel olarak hacmin tek başına tercih sebebi sayılabileceği bir gözlem kayıt edilmemiştir. Bu durumun istakoz bireylerinin sadece kendisinin yaşam alanı olarak kullanabileceği yapay resif modellerini tercih edip bu resiflerin içerisindeki alanları diğer bireylerle ortak yaşam alanı olarak kullanmayı tercih etmemelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan, tabanı kazma davranışları nedeniyle de o alanda kendi yaşam alanını oluşturmaktadır. Sadece beton materyalden yapılmış olan yapay resiflerde istakoz bireylerinin görülmesi ve diğer materyallerin istakoz bireyleri tarafından hiç tercih edilmemiş olması nedeniyle istakoz türüne özel yapay resif modellerinin geliştirilmesinde ilerideki çalışmalarda beton materyallerin değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Bununla birlikte istakoz bireylerinin kendilerine yuva gibi kullanacakları ve sadece kendilerinin yaşayabileceği ebatlardaki modelleri

seçmesi de yine bu türün davranış özellikleri açısından değerlendirildiğinde en etkin modellerin tek bir istakoz bireyinin yaşayabileceği ebatlardaki beton malzemeden üretilmiş yapay resif modelleri olduğunu işaret etmektedir. Dolayısıyla bu çalışma özelinde etkinliği karşılaştırılabilecek diğer bir model bulunmamasından dolayı sadece hacim ile ilişki kurulması doğru olmayacaktır. Ancak yine de istakoz bireylerinin boyutları büyüdükçe tercih ettikleri yapay resif modelinin yüksekliğinin de büyüdüğü yaşam alanı seçiminde önemli bir husus olarak öne çıkmaktadır.

İstakozların (büyük ve küçük boy gruplarındaki) tümünün 20 m'deki beton modelleri tercih ederek bu derinlikte kalmalarının sebebi olarak muhtemelen bölgeye daha önceden yerleştirilen (Acarlı vd., 2013) 1 m³'lük yapay resif ünitesinin bu derinlikte çok büyük ölçüde etkisinin olduğu düşünülmektedir. Çünkü dalgıçlar istakozların 1 m³'lük yapay resif ünitesinin içerisinde zaman zaman yer değiştirdiklerini ancak bu bölgeden ayrılmadıklarını gözlemlemişlerdir. İstakoz bireyleri gerek beslenmek için gerekse üremek için hep bu bölgeyi tercih etmişlerdir. İstakozların model olarak sadece beton malzemeden yapılmış modelleri tercih etmeleri önemli bir sonuçtur. Ancak resif modellerinin büyük ya da küçük olmasının istakozların boylarını da doğru orantılı olarak değiştirdiği sonucuna varılmıştır. Büyük yapıdaki resifleri büyük boydaki istakozlar tercih ederken, küçük yapıdaki resifleri küçük boydaki istakozların tercih ettikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla balıkçılık yönetimi açısından bu durum değerlendirildiğinde ileride yapılacak çalışmalarda araştırma sahasında bulunurluğu tespit edilen istakoz bireylerinin boylarının küçük olması (veya büyük olması) durumunda küçük boyutlardaki (veya büyük boyutlardaki) yapay resif modellerinin kullanılması daha verimli sonuçlar elde edilmesine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte, sadece mevcut bireylerin boy çeşitliliğine göre değil aynı zamanda yapay resif modellerinin deniz tabanına yerleştirilmesi yoluyla o bölgede istakoz topluluklarının oluşturulması hedeflendiği durumlarda da oluşturulması hedeflenen istakoz stokunun boy dağılımına yönelik uygun yapay resif modellerinin seçilmesi gerekmektedir. Özellikle stokların korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi sayesinde bu hususta daha kapsamlı ve spesifik bilgilerin toplanmasına imkân sunacaktır. Dünya çapında deneysel anlamda istakoz stoklarının korunması için yumurtadan itibaren büyütülerek doğal yaşam alanlarına bırakıldığı (aşılındığı) bilinmektedir (Benavente vd., 2010; Prodöhl vd., 2014). Ancak doğal ortama bırakılan istakoz yavrularının yaşama ve ölüm oranları hakkında yeterince bilgiye ulaşılamamaktadır. Dolayısıyla mevcut araştırma projesi ile model, materyal ve yapısal büyüklük üzerine literatüre çok önemli katkılar sağlayan sonuçlar elde edilmiştir. Bu kapsamda, elde edilen sonuç ve çıktıların ileride yapılacak benzer aşılama projelerine büyük katkıları olacağı düşünülmektedir.

Yapay resifler kullanılan malzemeler açısından karşılaştırıldığında istakozların sadece beton malzemelerden yapılan yapay resifleri tercih ettiği belirlenmiştir. Beton malzemeden yapılan modellerin içerisinde ise 40 × 80 cm düz model ile U tipi olan modeli tercih ettikleri tespit edilmiştir. En çok istakoz bireyinin gözlemlendiği model 40 × 80 cm düz beton model olmasının nedeni türün zemin kazma davranışı olduğu düşünülmektedir. Tüm yapay resif modellerinin karşılaştırılması sonucunda istakoz türünün sahip olduğu tabanı kazma davranış özelliklerinden dolayı tasarlanacak yapay resif modellerinde zeminin boş olması gerektiği ortaya koyulmuştur.

Istakozun protein değerinin yüksek oluşu (Kumlu, 2001), yüksek ekonomik değere sahip oluşu ve lüks tüketim gıdaları içinde yer alması sebebiyle mutlaka yetiştiriciliği yapılarak üretimi sağlanması gereken bir canlıdır. Ancak ülkemizde yetiştiricilik çalışmaları türün biyolojik özellikleri nedeniyle uzun yıllar almasından dolayı yapılmamaktadır. Bu nedenle belirli bir boya ulaştırıldıktan sonra denize bırakılmaları (aşılama) daha çok tercih edilebilir bir yöntem olarak görülmektedir. Bu durumda denize bırakılan bireylerin ergin boya ulaşabilmeleri ve stoklarının korunması açısından bu tür düzeneklerin (istakoz türüne özel yapay resiflerin) önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, türe özel yapay resiflerin

farklı su ortamlarında (tatlısu, acısu) ve farklı türler (kerevit gibi) için de tasarlanması ve deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesi tavsiye edilmektedir.

İlerideki çalışmalarda istakoz stoklarının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için beton yapay resif modelleri üzerine daha fazla çalışmanın gerçekleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bu çalışma literatürde çok az bilgi bulunan istakoz bireylerinin doğal ortamlarına aşılması veya bırakılması sonrasında yuva yapma tercihi ve saklanma davranışı üzerine yapılacak çalışmalarda önemli bir kaynak teşkil edecektir. Dolayısıyla bu çalışma ile ilerideki çalışmalarda türün sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından yetiştiriciliği yapılan istakoz bireylerinin beton yapay resiflere bırakılması önerilmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma ileride gerçekleştirilecek çalışmalara ışık tutacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimler Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2015-437 nolu proje ile desteklenmiştir. Yapay resiflerin deniz tabanına yerleştirilmesi aşamasındaki lojistik desteklerinden dolayı Su Ürünleri Mühendisi Kamil ÇAKIR ve Soner Reis gemisinin kaptanı Cüneyt JİLE'ye teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Acarli, D., Ayaz, A. & Çakir, K. (2014). Erdek-Ocaklar yapay resiflerinde *Homarus gammarus* (L.1753)'ün yuva yapma davranışı üzerine bir ön çalışma. 17. Sualtı Bilim ve Teknoloji Toplantısı (pp.126). İstanbul, Türkiye.
- Acarli, D. & Ayaz, A. (2015). Using concrete artificial reef as a tool to enrich the new marine habitat in Erdek-Ocaklar Bay (Marmara Sea, Turkey). *Fresenius Environmental Bulletin*, 24 (2a): 602-609.
- Acarli, D., Ayaz, A., Altınağaç, U., Özekinci, U., Bayhan, B. & Kara, A. (2013). Determination of fish fauna at artificial reefs using underwater visual census methods in Erdek-Ocaklar (Marmara Sea/Turkey). 10th CARAH – International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats (pp. 61). İzmir, Turkey.
- Altınağaç, U., Ayaz, A., Acarli, D. & Özekinci, U. (2013). Determination of the fish species composition of saroz artificial reefs in İbrice (Saroz Bay, Turkey). 10th CARAH – International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats (pp. 63). İzmir, Turkey.
- Angel, D.L. & Spanier, E. (2002). An application of artificial reefs to reduce organic enrichment caused by net-cage fish farming: preliminary results. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S324–S329. DOI: 10.1006/jmsc.2002.1208
- Aydın, M. (2011). Yapay habitatlar ve balıkçılık. *Mavi Yaşam*, 4: 5-6.
- Benavente, G.P., Uglem, I., Browne, R. & Balsa, C.M. (2010). Culture of juvenile European Lobster (*Homarus gammarus* L.) in submerged cages. *Aquaculture International*, 18: 1177–1189. DOI: 10.1007/s10499-010-9332-9
- Düzbastılar, F.O. & Lök, A. (2004). Yapay Resif İnşasında Kullanılan Birincil Malzemeler. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21, 181-185.
- Guillén, J.E., Ramos, A.A., Martínez, L. & Sanchez Lizaso, J.L. (1994). Antitrawling reefs and the protection of *Posidonia oceanica* (L) meadows in the Western Mediterranean Sea: Demand and Aims. *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3): 645–650.
- Jensen, A. (2002). Artificial reefs of Europe: Perspective and future. *ICES Journal of Marine Science*, 59: S3–S13. DOI: 10.1006/jmsc.2002.1298
- Kumlu, M. (2001). *Karides, istakoz ve midye yetiştiriciliği*. Adana: Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.
- Lök, A., Metin, C., Ulaş, A., Düzbastılar, F.O. & Tokaç, A. (2002). Artificial reefs in Turkey. *ICES Journal of Marine Science*, 59, 192-195. DOI: 10.1006/jmsc.2002.1221
- Lukens, R.R. (1997). Guidelines for marine artificial reef materials. Report compiled by the Artificial Reefs Subcommittee of the Technical Coordinating Committee, Gulf States Marine Fisheries Commission, 118 p.
- Prodöhl, P.A., Jørstad, K.E., Triantafyllidis, A., Katsares, V. & Triantaphyllidis, C. (2014). European lobster – *Homarus gammarus*. *GenImpact Final Scientific Report*, 9, 91-97.
- Ramos-Espla, A.A., Guillén, J.E., Bayle-Sempere, J.T. & Sánchez-Jérez, P. (2000). Artificial anti-trawling reefs off Alicante, South- Eastern Iberian Peninsula: Evolution of reef block and set designs. In A.C. Jensen, K.J. Collins, A.P.M. Lockwood (Eds.), *Artificial Reefs in European Seas* (pp 195-218). Dordrecht: Springer. DOI: 10.1007/978-94-011-4215-1_12
- Rilov, G. & Benayahu, Y. (2000). Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology*, 136(5), 931-942. DOI: 10.1007/s002279900250
- Stone, R.B., McGurrian, J.M., Sprague, L.M. & Seaman, W.Jr. (1991). Artificial habitats of the World: Synopsis and major trends. In W. Seaman Jr, L.M. Sprague (Eds). *Artificial habitats for marine and freshwater fisheries* (pp 31-60). California: Academic Press. DOI: 10.1016/B978-0-08-057117-1.50008-1
- TÜİK (2019). Su Ürünleri İstatistikleri. Alıntılama adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=97&locale=tr> (27.05.2019).
- Ulaş, A., Lök, A., Düzbastılar, F.O., Özgül, A. & Metin, C. (2011). A new artificial reef design for octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) in the Aegean Sea and preliminary results. *Brazilian Journal of Oceanography*, 59: 21-25.