

**İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN
İSTİLACI ASLAN BALIKLARININ (*Pterois miles*)
GAZİPAŞA-ALANYA KIYILARINDAKİ DAĞILIMI**

**DISTRIBUTION OF INVASIVE LIONFISH (*Pterois miles*)
ON THE COASTS OF GAZİPAŞA/ALANYA WHICH
SPREAD UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE
CHANGE**

ELİF UYSAL

PROF. DR SEDAT VAHDET YERLİ
Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin
Biyoloji Anabilim Dalı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak hazırlanmıştır.

Sevgili Aileme

ÖZET

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİSİNDE YAYILIŞ GÖSTEREN İSTİLACI ASLAN BALIKLARININ (*Pterois miles*) GAZİPAŞA-ALANYA KIYILARINDAKİ DAĞILIMI

Elif UYSAL

Yüksek lisans, Biyoloji Bölümü

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sedat Vahdet YERLİ

Haziran 2024, 39 sayfa

Gazipaşa Kıyılarında yapılan çalışmada istilacı olarak kabul gören aslan balıklarının güncel yoğunluğunu bulmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda söz konusu alanın bentik yapılarının özetler nitelikte 9 istasyon belirlenmiştir. Arazi çalışmaları 02.10.2022 ile 06.10.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Gözlemler 0-25 metre aralığındaki derinliklerde gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmalarında su altı görsel sayım tekniği kullanılmış transektlerde gözlemlenen balık türlerine ait tüm bireyler su altı aksiyon kamerası görüntüleri yardımıyla sayılmış ve veri setine kaydedilmiştir. Aslan balığı yoğunluğunun ve sıklığının belirlenmesi için baskınlık analizi ve frekans analizi yapılmıştır.

İklim değişikliği nedeniyle Akdeniz'in deniz suyu sıcaklığının artması tropik türler için yaşama elverişli hale gelmesine neden olmaktadır. Bu durum türlerde habitat kaymalarına neden olabilmektedir. Süveyş Kanalı'nın açılması ve iklim değişikliği ile Kızıldeniz'in faunası Akdeniz'e uyum sağlayabilmektedir. Akdeniz'e girmiş olan çok sayıda yabancı türün büyük çoğunluğunu termofilik türler oluşturmaktadır. Bu türlerin arasında aslan balığı gibi istila başarısı yüksek türler de yer almaktadır.

Aslan balığı (*Pterois miles*) Hint-Pasifik bölgesine özgü ışınlı yüzgeçli bir balıktır. Kızıldeniz'den Süveyş Kanalı yoluyla Akdeniz'e giriş yapmıştır. Türkiye'de ise ilk kez

İskenderun Körfezi'nde 2014 yılında raporlanmıştır. Zaman içinde Ege kıyılarına kadar yayılmıştır. Aslan balığı obur beslenme davranışı ve yeterli avcısının bulunmaması nedeniyle Akdeniz'de başarılı bir yayılım göstermekte, yerli türleri avlamakta veya alan yarışına girerek yerli türler üzerinde habitat stresi yaratarak biyolojik çeşitliliği etkilemektedir.

Anahtar Kelimeler: Aslan Balığı, *Pterois miles*, *Pterois volitans* Lesepsiyen Göç, Akdeniz, Su altı Görsel Sayım Tekniği (SGS), İstilacı, İklim Değişikliği

ABSTRACT

DISTRIBUTION OF INVASIVE LIONFISH (*Pterois miles*) ON THE COASTS OF GAZIPAŞA/ALANYA WHICH SPREAD UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE

Elif UYSAL

Master of Science, Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Sedat Vahdet YERLİ

June 2024, 39 pages

The aim of this research was to find out the current density of lionfish, which are considered invasive species on the Gazipaşa Coast. For this purpose, 9 stations were determined to summarize the benthic structures of the area in question. Field studies were carried out between October 2, 2022, and October 6, 2022. Observations were made at depths between 0 and 25 meters. In the field studies, the underwater visual counting technique was used, and all individuals belonging to the fish species observed in the transects were counted with the help of underwater action camera images and recorded in the data set. Density analysis and frequency analysis were performed to determine the density and frequency of lionfish.

The increase in seawater temperature in the Mediterranean due to climate change makes it more suitable for tropical species. This may cause habitat shifts among species. With the opening of the Suez Canal and climate change, the fauna of the Red Sea can adapt to the Mediterranean. The vast majority of the many alien species that have entered the Mediterranean are thermophilic species. Among these species are those with high invasion success, such as lionfish.

The lionfish (*Pterois miles*) is a ray-finned fish native to the Indo-Pacific region. It entered the Mediterranean from the Red Sea via the Suez Canal. In Turkey, it was reported for the first time in 2014 in Iskenderun Bay. In time, it spread to the Aegean coast. Due to its voracious feeding behavior and lack of sufficient predators, the lionfish has a successful spread in the Mediterranean, preying on native species or competing for space, creating habitat stress for native species and affecting biodiversity.

Keywords: Lionfish, *Pterois miles*, *Pterois volitans* Lessepsian Migration, Mediterranean, Underwater Visual Counting Technique, Invasive, Climate Change

TEŞEKKÜR

Bana akademi dünyasını deneyimleme şansı tanıyan, yol gösteren ve desteklerini asla esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Sedat V Yerli'ye;

Yüksek Lisans dönemim boyunca hiçbir sorumu cevapsız bırakmayan Araş. Gör. Dr. Fatih Mangıt'a;

Bana biyolojiyi sevdiren, hayata bakış açımı genişleten gerek arazi çalışmalarında gerekse sonsuz bilgisiyle bana her zaman destek olan Biyolog Mustafa Akkoca'ya;

Arazi çalışmalarımda tüm imkanlarını sunan sevgili amcam Kemal Uysal'a

Beraber çalıştığım, güldüğüm, eğlendiğim Laboratuvar arkadaşlarım Müge Mısırlıoğlu, Umut İplikci, Sercan Böyükalan'a;

Dert ortaklarım, dostlarım Kamile Hazal Tatar ve Omar Khalid Nashat'a;

Verdiğim her kararın arkasında duran, maddi ve manevi hiçbir desteği benden esirgemeyen, bana sonuna kadar güvenen, sonsuz sabırlarına hayran olduğum sevgili aileme;

En derin teşekkürleri bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Akdenizin Genel Özellikleri:	4
2.2. Süveyş Kanalının İnşası Ve Akdeniz'e Olan Etkileri:	7
2.3. İstilacı Tür Kavramı:	8
2.4. Aslan Balığı (<i>Pterois miles/volitans</i>):	9
2.4.1. Morfolojisi Ve Taksonomisi:	9
2.4.2. Ekolojisi:	12
2.4.3. Üreme Davranışı:	14
2.4.4. İstila Başarısını Artıran Özellikleri:	144
2.4.5. Türkiye'deki Çalışmalar:.....	15
3. MATERYAL METOD	17
3.1. Arazilerin Genel Yapısı:.....	18
3.2. Arazi Çalışmaları:	19
3.3. Veri Değerlendirme:.....	20
4. . BULGULAR	21
4.1. İstasyon Tablosu.....	21
4.2. Baskınlık Analizleri.....	23
4.3. Frekans Analizleri	23
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	26
6. KAYNAKLAR.....	30
EKLER	38

EK 1 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu.....	38
ÖZGEÇMİŞ.....	39

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Akdeniz'in maksimum ortalama derinliği	4
Şekil 2.2. Akdeniz'in birincil üretimi	5
Şekil 2.3. Akdenizin tek yıllık deniz yüzeyi sıcaklığı	5
Şekil 2.4. Akdenizin akıntı şeması	6
Şekil 2.5. (A) Aslan balığı morfolojisi şeması ve (B) Aslan balığı fotoğrafı	10
Şekil 2.6. <i>Pterois miles</i> ve <i>Pterois volitans</i> arasındaki meristik farklar	11
Şekil 2.7. Aslan balıklarının dağılımı	12
Şekil 2.8. Aslan balığının yaşam döngüsü	14
Şekil 3.1. İstasyonların haritada gösterimi	18
Şekil 3.2. Arazi çalışmalarında uygulanan SGS yöntemi şeması	19
Şekil 3.3. Arazi çalışmalarında kaydedilen Aslan balığı fotoğrafı	20
Şekil 4.1. Türlerin habitatlara göre dağılımı	24
Şekil 4.2. Türlerin tüm örnekleme sıklık analizi grafiği	24
Şekil 4.3. Habitatlara göre baskınlık analizi grafiği	25
Şekil 5.1. Aslan balığı avlama yarışmasından fotoğraflar	27

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Aslan balığı taksonomisi	10
Çizelge 4.1. Habitatlara ve istasyonlara göre görülen türler.....	22
Çizelge 4.2. Türlerin baskınlık yüzdeleri.....	24
Çizelge 4.3. Türlerin frekans yüzdeleri	24

SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

SGS	Su altı Görsel Sayım
RCP	Relative Climate Pathway (Bağıl İklim Yolu)
SCUBA	Self Containing Underwater Breathing Apparatus (Kendinden Yeterli Su Altı Solunum Aygıtı)
CN	International Union for the Conservation of Nature (Uluslararası Doğayı Koruma Birliği)
USDA	United States Department of Agriculture (Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı)
CBD	Convention on Biological Diversity (Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi)
UNDP	United Nations Development Programme (Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı)
GEF	Global Environment Facility (Küresel Çevre Fonu)
DKA	Doğal Koruma Alanları
ISSG	Invasive Species Specialist Group (İstilacı Türler Uzman Grubu)

1. GİRİŞ

Biyolojik çeşitlilik, tek ve kesin bir tanımı olan bir kavramdan ziyade çok yönlü ve birden fazla parametreleri içerisinde bulunduran bir kavramlar kümesidir (Bianchi ve Morri, 2000). En yalın haliyle biyolojik çeşitlilik, tür sayısı veya zenginliği olarak ifade edilebilir (Swingland, 2013). Biyolojik çeşitlilik, ekosistemlerin sürdürülebilirliği için önemli olmanın yanı sıra insanlık açısından da yaşamın devamlılığı için büyük bir önem arz eder (Gamfeldt ve ark., 2008). Ekosistemlerdeki çeşitlilik ve karşılıklı ilişkiler insan sağlığı ve refahı için önemli bir temeldir. Biyolojik çeşitlilik insanlığa çevresel, ekonomik ve kültürel açıdan fayda sağlar. Ekonomik açıdan bakılırsa biyolojik çeşitlilik, petrol ve gaz aramaları gibi doğal kaynaklara dayalı endüstrilere, besin kaynağına, barınma olanaklarına, tatlı suya kısacası doğadan edindiğimiz tüm çıktılara bağlı olarak ekonomik faydalar sağlar (Habibullah ve ark., 2022; Salafsky ve ark., 2008).

İklim değişikliği biyolojik çeşitlilikteki kaybın en önemli nedenlerinden biridir. İklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik üzerinde sıcaklık ve yağıştaki değişikliklerle birlikte aynı zamanda okyanus asitlenmesini artırarak da denizel yaşamlardaki biyolojik çeşitliliği etkileyerek ekosistemler için bir baskı oluşturur (Habibullah ve ark., 2022).

Biyolojik çeşitlilik üzerindeki bir diğer baskı ise arazi kullanımındaki değişikliklerdir. İnsan faaliyetleri, tarım, şehirleşme ve madencilik gibi etkenler doğal habitatlara zarar verir veya dönüştürür. Bu durum, birçok türün yaşam alanlarının daralmasına ve bazılarının tamamen yok olmasına yol açabilir. Habitat kaybı, Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN)'nin Tehdit Altındaki Türler Kırmızı Listesi'nde listelenen türlerin %85'ini tehdit eden ana faktörlerden biridir (Maxwell ve ark., 2016; Salafsky ve ark., 2008).

Biyolojik çeşitliliği tehdit eden bir diğer etmen kirliliktir. Su, tüm yaşam faaliyetlerinin temelini oluşturur. Antropojenik etkiler nedeniyle suyun ağır metaller ve pestisitlerle kirlenmesi canlılar arasındaki dengeyi bozarak biyolojik çeşitliliğe zarar verir (Iyiola ve ark., 2022).

Kaynakların kullanımını sürdürülemez bir yöntemle yapıldığında avcılık veya balıkçılık yoluyla türlerin avlanması popülasyonların azalmasına ve sonuç olarak biyolojik çeşitliliğin tehlike altına girmesine yol açar (Salafsky ve ark., 2008).

İstilacı türler yerli olmayan türler gibi doğal habitatları dışında bulunmalarıyla birlikte yerli olmayan türlerden farklı olarak buldukları habitatın tahribatına neden olur ve biyolojik çeşitliliğinin zarar görmesine sebep olurlar (Iannone ve ark., 2020). İstilacı türlerin varlığı; habitat bozulmalarından sonra tür yok oluşlarını tetikleyen en büyük ikinci etmendir (Bellard ve ark., 2016). Yerli türlerle habitat ve besin rekabetine girerek mevcut sistemde bir stres faktörü haline gelirler (Molnar ve diğerleri., 2008).

Biyolojik çeşitliliğin korunması adına küresel anlamda önlemler alınmıştır ve bu önlemler istilacı yabancı türler üzerine düzenlemeler getirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi (CBD) Taraflar Konferansı, 2011-2020 Biyolojik Çeşitlilik İçin Stratejik Planı benimsemiş ve Aichi Biyolojik Çeşitlilik Hedefi 9'u açıkça istilacı yabancı türleri ele alarak kabul etmiştir. Aichi Biyolojik Çeşitlilik Hedefi 9'a göre 2020 yılına kadar, istilacı yabancı türler belirlenip önceliklendirilmiş olacak, öncelikli türler kontrol edilecek veya ortadan kaldırılacak ve giriş ve yerleşimlerini önlemek için yollar önerilecektir". Uluslararası Doğayı Koruma Birliği (IUCN), bu Aichi Biyolojik Çeşitlilik Hedefinin gerçekleştirilmesi için önemli katkılarda bulunmuştur. İstilacı yabancı türlerin önceliklendirilmesinde ilerleme kaydedilmiş olsa da bu türlerin eradikasyonu (kökten yok etme) ve kontrolü konusunda daha fazla çaba gerekmektedir.

Akdeniz'in hidrolojisi, iklimi ve tarihsel jeolojik değişimi; ılıman ve subtropikal organizmaların bir arada yaşamasına olanak tanıyan farklı habitatlar oluşturmasını sağlamış böylelikle yüksek biyolojik çeşitlilik için uygun bir ekosistem haline gelmiştir (Bianchi ve Morri, 2000). Dünya okyanuslarının %0,82'lik yüzey alanını oluşturan ve %0,32'lik hacmine sahip olan Akdeniz, yaklaşık 8500 makroskobik deniz türleriyle tüm dünyadaki makroskobik deniz türlerinin %4 ile %18'lik bir kısmını barındırır (Bianchi ve Morri, 2000). Bu oranlar göz önünde bulundurulduğunda Akdeniz'in önemli bir biyolojik çeşitliliğe sahip olduğu söylenebilir. Endemizm açısından bakılacak olursa Akdeniz'in endemik türleri tüm Akdeniz biyotasına oranla %25'inden fazlasına tekabül eder (Jean-pierre, 2000). Minyatür bir okyanus olarak kabul edilen Akdeniz, termohalin sirkülasyonu ve su oluşum özellikleri ile sabit bir sistem olmadığı için potansiyel

değişikliklere karşı hassas bir durumdadır (Bethoux ve ark., 1999; Theocharis, 2008). Akdeniz ekosistemlerinin birçoğunun stres faktörlerine karşı dayanıksız olması, buradaki biyolojik çeşitliliğin de hassas bir dengede olduğunu gösterebilir (Galil, 2023).

Doğal süreçlerle birlikte Akdeniz'in mevcut biyolojik çeşitliliğini etkileyen önemli faktörlerden birisi de insan faaliyetleridir. Beşeri etmenlerden biri olan ve 1869'da inşası tamamlanan Süveyş kanalı aracılığıyla birçok Kızıldeniz türü Akdeniz'e giriş yapmıştır (Golani, 1998). Hidrografik olarak birbirinden farklı olan Akdeniz ve Kızıldeniz'i birleştiren kanal aynı zamanda faunistik olarak da farklı olan iki su kütlelerini birbirine bağlayarak türlerin bu iki su kütlesi arasındaki hareket engelini ortadan kaldırmıştır (Golani, 1998). Akdeniz'in makroskobik deniz türlerinin 700'den fazlasını oluşturan balık türlerinin en az 80 türünü Süveyş kanalı aracılığı ile gelen Hint- Pasifik ve Kızıldeniz türleri oluşturur (Jean-pierre, 2000; Mutlu ve ark, 2023).

Kızıldeniz'den Akdeniz'e giriş yapan türlerin hepsi istilacı tür olarak etiketlenmez. İstilacı tür kavramı ile yerli olmayan tür kavramı aynı anlamı taşımamaktadır. Yerli olmayan türler; iklim değişikliği, insan faaliyetlerinin doğrudan veya dolaylı sonuçları gibi nedenlerden dolayı doğal habitatının dışına çıkarak yeni bir bölgeye geçiş yapan türlerdir (Jeschke ve ark, 2014).

Günümüzde istilacı türlerin varlığı, iklim değişikliğinin yarattığı etkiler nedeniyle daha çok dikkat edilmesi gereken bir konu haline gelmiştir. İklim değişikliği etkisiyle Akdeniz'in deniz suyu sıcaklığı artmaktadır (Theocharis, 2008). Çevresel değişimlere karşı hassas ve istikrarlı bir deniz olmayan Akdeniz için deniz suyu sıcaklığının artması aslan balığı gibi tropik istilacı balıkların bölgede yayılışlarını kolaylaştırmaktadır (Bianchi, 2007).

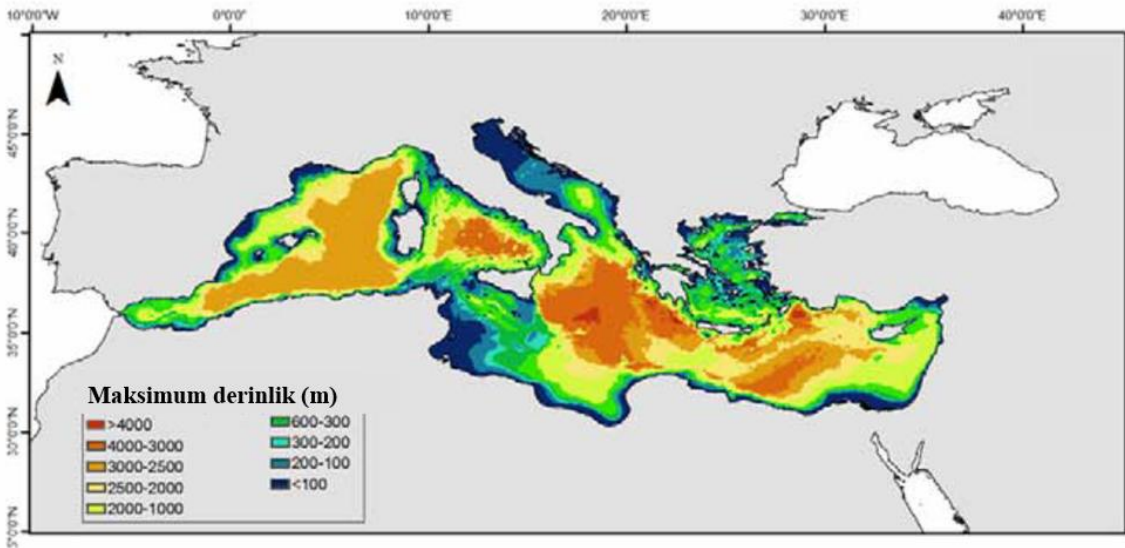
Ülkemiz kıyılarındaki aslan balığının güncel yoğunluğu hakkında bilgi sahibi olmak, olası yayılma boyutunun anlaşılmasına yardımcı olabilecektir. Bu bağlamda, Gazipaşa-Alanya kıyılarında aslan balığı yoğunluğunun hesaplanması, bu tezin araştırma konusunu oluşturmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Akdenizin Genel Özellikleri:

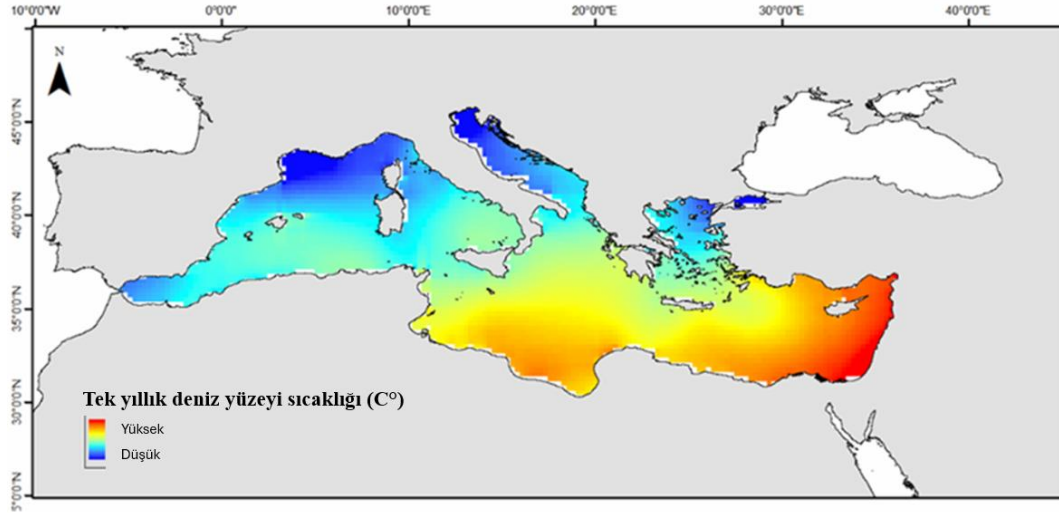
Akdeniz, Batıda Atlantik Okyanusu'nun bulunduğu, doğuda Asya Kıtasının bulunduğu ve Avrupa'yı Afrika'dan ayıran kıtalararası bir denizdir. Atlantik Okyanusu'ndan Cebelitarık Boğazı ile, Karadeniz'den ise Çanakkale boğazı ile doğal olarak ayrılmaktadır. Güneydoğuda ise Süveyş Kanalı ile Kızıldeniz'e bağlanır (Salah ve Boxer, 2024).

Akdeniz hidrodinamiği yüzey katmanı, ara katman ve derin katman olmak üzere üç su kütlesi katmanı tarafından yönlendirilir. Yüksek oksijen seviyesine sahip olan yüzey katmanı yaklaşık 75 ila 300 metre arasında değişen bir kalınlığı sahiptir. Bu katman Akdeniz'in Batı havzasında alt sınırdaki bir minimum sıcaklığın varlığı ile belirlenirken Doğu havzasında minimum sıcaklık çoğunlukla yoktur bu nedenle düşük sıcaklık düşüşü tabakası bulunur. Ara katman 300 ila 600 arasındaki derinliklerde tanımlanan bir katmandır ve 400 metrede maksimum sıcaklık ve tuzluluk ile karakterize edilir. Ara katman, doğu havzasında yeni oluştuğu yerde yüksek oksijen seviyesine sahiptir, ancak batıya doğru hareket ettikçe oksijen içeriğini kaybeder. Derin katman ise ara katman ve dip arasında kalan katmandır ve homojenizedir (Salah ve Boxer, 2024).

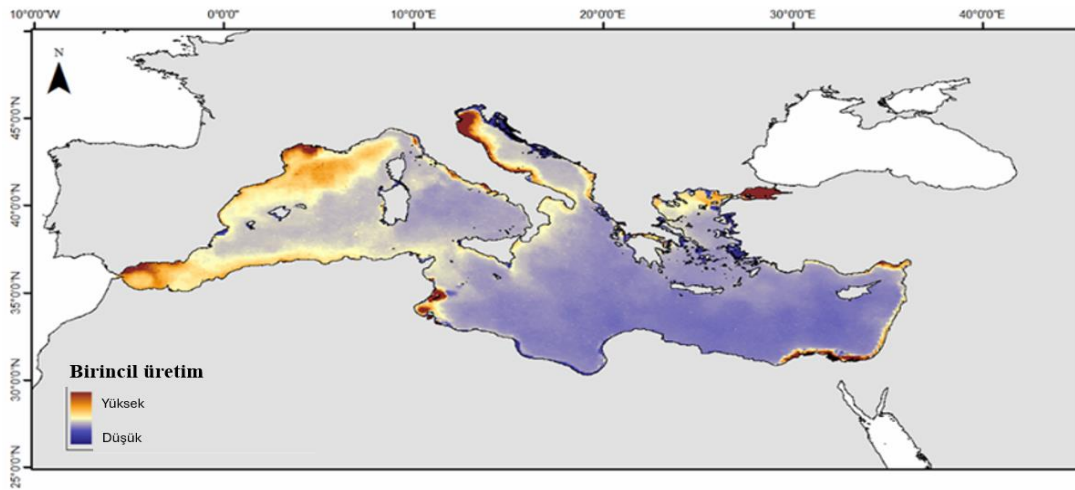


Şekil 2.1. Akdeniz'in maksimum ortalama derinliği (Coll ve ark., 2010 ilgili makalesininden değiştirilerek alınmıştır.)

Akdeniz'deki en yüksek sıcaklıklar Ağustos ayında ortalama 30-31°C ile Libya kıyılarındaki Sidra Körfezi'nde ve İskenderun Körfezi'nde ölçülür. En düşük yüzey sıcaklıkları ise Trieste Körfezi'nde Şubat ayında ortalama 5°C civarında bulunmaktadır (Şekil 2.2) (Fратиanni ve ark., 2014; Salah ve Boxer, 2024). Akdeniz'in birincil üretimi Şekil 2.3. de gösterilmiştir



Şekil 2.2. Akdeniz'in tek yıllık deniz yüzeyi sıcaklığı (Coll ve ark., 2010 ilgili makalesinden değiştirilerek alınmıştır.)



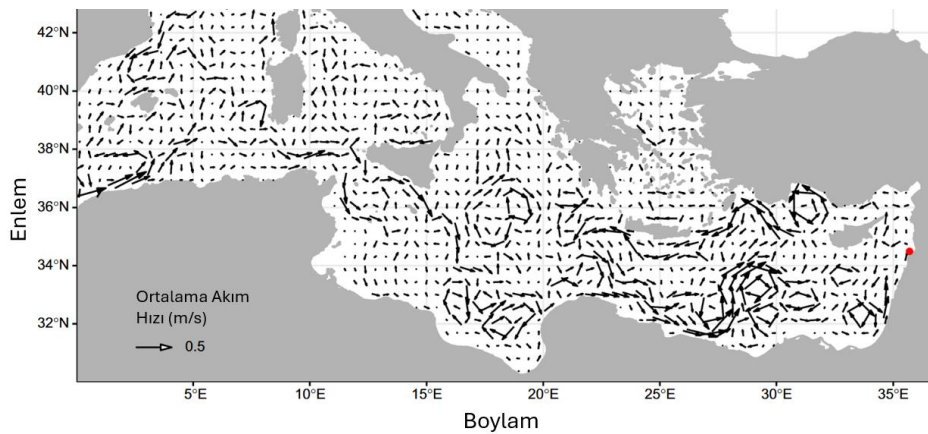
Şekil 2.3. Akdeniz'in birincil üretimi (Coll ve ark., 2010 ilgili makalesinden değiştirilerek alınmıştır.)

Akdeniz'in yüzey suları, batı kesimleri dışında ortalama binde 38 tuzluluk gösterirken Doğu Akdeniz'de yaz aylarında tuzluluk binde 40 ulaşabilir (Fратиanni ve ark., 2014).

Yarı kapalı bir deniz olan Akdeniz; yüksek tuzluluk, sıcaklık ve yoğunluk ile karakterize edilirken okyanuslarla sınırlı bir alışverişe sahip olup karmaşık bir üst tabaka dolaşımına

sahiptir. Akdenizin derin su olayları düzensizdir bu nedenle iklim değişikliğine karşı da hassastır (Tanhua ve ark., 2013) . Akdeniz'in özellikle doğu havzası düşük besin değerine sahip olup bu düşük besin konsantrasyonunun ana sebebi Akdeniz'in anti körfez sirkülasyonuna sahip olmasından kaynaklanır. Daha yüksek besin değerlerine sahip olan derin sular sistem dışına verilirken, düşük besin oranına sahip Atlantik suları sisteme girmektedir (Huertas ve ark, 2012; Kress ve ark., 2003). Fosfatlar, nitratlar ve nitritler gibi bitki besin maddeleri açısından fakirdir. Bu besinler mevsimsel dalgalanmalar gösterir ve genellikle bahar aylarında artış gösterirler (Salah ve Boxer, 2024).

Aktif ve hızlı bir havalandırma sistemine sahip olan Akdeniz, yüksek oksijen seviyelerine sahip olmakla birlikte düşük besin üretimi nedeniyle oksijen kullanım oranı da düşüktür (Schlitzer ve ark., 1991). Cebelitarık Boğazı'ndan geçen akış, Akdeniz'deki baskın su değişimidir. Tatlı su girişi açısından yağış başlıca kaynak olmakla birlikte, nehirler, denizaltı ve yeraltı suları da tatlı su girişi için kaynak oluşturur. Buharlaşma ise hidrolojik değişimlerdeki en büyük ikinci olaydır. Atlantik Okyanusu yüzey suları Cebelitarık Boğazı'ndan Akdeniz'e girer, Cezayir kıyıları boyunca ilerleyerek doğu havzasına ulaşır; buradan Kilikya ve Küçük Asya akıntılarıyla Türkiye kıyılarından batıya doğru ilerler ve batı Adriyatik kıyı akıntısını takip eden yüzey suları Ligurya-Provencal akıntılarıyla doğu havzasına gelir (Pinardi ve Masetti, 2000). Akdeniz'deki yüzey akıntıları, aslan balığı larvaları için önemli bir yayılma rotası oluşturabilir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Akdenizin akıntı şeması (Schilling ve ark., 2024 ilgili makalesinden alınıp düzenlenmiştir.)

Akdeniz ekonomik olarak özellikle balıkçılık, petrol ve gaz çıkarımı için kullanılmaktadır ve nakliye yolları için stratejik bir konuma sahiptir. Kıyı kesimlerinde turizm, karayolu ulaşımı ve rekreasyonel faaliyetler için yoğun olarak kullanılır (Shaltout ve Omstedt, 2014).

Akdeniz, sera gazı emisyonlarının neden olduğu artan deniz yüzeyi sıcaklığına karşı savunmasız bir iklim değişikliği sıcak noktası olarak kabul edilmektedir (Lionello, 2012). İklim değişikliğinin Akdeniz üzerindeki en büyük etkilerinden biri deniz suyu sıcaklığının artmasıdır (Theocharis, 2008). Su sıcaklığındaki artış, aslan balıkları gibi tropik türlerin Akdeniz'e uyum sağlamasını kolaylaştırmaktadır. Güncel olarak Akdeniz'de 1000'den fazla yabancı tür bulunmakta ve bunların çoğu, doğu havzasına Süveyş Kanalı yoluyla girmiş olan termofilik türleri içerir (Katsanevakis ve ark., 2014; Zenetos ve ark., 2010).

Aslan balıklarında öldürücü minimum sıcaklık 10,0°C olmakla birlikte beslenme aktiviteleri ortalama 16,1°C sıcaklıklarda kesilmektedir (Kimball ve ark., 2004). Akdeniz'in ısınması, aslan balıklarının bu bölgede yayılımını genişletebilir. Akdeniz, ekolojik ve ekonomik açıdan büyük öneme sahip olması nedeniyle dinamiklerinin izlenmesi ve takip edilmesi gerekli görülmektedir.

Başarılı istilalar, genellikle geniş seçiciliğe sahip bir diyet uygulayan türler ve çeşitli çevresel koşullara yüksek tolerans gösterebilen türleri içerir (Vila-Gispert ve ark., 2005). Bu türler bir kez yerleştikten sonra, avlanma ve kaynaklar için rekabet etmek amacıyla doğrudan zararlı etkiler yaratabildiği gibi habitatları, türler arasındaki etkileşimleri değiştirerek dolaylı olarak da etkilemektedir. Ayrıca, biyolojik çeşitliliği azaltarak veya homojenize ederek ekosistem yapısının ve fonksiyonunun bozulmasına neden olabilirler (Mack ve ark., 2000).

2.2. Süveyş Kanalının İnşası ve Akdeniz'e olan etkileri:

Tezin ana konusu olan aslan balıklarının Akdeniz'e olan istilasında ise en önemli vektör ise Süveyş Kanalı'nın inşası ve Suvan Barajı'nın oluşturulmasıdır.

Giriş bölümünde de belirtildiği gibi 1869'da tamamlanan Süveyş Kanalı, Kızıldeniz ile Akdeniz arasında yapay bir bağlantı oluşturarak farklı ekosistem arasında türlerin hareketine olanak sağlamıştır. Akdenize kıyasla daha az besin ihtiva eden ve daha tuzlu olan Kızıldeniz, Süveyş Kanalı'nın inşası ile birlikte Akdenizle bağlanmış ve Süveyş Kanalı'nın mimarı Ferdinand de Lesseps'in adıyla anılan bir göç başlamıştır. Bu göç genellikle Kızıldeniz'den Akdeniz'e doğru gerçekleşmektedir (Johnston ve Purkis, 2014).

Süveyş Kanalı aracılığı ile birçok tür Akdeniz'e geçmiştir ancak aslan balığının etkin olarak Akdeniz'de görülmeye başlamasına Asvan Barajı'nın inşası destek olmuştur. Nil Nehri üzerine 1960'larda inşa edilen Asvan Yüksek Barajı Akdeniz'e Nil Nehri'nden gelen besin açısından zengin olan tatlı su akışını azaltarak Akdeniz'in ekosistemini Kızıldeniz'e yaklaştırmış ve istila hızını arttırmıştır (Johnston ve Purkis, 2014).

En başarılı istilacı su türleri arasında yer alan aslan balığı, Akdeniz'de ilk defa 1991 yılında İsrail kıyılarında rapor edilmiştir (Golani ve Sonin, 1992). Daha sonra 2012 yılına gelindiğinde ise Lübnan kıyılarında iki örnek daha rapor edilmiştir (Bariche ve ark., 2013). Bu raporu izleyen yıllarda Kıbrıs, Türkiye ve Yunanistan'da da aslan balığı gözlemlenmeye başlamıştır (Crocetta ve ark., 2015; Oray ve ark., 2015; Turan ve ark., 2014).

2.3. İstilacı Tür Kavramı:

Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından yapılan tanıma göre "İstilacı türler, tanıtıldıkları ortama ekonomik, çevresel veya insan sağlığına zarar veren veya verme olasılığı bulunan yabancı türlerdir." Bu tanım, Executive Order 13112'ye dayanmaktadır. Bu tanıma göre İstilacı türler, ekosistemlerin, çevrenin yapısını değiştirerek mevcut ekolojiye ve dolaylı olarak ekonomiye ciddi zararlar verebilirler.

İstilarlar doğal bir süreç olarak oluşabilmelerine rağmen beşeri faaliyetler sonucu hızlanmış ve daha etkili olmaya başlamışlardır, İnsanlar tarih boyunca bilinçli olarak veya bilinçsiz bir şekilde istilacı türlerin yayılmalarına neden olmuşlardır. Özellikle keşifler çağı olarak da bilinen 1400-1600 yıllarında itibaren istila süreci hızlanmış ve uluslararası ticaretle birlikte daha da artmıştır (Hulme, 2009).

Denizel istilacı türlerin yeni habitatlara taşınması ve yerleşmesinde insan yapımı kanallar, barajlar ve deniz ticareti çok etkili olmaktadır. Bu oluşumlar deniz organizmalarının okyanuslar arasında taşınma şeklini hızla değiştirmiştir. Deniz ticaretinde gemi gövdelerine yapışma (hull fouling) ve balast suyu taşımacılığı iki ana başlık olarak ortaya çıkmaktadır. Bir araştırmaya göre, deniz ticareti, deniz istilacı türlerinin yayılmasında baskın bir mekanizma haline gelmeye başlamıştır (Molnar ve ark., 2008).

Balast suyu, farklı denizel ortamlar arasında yabancı türlerin taşınmasında önemli bir araçtır. Her gün yaklaşık 10.000 tür balast suyu ile taşınmakla birlikte bunların birçoğu istilacı türlerdir (Dunstan ve Bax, 2008).

İklim değişikliği, okyanus sıcaklıklarını artırmaktadır ve bu durum balast sularıyla taşınan istilacı deniz organizmalarının dağılımını etkileyebilmektedir. Örneğin, bir geminin balast tankındaki organizmalar, gemi tropikal sulardan geçtiğinde 20°C'ye kadar sıcaklık değişimleri yaşayabilirler. Taşıma sırasında oluşan bu ısı stresi, istilacı türlerin yeni ortamlarına daha iyi adapte olmasına neden olabilir (Lenz ve ark., 2018).

Akvaryum balıklarının küresel ticareti, ekonomik olarak toplayıcıları, toptancıları ve perakendecileri desteklemekle ekonomik, sosyal ve ekolojik maliyetlere yol açabilecek istilacı yerli olmayan türlerin yeni alanlara giriş yapmasına ve yerleşmesine olanak tanımaktadır (Pejchar ve Mooney, 2009; Tlustý ve ark., 2013). Akvaryum balıkları ticareti en az 125 farklı familyadan 1800'den fazla balık türünü kapsamaktadır (Rhyne ve ark., 2012). Ticareti yapılan türler arasında aslan balığı gibi istilacı türler de bulunmaktadır. Bu nedenle, akvaryum balıkları ticaretinde potansiyel olarak riskli türlerin çeşitliliğini ve hacmini değerlendirmek, istila tehlikesini düşürmek açısından önemlidir.

2.4. Aslan Balığı (*Pterois miles/volitans*):

2.4.1. Morfolojisi ve Taksonomisi:

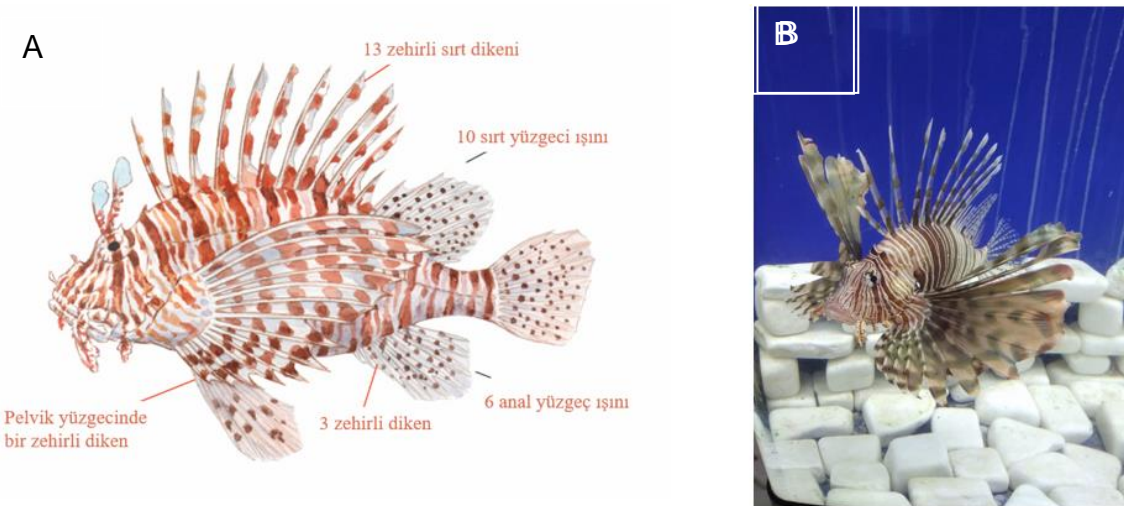
Scorpaenidae ailesine mensup olan aslan balıklarından şeytan ateş balığı (*Pterois miles*) ve kırmızı aslan balığı (*Pterois volitans*) 1986 yılına kadar aynı tür olarak değerlendirilse de yapılan morfolojik, meristik ve moleküler çalışmalar neticesinde iki farklı tür

(Çizelge 2.1) olarak ele alınmasının daha doğru olduğuna karar verilmiştir (Freshwater ve ark., 2009; Schultz, 1986). Şekil 2.5 de genel gösterim verilmiştir.

Çizelge 2.1 Aslan balığı taksonomisi

Alem: Animalia
• Şube: Chordata
○ Sınıf: Actinopterygii
▪ Takım: Scorpaeniformes
▪ Aile: Scorpaenidae
▪ Alt Aile: Pteroinae
▪ Cins: <i>Pterois</i>
▪ Tür: <i>Pterois miles</i>
▪ Tür: <i>Pterois volitans</i>

ilk olarak 1828 yılında Bennett tarafından tanımlanan *Pterois miles*, Baş ve gövde boyunca soluk beyaz zemin üzerinde kırmızı ve kahverengi dikey çizgilere, 13 sırt yüzgeci dikenine, 3 anal yüzgeci dikenine, 9-11 sırt yüzgeci ışınına, 6-7 anal yüzgeç ışınına ve 14 pektoral yüzgeç ışınına sahiptir (Schultz, 1986). Total boy uzunlukları 20-25 cm arasındadır (Savva ve ark., 2020).



Şekil 2.5. (A) Aslan balığı morfolojisi şeması (Juan Varela Aslan balığı illüstrasyonundan değiştirilip alınmıştır). (B) Aslan balığı fotoğrafı (fotoğraf: Prof. Dr. Ali GÜL)

Pterois volitans, Scorpaenidae familyası altında incelenen, yüzgeç dikenlerinde zehirli dikenler bulunması sebebiyle toksik olarak kabul edilen bir balık türüdür. Uzunluğu genellikle 30-38 cm aralığında olmakla birlikte, bazı bireylerin boyu 40 cm'yi aşabilmektedir. Renk çeşitliliği kısmi olarak yaşadığı habitatlara göre değişiklik gösterebilir; haliçlerdeki bireyler diğer türdeşlerine göre daha koyu bir renk varyasyonu gösterebilirler. Sırt, anal ve pelvik yüzgeçlerinin her bir ışınında zehirli dikenler bulunmaktadır. *Pterois volitans* ve *Pterois miles* morfolojik olarak ve davranışsal olarak birbirlerine çok benzemekle birlikte kesin olarak ayrımları moleküler analizlere dayanarak yapılır. Ancak iki tür arasında ufak meristik farklar türleri görsel olarak sınıflandırmada bir fikir verebilir. Bu farklar arasında dorsal yüzgeç ışın sayısı, anal yüzgeç ışın sayısı, pectoral yüzgeç büyüklük farkları örnek gösterilebilir. *Pterois miles*'te 10 adet dorsal yüzgeç ışını bulunurken *Pterois volitans* 'ta 11 adet dorsal yüzgeç ışını bulunmaktadır. Diğer taraftan *Pterois miles*'te 6 adet anal yüzgeç mevcutken *Pterois volitans*'ta 7 adet anal yüzgeç ışını bulunur. Pektoral yüzgeçler karşılaştırıldığında ise *Pterois volitans* *Pterois miles*'e göre daha uzun pektoral yüzgeç boyutuna sahiptir ama kesin sınıflandırma bu meristik farklardan ziyade moleküler analizlere dayarak yapılır. Bu ayırım zorluğunun neticesinde istila gözlemlerinde iki türe (Şekil 2.6) de atıfta bulunarak, genel anlamda "aslan balığı" olarak tez metninde yer verilmiştir.

MERİSTİK FARKLAR



Hint okyanusu: Pterois miles ; *Pasifik okyanusu: Pterois volitans*

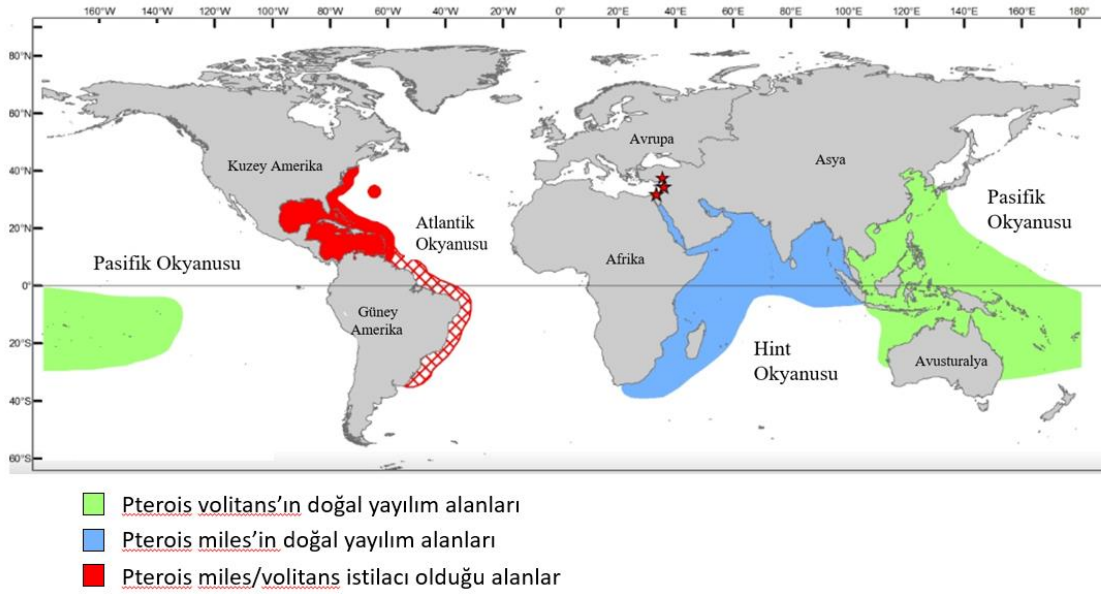
Dorsal yüzgeç ışınları	10	11
Anal yüzgeç ışınları	6	7
Pektoral yüzgeç boyutu	Daha kısa	Daha uzun
Nokta boyutu	Daha küçük	Daha büyük
Coğrafi aralık	Afrika-Endonezya	Endonezya- Pasifik

Schultz, 1986

Şekil 2.6. *Pterois miles* ve *Pterois volitans* arasındaki meristik farklar (Schultz, 1986 ilgili makalesinden alınıp düzenlenmiştir.)

2.4.2. Ekolojisi:

Aslan balıkları, deniz resifleri ve etrafında genellikle tek başına veya düşük birey sayılı gruplar halinde yaşayan, yaygın ve istilacı balıklardır. *P. miles* Hint Okyanusu'ndan Kızıldeniz ve Basra Körfezi'ne kadar yayılış gösterirken, *P. volitans* Batı ve Orta Pasifik ile Batı Avustralya'da yayılış gösterir (Şekil 2.7) (Lozano-Peña ve ark., 2023; Schultz, 1986).



Şekil 2.7. Aslan balıklarının dağılımı (Lozano ve ark., 2013 ilgili makalesinden alınıp düzenlenmiştir.)

Aslan balıklarının Batı Atlantik'te görülmeleri, 1992 yılında Florida'nın Biscayne Körfezi'ndeki bir akvaryumdan Andrew Kasırgası sonrasında bireylerin serbest kalmasına dayandırılmakla birlikte balast suyu yoluyla da girmiş olabileceği düşünülmektedir. Aslan balıkları, 2001 yılı itibarıyla Amerika Birleşik Devletleri'nin Doğu Kıyısı boyunca yayılmış olup, gerek yeni ortamlardaki caydırıcılığı gerekse üreme başarıları sayesinde bu türün yeni ortamında başarılı bir şekilde ürediğini ve hayatta kaldığını kanıtlamaktadır. Bu yayılma başarısı, larvaların Gulf Stream akıntısı ile yayılmasıyla kolaylaşmış olabilir. Bahamalar'da 2004'ten itibaren, 2007'de ise Turks ve Caicos Adaları ile Küba'da aslan balıkları görülmüştür. Karayipler'de 2010 yılında ise yerleşik bir tür haline gelmeye başlamışlardır. Beşeri yollarla yerleşik hale gelen, yeni habitatlarda doğal bir avcısı bulunmamakta olan ve yumurta ile yavru ölümleri düşük

seviyelerde kalan bu tür, Karayip resiflerinde ekolojik bir dengesizlik yaratmaktadır ve doğal resif balığı türleri aleyhinde hızla çoğalmaktadır (Kurtz, 2013).

Köpekbalıklarının, *Pterois volitans*'ın zehirli dikenlerinden etkilenmeden bu türü avlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle 2011 yılından beri Honduras'taki Roatán Deniz Bilimleri Enstitüsü'nde, Karayipler'deki istilacı aslan balığı topluluklarını kontrol altına almak amacıyla köpekbalıklarını aslan balığıyla beslenmelerini amaçlayan bir deney yürütülmektedir. Kıyıdan 50 metreye kadar olan alanda görülebilirler (Lozano-Peña ve ark., 2023; Schultz, 1986). Mercan resif ekosistemlerinde veya bu habitatlara yakın olan habitatlarda yaşarlar. Noktürnal özellikte olan bu canlılar gün boyunca kayalıkların oyuklarında dinlenirken gece veya alacakaranlıkta ise daha aktif hale gelirler. Avlanma aktivitesinin en yüksek olduğu zaman dilimleri de alacakaranlığın etkisinin sürdüğü bu zaman aralıklarında görülür (Morris ve Akins, 2009). Genellikle avının izini sürerek ve pektoral yüzgeçlerini kullanarak avını köşeye sıkıştırırlar (Côté ve Maljković, 2010). Yüzgeçlerindeki zehir nedeniyle (dorsal, anal ve pelvik) bulunduğu alan içinde bir caydırıcılığa sahiptirler (Halstead ve ark., 1955). Aslan balıklarının diyetinin çoğunluğunu kemikli balıklar oluşturmakla birlikte mide içeriği analizlerinde omurgasızlara da rastlanmaktadır. Aslan balıkları genel olarak 15 cm'den küçük balıklar, küçük kabuklular ve yumuşakçalarla beslenir. Büyüdükçe daha balıkçıl hale gelirler. Diyetinin büyük çoğunluğunu oluşturan kemikli balıklardan en fazla öge ile temsil edilen familyalar: Gobiidae, Tripterygiidae, Sparidae ve Labridae familyalar olup genellikle bu familyaların tercih ettiği kayalık habitatları tercih eden aslan balıklarının en fazla avlanma aktivitesi gösterdiği alanlar ise dolayısı ile yine kayalık habitatlardır (Zannaki ve ark., 2019).

2.4.3. Üreme Davranışı:

Aslan balıkların yaşam döngüsü Şekil 2.8’de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Aslan balığının yaşam döngüsü (Danireef “Lionfishes reach the Strait of Sicily. Maximum alert fort his alien species” ilgili yazısından alınıp düzenlenmiştir.)

Aslan balıkları gonokoristik özellik gösterirler yani her birey dişi veya erkek genital organlardan yalnızca birini taşıyabilirler (Morris ve Akins, 2009). Aslan balıkları yılın her mevsiminde üreyebilirler ve dişi aslan balıkları yıllık 2 milyonun üzerinde yumurta bırakabilme kapasitesine sahiptirler (Morris, 2012). Üreme zamanında bireyler küçük bir eşeyssel dimorfizm oluştururlar (Fishelson, 1997). Aslan balıkları, yumurtlama döneminde erkek aslan balığının dişi aslan balığının etrafında döndüğü bir davranış modeli sergiler. Döllenme sonrası dişiler yüzeye iki yüzen yumurta kümesi bırakır. Bu embriyolar yapışkan bir mukozayla birbirine bağlanır. Yüksek ölüm oranına sahip olan larvalar, bağlanmayı takip eden birkaç gün içinde bu mukozanın parçalanmasıyla serbest kalır (Fishelson, 1978). Larva aşaması 20 ila 40 gün sürer. Aslan balıklarının pelajik olan larva evresi oşinografik akıntılar yoluyla dağılmasını kolaylaştırır (Fishelson, 1997).

2.4.4. İstila başarısını artıran özellikleri:

Yukarıda bahsi geçen özellikleri istila başarısının nedenleri şunlardır;

Hızlı bir üremeye döngüsüne sahip olmaları, erken erginliğe ulaşmaları ve yüksek doğurganlık oranına sahip olmaları aslan balıklarının bir bölgedeki sayılarını kısa süre içerisinde artırmalarına olanak sağlamakla birlikte pelajik larval evreye sahip olmaları

larval aslan balıklarının hızlı bir şekilde yayılmasını da sağlar (Fishelson, 1997; Morris, 2012)

Avcıları aşırı avlandığı için çok azalan doğal düşmanları biyolojik bir direnç gösteremiyorlar (Maljković ve ark., 2008). Aslan balığını avlayabilen orfoz türleri ekonomik bir değere sahip olduğundan yoğun bir şekilde avlanmaktadır sayıca azalmaları aslan balığının üstündeki av stresini kaldırabilir (Chiappone ve ark., 2000).

Zehirli dikenleri zaten az sayıda olan yırtıcılardan korunmasını sağlar(Halstead ve ark., 1955)

Tüm bu özellikler ve Akdeniz'in mevcut durumu göz önüne alındığında aslan balığının Akdeniz üzerindeki istila başarısı açıklanabilir.

2.4.5. Türkiye'deki Çalışmalar:

Türk deniz suları için *Pterois miles*'in ilk kaydı İskenderun Körfezi'nde 2014 yılında rapor edilmiştir ve aslan balığı, Scorpaenidae familyasından Türkiye denizleri için tespit edilen ilk yerli olmayan deniz balığıdır (Turan et al., 2014). Ağustos 2015'te ise aslan balıkları Türkiye'nin güney kıyılarında batıya doğru yayılmış, özellikle Fethiye Körfezi ve Dalyan bölgelerinde varlıkları belgelenmiştir (Turan ve Öztürk, 2015). 2015 yılında Hatay Keldağ'da ilk *Pterois volitans* kaydı belgelenmiştir (Gürlek ve ark., 2016). Aslan balıkları daha sonra 2016 yılında Muğla kıyılarıbda 'da bölgelerinde (Gökoğlu ve ark., 2017) ve Yeşilovacık Körfezi'nde belgelendi(Ayas ve ark., 2018). 2016 yılında aslan balıkları, Ege Denizi'ne doğru daha batıya yayılmaya devam ederek Datça'ya (Bilge ve ark, 2017) ulaştı. 2017 yılında Didim kıyılarında (Yapıcı, 2018), 2020 yılında ise Ege Denizi Kokar Körfezinde raporlandı (Özgül, 2020).

Türkiye'de raporlanan aslan balığı kayıtları ve diğer denizel istilacı türlerin varlığı mücadele çalışmalarına bir itici güç oluşturmuş, çeşitli projeler hayata geçirilmeye başlamıştır.

Türkiye'nin deniz ve kıyı ekosistemlerinde istilacı yabancı türlerin tehditlerini ele almak amacıyla MarIAS Projesi (Deniz İstilacı Yabancı Türler Projesi) oluşturulmuştur. Bu

proje Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmekle birlikte Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) iş birliği ile ve Küresel Çevre Fonu (GEF) finansmanı ile desteklenmektedir. Proje, deniz ve kıyı ekosistemlerinin dayanıklılığını artırmak amacıyla hayata geçirilmiş ve üç temel yöntem çevresinde yürütülmektedir. Yöntemler; önleme ve tespit adı altında istilacı türlerin girişinin önlenmesi ve tespiti için kapasitenin artırılması, kontrol ve yönetim adı altında mevcut istilacı türlerin etkilerini azaltmak ve yönetmek için etkili kontrol yöntemlerinin uygulanması ve farkındalık ve eğitim adı altında istilacı türler konusunda farkındalık oluşturulması olarak belirlenmiştir. MarIAS Projesi hem ulusal düzeyde, hem de dört farklı pilot sahada bölgesel düzeyde uygulanmaktadır (<https://www.istilacilar.org/marias/>). Pilot çalışma alanları olarak; İğneada Longoz Ormanları Milli Parkı, Kırklareli (deniz kısmı); Ayvalık Adaları Tabiat Parkı, Balıkesir; Marmara Adaları, Balıkesir; Samandağ, Hatay (Akdeniz Foku Yaşam Alanı, Deniz Kaplumbağası Yuvalama ve Yumurtlama Alanı) seçilmiştir. MarIAS Projesi, denizel istilacı yabancı türlerin yönetimi konusunda Türkiye'de önemli bir farkındalık yaratmıştır. Proje, istilacı türlerin ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmayı ve denizel biyolojik çeşitliliğini korumayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, MarIAS Projesi, Türkiye'nin deniz ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.

İstilacı türlerle mücadele kapsamında yapılan bir diğer çalışma ise 2018-2021 yılları arasında gerçekleştirilen “Türkiye Kıyılarında Aslan Balığı Zehirlenmelerinin Etkileri, Farkındalığı ve Yönetimi” araştırmasıdır. Akdeniz bölgesinde gerçekleştirilen araştırma Türkiye'de aslan balığı farkındalık çalışmalarını ve aslan balığı zehirlenme vakalarını ortaya koymayı amaçlamaktadır. Farkındalık çalışmaları kurumsal çalışmalarla belirlenmiş, kişisel görüşmeler, ilk yardım kurumları bildirimleri ve literatür taramaları ile aslan balığı zehirlenme vakaları tespit edilmiştir. Çalışma süresince dört farkındalık çalışması yapılmış ve yedi aslan balığı zehirlenme vakası kaydedilmiştir.

Farkındalık kazandırma çalışmaları bünyesinde, Gazipaşa Belediyesi, Antalya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Gazipaşa Su Ürünleri Kooperatifi, Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü ve Sahil Güvenlik Komutanlığı iş birliği ile aslan balığı avcılık yarışmaları ve aslan balığı et tadım etkinlikleri gibi çeşitli etkinlikler düzenlenmiştir (Tanriverdi ve Gökoğlu, 2022).

3. MATERYAL METOD

Bu tezde su altı görsel sayım tekniğinden yararlanılmıştır. Su altı görsel sayım tekniği, belirli bir alanda bulunan deniz canlılarının sayısını, türlerini ve davranışlarını gözlemlene ve kaydetme işlemidir. Bu teknik hem karasal (Caughley ve ark., 1976) hem de denizel (Estes ve Gilbert, 1978) organizmaların bolluklarını anlamak için sıkça kullanılan bir yöntemdir. Denizel ortamda bu teknik 1950 yılında resif balıklarının sayısal miktarını anlamak için kullanılmıştır (Brock, 1954; Odum ve Odum, 1955). Zamanla daha da geliştirilerek yaygın bir biçimde kullanılmaya devam etmektedir. Su altı görsel sayım tekniğinin avantajları arasında tahrip edici olmaması, tekrar edilebilir olması ve düşük maliyetli olması sayılabilir. Dezavantajları ise dalgıçların yorgunluğundan kaynaklanan olası dikkat kaybının veri kalitesini etkileyebilmesidir. Bu yöntem dalgıçların çalışma derinliği ve hızı ile sınırlı olduğundan geniş alanların hızlı bir şekilde taranmasını da mümkün kılmaz.

Su altı görsel sayım tekniğinde yaygın olarak transekt yöntem, noktasal yöntem ve ani görsel sayım metotları kullanılmaktadır. Çizgisel transekt metodu en sık kullanılan yöntemdir (Harvey ve ark., 2004). Bir dalıcı çizgisel transekt metodunu kullanarak sayım yapacağında, işaretlenmiş şerit üzerinde ya da daha önceden belirlediği çizgisel bir mesafenin sağında ve solunda kalan belli bir aralığı kapsayan alanda tür sayımı yapabilir (Harvey ve ark., 2004).

Belirli bir alanın yoğun bir şekilde incelenmesi gerektiğinde kullanılan başka bir yöntem ise noktasal yöntemdir. Bu yöntemde dalgıç, belirli bir noktada sabit olarak bekler ve belirli bir yarıçap içindeki (örneğin 3 metre) tüm türleri ve birey sayısını kaydeder.

Su altı kameraları kullanılarak video kayıtlarından faydalanarak sayım yapılan süre boyunca oluşabilecek olası gözlem hatalarını en aza indirir.

3.1. Arazinin Genel Yapısı:

Lokal balıkçılarla iletişime geçilerek bölgedeki aslan balığı yoğunluğunun artışı hakkında bilgi alınmış olup, bu bilgiler dâhilinde bölgenin çalışma alanı olarak seçilmesine karar verilmiştir. Ön çalışmalarla alanı temsil eden istasyonlar belirlenip bu İstasyonlardaki transektlerde sayımlar yapılmıştır. Aslan balıklarının Gazipaşa-Alanya kıyılarında belirlenen alanlarda habitat tercihlerini belirlemek ve yoğunluğunu hesaplamak adına kayalık, kumul, yarı kayalık yarı kumul gibi farklı dip özelliklerine sahip istasyonlar seçilerek bu istasyonlarda kıyı şeridinden 0-25 m arası derinliklerde 50 metre uzunluğundaki alanlar zikzaklar çizilerek taranmıştır. Tarama sırasında dip yapısı ve balık türlerinin sayısı su altı yazı tahtasına kaydedilmiştir.

Tez kapsamındaki su altı görsel sayım çalışmaları, Gazipaşa/Alanya kıyılarında aslan balığı yoğunluğunun belirlenmesi amacıyla, 02.10.2022 ile 06.10.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Habitat özelliklerine göre toplamda 9 istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlar habitat özellikleri (kumul, yarı kumul yarı kayalık, kayalık) göre kategorize edilmiştir (Şekil 3.1).

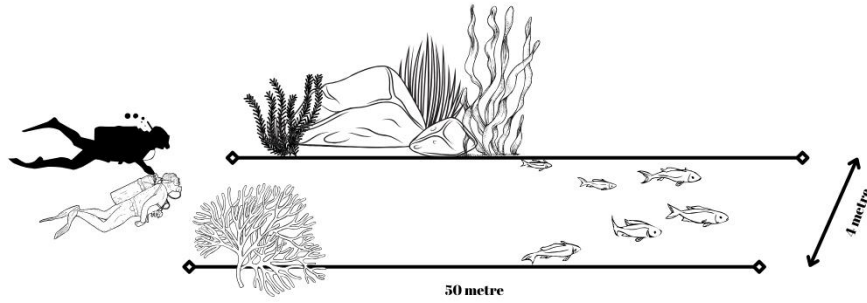


Şekil 3.1. İstasyonların haritada gösterimi

3.2. Arazi çalışmaları:

Su altı görsel sayımı, 2 SCUBA (Self Containing Underwater Breathing Apparatus) dalıncısı tarafından, gözlenen türlerin sayısını su altı yazı tahtasına kaydedilerek gerçekleştirilmiştir. Su altı sayımlarının standardizasyonu için sayımlar, transekt kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen transektlere tekne vasıtasıyla ulaşılmış ve bir yardımcı personel teknede beklemiştir. Transektler, 4 m genişlikte 50 m uzunlukta olacak şekilde belirlenmiştir. 50 m uzunluğun ayarlanmasında palet vuruş sayısı ile standardizasyon sağlanmıştır.

Her transektin başlangıç noktasında araştırmacı tarafından habitat tipi ve derinlik bilgisi kaydedilmiştir. Transekt dışında yer alan veya transekt alanına sonradan giriş yapan balıkların sayılmamasına ve bireylerin birden fazla kaydedilmemesine dikkat edilmiştir. Birey sayılarının kaydedilmesi şeklinde işleyen süreç, tüm transektler için uygulanmıştır. Dalışlarda hızlı hareket eden ve sürü halinde görülebilecek olan türlerin sayılmasını kolaylaştırmak adına SJCAM SJ6 Legend 4K Aksiyon kamerası kullanılmıştır. Gözlemler sonucunda elde edilen veri, çalışma dosyasına kaydedilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Arazi çalışmalarında uygulanan SGS yöntemi şeması

Aslan balıklarının görüldüğü transektlerde diğer balık türlerine kıyasla yoğunluğunun anlaşılabilmesi için transekt üzerindeki diğer balık türleri de teşhis edilmiş ve kaydedilmiştir. Kayıt altına alınan gözlemler daha sonra izlenmiş, deniz biyoloğu Mustafa Akkoca ile deniz balıkları rehber kitapları yardımıyla görüntülerden tür teşhisi yapılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Arazi çalışmalarında kaydedilen aslan balığı fotoğrafı.

3.3. Veri Değerlendirme:

Alan çalışmaları ile elde edilen veriler, balık türlerine göre listelenmiştir. Listelerde dip yapısı ve örnek izleme istasyonları belirtilmiştir. Ayrıca baskınlık ve istasyonlara göre frekans analizi yapılmıştır.

%1-20	Nadir bulunan türler
%21-40	Seyrek bulunan türler
%41-60	Genellikle bulunan türler
%61-80	Çoğunlukla bulunan türler
%81-100	Devamlı türler

4. BULGULAR

4.1. İstasyon Tablosu

Çalışma alanında araziyi özetler nitelikte 9 adet istasyon belirlenmiştir. Bu istasyonlar alanın bentik özelliklerine göre ayrıştırılarak, totalde kumul, kayalık, yarı kumul ve yarı kayalık olmak üzere 3 ana kategori altına toplanmıştır.

Çizelge 4.1 de verildiği ve Şekil 4.1 de gösterildiği üzere kumul habitatları gösteren 1,2 ve 3 numaralı istasyonlarda en fazla görülen türler; 24 birey sayısı ile *Xyrichtys novacula*, 14 birey sayısı ile *Siganus rivulatus* ve 8 birey sayısı ile *Parupeneus forsskali* olmuştur. Bu türlerden *Siganus rivulatus* ve *Parupeneus forsskali* habitatlar arasında geçiş yapmakta olup daha sonraki tekraralarda görülmemiştir. *Pterois miles/volitans*, *Diplodus vulgaris*, *Epinephelus costae*, *Anthias anthias*, *Holocentrus ruber*, *Serranus scriba*, *Thalasoma* sp, *Spariosoma cretense*, *Chromis chromis* ve *Plotosus lineatus* 1,2 ve 3 numaralı istasyonlarda hiç görülmemiştir.

Kumul-Kayalık habitatları temsil eden 4, 5 ve 6 numaralı istasyonlarda en fazla birey sayısı ile görülen türler; 286 birey sayısı ile sürü davranışı gösteren *Chromis chromis*, 56 birey sayısı ile yine sürü davranışı gösteren *Oblada melanura* ve 29 birey sayısı ile *Siganus rivulatus* olmuştur. *Plotosus lineatus* bu istasyonlarda hiç görülmezken, 4'er birey sayısı ile *Pterois miles* ve *Serranus scriba* en az görülen türler olmuştur.

Kayalık habitatları temsil eden 7, 8 ve 9 numaralı istasyonlarda en fazla görülen türler; 374 birey sayısı ile sürü davranışı gösteren *Chromis chromis*, 94 birey sayısı ile yine sürü davranışı gösteren *Oblada melanura* ve 47 birey sayısı ile *Siganus rivulatus* olmuştur. Bu istasyonlarda *Xyrichtys novacula* hiç gözlemlenmezken 7 birey sayısı ile *Serranus scriba*, 8'er birey sayısı ile *Pteris miles/volitans* ve *Spariosoma cretense* en az görülen türler olmuştur.

Çizelge 4.1. Habitatlara ve istasyonlara göre görülen türler.

TÜRLER	KUMUL			KUMUL KAYALIK			KAYALIK			TOPLAM
	1.İstasyon	2. İstasyon	3. İstasyon	4.İstasyon	5.İstasyon	6.İstasyon	7.İstasyon	8.İstasyon	9.İstasyon	
<i>Pterois miles/volitans</i>	0	0	0	1	1	2	2	3	3	12
<i>Diplodus vulgaris</i>	0	0	0	6	2	2	13	13	15	51
<i>Epinephelus costae</i>	0	0	0	2	2	1	4	3	2	14
<i>Anthias anthias</i>	0	0	0	4	2	4	7	4	6	27
<i>Oblada melanura</i>	0	6	0	26	13	17	22	46	26	156
<i>Holocentrus ruber</i>	0	0	0	2	4	1	8	3	11	29
<i>Xyrichtys novacula</i>	3	8	13	2	1	2	0	0	0	29
<i>Serranus scriba</i>	0	0	0	2	1	1	1	3	3	11
<i>Thalassoma sp.</i>	0	0	0	4	3	1	6	7	5	26
<i>Siganus rivulatus</i>	0	14	0	9	11	9	5	24	18	90
<i>Spariosoma cretense</i>	0	0	0	0	4	1	1	7	0	13
<i>Chromis chromis</i>	0	0	0	76	42	168	43	213	118	660
<i>Parupeneus forsskali</i>	0	8	0	4	5	7	8	12	10	54
<i>Plotosus lineatus</i>	0	0	0	0	0	0	2	8	2	12
TOPLAM	3	36	13	138	91	216	122	346	219	1184

4.2. Baskınlık Analizleri

Çizelge 4.2. ve Şekil 4.5 de verildiği üzere tüm istasyonlar veri setine eklendiğinde baskınlık yüzdesi en fazla olan türler; *Chromis chromis* %55,74, *Oblada melanura* %13,18 ve *Siganus rivulatus* %7,60 olarak tespit edilmiştir.

En az baskınlık yüzdesine sahip olan türler ise; *Serranus scriba* %0,93, *Plotosus lineatus* %1,01 ve *Pterois miles/volitans* %1,01 olarak tespit edilmiştir

Çizelge 4.2. Türlerin baskınlık yüzdeleri

Türler	Baskınlık
<i>Pterois miles/volitans</i>	%1,01
<i>Diplodus vulgaris</i>	%4,31
<i>Epinephelus costae</i>	%1,18
<i>Anthias anthias</i>	%2,28
<i>Oblada melanura</i>	%13,18
<i>Holocentrus ruber</i>	%2,45
<i>Xyrichthys novacula</i>	%2,45
<i>Serranus scriba</i>	%0,93
<i>Thalassoma sp.</i>	%2,20
<i>Siganus rivulatus</i>	%7,60
<i>Spariosoma cretense</i>	%1,10
<i>Chromis chromis</i>	%55,74
<i>Parupeneus forsskali</i>	%4,56
<i>Plotosus lineatus</i>	%1,01

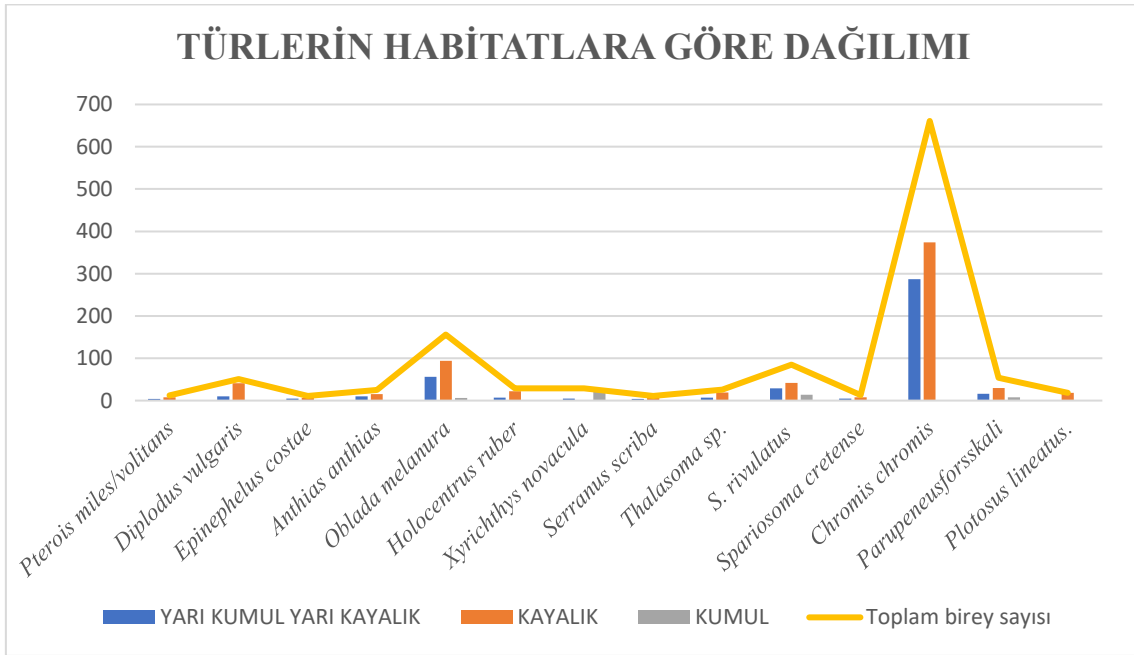
Çizelge 4.3. Türlerin frekans yüzdeleri

Türler	Frekans
<i>Pterois miles/volitans</i>	%66,6
<i>Diplodus vulgaris</i>	%66,6
<i>Epinephelus costae</i>	%66,6
<i>Anthias anthias</i>	%77,7
<i>Holocentrus ruber</i>	%66,6
<i>Xyrichthys novacula</i>	%66,6
<i>Serranus scriba</i>	%66,6
<i>Thalassoma sp.</i>	%66,6
<i>Siganus rivulatus</i>	%88,8
<i>Spariosoma cretense</i>	%44,4
<i>Parupeneus forsskali</i>	%77,7
<i>Plotosus lineatus.</i>	%33,3
<i>Oblada melanura</i>	%77,7
<i>Chromis chromis</i>	%66,6

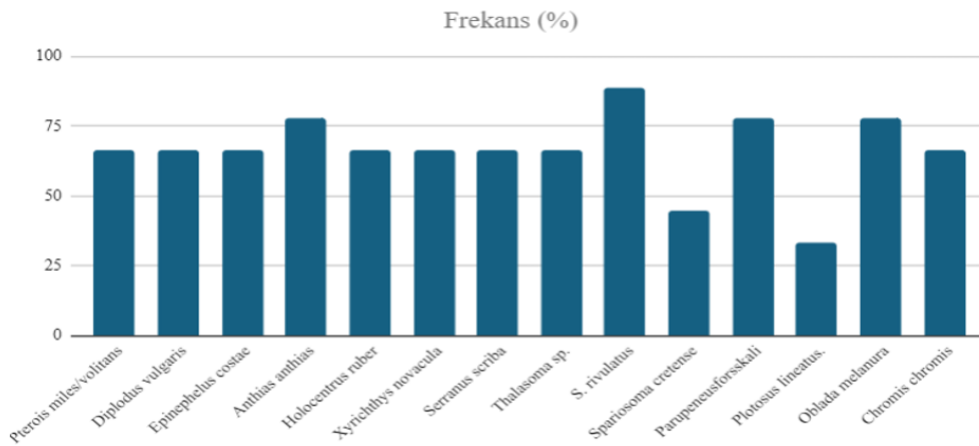
4.3. Frekans Analizleri

İstasyonlara göre yapılan frekans analizlerinde *Plotosus lineatus* %33,3'lük yüzdeyle en az frekans yüzdesine sahip olurken seyrek bulunan tür olarak sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.3). *Spariosoma cretense* %44,4 yüzdeyle genellikle bulunan tür olarak sınıflandırılmıştır. *Pterois miles/volitans*, *Diplodus vulgaris*, *Epinephelus costae*, *Holocentrus ruber*, *Xyrichthys novacula*, *Serranus scriba*, *Thalassoma sp.* ve *Chromis chromis* %66,6'lık yüzdeyle temsil edilmiştir ve çoğunlukla bulunan türler olarak sınıflandırılmıştır. *Parupeneus forsskali*, *Anthias anthias* ve *Oblada melanura* %77,7'lik yüzdeyle temsil edilmiştir ve çoğunlukla görülen türler olarak

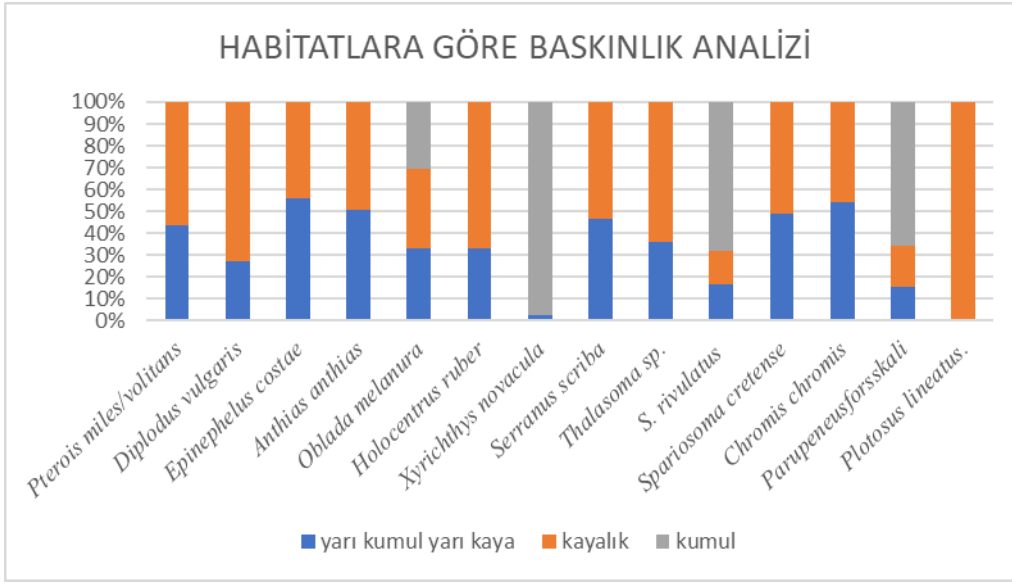
sınıflandırılmıştır. %88,8'lik yüzdeyle *Siganus rivulatus* en yüksek frekans yüzdesiyle temsil edilmiştir ve devamlı tür olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 4.2)



Şekil 4.1 . Türlerin habitatlara göre dağılımı



Şekil 4.2. Türlerin tüm örneklemedeki sıklık analizi garfiği



Şekil 4.3. Habitatlara göre baskınlık analizi grafiği

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

RCP 8.5 (Relative Climate Pathway) iklim senaryoları ile ilgili bir modelleme çalışmasında, artan deniz suyu sıcaklıklarının *Pterois miles*'in (aslan balığı) Doğu Akdeniz'deki yayılımını artıracaklarını gösterilmiştir (Poursanidis ve ark., 2022a). Bu, istilâ riskini yükselten bir faktördür. Deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk ve derinlik gibi çevresel faktörler, bu türün yayılmasında önemli rol oynar. Ayrıca, yüksek üreme kapasitesi ve geniş beslenme aralığı, yayılma potansiyelini artırır. Aslan balıkları, 50'den fazla balık türünü tüketebilir, bu da yerli balık popülasyonları üzerinde ciddi olumsuz etkilere sebep olur. Zehirli dikenleri, doğal avcılarının azlığı nedeniyle popülasyonlarının kontrolsüz büyümesine ve resif ekosistemlerinin dengesini bozmasına yol açar (Poursanidis ve ark., 2022b). Literatürdeki araştırmalara göre, büyük vücutlu orfozlar aslan balıkları için doğal biyokontrol ajanları olarak potansiyel göstermektedir. Orfoz biyokütlesi ile aslan balığı yoğunluğu arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur; yüksek orfoz popülasyonları, aslan balığı sayılarını azaltmaktadır (Mumby ve ark., 2011).

Bu tez çalışmasında, Gazipaşa kıyılarındaki aslan balıklarının güncel yoğunluğunu göstermek amacıyla yapılan tez çalışmasında elde edilen bulgular ışığında *Pterois miles/volitans* 9 istasyon içinde 6 istasyonda gözlemlendi ve %66,6 frekans yüzdesiyle çoğunlukla bulunan türler arasında yer aldı. Tüm balık türleri arasında %1,01 abundans değeri ile temsil edilen *Pterois miles/volitans* literatürün de desteklediği üzere kayalık habitatları tercih ederken kumul habitatlarda hiç görülmemiştir.

Arazi çalışmaları öncesi lokal balıkçı ve dalgıçlarla yapılan ön görüşmede elde edilen bilgilerin aksine aslan balığı yoğunluğu görece daha düşük yüzdede görülmüştür. Bunun sebebinin arazi çalışmalarının gerçekleşmesinden yaklaşık 2 ay öncesine denk gelen 23.08.2022 tarihinde yapılan Gazipaşa Belediyesi, Balıkçılar Kooperatifi ve İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün ortak düzenlediği aslan balığı avlama yarışmasının (Şekil 5.1) farkındalık oluşturması, aslan balığının besin olarak dikkat çekmesi aslan balığı popülasyonundaki düşüşün nedenleri arasında sayılabilir. İlk defa 11 Kasım 2018 tarihinde istilacı aslan balıkları ile mücadele etmek amacıyla düzenlenen yarışmada 106 adet aslan balığı yakalanmıştır. İkinci olarak 23.08.2022 tarihinde düzenlenen yarışmada

toplam 71 adet aslan balığı yakalanmış olup yarışmaya katılan katılımcılar, yarışma dışında da aslan balığı avladıklarını beyan etmiş ve avlanma neticesinde aslan balığı yoğunluğun giderek azaldığını dile getirmişlerdir.



Zıpkıncılar, zehirli 'Aslan Balığı' için daldı

Son 3 yıl içerisinde çok hızlı yayılım gösteren, zehirli ve işgalci bir balık türü olan 'Aslan Balığı' sayısının Gazipaşa sularında artış göstermesi Gazipaşa Belediyesi, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Balıkçılar Kooperatifini harekete geçirdi.



Şekil 5.2. Aslan balığı avlama yarışmasından fotoğraflar (T.C. Gazipaşa Kaymakamlığı “Zıpkıncılar, İşgalci ve Zehirli 'Aslan Balığı' İçin Daldı” ilgili yazısından alınıp düzenlenmiştir).

Kleitou ve ark. nın 2024 yılında yaptığı çalışmaya göre balıkçılığın yasak olduğu doğal koruma alanlarında (DKA) aslan balığı nüfusu, balıkçılığın serbest olduğu alanlara oranla daha yüksek olduğu görülmüştür; bu da istilacı türlerin balıkçılığın sınırlı olduğu alanlarda artma eğiliminde olduğunu göstermiştir. Gönüllü dalgıçlarla ve balıkçılarla yapılan aslan balığı uzaklaştırma eylemleri, aslan balığı yoğunluğunu önemli ölçüde düşürebilir, ancak aslan balığı popülasyonları uzaklaştırma eylemlerinin sürdürülebilir olmadığı durumlarda hızla yeniden çoğalabilirler. aslan balığı avcılığını içeren teşvikler sürdürülebilir bir kazanç kapasitesi açtığı takdirde yerel halk tarafından devamlı hale getirilebilir böylelikle yerel halka ekonomik bir çözüm sunabilirken, balıkçılık yatırım stratejileri ve pazar teşvikleri de popülasyonları kontrol etmeye önemli ölçüde katkı sağlayabilir. Gazipaşa’da yapılan aslan balığı ile mücadele etkinliği sonucunda aslan balığının halka tanıtıldığı ve yerel balıkçılar ve tüketiciler arasında bir pazar oluştuğu görülmüştür. Oluşan bu pazar stratejisi sayesinde sürdürülebilir bir kontrol yöntemi hedeflenmiştir.

Aslan balığını avlama stratejileri çoğunlukla serbest dalış yöntemiyle gerçekleştirilken daha derinlerdeki aslan balığı popülasyonları mevcut balıkçılık ve dalış yöntemleriyle yeterince kontrol edilememektedir; bu nedenle, aslan balığına özgü tuzaklar gibi yeni yöntemler test edilmelidir. İstilacı türlerin kontrol altına alınması için ekosistemlerin doğal süreçleri ve biyotik dirençleri artırılmalıdır. Bunun için yerli yırtıcı türlerin popülasyonlarının iyileştirilmesi gereklidir. DKA'larda istilacı türlerin uzaklaştırma eylemleri için özel lisanslar, izinler ve ekoturizm faaliyetleri gibi çeşitli stratejiler uygulanmalıdır. Ayrıca, biyolojik direnci arttırmak için yasadışı balıkçılığın önüne geçilmesi gerekmektedir.

Aslan balığını kontrol etmek için bir diğer yöntem de biyolojik kontrol yöntemidir. Biyolojik kontrol, istilacı yabancı türlerin etkilerini azaltmak veya ortadan kaldırmak için biyolojik ajanların kullanımınıdır (Heimpel ve Mills, 2017). Belirli bir zararlı organizmanın popülasyon yoğunluğunu veya etkisini azaltmak amacıyla canlı organizmaların kullanılması ve bu zararlı organizmanın daha az yaygın olması veya normalde olacağından daha az zarar verici hale getirilmesi olarak tanımlanır (Eilenberg ve ark., 2001). İstilacı Türler Uzman Grubu (ISSG) tarafından hazırlanan bir raporun amacı, istilacı yabancı türlere karşı biyolojik kontrol ajanlarını kullanmayı düşünen taraflara, diğer hükümetlere ve ilgili kuruluşlara teknik bilgi sağlamaktır. Kapsamlı bir risk değerlendirme süreci de dahil olmak üzere klasik biyolojik kontrolün uygulanmasına ilişkin bilgi ve kanıta dayalı değerlendirmeler içermektedir. Aslan balığı popülasyonlarını kontrol etmek için orfozların biyolojik kontrol için kullanılması etkili bir strateji olabilir. Orfoz balıklarının midesinde aslan balığının bulunması biyolojik kontrolün yırtıcı balıklardan kaynaklandığına dair kanıt olarak gösterilebilir (Maljković ve ark., 2008). Orfoz yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda aslan balıklarının sığınaklara daha yakın konumlandığı gözlemlenmiştir bu durum orfozların aslan balığı yoğunluğunu ve avlanma oranlarını azaltabileceğini düşündürmektedir (Stallings, 2008). Araştırmalar, yüksek orfoz yoğunluğunun aslan balığı biyokütlesinde 7 kat azalmaya neden olduğunu göstermektedir (Maljković ve ark., 2008). Büyük orfozların aşırı ve yasadışı avlanması, ortalama biyokütleyi düşürerek biyolojik kontrol verimliliğini azaltmaktadır. Aslan balığı ile ilgili yapılan bu mücadele etkinliği yerel halka aslan balığını tanıtmak ve aslan balığına av baskısı yaratmak adına önemli bir adım olmuştur. Bu etkinlik, aslan balığı istilası ile ilgili mücadelelerin muhakkak yerel

otoriteler tarafından da desteklenmesinin aslan balığı istilasının kontrol altına alınmasında önemli bir yer teşkil ettiğini göstermiştir. Bu mücadelelerin süreklilik göstermesi aslan balığı istilasının kontrol altına alınmasını sağlayabilir. Doğal yırtıcıların eksikliği gibi etmenler göz önünde bulundurulduğunda aslan balığı avcılığının lokal ekosistemlerin korunması ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi bakımından büyük önem taşıdığı görülmektedir. Bu çalışma sonuçları göz önüne alınarak aşağıdakiler önerilebilir:

- Çalışma alanındaki sahil güvenliğinin kontrol ettiği alanlar gibi avcılığa karşı korunan alanlardaki, aslan balığı yoğunluğunun; avcılığa açık alanlara kıyasla ne kadar değişkenlik gösterdiği izlenmelidir.
- Aslan balığı avcılığı yapılan alanlarda aslan balığının yıllara göre yoğunluğu gözlemlenerek avcı baskısının uzun vadeli etkisi izlenebilir.
- Çalışma alanında aslan balığı ile orfoz türleri arasındaki ilişkiler araştırılabilir ve orfoz türlerinin yoğunluğunu artırma yöntemleri denenebilir.
- Aslan balığı pazarı oluşmayan istila bölgelerinde farkındalık çalışmaları düzenlenerek istila durumu izlenebilir.
- İklim değişikliğinin küresel bir sorun olduğu göz önünde bulundurularak denizel istilacı türlerin iklim değişikliği etkindeki yayılışları sürekli izlenmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Ayas, D., Ađilkaya, G. Ő. ve Yağlıoğlu, D., New occurrence of the red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1758) in the north eastern Mediterranean (Yeşilovacık Bay), *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(4), Article 4., <https://doi.org/10.29130/dubited.362703>, **2018**.
- Bariche, M., Torres, M. ve Azzurro, E., The Presence of the invasive Lionfish *Pterois miles* in the Mediterranean Sea, *Mediterranean Marine Science*, 292–294, <https://doi.org/10.12681/mms.428>, **2013**.
- Bellard, C., Cassey, P. ve Blackburn, T. M., Alien species as a driver of recent extinctions, *Biology Letters*, 12(2), 20150623, <https://doi.org/10.1098/rsbl.2015.0623>, **2016**.
- Bethoux, J. P., Gentili, B., Morin, P., Nicolas, E., Pierre, C. ve Ruiz-Pino, D., The Mediterranean Sea: A miniature ocean for climatic and environmental studies and a key for the climatic functioning of the North Atlantic, *Progress in Oceanography*, 44(1), 131–146. [https://doi.org/10.1016/S0079-6611\(99\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(99)00023-3), **1999**.
- Bianchi, C. N., Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea, *Hydrobiologia*, 580(1), 7–21, <https://doi.org/10.1007/s10750-006-0469-5>, **2007**.
- Bianchi, C. N., ve Morri, C., Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research, *Marine Pollution Bulletin*, 40(5), 367–376, [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00027-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00027-8), **2000**.
- Bilge, G., Filiz, H. ve Yapıcı, S., Occurrences of *Pterois miles* (Bennett, 1828) between 1992 and 2016 from Turkey and the Mediterranean Sea, **2017**.
- Brock, V. E., A Preliminary Report on a Method of Estimating Reef Fish Populations, *The Journal of Wildlife Management*, 18(3), 297–308, <https://doi.org/10.2307/3797016>, **1954**.
- Caughley, G., Sinclair, R. ve Scott-Kemmis, D., Experiments in Aerial Survey, *The Journal of Wildlife Management*, 40(2), 290–300, <https://doi.org/10.2307/3800428>, **1976**.
- Chiappone, M., Sluka, R. ve Sealey, K., (Groupers (Pisces:Serranidae) in fished and protected areas of the Florida Keys, Bahamas and northern Caribbean, *Marine Ecology Progress Series*, 198, 261–272, <https://doi.org/10.3354/meps198261>, **2000**.

- Côté, I. M., ve Maljković, A., Predation rates of Indo-Pacific lionfish on Bahamian coral reefs, *Marine Ecology Progress Series*, 404, 219–225, <https://doi.org/10.3354/meps08458>, **2010**.
- Crocetta, F., Agius, D., Balistreri, P., Bariche, M., Bayhan, Y., Cakir, M., Ciriaco, S., Corsini-Foka, M., Deidun, A., El Zrelli, R., Erguden, D., Evans, J., Ghelia, M., Giavasi, M., Kleitou, P., Kondylatos, G., Lipej, L., Mifsud, C., Özvarol, Y., ... Zenetos, A., New Mediterranean Biodiversity Records (October 2015). *Mediterranean Marine Science*, 16(3), <https://doi.org/10.12681/mms,1477>, **2015**.
- Dunstan, P. K. ve Bax, N. J., Management of an invasive marine species: Defining and testing the effectiveness of ballast-water management options using management strategy evaluation, *ICES Journal of Marine Science*, 65(6), 841–850, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn069>, **2008**.
- Eilenberg, J., Hajek, A. ve Lomer, C., Suggestions for unifying the terminology in biological control, *BioControl*, 46(4), 387–400, <https://doi.org/10.1023/A:1014193329979>, **2001**.
- Estes, J. A. ve Gilbert, J. R., Evaluation of an Aerial Survey of Pacific Walruses (*Odobenus rosmarus divergens*), *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 35(8), 1130–1140, <https://doi.org/10.1139/f78-178>, **1978**.
- Fishelson, L., Oogenesis and spawn-formation in the pigmy lion fish *Dendrochirus brachypterus* (Pteroidae), *Marine Biology*, 46(4), 341–348, <https://doi.org/10.1007/BF00391406>, **1978**.
- Fishelson, L., Experiments and observations on food consumption, growth and starvation in *Dendrochirus brachypterus* and *Pterois volitans* (Pteroinae, Scorpaenidae), *Environmental Biology of Fishes*, 50(4), 391–403, <https://doi.org/10.1023/A:1007331304122>, **1997**.
- Freshwater, D. W., Hamner, R. M., Parham, S. ve Wilbur, A. E., Molecular Evidence That the Lionfishes *Pterois Miles* and *Pterois Volitans* Are Distinct Species, *Journal of the North Carolina Academy of Science*, 125(2), 39–46, **2009**.
- Galil, B. S., A Sea, a Canal, a Disaster: The Suez Canal and the Transformation of the Mediterranean Biota, In C. Lutmar ve Z. Rubinovitz (Eds.), *The Suez Canal: Past Lessons and Future Challenges* (pp. 199–215), Springer International Publishing, https://doi.org/10.1007/978-3-031-15670-0_10, **2023**.

- Gamfeldt, L., Hillebrand, H. ve Jonsson, P. R., Multiple Functions Increase The Importance Of Biodiversity For Overall Ecosystem Functioning, *Ecology*, 89(5), 1223–1231, <https://doi.org/10.1890/06-2091.1>, **2008**.
- Gökoğlu, M., Teker, S. ve Julian, D., Westward Extension of the Lionfish *Pterois volitans* Linnaeus, 1758 along the Mediterranean Coast of Turkey, *Natural and Engineering Sciences*, 2(2), Article 2, <https://doi.org/10.28978/nesciences.329313>, **2017**.
- Golani, D., Impact of Red Sea Fish Migrants through the Suez Canal on the Aquatic Environment of the Eastern Mediterranean, **1998**.
- Golani, D. ve Sonin, O., New Records of the Red Sea Fishes, *Pterois miles* (Scorpaenidae) and *Pteragogus pelycus* (Labridae) from the Eastern Mediterranean Sea, (2), The Ichthyological Society of Japan, <https://doi.org/10.11369/jji1950.39.167>, **1992**.
- Gürlek, M., Ergüden, D., Uyan, A., Doğdu, S. A., Yağlıoğlu, D., Öztürk, B. ve Turan, C., First record red lionfish *Pterois volitans* (Linnaeus, 1785) in the Mediterranean Sea. *Natural and Engineering Sciences*, 1(3), Article 3, <https://doi.org/10.28978/nesciences.286308>, **2016**.
- Habibullah, M. S., Din, B. H., Tan, S.-H. ve Zahid, H., Impact of climate change on biodiversity loss: Global evidence, *Environmental Science and Pollution Research*, 29(1), 1073–1086, <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15702-8>, **2022**.
- Halstead, B. W., Chitwood, M. J. ve Modglin, F. R., The anatomy of the venom apparatus of the zebrafish, *Pterois volitans* (Linnaeus), *The Anatomical Record*, 122(3), 317–333, <https://doi.org/10.1002/ar.1091220304>, **1955**.
- Harvey, E., Fletcher, D., Shortis, M. R. ve Kendrick, G. A., A comparison of underwater visual distance estimates made by scuba divers and a stereo-video system: Implications for underwater visual census of reef fish abundance, *Marine and Freshwater Research*, 55(6), 573–580, <https://doi.org/10.1071/MF03130>, **2004**.
- Heimpel, G. E. ve Mills, N. J., *Biological Control*, Cambridge University Press, **2017**.
- Huertas, I. E., Ríos, A. F., García-Lafuente, J., Navarro, G., Makaoui, A., Sánchez-Román, A., Rodríguez-Galvez, S., Orbi, A., Ruíz, J. ve Pérez, F. F., Atlantic forcing of the Mediterranean oligotrophy, *Global Biogeochemical Cycles*, 26(2), <https://doi.org/10.1029/2011GB004167>, **2012**.

- Hulme, P. E., Trade, transport and trouble: Managing invasive species pathways in an era of globalization, *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 10–18, <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x>, **2009**.
- Iannone, B., Carnevale, S., Main, M., Hill, J., McConnell, J., Johnson, S., Enloe, S., Andreu, M., Bell, E., Cuda, J. ve Baker, S., Invasive Species Terminology: Standardizing for Stakeholder Education, *Journal of Extension*, 58(3), <https://doi.org/10.34068/joe.58.03.27>, **2020**.
- Iyiola, A. O., Akinrinade, A. J. ve Ajayi, F. O., Effects of Water Pollution on Biodiversity Along the Coastal Regions. In S. Chibueze Izah (Ed.), *Biodiversity in Africa: Potentials, Threats and Conservation* (pp. 345–367), Springer Nature, https://doi.org/10.1007/978-981-19-3326-4_13, **2022**.
- Jean-pierre, Q., Biodiversity Mediterranean Fish Biodiversity, Quignard, Tomasini, **2000**.
- Jeschke, J. M., Bacher, S., Blackburn, T. M., Dick, J. T. A., Essl, F., Evans, T., Gaertner, M., Hulme, P. E., Kühn, I., Mrugała, A., Pergl, J., Pyšek, P., Rabitsch, W., Ricciardi, A., Richardson, D. M., Sendek, A., Vilà, M., Winter, M. ve Kumschick, S., Defining the Impact of Non-Native Species, *Conservation Biology*, 28(5), 1188–1194, <https://doi.org/10.1111/cobi.12299>, **2014**.
- Johnston, M. W. ve Purkis, S. J., Are lionfish set for a Mediterranean invasion? Modelling explains why this is unlikely to occur, *Marine Pollution Bulletin*, 88(1), 138–147, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.09.013>, **2014**.
- Katsanevakis, S., Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Ben Rais Lasram, F., Zenetos, A, ve Cardoso, A. C., Invading the Mediterranean Sea: Biodiversity patterns shaped by human activities, *Frontiers in Marine Science*, <https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00032>, **2014**.
- Kimball, M. E., Miller, J. M., Whitfield, P. E. ve Hare, J. A., Thermal tolerance and potential distribution of invasive lionfish (*Pterois volitans/miles* complex) on the east coast of the United States, *Marine Ecology Progress Series*, 283, 269–278, <https://doi.org/10.3354/meps283269>, **2004**.
- Kress, N., Manca, B. B., Klein, B., ve Deponte, D., Continuing influence of the changed thermohaline circulation in the eastern Mediterranean on the distribution of dissolved oxygen and nutrients: Physical and chemical characterization of the water masses, *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 108(C9), <https://doi.org/10.1029/2002JC001397>, **2003**.
- Kurtz, J., The Anatomy of an Invasion: Lionfish, Reef Builders, The Reef and Saltwater Aquarium Blog, <https://reefbuilders.com/2013/06/26/lionfish-invasive-species-pteris-overview>, **2013**.

- Lenz, M., Ahmed, Y., Canning-Clode, J., Díaz, E., Eichhorn, S., Fabritzek, A. G., da Gama, B. A. P., Garcia, M., von Juterzenka, K., Kraufvelin, P., Machura, S., Oberschelp, L., Paiva, F., Penna, M. A., Ribeiro, F. V., Thiel, M., Wohlgemuth, D., Zamani, N. P. ve Wahl, M., Heat challenges can enhance population tolerance to thermal stress in mussels: A potential mechanism by which ship transport can increase species invasiveness, *Biological Invasions*, 20(11), 3107–3122, <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1762-8>, **2018**.
- Lionello, P., *The Climate of the Mediterranean Region: From the Past to the Future*, Elsevier, **2012**.
- Lozano-Peña, J. P., Polo-Silva, C. J., Delgado-Huertas, A., ve Sanjuan-Muñoz, A., Isotopic niche partitioning between an invasive fish and two native mesopredators in the Colombian Caribbean, *Food Webs*, 35, e00272, <https://doi.org/10.1016/j.fooweb.2023.e00272>, **2023**.
- Mack, R. N., Simberloff, D., Mark Lonsdale, W., Evans, H., Clout, M. ve Bazzaz, F. A., Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control, *Ecological Applications*, 10(3), 689–710, [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0689:BICEGC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0689:BICEGC]2.0.CO;2), **2000**.
- Maljković, A., Van Leeuwen, T. E. ve Cove, S. N., Predation on the invasive red lionfish, *Pterois volitans* (Pisces: Scorpaenidae), by native groupers in the Bahamas, *Coral Reefs*, 27(3), 501–501, <https://doi.org/10.1007/s00338-008-0372-9>, **2008**.
- Maxwell, S. L., Fuller, R. A., Brooks, T. M. ve Watson, J. E. M., Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers, *Nature*, 536(7615), 143–145, <https://doi.org/10.1038/536143a>, **2016**.
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C. ve Spalding, M. D., Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485–492, <https://doi.org/10.1890/070064>, **2008**.
- Morris, J. A. ve Akins, J. L., Feeding ecology of invasive lionfish (*Pterois volitans*) in the Bahamian archipelago, *Environmental Biology of Fishes*, 86(3), 389–398, <https://doi.org/10.1007/s10641-009-9538-8>, **2009**.
- Morris (Jr.), J. A. *Invasive Lionfish: A Guide to Control and Management*, Gulf and Caribbean Fisheries Institute, **2012**.
- Mumby, P. J., Harborne, A. R. ve Brumbaugh, D. R., Grouper as a Natural Biocontrol of Invasive Lionfish, *Plos One*, 6(6), e21510, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021510>, **2011**.

- Mutlu, E., Meo, I. de, Miglietta, C. ve Deval, M. C., Ecological Indicative Stressors of Native vs. Non-Native Fish in an Ultra-Oligotrophic Region of the Mediterranean Sea, *Sustainability*, *15*(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/su15032726>, **2023**.
- Odum, H. T. ve Odum, E. P., Trophic Structure and Productivity of a Windward Coral Reef Community on Eniwetok Atoll, *Ecological Monographs*, *25*(3), 291–320, <https://doi.org/10.2307/1943285>, **1955**.
- Oray, I. K., Sinay, E., Saadet Karakulak, F. ve Yıldız, T., An expected marine alien fish caught at the coast of Northern Cyprus: *Pterois miles* (Bennett, 1828), *Journal of Applied Ichthyology*, *31*(4), 733–735, <https://doi.org/10.1111/jai.12857>, **2015**.
- Özgül, A., Occurrence of lionfish, *Pterois miles* (Bennett, 1828) in the coast of Aegean Sea (Turkey): The northernmost dispersal record, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *37*(3), 313–317, <https://doi.org/10.12714/egejfas.37.3.15>, **2020**.
- Pejchar, L. ve Mooney, H. A., Invasive species, ecosystem services and human well-being, *Trends in Ecology ve Evolution*, *24*(9), 497–504, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016>, **2009**.
- Pinardi, N. ve Masetti, E., Variability of the large scale general circulation of the Mediterranean Sea from observations and modelling: A review, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, *158*(3), 153–173, [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(00\)00048-1](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(00)00048-1), **2000**.
- Poursanidis, D., Kougioumoutzis, K., Minasidis, V., Chartosia, N., Kletou, D. ve Kalogirou, S., Uncertainty in Marine Species Distribution Modelling: Trying to Locate Invasion Hotspots for *Pterois miles* in the Eastern Mediterranean Sea, *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/jmse10060729>, **2022a**.
- Poursanidis, D., Kougioumoutzis, K., Minasidis, V., Chartosia, N., Kletou, D. ve Kalogirou, S., Uncertainty in Marine Species Distribution Modelling: Trying to Locate Invasion Hotspots for *Pterois miles* in the Eastern Mediterranean Sea, *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(6), Article 6. <https://doi.org/10.3390/jmse10060729>, **2022b**.
- Rhyne, A. L., Tlusty, M. F., Schofield, P. J., Kaufman, L., Jr, J. A. M. ve Bruckner, A. W., Revealing the Appetite of the Marine Aquarium Fish Trade: The Volume and Biodiversity of Fish Imported into the United States, *PLOS ONE*, *7*(5), e35808, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035808>, **2012**.
- Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A. J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S. H. M., Collen, B., Cox, N., Master, L. L., O'connor, S. ve Wilkie, D., A Standard Lexicon for Biodiversity Conservation: Unified Classifications of

- Threats and Actions, *Conservation Biology*, 22(4), 897–911, <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x>, **2008**.
- Savva, I., Chartosia, N., Antoniou, C., Kleitou, P., Georgiou, A., Stern, N., Hadjioannou, L., Jimenez, C., Andreou, V., Hall-Spencer, J. M. ve Kletou, D., They are here to stay: The biology and ecology of lionfish (*Pterois miles*) in the Mediterranean Sea, *Journal of Fish Biology*, 97(1), 148–162, <https://doi.org/10.1111/jfb.14340>, **2020**.
- Schlitzer, R., Roether, W., Oster, H., Junghans, H.-G., Hausmann, M., Johannsen, H., ve Michelato, A., Chlorofluoromethane and oxygen in the Eastern Mediterranean, *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 38(12), 1531–1551, [https://doi.org/10.1016/0198-0149\(91\)90088-W](https://doi.org/10.1016/0198-0149(91)90088-W), **1991**.
- Schultz, E. T., *Pterois volitans* and *Pterois miles*: Two Valid Species, *Copeia*, 1986(3), 686–690, <https://doi.org/10.2307/1444950>, **1986**.
- Shaltout, M. ve Omstedt, A., Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea, *Oceanologia*, 56(3), 411–443, <https://doi.org/10.5697/oc.56-3.411>, **2014**.
- Stallings, C. D., Indirect Effects of an Exploited Predator on Recruitment of Coral-Reef Fishes, *Ecology*, 89(8), 2090–2095, <https://doi.org/10.1890/07-1671.1>, **2008**.
- Swingland, I. R., Biodiversity, Definition of In *Encyclopedia of Biodiversity* (pp. 399–410), Elsevier, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00009-5>, **2013**.
- Tanhua, T., Hainbucher, D., Schroeder, K., Cardin, V., Álvarez, M. ve Civitarese, G., The Mediterranean Sea system: A review and an introduction to the special issue, *Ocean Science*, 9(5), 789–803, <https://doi.org/10.5194/os-9-789-2013>, **2013**.
- Tanriverdi, R. ve Gökoğlu, M., Impacts, awareness and management of lionfish envenomation in Turkey, *Marine and Life Sciences*, 4(1), 84–90, <https://doi.org/10.51756/marlife.1103648>, **2022**.
- Theocharis, A., Do we expect significant changes in the Thermohaline Circulation in the Mediterranean in relation to the observed surface layers warming, **2008**.
- Tlusty, M. F., Rhyne, A. L., Kaufman, L., Hutchins, M., Reid, G. M., Andrews, C., Boyle, P., Hemdal, J., McGilvray, F. ve Dowd, S., Opportunities for Public Aquariums to Increase the Sustainability of the Aquatic Animal Trade, *Zoo Biology*, 32(1), 1–12. <https://doi.org/10.1002/zoo.21019>, **2013**.

- Turan, C., Ergüden, D., Gürlek, M., Yağlıoğlu, D., Uyan, A. ve Uygur, N., First record of the Indo-Pacific lionfish *Pterois miles* (Bennett, 1828) (Osteichthyes: Scorpaenidae) for the Turkish marine waters, *Journal of Black Sea / Mediterranean Environment*, 20(2), Article 2, **2014**.
- Turan, C. ve Öztürk, B., First record of the lionfish *Pterois miles* (Bennett 1828) from the Aegean Sea, *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, 20(2), 334–388, **2015**.
- Vila-Gispert, A., Alcaraz, C. ve García-Berthou, E., Life-history traits of invasive fish in small Mediterranean streams, *Biological Invasions*, 7(1), 107–116, <https://doi.org/10.1007/s10530-004-9640-y>, **2005**.
- Yapıcı, S., Piscis non grata in the Mediterranean Sea: *Pterois miles* (Bennett, 1828), *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 35(4), 467–474, <https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.4.13>, **2018**.
- Zannaki, K., Corsini-Foka, M., Kampouris, T. E. ve Batjakas, I. E., First results on the diet of the invasive *Pterois miles* (Actinopterygii: Scorpaeniformes: Scorpaenidae) in the Hellenic waters, *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 49(3), 311–317, <https://doi.org/10.3750/AIEP/02616>, **2019**.
- Zenetos, A., Gofas, S., Verlaque, M., Çinar, M. E., García Raso, J. E., Bianchi, C. N., Morri, C., Azzurro, E., Bilecenoglu, M., Frogli, C., Siokou-Frangou, I., Violanti, D., Sfriso, A., San Martín, G., Giangrande, A., Katagan, T., Ballesteros, E., Ramos-Esplá, A. A., Mastrototaro, F., ... Streftaris, N., Alien species in the Mediterranean sea by 2010. A contribution to the application of european union's marine strategy framework directive (MSFD). Part I. Spatial distribution, <https://doi.org/10.12681/mms.87>, **2010**.

EKLER

EK 1 - Tez Çalışması Orjinallik Raporu

