

İzmir Körfezi Hekim Adası'ndaki Deneysel Amaçlı Yapay Resiflerde Balık Faunasının Değerlendirilmesi

*Altan Lök, Benal Gül

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: lok@sufak.ege.edu.tr

Abstract: *Evaluation of fish fauna associated with experimental artificial reefs in Hekim Island in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey).* Fish fauna before and after reef deployments in Hekim Island was studied. Furthermore, differences of fish fauna between 9m and 18m reef groups were also evaluated. Underwater visual census technique was used to determine fish species richness and abundance. Differences in fish species richness, abundance and diversity between before and after reef deployment and 9m and 18m reef groups were revealed using correspondence analysis. Increasing of fish species richness and abundances after reef deployment was found significant. Differences in fish richness and abundance between 9m and 18m reef groups were not significant. It was found that seasons have an important effect on fish composition around artificial reefs.

Key Words: Fish fauna, seasonal variation, visual census, artificial reef, Aegean Sea.

Özet: Bu çalışmada Hekim Adası'nda resif öncesi ve sonrası balık faunası incelendi. Ayrıca 9m ve 18m deki yapay resif grupları arasında balık faunasındaki farklar değerlendirildi. Balık tür zenginliği ve bolluğunu tespit etmek için sualtı görsel sayım tekniği kullanıldı. Balık tür zenginliği, bolluğu ve çeşitliliği arasındaki farkları ortaya koymak için gerekli analizler kullanıldı. Resif sonrası tür zenginliğinde ve bolluğundaki artış önemli bulundu. Derinlikler arasındaki fark ise önemli bulunmadı. Mevsimlerin resifler etrafındaki balık kompozisyonu üstünde önemli etkisi olduğu bulundu.

Anahtar Kelimeler: Balık faunası, mevsimsel değişim, görsel sayım, yapay resif, Ege Denizi.

Giriş

Son yirmi yıl içinde, farklı amaçlar için yapay resif kullanımı dünya çapında büyük oranda artış göstermiştir (Seaman ve Sprague, 1991). Yapay resifler 1980'li yıllara kadar balık üretimini arttırmak için inşa edildi. Son yıllarda ise su kalitesini geliştirme (Angel and Spanier, 2002) ve ekosistemi yenileme (Rilov and Benayahu, 2000) gibi çevreci ve korumacı konular, yapay resif projelerinin amaçlarının belirlenmesinde öncelik kazanmaktadır.

Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri, dünyada en eski uygulamalara sahip, en iyi yazılı metinlerin bulunduğu ve yapay resif uygulamalarının en yoğun yapıldığı iki ülkedir (Stone ve diğ., 1991). Avrupa'daki resif çalışmaları ise son 30 yılda gelişmiş olup, her ülke yapay resif kullanımında farklı ihtiyaç ve yaklaşımlara sahiptir (Jensen, 2002).

Türkiye'deki ilk bilimsel yapay resif projesi 1991'de başladı. Bu projede ulaşılan başarı, resif uygulamalarına ilgiyi çekti ve yerel yönetimler, balıkçı kooperatifleri ve üniversiteler arasında ortak projelerin başlamasına yol açtı (Lök ve diğ., 2002). Türkiye'de bu tür pratik uygulamaların hızla artmasına rağmen, yapay resifler üzerine yapılan bilimsel çalışmalar sınırlı kaldı. Oysa ki, yapay resiflerin balık komuniteleri üzerine etkilerinin ve onların mevsimsel ve uzun vadeli değişimlerinin belirlenmesi, projelerin başarısı için hayati öneme sahiptir (Relini ve diğ., 1994).

Bu çalışmanın amaçları; i) resiflerin yerleştirildiği bölgede resif öncesi ve resif sonrası balık faunasının karşılaştırılması, ii) 9m ve 18m derinlikteki yapay resif kümelerindeki balık

faunasının mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır.

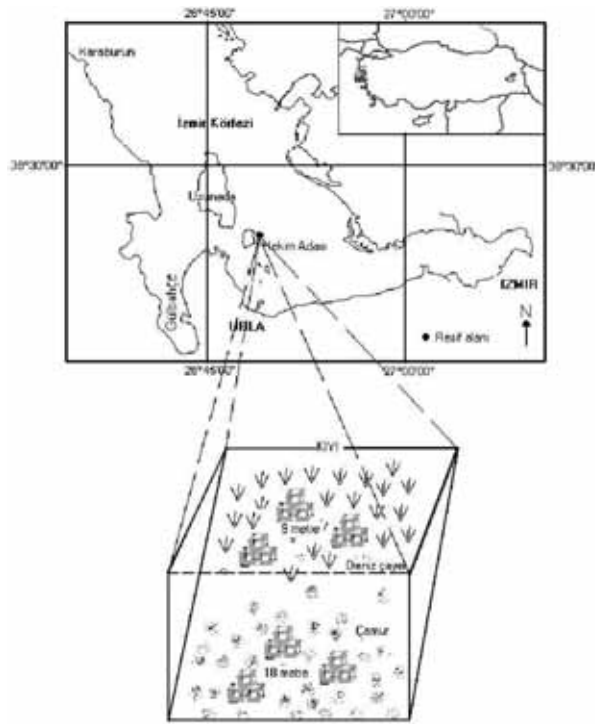
Materyal ve Yöntem

Çalışma İzmir Orta Körfez'de yer alan Hekim Adası'nın kuzeydoğu kıyısındaki yapay resif alanında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Bu bölgede deniz tabanı, 1m derinliğe kadar olan alanda kumlu, kumlu-çakıllı, 1-16m arasındaki derinliklerde *Posidonia oceanica* çayırları ile kaplı ve daha derin alanlar çamurludur. Yapay resif alanı zaman zaman İzmir İç Körfez'den kaynaklanan kirlilikten etkilenmektedir. Kirliliğin etkili olduğu ve havanın şiddetli rüzgarlı olduğu dönemlerde sudaki askı yük artmakta ve sualtı görüş mesafesini 1m ye kadar indirebilmektedir.

Resif bölgesinde uzatma ağı, voli ve otlacılık gibi küçük ölçekli balıkçılık yapılmaktadır. Bunun dışındaki insan faaliyetleri oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada herbiri 1 m³lük içi boş kübik beton bloklardan otuz adet kullanıldı. Bu blokların on beş adeti 9m'ye, diğer on beş adeti ise 18m ye 1991 yılında dalgıçlar tarafından yerleştirildi. Yerleştirme sırasında bloklar tabana dört, onların üstüne bir adet olmak üzere piramit oluşturacak şekilde yapılandırıldı. Böylece her iki derinlikte üçer adet piramit elde edildi. Herbir piramit arasındaki mesafe ise yaklaşık 10m olarak ayarlandı.

9m derinlikteki resif kümesi deniz çayırları ile kaplı alanda yer alırken, 18m deki resif kümesi çamur zeminli alanda yer aldı.



Şekil 1. Çalışma sahası ve yapay resif kümelerinin yerleşimi.

Sualtı gözlemleri aylık olarak üç farklı dönemde yürütüldü. Resifler yerleştirilmeden önce Ocak – Eylül 1991 arasındaki ilk dönemde, 9m derinlikte mevcut balık tür sayısı ve bolluğunu tespit etmek için, önceden belirlenen hacimde (160m³) görsel sayım yapıldı. Resiflerin yerleştirilmesinden sonraki ikinci (1992) ve üçüncü (2000) dönemlerde de, iki derinlikteki resif kümeleri etrafında ve aynı hacimde (160m³) balık tür sayısı ve bolluğunu tespiti yönelik sualtı gözlemleri sürdürüldü.

Gözlemlerde her balık türü tanımlandı, sayıldı ve plastik bir yazı bloğuna kayıt edildi. Balık türlerinin dışında, ekolojik ve ekonomik değere sahip oldukları için iki kafadan bacaklı türü de (ahtapot ve kalamar) sayıma dahil edildi. Sürü oluşturan türler ile karşılaşıldığında, sürüdeki balık sayısı Harmelin-Vivien ve diğ., (1985) tanımladığı balık bolluğu kategorilerine göre tahmin edildi. Tüm görsel sayımlar aynı dalıcılar tarafından ve günün aynı saatlerinde (10:00-12:00) yapıldı. Gözlem süreleri dalış başına yaklaşık 30 – 40 dakika idi.

Gözlemler sırasında kaydedilen birey sayılarının örneklemler arasında çok büyük farklar göstermesi nedeniyle, birey sayısı ortalamaları parantez içinde sırasıyla medyan ve mod değerleri ile verilmiştir.

Örneklemlerde yapılan sayımlar ile elde edilen veriler normal dağılım göstermediğinden, lineer çevrimle log 10 tabanına dönüştürüldü. Bu sayede, parametrik test yöntemleri ile değerlendirme yapıldı.

Üç dönemde 9m derinlikte gerçekleştirilen (resif öncesi, bir yıl ve sekiz yıl sonrası) örneklemlerde, dönemler arası tür sayısı, birey sayısı ve Shannon–Wiener indeks sonuçları arasındaki farkın önemliliği, One –way ANOVA testi ile yapıldı.

Resif atımı sonrası 9m ve 18m derinlikler arasında tür sayısı, birey sayısı ve indeks sonuçlarının ortalamaları

arasındaki farkın önemliliği ve ayrıca bir yıl ve 8 yıl sonraki gözlemlerin birbirleri arasında 9m ve 18m deki tür, birey ve indeks sayılarının arasındaki fark da One – way ANOVA testi ile sınıandı.

29 türün üç dönem için tespit edilme miktarları yine One – way ANOVA testi ile değerlendirildi. Tüm bu istatistik işlemler STATGRAPHIC S Plus 5.1 yazılım programı kullanılarak yapıldı.

Tür çeşitliliğinin aylık değişimlerini belirlemek için Shannon-Wiener (H') indeksi kullanıldı. Bu indeksin

$$\sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$$

matematiksel ifadesi: $H' = - \sum_{i=1}^s (P_i \ln P_i)$ formülde P_i bir gözlemdaki i türünün oranını, s ise gözlemdaki tür sayısını ifade etmektedir.

Sonuçlar

Görsel sayım sonuçlarında toplam 15 familyaya ait 29 tür kayıt edilmiştir (Tablo 1). En çok türe sahip üç familya sırası ile Sparidae (9), Labridae (4) ve Serranidae (3) dir. Resif atımı öncesi yapılan gözlemlerde genel toplamda 8, ortalamada 5 ± 1.9 tür, resif atımı sonrasındaki birinci yıl gözlemlerinde toplam 10, ortalama 6.5 ± 2.1 tür ve 8 yıl sonraki gözlemlerde toplam 22, ortalama 9 ± 2.4 tür tespit edilmiştir. Rakamsal olarak bakıldığında resif atımı sonrasındaki yılda, tür sayısında fazla artış gözlenmemektedir. Ancak 8 yıl sonraki gözlemlerde tür sayısı yaklaşık iki kat artmıştır. Bu üç dönemde tespit edilen tür sayıları arasında fark önemli bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tespit edilen 29 türün her üç dönem için tespit edilme durumları ve miktarları karşılaştırıldığında resif atımı öncesi ve 1 yıl sonraki balık tespit oranları istatistiki açıdan önemli bir fark göstermezken ($p > 0.05$), 8 yıl sonraki gözlemlerin önceki her iki dönemle arasındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). (Şekil 2).

Türlerin ikamet durumlarına bakıldığında, resif öncesi tespit edilen türlerin %12.5'i geçici, %37.5'i ziyaretçi, %50'si yerli tür, bir yıl sonrasında %40'ı geçici, %26.7'si ziyaretçi, %32.3'ü yerli tür, 8 yıl sonrasında ise %55'i geçici, %5'i ziyaretçi ve %40'ı yerli tür olarak ortaya çıkmaktadır. Dönemlere göre geçici türlerde artış gözlenirken, ziyaretçi türlerde azalma ve yerli türlerde bir dalgalanma gözlenmektedir. Burada dikkat çekici nokta, geçici türlerdeki artışı meydana getiren türlerin çoğunun ekonomik değere sahip ve karnivor olmasıdır. Bu türlerin başlıcaları, *S. aurata*, *D. puntazzo*, *S. cantharus* ve *O. vulgaris*'tir.

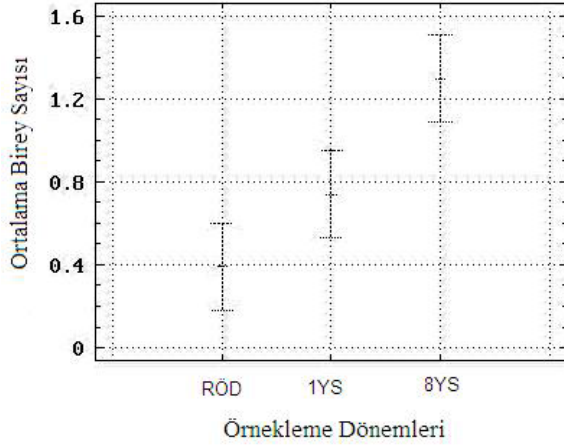
Türlere ait birey sayılarına bakıldığında, resif öncesi ortalama birey sayısı 116.4 (107;32), bir yıl sonra 218.5 (61;61), 8 yıl sonra ise 225.8 (146;99) olarak gerçekleşmiştir. Tür sayısının aksine resif öncesi ile sonraki bir yılın ortalama birey sayılarında iki kat artış görülmektedir. Bunun yanında bir yıl sonrası ile 8 yıl sonrasının birey sayıları arasında fazla artış olmamıştır. İstatistiki açıdan değerlendirildiğinde ise bu üç dönem arasındaki birey sayıları açısından fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 1. Resif öncesi (RÖ), 1 yıl sonra (1YS) ve 8 yıl sonra (8YS) tespit edilen türlerin listesi, birey sayılarının minimum (m) ve maksimum (M) değerleri ve türlerin ikamet durumu.

Tür listesi	RÖ (n=8)			1YS (n=12)						8YS (n=12)					
	m	M	I	9m			18m			9m			18m		
				m	M	I	m	M	I	m	M	I	m	M	I
<i>Serranus hepatus</i>	4	28	Y	4	8	G	8	-	G				4	-	G
<i>Serranus cabrilla</i>	1	4	Z	1	8	Y	1	8	Y	1	3	Y	1	5	Y
<i>Serranus scriba</i>				2	8	Y	1	6	Y	1	8	Y	2	2	G
<i>Dicentrarchus labrax</i>													1	-	G
<i>Seriola dumerilii</i>													21	21	G
<i>Mullus barbatus</i>										1	-	G	1	3	G
<i>Sparus aurata</i>				1	-	G	1	-	G	1	-	G	1	2	G
<i>Boops boops</i>	8	47	Z	42	78	Z				1	154	G			
<i>Diplodus annularis</i>	21	48	Y	1	63	Y	2	63	Y	2	99	Y	2	756	Y
<i>Diplodus vulgaris</i>	2	42	Y	2	355	Y	8	156	Y	2	376	Y	16	355	Y
<i>Lithognathus mormyrus</i>				2	-	G				2	-	G			
<i>Oblada melanura</i>													4	8	G
<i>Diplodus puntazzo</i>										1	4	G	1	-	G
<i>Sarpa salpa</i>				4	5	Z				4	8	G			
<i>Spondyliosoma cantharus</i>				2	3	G	1	-	G				1	1	Z
<i>Spicara maena maena</i>										8	21	G			
<i>Spicara smaris</i>	8	86	Z	63	78	Z				2	44	Z	4	78	Z
<i>Chromis chromis</i>				4	154	Z				2	355	Y	2	9	Z
<i>Labrus merula</i>										1	-	G			
<i>Coris julis</i>	2	39	Y	2	21	Y	2	6	Y	4	82	Y	4	78	Y
<i>Symphodus tinca</i>										1	21	Y	1	42	Y
<i>Symphodus ocellatus</i>										1	4	G	4	-	G
<i>Gobius niger</i>							1	2	Y				1	1	G
<i>Parablennius rouxi</i>										1	-	G	1	4	Y
<i>Tripterygion melanurus</i>										1	8	Y			
<i>Atherina boyeri</i>	78	-	G	21	-	G									
<i>Scorpaena scrofa</i>													1	1	G
<i>Octopus vulgaris</i>				1	2	G	1	-	G	1	1	G	1	2	Z
<i>Loligo vulgaris</i>													8	-	G

*I=Ikamet Durumu; G = geçici (0–32%), Z = ziyaretçi (33–57%), Y= yerli (58–100%)

- tüm örnekleme döneminde sadece bir kere gözlenen türün birey sayısı minimum olarak verildiği için maksimum değeri yoktur.

**Şekil 2.** Türlere ait birey sayısı ortalamaları ve %95 güven aralıklarının dönemler arası değişimi.

Tüm dönemlerde en çok birey sayısı ile temsil edilen çekirdek bir tür topluluğu bulunmaktadır. Bu çekirdek topluluğundaki türler; *D. annularis*, *D. vulgaris*, *C. chromis*, *B. boops*, *S. smaris* ve *C. julis* 'dir. *B. boops*, ve *S. smaris* sürü oluşturan, ziyaretçi sınıfındaki türlerdir. Diğer dört tür ise, sürü özelliği göstermese de tüm yıl resiflerde gözlenen ve genellikle sonbahar döneminde stoğa katılan yeni juvenil

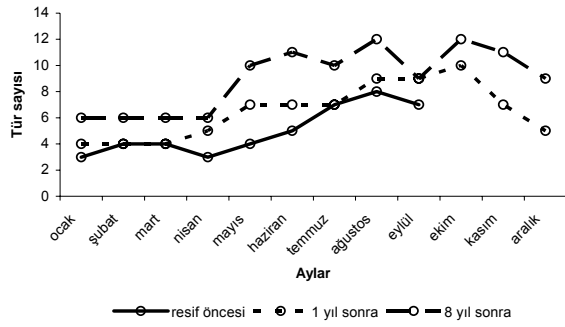
bireylerden meydana gelen sürüler oluşturan yerli sınıfındaki türlerdir.

Tür sayılarının aylık değişimi Şekil 2'de, birey sayılarının değişimi ise Şekil 3'te sunulmuştur. Şekiller incelendiğinde yaz ve sonbahar aylarında artış, kış aylarında ise suların soğumasına bağlı olarak düşüş gözlenmektedir.

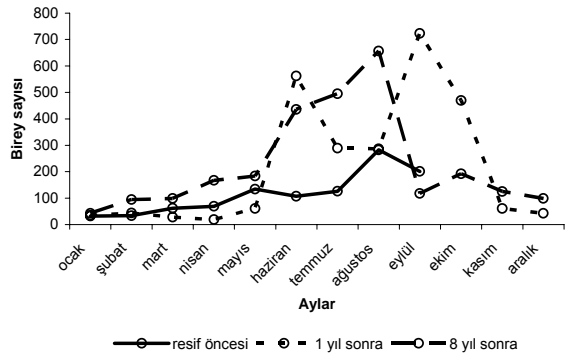
Shannon-Wiener indeksi analizleri sonucunda, resif öncesi dönemde çeşitlilik indeksi ortalama 1.21 ± 0.49 , bir yıl sonrasında 1.16 ± 0.25 ve 8 yıl sonrasında 1.45 ± 0.46 olarak bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda üç dönem ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. En düşük indeks değerleri, resif öncesi (0.8) ve bir yıl sonrasındaki (0.9) dönemler için Ocak ayında, 8 yıl sonrasındaki dönem (0.6) için ise Şubat ayında hesaplanmıştır. En yüksek indeks değerleri ise, resif öncesi için Temmuz ve Ağustos aylarında (1.7), bir yıl sonrası için Ağustos'ta (1.8) ve 8 yıl sonrası için Ekim ayında (1.9) olarak gerçekleşmiştir.

Resif atımı sonrasındaki yılda yapılan gözlemlerde, 9m derinlikteki resif grubunda toplam 15, ortalama 6.5 ± 2.1 tür kayıt edilirken, 18m deki resif grubunda toplam 10 tür, ortalama 5.7 ± 0.8 tür belirlenmiştir (Şekil 4). İki derinlikteki tür sayıları ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Sekiz yıl sonraki gözlemlerde, 9m derinlikteki resif grubunda toplam 20, ortalama 9 ± 2.4 tür kayıt edilirken, 18m deki resif grubunda toplam 22, ortalama 8.7 ± 2.2 tür tespit edilmiştir. Bu gözlem döneminde de derinlikler arası tür

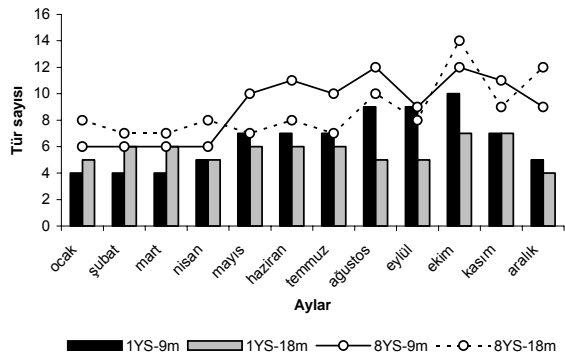
sayılarının ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak iki gözlem yılı arasında, 9m deki resif kümelerinin ve 18m deki resif kümelerinin kendi arasındaki karşılaştırmasında, ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p\leq 0.01$). Böylece her iki derinlikteki resif gruplarında, 8 yılın sonunda tür sayılarında artış olduğu istatistikî olarak ortaya konmaktadır.



Şekil 3. Üç gözlem döneminde belirlenen tür sayılarının aylara göre dağılımı.



Şekil 4. Üç gözlem döneminde belirlenen birey sayılarının aylara göre dağılımı.

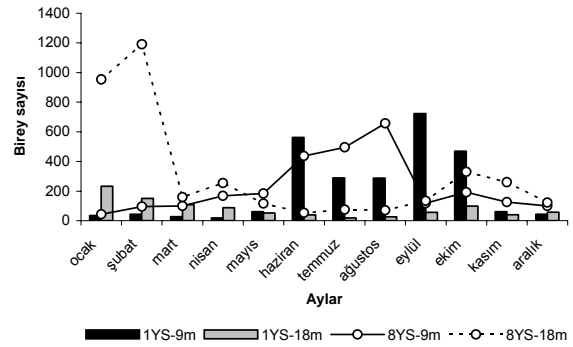


Şekil 5. Resif sonrasındaki iki dönemde 9m ve 18m deki resif gruplarında belirlenen tür sayılarının aylara göre dağılımı.

Türlerin ikamet durumu incelendiğinde, bir yıl sonraki gözlemlerde 9m deki resif grubunda tespit edilen türlerin %40'ı geçici, %26.7'si ziyaretçi ve %32.3 ü yerli tür olarak

sınıflanmıştır. 18m'deki resif grubunda %40'ı geçici, %60'ı yerli tür olarak belirlenirken, ziyaretçi tür tespit edilmemiştir. Sekiz yıl sonraki gözlemlerde 9m deki türlerin %55'i geçici, %5'i ziyaretçi, %40'ı yerli tür olarak sınıflandırılmıştır. 18m de ise türlerin %54.5'i geçici, %18.2'si ziyaretçi, %27.3'ü de yerli olarak belirlenmiştir. Geçmiş dönemdeki gözlemlerin tersine, bu dönemde ziyaretçi tür sayısı 18m deki, yerli tür sayısı ise 9m deki resif gruplarında daha fazla oranda tespit edilmiştir.

Türlere ait birey sayılarına bakıldığında, resif atımı sonrasında 9m deki resif grubunda ortalama birey sayısı 218.5 (61;61) ve 18m deki resif grubunda 80.7 (57;19) olarak belirlenmiştir (Şekil 5). Ortalamalarda rakamsal olarak fazla fark görülmesine karşın, yapılan analizlerde birey sayıları ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). 9m deki resif grubunda en düşük birey sayısı 19 adet ile nisan ayında en fazla birey sayısı ise 723 ile eylül ayında kayıt edilmiştir. 18m deki resif grubunda ise en az birey sayısı yine 19 ile temmuz ayında, en fazla birey sayısı ise 233 ile ocak ayında kayıt edilmiştir. 9m de en fazla birey sayıları yaz ve sonbahar aylarında kayıt edilirken, 18m de kış aylarında en fazla sayıya ulaşmaktadır.



Şekil 6. Resif sonrasındaki iki dönemde 9m ve 18m deki resif gruplarında belirlenen birey sayılarının aylara göre dağılımı.

Sekiz yıl sonraki gözlemlerde ise 9m deki resif grubunda ortalama 225.8 (146;99) birey sayısı tespit edilmiştir. 18m deki resif grubunda ise ortalama 310 (147;54) birey sayısı belirlenmiştir. Bu dönemde de derinlikler karşılaştırıldığında, birey sayıları ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). 9m de en düşük birey sayısı 43 ile Ocak ayında, en yüksek ise 723 ile Eylül ayında tespit edilirken, 18m de en düşük birey sayısı 54 ile Haziranda ve en yüksek birey sayısı 1190 ile Şubat ayında kayıt edilmiştir. Bu örneklem döneminde 9m deki birey sayıları sadece yaz aylarında 18m ye göre fazla iken, sonbahar ve kış aylarında sayısal üstünlük 18m de tespit edilmiştir.

Resif atımı sonrasındaki yıl ve sekiz yıl sonraki gözlemlerde, 9m deki birey sayılarının karşılaştırılması sonucu ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmamış iken ($p>0.05$), 18m deki birey sayıları ortalamaları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p\leq 0.01$).

Resif atımı sonrasındaki yıl, Shannon-Wiener yoğunluk indeksi analizleri sonucunda, 9m deki ortalama indeks değeri

1.16±0.25 ve 18m deki 0.9±0.02 olarak bulunurken, ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). En düşük indeks değerleri heriki derinlik için de Ocak ayında (0.98 ve 0.85), en yüksek değerler ise yine heriki derinlik için Ağustos ayında (1.8 ve 1.6) tespit edilmiştir. 8 yıl sonraki fauna için yapılan indeks analizleri sonucunda 9m deki ortalama indeks 1.45±0.46, 18m deki ise 1.28±0.85 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Her iki dönemin aynı derinliklerine ait ortalamaları karşılaştırdığımızda da ortalamalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tartışma

Hekim Adası'ndaki yapay resif bölgesinde, resiflerin yerleştirilmesinden sonra balık tür ve birey sayısında önemli artışlar olmuştur. Bir yıl sonra tür sayısında düşük bir artış gözlenirken birey sayısı iki kat artmış, 8 yıl sonra ise tür sayısı iki kat artarken birey sayısındaki artış daha az olmuştur. Relini ve diğ., (2002) Akdeniz kıyısındaki Laona yapay resif alanında, on yıl boyunca yürüttükleri çalışmada, balık kolonizasyonunda dalgalanmalar olmasına karşın sürekli bir artışın olduğunu bildirmiştir. Hekim Adası'ndaki yapay resiflerde 8 yıl sonra tür sayısının iki kat artmasındaki önemli etkenlerden biri de bloklar üzerine tutunan alg ve zoobentik canlıların habitat kompleksitesini arttırmasıdır. Bu canlıların sağladığı mikro-habitatlar *T.melanurus* ve *P. rouxi* gibi kriptik türlerin resiflere yerleşmesini teşvik etmektedir. Bu küçük boyutlu türler, karnivor türlerin besinini oluşturduğundan, bunların artışı aynı zamanda karnivor türlerin artışını da sağlamaktadır (Hueckel ve Buckley, 1987). Bu çalışmada 8 yıl sonraki gözlemlerde *D. labrax*, *S. dumerilii* ve *S. scrofa* gibi karnivor türlerin tespit edilmesi, artan besin kaynaklarına bağlanabilir. Ayrıca Hueckel ve Buckley (1987) çalışmalarında, resif yaşının artması ile resifin "taşıma kapasitesi" nin (carrying capacity) de arttığını bildirmişlerdir.

Yapay resif çalışmalarında balık faunasının örneklenmesi için genellikle tahrip edici olmayan metodlar tercih edilir. Çünkü bu sayede sürekli gözlenecek olan faunadan örneklenen balıklar alınmaz (Bortone ve diğ., 2000). Sualtı görsel sayım tekniği, Bohnsack ve diğ., (1994) göre yapay resif alanlarında balık tür sayısının ve bolluğunun belirlenmesinde en uygun yöntemdir.

Görsel sayım ile tespit ettiğimiz tür sayısı (29), aynı teknik ile Akdeniz'de yürütülen çalışmalar ile benzerlik göstermektedir: Tabarca – 21 tür (Alicante, İspanya; Bayle-Sempere ve diğ., 1994), Marseilles – 23 tür (Fransa; Bregliano ve Ody, 1985), Roquebrune – 35 tür (Fransa; Charbonell, 1990). Ancak bazı çalışmalarda daha az (Fregene/İtalya-10 tür; Ardizzone ve diğ., 1997) veya daha fazla tür sayıları (Golfe Juan/Fransa – 46 tür; Charbonell, 1990 ve Laona/İtalya – 44 tür; Relini ve diğ., 2002) da tespit edilmiştir. Bu farkların oluşmasında resif yaşının, tasarımının, resif alanının büyüklüğünün ve örnekleme sıklığının önemli rolü olduğu düşünülmektedir.

Tespit edilen balık komunitasinde Sparidae, Labridae ve Serranidae baskın familyalar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum Akdeniz'deki yapay resiflerde (Relini ve diğ., 2002;

Charbonell ve diğ., 2000) ve kayalık habitatlarda (Lipej ve diğ., 2003; Guidetti, 2004) yaygın bir durumdur.

Gerek resif öncesi gerekse resif sonrasındaki gözlemler, balık faunasının mevsime bağlı önemli değişimler gösterdiğini ortaya koymaktadır. Suyun daha sıcak olduğu yaz ve sonbahar aylarında tür ve birey sayılarında artış gözlenirken, kış aylarında düşme olmaktadır. Ilıman bölgelerdeki doğal ve yapay resif alanlarında, mevsime bağlı sıcaklık değişimleri sonucu balık yoğunluğu ve çeşitliliğinde önemli dalgalanmalar olduğu farklı araştırmalarda ortaya konmuştur (Buckley ve Hueckel, 1985; Aburto-Oropeza ve Balart, 2001; Walker ve diğ., 2002).

Resif sonrasındaki iki dönemde yapılan gözlemlerde 9m ve 18m deki resif grupları arasında tür ve birey sayıları arasında önemli fark bulunmamıştır. Her iki dönemde özellikle derinlikler arasında birey sayıları bakımından rakamsal olarak önemli farklar gözlenirken, bu istatistiksel olarak desteklenmemiştir. Bunun nedeni mevsime bağlı olarak birey sayısındaki üstünlüğün resif grupları arasında el değiştirmesinden olabilir. Resif sonrası her iki dönemde de yaz ve sonbahar aylarında tür ve birey sayıları 9m deki resif grubunda fazla iken, kış aylarında 18m deki resif grubunda fazladır. Çalışmada düzenli olarak su sıcaklığı kayıt edilmemiştir. Ancak 1 yıl sonraki dönemde yapılan iki ölçümde, Temmuz ayında derinlikler arasında 3°C, Şubat ayında ise 1°C fark bulunmuştur. Bu kadar az sıcaklık farklarının resif grupları arasındaki balık faunasını bu kadar etkilemesini açıklamak oldukça güçtür.

Balıkların resif gruplarında gösterdikleri ikamet durumlarına baktığımızda her iki dönemde ve her iki derinlikte geçici türlerin nispeten sabit oranda (%40-55) buldukları gözlenmektedir. Çoğunluğu karnivor ve ekonomik değere sahip bu türleri cezbeden resiflerin başarılı olduğunu söyleyebiliriz. Bohnsack ve diğ., (1991) denizel yapay habitatlar etrafında karnivor türlerin baskın olma eğiliminde bulunduğunu bildirmiştir. Yerli ve ziyaretçi türlerin oranlarında ise derinliğe ve yıla bağlı olarak geniş dalgalanmalar ortaya çıkmıştır. Moffitt ve diğ., (1989) Hawaii açıklarında 61m ve 98m deki aynı boyut, malzeme ve tasarımdaki yapay resif üzerine yaptığı çalışmada, geçici türlerin cezbedilmesinde derinlik ve mevkinin, resifin boyut, malzeme ve tasarımından çok daha önemli olduğunu, yerli türleri cezbeden ise malzeme yapısının ve tasarımın daha önemli olduğunu ileri sürmüştür. Resiflerin atımından 1 yıl sonra 9m'de belirlenen ziyaretçi türler B. boops, S. smarıs S. salpa ve C. Chromis tir ve bu türler genellikle deniz çayırları ile kaplı alanları tercih ederler. 18m deki resif grubu çamur zonda olduğu için, yukarıda bahsettiğimiz türler bu burada gözlenmemiş olabilirler

Sonuç ve Öneriler

Hekim Adası'ndaki yapay resifler balık tür ve birey sayısını 8 yıl sonunda lokal alanda iki kat arttırmıştır. Ancak ekolojik açıdan bu artış sürekli devam etmeyecektir. Her habitatteki komünite yapısı, bir klimaks değerine ulaştıktan sonra fazla bir değişim göstermez. Hekim Adası'ndaki yapay resiflerin klimaks değerine ne zaman ulaşacağı gözlemlerin sürdürülmesi ile belirlenebilir. Bundan sonraki resif çalışmalarında, balık faunası hakkında

daha doğru değerlendirme yapılabilmesi için tür ve birey sayılarının yanında biokütle tahminlerinin de yapılması yerinde olacaktır. Ayrıca deneysel amaçlı olması nedeni ile küçük ölçekli olan bu çalışmanın, daha büyük ölçekli yapay resif alanlarında tekrarlanması faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışmanın çeşitli dönemlerinde sualtı gözlemlerinde bize destek veren Cengiz METİN, Ali ULAŞ, F. Ozan DÜZBASTILAR'a ve verilerin istatistik analizlerinde yardımcı olan Ertan TAŞKAVAK ve Hülya SAYGI'ya teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Aburto-Oropeza, O., E.F. Balart (2001) Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *P.S.Z.N.:Marine Ecology*, 22(3): 283-305
- Angel, D.L. and E. Spanier (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
- Ardizzone, G.D., A. Belluscio and A. Somaschini (1997) Fish colonisation and feeding habits on a Mediterranean artificial habitat. In *The Responses of Marine Organisms to Their Environment*, pp.265-273 Ed. By L.E. Hawkins, S. Hutchinson, A.C. Jensen, M. Shearer and J.A. Williams. Proceedings of the 30th European Marine Biology Symposium, Southampton, UK, September 1995. University of Southampton, UK, 362 pp.
- Bayle-Sempere, J.T., A.A. Ramos-Espala and G. Charton (1994) Intra-annual variability of an artificial reef fish assemblage in the marine reserve of Tabarca (Alicante, Spain, SW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55:824-835
- Bohnsack, J.A., D.L. Johnson and R.F. Ambrose (1991) Ecology of artificial reef habitats and fishes. In *Artificial Habitat for Marine and Freshwater Fisheries*, pp. 61-107. Eds. William Seaman, Jr., Lucian M. Sprague, Academic Press Inc.
- Bohnsack, J.A., D.E. Harper, D.B. McClellan and M. Hulsbeck (1994) Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off southeastern Florida, U.S.A. *Bulletin of Marine Science*, 55(2-3):796-823
- Bortone, S.A., M.A. Samoilys and P. Francour (2000) Fish and macroinvertebrate evaluation methods. In Seaman, W.Jr., Ed. *Artificial Reef Evaluation With Application to Natural Marine Habitats*. CRC Press Inc., Boca Raton, London, New York, Washington, D.C. pp.127-164
- Bregliano, P. and D. Ody (1985) Structure du peuplement ichthyologique de substrat dur à travers le suivi des récifs artificiels et d'une zone naturelle témoin. Quatrième Colloque Pluridisciplinaire Franco-Japonais, Marseille, 16-21 September 1985, 6:101-112
- Buckley, R.M. and G.J. Hueckel (1985) Biological processes and ecological development on an artificial reef in Puget Sound, Washington. *Bulletin of Marine Science*, 37(1):50-69
- Charbonnel, E. (1990) Les peuplements ichthyologiques des récifs artificiels dans le département des alpes-maritimes (France). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 115(1):123-136
- Charbonnel, E., P. Francour, J.G. Harmelin, G. Ody and F. Bachet (2000) Effects of artificial reef design on associated fish assemblages in the Côte Bleue Marine Park (Mediterranean Sea, France). In *Artificial Reefs in European Seas*, pp.365-377. Eds. A.C. Jensen, K.J. Collins and A.P.M. Lockwood. Kluwer Academic, The Netherlands.
- Guidetti, P. (2004) Fish assemblages associated with coastal defence structures in south-western Italy (Mediterranean Sea). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 84:669-670
- Harmelin-Vivien, M., J.G. Harmelin, C. Chauvet, C. Duval, R. Galzin, P. Lejeune, G. Barnabe, F. Blanc, R. Chevalier, J. Duclerc and G. Lasserre (1985) Evaluation des peuplements et populations de poissons. Méthodes et problèmes. *Terre Vie*, 40: 467-539
- Hueckel, J.G. and R.M. Buckley (1987) The influence of prey communities on fish species assemblages on artificial reefs in Puget Sound, Washington. *Environmental Biology of Fishes*, Vol 19 (3):195-214
- Jensen, A. (2002) Artificial reefs of Europe: perspective and future. *ICES Journal of Marine Science* 59:3-13
- Lipej, L., M.O. Bonaca and M. Šiško (2003) Coastal fish diversity in three marine protected areas and one unprotected area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *P.S.Z.N.:Marine Ecology*, 24(4):259-273
- Lök, A., C. Metin, A. Ulaş, F.O. Düzbastılar ve A. Tokaç (2002) Artificial reefs in Turkey. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 192-195
- Moffitt, R.B., F.A. Parrish and J.J. Polovina (1989) Community structure, biomass and productivity of deepwater artificial reefs in Hawaii. *Bulletin of Marine science*, 44(2):616-630
- Relini, M., G. Relini and G. Torchia (1994) Seasonal variation of fish assemblages in the Laona artificial reef (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 55: 401-417
- Relini, G., M. Relini, G. Torchia and G. Palandri (2002) Ten years of censuses of fish fauna on the Loana artificial reef. *ICES Journal of Marine Science*, 59:132-137
- Rilov, G. and Y. Benayahu (2000) Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. *Marine Biology* 136:931-942
- Seaman Jr., W. and L.M. Sparague (1991) Artificial habitat practices in aquatic systems. In Seaman Jr. W., Sparague, L.M.(Eds.), *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press, pp.1-29
- Stone, R.B., J.M. McGurrin, L.M. Sprague and W. Seaman Jr. (1991) Artificial habitats of the world: synopsis and major trends. In Seaman Jr. W., Sparague, L.M.(Eds.), *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press, pp.31-60
- Walker, B.K., B. Henderson and R.E. Spieler (2002) Fish assemblages associated with artificial reefs of concrete aggregates or quarry stone offshore Miami Beach, Florida, USA. *Aquatic Living Resources*, 15:95-105.