

Muğla-Ören Mevkii'nden toplanan deniz kestanelerinin (*Arbacia lixula*) gonadosomatik ve vücut indeks değişiminde farklı metotların uygulanması

Different methods practices on cycles of gonadosomatic and body indices of sea urchin (*Arbacia lixula*) from Muğla-Ören Site

Aysun Küçükdermenci* • Aynur Lök

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author: aysun.kose@ege.edu.tr

Received date: 19.07.2016

Accepted date: 19.10.2016

How to cite this paper:

Küçükdermenci, A. & Lök, A. (2016). Different methods practices on cycles of gonadosomatic and body indices of sea urchin (*Arbacia lixula*) from Muğla-Ören site (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(4): 355-360. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.4.08

Öz: Muğla-Ören mevkiinden toplanan deniz kestanelerinin önce biyometrik ölçümleri yapılmış daha sonrada vücut parçaları tek tek çıkartılmıştır. *Arbacia lixula* üzerine yapılan bu çalışmada gonadosomatik indeks ve vücut indeksleri farklı metotlarla (1. Metot= Gonad yaş ağırlığı / Toplam yaş ağırlık * 100. 2. Metot= Gonad yaş ağırlık / İç çıkarılmış test ağırlık * 100. 3. Metot= Kuru gonad ağırlık/Toplam kuru vücut ağırlık * 100. 4. Metot= Gonad yaş ağırlık/Yaş test+Aristo ağırlık * 100) hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre en yüksek gonadosomatik indeks 3. metotla (% 5.79), en düşük ise 4. metotla (% 2.58) tespit edilmiştir. Vücut indeksleri olarak baktığımızda ise test indeksi en yüksek 4. metotla (%91.67), en düşük ise 1. metotla (%62.92); mide indeksi en yüksek 2. metotla (%6.3), en düşük ise 3. metotla (%2.4); Aristo indeksi en yüksek 2. metotla (%9.08), en düşük ise 1. metotla (%5.71) tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Deniz kestanesi, *Arbacia lixula*, gonadosomatik indeks, vücut indeks

Abstract: Sea urchins which collected from Muğla-Ören site area were measured biometrical. Then body compartment dissected seperately. Gonadosomatic and body indices are worked out by different methods (Method 1= Wet gonad weight / total wet weight * 100. Method 2= Wet gonad weight / eviscerated test weight * 100. Method 3= Dried gonad weight /total dried body weight * 100. Method 4= Wet gonad weight /wet test+Aristo weight * 100) in a study on *Arbacia lixula* which is one of the edible species. It is determined due to the data that maximum gonadosomatic index is available with method 3 (%5.79) and minimum one is (%2.58) with method 4 in other viewpoint, it is determined that maximum test index is available with method 4 (%91.67) and minimum one is (%62.92) with method 1, maximum stomach index is available with method 2 (%6.3) and minimum one is (%2.4) with method 3, maximum aristo index is available with method 2 (%9.08) and minimum one is (%5.71) with method 1 by using body index.

Keywords: Sea urchin, *Arbacia lixula*, gonadosomatic index, body compartment index

GİRİŞ

Deniz kestanelerinin sığ sularda bol olarak bulunması, lezzetli olması (Lawrence ve Bazhin, 1998), protein değerinin yüksek olması bu türlerin tercih edilmesinin en önemli nedenlerindedir. (Le Dreac'h, 1987). Tarihi 500 milyon yıl öncesine dayanan birçok deniz kestanesi gonadı Asya, Akdeniz ve diğer bazı ülkelerde popüler bir deniz besinidir. 6000 tane türü olan deniz kestanelerinin 20.000 üzerinde fosil türü tanımlanmıştır (Meglitsch, 1967).

Deniz kestaneleri'nin gonadları çok eski zamanlarda Aleutian adalarından Karabiyan Denizi ve Şili kıyılarına kadar insanlar tarafından çok fazla tüketildiği ve yenilebilen bu deniz kestanesi türlerinin düzenli echinoidlerin pekçok ordosunu kapsadığı rapor edilmiştir (Echinothurioida, Diadematidae, Phymosomatoida, Camarodonta) (Kato ve Schroeter, 1985).

Deniz kestanelerinin yaklaşık yarısı düzenli deniz kestaneleri, diğer yarısını kalp kestaneleri, kum kazıcılar (bilateral asimetriye sahip olanlar) oluşturmaktadır (Emlet, 2000).

Phymosomatoida ordosuna dahil olan *Arbacia lixula* düzenli deniz kestanelerinden olup sığ sularda subtidal bölgelerde bulunmaktadır. Littoral alandaki algleri tüketerek beslenmektedirler. Güneydoğu Avustralya, Akdeniz, Kuzeydoğu İspanya, Fransa gibi ülkelerde dağılım gösterirler (Davis vd., 2003). *Arbacia lixula*, *Paracentrotus lividus* ile birlikte Akdeniz'in subtidal kıyılarda en yaygın bulunan türlerdendir (Bulleri vd., 1999). *Arbacia lixula* hakkında çok sınırlı sayıda araştırma olup, kıyısız alanlarda dağılımı (Guidetti vd., 2004), morfolojisi (Guidetti ve Mori, 2005; Santos ve Flammang, 2005), yumurta kalitesi ve larva gelişimi (George,

1990), larval toksisite ve ağır metal (Bougis, 1967), beslenmesi (Bulleri vd., 1999), biyokimyasal kompozisyonu (Fenau, 1975), genetiği (De Giorgi vd., 1992; De Giorgi vd., 1991) üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Deniz kestanelerinde fizyolojik (vücut) indeksler popülasyonun habitatu ve ortamdaki besin hakkında fikir vermesi nedeniyle çok önemlidir (Murillo-Navaro ve Jimenez Guirado, 2012). Bu konuda yapılan çalışmalarda deniz kestanelerinin gonad ve vücut indekslerinin türden türe değişim gösterdiği bildirilmiştir. *Lytechinus variegatus*'un yaş metoda göre gonadosomatik indeksi %6-10 (Beddingfeel, 1977), *Strongylocentrotus nudus*'un yaş metoda göre gonadosomatik indeksi %5.8 (Agatsuma, 1998) olarak rapor edilmiştir. *Arbacia lixula* üzerine yapılan çalışmada ise yaş metoda göre gonad indeksi %5.59±1.05 olarak tespit edilmiştir (Lök ve Köse, 2006). Vücut indeks belirlemede farklı metotlarının uygulandığı çalışmalarda *Loxechinus albus*'un yaş metoda göre test indeksi %47-48 ve Aristo indeksi %2.47-2.83 arasında (Lawrence vd., 1997) tespit edilirken *P. lividus*'da ise test indeksi %84.1±0.7, Aristo indeksi ise %10.9±0.3 (Köse, 2005) maksimum mide indeksi %11.22±0.5 (Köse ve Lök, 2014) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada da Muğla-Ören mevkiinden toplanan *Arbacia lixula*'nın gonadosomatik ve vücut indeks değerleri farklı metotlar uygulanarak belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Ege-Akdeniz türü olan *Arbacia lixula*'nın Güney Ege kıyılarında gonadosomatik indeks ve vücut indeks değişimleri incelenmiştir.

Örnekleme alanı

Arbacia lixula (n=300) Muğla-Ören kıyılarından (37° 01,39' N, 27° 58,17' E) 15 Haziran 2005 tarihinde toplanmıştır. Rastgele ve elle 1-1.5m derinliklerden toplanan deniz kestaneleri strafor kutu içerisinde periproct bölgeleri karşı karşıya gelecek şekilde ortam sıcaklığında laboratuvara taşınmıştır. İlk önce, toplanan deniz kestaneleri'nin ağırlığı 0.01 g hassasiyetli Scaltec terazi ile alınıp, biyometrik ölçümleri 0.01mm'lik kumpas ile yapılarak, deniz kestaneleri oral bölgesinden bir makas yardımıyla kesilmiştir. Kesilen deniz kestanelerinin içsuyu boşaltılıp ağırlığı tartıldıktan sonra sindirim sistemi bir pens yardımıyla alınıp gonad lopları çıkarılmıştır.

Gonadosomatik indeks

Gonad loplarının boy ve ağırlıkları ösefagusun sağ tarafından tek tek saat yönünde alınıp ölçülerek gonad renk tespiti yapılmıştır. Aynı ayrı alınan gonadların kuru ağırlıklarını almak için etüvde 3 gün 40°C'de bekletilmiştir. İndeks hesaplamalarında aşağıda verilen 4 formül kullanılarak karşılaştırılması yapılmıştır.

1. Metot (Yaş): Gonad yaş ağırlığı / Toplam yaş ağırlık * 100 (Agatsuma, 1998)

2. Metot (Test): Gonad yaş ağırlık / İçi çıkarılmış test ağırlık * 100 (Gonor, 1972)

3. Metot (Kuru): Kuru gonad ağırlık/Toplam kuru vücut ağırlık * 100 (Lasker ve Giese, 1954)

4. Metot (Aristo): Gonad yaş ağırlık/Yaş test+Aristo ağırlık * 100 (Barker vd., 1998)

Vücut indeksleri

Kestaneler kesildikten sonra vücut sıvısının, midenin, aristonun ve boşaltılmış testin ağırlığı alınmıştır. Gonad için kullanılan 4 farklı metot mide, Aristo, test ve iç suyu indeksi hesaplamalarında da kullanılarak vücut parçalarının indeks hesaplamaları yapılmıştır.

Kullanılan istatistiksel analizler

Örnekleme yapılan deniz kestanelerinin tanımlayıcı istatistikleri Microsoft Excel programında yapılmıştır. Test çapı ve test boyu ilişkisinde ve gonad lop boy-ağırlık ilişkisinde regresyon analizi kullanılmıştır. Bütün istatistik önem testleri p<0.05 seviyesinde ve istatistiki olarak Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır (Watts vd., 1998).

BULGULAR

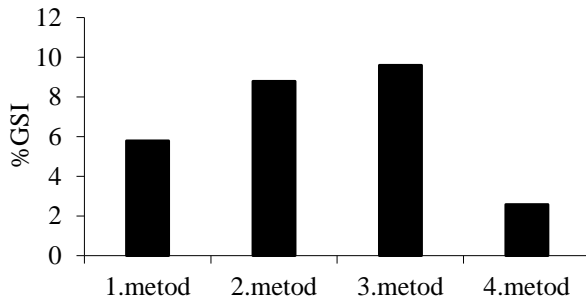
Deniz kestanelerinin toplandığı ortamda, deniz suyu sıcaklığı 27.2°C, tuzluluğu ‰38.14, çözünmüş oksijen 6.6 ppm ve pH ise 8.21 olarak belirlenmiştir. Haziran 2005 ayında yapılan ölçüm sonucunda deniz kestanelerinin dikenli ve dikensiz test çap ölçümleri sonucunda 33.18±1.15 mm dikensiz çapa sahip bireylerin 16.27±1.50 g ağırlıkta olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. *Arbacia lixula*'nın ortalama çap ve ağırlık değerleri
Table 1. The mean diameter and weight values of *Arbacia lixula*

Dikenli Boy		Dikenli Çap		Dikensiz Boy		Dikensiz Çap		Ağırlık	
X±Sx	Min-Max	X±Sx	Min-Max	X±Sx	Min-Max	X±Sx	Min-Max	X±Sx	Min-Max
31,46±1,32	25,8-39,7	69,64±1,5	56,4-81,4	14,78±0,58	10,0-17,8	33,18±1,15	24,8-41,3	16,27±1,50	6,13-29,56

Kestaneler kesilmeden önce test ve diken renkleri değerlendirilmeye alınmıştır. Yapılan değerlendirme sonucunda deniz kestanelerinin tamamının test renginin kuzguni siyah olduğu tespit edilmiş olup farklı bir renk oluşumu ile karşılaşılmamıştır.

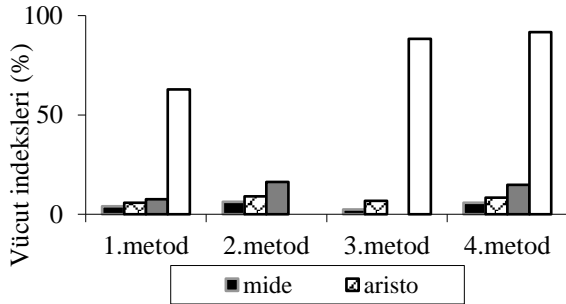
Arbacia lixula'nın farklı metotlara göre hesaplanan gonadosomatik indeksi Şekil 1'de verilmiştir. Gonadosomatik indeks değeri en yüksek (%9.60) metot 2 ile bulunmuştur. 4.metoda göre %8.79 bulunan gonadosomatik indeks 1. metoda göre % 5.79, en düşük ise 3. metoda göre % 2.58 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 1. *Arbacia lixula*'nın farklı metotlara göre gonadosomatik indeks (GSI) değişimi

Figure 1. The change of *Arbacia lixula* gonadosomatic index according to different methods

Yapılan çalışmada farklı hesaplama metotlarının uygulandığı vücut parçalarının indeksleri Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre yaş vücut ağırlığının yaş test+yas aristo ağırlığına oranı olan 4.metodun uygulanması diğer metotlara göre daha yüksek indeks değerleri ortaya çıkarmıştır.

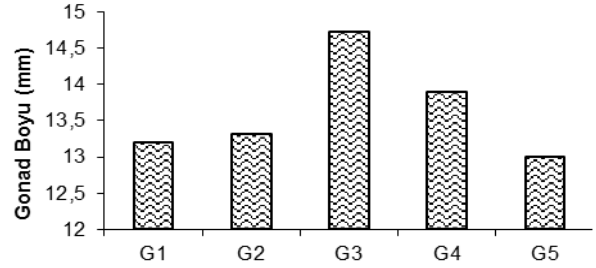


Şekil 2. *Arbacia lixula*'nın farklı metotlara göre vücut indeks değişimleri

Figure 2. The variability of *Arbacia lixula* body index according to different methods

Çalışma süresince deniz kestanelerinin gonad boylarının ölçümleri sonucunda bireylerin 3. loplara göre daha uzun olduğu (14.73 ± 1.19 mm) tespit edilmiştir. Gonad loplardan 5. lop (G5) boyu ise en kısa (13.01 ± 1.11 mm) gonad

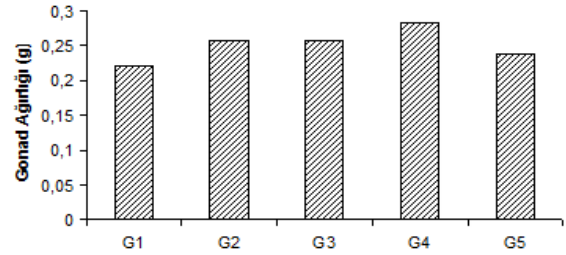
lopu olarak tespit edilmiştir (Şekil 3). İstatiksel olarak gonad lop boyları karşılaştırıldığında aralarında anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$).



Şekil 3. *Arbacia lixula*'nın gonad loplarna göre boy değişimleri ($p > 0,05$)

Figure 3. The changing of *Arbacia lixula* gonad length ($p > 0,05$)

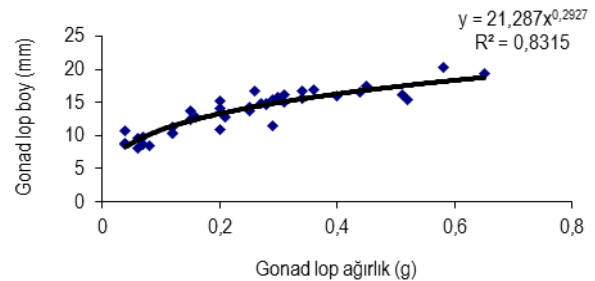
Gonad loplarnın ağırlık ölçümleri sonucunda az bir farkla 4.gonad lopunun (G4) 0,282g ile fazla olmasına karşın loplara arasında istatistiksel açıdan bir fark bulunamamıştır ($p > 0,05$) (Şekil 4).



Şekil 4. *Arbacia lixula*'nın gonad loplarna göre ağırlık değişimleri ($p > 0,05$)

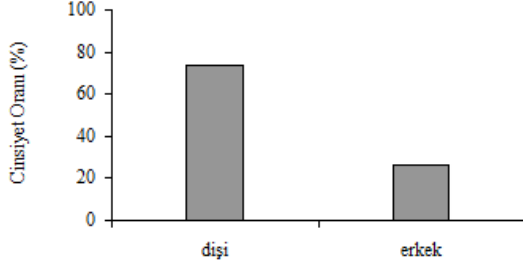
Figure 4. The variability of *Arbacia lixula* gonad components ($p > 0,05$)

Elde edilen gonad loplarnın boy-ağırlık ilişki grafiği Şekil 5'de verilmiştir. Grafiğe göre *Arbacia lixula* türlerinin gonad lop boyları ve ağırlıkları arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir.



Şekil 5. Gonad loplarnın boy ve ağırlık arasındaki ilişki
Figure 5. The relationship between length and weight of gonad components

Deniz kestanesi örnekleme sonucunda elde edilen verilere göre toplanan bireylerin %73.33'ünü dişi bireylerin, %26.66'sını erkek bireylerin oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 6). Hermafrodit bireye rastlanmamıştır.



Şekil 6. Deniz kestanelerinin dişi-erkek oranı
Figure 6. The sex ratio of sea urchins

TARTIŞMA VE SONUÇ

Cinsiyet tespiti

Deniz kestanelerinin cinsiyetleri ile ilgili ilk kayıt tüketimi yapıldığı için düzenli deniz kestaneleri üzerindedir. *Strongylocentrotus droebachiensis* türüyle yapılan çalışmada deniz kestanelerinin ayrı cinsiyette oldukları ve nadiren hermafrodit bireylere rastlandığı ve Echinoidea (deniz kestaneleri) klasisinde döllenmenin su sütunu içerisinde gerçekleştiği bildirilmiştir (Gadd, 1907).

Deniz kestanesine dıştan bakıldığında, erkek ve dişi olduğunun anlaşılması zordur. Ancak gonad loplari çıkarıldıktan sonra deniz kestanelerinin gonad renklerine göre dişi ve erkek tespiti yapılabildiği bildirilmiştir (Drzewina ve Bohn, 1924; Neefs, 1938). Bernard (1977) tarafından *Strongylocentrotus franciscanus* türünde yine cinsiyetlerin gonad rengine göre kolaylıkla ayırt edilebileceğini dişi bireylerin gonad renginin sarı, erkek bireylerin ise sarı-kavuniçi renkte olduğu bildirilmiştir. Köse (2005) yaptığı çalışmada *Paracentrotus lividus* türü deniz kestaneleri'nin dişi bireylerin gonad rengi parlak kavuniçi iken, erkek bireylerin ise kavuniçi, açık kavuniçi olduğunu bildirmiştir. Yapılan bu çalışmada deniz kestaneleri kesildikten sonra kesin olarak cinsiyetleri tespit edilmiş ve *A. lixula* bireylerinde dişi bireylerin vişne rengi, erkek bireylerin ise krem renkte olduğu belirlenmiştir.

Dişi-erkek oranı

A. lixula üzerine yapılan bu çalışmada erkek oranı % 73.33, dişi oranı ise %23.33 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre araştırma bölgesi populasyonunun erkek oranının (1/3.14) çok yüksek olduğu söylenebilir. Gonor (1972) Oregon'daki *Strongylocentrotus purpuratus*'un cinsiyet oranının 1:1 oranında değiştiğini bir diğer yerleşim yerinde ise erkek oranının 0.61 olduğunu bildirmiştir. Spirlet vd.. (1998) *Paracentrotus lividus* örnekleme sonucunda 205 erkek, 255 dişi bireye rastlanmış olup dişi-erkek oranını 1.24/1 olarak belirlemişlerdir. Lök ve Köse (2006) Urla-İskele'de yaptıkları

çalışmada *Arbacia lixula* türünün %52 erkek, %48 dişi ile cinsiyet oranını 1/1.08 olarak tespit etmişlerdir. Popülasyonda dişi erkek oranları üzerinde ortamdaki besin varlığı ve çeşitliliğinin etkisi olduğunu söyleyebiliriz. Çalışma alanında deniz kestanelerinin asıl besinini oluşturan makroalg türlerinin hem miktar hem de çeşit olarak az olduğu gözlenmiştir.

Gonad lop boy-ağırlık

Bu çalışmada deniz kestanelerinin ağzının bulunduğu peristomu kesilerek gonad loplari alınmıştır. Ösefagusun sol tarafından saat yönünde tek tek ayrılan bu loplari her birinin boy ve ağırlıkları arasında farklılığın gözlenmesine karşın istatistiksel olarak bakıldığında önemli bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Bireylerin 3. lop boylarının diğer loplardan daha uzun olduğu, 5. lobun ise en kısa olduğu tespit edilirken yine istatistiksel olarak bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Gonad lop boy ve ağırlık arasında doğrusal bir ilişki tespit edilerek $r=0.88$ olarak bulunmuştur. Gonad lop boy ve ağırlık ilişkisi ile ilgili yapılan çalışmada yaptığımız çalışmadan farklı olarak özellikle birinci ve beşinci loplari boy ve ağırlıklarının diğer loplardan daha az olduğu ve çalışmamızla benzer olarak da gonad lop boy-ağırlık arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir ($r=0.83$) (Köse, 2005).

Gonadosomatik indeks

Farklı kestane türleri üzerine yapılan gonad indeks hesaplamalarında, *Lytechinus variegatus* deniz kestanenin 1. metoda göre gonad indeksi %6-10 (Beddingfeel, 1977) olarak belirlenirken aynı türün Brezilya kıyılarındaki populasyonunda bu değer %9.5-12 olarak (Junquiera vd., 1997) tespit edilmiştir. Lök ve Köse (2006) yaptıkları çalışmada *A. lixula* 1. metoda göre gonad indeksini 4.28 ± 1.27 ve 6.91 ± 0.84 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. *S. nudus* yaş metoda göre gonad indeksi %5.8 olarak bildirilmektedir (Agatsuma, 1998). Yaptığımız çalışmada *A. lixula*'nın 1. metoda göre gonadosomatik indeksi (%5.79) bu değerlere yakın bulunmuştur.

Barker vd.. (1998) tarafından yapılan çalışmada *Evechinus chloroticus* yaş gonad ve yaş aristo feneri ağırlığı kullanılarak hesaplanan 4. metoduna göre gonad indeksinin %5-15 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Bu çalışmada Aristo metoduna göre gonad indeksi değeri %8.79 bulunmuştur. *Psammechinus miliaris* üzerine yapılan çalışmada test metoduna göre gonadosomatik indeks %4.9-12 olarak bildirilmiştir (Cook vd., 1998). *A. lixula* üzerine yapılan bu çalışmada ise bu metoda göre gonad indeksi %9.60 olarak tespit edilmiştir.

Kuru metotla gonadosomatik indeks değeri bu çalışmada %2.58 gibi düşük bir değer bulunurken Spirlet vd.. (1998) tarafından *P. lividus* üzerine yaptığı çalışmada gonad indeksini %6 olarak tespit etmişlerdir. Gonad verimi üzerine biyotik ve abiyotik faktörler etkili olmaktadır (Cook vd., 1998; Pearce vd., 2004; Sellem ve Guillou 2007). Özellikle su sıcaklığı ve ortamda besinin varlığı gonad verimini etkilemektedir (James, 2007).

Vücut indeksleri

Deniz kestanelerinde vücut indeksleri (fizyolojik indeksler) habitat kalitesi ve besinsel durumu ile ilgili belirleyici olarak kullanılabilirdiği belirlenmiştir (Murillo-Navaro ve Jimenez Guirado, 2012). Farklı türler üzerinde farklı vücut indeks metodlarının denendiği çalışmalarda *Loxechinus alba*'nın yaş metoda göre test indeksi %47-48 ve aristo indeksi %2.47-2.83 arasında (Lawrence vd., 1997) tespit edilirken yaptığımız çalışmada ise bu değerler daha yüksek (test indeksi % 62.92, aristo indeksi %5.71) bulunmuştur. *P. lividus* ile ilgili yapılan çalışmada yaş metoda göre test indeksi %84.1±0.7, Arito indeksi %10.9±0.3, mide indeksi %1.5±0.1 olarak bulunmuştur (Köse, 2005). Giese vd.. (1958) *S. purpuratus* ile ilgili yaptığı çalışmada ise yaş metod kullanmış ve vücudun %57.8±7.5 'ini test, %26.8±0.7'sini periviskeral sıvı, %4.8±0.7'sini Arito feneri, %4.6±0.8'ini mide-bağırsak oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Lytechinus variegatus'un kuru metoda göre test indeksi %84.1±0.7, Arito indeksi %10.9±0.3, mide indeksi %1.5±0.1

(Lawrence vd., 2003)'dir. *A. lixula* türü üzerine yapılan bu çalışmada ise test indeksi % 88.29, aristo indeksi % 6.7, mide indeksi % 2.4 olarak tespit edilirken tür farklılığı nedeniyle değerler farklı çıkmıştır.

Evechinus chloroticus'ta Arito ve test yaş ağırlık toplamına göre bağırsak-mide indeksinin %7-10'u geçmediği (Barker vd., 1998) bildirilirken yaptığımız çalışmada da mide indeksi değeri (%5.77) bu aralıkta bulunmuştur.

Deniz kestanelerinden *Arbacia lixula* türü üzerine yapılan bu çalışmada, fizyolojik indeksler kullanılarak tür hakkında bilgi verilmeye çalışılmış ve elde edilen verilere göre en yüksek gonadosomatik indeks 3. metotla, mide indeksi 2. metotla, Arito indeksi 2. metotla ve test indeksi de 4. metotla tespit edilmiştir. Ülkemizde ticari olarak hak ettiği değeri henüz bulamayan deniz kestanelerinden *Arbacia lixula* türü üzerine yapılan bu çalışma ve gelecekte yapılacak olan çalışmalar sayesinde deniz kestanelerinin ticari olarak değerlendirilmeye alınmasıyla su ürünleri sektörüne yeni türler kazandırılarak ülkeye önemli ekonomik girdi sağlanmış olacağı kanısındayız.

KAYNAKÇA

- Agatsuma, Y. (1998). Aquaculture of the sea urchin (*Strongylocentrotus nudus*) transplanted from coralline flats in Hokkaido, Japan. *Journal of Shellfish Research* Vol. 17, No: 5, 1541-1547
- Barker, M.F., Keogh, J.A., Lawrence, J.M. & Lawrence A.L., (1998). Feeding rate, absorption efficiencies, growth and enhancement of gonad production in the New Zealand sea urchin *Evechinus chloroticus valenciennes* (Echinoidea: Echinometridae) fed prepared and natural diets. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 17. No. 5, 1583-1590
- Beddingfield, S.D. (1977). The nutrition, growth, reproduction and population dynamics of *Lytechinus variegatus* (Lamarck) from contrasting habitats in St. Joseph Bay, Florida. PhD dissertation, University of Alabama at Birmingham, Birmingham
- Bernard, F.R. (1977). Fishery and Reproductive cycle of the Red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, In British Columbia. *Journal Fish Research Board Canada*. 34: 604-610. doi: 10.1139/f77-095
- Bougis, P. (1967). Utilisation des pluteüs en écologie expérimentale. *Helgoland Marine Research*, 15 (1-4): 59-68. doi: 10.1007/bf01618609
- Bulleri, F., Benedetti-Cecchi, L. & Cinelli, F. (1999). Grazing by the sea urchins *Arbacia lixula* L. and *Paracentrotus lividus* Lam. in the Northwest Mediterranean. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 241 (1): 81-95. doi: 10.1016/S0022-0981(99)00073-8
- Cook, E.J., Kelly, M.S. & Mckenzie, J.D. (1998). Somatic and gonadal growth of the sea urchin *Psammechinus miliaris* (Gmelin) fed artificial salmon feed compared with a macroalgal diet. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 17, No: 5, 1549-1555
- Davis, A.R., Fyfe S.K., Turon, X. & Uriz, M.J. (2003). Size matters sometimes wall height and the structure of subtidal benthic invertebrate assemblages in South-eastern Australia and Mediterranean Spain. *Journal of Biogeography*. Vol: 30 (12): 3-29. doi: 10.1111/j.1365-2699.2003.00961.x
- De Giorgi, C., De Luca, F. & Saccone, C. (1991). Mitochondrial DNA in the sea urchin *Arbacia lixula*: nucleotide sequence differences between two polymorphic molecule indicate asymmetry of maturations. *Gene*, 103 (2): 249-252. doi: 10.1016/0378-1119(91)90281-F
- De Giorgi, C., Alessandro, A.D. & Saccone, C. (1992). Mitochondrial DNA detection and copy number determination in the spermatozoa of the sea urchin *Arbacia lixula*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 182(3): 1454-1459. doi:10.1016/0006-291X(92)91897-Y
- Drzewina, A. & Bohn, G. (1924). Un nouveau cas d'hermaphroditisme chez l'oursin, *Strongylocentrotus lividus*. *CR Academia Science Paris*: 662-663
- Emlet, R.B. (2000). Ecology of adult sea urchins. Institute of Marine Biology, University of Oregon, Charleston, or. USA. pp 111
- Fenaux, L., Malara, G. & Charra, R. (1975). Effects d'un jeüne de courte durée sur les principaux constituants biochimiques de l'oursin *Arbacia lixula*. I. Stade de repos sexuel. *Marine Biology*, 30(3):239-244. doi: 10.1007/BF00390746
- Gadd, G. (1907). Einfall von Hermaphroditismus bei *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Zoologischer Anzeiger*.31: 635-638.
- George, S.B., Cellario C. & Fenaux, L. (1990). Population differences in egg quality of *Arbacia lixula* (Echinodermata: Echinoidea): proximate composition of eggs and larval development. *Journal of Experimental Marine Biology Ecology* 141(2-3): 107-118. doi: 10.1016/0022-0981(90)90217-Z
- Giese, A. C., Greenfield, L., Huang, H., Farmanfarmaian, A., Bootlootian, R., & Lasker, R. (1958). *Biological Bulletin* Vol.116, No.1 pp.49-58. doi: 10.2307/1539155
- Guidetti, P. & Mori, M. (2005). Morpho-functional defences of Mediterranean sea urchins, *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula*, against fish predators. *Marine Biology*, 147(3):797-802. doi: 10.1007/s00227-005-1611-z
- Gonor, J.J. (1972). Gonad growth in the sea urchin, *Strongylocentrotus purpuratus* (Stimpson) (Echinodermata: Echinoidea) and the assumptions of gonad index methods. *Journal Experimental Marine Biology Ecology* 10: 89- 103. doi: 10.1016/0022-0981(72)90095-0
- Guidetti, P., Terlizzi, A. & Boero, F. (2004). Effects of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, fishery along the Apulian rocky coast (SE Italy, Mediterranean Sea). *Fisheries Research*, 66: 287-297. doi: 10.1016/S0165-7836(3)00206-6
- James, P., Heath, P. & Unwin, M. (2007) The effects of season, temperature and initial gonad condition on roe enhancement of the sea urchin *Evechinus chloroticus*. *Aquaculture* 270, 115-131. doi: 10.1016/j.aquaculture.2007.03.011
- Junquiera, O.R., Ventura, C.R.R., DeCarvalho, A.L., & Schmidt, A.J. (1997). Populations recovery of sea urchin *Lytechinus variegatus* in a seagrass flat (Araruama Lagoon, Brazil): the role of recruitment in a disturbed

- environment. *Invertebrata Reproduction Development* 31:143-150. doi: [10.1080/07924259.1997.9672572](https://doi.org/10.1080/07924259.1997.9672572)
- Kato, S. & Schroeter, S.C. (1985). Biology of the red sea urchin *Strongylocentrotus franciscanus* and its fishery in California, *Marine Fisheries Review*, 47 (3):1-20
- Köse, A. (2005). A study about the gonad productivity and the indices changes of sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck 1816). Phd in Department of Aquaculture. Bornova-İzmir-Türkiye.
- Köse, A. & Lök A. (2014) Morphometric relationships and annually variability of condition of sea urchin (*Paracentrotus lividus*-Echinodermata:Echinodermata) at coast of Foca in the South Aegean Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23/10: 2431-2439.
- Lök, A., & Köse, A. (2006). Urla İskele'den toplanan deniz kestanelerinin (*Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*) gonadosomatik indeks değişimi. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 23 (1-2):7-11.
- Lasker, R. & Giese, A.C. (1954). Nutrition of the sea urchin, *Stroglyocentrotus purpuratus*. *Biologica. Bulletin* 106: 328- 340. doi: [10.2307/1538767](https://doi.org/10.2307/1538767)
- Lawrence, J.M. & Bazhin, A. (1998). Life-histang strategies and the potential of sea urchins for aquaculture, *Journal of Shellfish Research* 17: 1515-1522.
- Lawrence, J. M., Olave, S., Otaiza, R., Lawrence, A.L. & Buston, E. (1997). Enhancement of Gonad Production in the sea urchin *Loxechinus albus* in Chile Fed Extruded Feeds, *Journal of the World Aquaculture Society*. Vol. 28/1. doi: [10.1111/j.1749-7345.1997.tb00966.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1997.tb00966.x)
- Lawrence, J.M., Plank, L.R. & Lawrence, A.L. (2003). The effect of feeding frequency on consumption of food absorption efficiency and gonad production in the sea urchin *Lytechinus variegatus* *Comprative Biochemistry and Physiology Part A* (134) 69-75.
- Le Dreac'h, J.P. (1987) La pêche des oursins en Méditerranée:histor: gue,techniques,législotion ,production. In: Boudouresgue (Fled) Colloque international Sur *Paracentrotus lividus* efles oursins comestibles. Gis Pasidoine, Marseille, pp 335-362.
- Meglitsch, P.A. (1967). *Invertebrate Zoology*. Oxford Universty press. London Toronto. pp. 348.
- Murillo-Navarro, R. & Jimenez-Guirado, D. (2012) Relationship between algal food and gut and gonad conditions in the Mediterranean sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lam.) *Mediterranean Marine Science* 13/2, 227-238. doi: [10.12681/mms.302](https://doi.org/10.12681/mms.302)
- Neefs, Y. (1938). Remorques sur le cycle sexuel de l'oursin, *Strongylocentrotus lividus*, dans la région deoscoff. *CR Academia Science Paris* 206:775-777.
- Pearce, C.M., Daggett, T.L. & Robinson, S.M.C. (2004). Effect of urchin size and diet on gonad yield and quality in the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*). *Aquaculture*, 233: 337-367. doi: [10.1016/j.aquaculture.2003.09.027](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.09.027)
- Santos, R. & Flammang, S. (2005). Morphometry and mechanical design of tube foot stems in sea urchins: a comparative study. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 315 (2):211-223. doi: [10.1016/j.jembe.2004.09.016](https://doi.org/10.1016/j.jembe.2004.09.016)
- Sellem, F. & Guillou, M. (2007). Reproductive biology of *Paracentrotus lividus* (Echinodermata: Echinoidea) in two contrasting habitats of northern Tunisia (south-east Mediterranean). *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 87, 763-767. doi: [10.1017/S002531540705521X](https://doi.org/10.1017/S002531540705521X)
- Spirlet, C., Grosjean, P. & Jangaux, M.. (1998). Reproductive cycle of echinoid *Paracentrotus lividus*: analysis by means of the maturity index *Invertebrote Reproductian and Development*, 34:1-69-81 Daleban, Philadelphia.
- Watts, S.A., Boettger, S.A., McClintock, J.B. & Lawrence, J.M. (1998). Gonad production in the sea urchin *Lytechinus variegatus* (Lamarck) fed prepared diets. *Journal of the Shellfish Research* 17: 1591-1595