

Bölüm 12

DENİZ HIYARININ ÖNEMİ ve TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİCİLİK POTANSİYELİ

Mustafa Tolga TOLON¹

GİRİŞ

Derisi dikenliler, dünya denizlerinin farklı derinliklerinde yaklaşık 541 milyon yıl önce ortaya çıkmış ve 13 000 türü yok olarak günümüze yaklaşık 7291 türü ulaşmıştır (Pawson, 2007). Oldukça fazla miktarda bulunan fosil kayıtlarına göre derisidikenlilerin ataları sadece ağız, bağırsakları ve anüsü bulunan, hareket kabiliyetine sahip basit canlılar olarak yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Ekinodermata şubesine dahil olan bu canlılar tamamı deniz tabanında sürünerek hareket ederken az tuzludan (acı su) aşırı tuzluya (hipersalin) kadar tüm denizlerde yaşarlar. Tatlı sularda ve karada yaşayabilen hiçbir türü bulunmayan bu şubenin en bilinen türlerinin başında yaklaşık olarak 1745 tür ile temsil edilen deniz yıldızları (Sınıf: Asteroidea) gelmektedir. Yaklaşık 2300 türü olan yılan yıldızları (Sınıf: Ophiuroidea), 900 türü olan deniz kestaneleri ve kum dolarları (Sınıf: Echinoidea), 580 türü olan tüy yıldızları ve deniz laleleri (Sınıf: Crinoidea) (Uthicke, Schaffelke & Byrne, 2009) ile yaklaşık 1711 türü olan deniz hıyarları (Sınıf: Holothuroidea) (Worms, 2018) derisidikenliler şubesinin diğer türleridir.

Ekinoderm şubesinin Holothuroidea sınıfına dahil olan deniz hıyarları, deniz tabanında yaşayan ve deniz tabanı koşullarını iyileştirici özelliği nedeniyle deniz ekosistemi için oldukça önemli bir omurgasızdır (Michio & ark., 2003). Dünyanın tüm denizlerinde farklı sıcaklık, tuzluluk, derinlik ve sediment yapısına uyum sağlamış türleri bulunmaktadır. Vücutlarında diken olmaması bu sınıfı diğer ak-rabalarından ayıran en önemli özelliğidir.

Yaklaşık bin yıldır, Çin başta olmak üzere tüm uzak doğu ülkelerinde geleneksel ve şifalı bir gıda olarak yaygın tüketilen deniz hıyarları (Conand & Bryne, 1993) dünya genelinde 70'den fazla ülkede avlanarak yüksek değerde pazarlanmaktadır. Uzak doğu kaynaklı yoğun talep karşısında her yıl denizlerden yaklaşık 200 milyon adet deniz hıyarı toplanarak (Purcell & ark., 2016), yılda 10 bin ton

¹ Doç.Dr., Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35040, Bornova-İzmir, e-posta: tolgatolon@ege.edu.tr

deniz hıyarı uluslararası ticarete konu olmaktadır (Purcell, 2014). Deniz hıyarı gıda sektörünün yanı sıra; kozmetik, tıp, alternatif tıp ve ilaç sanayinde de kullanılmaktadır. Yoğun avcılık baskısı altında olan deniz hıyarlarının 371 türü, Uluslararası Tabiat Koruma Birliği' nin (IUCN) Kırmızı Listesinde yer alırken 2019 yılında 7 türü tükenmiş ya da tükenmeye yakın, 9 türü ise tükenme riski taşıyan kategoride yer almaktadır. Deniz hıyarlarının 111 türü izlenmesi gereken kategoride sınıflandırılırken geriye kalan 244 tür hakkında yeterli veri olmaması nedeniyle herhangi bir sınıflandırmada yer almamaktadırlar (IUCN, 2019). Bununla birlikte deniz hıyarlarının bu listede yer almayan birçok türünün avcılık baskısı altında olduğunu rapor eden fazla sayıda bilimsel araştırma ve rapor bulunmaktadır (Anderson & ark., 2011; Brook, Sodhi & Bradshaw, 2008; Friedman & ark., 2011; Purcell & ark., 2013; Purcell & ark., 2014).

Dünya su ürünleri ticaretine konu olan yaklaşık 60 tür deniz hıyarının 2017 yılı toplam üretim miktarı 287 221 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin 64 474 tonu avcılık, 222 747 tonu ise yetiştiricilik yoluyla elde edilmiştir (FAO, 2019). Deniz hıyarı yetiştiriciliği dünya genelinde popülerliği gittikçe artan alternatif bir su ürünleri türü olarak önem kazanmaktadır. Japon deniz hıyarı (*Apostichopus japonicus*), sandfish (*Holothuria scabra*) ve Holothuridae sınıfına dahil bazı türlerin 2000'li yılların başından bu yana yetiştiriciliğinin yapıldığı 12 ülkenin yanında birçok bölgesel deniz hıyarı türünü kapsayan yetiştiricilik araştırmaları olumlu sonuçlar vermektedir. Son 10 yılda yeni türler de dahil olmak üzere deniz hıyarı yetiştiriciliği konusunda 1200'e yakın bilimsel araştırma yayınlanmıştır.

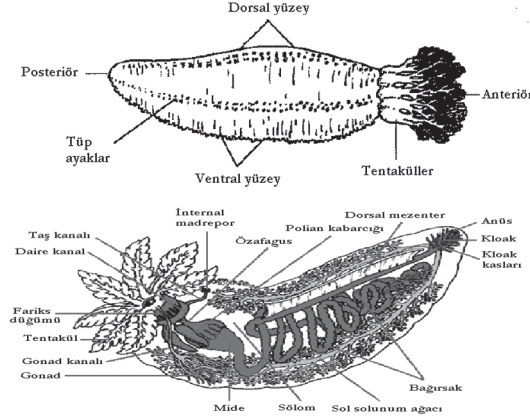
Akdeniz'de dağılım gösteren yaklaşık 11 tür ticari deniz hıyarı yüksek ekonomik değeri nedeniyle başta Türkiye olmak üzere bölge ülkeleri balıkçıları tarafından yoğun bir şekilde avlanmaktadırlar. Bölgesel tüketimi olmayan bu canlılar başta Hong Kong olmak üzere Çin, Tayvan, ABD, Avustralya, Kanada, Singapur, Vietnam, Güney Kore, Namibya gibi ülkelere ihraç edilmektedirler. Kurutulmuş olarak kg başına 60 Amerikan Doları, dondurulmuş olarak ise kg başına 27 Amerikan Doları fiyatla alıcı bulan Akdeniz deniz hıyarları gittikçe fazla miktarda balıkçı tarafından kontrolsüz bir şekilde avlanmaktadırlar. Yüksek talep ve gelir kıskacında kalan doğal deniz hıyarı stoklarının korunması bakımından Akdeniz'e özgü ticari deniz hıyarları türlerinin yetiştiricilik potansiyelinin değerlendirilmesi oldukça önem taşımaktadır.

DENİZ HIYARININ BİYOLOJİSİ

Anatomik yapı

Üyesi bulunduğu derisidikenliler şubesindeki radyal simetrik anatomiye sahip diğer türlerden farklı olarak deniz hıyarı ağız ve anüsün karşılıklı uçlarda bulun-

duğu ve simetri ekseninin yatay düzlemde olduğu, bilateral simetridir, uzun, silindirik bir vücut şekline sahiptir. Baş bölgesi belirgin olmamakla birlikte morfolojik tanımlamada ağız ve ağız çevresini saran tentaküllerin bulunduğu kısım anterior ve anüsün bulunduğu kısım ise posteriorü oluşturmaktadır. Baş bölgesinde ağız dışında göz, burun veya solungaç benzeri herhangi bir anatomik yapı bulunmamaktadır. Deniz hıyarının anatomik yapısı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Deniz hıyarının anatomik yapısı (Bioweb, 2018)

Deniz hıyarları içi sıvı dolu geniş bir vücut boşluğuna sahiptir. Derisidikenlilerin ortak özelliği olan anterioründen posteriorü uca doğru vücutu boyuna kat eden su kanal sistemi deniz hıyarlarında da bulunmaktadır. Ancak bu sistem diğer derisidikenlilerin radyal kanal yapılarından farklıdır. Vücut boşluğu içinde dolaşan sıvı, gazları ve besinleri vücudun diğer bölgelerine taşıırken aynı zamanda esnek bir omurga biçiminde vücut şekline destek sağlamaktadır.

Diğer derisidikenlilerle benzer olarak deniz hıyarlarının birçoğu, vücudunun alt kısmında bulunan tüp ayaklar ile hareket etme, tutunma ve yapışma gibi hareketleri gerçekleştirmektedirler. Çok sayıda tüp ayaklara güç sağlayan özel bir iç kanal sistemi bulunmaktadır. Bazı deniz hıyarlarında ise tüp ayaklar bulunmazken, kas hareketleri ile hareket özelliği kazanırlar. Vücutları boyunca 5 kas bandı uzanır. Bu bantlar, bazı türlerde dıştan görülebilse de genellikle vücut duvarının iç yüzeyi incelendiğinde net olarak tespit edilebilmektedir.

Omurgasız yapıda olan deniz hıyarının sert ve güçlü kaslardan oluşan vücudunda iskelet yerine kalsiyum karbonattan oluşmuş spikül denen küçük mikroskobik iskelet kemikçikleri bulunur. Bu spiküllerin şekilleri vücutta yer aldığı bölgeye göre plaka, çubuk, disk ya da kanca gibi değişik şekillerde olabilir. Yapılarına göre farklı işlevsel özelliklere sahiptirler, örneğin kanca şeklindeki spiküller

tabana tutunmada rol alırlar. Türlerine göre spikül yapılarının karakterize olması nedeniyle tür tayininde de önem taşırlar.

Deniz hıyarlarında solunum fonksiyonu ise solunum ağacı ve cuvier organı ile sağlanır. Bu iki organ deniz hıyarının vücudu boyunca uzanan su kanal sistemine su pompalayarak deniz suyundaki çözünmüş oksijenin deniz hıyarının dokularına ve diğer organlarına ulaşmasına imkân tanır.

Sindirim ve boşaltım sistemi

Deniz hıyarının sindirim sistemi ağız ile başlar. Ağız çevresindeki tentakülleri diğer derisidikenlilerde bulunan kolların görevini üstlenerek besin toplanmasında işlevsel rol oynamaktadırlar. Deniz hıyarı türlerine göre sayısı 8 ila 30 arasında değişen tentaküller suda ve sedimentte bulunan besin maddelerini ve sediment taneciklerini toplayarak ağız içine bırakırlar. Şekil 2'de tank ortamında yan yüzeyde biriken besin maddelerini ile toplayan deniz hıyarının tentakülleri ve ağız yapısı görülmektedir. Deniz solucanı olarak da tanımlanan deniz hıyarlarının ana besin kaynağı deniz tabanında sediment içinde ve üstünde birikmiş olan bakteri, mikro alg, makro alg, plankton ve deniz hayvanlarından oluşan canlı ve ölü organik maddelerdir. Ağızlarının çevresini saran tentaküllerin yardımıyla deniz tabanında yer alan önemli miktarda sedimenti ve sediment içinde bulunan canlı diatomlar, bakteri, detritus ve organik maddeyi sindirim sistemlerinden geçirerek sedimenti süzerler (Amon & Herndl 1991; Coulon & ark., 1992; Mezali, 2002; Moriarty, 1982; Uthicke, 1999).



Şekil 2. Deniz hıyarının ağız ve tentakül yapısı

Ağızın hemen arka kısmında yer alan 10 adet sert kalker yapı ile çevrelenmiş gırtlak bölgesi yer alır. Bazı türlerinde özofagus ve mide bulunurken geri kalanında ise gırtlak doğrudan bağırsak sistemine bağlıdır. Bağırsak tüp şeklindedir ve vücut boşluğunda 3 sıra halinde bulunur. Gırtlak veya mideden başlayan bağırsak sistemi deniz hıyarının en önemli sindirim organıdır ve anüste sonlanır (Barnes, 1982).

Üreme sistemi

Deniz hıyarları eşeyli ürerler, üreme dönemleri buldukları bölgenin su sıcaklığı ile ilişkilidir. Üreme olgunluğuna erişen dişi deniz hıyarı yumurtalarını suya püskürttüktan sonra etrafında bulunan erkek deniz hıyarı suya sperm bırakır ve döllenme gerçekleşir. Yumurtalar ve larvalar yüzer formda iken türlere göre değişen sürelerde metamorfoz geçiren larvalar deniz tabanı veya yosunların yapraklarına tutunarak yavru deniz hıyarı formuna dönüşürler. Larvalar yaşamalarının ilk dönemlerinde fitoplankton ile beslenirlerken, yavru dönemden itibaren diatom ve diğer mikroskobik deniz canlılarını tüketirler. Deniz hıyarlarında vücutlarının dış morfolojik yapısından cinsiyet tespiti yapılması imkansızdır. Cinsiyet tespiti gonadların gelişmeye başladığı üreme dönemlerinde gonad rengi ile anlaşılmaktadır. Pembe ve turuncu renkli gonad dişi deniz hıyarını işaret ederken, beyazımsı ve krem renkli gonadlar erkek bireyleri belirlemektedir.

Deniz hıyarının ekolojik etkileri

Deniz hıyarlarının varlığı özellikle deniz tabanındaki ekolojik dengenin sağlanması ve korunmasında önem taşımaktadır. Deniz hıyarları, hareket ve beslenme biçimleri nedeniyle deniz tabanını oluşturan sedimenti karıştırır, havalandırır ve yeniden canlandırır (Bruckner, Johnson & Field, 2003). Besin arayışı, mevsimsel uyku ve günlük yaşam döngüsü içinde bulunan hareket düzeni ile deniz tabanının kum ve ince taşlı sedimenti içine gömülen deniz hıyarları, bu sayede deniz tabanının üst tabakasının gevşemesine, oksijensiz kalan (anaerobik) sedimentin yeniden oksijen ile buluşarak canlanmasına, ortam koşullarının iyileşerek deniz tabanında tür artışına katkı sağlamaktadır (Michio & ark., 2003). Deniz hıyarı bulunmayan veya tükenen bölgelerde deniz tabanının üst tabakasının katılaşığı ve diğer deniz dibi canlıları için gerekli ortamın hızlı bir şekilde bozulduğu rapor edilmektedir (Bruckner, Johnson & Field, 2003).

Deniz hıyarlarının ekolojik anlamdaki en önemli katkısı beslenme tipi ve beslenme davranışları ile yakın ilişkilidir. Deniz hıyarlarının sindirim sistemi ağızlarına aldıkları besin maddelerinin boyutlarını değiştirerek daha küçük tanecekler veya toz haline getirir, bu sindirim biçimi deniz tabanının tortul tabaka dokusunun morfolojik yapısının değiştirilmesi, sediment yapısını doğrudan ya da dolaylı olarak etkileyen fiziki taşınımın ve sediment içerisinde biyolojik karışımı sağlayan biyoturbasyonun oluşumunda önemli bir işleve sahiptir. Bu doğal karışım sedimentin üst tabakasının deniz suyunda çözünmüş halde bulunan oksijenle temasını sağlayarak sülfid gibi zararlı iyonların ve canlı yaşamını imkânsız hale getiren anaerobik ortamın oluşmasını düzenli olarak engeller. Ekolojik döngü içerisinde ise deniz hıyarları bakteriyel karbonun günlük olarak yaklaşık %10-40'nı

tüketmesi nedeniyle özellikle su sıcaklığının ve primer produktivitenin yüksek olduğu yaz mevsimindeki karbon dönüşümünde önemli bir role sahiptir (Moriarty & ark., 1985). Deniz hıyarlarının sediment üzerindeki organik maddeyi tüketmeleri sadece deniz tabanını organik olarak temizlemekle kalmayıp biriken aşırı besin yükü ve buna bağlı olarak artan amonyak birikimini engellemektedir (James, 2004). Deniz hıyarlarının bulunduğu ortamlarda suyun pH ve doymuş oksijen değerlerinin iyileştiği, amonyum konsantrasyonunun azalarak azot döngüsünün iki önemli aşaması olan nitrifikasyon ve denitrifikasyon süreçlerinin hızlandığı rapor edilmektedir (İşgören & Günay, 2007). Balık üretim çiftlikleri, yerleşim alanları ve sanayi bölgelerinin yoğunlaştığı bölgelerin deniz tabanlarında organik atıklarının birikimine bağlı olarak oluşan siyah sediment ve hiperötrofik şartların dönüştürülmesinde en önemli ve doğal yardımcıları deniz hıyarlarıdır (Tolon & ark., 2017). Tam tersi olarak, besince fakir oligotrof ortamlarda ise deniz hıyarının beslenme, hareket ve dışkılama aktivitesi ortamda organik maddenin artışına olumlu etki ederken, bölgede diğer canlıların yaşamasına olanak sağlamaktadır. Bu tür ortamlarda yaşayan deniz hıyarlarının ekolojik ortama katkılarını inceleyen Reinthaler ve Scheiblaue (1998), ince bir tabaka ile çevrili silindirik deniz hıyarı dışkısında çevredeki sedimentten daha fazla klorofil-a ve organik karbon içeriği olduğunu rapor etmişlerdir.

Ekolojik anlamda hiçbir kirliliğe neden olmayan deniz hıyarları, deniz tabanı ekolojisinde iyi bir dengeleyici ve koruyucu olarak görev yapmaktadırlar. Organik olarak yüksek kirlilik taşıyan ortamlarda çok iyi bir büyüme, çoğalma ve dağılım göstererek su kalitesini yüksek değerlere çıkarabilen ve sürdürülebilir deniz ekosisteminin vazgeçilmez unsurları olarak ekolojik öneme sahiptir.

Deniz hıyarının kullanım alanları

Dünya üzerinde var olan en eski omurgasızlardan olan deniz hıyarını tanımlayan fosiller günümüzden 460 milyon yıl öncesini işaret etmektedirler (Botting & Muir, 2012; Smith & Reich, 2013). Ming hükümdarlığı (MS 1368-1644) döneminden bu yana Çin'in özellikle kıyı bölgelerinde geleneksel bir gıda olarak tüketildiği bilinmektedir (Chen, 2003). Bunun yanında Çin geleneklerinin etkisinin görüldüğü Kore, Japonya, Vietnam ve Singapur'da deniz hıyarı lezzetli ve seçkin bir gıda, afrodisyak veya doğal bir ilaç olarak kabul edilmektedir. Değerli bir su ürünü olan deniz hıyarı Çin'de "trepan" olarak adlandırılan bir kuvvet verici ve geleneksel ilaç olarak da tüketilmektedir. Böbrek sistemi bozukluğu, bağırsak hastalıkları, eklem iltihabı ağrılarında, HIV virüsü tedavisinde ve anti kanserojen madde olarak ilaç üretiminde kullanılmaktadır (Jiaxin, 2003). Malezya'da *Stichopus horrens* türünden geleneksel olarak elde edilen gamat yağı ve gamat suyu, diş

macunu ve sabun yapımında kullanılan önemli bir hammaddedir (Choopoh-Sze & Williams, 2004).

İşlenmiş (pişirilmiş veya kurutulmuş) deniz hıyarı için dünya genelinde tanınan ticari bir su ürünü haline gelen “Beche-de-mer” üretiminde kullanılan en değerli deniz hıyarı türlerinin başında *Actinopyga mauritiana*, *Holothuria scabra* ve *Thelenota ananas* gelmektedir. Bunun yanında *Apostichopus japonicus*, *Cucumaria frondosa* ve *Parastichopus californicus* türleri de kurutulmuş, pişmiş, tuzlanmış veya ham olarak en çok tüketilen deniz hıyarlarıdır. Özellikle uzak doğu yerel pazarlarında deniz hıyarı bağırsak ve gonadları da yan ürün olarak pazarlanmaktadır.

Deniz hıyarı yetiştiriciliği

Aşırı avcılık nedeniyle doğal stoklarında ortaya çıkan azalma karşısında devletlerin ve uluslararası avcılık yönetimi otoritelerinin deniz hıyarı avcılığının kısıtlanmasına yönelik aldığı tedbirler yetersiz kalmaktadır. Yüksek pazar talebinin karşılanması, deniz hıyarı stoklarının korunması ve deniz hıyarı avcılarının sosyo-ekonomik refahının sürdürülebilirliğini sağlamak adına deniz hıyarı yetiştiriciliği önemli bir alternatif olma özelliğindedir.

Deniz hıyarı yetiştiriciliğine ilişkin ilk araştırmalar 1930’lu yıllarda Japonya’da *Stichopus japonicus* türü üzerinde başlamıştır. İlk deniz hıyarı yavruları 1950 yılında insan eli altında deneysel ölçekte üretilmiştir. Çin’in sahip olduğu deniz hıyarı stoklarında görülmeye başlanan hızlı azalma karşısında 1980’li yılların başında yüksek değerli bir deniz hıyarı olan *Apostichopus japonicus* türünün yumurta üretimi ve yetiştiricilik araştırmalarına hız verilmiş, ilk ticari deniz hıyarı yetiştiriciliği ise 2,5 milyon yavru üretimi ile 1994 yılında Japonya’da başlamıştır (Battaglione, 1999). Son yıllarda toprak havuzlarda deniz hıyarı üretimi oldukça popülerlik kazanan bir diğer yetiştiricilik yöntemidir. Özellikle karides yetiştiriciliği yapılan toprak havuzlar, deniz hıyarı için ideal yetiştiricilik alanları olarak öne çıkmaktadır (Jiixin, 2003). Bunun yanında, deniz balıkları yetiştiricilik kafeslerinin altında veya etrafında kurulan alanlarda deniz hıyarı yetiştiriciliği, yetiştiricilik işletmelerine ek gelir sağlayabilecek alternatif üretim yöntemleri arasında yerini almıştır.(Tolon & ark., 2017)

Günümüzde deniz hıyarı yetiştiriciliği yapan ülkelerin başında 220 bin ton ile Çin gelmektedir. Rusya, Japonya, Endonezya, Vietnam, Kore, Madagaskar, Sri Lanka, Malezya, Zanzibar, Filipinler, Avustralya, Galapagos adaları ve Hindistan tropikal deniz hıyarı yetiştiriciliği yapan diğer ülkelerdir (Lovatelli, & ark., 2004). Özellikle tropikal Indo-Pasifik bölgesindeki az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çoğunlukla sığ dalyan alanlarında deniz hıyarı üretimi önemli bir gelir

kaynağıdır. Yetiştirilen deniz hıyarları Çin ve birçok uzak doğu ülkesine satılırken, üretilen yavruların bir kısmı da doğal stokların zenginleştirilmesi için denize bırakılmaktadır.

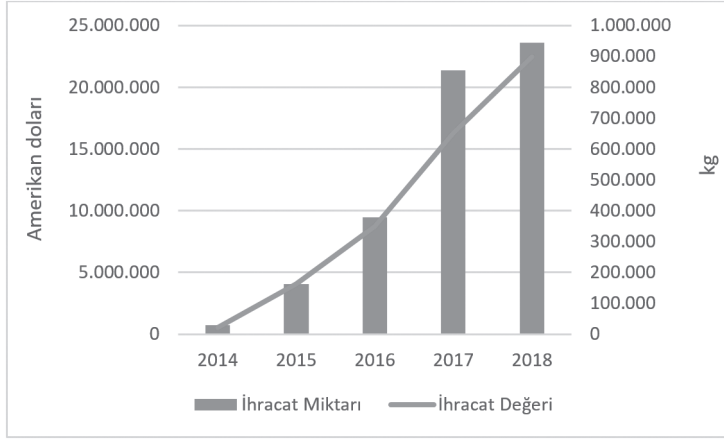
Bunun dışında, soğuk, sıcak ve ılıman bölgelerde dağılım gösteren farklı deniz hıyarı türlerinin yetiştiriciliğine ilişkin araştırmalar ve deneysel üretimler ilgili bölgelerde denize kıyası olan birçok ülkede devam etmektedir. Dünyanın farklı özelliklerindeki denizlerinde farklı deniz hıyarı türleri dağılım göstermektedir. Bir başka deyişle, üreme, beslenme, büyüme ve yaşam döngüleri buldukları bölgedeki denizin sıcaklık, tuzluluk, pH, besin ortamı ve diğer birçok parametre ile doğrudan ilişkili olması nedeniyle her deniz hıyarı türü her bölgede yaşaması ve yetiştirilmesi mümkün olmamaktadır. Bu amaçla yetiştiriciliği yapılabilecek deniz hıyarı türleri soğuk, sıcak ve ılıman bölgelere özel seçilmektedir.

İlman bölge olan Akdeniz'deki deniz hıyarı türleri ile ilgili yetiştiricilik çalışmaları *Holothuria tubulosa* (Rakaj & ark., 2018; Tolon & ark., 2016; Tolon & ark., 2017; Neofitou & ark., 2019), *Holothuria poli* (Rakaj & ark., 2019; Tolon, 2017), *Holothuria arguinensis* (Domínguez-Godino & ark., 2015), *Cucumaria frondosa* (Nelson, MacDonald & Robinson, 2012), *Holothuria mamata* (Domínguez-Godino & González-Wangüemert, 2018), ve *Holothuria forskali* (Santos & ark., 2016) türü deniz hıyarları ile başarılı sonuçlar ortaya koymuştur. Deneysel çalışmaların sonuçları ticari yatırımlara da yön verirken, deniz hıyarı yetiştiricilik çiftliklerinin kurulmasına yönelik ilk girişimler ivme kazanmaktadır.

Türkiye'de deniz hıyarı üretim potansiyeli

Uzak doğu ülkeleri başta olmak üzere Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Kanada ve Namibya'da tüketicilerin yüksek değerli deniz hıyarı türlerine olan yoğun talebinin avcılık ve yetiştiricilik yoluyla karşılanamaması nedeniyle, dağılım gösterdiği bölgelerde tüketilmeyen ve daha az değerli deniz hıyarı türlerine olan ilgi artmaktadır. Gerek ürün çeşitliliği gerekse tüketim talebinin karşılanması amacıyla son yıllarda bu türler ticari olarak yüksek değerlere ulaştığı görülmektedir. Akdeniz ve Atlantik Okyanusu'nun Avrupa ve Afrika kıtası kıyılarındaki ılıman bölgelerde dağılım gösteren yaklaşık 11 deniz hıyarı türü bu kapsamda yüksek talep ile karşı karşıya kalan türlerdir.

Akdeniz bölgesindeki en önemli deniz hıyarı toplayıcısı ve ihracatçısı Türkiye'dir. 2014 yılında 28 480 kg karşılığında 553 bin Amerikan doları ihracat geliri elde edilirken geçen 5 yıl içinde ihracat miktarı 33 kat artarak 2018 yılında 943 585 kg karşılığında 22 milyon 457 bin Amerikan dolarına ulaşmıştır. Grafik 1'de Türkiye'nin deniz hıyarı ihracatının 2014-2018 yılları arasındaki miktar ve değeri verilmiştir.



Grafik 1. Türkiye deniz hıyarı ihracatı

Türkiye'nin Marmara, Ege ve Akdeniz kıyılarında saptanan 22 deniz hıyarı türü (Öztoprak, 2014) arasında ekonomik değere sahip olan türler *Parastichopus regalis*, *Holothuria tubulosa*, *Holothuria poli*, *Holothuria (Platyperona) sanctori* ve *Holothuria mamata*'dır. *P. regalis* yaklaşık 100-300 metre derinliklerden avlanırken diğer ekonomik türler 5-100 metre derinliklerden dalarak, algarna veya trol ile avlanmaktadır. Yüksek ekonomik değeri nedeniyle avlanan deniz hıyarları işleme tesislerinde kurutulmuş veya dondurularak ihraç edilmektedirler. Deniz hıyarının vücut duvarında bulunan ve kalsiyum karbonattan oluşan spiküllerin kurutma öncesinde uzaklaştırılması gerekmektedir. Genellikle uygulama biçimi ve başarı oranı işletmelere özel bir durumda olan kalsiyum uzaklaştırma işleminde kimi zaman ürün tamamen bozulma riski ile karşı karşıya kalabilmektedir. Bu nedenle kurutulmuş deniz hıyarının yüksek fiyatına rağmen avlanan deniz hıyarlarının yaklaşık %90'ı dondurulmuş olarak pazarlanmaktadır (TUİK, 2019).

Türkiye'de henüz ticari anlamda yetiştiriciliği yapılmayan deniz hıyarları denizlerimizde doğal kaynaklardan toplanarak ihraç edilmektedir. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü deniz hıyarının doğal stokları üzerindeki av baskısını kontrol altına alabilmek amacıyla av alanlarını ve avlama dönemlerini belirlemiş olmakla birlikte bu düzenlemeler doğal stoklar üzerindeki baskıyı engelleyememektedir. Özellikle artan yurtdışı talebi karşısında ticari boyutun altındaki bireylerde avlanmakta ve yürürlükte olan 13.08.2016 tarih ve 2016/35 no'lu Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ'in deniz hıyarı avcılığını düzenleyen 28. Maddesinin 2. bendi kapsamında av boyutlarına ilişkin herhangi bir yasal kısıtlama bulunmamaktadır. Bunun yanında deniz hıyarı avcılığında elde edilen yüksek gelir

birçok bölgede deniz hıyarı avlayan ruhsatlı balıkçı veya ruhsatsız kaçak avlama yapan kişi sayısında yüksek artışlar görülmesine neden olmaktadır. Deniz hıyarı avlama ruhsatları balıkçı teknelerine yönelik olup avcılık yapan balıkçı sayısı ve av miktarı kayıt altına alınmamaktadır. Deniz hıyarlarının doğal üreme dönemini kapsayan 1 Haziran-31 Ekim tarihleri arasında av yasağı olmakla birlikte kaçak avcılık birçok bölgede devam etmekte ve avlanan deniz hıyarları bazı işleme tesisleri tarafından işlenerek av yasağı bitiminde ihraç edilmek üzere depolanmaktadır.

Türkiye'de deniz hıyarı yetiştiriciliği üzerine ilk araştırmalar Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yetiştiricilik Bölümü tarafından 2003 yılında başlamıştır. *H. tubulosa* ve *H. poli* türü deniz hıyarlarını kapsayan bir dizi araştırma projesi ile bu türlerin yetiştiriciliğinin yapılabilmesine ışık tutan önemli sonuçlar elde edilmiştir. Türkiye'nin özellikle Ege kıyıları *H. tubulosa*, *H. poli* ve *H. mamata*'nın doğal dağılım ve üreme alanı olup zengin doğal stoklara sahiptir. Ege ve Akdeniz kıyılarının 0 ila 100 metre derinliklerinde yaygın yosun türü olan deniz çayırlarının (*Posidonia oceanica*) önemli bir parçasıdır. Bu ekonomik deniz hıyarı türleri 5 ila 30 metre derinliklerde sıklıkla görülürler. Üreme dönemleri deniz suyu sıcaklığının 22-28 °C aralığında olduğu yaz ayları olup yılda bir yumurta bırakırlar. Bu türlerin dişileri birey başına *H. mamata*'da 11 bin-7 milyon, *H. tubulosa*'da 400 bin-12 milyon ve *H. poli*'de 48 bin-655 bin yumurta bırakırlar. Döllenen yumurtalar yaklaşık olarak 15 (*H. poli*), 20 (*H. mamata*) ve 90 (*H. tubulosa*) günde yavru boyutuna gelirler. Kış döneminde deniz suyu sıcaklığının düşmesiyle birlikte deniz tabanına gömülerek uyku davranışı gösterirler. Uyku sırasında deniz hıyarları besin almaz ve büyümmezken, tüm enerjilerini solunum faaliyeti için rezerve ederler. Özellikle Akdeniz ve Ege kıyılarında deniz suyu sıcaklıklarının düşük olduğu dönemlerin kısa sürmesi deniz hıyarlarının gelişimi ve büyümelerinin devamı için önemli bir avantajdır. Ancak iklime bağlı olarak bazı dönemlerde soğuk su şartlarının uzun sürmesi büyüme hızını yavaşlatabilmektedir.

Yavru deniz hıyarları deniz ortamında büyütülmelidirler, ancak uygun koşulların sağlanması halinde deniz suyu bulunan toprak havuzlar ve yetiştiricilik tanklarında da belirli bir yaşa kadar büyümeye devam ederler. Deniz ortamında kafes, sepet veya deniz tabanında yetiştiriciliğe alınan deniz hıyarlarına çok az veya hiç yem verilmez. Bu anlamda deniz hıyarları yetiştiriciliği doğaya herhangi bir organik atık bırakmazken, doğada bulunan organik kirliliğin azaltılmasında önemli bir rol oynar. Deniz hıyarlarının genel özelliği, düşük stok yoğunluğunda daha iyi gelişim göstermeleridir. Birim alanda geleneksel yöntemlerle yetiştirilebilecek deniz hıyarı sayısının düşük olması denizde geniş üretim alanlarına ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Ancak gelişen teknoloji ve yürütülen bilimsel

araştırmalar ile dünyanın diğer bölgelerinde yetiştirilen ekonomik deniz hıyarı türlerinde olduğu gibi bu türlerde de birim alanda daha fazla miktarda deniz hıyarı üretimi yakın bir gelecekte mümkündür. Doğaya herhangi bir zararı olmayan yetiştiricilik biçimi nedeniyle Türkiye'nin oldukça uzun Ege ve Akdeniz kıyılarında zemin ve besin yapısı uygun birçok potansiyel üretim alanı bulunmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yoğun avcılık ve ekolojik dengede görülen değişiklikler nedeniyle deniz hıyarlarının ergin bireylerinin boyutlarında küçülme, büyüme hızında yavaşlama ve değişen çevresel faktörlere karşı dayanıklılığının azalması beklenen sonuçlardır. Bu olumsuz etkenler karşısında en önemli çözüm deniz tabanı ekosistemi için vazgeçilmez olan deniz hıyarı yetiştiriciliğinin geliştirilerek daha fazla sayıda türün daha fazla sayıda bölgede üretilmesidir. Alternatif ekonomik deniz hıyarı türlerinin yaygın dağılım gösterdiği Akdeniz'de benzer olumsuzluklar gittikçe artan düzeyde görülmektedir. Bölgenin en önemli deniz hıyarı avcısı ve ihracatçısı konumunda olan Türkiye'de yılda 25 milyon Amerikan dolarından fazla gelir getiren deniz hıyarının son beş yılda 33 kat artan avcılık miktarları karşısında doğal stoklarının sürdürülebilirliği oldukça zordur. Bölgesel deniz hıyarı türlerinin yetiştiriciliğine uygun deniz alanlarının varlığı, su koşullarının elverişliliği, uzmanlar tarafından yürütülen yetiştiriciliğe yönelik bilimsel araştırmaların olumlu sonuçları ve yatırımcıların yoğun ilgisi Türkiye'nin deniz hıyarı avcılığındaki lider konumunu yetiştiricilik alanına taşıyarak Akdeniz bölgesinin önemli deniz hıyarı yetiştiricisi olma potansiyelini güçlendirmektedir. Türkiye'de alternatif su ürünleri yetiştiricilik türlerinin arasında değerlendirilmesi gereken deniz hıyarının, yetiştiricilik ile entegre işleme tesislerinde kurutma başta olmak üzere farklı formlarda işlenerek daha yüksek fiyatlarla katma değerli ürün olarak ihraç edilmesi ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Amon, R.M.W. & Herndl, G.J., (1991). Deposit Feeding and Sediment: Interrelationship Between *H. tubulosa* and the Sediment Microbial Community, *Marine Ecology*, 12 (2), 163-174.
- Anderson, S. C., Flemming, J. M., Watson, R., & Lotze, H. K. (2011). Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish and Fisheries*, 12(3), 317-339.
- Barnes, Robert D. (1982). *Invertebrate Zoology*. Philadelphia, PA: Holt-Saunders International. pp. 981-997. ISBN 978-0-03-056747-6.
- Battaglene, S. C. (1999). Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *Naga, The ICLARM Quarterly*, 22(4), 4-11.
- Bioweb (2019). Sea cucumber anatomy. (15/8/2019 tarihinde http://bioweb.uwlax.edu/bio203/s2008/hui_ka/06Adaptation.html adresinden ulaşılmıştır).
- Botting, J. P., & Muir, L. A. (2012). Fauna and ecology of the Holothurian Bed, Llandrindod, Wales, UK (Darriwilian, Middle Ordovician), and the oldest articulated holothurian. *Palaeontologia Electronica*, 15(1), 1-28.

- Brook, B. W., Sodhi, N. S., & Bradshaw, C. J. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in ecology & evolution*, 23(8), 453-460.
- Bruckner, A. W., Johnson, K. A., & Field, J. D. (2003). Conservation strategies for sea cucumbers: Can a CITES Appendix II listing promote sustainable international trade. *SPC Bêche-de-mer information Bulletin*, 18(1), 24-33.
- Chen, J. (2003). Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. *SPC beche-de-mer Information Bulletin*, 18, 18-23.
- Choopoh-Sze & Williams, M.J. 2004, Trade and Utilization of Sea Cucumber in Malaysia, *SPC Bech-De-Mer Information Bulletin*, 19.
- Conand, C., & Bryne, M. (1993). A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Marine fisheries review*, 55(4), 1-13.
- Coulon, P., Jangoux, M & Bulteel, P. (1992,). Respiratory Rate and Assessment of Secondary Production in the Holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata)from Mediterranean Seagrass-Beds. *Marine Ecology*,13, 63-68
- Domínguez-Godino, J. A., Slater, M. J., Hannon, C., & González-Wangüermert, M. (2015). A new species for sea cucumber ranching and aquaculture: breeding and rearing of *Holothuria arguensis*. *Aquaculture*, 438, 122-128.
- Domínguez-Godino, J. A., & González-Wangüemert, M. (2018). Breeding and larval development of *Holothuria mammata*, a new target species for aquaculture. *Aquaculture research*, 49(4), 1430-1440.
- FAO. (2019). Fishery statistical collections. (1/8/2019 tarihinde <http://www.fao.org/fishery/statistics/> adresinden ulaşılmıştır).
- Friedman, K., Eriksson, H., Tardy, E., & Pakoa, K. (2011). Management of sea cucumber stocks: patterns of vulnerability and recovery of sea cucumber stocks impacted by fishing. *Fish and Fisheries*, 12(1), 75-93.
- James, D.B. (2004). Captive Breeding of the Sea Cucumber *Holothuria scabra* From India, *SPC Beche-De-Mer Information Bulletin*,19.
- Jiixin C. (2003). Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. *SPC Beche-de-Mer Information Bulletin*, 18, 18–23.
- Isgoren-Emiroglu, D., & Gunay, D. (2007). “The effect of sea cucumber *Holothuria tubulosa* G. 1788 on nutrient and organic matter contents of bottom sediment of oligotrophic and hypereutrophic shores.” *Fresenius Environmental Bulletin*, 16, 290-294.
- IUCN. (2019). International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List assessments (13/8/2019 tarihinde <https://www.iucnredlist.org/search/stats?query=Sea%20Cucumbers&searchType=species> adresinden ulaşılmıştır).
- Lovatelli, A., Conand, C., Purcell, S., Uthicke, S., Hamel, J. F., & Mercier, A. (2004). Advances in sea cucumber aquaculture and management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquaculture Science*, 61, 519-528.
- Mezali, K. (2002). Abundance, dispersion and Microdistribution o *Aspidochirotid* *Holothurians* in the *Posidonia oceanica* Meadow of the Sidi Fredj Peninsula (Algeria), *SPC Beche-De-Mer Information Bulletin*, 16.
- Michio, K., Kengo, K., Yasunori, K., Hitoshi, M., Takayuki, Y., Hideaki, Y., & Hiroshi, S. (2003). Effects of deposit feeder *Stichopus japonicus* on algal bloom and organic matter contents of bottom sediments of the enclosed sea. *Marine Pollution Bulletin*, 47(1-6), 118-125.
- Moriarty, D. (1982). Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. *Marine and Freshwater Research*, 33, 255-263.
- Moriarty, D. J. W., Pollard, P. C., Hunt, W. G., Moriarty, C. M., & Wassenberg, T. J. (1985). Productivity of bacteria and microalgae and the effect of grazing by holothurians in sediments on a coral reef flat. *Marine Biology*, 85(3), 293-300.

- Nelson, E.L., MacDonald, B. A. & Robinson, S. M. C. (2012) A Review of the Northern Sea Cucumber *Cucumaria frondosa* (Gunnerus, 1767) as a Potential Aquaculture Species, *Reviews in Fisheries Science*, 20(4), 212-219, DOI: 10.1080/10641262.2012.719043
- Neofitou, N., Lolas, A., Ballios, I., Skordas, K., Tziantziou, L., & Vafidis, D. (2019). Contribution of sea cucumber *Holothuria tubulosa* on organic load reduction from fish farming operation. *Aquaculture*, 501, 97-103.
- Öztoprak, B., Doğan, A., & Dağlı, E. (2014). Checklist of Echinodermata from the coasts of Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 38(6), 892-900.
- Pawson, D. (2007). Phylum Echinodermata. *Zootaxa*, 1668, 749-764.
- Purcell, S. W., Mercier, A., Conand, C., Hamel, J. F., Toral-Granda, M. V., Lovatelli, A., & Uthicke, S. (2013). Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish and fisheries*, 14(1), 34-59.
- Purcell, S. W. (2014). Value, market preferences and trade of beche-de-mer from Pacific Island sea cucumbers. *PLoS one*, 9(4), e95075.
- Purcell, S. W., Polidoro, B. A., Hamel, J. F., Gamboa, R. U., & Mercier, A. (2014). The cost of being valuable: predictors of extinction risk in marine invertebrates exploited as luxury seafood. *Proceedings. Biological sciences*, 281(1781), 20133296. doi:10.1098/rspb.2013.3296
- Purcell, S. W., Conand, C., Uthicke, S., & Byrne, M. (2016). Ecological roles of exploited sea cucumbers. In *Oceanography and marine biology* (pp. 375-394). CRC Press.
- Rakaj, A., Fianchini, A., Boncagni, P., Lovatelli, A., Scardi, M., & Cataudella, S. (2018). Spawning and rearing of *Holothuria tubulosa*: A new candidate for aquaculture in the Mediterranean region. *Aquaculture research*, 49(1), 557-568.
- Rakaj, A., Fianchini, A., Boncagni, P., Scardi, M., & Cataudella, S. (2019). Artificial reproduction of *Holothuria polii*: A new candidate for aquaculture. *Aquaculture*, 498, 444-453.
- Reinthal, T. & Scheiblaue, S. (1998). Ecological monitoring of *Holothuria tubulosa* and *H. polii* (Echinodermata: Holothuroidea) in nearshore waters of Elba, Italy. In: 5th European Conference on Echinoderms, May 1998. Milan, Italy.
- Santos, R., Dias, S., Pinteus, S., Silva, J., Alves, C., Tecelão, C., Pedrosa, R. & Pombo, A. (2016). Sea cucumber *Holothuria forskali*, a new resource for aquaculture? Reproductive biology and nutritional approach. *Aquaculture research*, 47(7), 2307-2323.
- Smith, A. B., & Reich, M. (2013). Tracing the evolution of the holothurian body plan through stem-group fossils. *Biological Journal of the Linnean Society*, 109(3), 670-681.
- Tolon, T. (2017). Effect of salinity on growth and survival of the juvenile sea cucumbers *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788) and *Holothuria poli* (Delle Chiaje, 1923). *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 3930.
- Tolon, T., Emiroğlu, D., Günay, D., & Hancı, B. (2017). Effect of stocking density on growth performance of juvenile sea cucumber *Holothuria tubulosa* (Gmelin, 1788). *Aquaculture research*, 48(8), 4124-4131.
- Tolon, M. T., Emiroglu, D., Gunay, D., & Ozgul, A. (2017). Sea cucumber (*Holothuria tubulosa* Gmelin, 1790) culture under marine fish net cages for potential use in integrated multi-trophic aquaculture (IMTA), *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 46(04), 749-756
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Dış Ticaret İstatistikleri. (14/8/2019 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/menu.zul> adresinden ulaşılmıştır.)
- Uthicke, S. & Karez, R. (1999). Sediment patch selectivity in tropical sea cucumbers (Holothuroidea: Aspidochirotida) analysed with multiple choice experiments. *Journal of Marine Biology Ecology*, 236, 69-87.
- Uthicke, S., Schaffelke, B. & Byrne, M. (2009). A boom-bust phylum? Ecological and evolutionary consequences of density variations in echinoderms. *Ecological Monographs*. 79, 324. Doi:10.1890/07-2136.1
- Waggoner, B. (1995). *Echinodermata: Fossil Record*. Introduction to the Echinodermata. Museum of Paleontology: University of California at Berkeley.
- WoRMS. (2018). *Holothuria Linnaeus, 1767*. (2/8/2019 tarihinde <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=123456> adresinden ulaşılmıştır.)

