

Çakalburnu Dalyanı'ndan Toplanan Akivadeslerin (*Tapes decussatus* L., 1758) Mevsimsel Olarak Gonad Gelişimi

*Serpil Serdar, Aynur Lök

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye
*E mail: serpil.serdar@ege.edu.tr

Abstract: Seasonal variations of gonadal development of carpet shell clam (*Tapes decussatus* L., 1758) collected from Çakalburnu Lagoon. Seasonal gonadal changes were observed histologically in samples of carpet shell clams (*Tapes decussatus* L., 1758) collected from Çakalburnu Lagoon of Izmir Bay between January and October 2001. Five stages of gonadal development were identified. In January, Stage 0 (inactive) and Stage I were observed, with the majority (70%) of the animals in the Stage I (early active stage). Gonadal development increased to Stage II (late active stages) (75%) in April. Stage III (ripe) and Stage IV (Partially spent stages) were determined 60% and 40% respectively in June. In October clams were stage IV (Partially spent stages) and Stage V (spent), 40% and 60%. Results of this study indicate that clams spawned between June and October. On the other hand, hermaphroditism was determined 4.65 % in June samples and female/male sex ratio was 1.11 during study.

Key Words: *Tapes decussatus*, Çakalburnu Lagoon, gonadal development, histology, meat yield.

Özet: İzmir-Çakalburnu Dalyanı'ndan toplanan akivadeslerin (*Tapes decussatus* L. 1758) gonad gelişimleri Ocak ve Ekim 2001 tarihleri arasında mevsimsel örneklemelerle histolojik olarak incelenmiştir. Gonad gelişiminde beş safha tanımlanmıştır. Ocak ayında Safha 0 (dinlenme) ve Safha I gözlemlenmiş ve bireylerin büyük çoğunluğunun (%70) Safha I (ilk gametogenesis)'de olduğu tespit edilmiştir. Nisan ayında gonadlar Safha II (olgunlaşmaya başlama) (%75)'ye doğru ilerlemiştir. Haziran ayında %60'ının Safha III (olgun)'de, %40'ının Safha IV (kısmen döl bırakımı) olduğu saptanmıştır. Ekim ayında ise bireylerin Safha IV (kısmen döl bırakımı) ve Safha V (döl bırakımı)'de sırasıyla %40 ve %60 oranlarında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre akivadesler Haziran ile Ekim ayları arasında döl bırakmaktadırlar. Diğer taraftan Haziran ayı örneklerinde %4.65 oranında hermafroditlik saptanmış ve dişi/erkek oranı çalışma süresince 1.11 olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Tapes decussatus*, Çakalburnu Dalyanı, gonad gelişimi, histoloji, et verimi.

Giriş

Akivades (*Tapes decussatus* L., 1758) Akdeniz, Atlantik Okyanusu ve Manş Denizinin bütün batı kıyılarında, Southampton ve Have'nin güneyinde, Pakistanın batısından Java'nın güneyine ve Kurillerin kuzeyine kadar olan kıyılarda, Süveyş Kanalı'nda ve Kızıldeniz'de, aynı zamanda Kuzey Denizi'nde Danimarka ve Norveç sularında bulunmasıyla geniş bir yayılım alanı göstermektedir (Tebble, 1966).

Ülkemizde ise İzmir Körfezinde bol olarak bulunmakta ve balıkçılar tarafından toplanarak yurtdışına ihracatı yapılmaktadır. Anonim. (2002) kayıtlarına göre akivades üretimi 10 000 ton'dur. Fakat bu rakam sadece akivades üretimi için değil tüm kum midyeleri için geçerlidir. Bu üretim içinde de en büyük payı Batı Karadeniz'den toplanan cıkcık (*Venus gallina*) oluşturmaktadır. *T. decussatus* türü akivadesin bu üretimdeki payının ne kadar olduğu tam olarak bilinmemekle birlikte, her yıl İzmir Körfezinden önemli miktarda akivades toplanarak iç ve dış pazara gönderilmektedir.

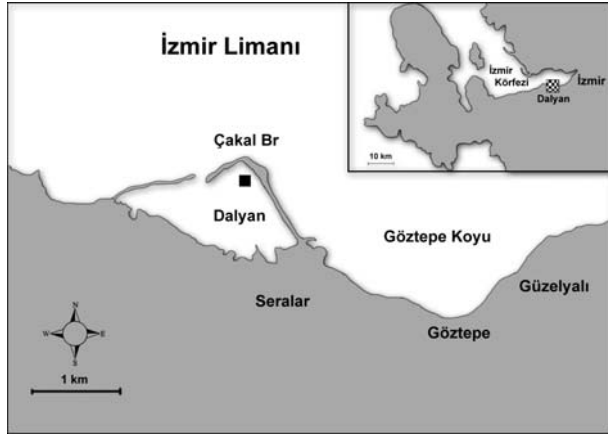
Akivadesler ayrı eşeyli canlılardır ve 4-5mm boya ulaştıklarında gonadlar görülebilir. Fakat cinsiyet ayrımı yapılamaz. 5-10mm boya ulaştıklarında seksüel ürünler gelişir ve 15-20 mm'de olgunluğa ulaşır, 20 mm ve üzeri boylardaki akivadeslerde de döl bırakımı gerçekleşir (Holland ve Chew, 1974). Üreme siklusunun sonunda gonad tamamen kaybolabilir

(göz ile görülmesi zorlaşır) ve her yıl cinsel döngü gonadların yeniden yapılandırılmasıyla ve genital bezin oluşumuyla başlar. Birçok canlıda olduğu gibi bivalv türlerinde de üreme aktivitesi iç faktörlere ve dış faktörlere (sıcaklık, tuzluluk, ışık, besin miktarı ve parazitik enfeksiyonlar v.b) bağlı olarak değişir. Bununla birlikte dış faktörler yıldan yıla ve coğrafik konuma göre de değişiklik göstermektedir (Rodriguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998). Akuakültürde ticari değeri yüksek olan türlerin üreme siklusunun bilinmesi önemli bir konudur (Sbrenna ve Campioni, 1994). Hem av yasaklarının belirlenmesi hem de üretime alınacak türlerin üreme zamanının bilinmesi akuakültürde devamlılığı sağlayacaktır.

Çakalburnu Dalyanı İzmir Körfezi'ndeki en önemli akivades toplama alanlarından biri olmasına karşın, Çaklı ve diğ., (1997)'nin bu bölgedeki akivadeslerin mikrobiyolojik kalite kontrolleri üzerine yaptıkları çalışmanın dışında başka bir araştırmaya rastlanılmamaktadır. Akivades popülasyonunun üreme siklusu ve gonad gelişim safhalarının belirlenmesi avlanma yasaklarının düzenlenmesinde etkili olacağı gibi popülasyonun kendini yenileme, stokların korunması ve sürekliliğinin sağlanması açısından da önemli olacaktır. Bu amaçla Çakalburnu Dalyanı'nda var olan akivadeslerin mevsimsel olarak üreme siklusu ve gonad gelişim safhaları bu ön araştırma ile tespit edilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Akivades (*T. decussatus*) bireyleri 2001 yılında mevsimsel olarak dalyan alanındaki (38°21'932" N, 26°46'322" E; Şekil 1) akivades toplayıcılarından temin edilmiştir. İzmir Körfezi'nin güneyinde yer alan Çakalburnu Dalyanı'nın alanı yaklaşık olarak 150 hektardır. Dalyanın genişliği 2.15 km, uzunluğu ise 2.12 km olup derinliği 0.5-1 m arasında değişmektedir (Alpbaz, 1990) (Şekil 1).



Şekil 1. Çakalburnu Dalyanı'nın konumu

Akivades örnekleri Ocak, Nisan, Haziran ve Ekim aylarında 40 adet olmak üzere toplayıcılardan alınmış ve Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Urla Araştırma İstasyonuna getirilmiştir. Laboratuvarında boy (anterior-posterior), en, kalınlık ve ağırlık gibi biyometrik ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra bu örnekler kesilip gonad kısımları ayrılarak, Davidson solüsyonunda (Shaw ve Battle, 1957) muhafaza edilmiştir. Doku örnekleri Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Patoloji Anabilim Dalı laboratuvarında işleme alınmıştır. Örnekler 12 saat süresince doku takip cihazında tutulduktan sonra, parafine gömülmüş ve kızaklı mikrotom kullanılarak $4\pm 1\mu\text{m}$ kalınlığında kesit alınmıştır. Lamlara yerleştirilen örnekler hematoksin ve eosin ile boyanmıştır. Daha sonra örnekler Olympus XSZ-107 BN model mikroskop altında incelenmiş ve Safha 0 dinlenme safhası, Safha I ilk gametogenesis, Safha II olgunlaşmaya başlama, Safha III olgun, Safha IV kısmen döl bırakımı, Safha V döl bırakımı olarak Xie ve Burnell (1994)'ın yapmış olduğu sınıflandırmaya göre gonad gelişim safhaları tespit edilmiştir. Histolojik incelemeler sonucunda dişi ve erkek birey oranları belirlenmiştir. Tespit edilen dişi bireylerin safhalarına göre (Safha I, Safha II, Safha III ve Safha IV) 70'er adet oositin çapı ölçülmüştür. Ölçümler Euromex HWF model mikroskopta mikrometrik oküler kullanılarak yapılmıştır. Fotoğraflar Canon Power Shot S45 dijital fotoğraf makinesi ile çekilmiştir.

Örnekleme boyunca akivadeslerin et verimleri Okumuş ve Stirling (1998)'e göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Et verimi (\%)} = (\text{Yaş et ağırlığı} / \text{Toplam ağırlık}) \times 100$$

Ki-kare testi ile dişi bireyler ile erkek bireyler arasında

gonad gelişim safhaları bakımından farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Parametrik olmayan testlerden Kruskal-Wallis testi akivadeslerin gonad safhalarına göre oosit büyüklüklerinin ve mevsimlere göre et verimlerinin farklı olup olmadığını belirlemek için kullanılmıştır.

Bulgular

Çalışmada kullanılan akivadesler Ocak, Nisan, Haziran ve Ekim 2001 tarihinde ölçülmüş, ortalama boy değerleri sırasıyla 35.30 ± 1.77 mm, 34.96 ± 2.47 mm, 30.66 ± 0.60 mm, 42.46 ± 1.02 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan akivadeslerin biyometrik ölçümleri.

TARİH	N	X±Se	Minimum	Maksimum	
Ocak 2001	40	Boy(mm)	35.30±1.77	23.0	49.8
		En(mm)	23.89±1.19	18.6	32.4
		Kalınlık(mm)	15.27±0.83	10.7	22.8
		Ağırlık(g)	9.93±1.39	3.86	24.33
Nisan 2001	40	Boy(mm)	34.96±2.47	27.0	54.4
		En(mm)	23.91±1.78	17.3	36.6
		Kalınlık(mm)	14.98±1.32	10.4	24.0
		Ağırlık(g)	10.31±2.29	3.20	28.83
Haziran 2001	40	Boy(mm)	30.66±0.60	25.0	41.8
		En(mm)	21.83±0.39	17.5	29.3
		Kalınlık(mm)	14.02±0.28	11.3	20.4
		Ağırlık(g)	6.29±0.38	3.52	16.32
Ekim 2001	40	Boy(mm)	42.46±1.02	38.2	47.3
		En(mm)	29.70±0.82	26.3	33.8
		Kalınlık(mm)	19.52±0.47	16.3	21.6
		Ağırlık(g)	14.72±1.10	9.51	19.97

Yapılan örnekleme safhaları akivadeslerde dinlenme safhası (Safha 0), ilk gametogenesis (Safha I), olgunlaşmaya başlama (Safha II), olgun (Safha III), kısmen döl bırakımı (Safha IV) ve döl bırakımı (Safha V) olmak üzere 5 safhanın tamamı görülmüştür.

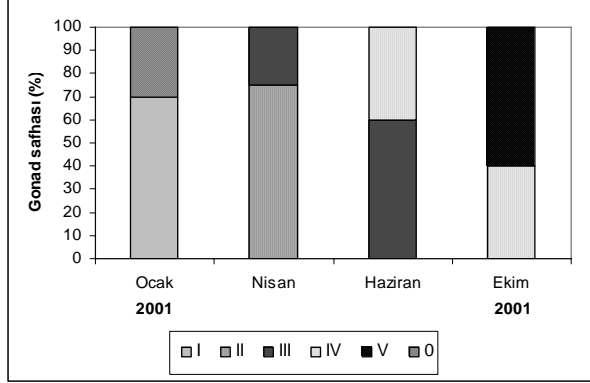
Akivadeslerin gonad gelişim safhaları dişi ve erkek ayrımı yapılmaksızın incelendiğinde Ocak 2001 tarihinde %30'unun Safha 0, %70'inin ise Safha I'de olduğu saptanmıştır. Nisan 2001 tarihinde ise %75 oranında Safha II, %25 oranında ise Safha III'de olan bireylere rastlanmıştır. Haziran 2001'de bireylerin %60'ının Safha III'de, %40'ının ise Safha IV'de olduğu tespit edilmiştir. Ekim 2001'de yapılan örneklemede akivadeslerin %40'ının Safha IV'de, %60'ının ise Safha V'de olduğu görülmüştür (Şekil 2).

Gonad safhalarının değişimi dişi ve erkek bireylere göre değerlendirmeye alındığında, inceleme sırasında dişi bireylerde 5 gonad gelişim safhasının tamamı tespit edilirken, erkek bireylerde kısmi döl bırakım safhasına kadar gelişme gözlenmiştir. Histolojik kesitler mikroskop altında incelendiğinde dinlenme safhası her iki cinsiyette de aynı olduğundan cinsiyet ayrımı yapılamamıştır. Diğer safhalarda erkek ve dişilerde gonad gelişimi bakımından farklı oluşumlar görülmeye başlamıştır;

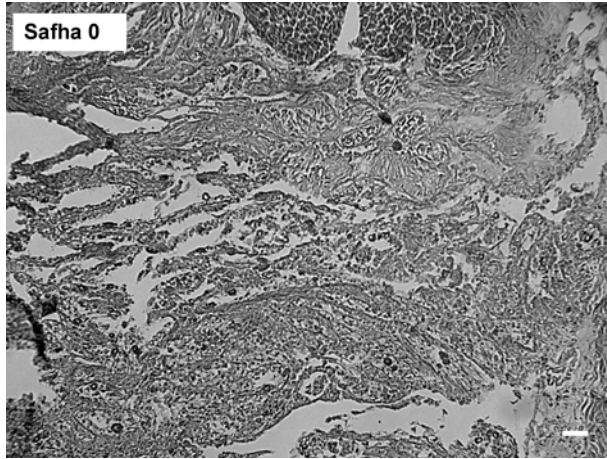
Safha 0 (dinlenme safhası)

Yapılan incelemelerde akivadeslerin Ocak 2001 tarihinde dinlenme safhasında olduğu tespit edilmiştir (Şekil

3). Bu safhada foliküllerin tamamen boşaldığı ve bağ dokunun gonadı kapladığı görülmektedir. Gametogenesis bitmiş ve seksüel dinlenme başlamıştır.



Şekil 2. Akivadeslerde gonad gelişim safhaları.



Şekil 3. Akivades gonadının dinlenme safhasındaki görünümü (Bar aralığı 80µm'ye karşılık gelmektedir).

Dişi bireylerde gonad gelişim safhaları;

Safha I (İlk gametogenesis)

Bu safhada bağ dokular arasında foliküller ve foliküllerin içinde de oositler oluşmaya başlamıştır. Fakat folikülde serbest oosit bulunmamaktadır. Bu safhada oositlerin ortalama boyu $15.8 \pm 0.45 \mu\text{m}$ ($10.0-24.0 \mu\text{m}$) tespit edilmiştir. Bununla birlikte oositlerin %40'ı $15 \mu\text{m}$ 'den küçük, %20'si ise $21-25 \mu\text{m}$ arasında ölçülmüştür (Şekil 4, Şekil 5).

Safha II (Olgunlaşmaya başlama)

Nisan 2001 tarihinde akivades bireylerinde gonadların olgunlaşmaya başladığı gözlemlenmiş ve bağ dokuda azalma olduğu tespit edilmiştir. Çok sayıda oosit folikül duvarında yer almakta ve az sayıda oosit folikül içerisinde serbest olarak bulunmaktadır. Bu safhada oositlerin boyu ortalama olarak $31.11 \pm 0.92 \mu\text{m}$ ($16.0-44.0 \mu\text{m}$) olarak tespit edilirken, %12.85'i $16-20 \mu\text{m}$ ve %24.29'u $36-40 \mu\text{m}$ arasında olduğu saptanmıştır (Şekil 4, Şekil 5).

Safha III (Olgun)

Bu safhada foliküller arasında bağ doku iyice azalmıştır. Foliküllerin içi olgun oositlerle dolu olup, bu oositlerin çekirdekçikleri rahatlıkla görülmektedir. Haziran 2001 tarihinde belirlenen bu safhada oositlerin ortalama boyu $38.67 \pm 0.63 \mu\text{m}$ ($28.0-48.0 \mu\text{m}$) olarak hesaplanmış ve oositlerin %48.58'inin $36-40 \mu\text{m}$ arasında, %30'unun $41 \mu\text{m}$ 'den büyük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4, Şekil 5).

Safha IV (Kısmen döl bırakımı)

Haziran 2001 tarihindeki örneklerde dişi bireylerin bir kısmının döl bırakım safhasına geçtiği gözlemlenmiştir. Bu safhada birçok folikül duvarının parçalandığı ve foliküllerdeki serbest oosit sayısının azaldığı hatta bir kısmının tamamen boşaldığı tespit edilmiştir. Oositler ortalama olarak $41.02 \pm 0.87 \mu\text{m}$ ($28.0-52.0 \mu\text{m}$) boyunda olup, %48.34'ünün $41 \mu\text{m}$ 'den büyük olduğu saptanmıştır (Şekil 4).

Safha V (Döl bırakımı)

Ekim 2001 tarihinde dişi bireylerin büyük bir kısmının döl bırakım safhasında olduğu tespit edilmiştir. Foliküllerde sadece birkaç tane serbest oosit gözlemlenmektedir. Bu safhada foliküller erimiş, dağılmış ve küçülmüştür (Şekil 4).

Yapılan incelemeler sonucunda, yumurta boyları bakımından safhalar arasında farklılık tespit edilmiş ve bu farklılığın anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Erkek bireylerde gonad gelişim safhaları;

Safha I (İlk gametogenesis)

Bu safhada foliküller küçük, yuvarlak ve oval şekillidir. Spermatogonia ve spermatozoidler folikül içerisinde yer almaktadır (Şekil 6).

Safha II (Olgunlaşmaya başlama)

Bu safhada foliküller daha da büyümüş ve bağ dokunun kapladığı alan azalmıştır. Foliküller içinde spermatogonia, spermatozoid, spermatid ve spermatozoanın hepsi yer almaktadır (Şekil 6).

Safha III (Olgun)

Bu safhada foliküller şişerek birbirlerine iyice yaklaşmışlardır. Foliküllerin büyük bir kısmı spermatozoalar ile dolu olup spermatozoalar merkezsiz ve uzun bantlar halindedir. Bazı örneklerde spermatozoa bantlarının folikül duvarına iyice yaklaştığı tespit edilmiştir (Şekil 6).

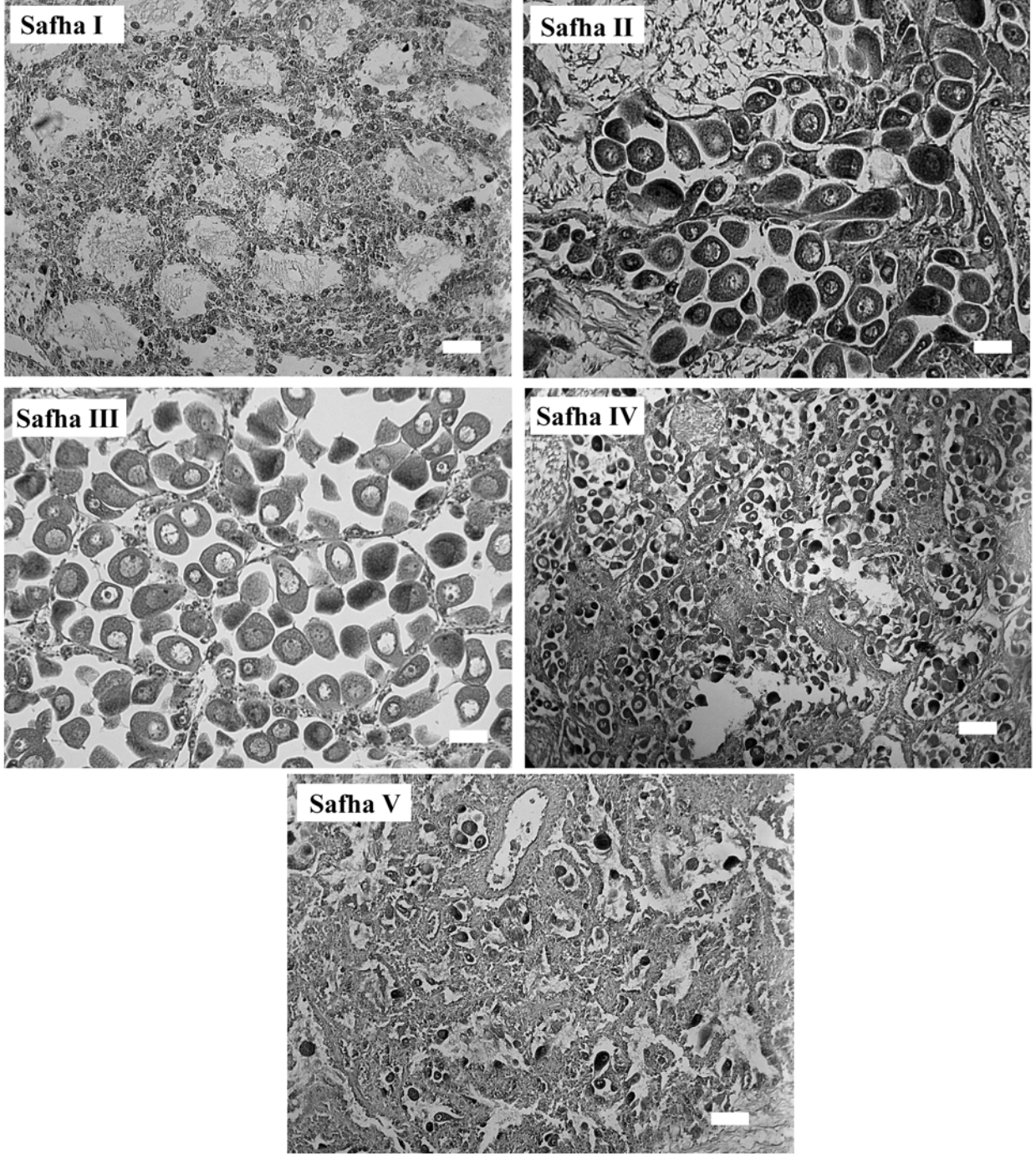
Safha IV (Kısmen döl bırakımı)

Haziran ve Ekim 2001 tarihinde yapılan örneklemelerde erkek bireylerde kısmen döl bırakım safhası tespit edilmiştir. Bu safhada olgun spermatozoalar bırakılmaya başlamış ve foliküllerdeki düzenli yapı bozulmuştur. Spermatozoa bantları diğer safhaya göre daha ince olup, foliküller arasında boşluklar görülmektedir (Şekil 6).

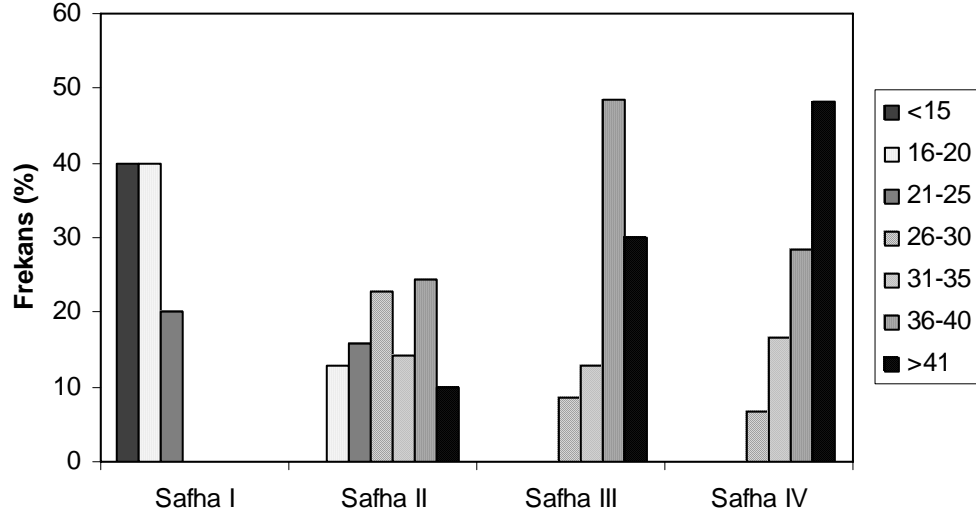
Yapılan örneklemelerde Haziran 2001 tarihinde hermafrodit bireyler tespit edilmiştir (Şekil 7). Ocak, Nisan ve Ekim aylarında yapılan örneklemelerde ise hermafrodit birey gözlemlenmemiştir. Hermafrodit olan bu bireylerin %11.4'ünün olgun oositlere sahip olduğu ve dişilik özelliğinin baskın olduğu görülmüştür. Bununla birlikte %3.84 oranındaki örnekte ovaryum yapısı daha az, testis özelliğinin daha baskın olduğu belirlenmiştir. Bu durumda cinsiyete göre gonad gelişim safhaları tespit edilirken baskın gruba göre sınıflandırma yapılmıştır. Haziran ayında yapılan örnekte hermafrodit

birey oranı %15.38 olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte çalışma süresince incelenen tüm örnekler dikkate alındığında hermafrodit birey oranının %4.65, tanımlanamayan bireylerin %6.97, dişi bireylerin %46.51, erkek bireylerin ise %41.86 oranında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 8). Aylara göre dişi,

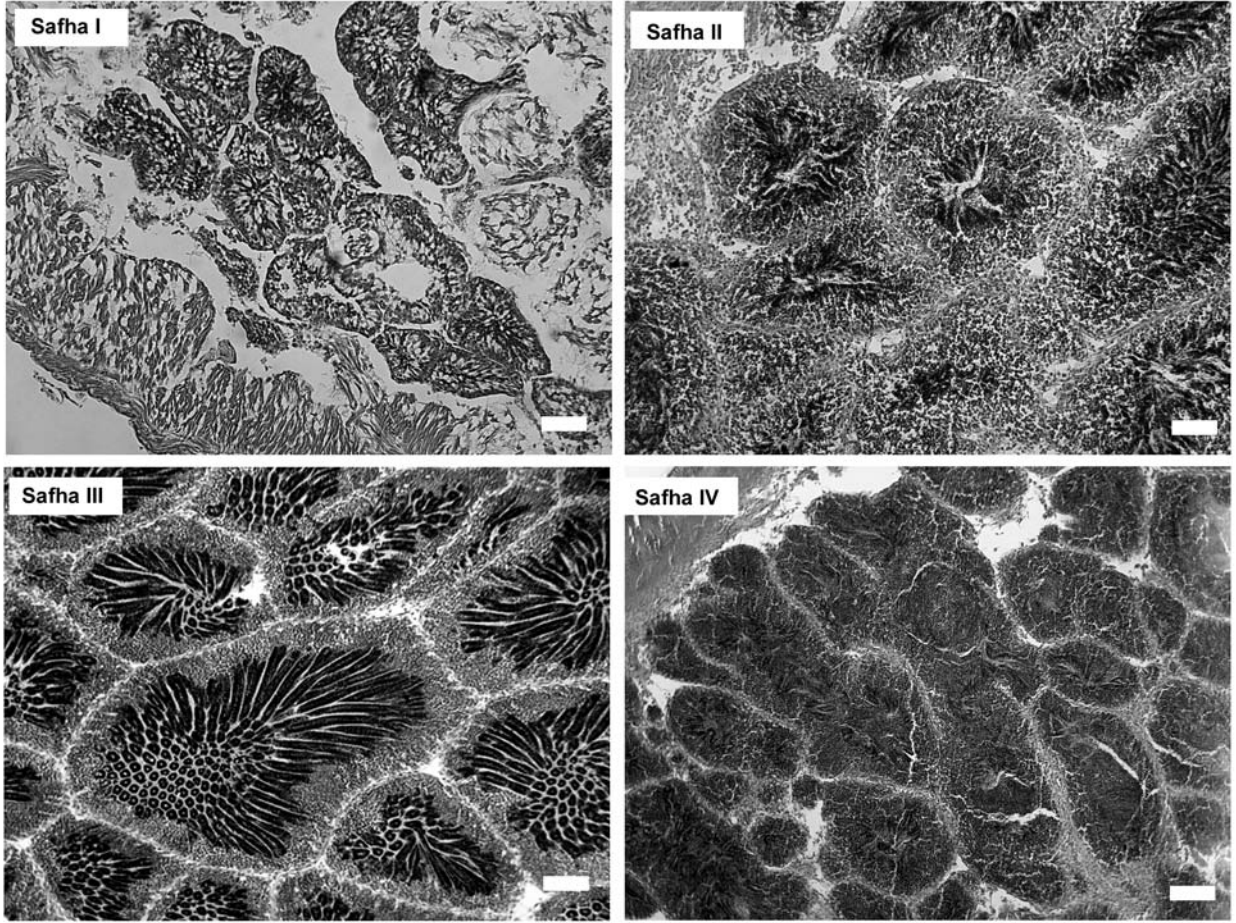
erkek, hermafrodit ve tanımlanamayan bireylere bakıldığında en yüksek dişi birey oranı Ekim ayında %60 olarak bulunurken, en yüksek erkek birey oranı Haziran ayında %57.70 olarak saptanmıştır (Tablo 2). Çalışma süresince populasyonun Dişi/Erkek oranı 1.11 olarak tespit edilmiştir.



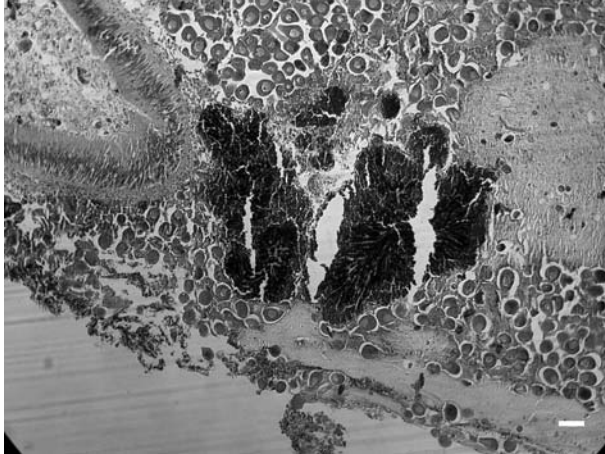
Şekil 4. Dişi bireylerde gonad gelişim safhaları; A.İlk gametogenesis, B.Olgunlaşmaya başlama, C.Olgun, D.Kısmen döl bırakımı, E.Döl bırakımı (Bar aralığı Safha II ve Safha III için 40µm, diğer safhalar için 100µm'ye karşılık gelmektedir).



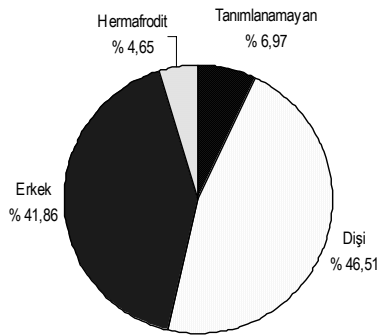
Şekil 5. Safha I, Safha II ve Safha III deki oosit büyüklüklerinin frekansı.



Şekil 6. Erkek bireylerde gonad gelişim safhaları; A.İlk gametogenesis, B.Olgunlaşmaya başlama, C.Olgun, D.Kısmen döl bırakımı (Bar aralığı 100 µm'ye karşılık gelmektedir).



Şekil 7. Hermafrodit birey (Bar aralığı 80µm'ye karşılık gelmektedir).



Şekil 8. Çalışma süresince incelenen bireylerin cinsiyet oranı.

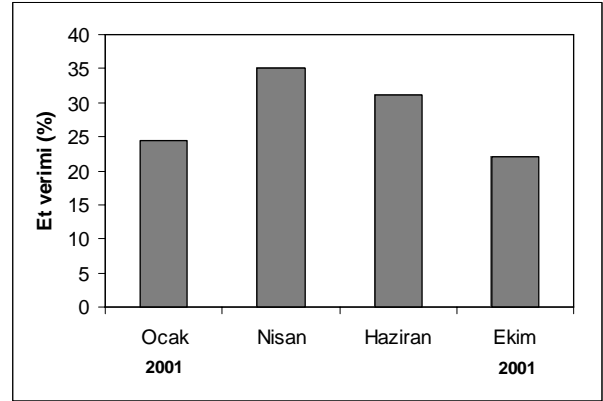
Tablo 2. Aylara göre bireylerin cinsiyet oranları.

Cinsiyet	Ocak	Nisan	Haziran	Ekim
Tanımlanamayan (%)	30	0	0	0
Hermafrodit (%)	0	0	15.38	0
Dişi (%)	40	60	26.92	70
Erkek (%)	30	40	57.70	30

Yapılan örneklemelerde akivadeslerin bu dönemlerdeki et verimleri de tespit edilmiştir. Ocak 2001 tarihinde 24.36 ± 1.39 , Nisan 2001 tarihinde 35.09 ± 1.22 , Haziran 2001 tarihinde 31.09 ± 0.56 , Ekim 2001 tarihinde ise 22.14 ± 0.76 olarak bulunmuştur (Şekil 9). Mevsimlere göre akivadeslerin et verimlerinde farklılık belirlenmiş ve bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($p < 0.05$).

Tartışma ve Sonuç

Çift kabuklu su ürünlerinde üreme etkinliği iç faktörlere ve dış faktörlere (sıcaklık, tuzluluk, ışık, besin miktarı ve parazitik enfeksiyonlar v.b) bağlı olarak değişir. Dış faktörler yıldan yıla ve bölgeden bölgeye göre değişiklik gösterebilmektedir (Rodriguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998, Delgado ve Pérez-Camacho 2005).



Şekil 9. Çalışma süresince incelenen akivadeslerdeki et verimi.

Gonad gelişimi hakkında hem *T. decussatus* hem de *T. philippinarum* üzerine farklı bölgelerde çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Örneğin *T. philippinarum* için Akdeniz'de gamet üretimi her zaman Ocak-Şubat aylarında başlar, seksüel olgunlaşma ilkbahar sonunda gerçekleşirken (Sarasquete ve diğ., 1990; Rodriguez-Moscoso ve diğ. 1992), kuzey Avrupa'da gametogenesis ve olgunlaşma daha geç olmaktadır (Xie ve Burnell 1994). İtalya'da *Venerupis decussata*'da Şubat sonunda gametosit ayırt edilebilir. Mart sonunda da dişi ve erkek bireyler açıkça tanımlanabilmekte, Mayıs başlangıcında yumurta ve sperm görülmekte ve gonadlar olgunluğa doğru ilerlemektedir (Breber, 1980). İspanya'nın Kuzeybatı bölgesinde ise *Tapes decussatus*'un hem dişi hem de erkek bireylerinde Ocak ayında ilk gametogenesis başlamakta ve dişi bireyler Nisan ile Ağustos ayları arasında, erkek bireyler ise Nisan ile Eylül başı arasında olgunluk safhasında olduğu bildirilmektedir (Rodriguez-Moscoso ve Arnaiz, 1998).

Yapılan bu çalışmada gametogenik siklus mevsimsel olarak takip edilmiş, Ocak ayında yapılan örneklemelerde bireylerin %70'inin Safha I'de olduğu ve gametogenesisin başladığı tespit edilmiştir. İrlanda'nın Kuzeyinde ise *T. decussatus* türü akivadesler de gametogenesis bahar sonunda başlamakta ve ilk olgun akivades Haziran ayında görülmektedir (Xie ve Burnell 1994). İtalya'da Mayıs ayının sonlarında *V. decussata*'da olgun gametler görülür ve visseral dokuyu olduğu gibi gonad oluşturur fakat bu oluşum manto veya solungaçlara kadar uzanmamaktadır. (Breber, 1980). Fas sularında *R. decussatus*'un üreme siklusunda gametogenesis kış sonunda (Ocak/Şubat) başlar ve gonadlar Nisan/Mayıs aylarında olgun durumdadır (Shafee ve Daoudi 1991).

Bu çalışmada tespit edilen ilk gametogenesis ve olgunluk dönemleri ile ilgili sonuçlar Breber, (1980), Shafee ve Daoudi (1991) ve Rodriguez-Moscoso ve Arnaiz, (1998)'in yaptığı çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte Çakalburnu dalyanındaki gonad gelişim safhalarının İrlanda sularındaki (Xie ve Burnell, 1994) popülasyondan daha erken olduğu görülmektedir.

Fransa'da (Gallois, 1977), İtalya'da (Breber, 1980), İrlanda'da (Xie ve Burnell, 1994), Portekiz'de (Vilela, 1950) ve

İspanya'da (Pérez Camacho, 1980) akivadeslerde yaz mevsiminde sadece bir periyotta gamet bırakımının gerçekleştiğini belirtilirken, diğer bazı araştırmacılar Fransa (Borsa ve Millet, 1992; Laurelle ve diğ., 1994) ve Fas'da (Shafee ve Daoudi, 1991) akivadeslerin bahar ve yaz olmak üzere başlıca iki periyotta döl bıraktıklarını bildirmişlerdir.

Haziran ayında gonad örneklerinin %60'ının olgun (Safha III), %40'ının kısmen döl bırakım (Safha IV) safhasında olduğu, Ekim ayında ise %40'ının kısmen döl bırakım (Safha IV) ve %60'ının döl bırakım (Safha V) safhasında olduğu tespit edilmiştir. Bu verilere göre Çakalburnu Dalyanında akivadeslerin yılda 2 defa döl bıraktıkları söylenebilir. Özellikle Haziran ayında %40 oranında kısmen döl bırakım safhasında olan bireylerin görülmesi Temmuz ayında döl bırakımının gerçekleşebileceğini düşündürmektedir.

Serdar (2003) SÜFAK Dalyan alanında *T.decussatus*'un üreme siklusu ile ilgili yaptığı çalışmada gametogenesinin Ocak ayında başladığını ve döl bırakımının Temmuz ayından Ekim ayının sonuna kadar devam ettiğini bildirmiştir. İspanya'nın Kuzeybatı bölgesinde *T.decussatus* en yüksek döl bırakım zamanı Ağustos ile Eylül ayları arasındadır (Rodríguez-Moscoso ve Arnaiz 1998)

Yapılan bu çalışmada Ekim ayında dişilerde döl bırakım safhası tespit edilirken, erkek bireylerin hala kısmen döl bırakım safhasında olduğu gözlemlenmiştir. Çakalburnu Dalyanında yapılacak daha sık örneklemelemlerle döl bırakımının ne zamana kadar devam ettiği ve erkek bireylerin döl bırakım zamanları tam olarak tespit edilmelidir.

Hesselman ve diğ., (1989) *Mercenaria mercenaria*'nın gonadal siklusu üzerine yaptıkları araştırmada. Çeşitli çevresel faktörlerin farklı fenotipik tepkileri sonucu, farklı populasyonlarda gonad siklusunun değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

İrlanda sularında *T. decussatus* ve *T. philippinarum*'da döl bırakımı Ağustos ayında başlamakta ve Eylülde bitmektedir. Aralık, Ocak ve Şubat aylarında gonadlar tamamen dinlenme safhasındadır. Histolojik kanıtlar İrlanda sularındaki akivadeslerin gametogenetik siklusunu tamamladığını, fakat bu bölgedeki gonadal gelişiminin ve döl bırakımının daha ılık bölgelerde bulunan populasyonlarla karşılaştırıldığında daha geç olduğunu göstermiştir (Xie ve Burnell 1994).

Deniz omurgasızlarının gametogenetik siklusunda sıcaklık ile coğrafik konum yakın ilişki içindedir (Giese, 1959). Türkiye, İtalya ve İspanya gibi ülkeler İrlanda'ya göre daha ılıman

bölgede olduğundan bu bölgelerdeki akivades populasyonlarında gonad gelişiminin daha erken olduğu görülmektedir.

Akivadeslerin üreme siklusunda çeşitli safhaların meydana gelmesi sıcaklık değişimi ile yakından ilgilidir. Kış ayları süresince gonadlar aktif değildir. Bahar aylarında sıcaklığın yükselmesi gamet oluşumunun başlamasına uyarıda bulunur (Breber, 1980).

Çakalburnu Dalyanı'nda su sıcaklığının yaz döneminde 28.5 °C'ye yükseldiği, kış döneminde ise 8 °C'ye kadar düştüğü rapor edilmektedir (Can, 2003). Çalışmada Ocak ayı örnekleme safhasında gonadların %30'unun dinlenme ve %70'inin ilk gametogenesis safhasında olduğu tespit edilmiştir. Mann (1979) Manila akivadesinde 8°C gibi düşük su sıcaklığının gonadal aktiviteyi sınırladığını, 12°C den itibaren gamet olgunlaşmasının başladığını, 14°C den itibaren yumurtlamanın görüldüğünü bildirmektedir. İzmir Körfezi Karantina Adasında istiridyelerin (*Ostrea edulis*) gonad olgunlaşması 14°C veya daha düşük sıcaklıklarda başlamaktadır (Yolkolu ve Lök, 2000). Düşük sıcaklık gametogenesisi etkilediği gibi yumurtlamayı da etkilemektedir (Mann 1979; Bourne, 1982). Tokyo Körfezindeki Manila akivadesinin üremesi üzerine yapılan bir çalışmada su sıcaklığı minimum 8°C Ocak ayında, maksimum 28°C Ağustos ayında tespit edilmiş ve yıl boyunca gonadların aktif olduğu bildirilmiştir (Toba ve diğ., 1993). Toba ve Miyama (1995) biyolojik gonad gelişiminin sınırladığı sıcaklık olarak 4.5°C'yi göstermelerine karşın bu sonucun kesin olmadığını daha detaylı araştırmaların yapılması gerektiğini rapor etmişlerdir.

Çalışma alanından sadece akivades örnekleme yapılmış su değerlerine bakılmadığı için ortamda bulunan besin miktarı ile ilgili herhangi bir veri elde edilmemiştir. Uygun su sıcaklığı ve yeterli miktarda besinin varlığı gonad gelişimini etkilemekte, gonadlar yıl boyunca aktif durumda kalabilmektedir. Çalışmada besin ile ilgili bir veri olmamasına rağmen, histolojik kesitlerde gonadların aktif olduğunun görülmesi ortamda yeterli besinin varlığını düşündürmektedir. Ancak daha kesin sonuçlara varılabilmesi için çalışma alanından aylık gonad örnekleme yapılmalı, aynı zamanda su özellikleri (sıcaklık, tuzluluk, besin ve benzeri) takip edilmelidir.

İki önemli akivades türü olan *T.decussatus* ve *T.philippinarum*'un oosit büyüklükleri üreme dönemlerinde takip edilerek, farklı bölgelerde farklı araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Akivadesin oosit çapları.

	Oosit çapı (µm)	Ülke	Kaynakça
<i>T.decussatus</i>	23.0-56.3	İrlanda (Cork Harbour)	Xie ve Burnell, 1994
	32.23-52.14	Fransa (Brest)	Laruelle ve diğ., 1994
	24.8-60.0	Türkiye (İzmir, SÜFAK Dalyanı)	Serdar, 2003
	24.8-60.0	Türkiye (İzmir, Çakalburnu Dalyanı)	
<i>T.philippinarum</i>	41.02 (28.0-52.0)		Bu çalışma
	27.79-52.21 µm	İrlanda	Xie ve Burnell, 1994
	27.79-52.21	Fransa (Brest)	Laruelle ve diğ., 1994
	35.8 µm (9.4-61.8 µm)	İtalya (Venedik, S. Angelo)	Meneghetti ve diğ., 2004
	41.6 (16.3-68.1 µm)	İtalya (Venedik, Chioggia)	Meneghetti ve diğ., 2004

Çakalburnu Dalyan'ında toplam olarak 200 birey incelenmiş ve bu bireylerin %6.97'sinde cinsiyetin tanımlanamadığı, %46.51'inin dişi, %41.86'sının erkek ve %4.65'inin hermafrodit olduğu tespit edilmiştir. Populasyonda dişi/erkek oranı 1.11 olarak hesaplanmıştır. Menegetti ve diğ., (2004) *T.philippinarum*'da dişi/erkek oranını 1.67, Xie ve Burnell (1994) *T.philippinarum*'da 1.03 ve *T.decussatus*'da 0.98 olarak tespit etmişlerdir.

Holland ve Chew (1974) *Venerupis japonica*'da, Ponurovsky ve Yakovlev (1992), *T.philippinarum*'da, Delgado ve Pérez Camacho (2002) *R.decussatus*'da hermafrodit bireyler tespit etmişler, bununla birlikte Breber (1980), Xie ve Burnell (1994) *T.decussatus*'ta Meneghetti ve diğ., (2004) *T.philippinarum*'da hermafrodit bireylere rastlamamışlardır.

Bivalverlerde et verimini ortamda var olan besinin yoğunluğu, sıcaklık, tuzluluk, populasyon yoğunluğu, bireylerin yaşı, gonad gelişim safhaları, substrat yapısı ve ortamda var olan diğer organizmalar etkilemektedir (Lucas ve Beninger, 1985; Muniz ve diğ., 1986).

Tapes philippinarum ve *Tapes decussatus* populasyonlarının kondüsyon değişimleri incelendiğinde, her iki populasyonda da bahar aylarında kondüsyonun yüksek, sonbahar ve kış aylarında düşük olduğu bildirilmektedir. Sonbahar ve kış mevsimi süresince bu azalma bazı fizyolojik streslerden kaynaklanabilir ve bahar ayında bu stres telafi edilebilir (Beninger ve Lucas, 1984).

Çakalburnu Dalyan'ında akivadeslerin et verimleri en yüksek Nisan ayında %35.09±1.22, en düşük Ekim ayında %22.14±0.76 olarak tespit edilmiştir. Hindioğlu (Lök) ve diğ., (1997) Çakalburnu Dalyan'ında sonbahar mevsiminde akivadeslerin %21.65 et verimine sahip olduğunu bildirmişlerdir. Beninger ve Lucas (1984)'ın belirttiği gibi sonbahar aylarında düşük ve ilkbahar aylarında artış olduğu gözlenmiştir. Üreme döneminde akivadesler tüm enerjilerini gonad olgunlaştırmaya harcarlar ve gonadlar boşaldıktan sonra et verimlerinde azalma görülür (Beninger ve Lucas, 1984).

Urrutia ve diğ., (1999) İspanya'nın kuzeyinde Urdaibai Dalyan'ında yaptığı çalışmada *Ruditapes decussatus*'un et ağırlığının Mart ile Mayıs ayları arasında en yüksek seviyede olduğunu, Mayıs ile Temmuz ayları arasında daha çok gonad gelişiminin gözlemlenmesinden dolayı bu dönemde et ağırlığının düştüğünü bildirmişlerdir.

Sonuç olarak, Çakalburnu Dalyanı akivades stokları açısından önemli bir alan olup, bu bölgeden Ekim ve Mayıs ayları arasında akivades toplanıp yurtdışına ihraç edilmektedir. Bu bölgede var olan akivades stoklarının üreme siklusu hakkında daha önce yayınlamış histolojik veriler bulunmamaktadır. Bu ön çalışma ile bu bölgedeki akivadeslerin Haziran ayında kısmen döl bırakmaya başladığı tespit edilmesine rağmen, bu bölgede yapılacak daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Aylık olarak yapılacak örneklemeler ve hatta yaz boyunca yapılacak daha sık örneklemelerle bu bölgedeki akivadeslerin üreme siklusu ve et verimleri daha detaylı olarak tespit edilmelidir. Böylece akuakültürde çok önemli olan bu canlının yetiştiricilik

çalışmaları düşünüldüğünde kuluçkahaneye getirilecek bireylerin en iyi döl verim zamanları belirlenmiş olacak, buna ilaveten üreme siklusunun tam olarak belirlenmesiyle av yasakları daha iyi düzenlenecektir. Ayrıca yıl boyunca yapılacak takiplerle bu bölgede en iyi et verim zamanı tespit edilerek, hasatın belirlenen zamanda yapılmasıyla yüksek et oranında olan bireylerin pazara sunulması sağlanacaktır.

Kaynakça

- Alpbaz, A.G., 1990. Marine fin fish culture, (In Turkish) Ege University Publications, No: 20, Bornova/İZMİR.
- Anonymous, 2002. State Institute of Statistics: Fishery Statistics, Ankara
- Beninger PG, A.Lucas, 1984. Seasonal variations in condition index, reproductive activity, and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jereys) and *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve). J Exp Mar Biol Ecol 79: 19±37.
- Borsa, P., B. Millet, 1992. Recruitment of the clam *Ruditapes decussatus* in the Lagoon of Tau , Mediterranean. Estuarine Coastal Shelf Sci. 35, 289-300.
- Bourne, N., 1982. Distribution, reproduction, and growth of Manila clam, *Tapes philippinarum* (Adams and Reeve), in British Colombia. Journal of Shellfish Research, 2, 47-54.
- Breber, P., 1980. Annual gonadal cycle in the carpet-shell clam, *Venerupis decussata* (L.), in Venice Lagoon, Italy. Proceedings of the National Shellfisheries Association 70:31-35
- Can, E., 2003. Determination of crab species in Çakalburnu Lagoon and the investigation of the reproduction, maturity of *Carcinus aestuarii*. Dokuz Eylül University, Institute of Science, Marine Sciences and Technology Institute Department of Marine Living Resources, M.Sc. Thesis, 44p. (In Turkish).
- Çaklı, Ş., A. Hindioğlu, M. Arda, 1997. Microbial quality control of clam (*Tapes decussatus*, L. 1758) collected at different stations from Izmir Bay. Mediterranean Fisheries Congress, 9-11 April, Izmir, pp 849-856.
- Delgado, M., A. Perez-Camacho, 2002. Hermaphroditism in *Ruditapes decussatus* (L.) (Bivalvia) from the Galician coast (Spain). SCI. MAR., 66 (2):183-185.
- Delgado, M., A. Perez-Camacho, 2005. Histological study of the gonadal development of *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca:Bivalvia) and its relationship with available food. SCI. MAR., 69 (1):87-97.
- Gallois, D., 1977. Sur la reproduction des palourdes, *Venerupis decussata* (Linné) et des clovisses, *Venerupis aurea* (Gmelin) de l'étang de Thau (Hérault). Vie et Milieu XXVII (2A), 233-254.
- Giese, A., 1959. Comparative physiology: annual reproductive cycles of marine invertebrates. Annu. Rev.Physiol. 21:547-576.
- Holland, D.A., K.K. Chew, 1974. Reproductive cycle of the Manila clam (*Venerupis japonica*) from Hood Canal,

- Washington. Proceedings of the National Shellfisheries Association. Volume 64, 53-58.
- Hesselman, D.M., B.J.Barber, N.J. Blake, 1989. The reproductive cycle of adult hard clams, *Mercenaria* spp. In the Indian River Lagoon, Florida. J.Shellfish Res. 8:43-49.
- Hindioğlu(Lök), A., Ş. Çaklı, S. Serdar, A.H. Duyar, 1997. Conditional indexes and chemical compositions of economical shellfish in Türkiye, (In Turkish). II. Fisheries and Processing Technology Workshop'97, 6-7 March 1997, The Istanbul Chamber of Commerce.
- Laruelle, F., J. Guillou, Y.M. Paulet, 1994. Reproductive pattern of the clams, *Ruditapes decussatus* and *Ruditapes philippinarum* on intertidal flats in Brittany. J. Mar.Biol.Assoc. U.K.74, 351-366.
- Lucas, A., P.G. Beninger, 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. Aquaculture, 44, 187-200.
- Mann, R., 1979. The effect of temperature on growth, physiology, and gametogenesis in the Manila clam *Tapes philippinarum* (A.Adams and Reeve, 1850). J.Exp.Mar.Biol. Ecol. 38:121-133.
- Meneghetti, F., V. Moschino, L. Da Ros, 2004. Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. Aquaculture 240, 473-488.
- Muniz, E.C., S.A. Jacob, M.M. Helm, 1986. Condition index, meat yield and biochemical composition of *Crassostrea brasiliiana* and *Crassostrea gigas* grown in Cabo Frio, Brazil. Aquaculture, 59, 235-250.
- Okumuş, İ., H.P. Stirling, 1998. Seasonal variations in the weight, condition index and biochemical composition of mussel (*Mytilus edulis*, L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. Aquaculture 159. 249-261.
- Pérez-Camacho, A., 1980. Biología de *Venerupis pullastra* (Montagu, 1803) *Venerupis decussata* (Linne, 1767) (Mollusca, Bivalvia), con especial referencia a los factores determinantes de la producción. Bol. Inst. Esp. Oceanogr. 5,43-76.
- Ponurovsky, S.K., Y.M. Yakovlev, 1992. The reproductive biology of the Japanese littleneck, *Tapes philippinarum* (A.Adams and Reeve, 1850) (Bivalvia: Veneridae). Journal of Shellfish Research, Vol.11, No.2, 265-277.
- Rodriguez-Moscoso, E., J.P. Pazo, A. Garcia, F.F. Cortés, 1992. Reproductive cycle of Manila clam, *Ruditapes philippinarum* (Adams&Reeve 1850) in Ria of Vigo (NW Spain). SCI.MAR., 56(1): 61-67.
- Rodriguez-Moscoso, E., R. Arnaiz, 1998. Gametogenesis and energy storage in a population of the grooved carpet-shell clam, *Tapes decussatus* (Linné, 1787), in northwest Spain. Aquaculture 162:125-139.
- Sarasquete, M.C., S. Gimeno, M.L. Gonzalez de Canales, 1990. Cycle reproducteur de la palourde *Ruditapes philippinarum* (Adams&Reeve, 1850) de la cote sud ouest atlantique (Espagne). Rev. Int. Oceanogr. Med. 97-98:90-99.
- Sbrenna, G., D. Campioni, 1994. Gametogenic and spawning patterns of the Manila clams *Tapes philippinarum* (Bivalvia:Veneroida) in two lagoons of the river Po Delta, Italy. Journal of Shellfish Research, Vol. 13, No. 1, 37-46.
- Serdar, S., 2003. Investigations on carpet shell clam (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) culture Ege.University, Institute of Science, Department of Aquaculture, PhD Thesis, 165s. (In Turkish)
- Shafee, M.S., M. Daoudi, 1991. Gametogenesis and spawning in the carpet-shell clam, *Ruditapes decussatus* (L.) (Mollusca:Bivalvia), from the Atlantic coast of Morocco. Aquaculture and Fisheries Management 22:203-216.
- Shaw, W.N., H.I.Battle, 1957. The gross and microscopic anatomy of the digestive tract of the oyster *Crassostrea virginica* (Gmelin). Can. J. Zool. 35: 325-347.
- Tebble, N., 1966. British Bivalve Seashells. A handbook for identification.The British Museum 211 pages.
- Toba, M., Y. Miyama, 1995. Influence of temperature on the sexual maturation in Manila clam *Ruditapes philippinarum*. Suisanzoshoku, Vol:23, No:3, 305-314.
- Toba, M., Y. Natsume, H. Yamakawa, 1993. Reproductive cycles of Manila clam collected from Funabashi Waters, Tokyo Bay. Nippon Suisan Gakkaishi, 59, 15-22.
- Urrutia, M.B. I. Ibarrola, J.I.P. Iglesias, E. Navarro, 1999. Energetics of growth and reproduction in a high-tidal population of the clam *Ruditapes decussatus* from Urdaibai Estuary (Basque Country, N.Spain). Journal of Sea Research 42:35-48.
- Vilella H., 1950. Vida Bentonica de *Tapes decussatus* (L.). Travaux de la Station de Biologie Maritime de Lisbonne 53, 139pp.
- Xie, Q., G.M. Burnel, 1994. A comparative study of the gametogenic cycles of the clams *Tapes philippinarum* (A.Adams&Reeve 1850) and *Tapes decussatus* (Linnaeus) on the South Coast of Ireland. Journal of Shellfish Research, Vol. 13. No, 2: 467-472.
- Yolkolu, S., A. Lök, 2000. A preliminary study on gonadal development and sex ratio of oysters (*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758). Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 17(1-2):127-136.