



EGE UNIVERSITY
FACULTY OF FISHERIES

JOURNAL OF
FISHERIES
and
AQUATIC
SCIENCES

Volume 13 Number 3 - 4
1996



ISSN 1300 - 1590

EGE ÜNİVERSİTESİ SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ

SU ÜRÜNLERİ
DERGİSİ

Cilt : 13

Sayı: 3 - 4

SU ÜRÜNLERİ DERGİSİ
JOURNAL OF FISHERIES AND AQUATIC
SCIENCES

Sahibi
Director

Prof. Dr. Hikmet HOŞSUCU, Dekan.
E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Adına

Yayın Alt Komitesi
Associate Editors

Prof. Dr. Ahmet KOCATAŞ
Prof. Dr. İsmet ÖZEL
Prof. Dr. Hikmet HOŞSUCU
Doç. Dr. Osman ÖZDEN
Yrd. Doç. Dr. Ahmet G. ELBEK

Dergi Komisyonu
Executive Board

Prof. Dr. Tufan KORAY
Prof. Dr. M. Ruşen USTAOĞLU
Doç. Dr. Adnan TOKAÇ
Doç. Dr. Özdemir EGEMEN
Doç. Dr. Şevket GÖKPINAR

Editörler
Editorial Board

Prof. Dr. Ahmet KOCATAŞ	Doç. Dr. Özdemir EGEMEN
Prof. Dr. Zeki ERGEN	Doç. Dr. Adnan TOKAÇ
Prof. Dr. Sumru ÜNSAL	Doç. Dr. Belgin HOŞSU
Prof. Dr. Süleyman BALIK	Doç. Dr. Osman ÖZDEN
Prof. Dr. Sabire KARAÇALI	Doç. Dr. Tuncay KINACIGİL
Prof. Dr. Hatice PARLAK	Doç. Dr. Bülent CİHANGİR
Prof. Dr. Baha BÜYÜKİŞİK	Yrd. Doç. Dr. Ahmet G. ELBEK
Prof. Dr. O. MURATHANOĞLU	Yrd. Doç. Dr. Şükran ÇAKLI

Yayın İşleri ve Abone Servisi Şefi
Production and Subscription Chief

Halise KUŞÇU

Dizgi ve Düzenleme
Typesetting and Compositor

Derya TÜYENE

Su Ürünleri Dergisi yılda dört sayı olmak üzere yayınlanır. Ege Üniversitesi,
Su Ürünleri Fakültesi'nin Yayın Organıdır.

Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1997

İÇİNDEKİLER

AYSEL, V., U. GEZERLER-ŞİPAL, Türkiye'nin Akdeniz kıyılarının deniz florası 3. <i>Cyanophyceae</i> , <i>Chlophyceae</i> , <i>Charophyceae</i> , ve <i>Angiospermae</i> .	247
ÇELİK, O., O. SAMSUN, Farklı dizayn özelliklerine sahip algarnaların av veriminin ve av kompozisyonunun araştırılması.	259
ORAL, R., H. UYSAL, Deniz kestanesi <i>Arbacia lixula</i> embriyonik gelişimi üzerine selenyumun toksik etkileri.	273
ÇETİNKAYA, O., K. GÜLLÜ, O. ÖZDEN, 17 α -metil testosteron'un gökkuşağı alabalıklarında (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792) büyüme, kondisyon, yem değerlendirme ve protein etkinliği üzerine etkileri.	285
ÇELİKKALE, M. S., B. AKBULUT, T. ŞAHİN, Deniz kafeslerinde yetiştirilengökkuşağı gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792)nda büyüme, yem değerlendirme ve stok yoğunlukları.	297
SARİ, H. M., S. BALIK, Bafa Gölündeki ceran balığı (<i>Liza ramada</i> Risso, 1826) popülasyonunun biyolojik yönden incelenmesi.	305
SAYGI, H., A. G. ELBEK, Su ürünleri işletmelerinde performans ve optimizasyonda simpleks yönteminin kullanılması.	317
İŞGÖREN-EMİROĞLU, D., A. G. ELBEK, Güney Ege Bölgesinde çipura ve levrek işletmelerinde ekonomik optimizasyon ve verimlilik durumu.	329
İŞİSAG, S., <i>Liza ramada</i> Risso (1826) (<i>Mugilidae</i> , <i>Teleostei</i>) ovaryumlarının gelişimi üzerine histolojik çalışmalar.	339
İŞİSAG, S., <i>Liza ramada</i> Risso (1826) (<i>Mugilidae</i> , <i>Teleostei</i>) ovaryumlarında yumurtlama öncesi folliküller yapılar.	353
YAPAR, A., Farklı iki ortamda depolanan istavrit (<i>Trachurus mediterraneus</i>), barbunya (<i>Mullus barbatus</i>) ve mezgit (<i>Merlangius merlangus euxinus</i>) balıklarında göz sıvısı refraktif indisi (RI) ve trimetilamin azotu (TMA-N) değişimi ile tazeliğin belirlenmesi.	367
KUTRUP, B., İyidere'den alınan <i>Salmo trutta labrax</i> (Pallas, 1811) örneklerinde yaş belirleme yöntemleri.	375
AKYOL, O., A. TOKAÇ, S. ÜNSAL, İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) dağılım gösteren sardalya balığı (<i>Sardina pichardus</i> Walbaum, 1792) nın büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma.	383
BORAN, M., H. KARACAM, Değirmendere ve Karadere'de (Trabzon, Türkiye) Kirletici Akıplarının Mevsimsel Değişimi.	395
SALMAN, A., T. KATAĞAN, Ege Denizi'nde <i>Rondeletiola minor</i> 'un (Naef, 1912) (<i>Sepiolidae</i> : <i>Cephalopoda</i>) üreme biyolojisi üzerine bir ön çalışma.	403
ÖZTÜRK, M., M. ÖZTÜRK, L. BAT, Karadeniz'in Sinop kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması.	409
BAT, L., D. RAFFAELLI, Iain L. MARR, Toxicity of river sediments in south-west Spain.	425
BAT, L., D. RAFFAELLI, The <i>Corophium volutator</i> (Pallas) sediment toxicity test: an inter-laboratory comparison.	433
İŞİSAG, S., H. KARAKIŞI, Asitli ortamın <i>Brachydanio rerio</i> 'da (<i>Cyprinidae</i> , <i>Teleostei</i>) solungaç epiteli ve klorid hücrelere etkisi.	441
Derlemeler	
KARA, A., Dreçler ve bim troller.	447
ÜNSAL, S., A. KARA, Avcılık yöntemlerinin sınıflandırılması.	461
HOSSU, B., A. VURAL, Balık yemlerinde soya fasulyesinin kullanımı.	471
AKBULUT, B., T. ŞAHİN, Gökkuşağı alabalığı (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792) kültüründe bazı genetik uygulamalar.	479
TOSUNOĞLU, Z., M. H. KAYKAÇ, C. AYDIN, A. TOKAÇ, E. Ü. Su Ürünleri Fakültesi balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları.	485

CONTENTS

AYSEL, V., U. GEZERLER-ŞİPAL, Marine flora of the Turkish Mediterranean coast 3. <i>Cyanophyceae, Chlophyceae, Charophyceae, ve Angiospermae.</i>	247
ÇELİK, O., O. SAMSUN, Investigation of the catch amount and the catch composition of dredges with various design features.	259
ORAL, R., H. UYSAL, Toxic effects of selenium on embryonic development of sea urchin <i>Arbacia lixula.</i>	273
ÇETINKAYA, O., K. GÜLLÜ, O. ÖZDEN, The effects of 17 α -methyltestosterone on growth, condition, feed conversion and protein efficiency of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792).	285
ÇELİKKALE, M. S., B. AKBULUT, T. ŞAHİN, Growth, food conversion ratio and stocking density of rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792) cultured in the sea cages.	297
SARI, H. M., S. BALIK, Investigation on biology of thin-lipped mullet (<i>Liza ramada</i> Risso, 1826) population in Bafa Lake.	305
SAYGI, H., A. G. ELBEK, The usage of simplex method at performans and optimization in aquaculture managements.	317
İŞGÖREN-EMİROĞLU, D., A. G. ELBEK, Economic optimization and productivity in sea bass and gilthead sea bream farms at South Aegean region.	329
İŞİSAG, S., Some histological investigations on the ovaries of <i>Liza ramada</i> Risso (1826) (<i>Mugilidae, Teleostei</i>).	339
İŞİSAG, S., Pre-ovulatory follicular structures in ovary of <i>Liza ramada</i> Risso (1826) (<i>Mugilidae, Teleostei</i>).	353
YAPAR, A., The eye fluid refractive index (RI) trimethylamine-nitrogen (TMA-N) and determination of freshness of Mediterranean horse mackerel (<i>Trachurus</i> <i>mediterraneus</i>), red mullet (<i>Mullus barbatus</i>) and whiting (<i>Merlangius merlangus</i> <i>euxinus</i>) kept in two different atmospheres.	367
KUTRUP, B., Methods of age determination of <i>Salmo trutta labrax</i> (Pallas, 1811) taken from Iydere stream.	375
AKYOL, O., A. TOKAÇ, S. ÜNSAL, An investigation on the growth and reproduction characteristics of the sardine (<i>Sardina pichardus</i> Walbaum, 1792) in the bay of İzmir (Aegean Sea).	383
BORAN, M., H. KARACAM, The seasonal variation in pollutants load of Değirmendere and Karadere rivers (Trabzon, Türkiye).	395
SALMAN, A., T. KATAGAN, A preliminary study on reproduction biology of <i>Rondeletiola minor</i> (Naef, 1912), (<i>Sepiolidae: Cephalopoda</i>) in the Aegean Sea.	403
ÖZTÜRK, M., M. ÖZTÜRK, L. BAT, Comparison of the heavy metal accumulation levels in washed and unwashed samples of two algae species distributed on Sinop coasts of the Black Sea.	409
BAT, L., D. RAFFAELLI, Iain L. MARR, Toxicity of river sediments in south-west Spain.	425
BAT, L., D. RAFFAELLI, The <i>Corophium volutator</i> (Pallas) sediment toxicity test: an inter-laboratory comparison.	433
İŞİSAG, S., H. KARAKIŞI, Effects of the environmental acitification on the gill epithelia and chloride cells of <i>Brachydanio rerio</i> (<i>Cyprinidae, Teleostei</i>).	441
<i>Reviews</i>	
KARA, A., Dredges and beamtrawls.	447
ÜNSAL, S., A. KARA, Classification of catching methods	461
HOSSU, B., A. VURAL, Utilization of soybean in fish diets	471
AKBULUT, B., T. ŞAHİN, Some genetic applications in rainbow trout (<i>Oncorhynchus</i> <i>mykiss</i> Walbaum, 1792).	479
TOSUNOĞLU, Z., M. H. KAYKAÇ, C. AYDIN, A. TOKAÇ, E. Ü. Bottom trawl nets used in fishery researches of Ege University, Faculty of Fisheries.	485



ISSN 1300 - 1590

EGE UNIVERSITESI SU ÜRÜNLERİ FAKÜLTESİ

EGE UNIVERSITY
FACULTY OF FISHERIES

JOURNAL OF
FISHERIES
and
AQUATIC
SCIENCES

Volume 13 Number 3-4

1996

Cilt : 13

Sayı 3 - 4

SU ÜRÜNLERİ
DERGİSİ

SU ÜRÜNLERİ DERGİSİ
JOURNAL OF FISHERIES AND AQUATIC
SCIENCES

Sahibi
Director

Prof. Dr. Hikmet HOŞSUCU, Dekan.
E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Adına

Yayın Alt Komitesi
Associate Editors

Prof. Dr. Ahmet KOCATAŞ
Prof. Dr. İsmet ÖZEL
Prof. Dr. Hikmet HOŞSUCU
Doç. Dr. Osman ÖZDEN
Yrd. Doç. Dr. Ahmet G. ELBEK

Dergi Komisyonu
Executive Board

Prof. Dr. Tufan KORAY
Doç. Dr. Özdemir EGEMEN
Doç. Dr. Adnan TOKAÇ
Doç. Dr. Ruşen USTA OĞLU
Doç. Dr. Şevket GÖKPINAR

Editörler
Editorial Board

Prof. Dr. Atilla ALPBAZ
Prof. Dr. Sumru ÜNSAL
Prof. Dr. Süleyman BALIK
Prof. Dr. Hikmet HOŞSUCU
Prof. Dr. Tufan KORAY
Prof. Dr. Semra CİRİK
Prof. Dr. Hatice PARLAK
Prof. Dr. Baha BÜYÜKİŞİK
Doç. Dr. Ruşen USTA OĞLU

Doç. Dr. Özdemir EGEMEN
Doç. Dr. Melahat TOĞULGA
Doç. Dr. Şevket GÖKPINAR
Doç. Dr. Belgin HOŞSU
Doç. Dr. Adnan TOKAÇ
Doç. Dr. Osman ÖZDEN
Doç. Dr. Murat KAYA
Yrd. Doç. Dr. Ahmet G. ELBEK
Yrd. Doç. Dr. Şükran ÇAKLI

Yayın İşleri ve Abone Servisi Şefi
Production and Subscription Chief

Halise KUŞÇU

Su Ürünleri Dergisi yılda dört sayı olmak üzere yayınlanır. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'nin Yayın Organıdır.

Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 1997

Türkiyenin Akdeniz Kıyılarındaki Deniz Florası

3. *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae*, *Charophyceae* ve *Angiospermae*

Veysel Aysel¹

U.Gezerler-Şipal²

¹Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

²Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract : *Marine flora of the Turkish Mediterranean coast (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Charophyceae and Angiospermae)*. The presence and the distribution of the blue-green algae, green algae, stoneworts and marine phanerogams were studied in the Turkish mediterranean coasts. 137 seaweeds and five seagrasses were determined in the study. These were distributed as 50 taxa of *Cyanophyceae*, 86 taxa *Chlorophyceae*, one taxon of *Charophyceae* and five species of seagrasses. A total of 142 taxa was determined. 15 of them are newly recorded for the Turkish seas.

Özet : Bu çalışmada Türkiye Akdeniz kıyılarındaki mavi-yeşil algler (*Cyanophyceae*), yeşil algler (*Chlorophyceae*), su şamdanları (*Charophyceae*) ve deniz fanerogamları (seagrasses) üyeleri çalışılmıştır. Çalışmada, 137 deniz yosunu ve beş deniz çayıru tayin edilmiştir. Bunlar *Cyanophyceae*'den 50, *Chlorophyceae*'den 86, *Charophyceae*'den bir ve deniz çayırlarından beş takson olarak dağılmışlardır. Toplam 142 takson tayin edilmiştir. Bunların 15 tanesi Türkiye denizleri için yeni kayıttır.

Giriş

Türkiye'nin sistematik alanındaki en kapsamlı araştırma Zeybek ve ark., (1986) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmadan önce, yine Zeybek ve ark., (1983)'nin derin deniz algleri üzerindeki çalışmaları, konumuzla ilgili yerleri içermesi açısından ayrıca değerlendirilmiştir. 1986-1996 yılları arasında Türkiye deniz florasının son durumunu belirlemeye yönelik oldukça araştırma yapılmıştır. Bunlardan

ikisi (Aysel, 1997a, b) çalışılan alanın ilk iki kısmını teşkil etmektedir. Araştırmacı bunların dışında arkadaşlarıyla beraber Türkiye'nin farklı denizlerinde çeşitli araştırmalarda bulunmuştur (Aysel ve Erduğan, 1995; Aysel ve ark., 1986; 1987; 1991; 1994; 1995). Cirik (1989, 1991) iki ayrı çalışma yapmış, Cirik ve Öztürk (1991) bir taksonun ayrıntılı bilgilerini sunmuştur. Bu arada, Ege Denizi'ndeki Gökçeada, Cirik ve ark., (1990) tarafından çalışılırken, Aydın

ve Yüksek (1989-1990) tarafından da Haliç'in (İstanbul) incelendiğini görmekteyiz. Dural ve ark., (1990, 1992), Çeşme-Eskifoça arasını taramışlar, son çalışmalarında da (Dural ve ark., 1995), yapay substratlarda gelişim gösteren algler üzerinde durmuşlardır. Dural (1996), Ege Denizi'ndeki *Cyanophyta* türlerini de araştırmıştır. Güner ve ark., (1994) ise, Güllük Limanı'nı incelemişlerdir. Liste düzenlenmesi ile ilgili ikinci çalışma, Güven ve ark., (1991) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu arada Sukatar (1994), Sukatar ve ark., (1994), Ergen ve Çınar (1994) ile Ünal (1970), Türkiye kıyılarını kapsayan çalışmalar yaptıklarından ayrıca değerlendirilmiştir.

Akdeniz deniz florasının durumunu saptamayı amaçlayan seri çalışmaların üçüncüsü olan bu araştırma ile Türkiye

Akdeniz kıyılarının 1996 yılı itibariyle durumu aydınlığa kavuşmuş olmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Materyal olarak, $28^{\circ}28'-36^{\circ}13'$ E boylamları ve $35^{\circ}56'-36^{\circ}53'$ N enlemleri arasında kalan Türkiye'nin Akdeniz kıyılarının (Şekil 1) üst infralittoral bölgesinde, 1988-1991 yılları arasından toplanan *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae*, *Charophyceae* ve *Angiospermae* üyeleri değerlendirilmiştir.

Toplanan materyal % 4'lük formaldehitli deniz suyu ile dolu kavanozlarda fikse edilerek koruma altına alınmıştır. Türkiye ve Akdeniz için yeni kayıtlık durumunda monografi düzeyindeki çalışmalar (Desikachary, 1959; Frémy, 1930, 1934, 1936; Gomont, 1892; Van Den Hoek, 1963; Setchell ve Gardner, 1919) dikkate alınmıştır.



Şekil 1. Çalışılan bölge ve araştırılan iller. Muğla (MU), Antalya (AN), Mersin (MR), Adana (AD), Hatay (HT).

Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarının Deniz Florası

Bulgular ve Tartışma

Konumuzla ilgili, Türkiye'nin Akdeniz kıyıları çok az araştırıldığından, hemen hemen her takson bölge için ilk kez verilmiştir. 1996 yılına dek bölgede *Cyanophyceae* sınıfına ait sadece 20 takson bulunmuşken, bu son inceleme ile sayı 50 olmuştur. Bu bölge 70 taksonlu Ege denizi'nden sonra ikinci sırayı almıştır. Sadece bu alan için 30 yeni eklenti yapılırken bunların da 10 tanesi Türkiye denizleri için ilk kez tanımlanmıştır. *Chlorophyceae* sınıfı için sayısal değerler incelendiğinde, 1996 yılına dek 45 takson saptanabilmişken, bu araştırmanın sonucunda 41 takson daha eklenerek sayı 87'e çıkmıştır. Yine, 42 taksonun sadece çalışılan bölgeye 36'sı

yeni eklenirken, arta kalan beş takson Türkiye denizleri için ilk kez tayin edilmiştir. *Charophyceae* üyesi tür de yine bu alan için ilk kez sunulmuştur. Beş Angiospermae üyesinden ikisi ise bölge için yeni verilmiştir.

Bölgeye yeni eklenen toplam takson sayısı 75 olarak saptanırken, bunun 16'sı Türkiye denizleri için ilk defa verilmiştir. Bölge (**) ve Türkiye denizleri için (*) yeni eklentiler Tablo 1'de simgelenerek netleştirilmiştir. Ayrıca daha önceki araştırmacıların bulguları da işaretlenmiştir.

Sunulan floristik dizinde (Tablo 1) Türkiye'de yapılan araştırmalardan sadece Akdeniz'dekiler değerlendirilmeye alınmıştır.

Tablo 1. Türkiye'nin Akdeniz deniz florasının illeri göre dağılımı. Muğla (MU), Antalya (AN), Mersin (MR), Adana (AD), Hatay (HT), Genel Liste (GL) (1: Güven ve ark., 1991; 2: Zeybek ve ark., 1986; 3: Aysel ve ark.,; 4: Cirik, 1991, 5: Ünal, 19709, 6: Zeybek ve ark., 1983; 7: Cirik, Öztürk, 1991; EGE 29649 vb. yazılımlar örneklerin E.Ü.F.F.Biy.Böl.Bot.Anabilimdalı Herbarium Merkezi'deki herbarium numaralarıdır).

TAKSONLAR	MU	AN	MR	AD	HT	GL
CYANOPHYTA						
(Giaccone <i>et al.</i> , 1985'a göre)						
CYANOSCHIZOPHYTA						
CYANOPHYCEAE						
CHROOCOCCALES						
Chroococcaceae						
(*) <i>Aphanocapsa littoralis</i> Hansg.	-	+	-	+	-	-
(*) <i>A. marine</i> Hansg. (Şekil 2a)	-	+	+	+	-	-
(*) <i>Chroococcus minor</i> (Kütz.) Naegeli	-	+	-	+	-	-
(*) <i>C. minutus</i> (Kütz.) Naegeli	-	+	-	+	-	-
(**) <i>C. turgidus</i> (Kütz.) Naegeli	-	+	+	-	-	-
<i>Gloeocapsa compacta</i> Kütz.	1	-	-	-	-	2
<i>G. crepidinium</i> Thur.	1	+	-	-	-	2
(**) <i>Gomphosphaeria aponina</i> Kütz.	-	+	-	-	-	-
(**) <i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. (EGE 29649)	+	-	-	-	-	-
Enthophysalidaceae						
<i>Enthophysalis granulosa</i> Kütz.	1	-	-	-	-	2
CHAEMOSIPHONALES						
Dermocarpaceae						
(**) <i>Dermocarpa prasina</i> (Reinsch) Born. et Thur.	-	-	-	+	-	-
Pleurocapsaceae						
<i>Xenecoccus acervatus</i> Setch. & Gardn.	-	3+	-	-	-	-
<i>X. schousboei</i> Thur.	-	3+	-	-	-	-

HORMOGONALES**Mastigocdaceae**

<i>Brachytrichia balani</i> (Lloyd) Born. et Flah.	1	-	-	-	-	2
--	---	---	---	---	---	---

Rivulariaceae

(**) <i>Calothrix aeruginea</i> (Kütz.) Thur.	-	+	-	-	-	-
(**) <i>C. cofervicola</i> (Roth) C.Ag.	+	-	-	-	-	-
(**) <i>C. contarenii</i> (Zanard.) Born. et Flah.	+	+	-	-	-	-
(**) <i>C. parasitica</i> (Chauv.) Thur.	-	+	-	-	-	-
(*) <i>C. thermalis</i> (Bchwabe) Hansg. (Şekil 2b)	-	+	-	-	-	-
<i>Isactis plana</i> (Harv.) Thur.	1+	+	-	-	-	-
<i>Rivularia atra</i> Roth	1	+	1,4	-	+	2
<i>R. biasolettiana</i> Menegh.	1	-	1,4	-	-	2
<i>R. mesenterica</i> Thur.	1	-	-	-	-	2
<i>R. polyotis</i> (J.Ag.) Born. et Flah.	1	-	-	-	-	2

Oscillatoriaceae

(**) <i>Lyngbya agardhii</i> (P.L. et H.M.Crouan) Gom. EGE 29652	-	+	-	-	-	-
(*) <i>L. baculum</i> Gom. (Şekil 2c) EGE 29649	-	+	-	-	-	-
<i>L. confervoides</i> C. Ag.	1	+	1,4	-	+	2
<i>L. gracilis</i> (Menegh.) Rabenh.	1	-	-	-	-	2
(**) <i>L. infixia</i> Frémy	-	+	-	-	-	-
(**) <i>L. limnetica</i> Lemm. EGE 29631	+	-	-	-	-	-
(**) <i>L. majuscula</i> (Dilliw.) Harv.	+	+	-	-	-	-
(**) <i>L. martensiana</i> Menegh.	-	-	-	+	-	-
(*) <i>L. nordagardhii</i> Wille	-	+	-	-	-	-
<i>L. semiplana</i> (C.Ag.) J.Ag.	1	-	-	-	-	2
<i>L. sordida</i> (Zanard.) Gom	1	+	-	-	-	2
<i>Microcoleus tenerrimus</i> Gom.	1+	-	-	-	-	2
(**) <i>M. wuinnerii</i> Frémy	+	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	4	-	-	-
(*) <i>O. limosa</i> C.Ag.	-	+	-	-	-	-
(*) <i>O. margaritifera</i> Kütz.	-	+	+	-	-	-
(*) <i>O. miniata</i> (Zanard.) Hauck	-	+	-	-	-	-
<i>O. nigro-viridis</i> Thwaites	1	-	-	-	-	2
<i>Phormidium autumnale</i> (C.Ag.) Gom.	1	+	4	-	+	2
(*) <i>P. fragile</i> Gom. EGE 29635	+	-	-	-	-	-
(**) <i>P. molle</i> Gom.	-	+	-	-	-	-
(*) <i>P. subfuscum</i> Kütz.	-	+	-	-	-	-
(**) <i>P. tenue</i> (Menegh.) Gom. EGE 29649	-	+	-	-	-	-
(**) <i>Schizotrix lacustris</i> A.Br. EGE 29652	-	+	-	-	-	-
(**) <i>Spirulina subsalsa</i> Oersted	-	+	-	-	-	-
<i>Symploca hydnooides</i> Kütz. var. <i>fasciculata</i> (Kütz.) Gom.	1	-	-	-	-	2

TOPLAM	25	31	8	6	3	16
---------------	-----------	-----------	----------	----------	----------	-----------

TOPLAM TAKSON SAYISI	50
-----------------------------	-----------

CHLOROPHYTA (Gallardo et al., 1993'a göre)**CHLOROPHYCOPHYTA****CHLOROPHYCEAE****VOLVOCALES****Tetrasporaceae**

<i>Palmophyllum crassum</i> (Naccari) Rabenh. var. <i>crassum</i>	1+	-	-	-	-	2
--	----	---	---	---	---	---

Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarının Deniz Florası

ULOTRICHALES

Borodinellaceae

(**) *Planophila microcystis* (Dang.) Kornmann
et Sahling

+ + - - - -

Chaetophoraceae

(**) *Acrochaete repens* Pringsheim

+ + - - - -

(**) *Bolbocoleon piliferum* Pringsheim

+ + + - - -

(**) *Entocladia viridis* Reinke

+ + - - - -

(*) *Epicladia flustrae* Reinke

+ + - - - -

Phaeophila dendroides (P.L. et H.M.Crouan)

1+ + - - - 2

Batters

(**) *Pringshemiella scutata* (Rein.) Hölnel et

Marchevianka

+ - - - - -

(**) *Ulvella lens* P.L. et H.M. Crouan

+ + - - - -

Trentepohliaceae

(**) *Chlorothylium cataractarum* Kütz.

+ - - - - -

Ulotrichaceae

(*) *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr.) Kütz.

+ + - - - -

(**) *U. flacca* (Dillwyn) Thur.

- - - + - -

ULVALES

Monostromataceae

(**) *Gayralia oxysperma* (Kütz.) Vinogradova
EGE 29632

+ - - - - -

(*) *Gomontia polyrhiza* (Leigerheim) Born et
Flah. EGE 296252

+ + - - - -

(**) *Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock

+ - - - - -

Ulvaceae

Enteromorpha sp.

- - 4 - - -

E. clathrata (Roth.) Grev.

+ 1,5 - - - -

E. compressa (L.) Nees var. *compressa*

1+ 1+ 1,5+ + - 2

(**) *E.*---var. *usnoides* (Bonnem. ex J.Ag.)

Bliding

- + - - - -

(**) *E. flexuosa* (Wulf.) J.Ag. subsp. *flexuosa*

+ + - - - -

E. intestinalis (L.) Nees var. *intestinalis*

1+ + + - - 2

(**) *E. kylini* Bliding

+ + - - - -

E. linza (L.) J.Ag. var. *linza*

1+ + 1+ + - 2

(**) *E.*---var. *crispata* (Bertoloni) J.Ag.

- - + + + -

(**) *E.*---var. *minor* Schiffner

- - + + + -

E. muscoides (Clemente) Cremades (= *E. crinita*)

+ 1,5 - - - -

(Roth) J.Ag., = *E. ramulosa* (Smith) Carmichael

(**) *E. prolifera* (O.F.Müll.) J.Ag. subsp. *prolifera*

- + + + - -

(**) *E. tubulosa* Kütz.

+ - - - - -

Ulva sp.

- - 1 - - -

(**) *U. fasciata* Delile var. *fasciata*

+ + - - - -

(**) *U.*---var. *taeniata* Setchell

+ + - - - -

U. lactuca L. f. *lactuca*

1 - - - - 2

U. rigida C.Ag. f. *typica*

1+ + - - - 1

SPHAEROPLEAALES

Sphaeropleaceae

Sphaeroplea annulina (Roth) C.Ag.

- - 1,5+ + - -

CLADOPHORALES

Anadyomenaceae						
<i>Anadyomene stellata</i> (Wulf.) C.Ag.	1+	1+	1,4,5+	+	+	2
<i>Microdictyon tenuis</i> (C.Ag.) Decaisne	6+	-	-	-	-	-
Cladophoraceae						
<i>Chaetomorpha aerea</i> (Dillwyn) Kütz.	+	1+	1,4,5	-	-	2
<i>C. linum</i> (Ö.F.Müll.) Kütz. (= <i>C. chlorotica</i> (Mont.) Kütz.)	+	-	4	-	-	-
<i>C. mediterranea</i> (Kütz.) Kütz. var. <i>mediterranea</i> (= <i>C. capillaris</i> (Kütz.) Börgesen var. <i>capillaris</i>)	+	+	1,4+	-	-	-
<i>Cladophora</i> sp.	-	-	4	-	-	-
(*) <i>C. aegagropila</i> (L.) Rabenh. EGE 29653	-	+	-	-	-	-
(**) <i>C. albida</i> (Nees) Kütz.	-	-	+	+	-	-
<i>C. coelethrix</i> Kütz. (= <i>C. repens</i> (J.Ag.) Kütz.)	1+	+	-	-	-	-
(**) <i>C. dalmatica</i> Kütz. (= <i>C. oblitterata</i> Söderström)	-	+	-	-	-	-
(**) <i>C. glomerata</i> (L.) Kütz. var. <i>glomerata</i>	-	+	-	-	-	-
(**) <i>C.---f. marina</i> Lyngbye	-	+	+	-	-	-
(**) <i>C. hamosa</i> Kütz.	-	+	-	-	-	-
<i>C. hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kütz.	1+	+	-	+	-	2
<i>C. laetevirens</i> (Dillwyn) Kütz.	1+	+	1,4	-	-	2
<i>C. lehmanniana</i> (Lindenberg) Kütz. (= <i>C. catenata</i> (C.Ag.) Ardiss., = <i>C. ramulosa</i> Menegh., = <i>C. utriculosa</i> Kütz.)	+	-	-	-	-	2
<i>C. mediterranea</i> Hauck	+	1,5+	1+	+	1+	-
<i>C. pellucida</i> (Huds.) Kütz. f. <i>pellucida</i>	-	1,5+	1,4	-	-	-
<i>C. prolifera</i> (Roth) Kütz.	1+	1+	1	-	-	2
(**) <i>C. sericea</i> (Hudson) Kütz.	-	+	-	-	-	-
(**) <i>C. tricotoma</i> (C.Ag.) Kütz.	+	+	+	+	+	-
(**) <i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kütz.	+	-	-	-	-	-
Siphonocladaceae						
(*) <i>Siphonocladus pusillus</i> (Kütz.) Hauck	+	-	-	-	-	-
Valoniaceae						
(**) <i>Valonia macrophysa</i> Kütz.	+	+	+	-	-	-
<i>V. utricularis</i> (Roth) C.Ag.	1+	+	1,4+	+	+	2
BRYOPSIDALES						
Bryopsidaceae						
<i>Bryopsis corymbosa</i> J.Ag.	-	1+	-	-	-	-
(**) <i>B. feldmannii</i> Gallardo et Furnari (= <i>B. cupressoides</i> Lam.)	-	-	-	+	-	-
(**) <i>B. cupressina</i> Lam.	+	-	-	-	-	-
<i>B. duplex</i> De Not. (= <i>B. balbisiana</i> Lam., = <i>B. disticha</i> (J.Ag.) Kütz.)	+	1,5+	4+	-	-	-
(**) <i>B. hypnoides</i> Lamour. var. <i>arbuscula</i> EGE 29564	-	+	-	-	-	-
(**) <i>B.---var. hypnoides</i>	+	+	-	-	-	-
(**) <i>B.---var. flagellata</i> Kütz. EGE 29087, EGE 29324	-	+	-	-	-	-
(**) <i>B. muscosa</i> Lam.	-	+	-	-	-	-
<i>B. pennata</i> Lam.	1	-	-	-	-	2
<i>B. plumosa</i> (Huds.) C.Ag.	1,6	1,5+	1	-	-	2
Caulerpaceae						
<i>Caulerpa ollivieri</i> Dostal EGE 29661	-	1+	-	-	-	2

Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarının Deniz Florası

<i>C. prolifera</i> (Forssk.) Lam.	1,6+	+	1,4,5+	+	+	2
<i>C. racemosa</i> (Forsk.) J.Ag. var. <i>lamourouxii</i> f. <i>requienii</i> (Mont.) Weber van Bosse	-	-	7	-	-	-
Codiaceae						
(**) <i>Codium adhaerens</i> C.Ag.	+	+	-	-	-	-
<i>C. bursa</i> (L.) C.Ag.	1+	+	1,4,5+	-	-	2
(**) <i>C. coralloides</i> (Kütz.) Silva	+	-	-	-	-	-
<i>C. effusum</i> (Rafinesque) Delle Chiaje	+	1,5+	-	-	-	-
<i>C. tomentosum</i> (Huds.) Stackh.	+	1,5+	-	-	-	-
<i>C. vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje	-	-	1,4+	+	-	-
Derbesiaceae						
<i>Derbesia</i> sp.	-	-	4	-	-	-
<i>D. tenuissima</i> (De Not.) P.L. et H.M. Crouan	1+	-	-	+	-	2
<i>Pedobesia lamourouxii</i> (J.Ag.) J.Feldm. et al.	-	-	1,5+	+	-	-
Udoteaceae						
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizam.	1+	+	+	+	+	2
<i>Halimeda tuna</i> (Ellis ve Solander) Lam.	1+	+	1,4,5+	+	+	2
<i>Pseudoclorodesmis furcellata</i> (Zanard.) Borgesen	1+	+	-	-	-	2
DASYCLADALES						
Polyphysaceae						
<i>Acetabularia acetabulum</i> (L.) Silva EGE 29628	1,6+	1,5+	1,4+	+	+	2
Dasycladaceae						
<i>Dasycladus vermicularis</i> (Scopoli) Krasser	1+	1+	1,4,5+	+	+	2
TOPLAM	59	57	36	22	10	25
TOPLAM TAKSON SAYISI	86					
CHAROPHYTA						
CHAROPHYCEAE						
CHARALES						
Characeae						
(**) <i>Chara canescens</i> Desv. & Lois in Dois Deslong EGE 29633	+	-	-	-	-	-
TOPLAM	1	-	-	-	-	-
TOPLAM TAKSON SAYISI	1					
SPERMATOPHYTA						
ANGIOSPERMAE						
HYDROCHARITALES						
Hydrocharitaceae						
(**) <i>Halophila stipulacea</i> (Forssk.) Ascherson EGE 29940	+	-	-	-	-	-
Cymodoceaceae						
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson	+	+	4+	+	+	+
NAJADALES						
Posidoniaceae						
<i>Posidoniaceae oceanica</i> (L.) Delile	+	+	4+	+	+	+

<i>Zosteraceae</i>						
(***) <i>Zostera marina</i> L.	+	+	+	+	+	+
<i>Zostera-Zosterella noltii</i> Hornemann	+	+	4+	+	+	+
TOPLAM	5	4	4	4	4	4
TOPLAM TAKSON SAYISI	5					
GENEL TOPLAM	142					

Değerlendirmede Zeybek ve ark., (1986)'nın çalışması temel alınarak, son 10 yıldaki araştırmalar kaynak olarak kullanılmıştır. Neticede araştırma alanında Cyanophyceae, Chlorophyceae, Charophyceae, Chrysophyceae ve deniz çayırlarına ait toplam 143 takson tanımlanarak Tablo 2'de illere göre özetlenmiştir.

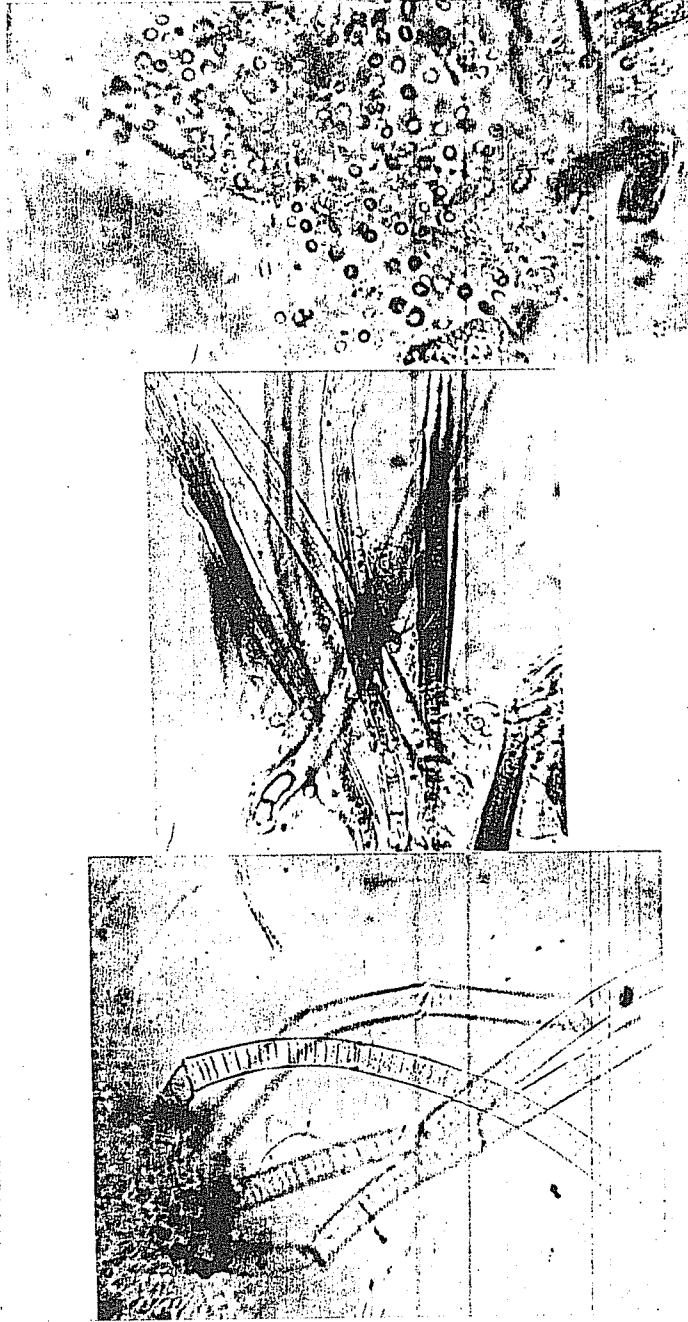
Tablo 2'den görüleceği gibi iller içinde en fazla takson Antaya'da tayin edilmiş, bunu sırasıyla Muğla, Mersin, Adana ve Hatay izlemiştir. Buradaki doğuya gidildikçe sayısını azalması, kıyılardaki gerek organik ve gerekse inorganik kirlenmenin göreceli düşmesi neticesinde, mavi-yeşil ve yeşil alglerin genelde kirli sularda ortama hakim olmasındandır.

Tablo 2. Araştırma alandaki taksonların illere göre durumu.

Sınıflar	İLLER						Takson Sayısı
	MU	AN	MR	AD	HT	GL	
Cyanophyceae	25	31	8	6	3	16	50
Chlorophyceae	59	57	36	22	10	25	86
Charophyceae	1	-	-	-	-	-	1
Angiospermae	5	4	4	4	4	4	5
Toplam	90	92	48	32	17	46	142

Türkiye denizlerine bu sayısal değerler uyarlandığında, son 10 yılda 617 taksondan 789'a ulaşılması, çalışanların sayıya artmasının yanında araştırmalarda az çalışılmış yerlerin hassasiyetle incelenmesindedir. Tablo 3'de taksonun Türkiye denizlerindeki durumu verilmektedir.

Ege Denizi'nin 520 taksonla temsil edilmesinin nedenlerinin en önemlisi, bölgedeki dağların denizlere dik olarak uzanması neticesinde kıyıların çok girintili-çukuntulu oluşudur. Ancak, algolojik çalışmaları gerçekleştirilen kişilerin çoğunun bu bölgede oluşları da dikkate alınmalıdır.



Şekil 1. a. *Aphanocapsa marina*; b. *Calothrix thermalis*; c. *Lyngbya baculum*.

Tablo 3. Türkiye denizlerindeki floristik durumun sayısal değerleri.

Divisio	TÜRKİYE DENİZLERİ				Takson Sayısı
	KD	MD	EG	AD	
Cyanophyceae	12	11	70	50	91
Rhodophyceae	139	264	252	241	411
Phaeophyceae	53	101	99	83	142
Chlorophyceae	50	90	92	86	136
Charophyceae	2	2	1	-	3
Chrysophyceae	-	-	1	-	1
Seagrasses	3	3	5	5	5
Toplam	259	471	520	465	789

Kaynakça

- Aydın, A., Yüksek, A., 1989-1990. Investigations on the macroscopic and epiphytic algae of the Golden Horn. İ.Ü.F.F.Biy.Der., 54: 15-20
- Aysel, V., 1997a. Marine flora of Turkish Mediterranean coast 1.Red algae (Rhodophyta). TÜBİTAK Tr.J. of Botany (Baskıda).
- Aysel, V., 1997b. Marine flora of Turkish Mediterranean coast 2.Brown agae (Fucophyceae=Pheophyceae). TÜBİTAK Tr.J. of Botany (Baskıda).
- Aysel, V., Erduğan, H., 1995. Check-list of Black Sea seaweeds, Turkey (1823-1994) TÜBİTAK. Tr.J. of Botany, 19: 545-554.
- Aysel, V., Türkan, I., Sukatar, A., Güner, H., Öztürk, M., 1986. Plant and pollution relationship in the Bay of Izmir. Proceed. 5th OPTIMA Meeting Istanbul, 8-5 Sept. 1986, İ.Ü.F.F. Basımevi 1993: 57-68.
- Aysel, V., Güner, H., Sukatar, A., 1987. Türkiye'nin Ege Denizi florası ve Türkiye deniz florasındaki yeri. VIII Ulusal Biy.Kongr. (3-5 Eylül 1986, İzmir). Zool.Hidrob., Tem. ve Endüstr.Mikrob. Tebliği, 2: 499-508.
- Aysel, V., Güner, H., Dural, B., 1991. Türkiye Marmara Denizi florası 1.Cyanophyta ve Chlorophyta. E.Ü.Su Ürünleri Semp. 12-14 Kasım 1991. AKM.İzmir: 74-112.
- Aysel, V., Sukatar, A., Güner, H., 1994. Türkiye denizlerinde nesli tükenmekte olan algler ve çiçekli bitkiler. E.Ü.F.F.Der.Ser.B.Ek 16/1: 903-917.
- Aysel, V., Gezerler-Şipal, U., Dural, B., Erduğan, H., 1995. Türkiye deniz florası için iki yeni kayıt. *Xenococcus acervatus* Setchel ve Gardner, *X. schousboei* Thuret (Cyanophyceae, Chamaesiphonales), E.Ü.S.Ü.F.S.Ü.Der. Cilt 12, Sayı 3-4, 321-327 s.
- Cirik, Ş., 1989. La végétation marine des cotes Turques de la Meer Egée. Pelagos VII (1): 103-122.
- Cirik, Ş., 1991; A propos de la végétation marine de la baie d'Akkuyu (Mersin, Turguie. Flora Medit.: 1: 205-212.
- Cirik, Ş., Öztürk, B., 1991. Notes sur la présence d'une forme rare du *Caulerpa racemosa*, en Méditerranée orientale. Flora Medit. 1: 217-219.

Türkiye'nin Akdeniz Kıyılarının Deniz Florası

- Cirik, Ş., Zeybek, N., Aysel, V., Cirik, S., 1990. Note preliminaire sur le végétation marine de l'île de Gökçeada (Mer Egée Nord, Turquie). *Thalassographica* 12 Suppl. 1: 19-23.
- Desikachary, T.V., 1959. *Cyanophyta*. I.C.A.R. New Delhi. 686 p.
- Dural, B., 1996. Ege Denizi Cyanophyceae türleri. *E.Ü.S.Ü.F.S.Ü.Der. (Baskıda)*.
- Dural, B., Aysel, V., Güner, H., 1990. İzmir Körfezi Lassıca Ada Alg Florası X.Ulusal Biy.Kong. A.Ü.Fen-Edebiyat Fak.Bot.Bildirileri (18-20 Temmuz) 2: 205-219.
- Dural, B., Güner, H., Aysel, V., 1992. The comparison of marine flora of Çeşme-Eskifoça with Türkiye and Mediterranean, *J.Fac. of Sci.E.U.Ser.B.* 14 (2): 65-77.
- Dural, B., Aysel, V., Lök, A., Güner, H., 1995. Ecology of benthic algal on different substrata of Hekim Island, Izmir, Turkey. IV th Plant life of southwest Asia Symp. ACC. (21-28 May), 1995, Izmir.
- Ergen, Z., Çınar, M.E., 1994. Ege Denizine dağılım gösteren *Cystoseira faiesinin* kalitatif ve kantitatif yönden araştırılması XII Ulusal Biy.Kongr. 6-8 Temmuz 1994-Edirne, Hidrob. Seksiyonu IV: 138-149.
- Frémy, P., 1930. *Les Myxophycées de l'Afrique equatoriale française*. *Ext.Arch.Bot.III.Mem.*2: 507 p.
- Frémy, P., 1934. *Les Cyanophycées des cotes d'Europe*. *Mem.Soc.Nat.Sci.Nat. et Math.Cherb.* XLI, Saint-Lo, 302 p.
- Frémy, P., 1936. Marine algae from the Canary Islands. Especially from Tenerrife and Gran Canaria. *Det.Kgl.Dansk.Vidensk.Selsk.Biol.Meddel.* XII (5): 1-43.
- Gallardo, T., Gomez-Garreta, A., Ribera, M.A., Cormaci, M., Furnari, G., Giaccone, G., Boudouresque, C.F., 1993. Check-List of Mediterranean seaweeds. II.Chlorophyceae *Wille s.l.Bot.Mar.*: 36 (5): 399-421.
- Giaccone, G., Colonna, P., Graziano, C., Mannino, A.M., Tornatore, E., Cormaci, M., Furnari, G., Scammacca, B., 1985. Revisione della flora marina di Sicilia e isole minori. *Catania. Boll.Acc.Gioenia Sci.Nat.* 18 (326): 537-781.
- Gomont, M.M., 1892. *Monographie des Oscillatores (Nostocacees, Homocystees)*. *Ann.Sc.Bot.* Paris: 91-368.
- Güner, H., Aysel, V., Sukatar, A., 1994. Güllük Limanı Algleri. *E.Ü.F.F.Der.Ser.B.Ek* 16/1: 945-950.
- Güven, C.K., Zeybek, N., Cirik, Ş., 1991. Türkiye deniz algleri üzerinde 1899-1990 arası çalışmalar. *İ.Ü.Den.Bil. ve Coğ.Enst.Bült. İstanbul, Türkiye* 7: 51-81.
- Setchell, W.A., Gardner, N.L., 1919. The marine algae of the Pacific coast of north America. I.*Myxophyceae*. *Univ.Calif.Publ. in Botany* 8 (1): 1-138.
- Sukatar, A., 1994. Güney Ege Bölgesi'ndeki *Halopitys incuvus* (Huds.) Batters topluluğunun kalitatif ve kantitatif değerlendirilmesi. XII Ulusal Biy.Kongr. 6-8 Temmuz 1994-Edirne, Hidrob.Seksiyonu IV: 207-212.
- Sukatar, A., Aysel, V., Güner, H., 1994. Güney Ege Bölgesi'ndeki *Cystoseira elegans* Sauv. topluluğunun değerlendirilmesi. *E.Ü.F.F.Der.Ser.B. Ek* 16/1: 945-950.
- Ünal, A., 1970. Türkiye sahillerinde yetişen deniz alglerinin sistematiği, Ankara, 64 p.
- Van Den Hoek, C., 1963. Revision of the european species of *Cladophora* Leiden, 248 p.
- Zeybek, N., Güner, H., Aysel, V., 1983. Türkiye'nin bazı derin deniz algleri. *Doğa Bilim Der. A* 7 (3): 547-556.
- Zeybek, N., Güner, H., Aysel, V., 1986. The marine algae of Türkiye. *Proceed. 5th OPTIMA Meeting Istanbul, 8-5 Sept. 1986, İ.Ü.F.F Basımevi* 1993: 169-197.

Geliş Tarihi: 06.05.1996

Kabul Tarihi: 31.10.1996

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması*

Oktaç ÇELİK Osman SAMSUN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, Türkiye.

Abstract: Investigation of the catch amount and the catch composition of dredges with various design features: The research was carried out between 07.08.1995-19.08.1995 between Sinop Çiftlik Village and Çayağzı where the depth is 8-11 meters, by using nets with three different mesh sizes of 30, 40, 50 mm and the lengths of 0.5, 1.0, 1.5 m in order to estimate the catch amount and the catch composition of sea snail dredge.

The number and the average lengths of sea snails (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) caught with 30, 40 and 50 mm mesh sizes were determined as 1680, 78.80±0.395 mm; 1632, 82.54±0.403 mm; 841, 86.43±0.577 mm, respectively. It was determined that the nets with 50 mm mesh size was more selective than the other mesh sizes. The catch composition of mesh sizes of 40 mm net was not significantly different than of mesh sizes 30 and 50 mm nets. Length-weight relationship was estimated as $W=0.00055 L^{2.7723}$ ($r=0.94$).

During the research, economically high valued fish species such as turbot (*Scophthalmus sp.*), scorpion fish (*Scorpaena sp.*) and goby (*Gobius sp.*) and various algae (*Phycophyta*), mussels (*Mytilus sp.*), crabs (*Carcinus sp.*), prawns (*Palaemon sp.*) and miscellaneous fish larvae and many demersal organisms were also caught. The effect of the net length and the mesh size on the amount of turbot caught was considered statistically insignificant ($p>0.05$), although the scorpion fish was more catchable with net mesh size 30 mm and with net length of 1.5 m.

Key Words: Dredge, Rapania, sea snail, Black Sea.

* Bu araştırma O.M.Ü.Araştırma Fon Saymanlığı tarafından SÜ.029 No.lu proje olarak desteklenmiştir.

Özet: Araştırma 07.08.1995-19.08.1995 tarihleri arasında Sinop Çiftlik Köyü ile Çayağzı mevki arasında kalan 8-11 m. derinliğindeki bölgede gerçekleştirilmiş olup, üç farklı göz açıklığına (30, 40 ve 50 mm) ve boya (0.5, 1.0 ve 1.5 m) sahip torbalar kullanılarak salyangoz algarnasının av verimi, av kompozisyonu ve diğer canlılar üzerindeki etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırma süresince yapılan algarna çekimleri sonucunda 30, 40 ve 50 mm göz açıklığındaki torbalar ile avlanan deniz salyangozu (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) sayıları ve ortalama boyları sırasıyla 1680 adet ve 78.80±0.395 mm, 1832 adet ve 82.54±0.403 mm, 841 adet ve 86.43±0.577 mm olarak belirlenmiştir. Buna göre 50 mm göz açıklığındaki torba ağların diğer göz açıklıklarına sahip torbalardan daha seçici olduğu, yani daha az salyangoz avlandığı sonucuna varılmıştır. Av kompozisyonu olarak 40 mm.lik torba, 30 ve 50 mm.lik torbalardan farklı bulunmamıştır. Avlanan deniz salyangozlarına ait boy-ağırlık ilişkisi $W=0.00055 L^{2.7723}$ ($r=0.94$) olarak tesbit edilmiştir.

Yapılan çalışma sonunda, deniz salyangozu ile beraber kalkan (*Scophthalmus sp.*), iskorpit (*Scorpaena sp.*) ve kayabalığı (*Gobius sp.*) gibi ekonomik değeri yüksek olan balıklar ile çeşitli yosunlar (*Phycophyta*), midye (*Mytilus sp.*), yengeç (*Carcinus sp.*), teke-karides (*Palaemon sp.*) ve çeşitli türlerdeki balık larvalarıyla birlikte daha pek çok dip canlısının avlandığı tespit edilmiştir. Torba boyunun ve göz açıklığının kalkan balığı av miktarı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz ($p>0.05$) bulunmuş, iskorpit balığının ise 30 mm göz açıklığındaki torba ve 1.5 m boyundaki torba ile daha fazla avlandığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Algarna, *Rapana*, deniz salyangozu, Karadeniz.

Giriş

Su ürünleri üretiminde kullanılan avcılık metodlarının geliştirilmesi, yeni stokların kullanıma açılması ve yararlanılamayan pekçok su ürününün keşfedilip değerlendirilmeye alınması ile su ürünleri üretiminin artırılabilirliği belirtilmektedir (Alpbaz, 1990; Hoşsucu, 1991; Çelikkale ve ark., 1993).

Dünya balıkçılığı içinde ülkemiz ilk 20 ülke (milyon ton üzerinde avlayanlar) arasına girememiş olmakla beraber, 0.5-1 milyon ton/yıl üretim kapasitesine sahip İngiltere, Polonya, Meksika, Avustralya gibi ülkeler arasında ikinci grupta yer almaktadır. Elde edilen 500-600 bin ton dolayında yıllık su ürünleri istihsalinin % 99'u avcılık yolu ile sağlanmaktadır (Hoşsucu, 1991). Diğer ülkelerle karşılaştırıldığında Türkiye'de, su ürünleri tüketiminin oldukça az olduğu görülmektedir.

Günümüzde yüksek oranda hayvansal protein içeren balık yanında; çeşitli su bitkileri, süngerler, sölenteler, yumuşakçalar, kabuklular, böcekler, amfibiler ve

sürüngenler gibi bütün su canlıları modern avlama yöntemleri ile avlanabilmektedir (Çelikkale ve ark., 1993). Bu nedenle dünyanın çeşitli yerlerinde elde edilen ürünler, bunların tüketildiği ülkelere pazarlanmaktadır. Örneğin, ülkemizde tüketimi olmayan deniz salyangozu, kum midyesi ve bazı su bitkilerinin dış ülkelere ihraç amacıyla avcılığı yapılmaktadır.

Japonlar besin olarak kullandıkları deniz salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) kendi sularında azalması sonucunda bu canlılar için bazı koruma tedbirleri almışlar ve avcılığını belli kurallar çerçevesinde sınırlandırmışlardır. Bunun sonucunda Türkiye'nin Karadeniz sahillerinde yaşamakta olan bu deniz ürünü, son yıllarda Japonya'ya ihraç edilmeye başlanmıştır. 1985 yılına kadar tek firma tarafından toplatılarak ihracatı yapılan bu ürün, günümüzde değişik firmaların giriştikleri rekabet sonunda yöre balıkçısı için önemli bir kazanç materyali haline gelmiştir. Bu durum doğal olarak aşırı avlamadan kaynaklanan problemleri de beraberinde getirmiştir (Ünsal ve ark.,

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması

1989).

Deniz salyangozu (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846)'nın 1950 yılında Batum'da, 1953 yılında Yalta'da, 1956'da Batı Karadeniz Bölgesindeki Varna Körfezi'nde bulunduğu belirlenmiştir. Trabzon sahillerindeki varlığı ise 1960 yılında tespit edilmiştir (Anonim, 1990; Karayücel, 1992). Deniz salyangozu, Karadeniz'de yaşamlarını en iyi biçimde sürdürebileceği kumlu, algli, kumlu-algli ve çamurlu ortamların bulunduğu 0-100 m derinliklerde yaşarlar (Düzgüneş ve ark., 1988; Ünsal ve ark., 1989). Kış mevsimini derin sulara geçiren deniz salyangozları, Nisan ayında sahillere göç ederler ve Ekim'e kadar buralarda yaşarlar. Bu aydan sonra tekrar derin sulara göç ederek yaşamlarını devam ettirirler (Karayücel, 1992).

Türkiye'de besin olarak kullanılmayan bu deniz canlısının avlanması tamamen ihracata yönelik olduğu halde avcılığın aşırı boyutlara ulaşması, sorunun acilen bilimsel olarak ele alınmasını zorunlu kılmıştır.

Orta ve Batı Karadeniz Bölgelerinde bir dreç çeşidi olan salyangoz algarnası ile salyangoz avcılığı yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Algarnalar, dipte çekilirken diğer dip canlılarına da zarar verebilmektedirler. Torba boyu uzun olan algarnalar ile, dip balıklarından özellikle ekonomik değeri çok yüksek olan kalkan (*Scophthalmidae*) ve pisi balıkları (*Pleuronectidae*), iskorpit balıkları (*Scophthalmidae*) ve pisi balıkları (*Pleuronectidae*), iskorpit balıkları (*Scorpaenidae*) ve kaya balıkları (*Gobiidae*) gibi dip balıklarının da avlanabildiği görülmektedir.

1994-1995 Av Dönemine Ait Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 28 Numaralı Sirküler'e göre deniz salyangozu avcılığının serbest olduğu dönemlerde,

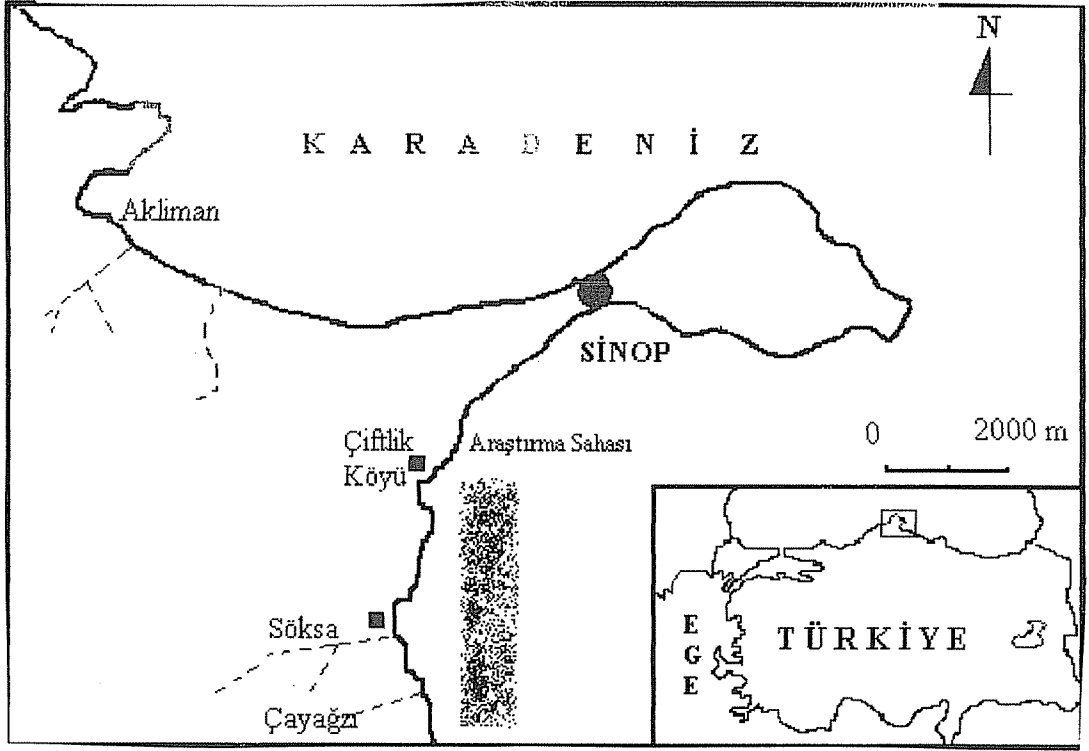
07.00-17.00 saatleri arasında kıyıda 200 m ve daha uzakta salyangoz algarnası çekimi serbest bırakılmıştır. Deniz salyangozu üretiminde kullanılacak algarnaların ağız genişliği maksimum 3 m, algarna ağız derinliği 40 cm, torba boyu 1 m ve torba ağ gözü açıklığı 45 mm olarak sınırlandırılmıştır (Anonim, 1994). 1995-1996 Av Dönemine Ait Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 29 Numaralı Sirkülerde algarna ile deniz salyangozu avcılığı tüm yıl boyunca yasaklanmış olup, sadece dalma yöntemi ve 15 Temmuz 1995-1 Eylül 1995 tarihleri dışında deniz salyangozu istihali serbest bırakılmıştır (Anonim, 1995). Ancak 1996-1997 Av Dönemine Ait Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 30/1 Numaralı Sirkülerde 15 Temmuz-1 Eylül arasındaki süre dışında sahilten itibaren 500 m ve daha uzakta salyangoz algarnasının kullanımını serbest bırakılmıştır (Anonim, 1996).

Özellikle salyangoz avcılığı yapan balıkçılar, torba boyunu 1 m'den daha uzun tutarak (3-5 m) deniz salyangozları ile aynı ekolojik ortamı paylaşan ve denizin derin alanları ile sığ alanları arasında mevsimsel göç yapan bu balıkları da avlamaya yönelmektedir. Bu nedenle diğer su ürünleri kaynakları da olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca bilinçsiz avcılık sonucu yıllık salyangoz av miktarının giderek azalması, bu konuda hızla tedbir alınması konusunda bir uyarı olarak kabul edilmelidir.

Rapana venosa Valenciennes, 1846'nın avcılığının bugünkü durumunu ve daha uygun algarna dizayn planını belirlemek amacıyla bu araştırma gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, 07.08.1995-19.08.1995 tarihleri arasında Sinop Çayağzı mevki ile



Şekil 1. Araştırma bölgesi.

Çiftlik köyü arasında kalan, derinliği 8-11 m arasında olan alüvyonlu bir sahada yapılmıştır (Şekil 1).

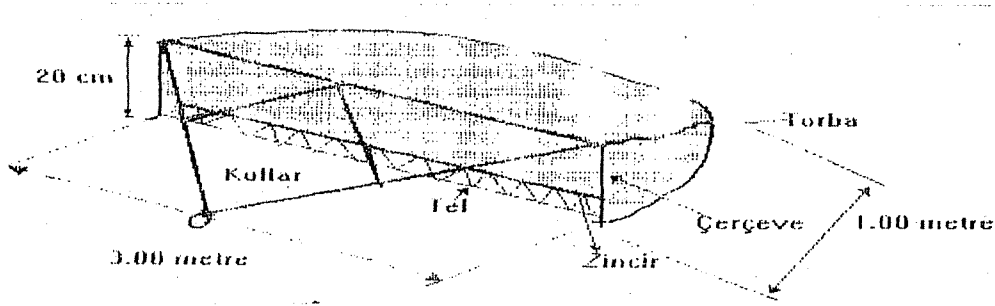
Araştırma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sinop Su Ürünleri Fakültesi'ne ait 11 m boya ve 78 HP motor gücüne sahip Araştırma-I adlı teknede yürütülmüştür.

Deniz salyangozlarını doğal deniz ortamından avlamak amacı ile 3 m ağız genişliğinde, 20 cm ağız yüksekliğinde, 5 cm çapında paslanmaya karşı dayanıklı galvanizli demir borudan yapılmış salyangoz algarnası temin edilmiştir. Torba ağın alt ağız kenarında sürtünmeden dolayı yıpranmayı önlemek amacıyla zincir

donatılmıştır. Algarna ağzının zemine gelen tarafına zemine gömülü deniz salyangozlarını çıkartmak için gerili bir çelik tel monte edilmiştir (Şekil 2). Bu algarnada 4 No PP (Polypropilen) ağ ipliğinden örülmüş 30 mm, 40 mm ve 50 mm ağ göz açıklığında, 0.5 m, 1.0 m ve 1.5 m boyunda torba ağlar ayrı ayrı denenmiştir.

Her göz açıklığı ve torba ağ uzunluğu için toplam 2.5 saati kapsayan 5'er çekim yapılmış ve çekimler 2 mil/saat sabit hızla gerçekleştirilmişlerdir. Her çekimden sonra algarnadan çıkan canlı, cansız tüm materyal incelenmiş ve algarna temizlenmiştir.

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması



Şekil 2. Deniz salyangozu avcılığında kullanılan algarna (Orijinal).

Araştırmada farklı dizayn özelliklerindeki salyangoz algarnaları ile avlanan toplam 501.6 kg ağırlığındaki 4353 adet deniz salyangozu kullanılmıştır.

Algarnalar ile denizden avlanan salyangozları muhafaza edebilmek için, 50 lt hacimli plastik tasnif kapları kullanılmıştır. Deniz salyangozlarının toplam ağırlıklarını ölçmek için denizdeki çalışmalarda maksimum 100 kg'a kadar ağırlık ölçümü yapabilen 100 g. hassasiyetinde büyük kantar kullanılmıştır. Deniz salyangozlarının boyunu ölçmek için 0.1 mm hassasiyetindeki kumpaslar ve bireysel ağırlık tartımı için 1.0 g hassasiyetindeki, maksimum 5000 g tartım kapasitesine sahip Sartorius marka hassas terazi kullanılmıştır.

Denizden çıkarılan salyangozlarda zaman-

la su kaybı meydana geldiği için tartım yapıncaya kadar 50 lt'lik plastik tasnif kapları içinde bekletilmiş, bireysel boy ve tartım işlemi ise karada yapılmıştır. Deniz salyangozlarının toplam boyu; sifonal kanalın ucu ile apex ucu arasındaki uzaklık olup, bir kumpas yardımıyla 0.1 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Farklı boydaki deniz salyangozları 5 mm'lik toplam 15 adet boy gruplarına ayrılmış ve hesaplamalar bu boy grupları üzerinden yapılmıştır.

Avlanan 4353 adet deniz salyangozunun tamamının bireysel boy (L, mm) ve ağırlık verilerinden $W=a L^b$ şeklindeki boy-ağırlık ilişkisi bulunmuştur (Ricker, 1975).

Araştırmada tüm istatistikî hesaplamalar ve kontroller Düzgüneş ve ark. (1993)'ün açıkladığı yöntemlere göre yapılmıştır.

Tablo 1. Torba boyuna göre avlanan salyangozlara ait toplam adet, toplam ağırlık (kg), ortalama boy (mm) ve ortalama ağırlıklar (g).

Torba Boyu (m)	Göz Açıklığı (mm)	Toplam Adet (N)	Toplam Ağırlık (kg)	Ort±S \bar{x}	Wort±S \bar{x}
0.5	30	567	52.584	76.67±0.368	93.22±1.335
	40	561	70.183	84.33±0.402	125.10±1.946
	50	324	43.013	86.38±0.514	132.76±2.619
Toplam		1452	166.050	Ort.82.94±0.414	Ort.114.36±1.174
1.0	30	609	67.250	80.24±0.397	110.43±1.644
	40	588	72.683	83.61±0.445	123.61±2.250
	50	177	24.500	87.27±0.802	138.42±3.776
Toplam		1374	164.433	Ort.82.59±0.470	Ort.119.67±1.324
1.5	30	504	52.376	79.46±0.423	103.92±1.600
	40	683	73.555	80.15±0.366	107.69±1.635
	50	340	45.198	86.04±0.522	132.94±2.338
Toplam		1527	171.129	Ort.81.24±0.419	Ort.112.07±1.090

Sonuçlar

Araştırma süresince farklı dizayn özelliklerine sahip torbalarla avlanan salyangozlara ait bulgular torba boyuna göre toplu olarak Tablo 1'de gösterilmiştir.

Torba boyuna göre avlanan salyangozların ortalama boyları ve miktarları (adet) arasında istatistiksel açıdan farklı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan varyans analizleri sonucunda torba boyunun salyangoz boyu ve sayısı üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu ($p>0.05$) belirlenmiştir. Yani av miktarına torba boyunun etkisi bulunmamaktadır. Aynı şekilde torba boyunun avlanan salyangozların toplam ağırlığı ve ortalama ağırlığı üzerindeki etkisi de önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Torba ağ gözü açıklığının avlanan salyangozların av miktarı (adet ve kg), ortalama ağırlığı üzerinde etkili olup olmadığını test etmek amacıyla varyans analizi yapılmış ve gözlenen farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Belirlenen farklılıkların hangi ağ gözü açıklıkları arasında önemli olduğunu tespit etmek amacıyla Duncan testi yapılmıştır.

Duncan testi sonuçlarına göre 50 mm'lik torba ile avlanan salyangoz sayısı, hem 30 mm, hem de 40 mm göz açıklığındaki torbalarla avlanarlardan önemli düzeyde farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonuçlar dikkate alınarak 50 mm'lik torbanın diğer torbalardan daha seçici olduğu ve buna bağlı olarak daha az salyangoz avladığı söylenebilir.

Test sonuçlarına göre 50 mm'lik torba ile avlanan toplam salyangoz miktarı (kg) 40 mm ağ gözü açıklığındaki torba ile avlanarlardan farklı bulunmuştur ($p<0.05$). Yani 40 mm ağ gözü açıklığındaki torba 50 mm göz açıklığındaki torbadan toplam ağırlık olarak çok fazla salyangoz avladığı, 50 mm'lik torbanın toplam ağırlık olarak fazla seçici olduğu (ekonomik değeri yüksek olan deniz salyangozlarını avladığı) belirlenmiştir.

Deniz salyangozlarının ortalama boyu bakımından yapılan değerlendirmede sadece 50 mm'lik torba ile 30 mm ağ gözü açıklığındaki torba arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yani 50 mm ile 40

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması

mm ve 40 mm ile 30 mm göz açıklığındaki torbalar arasında yakalanan salyangozların ortalama boyu bakımından farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar dikkate alınarak 50 mm'lik torbanın 30 mm'lik torbadan daha seçici olduğu, fakat 40 mm'lik torbanın diğer iki torbadan farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Ortalama ağırlığı bakımından da yine ortalama boyda olduğu gibi sadece 50 mm'lik torba ile 30 mm ağ gözü açıklığındaki torba arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Yani ortalama ağırlık bakımından 40 mm'lik torba ile 50 mm'lik torba arasındaki fark önemsiz olup, ortalama ağırlık bakımından 40 mm'lik torbanın avladığı deniz salyangozlarını 50 mm'lik torbanın da avlayabildiği saptanmıştır.

Araştırma süresince yapılan algarna çekimleri sonucunda farklı göz açıklığındaki torbalar ile midye (*Mytilus galloprovincialis*), çeşitli yosun türleri (*Phycophyta*), karides (*Palaemon elegans*) ve çeşitli yengeç türleri (*Carcinus sp.*) gibi su ürünleri ile beraber çeşitli türlerdeki kaya balıkları (*Gobius sp.*) ekonomik değere sahip kalkan (*Scophthalmus maeotica*) ve iskorpit balıkları (*Scorpaena sp.*) da avlanmıştır. Salyangoz algarnasının balıklara verdiği zararı belirlemek amacıyla ekonomik değeri yüksek olan ve dikkat çekici miktarlarda avlanan kalkan ve iskorpit balıkları değerlendirilmeye alınmıştır.

Çeşitli göz açıklıklarındaki (30 mm, 40 mm ve 50 mm) torbalarla avlanan kalkan ve iskorpit balığı miktarları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Farklı torba ağ gözü açıklığına göre avlanan balık miktarları.

Göz Açıklığı (mm)	Torba Boyu (m)	Avlanan Balık Türleri ve Miktarları (Adet)	
		Kalkan	İskorpit
30	0.5	2	5
	1.0	4	13
	1.5	5	17
		Topl.11 Ort.3.67±0.72	Topl.35 Ort.11.67±2.88
40	0.5	3	3
	1.0	3	7
	1.5	3	10
		Topl.9 Ort.3.00±0.00	Topl.20 Ort.6.67±1.66
50	0.5	2	1
	1.0	5	3
	1.5	6	5
		Topl.13 Ort.4.33±0.98	Topl.9 Ort.3.00±0.94

Tablo 2'de gösterilen veriler kullanılarak avlanan balık miktarı (adet) bakımından torba göz açıklığının etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla her iki balık türü için ayrı ayrı varyans analizi yapılmıştır. Torba ağ göz açıklığının etkisi kalkan balığı sayısı üzerinde istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($p>0.05$), iskorpit balığında önemli bulunmuştur ($p<0.05$). İskorpit balığı sayısı bakımından hangi torba ağ gözü açıklıkları arasındaki farkın önemli olduğunu tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre 30 mm'lik torba ile hem 40 mm hem de 50 mm göz açıklığındaki torbalar arasındaki fark önemli, 40 mm'lik torba ile 50 mm'lik torbalar arasındaki farklılık ise önemsiz bulunmuştur. Yani 30 mm göz açıklığındaki torbalarla diğer göz açıklığındaki torbalardan daha fazla iskorpit balığı yakalanmaktadır.

Diğer taraftan, torba boyunun avlanan kalkan balığı sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel açıdan önemsiz bulunurken ($p>0.05$), iskorpit balığı sayısı bakımından önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Saptanan bu farkın hangi torba boylarından kaynaklandığını tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre sadece 0.5 m ile 1.5 m'lik torbalar arasında avlanan iskorpit balığı sayısı bakımından gözlenen fark önemli olup, diğer torbalar (0.5 m ile 1.0 m ve 1.0 m ile 1.5 m) arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur. Yani 1.5 m boyundaki torbalar diğer torbalara göre çok daha fazla iskorpit balığı avlamaktadır.

Yapılan çekimler sonucunda avlanan toplam 4353 adet deniz salyangozunun 1680 adedi 30 mm, 1832 adedi 40 mm ve 841 adedi 50 mm ağ gözü açıklığındaki torbalardan elde edilmiştir. Torba göz açıklıklarına göre avlanan salyangozların boy sınıflarına göre dağılımı Tablo 3'de özetlenmektedir.

Tablo 3. Çeşitli göz açıklıklarına sahip torbalarla avlanan salyangozların boy sınıflarına göre dağılımı.

Boy Grupları (mm)	Sınıf Değeri (mm)	Ağ Gözü Açıklığı (mm)/Salyangoz Sayısı					
		30 mm.		40 mm.		50 mm.	
		N (Adet)	%	N (Adet)	%	N (Adet)	%
48-52	50	1	0.06	-	-	-	-
53-57	55	9	0.54	-	-	-	-
58-62	60	56	3.33	5	0.27	1	0.12
63-67	65	110	6.55	63	3.44	11	1.31
68-72	70	250	14.88	194	10.59	41	4.88
73-77	75	330	19.64	360	19.65	93	11.06
78-82	80	379	22.56	404	22.05	177	21.04
83-87	85	273	16.25	297	16.21	155	18.43
88-92	90	149	8.87	241	13.16	154	18.31
93-97	95	61	3.63	123	6.71	90	10.70
98-102	100	37	2.20	55	3.00	62	7.37
103-107	105	14	0.83	43	2.35	35	4.16
108-112	110	8	0.48	26	1.42	17	2.02
113-117	115	3	0.18	17	0.93	4	0.48
118-122	120	-	-	4	0.22	1	0.12
Toplam		1680	100.00	1832	100.00	841	100.00

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması

30 mm ağ gözü açıklığında yakalanan 1680 adet deniz salyangozunun minimum boyu 51 mm, maksimum boyu 115 mm olmak üzere ortalama boyu 78.80 ± 0.395 mm ve ortalama ağırlığı ise 102.67 ± 0.904 g, 40 mm ağ gözü açıklığında avlanan 1832 adet salyangozun ise minimum boyu 59 mm, maksimum boyu 122 mm olmak üzere ortalama boyu 82.54 ± 0.403 mm ve ortalama ağırlığı 118.13 ± 1.131 g bulunmuştur. 50 mm ağ gözü açıklığında yaka-

lanan 841 adet deniz salyangozunun minimum, maksimum, ortalama boy ve ortalama ağırlıkları ise sırasıyla; 62 mm, 121 mm, 86.43 ± 0.577 mm ve 134.02 ± 1.616 g olarak saptanmıştır.

Araştırmada 0.5 m, 1.0 m ve 1.5 m boyundaki torbalarla yapılan algarna çekimleri sonunda avlanan deniz salyangozlarının boy sınıflarına göre sayısal ve oransal dağılımları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Farklı boya sahip torbalarla avlanan salyangozların boy sınıflarına göre dağılımı.

Boy Grupları (mm)	Sınıf Değeri (mm)	Ağ Gözü Açıklığı (mm)/Salyangoz Sayısı					
		0.5 mm.		1.0 mm.		1.5 mm.	
		N (Adet)	%	N (Adet)	%	N (Adet)	%
48-52	50	-	-	-	-	1	0.07
53-57	55	2	0.14	3	0.22	4	0.26
58-62	60	27	1.86	16	1.16	19	1.24
63-67	65	61	4.20	49	3.57	74	4.85
68-72	70	150	10.33	165	12.01	170	11.13
73-77	75	229	15.77	255	18.56	299	19.58
78-82	80	364	25.07	259	18.85	337	22.07
83-87	85	245	16.87	214	15.57	266	17.42
88-92	90	189	13.02	185	13.46	170	11.13
93-97	95	85	5.85	103	7.50	86	5.63
98-102	100	53	3.65	51	3.71	50	3.28
103-107	105	19	1.31	42	3.06	31	2.03
108-112	110	16	1.10	22	1.60	13	0.85
113-117	115	8	0.55	9	0.66	7	0.46
118-122	120	4	0.28	1	0.07	-	-
Toplam		1452	100.00	1374	100.00	1527	100.00

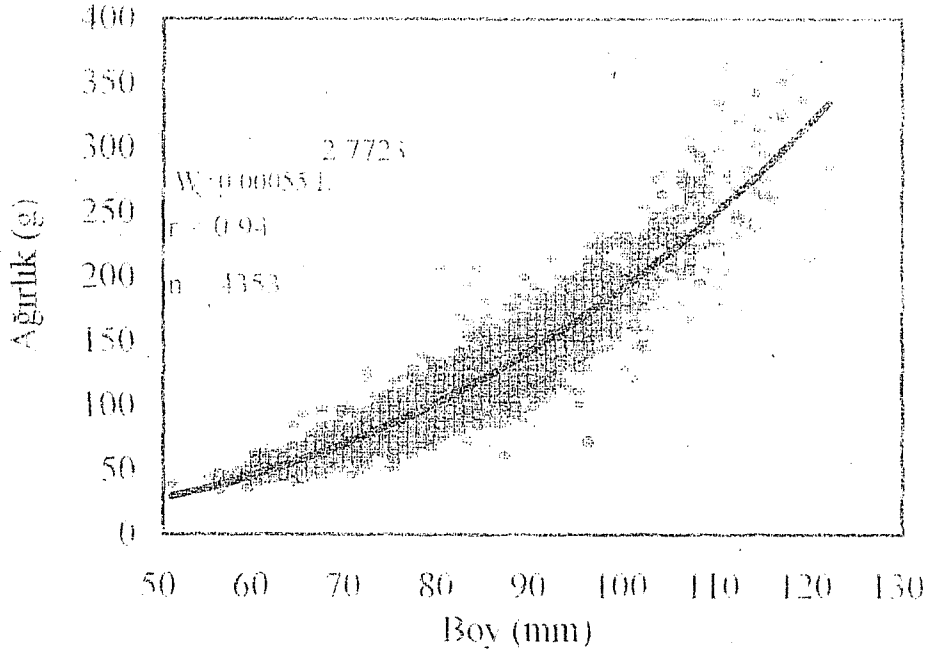
0.5 m torba boyunda yakalanan 1452 adet deniz salyangozunun ortalama boy ve ortalama ağırlıkları sırasıyla 82.94 ± 0.414 mm ve 114.36 ± 1.174 g, 1.0 m boya sahip torbalarla avlanan 1374 adet deniz salyangozunun ortalama boy ve ortalama ağırlıkları 82.59 ± 0.470 mm ve 119.67 ± 1.324 g ve 1.5 m boyundaki torbalarla yakalanan 1527 adet deniz salyangozunun ortalama boy ve ortalama ağırlıkları ise 81.24 ± 0.419 mm ve 112.07 ± 1.090 g olarak saptanmıştır.

Araştırma süresince farklı göz açıklığına ve farklı boya sahip torbalarla yapılan algarna çekimleri sonucunda avlanan toplam 4353 adet deniz salyangozunun tamamında bireysel boy ve ağırlık ölçümleri yapılmış ve bu verilerden deniz salyangozuna ait boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0.00055 L^{2.7723}$ ($r=0.94$) şeklinde saptanmıştır (Şekil 3).

Tartışma

Düzgüneş ve ark., (1988)'nin farklı ortamlardan topladıkları (algli, kumlu, kumlu-algli ve çamurlu) deniz salyangozları üzerinde yapmış oldukları çalışmada; algli ortamda $W=0.00049x L^{2.8118}$ ($r=0.9951$), kumlu ortamda $W=0.000096 x L^{3.1560}$ ($r=0.9988$), kumlu-algli ortamda $W=0.0017 x L^{2.5367}$ ($r=0.9938$) ve çamurlu ortamda $W=0.00011 x L^{3.1319}$ ($r=0.9937$) bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen değerler (a, b ve r) ile Düzgüneş ve ark., (1988)'nin çamurlu ortamdaki değerleri çok yakın bir benzerlik göstermektedir.

Yapılan bir çalışmada deniz salyangozunun Haziran ayı ortalarından Ekim ayı ortalarına kadar yumurta bıraktıkları belirtilmektedir (Karayücel, 1992). Buna rağmen



Şekil 3. Araştırmada avlanan salyangozlara ait boy-ağırlık ilişkisi.

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması

1994-1995 Dönemine Ait Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 28 Numaralı Sirkülerde (Anonim, 1994) deniz salyangozu avcılığı 1 Haziran-30 Temmuz tarihleri arasında serbest bırakılmış, ancak 1995-1996 Dönemine Ait Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 29 Numaralı Sirkülerde deniz salyangozunun algarna ile avcılığı tüm yıl boyunca yasaklanmıştır. Sadece dalma yöntemi ile 15 Temmuz 1995-1 Eylül 1995 tarihleri dışında deniz salyangozu avcılığı serbest bırakılmıştır (Anonim, 1995). Ancak araştırmanın yapıldığı tarihlerde salyangozların bazılarının üreme döneminde olduğu ve bu nedenle üzerlerinde kendi yumurta kapsüllerinin bulunduğu gözlenmiş olduğundan, 1995-1996 Dönemine Ait Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 29 Numaralı Sirkülerde (Anonim, 1995) deniz salyangozunun algarna ile avcılığının yasaklanmış olması isabetli bir karardır.

Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 28 Numaralı Sirkülerde (Anonim, 1994) balığın torbaya girmemesi için torba boyunun maksimum 1.0 m tutulmasına rağmen 0.5 m ve 1 m torba boyundaki algarnalarla kalkan ve iskorpit başta olmak üzere bazı demersal balık türlerinin oldukça fazla avlandığı gözlenmiştir. Ekonomik değeri yüksek olan bu balık türlerinin yanında çok fazla sayıda yosun, midye, balık yavrusu, yengeç, bir karides türü olan teke ve daha pek çok dip canlısının yosun ve çamurla beraber yakalandığı gözlenmiş, böylelikle algarnanın dip flora ve faunası üzerinde zararlı etkisinin olabileceği sonucu ortaya çıkmıştır.

Bazı kaynaklar Karadeniz'de deniz salyangozlarının aşırı çoğaldığı, ekolojik dengeyi tehdit ettiği, erişkin bir salyangozun günde 2-3 adet midye yiyerek özellikle midye banklarını yok ettiğini ve

bu nedenle balıkların beslenme ortamlarının kaybolmasına neden olduğunu bildirmektedir. Bu nedenle deniz salyangozunun çok tehlikeli bir predatör olduğu ve her yıl yayınlanan Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen Sirkülerler de bu canlının av yasağı kapsamı dışında tutulması gerektiği belirtilmektedir (Anonim, 1990). Bazı araştırmalarda ise deniz salyangozlarının (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) 4-5 yılda cinsi olgunluğa eriştiği (Düzgüneş ve ark., 1988) ve ortalama olarak 700000-800000 adet yumurta verdiği, doğal ortamdan alınan salyangoz yumurtası kapsüllerinin balık bulunan bir akvaryuma atıldığında, kapsüllerin balıklar tarafından yenildiği (Karayücel, 1992) ifade edilmektedir. Doğal ortamda da larva ve yumurtaların balıklara yem olabileceği ve deniz salyangozu avcılığının da aşırı ve bilinçsiz bir şekilde yapıldığı düşünülürse, oldukça az bir deniz salyangozunun hayatta kalabileceği sonucu ortaya çıkmaktadır. Oysa Karadeniz'de yaygın bir tür olan kara midye (*Mytilus galloprovincialis*) 1-2 yılda cinsi olgunluğa erişebilmekte ve bir seferde 5-12 milyon adet yumurta vermektedir. Bazı büyük midyelerde ise bu rakam 25 milyona kadar ulaşabilmektedir (Uysal, 1970; Anonim, 1989). Buradan bir midyenin, deniz salyangozunun en az 1/3'ü kadar bir sürede cinsi olgunluğa eriştiği ve deniz salyangozundan 20-25 kat daha fazla yumurta verdiği görülmektedir. Bunun sonucunda salyangozların aşırı çoğaldığı ve ekolojik dengeyi tehdit ettiği düşüncesinin yersiz olduğu ortaya çıkmaktadır.

Genç (1987), deniz salyangozunun boyunun ortalama 14-15 cm ve hatta 20 cm'ye ulaşabildiğini bildirmektedir. Son yıllarda yapılan bazı araştırmalarda maksimum boyda gözle görülür bir düşüş gözlenmektedir. Düzgüneş ve ark.

(1988)nın kullandıkları 336 adetlik örnekte en büyük salyangoz boyu 100 mm'dir. Ünsal ve ark. (1989) yapmış olduğu çalışmada kullanılan 1622 adet örnek içinde ölçülen en büyük salyangoz boyu ise 106 mm'dir. Sinop Limanında farklı dizayn özelliklerine sahip algarnalar ile yapılan bu çalışmada kullanılan 4353 adet deniz salyangozu içinde ölçülen maksimum salyangoz boyu 122 mm'dir. Toplam avlanan deniz salyangozlarının içinde 326 adeti (% 7.5) 100 mm ve daha büyük boy grubunda yakalanmıştır. Diğer çalışmalara oranla bu çalışmada deniz salyangozuna ait elde edilen maksimum boya ilişkin verilerin yüksek olması nedeniyle Orta Karadeniz Bölgesinde salyangoz popülasyonlarının daha iyi durumda olduğu söylenebilir. Bunun nedeni olarak bu araştırmanın uygulandığı Sinop çevresinde aşırı avcılığın Doğu Karadeniz Bölgesindeki kadar yoğun olmaması gösterilebilir.

Deniz salyangozunun çeşitli biçimlerde donatılmış algarna ile avcılığı üzerine yapılmış bir araştırmaya rastlanamaması nedeniyle araştırmadan ağ gözü açıklığı ve torba boyunun av verimine etkisi ile ilgili elde edilen bulguların karşılaştırılması mümkün olmamıştır.

Araştırma sonuçlarına göre 40 mm ağ gözü açıklığındaki ve 1.0 m torba boyundaki algarnaların av verimi ve av kompozisyonu açısından uygun olduğu fakat her ağ gözü açıklığında ve torba boyunda ekonomik değere sahip balıkların avlanmış olması nedeniyle salyangoz algarnasının bazı balıklar açısından pek fazla seçici bir av aracı olmadığı kanısına varılmıştır.

Bu çalışmada Ağustos ayı içerisinde avlanan deniz salyangozlarının kabukları üzerinde yumurta kapsüllerinin bulunması ve yumurtaların salyangozlarla beraber

zarar görmesine ilişkin gözlemler, Karayücel (1992)'in araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Buna göre salyangoz avcılığının 15 Haziran-1 Ekim tarihleri arasında tamamen yasaklanması yararlı olacaktır. 1995-1996 av dönemine ait su ürünleri avcılığını düzenleyen 29 Numaralı Sirkülerde (Anonim, 1995) algarnanın tamamen yasaklanmış olması genel olarak bu araştırma sonuçlarıyla uyuşan yerinde bir karardır. Fakat 1996-1997 av dönemine ait 30/1 Numaralı Sirkülerde algarnanın deniz salyangozu avcılığında tekrar serbest bırakılmış olması (Anonim, 1996) bu araştırma sonuçlarına ters düşmektedir. Diğer yandan deniz salyangozunun yaz aylarında özellikle birbirlerinin kabukları üzerine yumurta kapsüllerini bırakmaları nedeniyle yumurtaların olgunlaşabilmesi ve üreme işleminin tamamlanabilmesi açısından 15 Haziran-1 Ekim tarihleri arasında her türlü araçla salyangoz avcılığının yasaklanması gerekir. Anılan tarihler dışında sadece dalma yöntemiyle avcılığa izin verilerek veya diğer canlılara zarar vermeyecek şekilde geliştirilmiş daha modern av araçlarının kullanılması sağlanmalıdır. Bu gerekçeler dikkate alınarak sirkülerde av yasaklarında ve serbest avlanma tarihlerinde yeniden düzenlenme yapılması yerinde olacaktır.

Ekosistemdeki denge, besin zinciri sayesinde sağlanmaktadır. Deniz salyangozunun besin kaynağını midye gibi kabuklu su ürünleri oluşturmakta, deniz salyangozu yumurtaları ise deniz ortamında yaşayan diğer balıklar için besin kaynağı oluşturmaktadır. Deniz salyangozu kış mevsimi başlarında derin bölgelere çekilmekte, sadece yaz aylarında üremek amacıyla sığ kıyı sularına gelmektedir. Balıkların da üremek amacıyla sahile geldiği bu dönemde algarna ile yapılacak

Farklı Dizayn Özelliklerine Sahip Algarnaların Av Veriminin ve Av Kompozisyonunun Araştırılması

olan avcılığın, diğer su ürünlerine ve bunların beslenme ortamlarına vereceği zarar daha fazla olmaktadır.

Deniz salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) ilk üreme yaşı ve boyunun tespiti üzerine yapılmış detaylı bir araştırmaya rastlanmamış olması nedeniyle bu konunun ileride öncelikle araştırılması önerilebilir. Deniz salyangozunun minimum avlama boyu tespit edilmeli ve getirilecek yasal sınırlamalar ile bu canlının en az bir kere üremesine fırsat verilmelidir.

Düzgüneş ve ark. (1988)'nın ve Ünsal ve ark. (1989)'nın maksimum salyangoz boyuna ilişkin bulguları bu çalışmada ölçülen değerlerle karşılaştırılacak olursa; salyangoz boyunun giderek küçüldüğü ve bunun aşırı ve bilinçsiz avcılıktan kaynak-

landığı söylenebilir. Önümüzdeki yıllarda bilinçsiz ve aşırı avcılık nedeniyle salyangoz avcılığının bugünkü durumundan daha kötü duruma düşmemesi için getirilen yasakların tüm bu olumsuz koşullar düşünülerek tekrar düzenlenmesi ve denetlemelerin daha yoğun bir şekilde yapılması gerekmektedir. Diğer canlıların hayatını olumsuz yönde etkileyen salyangoz algarnası ile avcılığa ilişkin 1995-1996 av dönemine ait 29 Numaralı Sirkülerdeki (Anonim, 1995) sınırlamanın, bundan sonraki yıllarda da geçerli olması uygun olacaktır.

Ülkemizde bundan sonraki yıllarda yapılacak olan çalışmalarda bu değerli kabuklu su ürününün stok tespitinin yapılması ve daha modern av araçlarının geliştirilmesi yararlı olacaktır.

Kaynakça

- Alpbaz, A.G., 1990. Deniz Balıkları Yetiştiriciliği. E.Ü.S.Ü.Y.O. Yayın No. 20, İzmir, 335 s.
- Anonim, 1989. Midye ve Yetiştiriciliği. T.C.Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Su Ürün.Araş.Enst.Müd.Seri -A. Yayın No.2, Bodrum, 40 s.
- Anonim, 1990. Deniz Salyangozu "*Rapana venosa* V."nın Türkiye'nin Karadeniz Sahillerindeki Dağılışı ve Karadeniz Balıkçılığındaki Etkisi. T.C.Tarım Orman ve Köyişleri Bakan.Su Ürün.Araş.Enst.Müd. Seri-B. Yayın No.1, Bodrum, 34 s.
- Anonim, 1994. Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 28 Numaralı Sirküler. T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Koruma ve Kont.Gen.Müd.Ankara.
- Anonim, 1995. Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 29 Numaralı Sirküler. T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Koruma ve Kont.Gen.Müd.Ankara.
- Anonim, 1996. Su Ürünleri Avcılığını Düzenleyen 30/1 Numaralı Sirküler. T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı. Koruma ve Kont.Gen.Müd.Ankara.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Candegir, A.F., 1993. Av Araçları ve Avlama Teknolojisi. K.T.Ü.Sürmene Deniz Bilim.Fak. Yayın No.162 Trabzon, 541 s.
- Düzgüneş, E., Karaçam, H., Seyhan, K., 1988. Deniz Salyangozu (*Rapana venosa*, Val. 1846)'nunu Büyüme Özellikleri ve Yenilebilir Et Oranının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. E.Ü.S.Ü.Y.O. Su Ürünleri Dersigi, İzmir (19-20): 89-99.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1993. İstatistik Metodları (II. Baskı) A.Ü.Ziraat Fak.Yayın No. 1291, Ankara, 218 s.
- Genç, G., 1987. Karadeniz'deki Deniz Salyangozlarının (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Biyolojisi, Et Verimi ve Etinin Kimyasal Yapısı. Yüksek Lisans Tezi. O.M.Ü.Fen Bil.Enst., Samsun, 50 s.
- Hoşsucu, H., 1991. Balıkçılık (Av Araçları ve Avlama Yöntemleri). E.Ü.S.Ü.Y.O. Yayın No.22, İzmir, 253 s.

- Karayücel, S., 1992. Deniz Salyangozunun (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Biyolojisi, Sinop Yöresinde Yumurtlama Zamanı ve Yumurta Veriminin Saptanması. Yüksek Lisans Tezi. O.M.Ü.Fen Bil.Enst., Sinop, 50 s.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and Interp. of Biological Statistics of Fish Populations. Bull.Fish.Res. Board Can., 382 p.
- Uysal, H., 1970. Türkiye Sahillerinde Bulunan Midyeler (*Mytilus galloprovincialis* Lamark) üzerinde Biyolojik ve Ekolojik Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Fak.İlmi Rapor.Serisi No. 79, İzmir, 79 s.
- Ünsal, S., Çelikkale, M.S., Demirel, O., Karaçam, H., Candeger, A.F., 1989. Doğu Karadeniz'de *Rapana thomasiana* Gross'un Biyolojik Özellikleri, Besin Değerleri ve İşleme-Değerlendirmeleri Üzerine Araştırmalar. K.T.Ü.Sürmene Deniz Bil. ve Teknolojisi Y.O. Trabzon, 47 s.

Geliş Tarihi: 22.05.1996

Kabul Tarihi: 23.09.1996

Toxic Effects of Selenium on Embryonic Development of Sea Urchin *Arbacia lixula*

Rahime Oral Hüseyin Uysal

Ege University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology 35100-Bornova, İzmir, Türkiye.

Özet: *Deniz kestanesi* *Arbacia lixula* embriyonik gelişimi üzerine selenyumun toksik etkileri. Selenyumun neden olduğu gelişimsel zararların belirlenmesi için deniz kestanesi (*Arbacia lixula*, Linnaeus, 1758) embriyoları ve spermeleri kullanılmıştır. Biyolojik olarak, selenyum hayvanlar için iz miktarda metabolik bir ihtiyaç olarak kabul edilen esansiyel bir elementtir, fakat besinlerle alınan miktarı yaklaşık 0.1-10 µg/kg aralığına ulaştığında toksiktir (EPA, 1976). Bu çalışmada Se⁶⁺ ve Se⁴⁺ ün farklı konsantrasyonlarının (5, 10, 20, 50 ve 100 µg/l) toksik etkileri gelişen embriyolarda gelişim bozuklukları sayılarak değerlendirilirken, spermelerin maruz kaldığı denemeler fertilizasyon ve döl kalitesi üzerine etkiler için test edildi. *A.lixula* embriyoları 10 µg/l Se⁶⁺ ve 5 µg/l Se⁴⁺ veya daha yüksek konsantrasyonlarında yetiştirildiklerinde gelişimsel anormalliklerin toksik seviyeye ulaştığı gözlemlendi. Toksikite limitleri ajanlarla 30 dk. ön işleme alınmış *A.lixula* spermeleri fertilizasyon başarısı için 50 µg Se⁶⁺/l ve 20 µg Se⁴⁺/l olarak gözlemlendi. Sonuçlar selenyumun çevreye kontrolsüz olarak atılmasının sucül organizmalar ve onlarla beslenen türlerde çok çeşitli gelişimsel anormalliklere neden olduğunu gösterdi.

Abstract: Sea urchin (*Arbacia lixula*, Linnaeus, 1758) embryos and sperm were utilized for detection of developmental hazards of selenium. Biologically, selenium is an essential element recognized as a metabolic requirement in trace amounts for animals, but it is toxic when ingested in amounts ranging from about 0.1-10 µg/kg of food (EPA, 1976). In this study the effects of different concentrations of Se⁶⁺ and Se⁴⁺ (5, 10, 20, 50 and 100 µg/l) were evaluated on developing embryos by scoring developmental defects, where as sperm exposure was tested for the effects on fertilization and offspring quality. It was observed that developmental abnormalities were increased on to the toxic level if the embryos of *A.lixula* cultured in the 10 µg/l Se⁶⁺ and 5 µg/l Se⁴⁺ or greater concentrations. The toxicity limits were found 50 µg Se⁶⁺/l and 20 µg Se⁴⁺/l for the fertilization success of 30 min. pretreated *A.lixula* sperms at agents. The results indicated that uncontrolled disposal of selenium to the environment caused several types of developmental abnormalities in aquatic organisms and the species fed on them.

Introduction

Selenium is an essential trace element for animals (Schwartz and Faltz, 1957; Stadtman, 1974; National Research Council, 1983) and very toxic at elevated levels (Maier et al., 1988; Schroeder and Mitchener, 1971; Guiying and Yongqiang, 1988; Saiki et al., 1991; Lemly, 1993). There is only a narrow margin between the amount of selenium which is required by organisms for their optimum functioning and that amount which will produce symptoms of toxicity or deficiency (Maier and Knight, 1993).

Selenium located below sulfur on the periodic table and is chemically similar to sulfur. It can exist in four oxidation states: selenate (Se^{+6}), selenite (Se^{+4}), elemental selenium (Se^0), selenide (Se^{-2}) (NAS, 1976). All four oxidation states can be present in aquatic environments and each has different chemical, biological and toxicological properties.

Selenium mobilization and introduction into aquatic systems are elevated due to anthropogenic activities (include coal combustion, crude oil processing, irrigation of seleniferous soils, sulfide ore mining, selenium additions to specific watersheds and various manufacturing), natural weathering processes (include erosion, leaching and runoff from seleniferous soils) and biomethylation.

As a result of big amount of known anthropogenic additions of this very toxic element to the aquatic environment, selenium as a potential environmental contaminant has began to receive widespread attention among research scientists, natural resource managers and regulatory agencies during the last two decades.

The mechanism of selenium toxicity are complex and not yet completely understood (Levander, 1986; Yager and Scott, 1985). However, there are several studies about storage characteristics, toxicity and bioaccumulation of selenium in ecosystem. EPA reported that biologically, selenium was an essential element recognized as a metabolic requirement in trace amounts for animals, but toxic when ingested in amounts ranging from about 0.1-10 mg/kg of food (EPA, 1976). Selenium has a toxic effect on man and animals comparable with that of arsenic, giving rise to similar symptoms. Selenium also has been suspected of causing dental caries in man, of being a carcinogenic agent (American Public Health Association, 1975).

Investigations into toxicity of selenium on aquatic organisms showed that the LC 50 for adult British Oysters (*Ostrea edulis*) was 50.1 mg/l after 7 days (Wrench, 1977). Lemly (1992) recommended that waterborne selenium concentrations of 2 $\mu\text{g/l}$ or greater should be considered hazardous to the health and long-term survival of fish and wildlife populations due to the high potential for food-chain bioaccumulation, dietary toxicity and reproductive effects. Same author also have pointed out that under certain environmental conditions 1 $\mu\text{g/l}$ or less has the potential to bioaccumulate to levels in the food-chain that were toxic to predatory species. Under the circumstances of subsequent field and laboratory studies in 1987 the U.S. Environmental Protection Agency lowered the permissible level of waterborne selenium from 35 $\mu\text{g/l}$ to 5 $\mu\text{g/l}$ to provide increased protection of fish and aquatic life, citing environmental damage caused by coal fly-ash (U.S.

Toxic Effects of Selenium on Embryonic Development of Sea Urchin *Arbacia lixula*

EPA, 1987). All studies on selenium have indicated that it was a highly hazardous contaminant with the ability to quickly impact fish and aquatic life.

Investigations into toxicity of selenium in marine organisms are limited and relatively little is known about the behavior of selenium in marine organisms. Therefore, the present study was aimed to investigate the effects of Se^{+6} and Se^{+4} in the sea urchins test system in order to assess the relative toxicities of the two inorganic forms of selenium. Sea urchins gametes and embryos have been used as a model test system in a number of investigations dealing with for example, substances employed in pharmacology (Hagström and Lönning, 1973), the effects of oil and oil dispersants (Hagström and Lönning, 1977), carcinogenic polycyclic hydrocarbons (De Angelis and Giordano, 1974) styrene and some of derivatives (Papano et al., 1978) and complex mixtures (Pagano et al., 1986, 1993; Trieff et al., 1995). The authors also reported that sea urchin test system were a simple, inexpensive, rapid and precise bioassay for use in observe potential toxic contaminant to the marine environment (Pagano et al., 1986; Kobayashi, 1984; Hose 1985; Hagström and Lönning, 1973).

Methods and Materials

Adult specimens of *Arbacia lixula* were collected in April and May, 1995 from natural population of unpolluted waters of Izmir Bay (Turkey). Experiments were conducted in static cultures under conditions of salinity and temperature: 38 ‰ and $18 \pm 1^\circ\text{C}$. The pH values of control seawater and seawater-selenium solutions were approximately 8. Throughout the

study polystyrene beakers and natural filtered ($\phi=45 \mu\text{m}$) seawater (fsw) were used for gamete suspension and embryo culture media.

Chemicals were purchased from Sigma Chemical Co. (St.Louis, MO). Selenium salts (sodium selenate and sodium selenite) were dissolved in distilled water for stock solutions, which were then diluted in filtered sea water to the final concentrations (5; 10; 20; 50 and 100 $\mu\text{g/l}$).

Gametes were obtained and embryos were cultured using methods reported by Pagano et al., (1986). The developmental toxicity of agents was tested by rearing embryos in their presence from zygote to pluteus stage, which occurred 72 h after fertilization. Ten minutes after *in vitro* fertilization, a 1 ml aliquot of zygote suspension was added to 50 ml of toxicant solution or control dilution water in order to obtain a concentration of about 100 embryos/ml for spermotoxicity experiments, a fixed aliquot of concentrated sperm (20 μl) was diluted in 50 ml of toxicant solution or control dilution water. After a treatment of 30 min., 200 μl of sperm suspension were utilized to inseminate eggs in 50 ml of seawater.

The result on the embryonic development were determined on pluteus larvae fixed and stored in 10 percent formalin in seawater (Dinnel et al., 1982). The same procedure was followed for the offspring of pretreated sperm. Pluteus larvae were classified according to their condition as normal (N), retarded (R, close to -normal larvae showing $\leq 1/2$ normal skeletal size), or malformed (P1, being affected in skeletal or gut differentiation); embryos incapable of attaining the pluteus stage we

classified as P2, or dead embryos or larvae (D, presenting prehatching blockage or early larval death). Stages of embryonic development and abnormalities were assessed in subsamples of 100 embryos by using a compound microscope. Experiments were performed at least in triplicate. The effects of selenium on sperm fertilization success were evaluated by scoring fertilization rate (FR, or % fertilized eggs) on cleaving embryos (1 h

after fertilization) 100 eggs were examined for the presence or absence of the fertilization membrane recorded.

Results

Sperm Inactivation Experiments

As shown in Fig. 1, Se^{6+} exposure of 30 min. pretreated sperm from *A.lixula* resulted in a sharp loss of fertilizing capacity at concentrations ranging from 50 $\mu\text{g/l}$ to 100 $\mu\text{g/l}$.

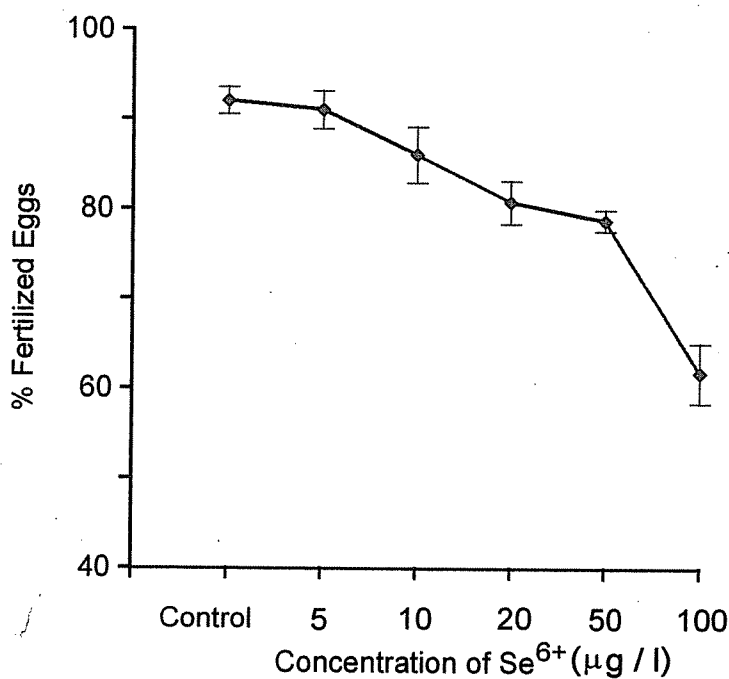


Figure 1. Fertilization rate following sperm exposure to Se^{6+} . Triplicate experiments on *Arbacia lixula* sperm.

*Toxic Effects of Selenium on Embryonic Development of Sea Urchin *Arbacia lixula**

The frequencies of developmental defects in the offsprings of Se^{6+} exposed sperm showed a non-significant increase at the level of 5 $\mu\text{g/l}$. Therefore elevated concentrations greater than 10 $\mu\text{gSe}^{6+}/\text{l}$ solutions produced significant numbers of abnormal plutei and dead embryos. The greatest number of morphologically abnormal individuals (about 50 %) and dead embryos (about 13 %) were found at

the level of 100 $\mu\text{gSe}^{6+}/\text{l}$ solutions (Fig. 2).

The effects of Se^{4+} solutions on sperm fertilization success resulted in evident spermatoxicity at 20 $\mu\text{gSe}^{4+}/\text{l}$ solutions like the effects of 50 $\mu\text{gSe}^{6+}/\text{l}$ solutions, as shown in Fig. 3. Also, a dose dependent increase for both Se^{6+} and Se^{4+} in sea urchin spermatoxicity were observed (Fig. 2 and Fig. 4).

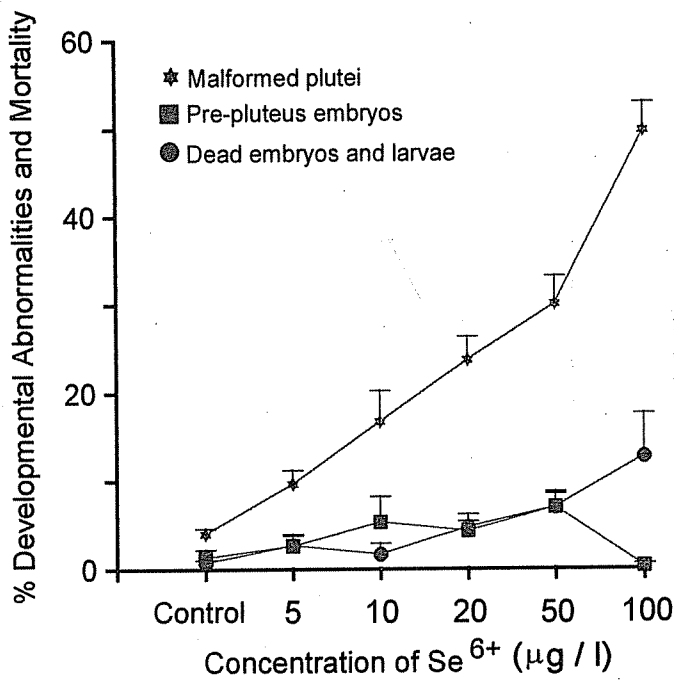


Figure 2. Frequencies of developmental abnormalities and larval mortality in the offspring of Se^{6+} pretreated sperm (30 min.). Triplicate experiments on *Arbacia lixula*.

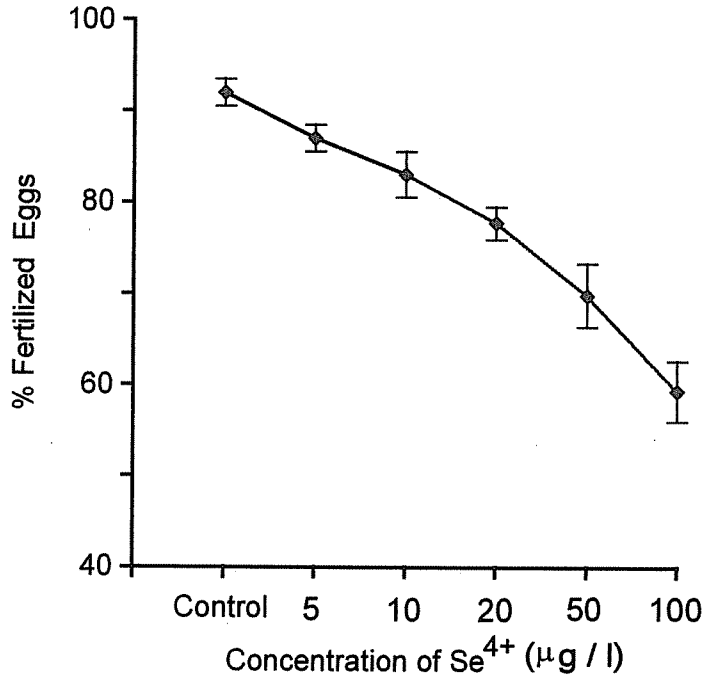


Figure 3. Fertilization rate following sperm exposure to Se⁴⁺. Triplicate experiments on *Arbacia lixula*.

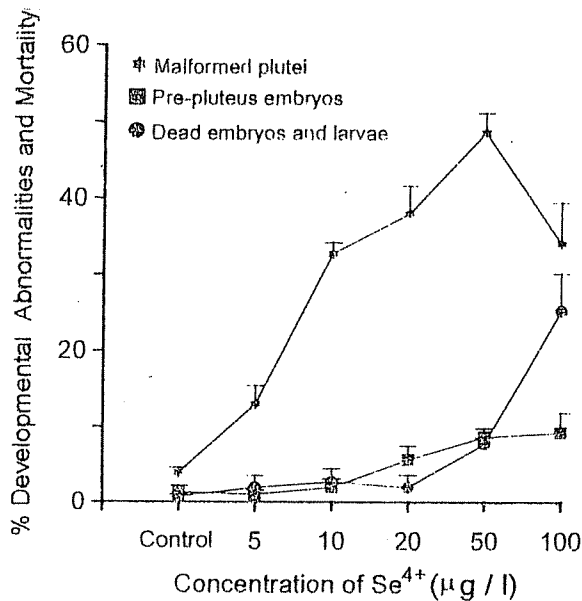


Figure 4. Frequencies of developmental abnormalities and larval mortality in the offspring of Se⁴⁺ pretreated sperm (30 min.). Triplicate experiments on *Arbacia lixula*.

*Toxic Effects of Selenium on Embryonic Development of Sea Urchin *Arbacia lixula**

Embryotoxicity Experiments

When *Arbacia lixula* embryos were exposed to two forms of selenium (Se^{6+} and Se^{4+}) throughout development (72 h) at agent concentrations greater than 5 $\mu\text{g/l}$ a dose-dependent increase was observed in skeleton and gut malformations (Table 1). The extent of damage was strictly dependent on selenium concentrations. There were no significant differences in percentage of normal larvae between controls cultures when embryos were reared in 5 $\mu\text{g}/\text{Se}^{6+}$ solution. However, in 100 $\mu\text{g/l}$ Se^{6+} solutions significant numbers of embryos (46 %) developed abnormally (Fig. 5), but when embryos reared in 100 $\mu\text{g/l}$ Se^{4+} solutions, 87 % of the plutei were either malformed (61 %) or dead (25 %). Endpoints in embryotoxicity consisted of dose-related increases of larval dead and malformations, such as gut evagination, or skeletal abnormalities. Also, percent

developmental defects between Se^{6+} and Se^{4+} at the same concentrations were indicated differentiation as shown in Fig. 5 and Fig. 6.

Discussion

Investigations on the toxicity of selenium on the marine organisms are few and especially very rare for the sea urchins. Previous studies reported that selenium is toxic on aquatic plants, fishes, aquatic birds, invertebrates and mammals (Finley, 1995; Foe and Knight, 1986; Coyle et al., 1993; Lemly, 1993; Lemly, 1993a; Lemly and Smith, 1988).

It was observed that the abnormal developmental rates were increased on the embryos of *Arbacia lixula* cultured in the 10 $\mu\text{g/l}$ or higher concentrations of Se^{6+} solutions. Also the frequencies of developmental defects in the offspring of 30 min. pretreated *A. lixula* sperms in 10 $\mu\text{g/l}$ or higher concentrations of Se^{6+}

Table 1. Percent developmental defects and mortality on *Arbacia lixula* embryos reared in different concentrations of two selenium forms. Means \pm SE from triplicate experiments; P1= % larval malformations; P2= % embryos unable to undergo larval differentiation and D= % dead embryos and larva.

Treatment	Concen. ($\mu\text{g/l}$)	P1	P2	D
Se^{6+}	Control	3.7 \pm 1.2	1.7 \pm 0.3	0.3 \pm 0.3
	5	10.7 \pm 3.8	0.7 \pm 9.3	4.0 \pm 1.5
	10	16.7 \pm 3.2	7.0 \pm 0.6	4.3 \pm 1.3
	20	28.3 \pm 3.5	4.7 \pm 1.8	3.3 \pm 0.6
	50	31.0 \pm 2.1	3.7 \pm 1.2	7.7 \pm 1.5
	100	34.0 \pm 4.9	3.3 \pm 1.2	8.3 \pm 3.4
Se^{4+}	5	16.7 \pm 2.6	0.3 \pm 0.3	8.0 \pm 1.0
	10	39.0 \pm 7.6	6.0 \pm 3.1	5.7 \pm 3.7
	20	58.0 \pm 2.6	2.0 \pm 1.2	3.3 \pm 1.9
	50	62.3 \pm 0.9	3.3 \pm 0.7	7.3 \pm 1.8
	100	61.0 \pm 4.0	0.3 \pm 0.3	25.0 \pm 5.6

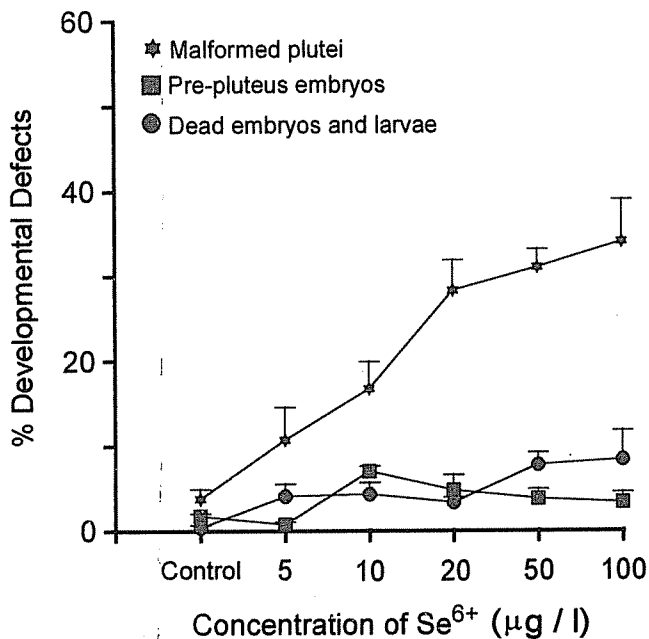


Figure 5. Dose-dependent frequencies of developmental defects in *Arbacia lixula* embryos exposed to Se⁶⁺ throughout development up to pluteus stage. Means \pm SE from triplicate experiments.

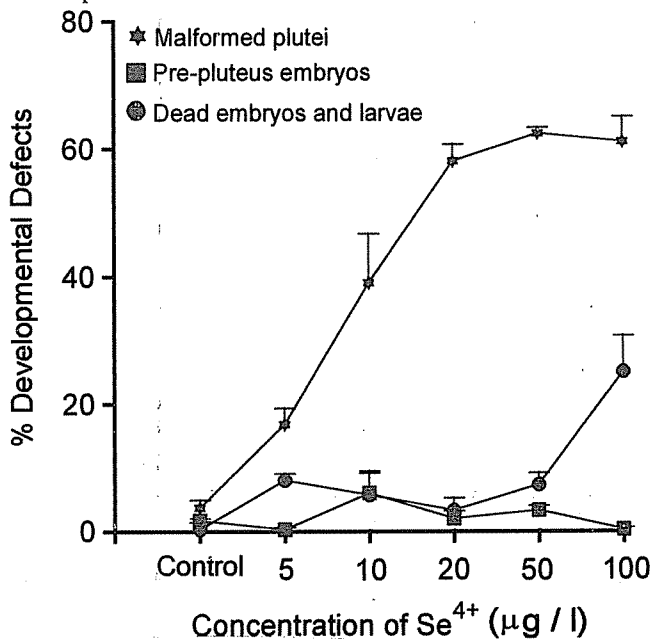


Figure 6. Dose-dependent frequencies of developmental defects in *Arbacia lixula* embryos exposed to Se⁴⁺ throughout development up to pluteus stage. Means \pm SE from triplicate experiments.

Toxic Effects of Selenium on Embryonic Development of Sea Urchin *Arbacia lixula*

solutions showed considerable increase, but there was a very sharp decrease in fertilization success in 50 $\mu\text{g/l}$ Se^{6+} solutions.

Therefore we propose that the value of 50 $\mu\text{g/l}$ Se^{6+} is the toxicity limit for the fertilization success, and value of 10 $\mu\text{g/l}$ Se^{6+} is the toxicity limit for the offspring quality and embryonic development of sea urchins. Also, the toxicity limit for embryonic development of *A.lixula* was measured as 5 $\mu\text{g/l}$ Se^{4+} whereas the toxicity limits were found as 20 $\mu\text{g/l}$ Se^{4+} for the fertilization success and 10 $\mu\text{g/l}$ Se^{4+} for the offspring quality.

This result indicated that fertilization membranes of sea urchin protect themselves from the malformations caused by Se^{4+} . It was also observed that 2 $\mu\text{g/l}$ or higher concentrations of selenium is very hazards for the freshwater fishes and wildlife populations for their health and long-term survival (Lemly, 1993a). This result for the freshwater is much less than our findings. To understand this we must find the answer for the question "How the

environmental factors such as salinity, temperature and selenium association with other elements and biological factors do affect the selenium toxicity?". We believe that to get better environmental risk evaluations and proper water-quality criteria in order to protect aquatic environments, it depends on the understanding fully of selenium ecotoxicology.

We observed that Se^{4+} is more toxic than Se^{6+} on the sea urchin embryonic development. This is in an agreement with the previous studies being carried over the aquatic plants and fishes (Niimi and LaHam, 1976; Guiying and Yongqiang, 1988; Kiffney and Knight, 1990; Maire et al., 1993).

The investigations on the adult British Oyster (*Ostrea edulis*) indicated the LC50 was 50.1 mg/l for selenium (Wrench, 1977). Some species may not be affected by high selenium concentrations. But there are many sensitive organisms which are affected by selenium that they are very important ecologically.

References

- American Public Health Association, 1975. "Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater", Fourteenth Edition. Rand, M.C., Greenberg, A.E., and Taras, M.J., (eds.), Washington, D.C., 20036.
- Coyle, J.J., Buckler, D.R., Ingersoll, C.G., Fairchild, J.F., May, T.W., 1993. "Effect of dietary selenium on the reproductive success of Blugill Sunfish (*Lepomis macrochirus*)", *Environmental Toxicology and Chemistry*, 12: 551-561.
- De Angelis, E., Giordano, G.G., 1974. "Sea urchins egg development under the action of benzo (a) pyrene and 7, 12-dimethylbenz-(a) anthrocene", *Cancer Res.* 39: 1275-1280.
- Dinnel, P.A., Stober, Q.J., Crumley, S.C., Nakatani, R.E., 1982. "Development of a sperm cell toxicity test for marine waters", *Aquatic Toxicology and Hazard Assesment: Fifth Conference*, ASTM STP 766, J.G.Pearson, R.B.Foster and W.E.Bishop (eds.), American Society for Testing and Materials.
- EPA, 1976. "Quality Criteria for water", U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- EPA, 1987. "Ambient water quality criteria for selenium-1987", Technical Report EPA-440/5-87-006. Office of Water Regulations and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 121 pp.

- Finley, K.A., 1985. "Observations of Bluegills Fed Selenium-Contaminated *Hexagenia nymphs* Collected from Belewes Lake, North Carolina", Bull.Environ.Contam.Toxicol., 36: 816-825.
- Foe, C., Knight, A.W., 1986. "Selenium bioaccumulation, regulation and toxicity in the Green Alga, *Selenastrum capricornutum* and dietary toxicity of the Contaminated Alga to *Daphnia magna*", In: Proceedings of the First Environmental Symposium: Selenium in the Environment. California Agriculture Technology Institute Publication No.Cat 1/860201. California State University, Fresno, CA, pp. 77-88.
- Guiying, H., Yongqiang, F., 1988. "Effects of Se^{4+} on growth of *Dicrateria zhangjiangensis*", Journal of Oceanography in Taiwan Strait, 7 (4): 417-420.
- Hagström, B.E., Lönning, S., 1973. "The sea urchin as a testing object in toxicology" Acta. Pharmacol. Toxicol 32 (Supp. 1): 1-49.
- Hagström, B.E., Lönning, B., 1977. "The effects of Esso Corexit 9527 on the fertilizing capacity of spermatozoa", Mar.Poll.Bull. 8: 136-138.
- Hose, J.E., 1985. "Potential uses of sea urchins embryos for identifying toxic chemicals: Description of a bioassay incorporating cytologic, cytogenetic and embryologic endpoints", J.Appl.Toxicol. 5: 245-254.
- Kiffney, P., Knight, A.W., 1990. "The toxicity and bioconcentration of selenate, selenite and selenomethionine by the alga *Anabaena flos-aquae*", Arch.Environ.Contam.Toxicol. 19: 488-494.
- Kobayashi, N., 1984. "Marine Exotoxicological Testing With Echinoderms", In Ecotoxicological Testing for the Marine Environment.Persoone, G., Jasperes, E. and Clause C., (eds.), State Univ. Ghent and Inst.Mar.Scient.Res., Bredene, Belgium. 1: 341-405.
- Lemly, A.D., 1993. "Metabolic stress during winter increases the toxicity of selenium to fish", Aquatic Toxicology, 27: 133-158.
- Lemly, A.D., 1993a. "Guidelines for evaluating selenium data from aquatic monitoring and assessment studies", Environmental Monitoring and Assessment, 28: 83-100.
- Lemly, A.D., 1993b. "Teratogenic effects of selenium in natural populations of freshwater fish", Ecotoxicology and Environmental Safety, 26: 181-204.
- Lemly, A.D., Smith, G.J., 1987. "Aquatic cycling of selenium: Implications for fish and wildlife", Fish and Wildlife Leaflet, 12, U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, DC. 10 pp.
- Levander, O.A., 1986. "Selenium. In Trace elements in human and animal nutrition", 5 th. ed.Mertz, W. (ed.), Academic Press, Orlando, Florida.pp. 437-438.
- Maier, K.J., Foe, C.G.; Knight, A.W., 1993. "Comparative Toxicity of Selenate,Selenite, Seleno-DL-cystine to *Daphnia magna*", Environ.Toxicol.Chem. 12: 755-763.
- Maier, K.J., Knight, A.W., 1993. "Comparative acute toxicity and bioconcentration of Selenium by the midge *Chironomus decorus* exposed to Selenate, Selenite and Seleno-DL-methionine", Arch.Environ.Contam.Toxicol. 25: 365-370.
- Maier, K.J., Ogle, R.S., Knight, A.W., 1988. "The selenium problem in lentic ecosystems", Lake Res.Manage,4 (2): 155-163.
- National Academy of Sciences, 1976. Hemphill DD (ed.), "Selenium: Medical and biological effects of environmental pollutants", Div.Med.Sci.Natl.Acad.Sci. Washington, DC.
- National Research Council, 1983. "Selenium in nutrition", National Academic Press, Washington, DC.
- Niimi, A.J., LaHam, Q.N., 1976. "Relative toxicity of organic and inorganic compounds of

*Toxic Effects of Selenium on Embryonic Development of Sea Urchin *Arbacia lixula**

- selenium to newly hatched Zebrafish *Brachydanio rerio*", *Can.J.Zoo.* 54: 501-509.
- Pagano, G., Esposito, A.E., Giordano, G.G., 1978. "Embryonic and teratogenic effects of styrene and its derivatives on sea urchin development", *Scand J.Work Environ.Health* 4, Supp. 1. 136.
- Pagano, G., Cipollaro, M., Corsale, G., Esposito, A., Ragucci, E., Giordano, G.G., Trieff, N.M., 1986. "The sea urchin: Bioassay for the assessment of damage from environmental contaminants", In Cains, J.Jr. (ed.), *Community Toxicity Testing*, Association for Standard Testing and Materials, Philadelphia, pp. 66-92.
- Pagano, G., Corsale, G., Dinnel, P.A., Esposito, A., Romana, L.A., 1989. "Use of sea urchin sperm and embryo bioassay in testing the sublethal toxicity of realistic pollutant levers", In: Grandjean, E. (ed.), *Carcinogenic, mutagenic and teratogenic marine pollutants: Impact on human health and the environment*. Gulf, Houston, TX, pp. 153-164.
- Pagano, G., Anselmi, B., Dinnel, P.A., Esposito, A., Guida, M., Laccarino, M., Melluso, G.; Pascale, M., Trieff, N.M., 1993. "Effects on sea urchin fertilization and embryogenesis of water and sediment from two rivers in Campania, Italy", *Arch.Environ.Contam.Toxicol.* 25: 20-26.
- Saiki, M.C., Jennings, M.R., Hamilton, S.J., 1991. Preliminary assessment of the effects of Selenium in Agricultural drainage on fish in the San Joaquin Valley. In the economics and management of water and drainage in agriculture, (ed.), Dinar, A., Zilberban, D., Kluwer Academic Publishers, Massachusetts, U.S., pp. 369-385.
- Schroeder, H.A., Mitchener, M., 1971. Toxic effect of trace elements on the reproduction of mice and rats. *Archs.Enver.Nith*, 23:102-106.
- Schwartz, K., Faltz, C.M., 1957. Selenium as an integral part of factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J.Am.Chem.Soc.*, 79: 3292-3296.
- Stadtman, T.C., 1974. Selenium biochemistry. Proteins containing selenium are essential components of certain bacterial and mammalian enzyme systems. *Science*, 183: 915-922.
- Trieff, N.M., Romana, L.A., Esposito, A., Oral, R., Quiniou, F., Iaccarino, M., Alcock, N., Ramanujam, V.M.S., Pagano, G., 1995. Effluent from bauxite factory induces developmental and reproductive damage in sea urchins. *Arch.Environ.Contam.Toxicol.* 28: 193-177.
- Wrench, J.J., 1977. Biochemical aspects of the uptake of mercury and selenium by the native British Oyster (*Ostrea edulis*). Ph.D.Thesis, Southampton University, Department of Oceanography.
- Yager, J., Scott, D.W., 1985. The skin and appendages: Selenium toxicosis. In *Pathology and Domestic Animals*. Jubb, K.V.J., Kenedy, D.C., and Palmer, N. (eds.), Academic Press, Orlando, Florida. pp. 437-438.

Geliş Tarihi: 10.06.1996

Kabul Tarihi: 12.08.1996



17- α -Metil Testosteron'un Gökkuşığı Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Büyüme, Kondisyon, Yem Değerlendirme ve Protein Etkinliği Üzerine Etkileri

Osman Çetinkaya¹ Kenan Güllü¹ Osman Özden²

¹Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Bölümü, 65080, Van, Türkiye.

²Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100-Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *The effects of 17- α methyltestosterone on growth, condition, feed conversion and protein efficiency of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792):* The effects of 17- α -Methyltestosterone (MT) on growth, condition (K), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR) and protein efficiency ratio (PER) of rainbow trout fingerlings (6.43 \pm 0.31 g.) were investigated. MT was administered orally in two periods by trout grower pellet, contained 42 % crude protein. The fishes were fed 0, 2.5 and 5 mg/kg MT in first period, lasted 92 days. 5 and 2.5 mg/kg MT in second period, lasted 96 days. Well water and fibreglass smolt rearing tanks were used, temperature ranged 17-8 $^{\circ}$ C, dissolved oxygen 7 \pm 1 mg/l during the trials. At the end of first period growth by length and weight were found different among groups ($p<0.05$), 2.5 mg/kg MT treated group grown better. The difference between control and 5 mg/kg MT group was not significant ($p>0.05$). In the end of trials differences were significant in weights ($p<0.05$) since not significant in lengths ($p>0.05$). 2.5 mg/kg MT group reached 236 g in weight, this group followed by others without differing each others. After delaying 2.5 mg/kg MT treatment in second period, growth and SGR decreased markedly. Condition factor K and PER were found better in 2.5 mg/kg MT treated group ($p<0.01$) while SGR and FCR not varied significantly for whole trial ($p>0.05$). Feeding of rainbow trout fingerlings with 2.5 mg/kg MT contained ration increased of growth, condition and protein efficiency, but feeding with 5 mg/kg MT not effected this parameters.

Key Words: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, Methyltestosteron, growth, condition, specific growth rate, food conversion, protein efficiency.

Özet: Bu araştırmada yemle birlikte uygulanan 17- α -Metiltestosteron'un (MT) gökkuşağı alabalığı fingerlinglerinde büyüme, kondisyon, spesifik büyüme oranı (SGR), yem değerlendirme katsayısı (FCR) ve protein etkinlik oranı (PER) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma iki periyotta yapılmış, balıklar (6.43 ± 0.31 g) 92 gün süren birinci periyotta 0, 2.5 ve 5 mg/kg MT; 96 gün süren ikinci periyotta ise 0 ve 2.5 mg/kg MT'lu, % 42 ham proteinli büyütme yemi ile beslenmiştir. Araştırma kapalı ortamda, fiberglas yavru büyütme tanklarında yapılmış, deneme boyunca sıcaklığı 17-8°C, çözünmüş oksijeni 7 ± 1 mg/l olan, havalandırma yapılan, kuyu suyu kullanılmıştır. I.periyot sonunda gruplarda ortalama boy ve ağırlıklar arasındaki fark önemli ($p < 0.05$), en iyi büyüme 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grupta bulunmuş, 0 mg/kg ve 5 mg/kg MT ile beslenen grupların farksız olduğu görülmüştür. İkinci periyot sonunda farklılıklar ağırlıklar için önemli ($p < 0.05$) boylar için önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Sürekli 2.5 mg/kg MT ile beslenen grup ortalama 236 g'a ulaşırken bunu diğer gruplar izlemiştir. İkinci periyotta 2.5 mg/kg MT uygulaması kesilen grupta büyüme ve SGR gerilemiştir. Kondisyon faktörü en yüksek 2.5 mg/kg MT'lu grupta ($p < 0.01$) bulunmuştur. PER en yüksek 2.5 mg/kg MT'da belirlenirken, SGR ve FCR değerleri arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). Gökkuşağı fingerlinglerinin 2.5 mg/kg MT ihtiva eden yemle beslenmesi büyüme, kondisyon ve protein etkinliğini arttırmış; 5 mg/kg MT ilavesi ise etkili olmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşağı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, Metiltestosteron, büyüme, kondisyon, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme, protein etkinliği.

Giriş

Balık üretiminde önde gelen hedeflerden biri de istenilen düzeydeki büyüme hızına ekonomik olarak ulaşabilmektir. Bilim adamlarının konuyla ilgili çalışmaları devam etmektedir. Büyüme oranını arttırmak ve üretim maliyetini düşürmek amacıyla diğer evcil hayvanların yetiştiriciliğinde anabolik maddelerin geniş ölçüde kullanımı, balıklardaki cinsiyet steroidleri ve bunların sentetik analoglarının balık kültüründe kullanımını teşvik etmiştir (Matty, 1985; Gannam ve Lovell, 1991).

Androjen steroidlerin uygulanması balıkta genel olarak, protein sentezinde artış, sindirim kanalının proteolitik aktivitesinde gelişme, barsaktan amino asit absorpsiyonu ve kaslardaki proteolitik aktivitenin yükselmesini sağlayabilmektedir. Erkek cinsiyet karakterlerini ortaya çıkaran androjenler doku fonksiyonlarını düzenlemek ve büyümeyi regüle etmek gibi görevlerini de yerine getirmektedirler. Androjenler veya bunlara kimyasal olarak benzer sentetik bileşikler yemle birlikte

balıklara verilebilmekte ve alabalıkgillerde büyümeyi teşvik edici olarak kullanılabilir (Santandreu ve Diaz, 1994).

Bu steroidler balıkta cinsiyet değiştirme (daha çok erkekleştirme) amacıyla da etkin olarak kullanılmaktadır. Alabalıkgilleri, uygun konsantrasyonda ve dönemde, yeterli süreyle cinsiyet steroidleri ihtiva eden yemlerle besleme, dişi fertlerin cinsiyetini kolayca değiştirilebilmektedir. Bu teknik, genotipik olarak dişi ancak dölleme kabiliyetine sahip sperm verebilen, fenotipik erkeklerin (fonksiyonel erkek) elde edilmesinde kullanılmaktadır. Bu spermle döllen yumurtaların tümünden dişi cinsiyete sahip fertler çıkar ve birçok avantajından dolayı alabalık ve salmonların yetiştiriciliğinde dişiler tercih edilmektedir (Priede ve Secombes, 1988; Ingram, 1988).

Çok sayıda anabolik madde balıklar üzerinde denenmiş olmakla birlikte bunların bir kısmının etkili olmadığı görülmüştür. Halen olumlu sonuç veren-

17- α -Metiltestosteron'un Gökkuşığı Alabalıklarında Büyüme, Kondisyon, Yem Değerlendirme ve Protein Etkinliği Üzerine Etkileri

lerden en etkili olanı ve en çok üzerinde durulanı sentetik bir steroid olan 17- α -metiltestosteron (MT)'dur (Matty, 1985). MT (C₂₀H₂₀O₂), beyaz veya krem renkli, kristal veya kristalize toz formunda, kokusuz, havada bozulmayan, hafif higroskopik, ışıktan etkilenen, erime noktası 162-167°C, pratik olarak suda çözünmeyen, alkol ve diğer organik çözücülerde ve az miktarda bitkisel yağlar içinde çözünebilir bir bileşiktir (Anonymous, 1990).

Yem almaya başlamış gökkuşığı postlavalı, 750 gün-derece süreyle 3 mg/kg MT ihtiva eden yemle beslendiğinde, dişilerde cinsiyet değişimi gerçekleşmekte böylece genotipik olarak dişi, fonksiyonel olarak erkek fertler elde edilebilmektedir (Ingram, 1988).

Kilogramında 1 mg MT ihtiva eden rasyonla beslenen yılan balıkları, daha fazla MT ihtiva eden ve hiç MT ihtiva etmeyen kontrol grubu rasyonlarla beslenenlere göre daha iyi bir büyüme göstermişlerdir. Rasyonda MT konsantrasyonu arttıkça büyüme oranı azalmakta, buna karşılık balık etindeki protein oranı artmaktadır. MT konsantrasyonundaki artış yağ oranını düşürmekte kül ve nem oranını yükseltmektedir (Degani, 1985).

Acısu ve deniz ortamında, MT banyosunda tutulan ve MT ihtiva eden yemlerle beslenen tilapialarda *Oreochromis spirilus*, düşük dozda büyüme iyileşme görülüp cinsiyetleri değişmezken, daha yüksek dozlar büyümeyi etkilememiş veya geriletmiş ancak cinsiyet oranını erkekler lehine değiştirmiştir (Lone ve Ridha, 1993).

Steroidler fertlerin sterilizasyonu (kastrasyon) amacıyla da kullanılabilir. Yemle birlikte 30 gün boyunca, 300-400 mg/kg MT verilerek steril edilen sazanlar,

MT uygulanmayan fertlere göre daha iyi büyümüşler ve birim canlı ağırlık başına daha fazla et verimi sağlamışlardır. MT verilen sazanların polikültüre daha elverişli oldukları da belirtilmiştir (Manzoor Ali ve Satranarayana, 1989).

Gökkuşığı alabalığı, çevre şartlarına karşı toleranslı, fazla yem seçmeyen ve hızlı büyüyen, hastalıklara dayanıklı, yavru üretimi kolay ve iyi bir pazarı olduğundan, dünyada kültürü en yaygın yapılan tatlısu balığıdır (Laird ve Needham, 1988). Türkiye'de kültür balıkçılığı 1970'li yıllarda gökkuşığı alabalığı ile başlamıştır. Halen içsularda yapılan balık yetiştiriciliği içinde en ön sırada yer almakta ve yılda 5.000 tonun üzerinde gökkuşığı alabalığı üretilmektedir. Üretimi gittikçe yaygınlaşmakta ve üretim miktarı hızla artmaktadır (Alpbaz ve Hoşsucu, 1989).

Bu çalışmada yemlerine 2.5 ve 5 mg/kg MT ilave edilerek beslenen, fingerling dönemindeki gökkuşığı alabalıklarında MT'nun büyüme, kondisyon, spesifik büyüme oranı, yem değerlendirme katsayısı ve protein etkinlik oranı parametreleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Denemeler, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Araştırma, Uygulama ve Üretim tesisinde yapılmıştır. Denemede, Erzurum Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Bölümü Alabalık Üretim İşletmesinden getirilip kuluçkalanan yumurtalardan elde edilen, çatal boyları 7.45±0.13 cm., ağırlıkları 6.43±0.31 g olan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) fingerlingleri kullanılmıştır. Deneme, 70x80x300 cm. boyutlarında fiberglas yavru büyüme tanklarında, kapalı alanda, doğal fotoperiyot şartlarında uygu-

lanmıştır. Metiltestosteron (MT)'un iki dozu (2.5 mg/kg ve 5 mg/kg) ve kontrol grubu (0 mg/kg) tesadüf parselleri deneme deseninde, ikişer tekerrürlü olarak 6 deneme tankına uygulanmış, her bir tanka 50'şer adet fingerling konulmuştur. Denemede su kaynağı olarak sıcaklığı 26 Temmuz-27 Ekim arasında 17-14°C; 27 Ekim-31 Ocak arasında 14-8°C, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 6.5-7.5 mg/l, pH'sı 8-8.5 arasında değişen kuyu suyu kullanılmış, tanklara 3.5 lt/dk su verilmiş ve havalandırma yapılmıştır. Balıklar, deneme başlatılmadan önce 1 hafta süre ile deneme ortamına alıştırmıştır.

Denemede Bilyemtaş tarafından üretilen alabalık büyüme yemi (No.403) kullanılmıştır. MT (SIGMA.Co.) önce birkaç ml butil alkol içinde çözülmüş sonra % 96'lık etil alkol içine alınarak çözelti seyreltilmiş ve 2.5 mg/kg-yem ve 5 mg/kg-yem olacak şekilde homojen olarak pelet yem üzerine püskürtülerek yem kurutulmuştur. Kontrol grubuna da aynı miktar etil alkol püskürtülüp kurutulmuş, MT ilave edilmemiştir (Ingram, 1988; Ganam ve Lovell, 1991). Denemede kullanılan pelet yemin bileşimi üreticinin verdiği bilgilere göre en az % 42 HP, en az % 12 HY, en çok % 10 HK ve 3000-3200 kcal/kg ME şeklindedir. Deneme iki dönemde gerçekleştirilmiş, I.dönem 26 Temmuz 1995 ve 27 Ekim 1995 arasında 92 gün, II.dönem 27 Ekim 1995-31 Ocak 1996 arasında 96 gün devam ettirilmiştir. Deneme boyunca 30-33 günde bir balıklar 10 mg/l'lik Kinaldin çözeltisi içinde anestezi edilerek gerekli ölçüm ve tartımlar yapılmıştır. Balıklar günde 3 defa ad libitum (doyuncaya kadar) yemlenmiştir. Her bir dönemde gruplara göre tüketilen yem miktarları kaydedilmiştir. Denemenin I.döneminde MT'suz (kontrol), 2.5 mg/kg

MT ve 5 mg/kg MT'lu yemlerle besleme yapılmış; II.dönemde ise kontrol ve 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grubun bir paraleli aynen yemlenirken, diğer paraleline ve 5 mg/kg MT'lu yemle beslenen gruba MT'suz yem verilmiştir.

Büyüme ile ilgili olarak balıklarda çatal boy ve ağırlık değerleri belirlenmiş bu değerlerden, dönemler içinde ve dönem sonlarında ortalama boy ve ağırlık; dönemler içinde Spesifik Büyüme Oranları (SGR), Kondisyon Faktörü (K), Yem Değerlendirme Katsayısı (FCR) ve Protein Etkinlik Oranı (PER) hesaplanmıştır. SGR hesaplamalarında, ölçüm ve tartım yapılan günler ile dönemlerin birinci ve sonuncu günleri dikkate alınmamıştır.

$SGR = [(In(DSOA) - In(DBOA)) / \text{deneme süresi, gün}] \times 100$

SGR: Spesifik Büyüme Oranı (%), In: doğal logaritma, DSOA: deneme sonu ortalama ağırlık (g), DBOA: deneme başı ortalama ağırlık (g).

$K = (W/L^3) \times 100$, K: Kondisyon Faktörü; W: balık ağırlığı (g), L: çatal boy (cm)

$FCR = F/WG$, FCR: Yem Değerlendirme Katsayısı; F: dönem içinde tüketilen toplam yem miktarı (g), WG: dönemdeki toplam ağırlık kazancı (g).

$PER = WG/F \times HP$, PER: Protein Etkinlik Oranı, HP: Yemin protein oranı (%), (Çetinkaya, 1995).

Denemede elde edilen verilerin istatistik analizlerinde Minitab 8.2 Paket programı kullanılmış, varyans analizi ANOVA metodu ile yapılmış, ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır (Düzgüneş ve ark., 1983).

Sonuçlar

Deneme boyunca yapılan boy ölçümleri

17- α -Metiltestosteron'un Gökkuşuğu Alabalıklarında Büyüme, Kondisyon, Yem Değerlendirme ve Protein Etkinliği Üzerine Etkileri

ve tartımlara ait ortalama değerler (L, W) kondisyon faktörü (K) değerleri, ortalamalara ait standart hatalar (SE), varyans analizi (F testi) ve Duncan testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Deneme gruplarında belirlenen, zamana göre ortalama boy artışları Şekil 1, ağırlık artışları Şekil 2'de görülmektedir. Denemenin I.dönemi sonunda ortalama boy ve ağırlık değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p<0.05$). 2.5 mg/kg MT kapsayan yemle beslenen grup boy

bakımından kontrol grubu ve 5 mg/kg MT'la beslenen gruba göre daha iyi bir büyüme göstermiştir. Kontrol grubu ve 5 mg/kg MT'lu yemle beslenen gruplar arasındaki farklılık ise önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ağırlık bakımından en iyi büyümeyi 2.5 mg/kg MT'lu yem sağlarken bu grubu kontrol ve 5 mg/kg MT ile beslenen grup takip etmektedir. Gruplara ait ortalama kondisyon faktörleri incelendiğinde I.dönem sonunda MT'un kondisyon üzerinde etkili olmadığı görülmektedir ($p>0.05$).

Tablo 1. Farklı dönemlerde ve konsantrasyonlarda MT'lu yemle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında (O. mykiss) çatal boy (L, cm), ağırlık (W, g) ve kondisyon faktörü (K) değerleri, SE: standart hata.

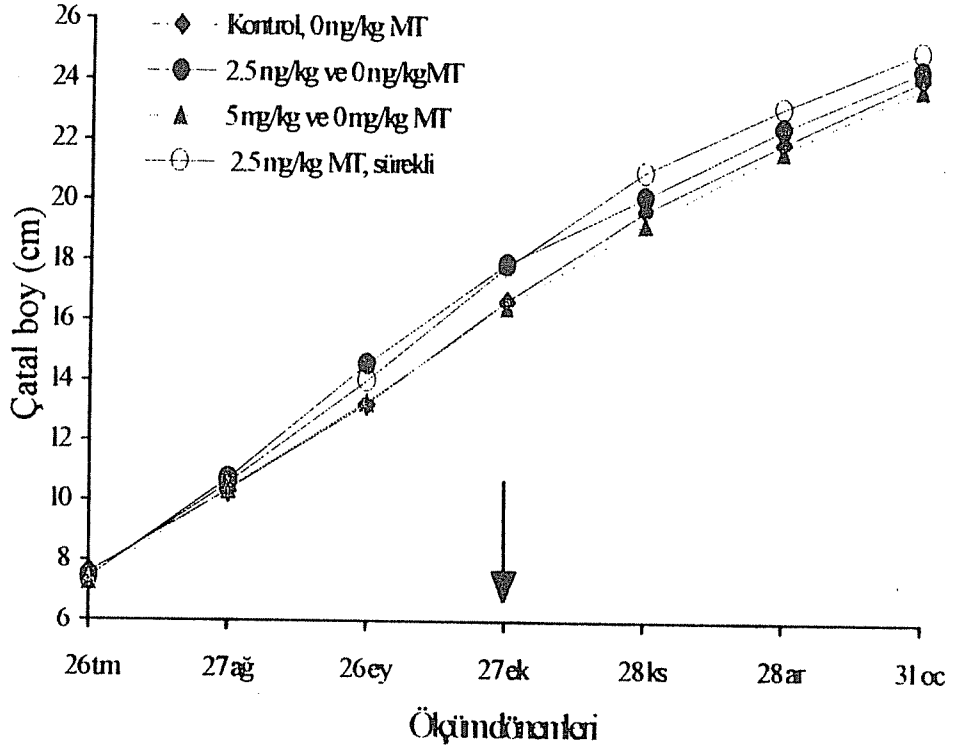
Uygulamalar						
Dönem	Parametreler	0 mg/kg MT Kontrol	2.5 mg/kg ve 0 mg/kg MT	2.5 mg/kg MT Sürekli	5 mg/kg ve 0 mg/kg MT	F Testi Sonucu
26 te 95	L \pm SE	7.60 \pm 0.13	7.43 \pm 0.14	7.44 \pm 0.14	7.32 \pm 0.12	$p>0.05$
	W \pm SE	6.71 \pm 0.34	6.38 \pm 0.32	6.46 \pm 0.34	6.19 \pm 0.27	$p>0.05$
	K \pm SE	1.513 \pm 0.019	1.546 \pm 0.033	1.544 \pm 0.016	1.565 \pm 0.024	$p>0.05$
27 ağ 95	L \pm SE	10.35 \pm 0.22	10.73 \pm 0.20	10.60 \pm 0.19	10.41 \pm 0.15	$p>0.05$
	W \pm SE	16.62 \pm 0.97	18.39 \pm 1.04	17.60 \pm 0.95	15.32 \pm 0.77	$p>0.05$
	K \pm SE	1.467 \pm 0.014	1.462 \pm 0.028	1.454 \pm 0.011	1.341 \pm 0.016	$p<0.01$
26 ey 95	L \pm SE	13.25 \pm 0.30	14.58 \pm 0.21	14.03 \pm 0.27	13.33 \pm 0.23	$p<0.01$
	W \pm SE	33.28 \pm 2.37	43.90 \pm 1.90	39.76 \pm 2.47	34.58 \pm 1.66	$p<0.01$
	K \pm SE	1.398 \pm 0.033	1.400 \pm 0.013	1.406 \pm 0.015	1.446 \pm 0.035	$p>0.05$
27 ek 95	L \pm SE	16.68 \pm 0.53 ^a	17.91 \pm 0.27 ^b	17.82 \pm 0.34 ^b	16.52 \pm 0.29 ^a	$p<0.05$
	W \pm SE	71.03 \pm 6.41 ^{ac}	84.94 \pm 3.90 ^c	83.65 \pm 5.17 ^{bc}	66.90 \pm 3.28 ^a	$p<0.05$
	K \pm SE	1.448 \pm 0.012 ^a	1.463 \pm 0.017 ^a	1.454 \pm 0.013 ^a	1.467 \pm 0.017 ^a	$p>0.01$
28 ks 95	L \pm SE	19.69 \pm 0.37	20.15 \pm 0.25	21.01 \pm 0.47	19.30 \pm 0.31	$p<0.05$
	W \pm SE	105.48 \pm 5.94	114.00 \pm 4.15	132.41 \pm 9.34	102.84 \pm 4.95	$p<0.05$
	K \pm SE	1.338 \pm 0.011	1.376 \pm 0.013	1.396 \pm 0.009	1.406 \pm 0.017	$p<0.01$
28 ar 95	L \pm SE	21.97 \pm 0.37	22.46 \pm 0.27	23.13 \pm 0.51	21.75 \pm 0.34	$p>0.05$
	W \pm SE	146.82 \pm 7.50	160.02 \pm 5.64	178.20 \pm 12.6	145.68 \pm 7.50	$p<0.05$
	K \pm SE	1.348 \pm 0.011	1.396 \pm 0.012	1.408 \pm 0.012	1.385 \pm 0.012	$p<0.01$
31 oc 96	L \pm SE	24.13 \pm 0.35 ^a	24.43 \pm 0.027 ^a	25.05 \pm 0.60 ^b	23.85 \pm 0.37 ^a	$p>0.05$
	W \pm SE	192.89 \pm 8.75 ^a	205.40 \pm 6.73 ^a	235.60 \pm 17.8 ^b	190.01 \pm 9.59 ^a	$p<0.05$
	K \pm SE	1.346 \pm 0.021 ^a	1.395 \pm 0.013 ^b	1.460 \pm 0.014 ^c	1.371 \pm 0.013 ^{ab}	$p<0.01$

I.Periyot (27 Ekim 1995) ve II.Periyot sonu (31 Ocak 1996) Duncan testi sonuçları: Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası fark önemsiz, farklı harfi taşıyan ortalamalar arası fark önemli ($p=0.05$).

II.dönem sonunda MT uygulanan ve uygulanmayan gruplar arasında ağırlık bakımından fark önemli iken ($p<0.05$); ortalama boy bakımından gruplar arası fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Ağırlık bakımından en iyi büyüme sürekli 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grupta gözlenirken, Duncan testine göre diğer gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (Tablo 1). II.dönem sonunda ortalama kondisyon faktörü değerleri arasındaki fark çok önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Sürekli 2.5 mg/kg MT'lu yemle

beslenen grup en yüksek kondisyona sahipken bunu 2.5 mg/kg+0 mg/kg MT'lu yemle beslenen grup ve diğer iki grup izlemektedir (Tablo 1).

Denemenin I.döneminde uygulanan MT'nun II.dönemde büyüme üzerine etkili olmadığı görülmüştür. MT uygulaması kesildiğinde 2.5 mg/kg MT ile beslenen grupta büyüme oranı azalarak kontrol grubu seviyesine yaklaşmış; I.dönemde 5 mg/kg MT ile beslenen grupta ise MT'nun kesilmesiyle büyümede değişme görülmemiştir (Şekil 1, 2).

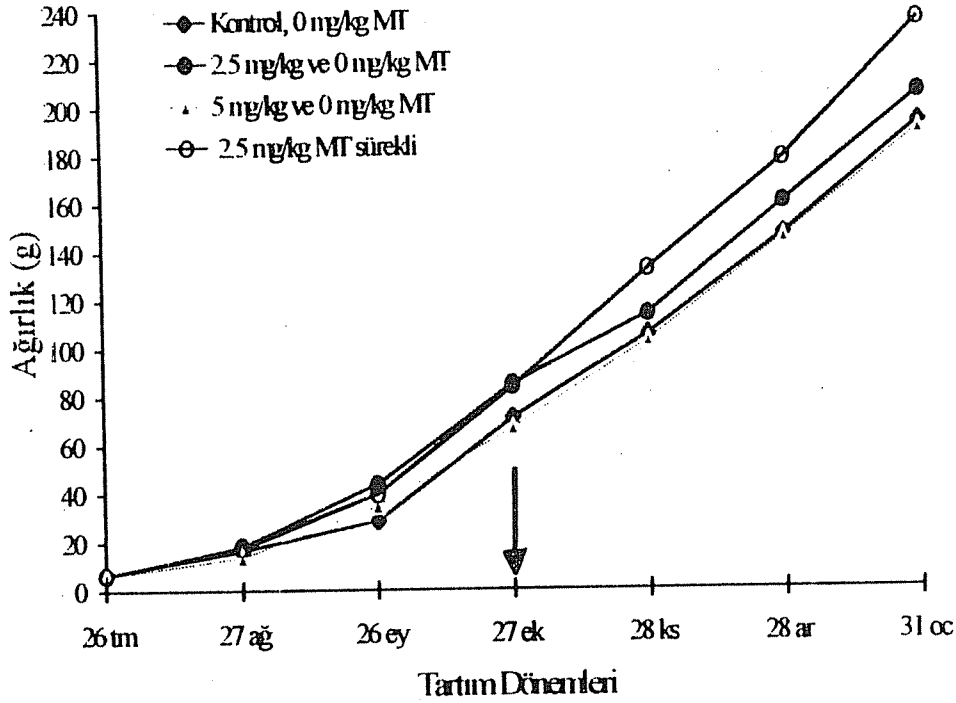


Şekil 1. Farklı dönemlerde ve konsantrasyonlarda MT'lu yemle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında (*O. mykiss*), çatal boy değerlerinin değişimi, Ok II. dönemin başlangıcını gösteriyor.

17- α -Metiltestosteron'un Gökkuşığı Alabalıklarında Büyüme, Kondisyon, Yem Değerlendirme ve Protein Etkinliği Üzerine Etkileri

I. ve II.dönemlerde elde edilen SGR, FCR ve PER değerleri Tablo 2'de, SGR değerlerinin zamanla değişimi de Şekil 3'de görülmektedir. Dönemler içi SGR, FCR ve PER ortalamaları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). PER değerleri için yapılan Duncan testinde sürekli 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grupta kontrol ve 5 mg/

kg+0 mg/kg MT'lu gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0.05$), (Tablo 2). Sürekli 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grup diğer iki gruba göre % 16 oranında daha yüksek bir PER değerine sahiptir. I.dönem 2.5 mg/kg MT ile beslenen grupta MT uygulaması kesildiğinde, SGR değerinde belirgin bir düşme görülmektedir (Şekil 3).



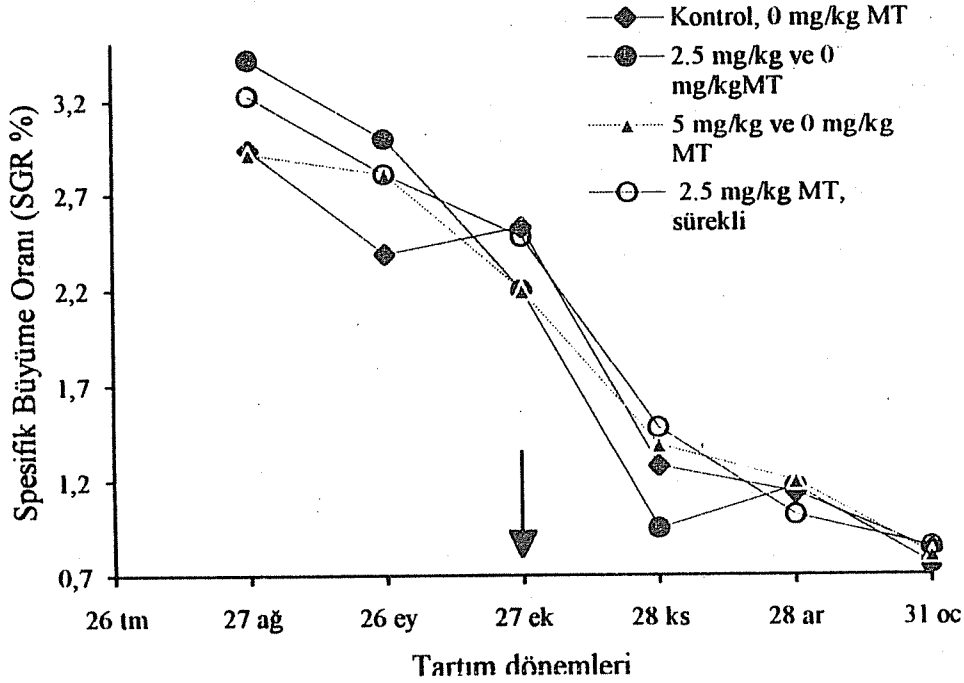
Şekil 2. Farklı dönemlerde ve konsantrasyonlarda MT'lu yemle beslenen gökkuşığı alabalıklarında (*O. mykiss*), vücut ağırlığının değişimi, Ok II. dönemin başlangıcını gösterir.

Tablo 2. Farklı konsantrasyonlarda MT'lu yemle beslenen gökkuşuğu alabalıklarında (*O. mykiss*), deneme gruplarına ait spesifik büyüme oranı (SGR %), yem değerlendirme katsayısı (FCR) ve protein etkinlik oranı (PER) değerleri, SE: standart hata.

Dönem	Parametreler	Uygulamalar			
		0 mg/kg MT Kontrol	2.5 mg/kg ve 0 mg/kg MT	2.5 mg/kg MT sürekli	5 mg/kg ve 0 mg/kg MT
26 tm-27 ağ	SGR	2.94	3.42	3.23	2.92
	FCR	1.43	1.33	1.38	1.53
	PER	1.66	1.78	2.29	1.55
27 ağ-26 ey	SGR	2.39	3.00	2.81	2.81
	FCR	1.38	1.12	1.31	1.34
	PER	1.72	2.12	1.80	1.76
26 ey-27 ek	SGR	2.53	2.20	2.48	2.20
	FCR	1.18	1.14	1.12	1.15
	PER	2.02	2.08	2.12	2.06
27 ek-28 ks	SGR	1.28	0.95	1.48	1.39
	FCR	1.56	1.54	1.42	1.35
	PER	1.52	1.55	1.67	1.76
28 ks-28 ar	SGR	1.14	1.17	1.02	1.20
	FCR	1.37	1.24	1.09	1.46
	PER	1.73	1.91	2.19	1.62
28 ar-31 oc	SGR	0.83	0.76	0.85	0.81
	FCR	1.36	1.20	1.20	1.49
	PER	1.75	1.97	1.98	1.60
Ortalamalar	SGR±SE	1.85±0.36	1.92±0.46	1.98±0.41	1.89±0.36
	FCR±SE	1.38±0.05	1.26±0.06	1.25±0.06	1.39±0.06
	PER±SE	1.73±0.07 ^a	1.90±0.09 ^{ab}	2.01±0.10 ^b	1.73±0.08 ^a

Duncan testi sonuçları: Aynı harfi taşıyan ortalamalar arası fark önemsiz, farklı harfi taşıyan ortalamalar arası fark önemli (p= 0.05).

17- α -Metiltestosteron'un Gökkuşaağı Alabalıklarında Büyüme, Kondisyon, Yem Değerlendirme ve Protein Etkinliği Üzerine Etkileri



Şekil 3. Farklı dönemlerde ve konsantrasyonlarda MT'lu yemle beslenen gökkuşaağı alabalıklarında (*O. mykiss*), deneme gruplarında hesaplanan spesifik büyüme oranı (SGR %) değerleri. Ok II. dönemin başlangıcını göstermektedir.

Tartışma

Bu çalışmada artan MT dozu ile büyüme arasında doğrusal bir ilişki bulunmamıştır. Yemle 2.5 mg/kg'lık MT uygulaması büyümeyi iyileştirirken 5 mg/kg MT ile sağlanan büyüme kontrol grubu ile benzer bulunmuştur ($p>0.05$). MT konsantrasyonunun artışı ile büyümenin artmadığı hatta dozun aşırı artırılması ile büyümede gerileme olduğu diğer bazı balık türlerinde de kaydedilmektedir (Lone ve Matty, 1983; Degani, 1985; Ostrowski ve Garling, 1988; Gannam ve Lovell, 1991; Lone ve Ridha, 1993).

Birinci dönem sonunda ortalama boy değerleri önemli iken, II.dönem sonunda

önemsiz bulunmuştur. Balıklarda zamanla boydaki büyüme hızındaki azalma, ağırlıktaki artış hızı azalmasına göre daha belirgindir (Şekil 1 ve 2). Anabolik bir steroid olan MT'nun Kanal yayınında *Ictalurus punctatus* kemikteki Ca ve P oranını ve kemiklerin dayanıklılığını düşürdüğü, kemik büyümesini ve buna paralel olarak boy büyümesini azalttığı bildirilmektedir (Gannam ve Lovell, 1991). MT'nun kemik büyümesine kıyasla daha fazla kas büyümesi sağladığı, ağırlık artışının boy artışından daha hızlı olduğu belirlenmiştir (Ostrowski ve Garling, 1988).

MT uygulamasının kondisyon faktörü üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur. De-

neme sonunda yapılan grup karşılaştırmasında, sürekli 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grupta kondisyon en yüksek (1.460) iken, bunu 2.5 mg/kg+0 mg/kg MT uygulaması (1.395), 5 mg/kg+0 mg/kg MT uygulaması (1.371) ve kontrol grubu takip etmektedir (1.346). Bununla birlikte son iki grup arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Yemle 2.5 mg/kg MT uygulaması birim boy başına daha fazla ağırlık sağlamaktadır.

SGR değerleri zamanla, balık büyüdükçe ve su sıcaklığı düştükçe azalmaktadır (Pri-ede ve Secombes, 1988). Ortalama SGR değerlerinin yüksek varyasyon gösterdikleri görülmektedir (Tablo 2, Şekil 3). Bu yüksek varyasyon, su sıcaklığındaki değişme, yem alım oranında farklılık ve balığın büyüme hızının balık büyüdükçe düşmesinden kaynaklanmaktadır. Bulunan SGR değerleri esas alındığında, fingerling döneminden sonra 2.5 mg/kg MT'lu yemle beslenen grup, kontrol grubuna göre 2 hafta daha erken, pazarlama ağırlığına (250 g.) ulaşabilir, uygulamanın daha erken başlatılması zaman avantajını yükseltecektir.

Bu çalışmada deneme gruplarına ait orta-

lama FCR değerleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). Birim ağırlık kazancı için sarfedilen yem miktarları aynıdır. Bununla birlikte salmon ve alabalıklarda uygun konsantrasyonda MT'nun yem dönüşümünü iyileştirdiği, birim ağırlığı daha az yem tüketimiyle sağladığı bildirilmektedir (Matty, 1988).

Denemede 2.5 mg/kg MT uygulamasında bulunan ortalama PER değeri (2.01) ile kontrol grubu (1.73) ve 5 mg/kg+0 mg/kg MT uygulanan gruba ait PER değerleri (1.73) arasındaki farklılık önemlidir. Yemle 2.5 mg/kg MT uygulaması PER değerini yükseltmektedir. MT uygulaması proteinden yararlanmayı, amino asit absorpsiyonunu ve protein sentezini arttırmakta dolayısıyla yemde bulunan proteinlerin balık etine dönüşüm oranı yükselmektedir (Santandreu ve Diaz, 1994). Bu sayede birim proteinle daha fazla büyüme sağlanabilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada gökkuşacağı fingerlinglerinin yemlerine 2.5 mg/kg MT ilavesinin büyümeyi arttırdığı, kondisyonu yükselttiği ve protein etkinliğini iyileştirdiği; 5 mg/kg MT konsantrasyonunun ise, büyüme, kondisyon ve yem değerlendirme parametreleri üzerinde etkili olmadığı görülmüştür.

Kaynakça

- Alpbaz, A.G., Hoşsucu, H., 1989. Fish Farming in Turkey, Aquaculture-Europe 89, Bordeaux-France, Short Comm.Absts. No. 10, p. 265.
- Anonymous, 1990. Products Prospectus of Sigma Co., p. 930.
- Çetinkaya, O., 1995. Balık Besleme, Y.Y.Ü.Ziraat Fak. Yay. No. 9, Van, 137 s.
- Degani, G., 1985. The Influence of 17- α -Methyltestosterone on Body Composition of Eels (*Anguilla anguilla* L.) Aquaculture, 50: 23-30.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Gürbüz, F., 1983. İstatistik Metodlar I, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay.No. 861, A.Ü.Basımevi, Ankara, 238 s.
- Gannam, A.L., Lovell, R.T., 1991. Growth and Bone Development in Channel Catfish *Ictalurus punctatus* Fed 17- α -Methyltestosterone in Production Ponds, J.World Aquacult.Soc. 22, 2, 95-100.

17- α -Metiltestosteron'un Gökkuşığı Alabalıklarında Büyüme, Kondisyon, Yem Değerlendirme ve Protein Etkinliği Üzerine Etkileri

- Ingram, M., 1988. Farming Rainbow Trout in Freshwater Tanks and Ponds, In Salmon and Trout Farming (Eds.Laird, L.M., Needham, T.) Ellis Horwood Ltd.New York, London, p. 155-189.
- Laird, L.M., Needham, T., 1988. The Farmed Salmonids, In Salmon and Trout Farming (Eds.Laird, L.M., Needham, T) Ellis Horwood Ltd., New York, London, p. 15-31.
- Lone, K.P., Matty, A.J., 1980. The Effect Methyltestosterone on the Growth and Body Composition of Common Carp (*Cyprinus carpio*), Gen.Comp.Endocrinol. 40, 409-426.
- Lone, K.P., Ridha, M.T., 1993. Sex Reversal and Growth of *Oreochromis spilurus* (Günther) in Brackish and sea water feeding 17- α -Methyltestosterone, Aquaculture and Fisheries Management 24: 593-602.
- Manzoor-Ali, P.K.M.; Satyanarayana, R.G.P., 1989. Growth Improvement in Carp, *Cyprinus carpio* (L.) Sterilized with 17- α -Methylestosterone, Aquaculture, 1989, 76: 1-2, 157-167.
- Matty, A.J., 1985. Fish Endocrinology, Croom Helm Ltd. London and Sydney, 267 p.
- Ostrowski, A.C., Garling, D.Jr., 1988. Influences of Anabolic Hormone Treatment and Dietary Protein: Energy Ratio on Condition and Muscle Deposition of Rainbow Trout, The Progressive Fish Culturist 50: 136-140.
- Priede, I.G., Secombes, C.J., 1988. The Biology of Fish Production, In Salmon and Trout Farming (Eds.Laird, L.M., Needham, T.) Ellis Horwood Ltd. New York, London, p. 32-68.
- Santandreu, J.A., Diaz, N.F., 1994. Effects of 17- α -Methyltestosterone on Growth and Nitrogen Excretion in Masu Salmon (*Oncorhynchus masou*) Aquaculture 124, 321-333.

Geliş Tarihi: 13.06.1996

Kabul Tarihi: 12.08.1996

Su Ürünleri Dergisi	Cilt No: 13	Sayı:3-4	297-304	İzmir-Bornova 1996
---------------------	-------------	----------	---------	--------------------

Deniz Kafeslerinde Yetiştirilen Gökkuşığı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Walbaum, 1792 'nda Büyüme, Yem Değerlendirme ve Stok Yoğunlukları

Mehmet Salih Çelikkale¹ Bilal Akbulut² Temel Şahin²

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye.

²Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, P.K.129, Trabzon, Türkiye.

Abstract: *Growth, food conversion ratio and stocking density of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792) cultured in the sea cages:* The main aim of this study was to investigate growth, food conversion ratio and stocking density of rainbow trout (*O. mykiss*) cultured in the sea cages in the South eastern Black Sea region.

During the study, seven commercial fish farmings were examined. In fish cages spesific growth rates, food conversion ratio and stocking density varied between 0.866-1.197 %, 1.24-2.31 and 1.6-6.7 kg m⁻³, respectively.

In a commercial fish cage which was measured periodically, spesific growth rate, food conversion ratio and condition factors varied between 0.590-2.500 %, 1.40-2.35 and 1.13-1.56 %, respectively

At the end of the study, it has been found that stocking density very low and feedings were not sufficient. In order to increase biomass per unite volume stocking density should be around 20-25 kg m⁻³ and fish in cages should be fed *ad-libitum* by hand.

Key words: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, cage culture, stocking density, growth, food conversion ratio.

Özet: Bu çalışmada Doğu Karadeniz Bölgesi'nde deniz kafeslerinde yetiştiriciliği yapılan gökkuşığı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)'nda büyüme, yem değerlendirme ve uygulanan stok yoğunlukları araştırılmıştır.

Araştırma boyunca yedi işletme incelenmiş, işletmelerde spesifik büyüme % 0.866-1.197, yem değerlendirme 1.24-2.31, stok yoğunluğu 2.6-6.7 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Periyodik ölçümlerinyapıldığı bir işletmede spesifik büyüme % 0.590-2.500, yem değerlendirme 1.40-2.35 ve kondisyon faktörü 1.13-1.57 arasında değişmiştir.

Araştırma sonunda, ticari işletmelerde uygulanan stok yoğunluklarının çok düşük ve yemlemenin yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Birim hacimden alınacak ürün miktarını arttırmak için stok yoğunluğu 20-25 kg m⁻³ civarında olmalı ve balıklara doyuncaya kadar yem verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Gökkuşığı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, kafes yetiştiriciliği, stok yoğunluğu, büyüme, yem değerlendirme değeri.

Giriş

Özellikle hayvansal protein açığının kapatılması açısından önemli bir potansiyel oluşturan su ürünlerinin avcılık yolu ile üretimi, evsel ve endüstriyel atıkların akarsu, göl ve denizlerde meydana getirdiği kirlenmeye ek olarak aşırı avcılık nedeni ile oldukça azalmış ve günümüzde avcılık yolu ile su ürünleri üretimi doğal üretim sınırına çok yaklaşmıştır. Bu durumda denizlerden avcılık yolu ile üretim için yeni yatırımların yapılması cazibesini kaybetmiş (Acara, 1991), üretim artışı için; dünya akuakültür endüstrisindeki gelişmelere ve entansif yetiştiricilik tekniklerindeki ilerlemelere paralel olarak yetiştiricilik önem kazanmaya başlamıştır.

Gökkuşluğu alabalığı (*O. mykiss*) yetiştiriciliği 19. yüzyılda başlamış, ancak ticari anlamda başarılı sonuçlar 20. yüzyılın başlarında alınmıştır. Türkiye'de 1969 yılında içsularda ve havuzlarda, 1980'li yılların başında kafeslerde (Çelikkale, 1991), 1990 yılında da deniz kafeslerinde su ürünleri kültürlerine başlamıştır (Anonim, 1992). İçsularda gökkuşluğu alabalığı kültürü ile ilgili çok sayıda bilimsel çalışma olmasına karşılık (Atay, 1975; Baran, 1978; Atay ve ark., 1980a; Atay ve ark., 1980b; Çelikkale ve ark., 1981; Çelikkale, 1982; Akyurt, 1989), deniz ortamında, Güven (1991) gökkuşluğu alabalığının denize adaptasyonu ve yetiştirme imkanları üzerine tez yapmıştır.

Bu araştırmada, özellikle Doğu Karadeniz kıyısında gün geçtikçe yaygınlaşan denizde yüzer kafeslerde gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinde ticari koşullarda uygulanan stoklama yoğunluğu, büyüme ve yem değerlendirme değerini saptamak ve daha ekonomik bir yetiştiricilik için, elde edilen bulgular doğrultusunda uygulamaya

yönelik önerilerde bulunmak amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Trabzon ili, Yomra, Akçaabat ve Araklı ilçelerinin içerisinde kurulan 7 kafes işletmesinde Kasım 1991-Haziran 1992 arasında yürütülmüştür.

Balıklar 10.0 m çaplı, 7.5-15.0 m arasında değişen ağ derinliğine sahip açık deniz tipi kafeslerde stoklanmış, yemlemede 3, 4 ve 6 no.lu pelet alabalık yemleri kullanılmıştır (Tablo 1).

Balıklar serbest yemleme yöntemi ile yemlenmiş, verilen yem miktarı, deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk, pH ve oksijen değeri günlük olarak kaydedilmiştir. Büyüme, yem değerlendirme ve kondisyon faktörü hesaplama için araştırmanın yürütüldüğü işletmelerde balıklar, stoklama ve hasat anında olmak üzere iki kez ölçülmüş, 4 no.lu işletmede ise periyodik (Tablo 5) ölçümler yapılmıştır.

Hesaplamalarda aşağıdaki formüllerden yararlanılmıştır (Makinen ve Ruohonen, 1990; Holm ve ark., 1990; Lagler, 1963).

Spesifik Büyüme Oranı= $[(I_n W_f - I_n W_i) / t] \times 100$

Burada; W_f : Periyot sonu ağırlık (g), W_i : Periyot başı ağırlık (g), t: İki ölçüm arasındaki süre (gün).

Yem değerlendirme değeri=Kullanılan yem (g)/Ağırlık artışı (g)

Kondisyon faktörü= $[(Ağırlık, g) / (Total boy, cm)^3] \times 100$

Bulgular

Su Koşulları

Araştırmanın yürütüldüğü deniz ortamında deneme süresince ölçülen sıcaklık ve oksijen değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

O.mykiss'da büyüme, yem değerlendirme ve stok yoğunlukları

Tablo 1. Kullanılan yemin özellikleri (Pınar Yem, 1992).

Besin Maddeleri (%) Pelet No. 3,4,6		Vitaminler (min kg ⁻¹)		
Kuru madde (min)	88.0	A	IU	30.000
Ham protein (min)	45.0	D ₃	IU	2.000
Ham selüloz (max)	3.0	E	IU	200
Ham kül (max)	14.0	C	mg	150
Kalsiyum (min)	2.0	Thiamin	mg	20
Fosfor (min)	1.3	B ₂	mg	40
Ham yağ (min)	7.0	Pantotenik Asit	mg	100
İzElementler(minkg⁻¹)		Pyridoxine	mg	20
Çinko (mg)	70	B ₁₂	mg	0.06
Manganez (mg)	60	K	mg	15
Magnezyum (mg)	60	Niacin	mg	300
Demir (mg)	4	Biotin	mg	0.6
İyot (mg)	1.5	Folic Asit	mg	6
Bakır (mg)	2	İnositol	mg	280
Kobalt (mg)	0.5	Kolin	mg	2.500

Tablo 2. Aylık deniz suyu sıcaklığı ve oksijen değerleri (SH: Standart hata).

Aylar	Sıcaklık (°C)				Oksijen (mg l ⁻¹)			
	n	min.	max.	ort.±SH	n	min.	max.	ort.±SH
Kasım	9	15.8	18.4	16.53±0.028	9	7.2	8.0	7.52±0.001
Aralık	8	10.9	15.8	13.31±0.049	8	8.6	8.8	8.73±0.001
Ocak	8	7.3	10.8	9.53±0.037	8	8.2	9.8	9.27±0.017
Şubat	9	7.2	8.0	7.61±0.001	9	9.8	11.1	10.45±0.012
Mart	9	6.9	11.6	9.26±0.052	9	8.2	10.3	9.10±0.021
Nisan	8	9.0	14.5	11.30±0.062	8	6.7	10.1	8.21±0.032
Mayıs	9	12.3	16.5	14.50±0.034	9	7.1	8.0	7.60±0.001
Haziran	9	17.7	23.5	20.12±0.065	9	6.9	8.3	7.34±0.009

Tablo 3. Aylık deniz suyu tuzluluk ve ph değerleri (SH: Standart hata).

Aylar	Tuzluluk (%oS)				pH			
	n	min.	max.	ort.±SH	n	min.	max.	ort.±SH
Kasım	9	16.1	16.8	16.51±0.2575	9	8.5	8.8	8.70±0.62
Aralık	8	15.4	16.7	15.92±0.5784	8	6.5	8.8	8.02±0.75
Ocak	8	15.6	16.9	16.16±0.4821	8	6.0	8.4	7.24±0.83
Şubat	9	15.8	16.6	16.21±0.3541	9	7.9	8.6	8.21±0.76
Mart	9	14.4	19.5	16.55±1.6728	9	7.5	8.2	8.12±0.21
Nisan	8	14.6	18.4	17.17±1.2995	8	7.9	8.4	8.20±0.13
Mayıs	9	13.6	18.4	15.05±1.9563	9	7.0	8.1	7.75±0.45
Haziran	9	15.3	18.4	17.15±0.9367	9	7.9	8.4	8.18±0.57

Tablo 2'de görüldüğü gibi, yüzey suyu sıcaklığı 6.9-23.5°C, oksijen düzeyi 6.7-11.1 mg l⁻¹ arasında değişmiştir. Ortalama olarak en düşük su sıcaklığı 7.6°C ile şubat, en yüksek 20.1°C ile haziranda, en düşük oksijen düzeyi 7.3 mg l⁻¹ ile sıcaklığın en yüksek olduğu haziranda, 10.4 mg l⁻¹ ile en yüksek sıcaklığın en düşük olduğu şubat ayında saptanmıştır.

Ağırlık Artışı, Büyüme, Stok Yoğunluğu ve Yem Değerlendirme

Araştırmanın yürütüldüğü kafeslerin hacmi, balıkların stoklama ve hasattaki ortalama ağırlığı, yoğunluğu, üretim süresi, mutlak ağırlık artışı, spesifik büyüme ve yem değerlendirme değeri ve ölüm oranları Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. İşletmelerde başlangıç ve hasattaki ortalama ağırlıklar, ağırlık artışı, yem değerlendirme, ölüm oranı ve spesifik büyüme (N: balık sayısı, \bar{W} : ortalama ağırlık, FCR: yem değerlendirme değeri, SBO: spesifik büyüme oranı).

İşl. No	K.Hacmi (m ³)	Başlangıç		Süre (gün)	Hasat		Artış (g)		Yoğunluk FCR			Ölüm (%)	SBO (%)
		N	W(g)		N	W(g)	Top.	Gün.	(kg m ⁻³)				
1	1178	4500	55	240	4140	918	863	3.60	3.2	1.63	8.0	1.138	
2	55	4450	80	120	4248	344	264	2.20	2.6	1.55	4.5	1.177	
3	589	10000	60	161	9220	271	110	0.68	4.2	1.80	7.8	0.866	
4	589	5100	64	171	4905	530	466	2.73	4.4	1.83	3.8	1.272	
5	647	10400	65	155	9780	443	378	2.44	6.7	1.24	6.0	1.197	
6	667	9600	80	125	9090	264	184	1.47	3.6	2.31	4.3	0.917	
7	785	10000	75	160	9583	352	277	1.73	4.3	1.42	4.2	0.940	

O.mykiss'da büyüme, yem değerlendirme ve stok yoğunlukları

Tablo 5. 4 No.lu İşletmedeki ortalama ağırlıklar, ağırlık artışı, yem değerlendirme, spesifik büyüme ve kondisyon faktörü (W: ortalama ağırlık, FCR: yem değerlendirme değeri, SBO: spesifik büyüme oranı, K: kondisyon faktörü, SH: standart hata).

Gün	Boy (cm)±SH	W(g)±SH	Artış (g)		FCR	SBO (%)	K (%)
			Toplam	Günlük			
1.	16.0±1.4271	64±14.7162	-	-	-	-	1.56
25.	19.5±1.6324	117±26.1344	53	2.12	1.40	2.500	1.57
32.	22.0±1.5431	130±32.4376	13	1.86	1.65	1.500	1.22
71.	26.0±1.4327	205±41.6876	75	1.92	1.64	1.116	1.16
113.	29.5±1.7635	320±58.1246	115	1.74	1.65	1.060	1.24
129.	32.2±1.8427	380±60.3478	60	3.75	1.96	1.074	1.13
147.	33.5±2.1673	460±83.2246	80	4.44	2.13	1.062	1.22
171.	34.7±2.3624	530±114.8634	70	2.92	2.35	0.590	1.26

Başlangıç ağırlığı 64 g olan bireyler 171 günlük dönem sonunda 530 g'a yükselmiş, yem değerlendirme 1.40-2.35, spesifik büyüme 0.590-2.500 ve kondisyon faktörü 1.57-1.13 arasında saptanmıştır.

Tartışma

Su sıcaklığı, balığın fizyolojik ve biyolojik aktivitesine etki ettiğinden yetiştiricilikte çok önemlidir. Edwards (1978) gökkuşuğu alabalığının 4-5°C'nin altındaki su sıcaklığında çok az bir gelişme gösterdiğini, 20°C'nin üzerindeki sıcaklığın ise balıkta yem alımını ve büyümeyi düşürdüğünü, Stevenson (1987) 4°C'de gökkuşuğu alabalığında büyümenin durduğunu, 15-16°C'nin optimal, 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise kısa bir süre canlı kalabildiğini, Roberts ve Shepherd (1986) gökkuşuğu alabalığının 0-25°C arasındaki sıcaklıklara toleranslı, optimal sıcaklığın 10-15°C arası olduğunu, Çelikkale (1991) 12-18°C arası su sıcaklığının uygun olduğunu, 22°C'nin üzerinde yemin tamamen kesilmesi gerektiğini, bu sıcaklığa sahip suların alabalık

kültürü için uygun olmadığını bildirmektedirler. Araştırma süresince su sıcaklığı minimum 7.6°C, maksimum 20.1°C olmuştur. Sekiz aylık yetiştirme periyodunda deniz suyu sıcaklığı 3 ay 10°C'nin altında ve 5 ayda 10°C'nin üzerinde olması ile yetiştiriciliğe uygundur. Ancak haziran ayındaki su sıcaklığı yetiştiricilikte sorun yaratmaya başlamıştır.

Çelikkale (1988), Edwards (1978), Stevenson (1987) gökkuşuğu alabalığı kültüründe suyun oksijen içeriğinin 6 mg l⁻¹'den az olmaması gerektiğini bildirmektedirler. Araştırma sahasında suyun oksijen içeriği 7.5-10.4 mg l⁻¹ arasında saptanmıştır. Sıcaklık ve oksijen değerleri açısından balık gelişimini olumsuz etkileyecek bir değerle karşılaşılmaştır.

Farklı işletmelerde spesifik büyüme oranları % 0.866-1.197, periyodik ölçümlerin yapıldığı 4 No.lu işletmede % 0.590-2.500 arasında saptanmıştır. Austerng ve ark., (1987) su sıcaklığına bağlı olarak deniz kafeslerinde gökkuşuğu alabalığında spesifik büyüme oranının % 0.1-2.2, Tes-

keredzic ve ark., (1989) % 0.705-0.993 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmada elde edilen spesifik büyüme her iki araştırmacının bulguları ile uyum halindedir. Araştırmada kafeslere yerleştirilen yavruların ilk aylarda SBO'nun yüksek olduğu ve şubat-mart aylarında su sıcaklığının düşmesiyle SBO'nun da düşmüştür. Nisan, mayıs aylarında deniz suyu sıcaklığının artmasına rağmen kafeslerdeki stok yoğunluğunun artması ve kafes ağlarının kirlenmesi sonucu su değişiminin azalması SBO'nun yükselmesini engellemiştir. Özellikle haziran ayında su sıcaklığının artması nedeni ile yem miktarının bilinçli olarak azaltılması büyümeyi azaltmıştır.

Gökkuşuğu alabalığında spesifik büyüme oranı ile stok yoğunluğu arasında negatif bir korelasyon vardır (Holm ve ark., 1990; Çelikkale, 1982; Iwamoto ve ark., 1986; Siitonen, 1986; Papoutsoglou ve ark., 1987; Mäkinen ve Ruohonen, 1990). Farklı işletmelerde, uygulanan stok yoğunlukları ile saptanan spesifik büyüme oranları arasında negatif bir ilişki ortaya çıkmamış, ancak belli zaman aralıkları ile ölçümlerin yapıldığı 4 no.lu işletmede ağırlık artışına bağlı olarak spesifik büyüme oranının azaldığı gözlenmiştir.

İşletmelerde günlük ağırlık artışı 0.68-3.60 g, 4 no.lu işletmede ölçüm yapılan periyotlarda 1.86-4.44 g arasında gerçekleşmiştir. Balıklarda ağırlık artışı, balığın ilk ağırlığı, su sıcaklığı, tüketilen yemin miktarı ve yemin protein içeriğinin bir fonksiyonudur (Sedgwick, 1988). Kullanılan yem ve ortam koşulları açısından işletmeler arasında fark olmaması, buna karşın, ağırlık artışında farkların ortaya çıkmasının, yemleme yöntemindeki uygulamalardan kaynaklandığı söylenebilir.

Stevenson (1987), Beveridge (1988),

Logan ve Johnston (1992) gökkuşuğu alabalığında stoklama yoğunluğunun yetiştiricilik sistemine, yemleme yöntemine, başlangıç ve hasat ağırlığına göre değişebileceğini, kafeslerde stoklama yoğunluğunun yaygın olarak 15-25 kg m⁻³, bazı işletmelerde 40 kg m⁻³ olarak uygulandığını, Edwards (1978) Norveç'te yaygın uygulamanın 10-15 kg m⁻³ olduğunu, fakat 20 kg m⁻³ yoğunlukta stoklama yapılabileceğini, Laird ve Needham (1990) salmonidlerde stok yoğunluğunun İskoçya'da 30 kg m⁻³, Norveç'te 20 kg m⁻³ olarak uygulandığını bildirmektedirler. İşletmelerde uygulanan stoklama yoğunluğu 2.6-6.7 kg m⁻³ arasındadır. Bu değerler diğer araştırmacıların bildirdiği değerlerin çok altındadır. Bilindiği gibi, entansif alabalık yetiştiriciliğinde amaç, en kısa zamanda, en az masrafla birim hacimden en fazla ürünü almaktır. İşletmelerde uygulanan stoklama yoğunluklarının optimal yoğunlukların çok altında olması, birim hacimden alınan ürün miktarını önemli ölçüde azaltmakta, üretim yapılabilecek kapasite iyi bir şekilde değerlendirilememektedir.

Ölüm oranı araştırma süresince % 3.8-8.0 arasında gerçekleşmiş, ölümler daha çok su sıcaklığının 18 °C'yi geçtiği dönemlerde görülmüştür. Lagon ve Johnston (1992) gökkuşuğu alabalığında yaşama gücünü, su kalitesi ve stok yoğunluğunun etkilediğini, Stevenson (1987) ve Beveridge (1988) stok yoğunluğu ile ölüm oranı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmektedirler. Araştırmada stok yoğunluğu ile ölüm oranı arasında pozitif bir ilişki saptanmamıştır. Bunun, uygulanan stok yoğunluklarının, olması gereken den çok daha düşük seviyede gerçekleşmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

İşletmelerde yem değerlendirme değeri 1.24-2.31, 4 no.lu işletmede ölçüm yapılan periyotlarda 1.40-2.35 arasında saptanmıştır. Araştırmada elde edilen değerler, tatlı su ortamında Çelikkale ve ark., (1981), Atay ve ark., (1980)'nin bulduğu değerlere yakın, deniz suyunda Güven (1991)'in bulduğu değerlerden daha düşük çıkmıştır. Alabalıkların yemi değerlendirmelerine balığın yaşı ve büyüklüğü, genotipi, yemin kalitesi ve şekli, yemleme yöntemi, suyun sıcaklığı ve oksijen içeriği etki etmektedir (Halver, 1972; Atay ve ark., 1980). Bu nedenle, farklı ortamlarda yetiştirilen alabalıklarda yem değerlendirme açısından farkların ortaya çıkması normal karşılanabilir.

Balıklarda besleme ve gelişme kriterlerinin en önemlilerinden biri de kondisyon faktörüdür (Çelikkale, 1982). Gökkuşluğu alabalığı için kondisyon faktörünün l'in üzerinde olması gerektiği belirtilmektedir (Stevenson, 1987; Edwards, 1987). Kondisyon faktörü, balıklarda ağırlık ve boy arasındaki ilişkiyi belirten bir bağıntıdır. Periyodik ölçümlerin yapıldığı 4 no.lu işletmede ilk ölçümlerde yüksek olan kondisyon faktörünün sonraki dönemlerde düşmesinden, balıkların iyi beslenmediği

dolayısı ile yemlemenin yetersiz olduğu sonucu çıkarılabilir.

Sonuç ve Öneriler

1. Karadeniz koşullarında gökkuşluğu alabalığı herhangi bir ön adaptasyona tabi tutulmadan 50 g ağırlıkta deniz kafeslerine stoklanabilir.

2. Deniz ortamında su sıcaklığının 18°C'nin üzerine çıkması ile ölüm oranında bir artış gözlenmiştir. Bu durum dikkate alınarak, deniz suyu sıcaklığının 18°C'nin altında gerçekleştiği ekim ayının ikinci yarısı ile haziranın ilk yarısı üretim sezonu olarak planlanmalıdır.

3. Ticari işletmelerde uygulanan stoklama yoğunlukları çok düşüktür. Birim hacimden en fazla ürünü alabilmek ve işletmenin karını maksimize edebilmek için stoklama yoğunluğu 20-25 kg m⁻³ seviyesine çıkarılmalıdır.

4. Kafeslerde üretilen gökkuşluğu alabalıklarının kondisyonunda, yetersiz beslenmeden kaynaklanan, bir düşüş söz konusudur. Yetiştiricilikte ticari anlamda başarılı sonuç almak için su sıcaklığına bağlı olarak uygun yemleme teknikleri kullanılmaktadır.

Kaynakça

- Acara, A., 1991, Salmon Balığının Kanalda Üretimi, TÜBİTAK Matbaası, Ankara.
- Akyurt, İ., 1989. Farklı Yemleme Aralıklarının ve Açlığın Kış Aylarında Gökkuşluğu Alabalıklarının (*Salmo gairdneri* R.) Büyümesi, Yem Değerlendirmesi ve Yaşama Gücüne Etkileri, İ.Ü.Su Ürünleri Dergisi, 3: 115-129.
- Anonim, 1992. Karadeniz'de Su Ürünleri Yetiştiriciliği Üzerine Araştırmalar, Su Ür.Ar.Ens., Ara Rapor, Trabzon.
- Atay, D., 1975. İpekböceği Krizalitinin Alabalık Rasyonlarında Balık Unu Yerine Kullanma Olanakları, A.Ü.Zir.Fak.Yay. 573, 39 s., Ankara.
- Atay, D., Çelikkale, M., Erkoyuncu, İ., 1980(a). Sulama Kanallarında Alabalık Yetiştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma, Doğa Bilim Dergisi, 4 (3): 31-38.
- Atay, D., Erdem, M., Büyükhatoğlu, Ş., 1980(b). Alabalık Üretiminde Değişik Yemleme Tekniklerinin Karşılaştırılması Üzerine Araştırmalar, A.Ü.Basımevi, Ankara.
- Austreng, E., Storebakken, T., Asgard, T., 1987. Growth Rate Estimates for Cultured Atlantic Salmon and Rainbow Trout, Aquaculture, 60:157-160.

- Baran, İ., 1978. Çifteler Sakaryabaşı Balık Üretim İstasyonunda Gökkuşluğu Alabalığı (*S. gairdneri*, R.) Beslenmesinde Yöresel Kaynakların Değerlendirilmesi ile İlgili Uygulamalar, A.Ü.Vet.Fak.Dergisi, 4: 693-719.
- Beveridge, M., 1988. Cage Aquaculture, Fishing News Books Lmt., Surrey.
- Çelikkale, M.S., 1988. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği, Cilt 1, Birinci Baskı, K.T.Ü.Basımevi, Trabzon.
- Çelikkale, M.S., 1982. Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliğinde Değişik Stok ve Yemleme Tekniklerinin Karşılaştırılması, An.Ü.Basımevi, Ankara.
- Çelikkale, M.S., 1991. Ormaniçi Su Ürünleri, Birinci Baskı, K.T.Ü.Basımevi, Trabzon.
- Çelikkale, M.S., Atay, D., Büyükhatipoğlu, Ş., 1981. Konuklar Beşgöz Gölü'nde Ağ Kafeslerde Alabalık Yetiştiriciliğinde Farklı Stok Oranlarının Gelişme ve Yem Değerlendirme Üzerine Etkisi, Doğa Bilim Dergisi, 5: 147-157.
- Edwards, D.J., 1978. Salmon and Trout Farming in Norway, Fishing News Books Limited, Surrey.
- Güven, E., 1991. Gökkuşluğu Alabalığının Boğaz Suyu Hidrolik Özelliklerine Adaptasyonu ve Yetiştirme Olanakları, Doktora Tezi, İ.Ü.Fen Bil.Ens., İstanbul.
- Halver, J.E., 1972. Fish Nutrition, Academic Press Inc., 111 Fifth Avenue, New York.
- Holm, J., Resftie, T., Bo, S., 1990. The Effect of Fish Density and Feeding Regimes on Individuals Growth Rate and Mortality in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Aquaculture, 89: 225-232.
- Iwamoto, R.N., Meyers, J.M., Hersberger, W.K., 1986. Genotyp-Environment Interactions for Growth of Rainbow Trout, Aquaculture, 57: 153-161.
- Lagler, K.F., 1963. Freshwater Fishery Biology, W.M.C. Brown Company Publisher, Iowa.
- Laird, L., Needham, T., 1990. Sea Water Culture of Salmonids, Aquaculture, Vol. 2, Gibert Barnabé (editor), Ellis Horwood Lmt., London.
- Lagon, S.H., Johnston, W.E., 1992. Economics of Commercial Trout Production, Aquaculture, 100: 25-46.
- Makinen, T., Ruohonen, K., 1990. The Effect of Rearing Density on the Growth of Fin Fish Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1872), Aquaculture, 6: 193-203.
- Papoutsoglou, S.E., Paparevskava-Papoutsoglou E., Alexis, M.N., 1987. Effect of Density on Growth Rate and Production of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri* Rich.) Over Full Rearing Period, Aquaculture, 66: 9-17.
- Roberts, R.J., Shepherd, C.J., 1986. Handbook of Trout and Salmon Disease, Fishing News Books Limited, Surrey.
- Sedgwick, S.D., 1988. Trout Farming Handbook, 5th. edn., Fishing News Books Limited., Surrey.
- Siitonen, L., 1986. Factors Affecting Growth in Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Stocks, Aquaculture, 57: 185-191.
- Stevenson, J.P., 1987. Trout Farming Manual, Second Edition, Fishing News Books Limited, Surrey.
- Teskeredzic, E., Teskeredzic, Z., Tomec, M., Modrusan, Z., 1989. A Comparison of Growth Performance of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) in Fresh and Brackish Water in Yugoslavia, Aquaculture, 77: 1-10.

Geliş Tarihi: 28.06.1996

Kabul Tarihi: 24.09.1996

Bafa Gölündeki Ceran Balığı (*Liza ramada* Risso, 1826) Populasyonunun Biyolojik Yönden İncelenmesi *

Hasan M. Sarı

Süleyman Balık

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *Investigation on biology of thin-lipped mullet (Liza ramada Risso, 1826) population in Bafa Lake:* In this study, the biological investigation of the thin-lipped mullet (*Liza ramada* Risso, 1826) from Bafa Lake, which has a rich population and which has a commercial importance, is conducted.

During the study period of 1986-1987, the biological aspects such as age-sex composition, age-length relation, age-weight relation, length-weight relation, condition factor, spawning period, gonadosomatic index, fecundity, egg diameter and egg number were investigated on a catch of 360 samples.

Özet: Bu araştırmada, Bafa Gölünde ekonomik açıdan önemli olan ve en kalabalık populasyonu oluşturan Ceran balığı (*Liza ramada* Risso, 1826)'nin biyolojisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırma periyodu (1986-1987) boyunca yapılan arazi çalışmalarında yakalanan 360 adet balık örneği üzerinde yaş-çey kompozisyonu, yaş-boy ilişkisi, yaş-ağırlık ilişkisi, boy-ağırlık ilişkisi, kondisyon faktörü, üreme periyodu, gonadosomatik indeks, yumurta verimi, yumurta çapı ve yumurta sayısı gibi biyolojik özellikler incelenmiştir.

Giriş

L. ramada populasyonunun biyolojisini incelemeye yönelik olan bu araştırma, Anadolu'nun güneybatısında yer alan ve Türkiye'nin en önemli ekonomik göllerinden biri olan Bafa Gölünde gerçekleştirilmiştir.

Bafa Gölünün ekonomik balıkları arasında yer alan ve en kalabalık populas-

yonu oluşturan *L. ramada* türü, genellikle Türkiye'nin bütün denizlerinde, estuarin bölgelerinde ve lagünlerinde bulunmaktadır (Geldiay ve Balık, 1988). Akdeniz Bölgesinde daha yaygın olarak dağılım gösteren bu tür, Bafa Gölünde bol miktarda avlanmaktadır (Balık ve Ustaoglu, 1988).

*Bu makele Yüksek Lisans Tezinin bir kısmını içermektedir.

Türkiye kefalleri üzerinde yapılmış taksonomik, sistematik ve anatomik çalışmalar mevcut olmasına (Akşiray, 1954; Denizci, 1956; Erman, 1957, 1960, 1961; Geldiay, 1969; Mater, 1979) karşın, biyo-ekolojisi ile ilgili çalışmalar oldukça azdır (Denizci, 1958; Artüz, 1958; Erman, 1959; Geldiay, 1977; Öztürkoğlu, 1983; Temelli, 1987).

Günümüze kadar, Bafa Gölünde balıkçılık alanında Turgutcan (1957) ve Artüz (1958)'ün araştırmaları göze çarpmaktadır. Turgutcan (1957) araştırmasında, gölün hidrografik özelliklerinin yanısıra avlanan balıklarının üç yıllık istatistiki verilerinden bahsetmiş; Artüz (1958) ise istatistiki verilerin yanısıra göldeki avcılık durumuna ve diğer ekonomik balıklarla birlikte kefal balığının da kısmen biyo-ekolojisine değinmiştir.

Bu araştırma ile, Bafa Gölünde ekonomik öneme sahip olmasına rağmen daha önce biyo-ekolojik özellikleri ayrıntılı biçimde çalışılmamış olan *L. ramada* popülasyonunun daha ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın konusunu oluşturan Ceran balığı (*L. ramada*) örnekleri, 1986-1987 yıllarında Bafa Gölünden sağlanmıştır. Örneklerin bir kısmı fanyalı (20 mm, 28 mm ve 32 mm göz açıklığında) ve galsama (25 mm göz açıklığında) ağıları kullanılarak yakalanmış, bir kısmı da üreme periyodu sırasında Sakızburnu dalyanından alınmıştır.

Yakalanan balıklar % 4'lük formalinde tespit edildikten sonra laboratuvara

taşınmış ve incelenmişlerdir. Yaş tayininde pullardan yararlanılmış, ancak karşılaştırma yapabilmek için, her bir örneğin otoliti çıkarılmış ve birinci dorsal'in ışınlarından enine kesitler alınmıştır. Sonuçta, otolitler ve yüzgeç ışınlarıyla yaş tayini denenmiş ise de, uygulamanın daha basit ve pratik oluşundan dolayı, pullar tercih edilmiştir (Quignart ve Authem, 1981).

Boy ölçümleri 1 mm taksimatlı balık ölçme cetveliyle, ağırlık ölçümleri ± 2 g hassasiyetli ibreli terazi ile yapılmış, Gonad ölçümlerinde ise 0.01 g hassasiyetli elektrikli terazi kullanılmıştır. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Balık ve ark. (1986)'dan yararlanılmıştır.

Bulgular

Yaş ve Eşey Kompozisyonu

Bafa Gölünden bir yıllık araştırma periyodu boyunca yakalanan örnekler I-X yaşları arasında dağılım göstermiştir (Tablo 1). Ancak, yakalanan örnekler arasında X yaşında erkek bireye rastlanmamıştır. Ceran balığı popülasyonunun % 57.50'sini dişi, % 42.50'sini ise erkek bireylerin oluşturduğu belirlenmiş ve dişi/erkek oranı 1.35 olarak saptanmıştır. Popülasyonunu büyük bir kısmını IV ile VII yaşındaki bireyler oluşturmuştur.

Ceran balığı popülasyonunun total boyunun 19.6-53.0 cm; total ağırlığının ise 66-1225 g arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır (Tablo 2). Tablo 2 ve 3'de *L. ramada* popülasyonunda en kalabalık boy gruplarının 29.1-43.0 cm, ağırlık gruplarının ise 276-575 g arasında yer aldığı görülmektedir.

Bafa Gölün'deki Liza ramada Risso, 1826 Populasyonunun Biyolojisi

Tablo 1. *L. ramada* populasyonunda yaş ve eşey kompozisyonu.

Yaş	Dişi+Erkek		Dişi		Erkek	
	N	% N	N	% N	N	% N
I	1	0.28	--	--	1	0.28
II	15	4.16	8	2.22	7	1.94
III	10	2.78	4	1.11	6	1.67
IV	52	14.44	17	4.72	35	9.72
V	75	20.83	31	8.61	44	12.22
VI	87	24.17	49	13.61	38	10.56
VII	77	21.39	60	16.67	17	4.72
VIII	33	9.17	30	8.33	3	0.83
IX	8	2.22	6	1.67	2	0.56
X	2	0.56	2	0.56	--	--
Toplam	360	100.00	207	57.50	153	42.50

Tablo 2. *L. ramada* populasyonunda tüm bireyler için total boy dağılımı.

Sınıflar	N	% N	Sınıflar	N	% N
19.1-21.0	1	0.28	35.1-37.0	63	17.50
21.1-23.0	3	0.83	37.1-39.0	46	12.77
23.1-25.0	6	1.67	39.1-41.0	47	13.05
25.1-27.0	10	2.78	41.1-43.0	33	9.17
27.1-29.0	5	1.39	43.1-45.0	10	2.78
29.1-31.0	26	7.22	45.1-47.0	3	0.83
31.1-33.0	44	12.22	47.1-49.0	2	0.56
33.1-35.0	60	16.67	49.1-51.0	--	--
			51.1-53.0	1	0.28
				360	100.00

Tablo 3. *L. ramada* populasyonunda tüm bireyler için total ağırlık dağılımı.

Sınıflar	N	% N	Sınıflar	N	% N
26-75	1	0.28	626-675	20	5.56
76-125	6	1.67	676-725	13	3.61
126-175	12	3.33	726-775	10	2.78
176-225	15	4.16	776-825	5	1.39
226-275	23	6.38	826-875	11	3.06
276-325	41	11.38	876-925	3	0.83
326-375	31	8.61	926-975	2	0.56
376-425	44	12.22	976-1025	2	0.56
426-475	40	11.11	1026-1075	4	1.11
476-525	19	5.28	1076-1125	--	--
526-575	33	9.17	1126-1175	--	--
576-625	24	6.67	1176-1225	1	0.28
				360	100.00

Yaş-boy İlişkisi

L. ramada populasyonunun her yaş grubu için ortalama boyları erkek, dişi ve erkek+dişi karışımları şeklinde Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4'de izleneceği gibi, I. yaşta 19.60 cm olan boy X. yaşta 50.25 cm'ye ulaşmıştır. Erkek ve dişi bireyleri total boyları açısından birbirleriyle karşılaştıracak olursak, ilk yaşlarda cinsler arasında önemli bir fark olmadığı, IV.

yaştan itibaren belirgin bir farkın oluştuğunu söyleyebiliriz. Örneğin IV. yaşta erkekler 31.34 cm; dişiler 32.15 cm IX. yaşta erkekler 40.50 cm, dişiler 45.75 cm boya erişmişlerdir (Tablo 4. b, c). Bu da bize, farklılaşmanın üreme yaşına yakın bir zamanda ortaya çıktığını göstermektedir. Bu durum ise, erkeklerin cinsel olgunlaşmaya daha erken yaşta ulaşmasından ileri gelebilir. Yani, diğer balık türlerinin çoğunda görüldüğü gibi, populasyondaki dişilere nazaran daha küçük boyda kalmaktadırlar.

Bafa Gölün'deki Liza ramada Risso, 1826 Populasyonunun Biyolojisi

Tablo 4. *L. ramada* bireylerinin yaşlara göre ortalama total boyları (cm), a. Dişi+Erkek, b. Dişi, c. Erkek.

	Yaş	N	Min.	Mak.	L±C.I.	SD
a	I	1	--	--	19.60±0.00	--
	II	15	22.00	27.00	24.93±0.84	1.521
	III	10	25.00	31.50	28.88±1.49	2.086
	IV	52	29.00	35.00	31.61±0.42	1.510
	V	75	29.50	39.00	33.94±0.40	1.738
	VI	87	33.00	41.50	36.96±0.45	2.131
	VII	77	35.50	44.00	39.60±0.45	1.963
	VIII	33	37.50	45.00	41.59±0.65	1.818
	IX	8	40.00	48.00	44.44±2.25	2.692
	X	2	48.50	53.00	50.25±34.94	3.889
b	II	8	22.50	27.00	24.83±1.23	1.465
	III	4	26.50	30.50	28.88±2.86	1.797
	IV	17	29.50	35.00	32.15±0.91	1.766
	V	31	30.50	39.00	34.24±0.68	1.866
	VI	49	33.00	41.50	37.56±0.66	2.280
	VII	60	36.50	44.00	40.02±0.45	1.732
	VIII	30	37.50	45.00	41.65±0.68	1.811
	IX	6	44.00	48.00	45.75±1.40	1.332
	X	2	47.50	53.00	50.25±34.94	3.889
	c	I	1	--	--	19.60±0.00
II		7	22.00	26.50	25.04±1.57	1.692
III		6	25.00	31.50	27.88±2.44	2.328
IV		35	29.00	34.00	31.34±0.46	1.317
V		44	29.50	36.50	33.73±0.50	1.629
VI		38	33.00	41.00	36.19±0.54	1.649
VII		17	35.50	42.60	38.11±1.06	2.059
VIII		3	39.50	43.50	41.00±5.41	2.179
IX		2	40.00	41.00	40.50±6.35	0.707

Yaş-Ağırlık İlişkisi

L. ramada populasyonundan sağlanan örneklerin her yaş grubuna göre ortalama ağırlık değerleri Tablo 5.a, b, c'de verilmiştir. Tablo 5.a'da da görüleceği gibi, I.

yaşta ortalama 66.0 g ölçülen *L. ramada* bireyleri X. yaşta ortalama 938.0 g olarak ölçülmüştür. Erkek ve dişi bireyleri her yaş için ağırlık açısından karşılaştıracak olursak cinsler arasında önemli bir farkın olmadığı görülmektedir.

Tablo 5. *L. ramada* bireyelerinin yaşlara göre ortalama total ağırlıkları (g), a. Dişi + Erkek, b. Dişi, c. Erkek.

	Yaş	N	Min.	Mak.	W±C.I.	SD
a	I	1	--	--	66.00±0.00	--
	II	15	86	186	131.73±15.01	27.104
	III	10	140	268	197.00±33.53	46.876
	IV	52	190	438	290.02±15.95	57.266
	V	75	200	630	358.88±18.78	81.563
	VI	87	300	780	489.03±23.38	109.609
	VII	77	350	900	594.70±28.71	126.360
	VIII	33	480	1075	727.42±49.44	139.071
	IX	8	775	1225	992.50±122.32	146.287
	X	2	816	1060	938.00±1550.13	172.534
b	II	8	102	186	131.75±24.73	29.572
	III	4	140	256	209.00±82.22	51.678
	IV	17	225	438	313.82±31.01	60.310
	V	31	220	630	378.87±35.58	97.016
	VI	49	300	780	528.16±33.38	116.007
	VII	60	400	900	617.12±31.43	121.235
	VIII	30	480	1075	731.17±51.91	139.047
	IX	6	800	1225	1017.50±144.06	137.250
	X	2	816	1060	938.00±1550.13	172.534
	c	I	1	--	--	66.00±0.00
II		7	86	170	131.70±24.36	26.342
III		6	145	268	189.00±48.79	46.484
IV		35	190	396	278.46±18.22	52.788
V		44	200	460	344.80±20.19	66.264
VI		38	300	665	438.58±25.13	76.315
VII		17	350	830	515.59±58.87	114.496
VIII		3	550	870	690.00±406.70	163.707
IX		2	775	1060	917.50±1810.61	201.525

Boy-Ağırlık İlişkisi

$$W = 1.6 \times 10^{-6} L^{3.301} \quad (r=0.973)$$

Bafa gölünden sağlanan 360 adet *L. ramada* örnekleri üzerinde yapılan ölçümler kullanılarak erkek, dişi ve dişi+erkek bireyler için hesaplanan boy-ağırlık ilişkisi denklemleri:

Dişi için;

$$W = 2 \times 10^{-6} L^{3.261} \quad (r=0.967)$$

Erkek için;

$$W = 2 \times 10^{-6} L^{3.257} \quad (r=0.970)$$

Dişi+Erkek için;

olarak hesaplanmıştır.

Bafa Gölün'deki *Liza ramada* Risso, 1826 Populasyonunun Biyolojisi

Kondisyon Faktörü

Her bir yaş grubu için erkek ve dişi bireylerin kondisyon faktörleri (K) hesaplanmıştır (Tablo 6.a, b). Tablo 6'dan da görüleceği gibi, kondisyon faktörleri dişi ve erkekler için birbirlerine çok yakın bulunmuştur. Bu populasyonun kondisyon değerinde yaş ilerledikçe az da olsa bir artış göz çarpmaktadır. Şöyle ki; II. yaşta erkek ve dişide sırasıyla kondisyon faktörleri 0.832 ve 0.852 olmasına karşın, IX. yaşta bu değer sırasıyla 1.031 ve 1.058'e yükselmektedir.

Üreme Biyolojisi

L. ramada populasyonundan sağlanan örneklerin gonadları incelenmiş ve olgunlaşma dönemleri tespit edilmiştir. *L. ramada*'nın göç periyodu sırasında dalyanda yapılan gözlemler ve sağlanan örneklerin yaşları dikkate alındığında, dişilerin genelde V ve VI yaşında, erkeklerin ise IV ve V yaşında cinsel olgunluğa erişmiş oldukları saptanmıştır.

Araştırma periyodu boyunca, her ay yapılan arazi çalışmasında, *L. ramada*'nın

Tablo 6. *L. ramada* bireylerinin yaşlara göre kondisyon faktörleri. a. Dişi, b. Erkek.

	Yaş	N	Min.	Mak.	K±C.I.	SD
a	II	8	0.672	0.947	0.852±0.076	0.090
	III	4	0.752	0.902	0.852±0.108	0.068
	IV	17	0.838	1.085	0.935±0.036	0.071
	V	31	0.742	1.218	0.927±0.043	0.118
	VI	49	0.832	1.213	0.983±0.028	0.101
	VII	60	0.750	1.215	0.953±0.026	0.102
	VIII	30	0.837	1.680	1.006±0.057	0.152
	IX	6	0.939	1.115	1.058±0.075	0.070
	X	2	0.548	0.989	0.769±2.808	0.312
	b	I	1	--	--	0.877±0.000
II		7	0.699	0.967	0.832±0.076	0.083
III		6	0.737	1.088	0.866±0.131	0.126
IV		35	0.740	1.190	0.895±0.033	0.094
V		44	0.671	1.150	0.889±0.032	0.104
VI		38	0.805	1.091	0.918±0.026	0.078
VII		17	0.782	1.074	0.919±0.042	0.084
VIII		3	0.892	1.057	0.988±0.215	0.086
IX		2	0.938	1.124	1.031±1.182	0.132

üreme göçünün Eylül sonlarında başlayıp, Kasım'ın ortasına kadar devam ettiği gözlenmiştir. Tablo 7'ye bakacak olursak, gonad gelişimlerinin Eylül ayında oldukça hızlandığını görürüz. Bu türün üremesi denizde gerçekleştiğinden, gonadosomatik indeks ile ilgili veriler sadece 6 aylık bir dönemi kapsamaktadır. Ayrıca, bu dönem dışında gonadlar oldukça küçülmekte, dolayısıyla yumurta sayımı ve yumurta çapı ölçümü çok zor olmakta, hatta imkansız duruma gelmektedir.

Migratör bir tür olan *L. ramada*'nın gonadosomatik indeks değerlerinin sadece bir habitata (acı su) göre verilmesi, şüphesiz ki türün üreme periyodunu net bir şekilde ortaya koyamaz. Bafa Gölü için en

yüksek gonadosomatik indeks değerine, göç olayının gerçekleştiği aylarda rastlanılması, gonad gelişiminin üreme göçü ile uyumluluğunu somut şekilde ortaya koymaktadır.

L. ramada populasyonunun yumurta verimliliğini saptamak için, cinsel olgunluğa erişmiş olan dişi balıkların ovaryumları alınmış ve yumurtaları sayılmıştır. Sayımlar, yalnızca Eylül, Ekim ve Kasım aylarında yapılabilmektedir (Tablo 8). Diğer aylarda ise, yumurtaların çok küçük oluşundan dolayı sayı ve çaplarının saptanması üzerinde durulmamıştır.

Yumurtaların aylara göre gelişimini belirlemek için, Tablo 9'da yumurta çaplarıyla

Tablo 7. *L. ramada* bireylerinin aylara göre gonadosomatik indeks değerleri. a. Dişi, b. Erkek.

Aylar	N	Min.	Mak.	Y±C.I.	SD
a Haziran 1987	24	0.075	0.553	0.295±0.056	0.134
Temmuz	10	0.039	0.239	0.176±0.043	0.061
Ağustos	11	0.101	0.407	0.219±0.053	0.079
Eylül	1	--	--	8.305±0.000	--
Ekim	15	1.807	10.609	6.609±1.366	2.468
Kasım	7	2.410	18.692	10.864±4.872	5.268
b Haziran 1987	5	0.005	0.132	0.073±0.064	0.051
Temmuz	6	0.021	0.103	0.063±0.028	0.027
Ağustos	4	0.019	0.225	0.132±0.159	0.099
Eylül	7	3.455	6.232	4.693±0.852	0.921
Ekim	13	2.564	7.527	4.367±1.020	1.687
Kasım	3	2.985	6.897	4.443±5.310	2.138

Bafa Gölü'ndeki *Liza ramada* Risso, 1826 Populasyonunun Biyolojisi

İlgili değerler yine üç ayı kapsayacak şekilde (Eylül, Ekim, Kasım) verilmiştir. Tablo 9'dan da görüleceği gibi maksimum yumurta çapına Kasım ayında (662.34 μ) minimum değere ise Ekim ayında (551.09 μ) rastlanılmıştır.

Tablo 10 ve 11'de görüldüğü gibi, IX yaşındaki bir dişi birey, 0.63 mm (634.29 μ) çapında aşağı yukarı 1300000 civarında yumurta verebilmektedir.

Tartışma ve Sonuç

Bafa gölündeki *L. ramada* populasyonundan sağlanan 360 adet birey incelenmiş ve bunların I-X yaş grupları arasında dağılım gösterdikleri saptanmıştır. Quignart ve Authem (1981) ise Rhon havzasında yaptıkları araştırmada *L. ramada* populasyonunda I-IX yaşındaki bireylere rastlamıştır. İki farklı ortamdaki bu yaş kompozisyonları, bu türün ömrünün X yaşın

Tablo 8. *L. ramada* bireylerinin aylara göre yumurta sayıları.

Aylar	N	Min.	Mak.	Y±C.I.	SD
Eylül 1987	1	--	--	724992±0.000	--
Ekim	14	397800	915120	699489±82676	143515.52
Kasım	6	744700	1582400	1121800±382209	364145.26

Tablo 9. *L. ramada* bireylerinin aylara göre yumurta çapları (μ).

Aylar	N	Min.	Mak.	Y±C.I.	SD
Eylül 1987	15(1)	560	680	613.33±19.33	35.989
Ekim	256(14)	360	720	551.09±8.14	66.003
Kasım	111(6)	480	760	622.34±10.09	53..580

Tablo 10. *L. ramada* bireylerinin yaşa göre yumurta çapları (μ).

Yaş	N	Min.	Mak.	Y±C.I.	SD
VI	198	400	760	584.04±9.72	69.310
VII	141	360	720	550.07±11.57	69.472
IX	21	560	680	634.29±16.57	36.410
X	22	520	680	583.64±17.87	40.302

Tablo 11. *L. ramada* bireylerinin boy ve ağırlığa göre yumurta verimi,

Yaş	N	LT	WT	WG	F	F/LT	F/WT
VI	11	372.18	562.18	52.24	892694	2399	1588
VII	8	391.88	600.13	40.50	650698	1660	1084
IX	1	460.00	980.00	105.00	1308300	2844	1335
X	1	530.00	816.00	82.00	915120	1727	1211

üstünde olabileceğini düşündürmektedir. Akşıray (1954) ise kefal balıklarının ömürlerinin 15-16 yaş civarında olabileceğini bildirmiştir. Bu sonuç, hem Quignart ve Authem (1981)'in hem de bizim yaptığımız araştırmaya uygunluk göstermektedir.

Bu araştırmadaki bulgulara göre I. yaştaki bireylerin ortalama boyu 19.60 cm, II. yaştaki bireylerin 24.93 cm, III.yaştaki bireylerin 28.28 cm, IV. yaştaki bireylerin 31.61 cm, V. yaştaki bireylerin 33.94 cm, VI. yaştaki bireylerin 36.96 cm, VII. yaştaki bireylerin 39.60 cm, VIII. yaştaki bireylerin 41.59 cm, IX. yaştaki bireylerin 44.44 cm ve X. yaştaki bireylerin ise 50.25 cm olarak tespit edilmiştir. Kelbia Gölünde (Tunus) yapılan araştırmada ise I. yaştaki bireylerin ortalama boyu 25.0 cm, V. yaştaki bireylerin ortalama boyu ise 43.0 cm olarak (Zauali, 1977); İzmir Körfezinde yapılan araştırmada ise I. yaştaki bireylerin ortalama boyu 24.85 cm, III. yaştaki bireylerin ortalama boyu da 33.62 cm olarak bulunmuştur (Temelli, 1987). Görüldüğü gibi bu değerler Bafa Gölündeki *L. ramada* popülasyonuna ait değerlerden biraz daha yüksektir. Bu ayrıcalık, ortamdaki besin ve sıcaklık gibi biyo-ekolojik faktörlerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

L. ramada popülasyonunu ağırlık değerleri açısından karşılaştıracak olursak, Bafa Gölündeki popülasyonda I. yaş için ortalama ağırlık 66.0 g, II. yaş için 131.73 g, III. yaş için 197.0 g, IV. yaş için 290.02 g, V. yaş için 358.88 g, VI. yaş için 489.03 g, VII. yaş için 594.70 g, VIII. yaş için 727.42 g, IX. yaş için ise 992.50 g ve X. yaş için ise 938.0 g olarak tespit edilmiştir. Temelli (1987) ise araştırmasında I. yaş için ortalama ağırlığı 129.0 g, III. yaş için ise 398.0 g olarak bulmuştur. Quignart ve Authem (1981)

ise araştırmalarında I. yaş için ortalama ağırlığı 15.35 g, IX. yaş için ise 723.0 g olarak rapor etmiştir. Claridge ve Potter (1985) ise I. yaş için ağırlığı 2.1-3.5 g, III.yaş için ise 74.0-89.1 g olarak bildirmiştir. Bu değerlere bakacak olursak, Bafa Gölündeki popülasyonun Rhon havzasındaki ve İngiltere'deki popülasyonlara göre daha iyi, İzmir Körfezindeki popülasyondan ise daha az gelişme gösterdiği görülmektedir. Böyle bir farklılaşmaya, daha öncede belirttiğimiz gibi, ekolojik faktörlerdeki farklılıkların neden olabileceğini söyleyebiliriz.

Bafa Gölündeki *L. ramada* popülasyonunun kondisyon faktörü erkeklerde I. yaşta 0.877, III. yaşta 0.866 ve IX. yaşta 1.031; dişilerde II. ve III. yaşta 0.852 ve IX. yaşta 1.058 olduğu halde; Temelli (1987), İzmir körfezindeki popülasyonun kondisyon faktörünü I. yaş için 0.82, III. yaş için 1.04 olarak bulmuştur. Bu sonuçlara bakacak olursak, I. yaşta önemli bir fark yok, fakat III. yaştaki kondisyon faktörü değeri Temelli'nin bulduğu kondisyon faktörü değerinden küçüktür. Ancak, bu değerlere yaklaşma sadece yaşlı bireylerde (IV. ve V. yaştan büyük) görülebilmektedir.

Bafa Gölündeki *L. ramada* popülasyonu bireylerinin cinsel olgunlaşmaya erkeklerde IV-V, dişilerde V-VI yaşında ulaştıkları tespit edilmiştir. Fakat, Artüz (1958), Bafa Gölünde yaptığı inceleme-sinde erkeklerin VI-VII, dişilerin VII-VIII yaşında cinsel olgunlaşmaya ulaştıklarını rapor etmiştir. Akşıray (1954) ise kefal türleri için genelde dişilerin V, erkeklerin IV yaşında cinsel olgunluğa ulaştığını, Geldiay (1977), kefallerin Akdeniz'de II yaşında, Karadeniz'de V-VI yaşında cinsel olgunluğa eriştiklerini ifade etmişlerdir. Kelbia Gölündeki araştırmasında Zauali (1977), cinsel ol-

gunlaşma yaşının III-IV olarak rapor etmiştir. Sonuçlardan da görüleceği gibi, araştırmacılar bu bölge için dişilerin V-VI, erkeklerin IV-V yaşlarında cinsel olgunluğa eriştikleri konusunda uyum içindedirler.

Geldiay (1977)'a göre, üreme periyodu Kasım ortalarından Şubat'ın sonuna kadar; Slastenenko (1956)'ya göre ise Karadeniz'de Temmuz'dan Eylül'e kadar sürmektedir. Bu araştırma esnasında yapılan inceleme sonucu, Eylül sonunda başlayan üreme göçü Kasım ortalarına kadar sürmektedir. Bu da bize, bu türün oldukça uzun bir üreme periyoduna sahip olduğunu göstermektedir. Üreme göçü zamanından da anlaşılacağı üzere, bu türün üreme periyodu, Geldiay (1977)'ın da belirttiği gibi, Kasım ortalarından Şubat sonuna kadar olabilir.

Yaptığımız araştırmada yumurta sayısının göç periyodu esnasında 400.000-1.600.000 arasında, yumurta çapının ise 551.09-662.34 μ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Geldiay (1977), kefal türlerinin 1.5-2 milyon yumurta bıraktıklarını rapor etmiştir. Artüz (1958), Bafa Gölündeki araştırmasında yumurta çapını 0.7 mm olarak bulmuştur. Denizde yapılan araştırmalarda ise yumurta çapı 1 mm olarak bulunmuştur (Slastenenko, 1956). Bu da bize, göç esnasında yumurtaların tam olgunlaşmamış olduğunu ve olgunlaşmanın denizde tamamlandığını göstermektedir. Artüz (1958) ile bizim araştırmamızın sonuçları yumurta çapı açısından bir uyumluluk göstermektedir.

Sonuç olarak, Bafa gölünde oldukça zengin bir stok oluşturan *L. ramada* populasyonu halen çok iyi bir şekilde değerlendirilmektedir. Ancak, gölün verimliliğini daha da arttırmak için yapılması zorunlu olan işleri aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

1. Gölün su seviyesi yükseltilmelidir. Şöyle ki; son yıllarda Büyük Menderes Nehrinin taşkınlıklarını önlemek için yapılmış olan seddeden dolayı göldeki su seviyesi düşmüş, Serçin gölü ile Bafa gölü birbirinden ayrılmış ve gölün bir kısmındaki (Serçin gölü) balık stokları da oldukça azalmıştır. Seddenin uygun bir yerinde açılacak olan bir regülatör sistemi ile nehrin kabardığı periyodlarda gölün su seviyesi yükseltilebilir. Böylece iki gölün birleşmesiyle oluşan tüm alandan yararlanılacağı için, gölden sağlanan su ürünü miktarı da artacaktır. Buna ilaveten gölden nehre bağlantıyı sağlayan doğal kanalda daha kuvvetli bir akıntı oluşacağından, daha fazla kefal yavrusunun göle girmesi mümkün olabilecektir.

2. Sakız Burnu Dalyanındaki kuzuluklar yeniden düzenlenmelidir. Yani, kuzuluklar yeniden elden geçirilerek üreme göçü sırasında kefallerin ve diğer migratör balıkların çok küçük bireylerinin ve yumurtalı anaçlardan bir bölümünün denize ulaşması sağlanmalıdır. Aksi takdirde, çok kısa mesafelerde, deniz ile lagün arasında, göç eden kefal bireyleri gün geçtikçe belirgin şekilde azalacaktır. Bu da gölün verimliliğini olumsuz yönde etkileyecektir.

Kaynakça

- Akşıray, F., 1954. Türkiye deniz balıkları tayin anahtarı. İ.Ü.F.F.Hidrobioloji Enstitüsü Yayınları, Sayı 1, 227 s.
- Artüz, M.İ., 1958. Bafa Gölünde balıkçılık araştırmaları. Balık ve Balıkçılık Dergisi, Cilt VI, Sayı1: 2-9.
- Balık, S., Koray, T., Ustaoglu, M.R., 1986. Balıkçılık biyolojisi laboratuvar kılavuzu. E.Ü.F.F.Teksirler serisi No.72, 53 s.
- Balık, S., Ustaoglu, M.R., 1988. Bafa Gölünde Ulubat balığı (*Acanthobrama mirabilis* Ladiges, 1960)'nın incelenmesi. Tübitak Veterinerlik ve Hayvancılık Araştırma Grubu Proje No: VHAG-685, 71 s.
- Claridge, P.N., Potter, I.C., 1985. Distribution, abundance and size composition of mullet population in the Severn Estuary and Bristol Channel.J.Mar.biol.Ass.U.K., 65: 325-335.
- Denizci, R., 1956. Kefal balıklarının tanınma vasıfları. Hidrobiyoloji Mecmuası, Seri A (3): 132-139.
- Denizci, R., 1958. Some thoughts about the biology of common grey mullet (*M. cephalus*) in the waters of Istanbul and its surroundings. Rapp.Comm.int.Mer Medit., 14: 359-368.
- Erman, F., 1957. Kefallerin yüzgeç ışınlarından yaş tayini. Balık ve Balıkçılık Dergisi, CİLT V, Sayı 7: 9-12.
- Erman, F., 1959. Has kefal (*Mugil cephalus* L.)'in biyolojisi. Hidrobiyoloji Mecmuası, Seri A, Cilt V, Sayı 1-4: 62-87.
- Erman, F., 1960. A comparative morphological study on some mugils' otolith of sagitta. Hidrobiyoloji Mecmuası, Seri B Cilt V, Sayı 1-2: 25-29.
- Erman, F., 1961. Kefallerin ploric coecum'ları ve bir tayin anahtarı. Hidrobiyoloji Mecmuası, Seri A, Cilt IV, Sayı 1-2: 101-103.
- Geldiay, R., 1969. İzmir Körfezinin başlıca balıkları ve muhtemel invasyonları. E.Ü.F.F. Monografi Serisi No: 11, 135 s.
- Geldiay, R., 1977. Ecological aspects of grey mullet living along the coast of Turkey. E.Ü.F.F. Dergisi, Seri B, Cilt I, Sayı 2: 155-171.
- Geldiay, R., Balık, S., 1988. Türkiye Tatlısu Balıkları. Ege Üniversitesi Kitaplar serisi No.97, İzmir.
- Mater, S., 1979. İzmir Körfezinde teleost balıkların pelajik yumurta ve larvalarının bolluğu ve morfolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Doçentlik tezi, 168 s.
- Öztürkoğlu, B., 1983. Kefal balığında (*Mugil capito* Cuv.) büyüme ve gelişme üzerine deneysel araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, 36 s.
- Quignart, J.P., Authem, M., 1981. Structure des populations de *Liza ramada* (Poisson, Mugilidae) des cotes languedociennes de carnon au Rhone age et croissance de ce poisson. Cybium, 3 e Série, 5 (4): 49-63.
- Slatenenko, E., 1956. Karadeniz havzası balıkları. Et ve Balık Kurumu Umum Müdürüğü Yayınları, 711 s.
- Temelli, B., 1987. Kültüre alınabilecek kefal türleri ve bunların İzmir Körfezi koşullarında doğal gelişme özellikleri. Ege Üni.S.Ü.Y.O. Su Ürünleri Dergisi, cilt IV, Sayı 13-16: 93-105.
- Turgutcan, B., 1957. Bafa Gölü. Balık ve Balıkçılık Dergisi Cilt V, Sayı 11: 19-22.
- Zauali, J., 1977. Données écologiques sur les Mugilidae, Anguillidae et Cyprinidae du lac Kelbia. Rapp.Comm.int.Mer Medit., 24, 6.

Geliş Tarihi: 28.6.1996

Kabul Tarihi: 04.11.1996

Su Ürünleri İşletmelerinde Performans ve Optimizasyonda Simpleks Yönteminin Kullanılması

Hülya Saygı

Ahmet G.Elbek

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *The usage of simplex method at performans and optimization in aquaculture managements* : Econometric analysis are getting more important in macro economy and management economy.

In the issue, the explanation of the hypotheses of linear programming models are determined according to aquaculture managements.

In 1990's in gilthead-seabream and seabass managements, which are developed rapidly in Aegean Sea to reach economic peak, cost price and cost company profit is searched according to orijinal data which is obtained from a researh being held in that area.

Usually, at linear programming managements, product account, marketing and advertisement are used for mose reasons. Sometimes, we may face some difficulties about uncreaming production and products marketing. Finally after all these analysis, we aimed to make our profit as much as possible.

According to the aimes we mentioned above, the results of simplex methods which are used in management economy are opened to discussion.

Özet: Ekonometrik analizler, makro ekonomide ve işletme ekonomisinde giderek önem kazanmaktadır.

Bildiride, doğrusal programlama modelinin varsayımları altında işletme ekonomisine yönelik problemlerin nasıl ifade edileceği, su ürünleri yetiştiriciliği işletmeleri örnek alınarak anlatılmıştır.

1990'lı yıllarda Ege'de hızlı bir ivme ile gelişen çipura ve levrek işletmeciliğinde, maliyet-fiyat ve maliyet işletme karı ilişkileri içinde ekonomik optimizasyonun yakalanmasına yörede yürütülen bir araştırmanın orojinal verilerine dayalı olarak çalışılmıştır.

Genelde doğrusal proqramlama işletmelerde, üretim hesap işleri, stoklama, pazarlama ve reklam

konularında belirli amaçlarla kullanılır. Kimi yerde, üretimin arttırılması ile ürün pazarlaması konusunda çelişik konular ortaya çıkabilir. Benzer biçimde çeşitli analizlerin sonuçta karın maksimizasyonu amacı doğrultusunda sentezlenmesi koşuldur.

Belirtilen amaçlara yönelik, işletme ekonomisinde kullanılan simpleks yöntemine kuramsal ve uygulamalı sonuçları bu bildiride ortaya koymuş ve tartışmaya açılmıştır.

Giriş

İşletmeler, temel amaç olarak belli bir dönem sonunda en yüksek kar'a ulaşmayı isterler. Başka bir deyişle; kar, işletmenin belli bir dönem sonunda elde ettiği gelirler ile giderler arasındaki olumlu farktır. Ayrıca işletmeler yapılan yatırımdan elde ettikleri geliri en üst düzeye çıkarmak, pazarda en büyük payı elde etmek gibi hedeflere de ulaşma çabasındadırlar. İşletmelerin büyük bir kısmı öncelikle varlıklarını sürdürmeyi ve sonra büyüyerek öteki hedeflere ulaşmaya yönelirler. En başta, işletmeler giderlerini en aza indirmek ve gelirlerini en üst düzeye çıkarma çabasına yönelik olarak çalışırlar (Karalar, 1988-1989).

Ekonomik optimizasyon; bir işletmede en uygun masraf kombinasyonu ile en uygun gelirin sağlanması şeklinde ifade edilebilir. Ekonomik optimizasyonda masraf fonksiyonu ve gelir fonksiyonunun oluşturulması oldukça önemlidir. Çünkü işletme içinde marjinal masrafın marjinal gelire eşit olduğu noktada optimizasyon sağlanmış olur. Ancak marjinal masraf ve marjinal gelirin hesaplanabilmesi için işletmelerin tek tek belli bir zaman serisi içinde üretim dönemlerini izlemek gerekmektedir (İşgören, 1996).

1.1. İşletmelerde Performans

Üretim alanı girdi ve çıktılar ele alınarak işletme ekonomisinde çeşitli performans (başarı) kriterleri geliştirilmiştir. Bunlar teknik ve ekonomik açıdan ele alınabilir. İşletmelerde performansın ortaya konulması ile gelecekteki üretim faaliyetlerine yön verme ve etkin bir üretim planla-

masının yapılması sözkonusu olmaktadır. Performans belirlenirken olabildiğince objektik olmak gerekmektedir. Bu nedenle işletme performansının saptanmasında işletme analizlerinin amacına uyumlu kimi ölçütlerin kullanılması yolu seçilir.

İşletme performansının saptanmasında genelde üç seçeneğin varlığından söz edilmektedir.

- İşletmelerin bir üretim döneminde, dönem başı durumu ile dönem sonunda ortaya çıkan faaliyet sonuçlarının çeşitli değişkenlere göre karşılaştırılması sözkonusudur.

- İşletmenin belirli bir dönem temel alınarak zaman içinde, her dönem için ortaya çıkan faaliyet sonuçlarının karşılaştırılması şeklindedir.

- Grup analizi adı verilen yolla, işletmenin kendine benzer işletmelerin yıllık ortalama faaliyet sonuçlarına göre karşılaştırılmasıdır.

Bu tip işletme analizlerinde performansı genel düzeyde ortaya koyan brüt hasıla, net hasıla, işletme karı vs. kimi ekonomik değişkenlerden faydalanılabilmektedir (Elbek, 1981).

1.2. Analitik Teknikleri

Uygun analiz tekniklerinin seçimi modellerin seçimiyle paralel olmalıdır. Teknikler sistemin doğasına ve çözülecek problemlere en uygun olacak biçimde seçilmelidir. Analitik tekniklerin seçimi ve model tipleri birlikte uygulanmalıdır, çünkü bunların ortak etkisi birbirlerinin uyumuna bağlıdır.

Su Ürünleri İşletmelerinde Simpleks Yönteminin Kullanılması

Sistemin optimizasyonunda yapılan analizler eğer model oluşturulur ve bu yüzden bir miktar temel alınması olası birçok karara uygulanabilirse daha verimli olacaktır.

Bazı analizlerde, hesaplamalar, işletme ekonomisinde üretime alınan balık türü, ya da girdi kullanımında en iyi olanın seçimi amacı için yapılır. Sistem optimizasyonu bir kültür sisteminin en uygun yöntem ve biçimini belirler.

Optimizasyon tekniklerinde geniş bir çeşitlilik bulunmaktadır, en uygun olan çözülecek problemin matematiksel yapısına bağlıdır.

Matematiksel teknikler hatalı ve deneysel bir yaklaşımı gerektirmeyen optimizasyon problemlerinin çözümü için analitik teknikler olarak adlandırılır, oysa tekrarlanan hesaplamaları gerektiren yaklaşımlar sayısal teknikler olarak adlandırılır.

Yaygın kullanılan optimizasyon teknikleri, verilen belirli sınırlamalara uyarken uygun değişken ya da fonksiyon değerlerinin seçimiyle maksimize ya da minimize edilen sorunlara yönelik olabilir.

Yetiştiricilik teknikleriyle ilgili bir örnek olarak, kriter fonksiyon her birim ağırlıktaki toplam üretim fonksiyonu olabilir. Sınırlamalar sistem çevresine bağlı nasıl biyolojik büyüme olduğunu açıklayan denklemler olabilir.

Analitik yöntemler optimizasyon problemini çözen fonksiyon ya da değişkenin özel bir değerine varan sınırlamaları gerektirir. Nümerik yöntemler, bulunan sınırlamalara yeterli olan ve fonksiyonu optimize eden değerlere kadar fonksiyonu ve sınırlamalarda seçilen farklı değişken ya da fonksiyon değerlerinin denendiği bir denemeler serisini gerektirir. Çünkü

yetiştiricilikte farklı problemler farklı optimizasyon tekniklerinin kullanımıyla çözülebilir. Bu bağlamda;

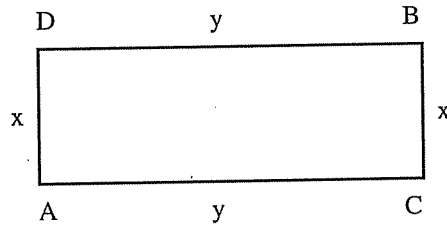
- Genel Teknikler,
- Lagrange Çarpanı Kullanılarak,
- Dinamik Teknikler,
- Taklit (Simulation) Teknikler,
- Karma yaklaşımlar,
- Doğrusal Programlama'dan söz edilir.

- Genel Teknikler: Esas optimizasyon problemi değişkenlerin bir fonksiyonunu maksimize ya da minimize eden değişken değerlerinin x_i ($i= 1, 2, 3, \dots$)

$$C = f(x_1, x_2, x_3, \dots)$$

Fonksiyon bazen kriter fonksiyonu, objektif fonksiyon ya da fiyat fonksiyonu olarak referans eder. Bu problem esas bilinen basit integrallerle çalışılanlarinkine yakındır ve bu problem için analitik yaklaşım farklı integral analiz tekniklerinin uygulanmasıdır. Bu sifıra eşit her değişkenin x_i görünüşünden $f(x)$ 'in çıkarılmalarını ayarlamayı gerektirir. Bu denklemler, c 'yi maksimize ya da minimize edebilen her değişken değerini x_i 'yi belirlemek için çözülür.

- Lagrange Çarpanı Kullanarak: Lagrange çarpanlarının uygulanmasını kısaca şöyle özetleyebiliriz (Karayalçın, 1979).



Örnek olarak yukarıdaki ABCD dikdörtgeninin alanı en büyükleyen ve $2x+2y=C$ sağlayan (x) ve (y) değerlerini bulma problemini ele alalım.

$S = f(x, y) = x \cdot y$Alan ifadesi

$2x + 2y - C = 0$Kısıtlayıcı koşul

$h(2x+2y-C) = 0$() gibi lagrange çarpanının ithali

$f(x, y) = x \cdot y + (2x + 2y - C) = 0$

(x ve (y)'ye göre kısmi türev alınırsa,

$$\frac{\partial f}{\partial x} = y + 2 \quad \frac{\partial f}{\partial y} = x + 2 \quad \text{ve}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial f}{\partial y} = 0 \quad \text{yazılırsa}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial f}{\partial y} = 0 \quad \text{yazılırsa}$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 0 \quad \frac{\partial f}{\partial y} = 0$$

$x = y$olur.

Dinamik Teknikler: Dinamik teknikler optimal kontrole benzer. Optimal kontrol teorisinin terminolojisi kullanıldığında bu sistemi ekolojiyle uğraşanlar kullanmaktadır. Sıcaklık, stok yoğunluğu, canlı birey sayısı kullanılır ve bunlar sabit değişken olarak kabul edilir. Şartların değişmesine sebep olan değişkenler ise sıcaklığın artması, yemlemenin değişmesi de kontrol değişkeni olmaktadır. Matematiksel olarak kontrol değişkenlerinin stable değişkenlere etkisi ise yani ısı değişimi ya da özel büyüme oranı parametre olarak isimlendirilir.

Örneğin bir kültür balığı yetiştiriciliğinde kontrol değişkeni verilen yem miktarıdır. Belli bir süre arttırılan yem miktarının optimum olup olmadığına karar verilmesine yardımcı olur. Aynı zamanda bu teori sadece belli bir period için bir maliyet ya da gelişme miktarı değil aynı zamanda bir sonraki hasatta elde edilebilecek stok büyüme oranı hakkında fikir verir.

-Taklit (Simulation) Teknikleri: Bir sisteme matematik bir modelin uydurulabilmesi için modelin gerçek yapısı gözardı edilir ve ona göre bir matematiksel model kurulur, çünkü bu daha kolaylık

sağlamaktadır. Bir diğer alternatif matematiksel siplikasyon yapmaksızın formüle edilmesidir ve sonuçlar sayısal olarak eşitlenir.

Simulasyon modellerinin direk olarak sayısal çözümlerini ele alan sayısal bir tekniktir. Bir başka değişle yapılan modelin sistem içinde eşdeğerinin oluşturulmasıdır. Dinamik bağlantılar matematik fonksiyon olarak geçilmeyecek fakat belli bir işlem için çiftli tablolar oluşturulabilecek ve sonuca karar verilmesi özel karakter üzerinden ya da mantıksal çözümlerle yapılabilecektir. Simulasyon aynı zamanda kontrol değişkenleri ve parametre değerleri olarak girdilerin değişik kombinasyonların çıktılarda tanımlanması şeklindedir. Sonuçta maksimum kar, minimum maliyet gibi sonuçlar elde edilebilir. Bu sistemde karşılaştırma yerine noktasal olarak da değerlendirme yapılabilir fakat optimumdan uzaklaşmaktadır. Kısaca; simulasyon'da bir kontrol grubu ve bu kontrol grubuna göre parametre değerleriyle kombinasyonlar oluşturuluyor ve karşılaştırmalar yapılır.

- Karma Yaklaşımlar: Analitik yöntemlerin uygulanmasında üçlü bağlantılar uygulanabilir fakat en iyi sonuca ulaşmak için simulasyondan gerçekçi sonuçlar elde edilebilir, fakat ekonomik değildir ve bilgisayarda çok fazla zaman harcanması gerekmektedir.

Karides kültürünü ele aldığımız zaman, Karideslerin birbirlerini yeme özellikleri gözönüne alındığında her karidesi ayrı bir havuza yerleştirmek karideslerin daha sağlıklı büyümelerine neden olacaktır, fakat havuzların büyüklüğü de karideslerin optimum büyümelerine engel olmalıdır. Bu basit modelin optimizasyonunda yerin maliyeti, verilen yemin maliyeti ve diğer girdiler, ürünün maliye

ti, havuzların boyutlarının değiştirilmesiyle minimize edilebilir. Maksimum büyümenin görüldüğü boyutlar ile minimize edilebilir. Bu durumda ideal oran 0.7-0.9 arasındadır. Bu basit bir model olduğunda değişik modellerin taşıma maliyetleri hesaba katılmıyor. İdeal bir oran istendiğinde her bir canlı boyutuna göre, her bir nakilin yapılmasında hangi büyüklüğe getirilmesi gerekmektedir. Simulasyon uygulandığında daha gerçekçi bir uygulama olabilir. Farklı simulasyonlarda tankların sayısı 3'den 6'ya kadar değişir. Her bir simulasyona başlayabilmek için transfer zamanları ve havuz boyları değişecektir. Böylece analitik olarak da büyümenin durduğu vakte kadar yani ideale yaklaşıma kadar. Böylece gerçekte en iyi kombinasyon bulunana kadar transfer zamanı ve tank boyutları değişecektir.

Doğrusal Programlama: Optimizasyonu çözümlenebilen yöntemlerden bir tanesidir. Tipik doğrusal programlama sorunlarının çözümünde minimum maliyet hesaplamalarını bir örnekle açıklarsa; Yem fabrikalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tip olaylarda genellikle birden fazla maddenin en ucuz bir şekilde karıştırılması esas alınır ve bu karışımda besin değeride önemlidir. Bu minimum maliyet doğrusal programlamaya uygulandığında ortaya çıkan sabit optimizasyon sorunlarından biridir. Temel olarak her bir maddenin miktarı ve fiyatı belirlenir ve ucuz karışım sağlanmaya çalışılır (Allen, Botsford, Schuur, Jonston, 1988).

Bu konu hakkında daha ileride bilgi verilecek ve bir örnek çalışmayla açıklanacaktır.

Amaç ve Kapsam

İşletme, ekonomi ve muhasebe dallarının en yakından ilgilendiren konulardan birisi

olan Doğrusal Programlama, aynı zamanda Yöneylem araştırmasında da en yaygın kullanılan araçlardan birisidir. Yöneylem araştırması; Girdi kullanımında en az kayıp, en az masraf gibi kriterlerden hareket edildiği için matematiğin "Optimizasyon Teorisi" dalı kullanılmıştır. Bu analiz tekniği çok değişkenli ve kısıtlı-bağlı optimizasyon; üretim planlamadan, eğitim planlamasına tarım ve gıdadan su ürünlerine kadar değişen alanlarda uygulanabilmektedir. Yöneylem Araştırması ele aldığı sistemi betimleyen bir model ile başlar; sonra bu modeli işletmede en iyi yolu bulmak için kullanılır.

2.1. Yöneylem Araştırması

Yöneylem Araştırması;

- Problemin formüle edilmesi,
- Sistemi gösterecek herhangi bir modelin kurulması,
- Modelden çözümün elde edilmesi,
- Sonuçların denenmesi ve denetlenmesi,
- Sonuçların uygulamaya konulması gibi aşamaları içerir.

2.2. Doğrusal Programlama

Doğrusal Programlama; Kaynakların optimal ve seçenekli dağılımı ile minimum maliyeti veren üretim bileşiminin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Bütün endüstriyel ve ekonomik analizlerde yaygınca kullanılan Doğrusal Programlama, tüm nicel teknikler arasında en geniş etki alanı olanıdır. Doğrusal Programlama işletmenin ulaşım, üretim, finansman, dağıtım ve reklamcılık gibi pek çok faaliyetlerinde kullanılabilir. Ayrıca işletmede; karşılaşılabilecek darboğazların giderilmesinde, seçenekli üretim tekniklerinin kullanılmasının getirisini belirlemede, kıt kaynakların etkin kullanımı ile en

uygun çözümlere ulaştırılacak politikaları saptamada Doğrusal Programlama Modelleri kullanılır. Doğrusal Programlama değişkenlere ve kısıtlayıcılara bağlı kalarak amaç fonksiyonu en uygun kılmaya çalışır. Bu bağlamda Doğrusal Programlama değişkenlere ve kısıtlayıcı şartlara bağlı kalarak amaca en iyi ulaşma tekniğidir. Temel olarak, Doğrusal Programlama verilen optimalite ölçütüne bağlı kalarak kıt kaynakların optimal şekilde dağıtımını içeren bir tekniktir de denilebilir.

Doğrusal Programlama modellerin kuruluşunda yaygın biçimde ele alınan konu, üretim planlaması. Bu konuda, çeşitli malların üretimini yapabilen bir işletmede, karı maksimum yapmak için *hangi üründen ne kadar üretileceğinin kararlaştırılması amaçlanmaktadır*. Karın mekanizasyonu aslında yukarıda bahsedildiği gibi birçok ekonomik yöntemlerle elde edilebilmektedir. Burada doğrusal programlama varsayımları altında Simpleks çözüm yönteminin nasıl uygulanabileceği anlatılmaya çalışılmıştır. Doğal olarak, bu karar verilirken;

- İşletmelerin kullanabileceği kaynakların sınırlı olması,
- Belirli teknolojik kurallara uyulması ya da marjinal analize olarak sağlayan üretim fonksiyonu dikkate alınmaktadır.

Üretim fonksiyonu, kullanılan girdi ve üretilen çıktı miktarları arasındaki ilişkinin "matematiksel ifadesi" olarak tanımlanmaktadır. Doğrusal Programlamada, doğrusal üretim fonksiyonuna sahip bir örnek işletmede karın maksimizasyonunu sağlayan çıktı düzeylerinin saptanması incelenmiştir. Doğrusal üretim fonksiyonu, fonksiyonu belirleyen bütün matematiksel ilişkilerin doğrusal olması anlamındadır. Bunu sağlayan dört özellik vardır.

- *Oranlık*: Bütün girdiler sabit bir oranla değiştirildiğinde, bütün çıktılar aynı sabit oranla değişir. Bu özelliğe birinci dereceden homojenlik veya ölçeğe göre değişmeyen getiri denir.

- *Toplanabilirlik*: Çıktı miktarları belirlendiğinde herhangi bir girdiden kullanılan toplam miktar, çıktılarının her biri için gerekli miktarların toplamına eşittir.

- *Sınırlılık Varsayımı*: Üretimde kullanılan kaynaklar sonludur. Bu nedenle üretime giren girdiler ile üretim miktarı kısıtlanır.

- *Negatif Olmama Varsayımı*: Doğrusal Programlamada yer alan temel, aylak ve artık değişkenlerin değeri sıfır ya da sıfırdan büyük olmalıdır.

Doğrusal Programlama özetlenecek olursa, belirlenen amaç fonksiyonunu en büyüleyecek (maksimum) ya da en küçüleyecek (minimum) kontrol değişkenleri bulmak için kurulur.

Bir doğrusal modelin kurulması için aşağıdaki üç aşama izlenerek yapılması gerekir.

- Optimum kılınacak miktarların belirlenmesi ve bunun matematik fonksiyon olarak ifade edilmesi, aynı zamanda girdi değişkenlerinin belirlenmesi.

- İstenen tüm kısıtlamaları belirleme ve onların matematik olarak ifade edilmesi.

- Problemden yer alan değişkenlerin negatif olmama durumunun gösterilmesi.

2.3. Doğrusal Programlama Modellerinin Çözüm Yöntemleri

Doğrusal Programlama Modellerin istatistiksel olarak çözümü iki şekilde olmaktadır.

- Grafik Çözüm Yöntemi

Su Ürünleri İşletmelerinde Simpleks Yönteminin Kullanılması

- Simpleks Çözüm Yöntemi.

2.3.1. Grafik Çözüm Yöntemi

En fazla üç değişkenli problemlerin çözümünde elverişlidir. İleride verilecek çalışmada, sonucun grafik çözüm yöntemiyle bulunması güçtür, çünkü kısıtlar çok sayıdadır. O yüzden grafik tekniği ile ulaşmak olanak dışıdır.

2.3.2. Simpleks Çözüm Yöntemi

Simpleks Çözüm Yönteminin kullanılması gereken bazı problemlere değinilecektir.

- *Karışım Problemleri:* Burada gıda sanayiinde, maliyetleride gözönüne alarak yapılacak hammadde karışımlarında, en uygun yol araştırılır.

- *Optimum Üretim Programının Saptanması:* Burada ise sınırlı kaynakların (kapasite, hammadde, işgücü, yem vs.) optimum kullanımı ile karı maksimize veya maliyeti minimize etmesi sözkonusudur.

- *İş ve Ücret Değerlemesi:* Doğrusal programlama değerlendirme işleminde açık olarak ilgilenilen faktörler (yapılan iş ve alınacak ücret) uygun ağırlıkların saptanması için çoklu korelasyon analizi yerine kullanılabilir.

- *Depolama Sorunları:* Belirli bir zaman içinde saptanmış depo kapasitesine göre satışlarını, stoklanmasını ya da satın almaları saptamada optimum uygulamayı sağlamaya çalışır.

- *Gereç Kullanımı Optimize Eder:* Temelde bu optimum üretim programının saptanmasının başka bir görünümüdür. Ana konu, kayıplar en az olacak şekilde kullanımı sağlamaktadır.

- *Uzun Dönem Plamlama Çalışmaları:* Gelecekteki talepleri karşılayabilmek üzere verimli kapasitenin saptanması

bunun verimli bir program içinde kapasite arttırımı, fiyat değişimlerini de dikkate alarak yapılmasına olanak verir.

- *Yapısal Modellerin Optimize Edilmesi:* Yapısal modellerde dayanıklılık, ağırlık ve çevre koşullarını dikkate alarak optimum planın hazırlanmasındaki kullanımlardır.

Su ürünleri yetiştiriciliğinde üretimi etkileyen birçok kısıt vardır, bu yüzden Simpleks Çözüm Yöntemi kullanılabilir.

Bu yöntemde, bir doğrusal programlama çözümünde izlenen yol verilebilir. Dejenarasyon olasılığı hesaba katılmaması koşuluyla yöntem bir şemayla özetlenebilir (Tulunay, 1980).

Bir doğrusal programlama karar değişkeni sayısı ikiden fazlaysa grafikte çözüm bulmak mümkün değildir. Bu nedenle aşağıda ana aşamaları verilen simpleksin uygulanabilmesi için bazı cebirsel tanımların yapılması gerekir.

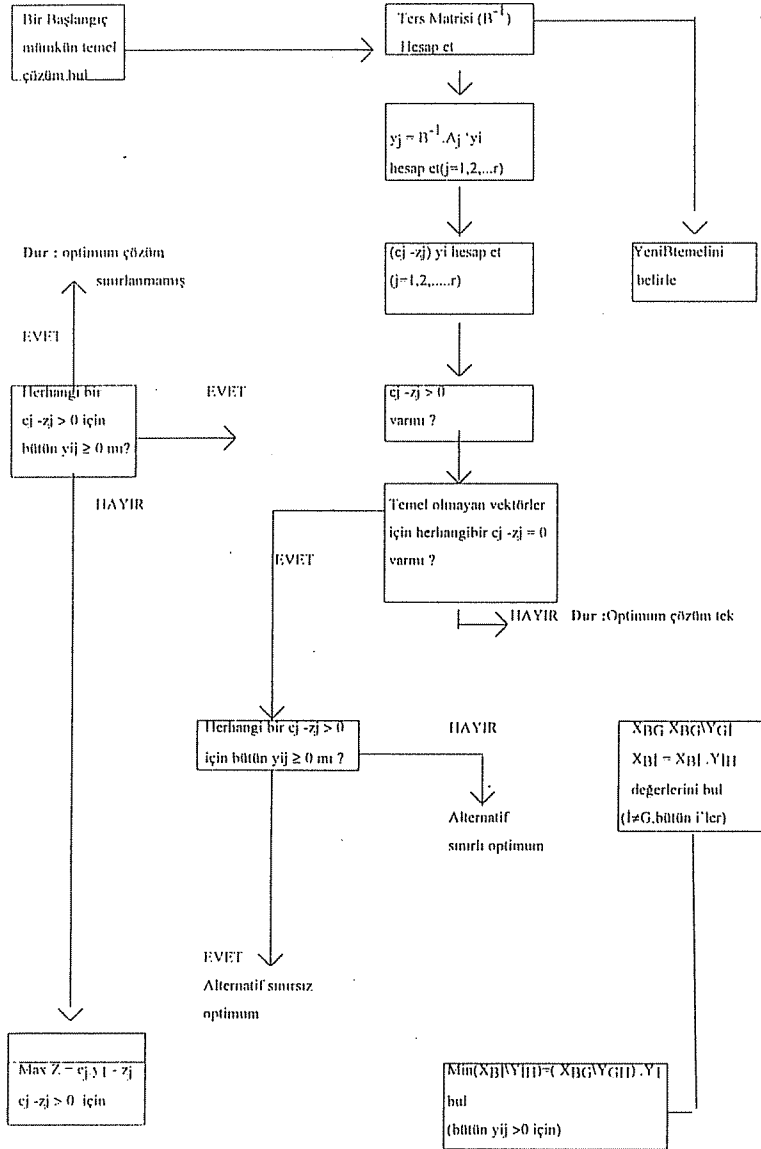
Standart formda bir doğrusal programlama probleminin çözümünde ilk yapılan işlem eşitsizlik kısıtlarının eşitliğe dönüştürülmesidir. Genelde;

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_i$$

şeklinde bir kısıtın eşitliğe çevrilebilmesi için sol tarafa negatif olmayan bir S_i değişkeni eklenir ve;

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n + S_i = b_i$$

olur. B_i değişkeni boşluk değişkeni adı verilir. Boşluk değişkeni eşitsizliğin sağ ve sol tarafları arasındaki farkı verir. Ekonomik anlamı ise i girdisinden kullanılmayan kapasite olarak açıklanır. Çünkü S_i kullanılabilir kapasite b_i ile kullanılan miktar ($a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n$) arasındaki farktır.



Şekil 1. Maksimizasyon problemi için simpleks yönteminin akış diyagramı.

Su Ürünleri İşletmelerinde Simpleks Yönteminin Kullanılması

Optimizasyonda Örnek Bir Çalışma

Bu bildiri de örnek olarak ele alınan araştırmada Güllükte'ki bir çipura-levrek işletmesinde hangi tür balıktan maksimum karla ne kadar üretmeleri gerektiğine ilişkin işletme sahiplerine bilgi vermek amacıyla yapılmaktadır. İşletmenin optimizasyonu ne miktarlarla çipura-levrek üretirse maksimum karı yakalamış olacağını simpleks yöntemiyle hesaplayacağız. Bu çiftlik için optimizasyon modeli aşağıdaki gibidir.

$$\text{Max } Z = 48X_1 + 84X_2$$

X_1 = Üretilecek çipura miktarı

X_2 = Üretilecek levrek miktarı

$$X_1 + 4.25 X_2 \leq 42000$$

[Yavru balık kısıtı (adet)]

$$3.3X_1 + 3.5 X_2 \leq 62000$$

[Yem kısıtı (kg)]

$$0.2X_1 + 0.8X_2 \leq 8040$$

[İşçilik kısıtı (İB)]

$$X_1 \leq 2310$$

[Çipura üretim kısıtı (kg)]

$$X_1, X_2 \geq 0$$

Bu model standart hale getirilirse;

$$\text{Max } Z = 48X_1 + 84X_2 + 0.S_1 + 0.S_2 + 0.S_3 + 0.S_4$$

$$X_1 + 4.25X_2 + 1.S_1 = 42000$$

$$3.3X_1 + 3.5X_2 + 1.S_2 = 62000$$

$$0.2X_1 + 0.8X_2 + 1.S_3 = 8040$$

$$X_1 + 1.S_4 = 2310$$

$$X_1, X_2, S_1, S_2, S_3, S_4 \geq 0$$

Başlangıç Simpleks Çözüm Tablosu.

TKD	cj	48	84	0	0	0	0	Çözüm
	TD	X_1	X_2	S_1	S_2	S_3	S_4	
0	S_1	1	4.25	1	0	0	0	42000
0	S_2	3.3	3.5	0	1	0	0	62000
0	S_3	0.2	0.8	0	0	1	0	8040
0	S_4	1	0	0	0	0	1	2310
	Z_j	0	0	0	0	0	0	
	$C_j - Z_j$	48	84	0	0	0	0	

Simpleks yönteminde daha iyi sonuca ulaşabilmek için geçiş iki aşamada olur.

- *Giren Temel Değişkenin Belirlenmesi:* C_j-Z_j satırındaki pozitif elemanlar arasından en büyük olan seçilir. Buna karşılık gelen değişken, yeni temel çözüme girecek temel değişken olur ve tabloda belirlediği sütuna **anahtar sütun** adı verilir. Burada başlangıç simpleks tab-

losunda giren temel değişken X_2 'dir, çünkü en büyük değer o sayıdır.

- *Çıkan Temel Değişkenin Belirlenmesi:* Temel değişkenlerin değerleri (Bir sütununda yer alan değerler) sırasıyla anahtar sütundaki karşılık gelen kelimelere bölünür. Bu oranlardan pozitif olanlardan en küçüğü seçilir. Bu satıra **anahtar sıra** denir ve çıkan temel değişkeni belirler.

Temel değişken	X_2	B_i	Oran
S_1	4.25	42000	9882.35 en düşük
S_2	3.5	62000	17714.28
S_3	0.8	8040	10050
S_4	0.0	2310	∞

Bu örnekte anahtar sıra S_1 sırasındır. Öte yandan anahtar sayıda 4.25'dir.

İşlemden çıkacak temel değişkenin bulunması için önce temel sıranın bulunması gerekir. Temel sırayı bulmak için yapılacak işlem anahtar sıranın tüm ka-

lemlerini anahtar sayısı ile bölmektir. Anahtar sıra değişkeni (S_1)'nin yerine anahtar sayının bulunduğu sütunun değişkenine yani (X_2)'ye bırakır. Temel sıra değişkenide X_2 olur. Temel sırayı bulduktan sonra sıra yeni sıra elemanlarını bulmaya geliyor (Öztürk, 1987).

Yeni sıra elemanı = Eski sıra elemanı - (temel sayı * temel sıra elemanı)

Temel sıra (X_2)	: 0.24	1	0.24	0	0	0	9882.35
Eski sıra (S_2)	: 3.3	3.5	0	1	0	0	62000
Eski sıra (S_3)	: 0.2	0.8	0	0	1	0	8040
Eski sıra (S_4)	: 1	0	0	0	0	1	2310
Yeni sıra (S_2)	: 2.46	0	-0.84	1	0	0	27411.73
Yeni sıra (S_3)	: 0.008	0	-0.192	0	1	0	134.12
Yeni sıra (S_4)	: 1	0	0	0	0	1	2310

Su Ürünleri İşletmelerinde Simpleks Yönteminin Kullanılması

Birinci Simpleks Çözüm Tablosu.

TKD	cj TD	48	84	0	0	0	0	Çözüm
		X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
84	X ₂	0.24	1	0.24	0	0	0	9882.35
0	S ₂	2.46	0	-0.84	1	0	0	27411.73
0	S ₃	0.008	0	-0.192	0	1	0	134.12
0	S ₄	1	0	0	0	0	1	2310
Zj		20.16	84	20.16	0	0	0	
Cj-Zj		27.84	0	-20.16	0	0	0	

Burada da başlangıç tablosunda olduğu gibi Anahtar sütun, anahtar sıra ve anahtar sayısının bulunması gerekir. Anahtar sütun X₁'dir. Çünkü en büyük sayı X₁'de bulunmaktadır. Anahtar sayı ise 1'dir.

Temel sıra (X ₁)	:	1	0	0	0	0	1	2310
Eski sıra (X ₂)	:	0.24	1	0.24	0	0	0	9882.35
Eski sıra (S ₂)	:	2.46	0	-0.84	1	0	0	27411.73
Eski sıra (S ₃)	:	0.008	0	-0.192	0	1	0	134.12
<hr/>								
Yeni sıra (X ₂)	:	0	1	0.24	0	0	0	9327.95
Yeni sıra (S ₂)	:	0	0	-0.84	1	0	0	21729.17
Yeni sıra (S ₃)	:	0	0	-0.192	0	1	0	115.64

İkinci Simpleks Çözüm Tablosu.

TKD	cj TD	48	84	0	0	0	0	Çözüm
		X ₁	X ₂	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	
48	X ₁	1	0	0	0	0	0	2310
84	X ₂	0	1	0.24	0	0	0	9327.95
0	S ₂	0	0	-0.84	1	0	0	21729.17
0	S ₃	0	0	-0.192	0	1	0	115.64
Zj		48	84	19.2	0	0	34	
Cj-Zj		0	0	-19.2	0	0	-34	894427.8

Sonuç

İkinci simpleks çözüm tablosu optimum çözümü veren tablodur. C_j-Z_j satırı elemanları sıfıra eşit veya sıfırdan küçüktür yani $C_j-Z_j \leq 0$ 'dır.

Bu işletme çipura'dan 2310 kg ve levrek'den 9328 kg ürettiğinde bu verilen kısıtlar altında maksimum karı 894.427.800 TL. olacaktır.

Max Z = 894.427.800 TL.

X1 = 2310 kg

X2 = 9328 kg

Sonuç olarak; İşletme ekonomisinde ve genelde su ürünleri araştırmalarında gelişmiş kantitatif analiz yöntemlerinin kullanılması yaygınlaştığı ve özellikle bilişim tekniklerinde ortaya çıkan gelişmeye koşut anılan analizlerin kolaylıkla yapılabileceği ifade edilebilir. Bu bağlamda sonuçların yerinde ve isabetli yorumlamalarla ortaya konması büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Allen, P.G., Botsford, L.W., Schuur, A.M., Johnston, W.E., 1988; Bioeconomics of Aquaculture, Developments in Aquaculture and Fisheries. 13.Elsevier.
- Elbek, A.G., 1981. Ege Bölgesinde Tatlısu Ürünleri Üreten İşletmelerin Yapısal ve Ekonomik Analizi (Doktora Tezi). E.Ü.Zir.Fak.Zir.Ekonomisi ve İşletmeciliği Böl. İzmir.
- İşgören, D., 1996. Güney Ege'de Çipura ve Levrek İşletmelerinde Ekonomik Optimizasyon, Verimlilik ve Arttırıcı Önlemler (Doktora Tezi). E.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilimdalı, İzmir.
- Karalar, R., 1988-1989. İşletme Ekonomisi. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi. Cilt I-II. Eskişehir.
- Karayalçın, İ.İ., 1979. Hareket Araştırması, Yöneylem Araştırması İşletme Faaliyetlerinin Yönetimi ve Kontrolü için Kantitatif Yöntemler. İ.T.Ü. Kütüphanesi, Sayı: 1132, İstanbul.
- Öztürk, A., 1987. Yöneylem Araştırması. Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa.
- Trueman, E.R., 1981. Quantative methods for decision making in business. The Dryden Press. New-York.
- Tolunay, Y., 1980. Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi. Yayın no: 2721. İşletme Fakültesi Yayın no. 108, İstanbul.

Geliş Tarihi: 14.11.1996

Kabul Tarihi: 16.12.1996

Güney Ege Bölgesi'nde Çipura ve Levrek İşletmelerinde Ekonomik Optimizasyon ve Verimlilik Durumu

Dilek (İşgören) Emiroğlu

Ahmet Göker Elbek

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: Economic optimization and productivity in sea bass and gilthead sea bream farms at South Aegean Region: In present study structural and economical analyzed documents of Sea Bass and Gilthead Sea Bream farms that increasing at South Aegean were determined as a survey study. Survey studies were made with 96 farms directors according to the complete numbering method. As a result of this study productions of these farms were estimated around 1673 tonnes in 1992-1993. 49 percent of these farms have no project. Generally they are founded in bays which are closed to the strong winds. 55 percent of them have facilities which are founded at the seaside or in the sea on piles. 33 percent of farms have lighting problems and 82 percent have freshwater problems. The gross is mostly 2 billion TL/farm (173913 \$), operating cost is around 800 million. TL/farm (69565 \$). As a result of calculations, if a farm reaches the level of production 282 tonnes and operating profit 13 billion TL. (1130435 \$), it reaches to economical optimization. The feed productivity and work force productivity were calculated and according to them, work productivity is 5880 kg/wu, feed productivity is 0.38 kg/kg. In spite of the rapid developing of the sector farms are not giving enough importance to the physical planning and feasibilities.

Key Words: Gilthead Sea Bream, Sea Bass, Economic Optimization, Productivity, South Aegean.

Özet: Bu çalışmada Güney Ege'de sayıları hızla artan, büyük ölçüde çipura ve levrek yetiştiriciliği yapan işletmelerin, yapısal ve ekonomik analizlerine olanak verecek veriler bir sörvey çalışması ile derlenmiş ve gerekli analizler yapılarak yorumlanmıştır. Ayrıca çalışmada yöredeki işletmelerde ekonomik optimizasyon noktası tesbit edilmiş ve verimlilik durumları ortaya konulmuştur. Araştırmada tam sayım yöntemi kullanılarak 96 adet işletmede işletme yöneticileri ile anket çalışması yapılmıştır. Araştırma sonunda 96 işletmeden sağlanan üretimin 1673 ton yöresinde olduğu saptanmıştır. İncelenen işletmelerin % 49'unun projesiz olduğu, % 55'inin işletme binasına sahip olduğu, işletmelerin % 67'sinde aydınlanma sorunu olmamakla beraber % 82'sinin su sorunu bulunduğu tesbit edilmiştir. Genel olarak işletme başına Brüt Hasıla ortalama 2 milyar TL (173913 \$), İşletme Masrafı ise 800 milyon TL/İşlt. (69565 \$) olarak saptanmıştır. Çalışmada yapılan hesaplamalar sonucunda, yaklaşık 4.5 ton balık üreten ve yaklaşık 375 milyon TL'lık (32609 \$) satış gerçekleştiren işletmelerin başabaş noktasını yakalamış oldukları ve 282 ton yöresinde balık üreten, işletme karı 13 milyar TL. (1130435 \$) yöresinde olan işletmelerin ekonomik optimizasyona ulaşmış buldukları tespit edilmiştir. Yem produktivitesi ve işgücü produktivitesi hesaplanmış, genel olarak, işgücü produktivitesi 5880 kg/İB., yem produktivitesi 0.38 kg/kg olarak saptanmıştır. Sektör hızla gelişen ve geleceği olan bir konumdadır. Ancak sektörle ilgili bazı sorunlar mevcuttur. Zaman içinde sorunlar çözümlendikçe, sektörde istenilen düzeyde bir gelişme olabileceği ifade edilebilir.

Giriş

Türkiye'de deniz balıkları yetiştiricilik işletmeleri 1980'li yıllardan sonra varlık göstermeye başlamıştır. Son on yıl içinde hızlı bir gelişme gösteren bu alt sektörde deniz balıkları yetiştiricilik işletmeleri özellikle Güney Ege Bölgesinde yoğunluk kazanmaktadır. 1984'ten itibaren gerek işletme sayısında, gerek üretim düzeyinde sürekli bir artış izlenmektedir (Tablo 1).

Çalışmada temel olarak; Güney Ege'de sayıları hızla artan ve büyük çoğunluğu çipura veya çipura-levrek yetiştiriciliği yapan işletmelerin genel durumlarının ortaya konarak işletmelerde başabaş noktasının (kara geçiş noktası) ve ekonomik optimizasyon noktasının saptanması ve işletmelerin verimlilik durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırma alanı, "Güney Ege", Aydın'ın Akbük beldesinden başlanarak kıyı şeridi izlenmek suretiyle Muğla ile Marmaris ilçesini içine almaktadır. Araştırmada 1 Temmuz 1992, 30 Haziran 1993 tarihleri arasında bir yıllık döneme ait veriler değerlendirilmeye alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Konuyla ilgili kuruluşlardan derlenen istatistik veriler ve raporlar yerli, yabancı kaynaklardan derlenen deniz balıkları yetiştiriciliğinin teknik, ekonomik yönleri ve verimlilik durumlarına ilişkin genel bilgiler araştırmanın sekonder verilerini oluşturmaktadır. Güney Ege'de deniz balıkları yetiştiriciliği yapan işletmelerle doğrudan görüşme yapılarak (personel interview) araştırmanın büyük bir bölümünü oluşturan orijinal veriler sağlanmıştır.

Tablo 1. Güney Ege'de çipura ve levrek üreten işletme sayısı ve üretimdeki değişim ile endeksleri (1986=100).

Yıllar	İşletme Adedi	İndeks	Üretim (ton/yıl)	İndeks
1984	2	7.1	48.0	8.4
1985	7	25.0	170.0	29.7
1986	26	100.0	571.6	100.0
1987	31	110.7	613.4	107.3
1988	34	121.4	762.2	133.3
1989	35	125.0	808.1	141.4
1990	38	135.7	1074.9	188.0
1991	56	200.0	1133.0	198.2
1992	65	232.1	1301.0	228.0
1993	78	278.6	1685.0	295.0
1994*	84	300.0	1780.0	311.4
1995*	91	325.0	1925.0	336.8

* Tahmini

Kaynaklar: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Muğla İl Müdürlüğü, DİE Su Ürünleri İstatistikleri (Çeşitli Yıllar).

Çipura ve levrek işletmelerinde ekonomik optimizasyon ve verimlilik

Araştırmada ana kitlenin saptanmasında, Tarım ve Köyişleri Bakanlığına bağlı Muğla ve Aydın İl Müdürlükleri, Proje ve İstatistik Şube Müdürlükleri kayıtlarından yararlanılmıştır.

Çalışmada tamsayım yöntemi kullanılarak 49 adedi projeli ve 47 adedi projersiz olmak üzere 96 işletme değerlendirmeye alınmıştır.

Sınıf analizine, temel olmak üzere;

- Ana değişken olarak gerçekleşen üretim esas alınmıştır.

- Sörvey sonucu toplanan bilgilerin ışığında gerçekleşen üretime göre, işletmeler küçükten büyüğe sıralanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. İşletmelerin gerçekleşen üretim kapasitesi temel değişken alınarak sınıflandırılması.

Sınıf Aralığı (kg/yıl)	İşletme Adet (f)	Sınıf Değeri (d)	Min. (x_{min})	Mak. (x_{max})	(R)*
775-5000'den az	30	2888	775	4800	4025
5000-10000'den az	30	7500	5040	9813	4773
10000-20000'den az	19	15000	10000	18360	8360
20000-40000'den az	8	30000	20000	38500	18500
40000 ve üstü	9	196500	44800	353000	308200

(*)Değişim Aralığı: Bir dizideki bireylerin minimal ve maksimal değerleri arasındaki fark olup, değerlerin dağıldığı aralığı gösterir. $R = x_{max} - x_{min}$

Bulgular

Güney Ege'deki İşletmelerin Teknik ve Ekonomik Durumları

Güney Ege'deki işletmelerin % 56'sında çipura, % 33'ünde çipura ve levrek, % 4'ünde çipura, levrek ve diğer deniz balıkları (sivriburun karagöz, karagöz vd.) % 2'sinde çipura ve diğerlerinin yetiştiriciliği yapılmaktadır. İşletmelerin genelde % 48'i köylerde, % 30'u beldelerde, % 19'u adalarda, % 3'ü de ilçelerde tesis edilmiştir. İşletmelerin % 95'i denizde ağ kafeslerde yetiştiricilik yapmaktadır. İncelenen işletmelerin % 51'inin projeli, % 49'unun projersiz olduğu tespit edilmiştir. Üretim kapasiteleri 40 tonun üstünde olan V.grup işletmelerin tamamının projeli olduğu belirlenmiştir. Kapasiteleri 20 ton'dan yüksek olan IV.

ve V.grup işletmelerin tümünün binası mevcuttur. Genelde binaların % 60.4'ü ahşaptır. İşletme binaları çoğunlukla kazıklar üzerinde deniz içinde, kısmen de deniz kenarında kurulmuşlardır.

Gerçekleşen üretim kapasiteleri 10 tondan az olan I. ve II.grupta yer alan işletmelerin işletme binaları genelde ilkel görünümlü ve tek birim durumdadır. Bu birim hem mutfak, hem yatakhane, hem depo olarak kullanılmaktadır. Yüksek kapasiteli işletmelerde işletmecisi yatakhane, işçiler için yatakhane, mutfak, yem deposu, kısmen konuk evi, laboratuvar ayrı bölümler halindedir. İşletmelerin %67'sinde aydınlanma sorunu bulunmaktadır. % 82'sinde ise su sorunu olduğundan taşınma su kullanılmaktadır.

İncelenen işletmelerin genel olarak %24'ü işçi çalıştırmamaktadır. 96 işletmede daimi ve geçici işçi olmak üzere 222 işçi çalışmaktadır. Çalışanların % 87'sini daimi işçiler oluşturmaktadır. Daimi işçilerin %77.3'ünün ilkökul, % 10.3'ünün ortaokul, % 12.4'ünün yüksekokul tahsilli olduğu gözlenmektedir. Bu durum su ürünleri işletmelerinde çalışanların eğitim düzeylerinin çoğunlukla düşük olduğunu göstermektedir. Genel olarak incelenen işletmelerin % 72.8'inde ücretli işgücü, % 27.2'sinde ise aile (ortak) işgücü kullanılmaktadır. Üretimleri 5 ton'dan az olan işletmelerde kullanılan ücretli işgücü ortalama 33.4 İB, aile işgücü 66.6 İB iken 40 ton ve üstü kapasiteli işletmelerde sırasıyla 87.4 İB ve 12.6 İB olduğu tespit edilmiştir.

Sermayenin sınıflandırılmasında sermaye unsurları aktift üretimdeki işlevlerine göre, pasifte ise yabancı ve öz sermaye olarak sıralanmıştır. Aktif; üretim alanı varlığı ve işletme varlığı toplamıdır. Genel olarak aktif içinde üretim alanı varlığının payı % 9.34, işletme varlığının payı ise % 90.66'dır.

İncelenen işletmelerde işletme başına brüt hasıla genel olarak 2 milyar TL. (173913 \$)*, işletme masrafları ise genel olarak 800 milyon TL./işletme (69565 \$) yöresindedir.

İncelenen işletmelerde masraf unsurlarının genel olarak işletme masraflarındaki oransal dağılımına göre toplam işletme masrafının % 73'ü cari masraf, % 17'si işçilik masrafı, % 10'u amortisman olarak hesaplanmıştır. İşletmelerde

toplam cari masrafların % 53'ünü yem masrafları oluşturmaktadır. Yem masraflarını, yavru alım masrafı (% 30), mali harcamalar (% 7), akaryakıt (% 4), bakım onarım harcamaları (% 3), ilaç, vitamin harcamaları (% 2) ve kira (% 1) izlemektedir. İncelenen işletmelerde toplam işçilik masrafları genel olarak işletme başına 134 milyon TL. (11652 \$) olarak hesaplanmıştır. İşçilik masraflarının genelde % 67.4'ünü ücretli işgücü, ücretli işgücü masrafının % 96.3'ünü ise daimi işgücü tutarı oluşturmaktadır. İncelenen işletmelerde genel olarak toplam amortisman tutarının dağılımı incelendiğinde toplam amortisman tutarının % 44'ü havuzlar, % 32'si alet makineler, % 22'si araç-gereç, % 2'si binalar için hesaplanmıştır.

Güney Ege'de Çipura ve Levrek İşletmelerinde Ekonomik Optimizasyon Noktasının Saptanması

Ekonomik optimizasyon; bir işletmede en uygun masraf kombinasyonu ile en uygun gelir düzeyine ulaşılması olarak tanımlanabilir. Güney Ege bölgesinde incelenen su ürünleri işletmeleri ile sınırlı kalmak koşulu ile ekonomik optimizasyon noktasının saptanmasında doğrusal programlama problemlerinin çözümünde yaygın bir yöntem olan "Simpleks Yöntemi" kullanılmıştır. Öncelikle amaç fonksiyonu oluşturularak ürün bazında birim kar gözönüne alınmış, "işletmede maksimum kara ulaşılabilmesi için ne miktarda üretim yapılması gerektiği" sorusuna yanıt bulunması amaçlanmıştır. Kısıtlayıcılar olarak yavru balık miktarı (adet), yem miktarı (kg) ve işçilik (iş birimi) ele alınmış, bu bağlamda simpleks tablosu düzenlenerek, optimal çözüme ulaşmak için gerekli işlemler gerçekleştirilmiştir. Sonuçta 282 ton balık üretimi olan ve karı yaklaşık 13 milyar TL. (1130435 \$) yöresinde bulunan

*1993 yılı Haziran Ayı Döviz kuru Ortalaması Deflatör Olarak Kullanılmıştır.

Çipura ve levrek işletmelerinde ekonomik optimizasyon ve verimlilik

işletmelerin ekonomik optimizasyona ulaşmış oldukları belirlenmiştir.

Bu arada Güney Ege'deki işletmelerin % 91'inin 40 ton'un altında üretim yaptığı düşünüldüğünde, işletmelerin "hangi üretim düzeyinde kara geçiş noktasına ulaşabileceğinin" belirlenmesinin de oldukça önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, kara geçiş noktasının saptanması benimsenmiştir. Öncelikle sabit ve değişken masraflar tespit edilerek brüt kar hesaplanmış, daha sonra aşağıdaki işlemler yapılarak;

$$A\% = \frac{\text{Sabit Giderler}}{\text{Brüt Kar}}$$

A: Kara Geçiş Noktası

A = 0.30 olarak hesaplanmıştır.

Kara geçiş noktasındaki satış tutarı ise yaklaşık 375 milyon TL. (32609 \$) olarak hesaplanmıştır. Ayrıca (A x Brüt Hasıla) kara geçiş noktasına ulaşmak için 4.5 ton'luk satış yapılmasının gerektiği de belirlenmiştir. Bu bağlamda yaklaşık 4.5 ton balık üreten ve yaklaşık 375 milyon TL.'lik (32609 \$) satış gerçekleştiren bir işletmenin varlığını koruması ve büyümesinin teşvik edilmesinin uygun olacağı düşünülebilir.

Araştırma alanı ve incelenen işletmelerle sınırlı kalmak koşulu ile "kara geçiş" ve "ekonomik optimizasyon" noktalarının belirlenmesine göre işletmelerde üretim düzeyinin, 4.5 ton/yıl'un altına ve 282 ton/yıl'un üstüne çıktığında ekonomik çalışmanın dışına çıkmış olduğu ifade edilebilir.

İncelenen İşletmelerde Verimlilik Durumu

Türkiye'de verimliliği artırma eğilimi tüm üreticilerde vardır. Ancak girişimci

ve çalışanlarda gerek ekonomik, gerek sosyal ve kültürel düzeyin, sistem ... yöntem olarak neyin ne zaman yapılacağı konusundaki, bilincin tam olarak oluşmamış olmasına etkisi olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, su ürünleri yetiştiricilik sektöründe verimliliğe yönelik bilincin gelişmesine katkıda bulunabilmek amacıyla çalışmada verimlilik konusu üzerinde durularak, işletmelerin verimlilik durumu ortaya konulacaktır. Verimlilik; işletme bazında üretilen ürünle üretimde kullanılan girdi ve faktörlerin oransal ifadesi anlamını taşımaktadır. Diğer bir söylemle; üretilen ürün miktarının üretim faktörlerinden birine veya birkaçına oranı olarak tanımlanır.

İşletmelerde verimlilik hesaplanırken, üretilen balığın miktarı (kg), işçilik (İB cinsinden işçi adedi) ve yem miktarı temel değişkenler olarak alınmıştır ve bu bağlamda işgücü produktivitesi ile yem produktivitesi hesaplanmıştır. İşletmelerde üretim kapasitesi arttıkça işgücü produktivitesinin artmakta olduğu belirlenmiştir. İşgücü produktivitesi I.grupta İB başına yaklaşık 2 ton, V.grupta 5 ton olarak hesaplanmıştır. Yem produktivitesinde en yüksek değere 20 ton ile 40 ton kapasiteli işletmelerin yer aldığı, IV.grupta (0.52) ulaşılmıştır.

İşletmede aktif olan işletmecilerin verimlilik ile ilgili olarak, bazı sorulara verdikleri yanıtlara çalışmada yer verilmesi faydalı görülmüştür. Bu bağlamda işletmecilere sorulan "Girişimde bulunmadan önce bir uzmanın fikrini aldınız mı?" ve "Üretim aktivitesi sürdürülürken uzmanlarla iletişiminiz söz konusu mudur?" sorularının yanıtları benzer oranda alınmıştır. Genel olarak işletmecilerin % 56'sı girişimde bulunmadan önce bir uzmanın fikrini almış olduklarını ve yine aynı oranda işletmeciler üretim aktivitesi

sürdürülürken uzmanlarla iletişimi sürdürdüklerini ifade etmişlerdir.

Önemli bir nokta, 40 ton ve üstü kapasiteli V.gruptaki işletmelerin tümünün sürekli olarak uzmanlarla ilişki içerisinde bulunduğuudur. Bu bağlamda yüksek kapasiteli olan V.grup işletmelerin yatırımlarının büyüklüğü nedeniyle risklere ve belirsizliklere karşı daha duyarlı oldukları ifade edilebilir. İncelenen işletmelerde yetiştiricilerin verimlilik artışı sağlamak amacıyla kimi yetiştiricilik ve işletmecilik tekniklerini kullandıkları gözlenmiştir. Verimlilik artışını sağlamada üreticilerce en çok vurgulanan sistem, yetiştiricilik tekniklerinden "Ürün çeşitlemesine gidilmesi"dir. Bunu daha sonra işletmecilik tekniklerinden "Sermaye arttırımı ve kredi desteği" izlemektedir.

İşletmelerde üretim maliyetlerini azaltmak için de kimi yetiştiricilik ve işletmecilik teknikleri kullanılmaktadır. İşletmelerin yaklaşık % 65'inde sürekli maliyet analizi yapılmakta, diğer bir söylemle maliyetler sürekli izlenmektedir. İşletmelerin yaklaşık % 13'ünde işletme maliyetlerini düşürmek, dolayısıyla verimlilik arttırmak amacıyla kayıpların (yem, sermaye, işçilik vb.) minimize edilmesine çalışılmaktadır. Ayrıca maliyet konusuna ilgisiz kalan işletmelerin oranı da % 17 düzeyindedir.

Deniz balıkları yetiştiricilik işletmelerinde verimliliği etkileyen faktörler olarak; işletme yerlerinin belirlenmesi, işletme planlaması, girdilerin sağlanması, üretim planlaması, kalite kontrol, kayıt tutma, balık sağlığının kontrolü, çalışanları özendirme, örgütlenme ve pazarlama konuları belirtilebilir.

Tesis kurulmasında Bakanlıkça bir engel bulunmayan yerler arasında, işletmeci tarafından deniz balıkları yetiştiriciliği

için işletme yeri saptanmasında sektörle ilgili teknik, ekonomik ve sosyal konular duyarlılıkla araştırılıp değerlendirilmediğinden verilen yanlış kararlar işletmeleri kayıplara uğratmaktadır. Bu bağlamda işletmeler, tesis yerlerinin yerel yönetimler tarafından belirli sürelerle değiştirilmesi ya da Tarım Köyişleri Bakanlığı İl Müdürlüklerinin işletmelere yasa gereği uyguladıkları yaptırımlar sonucunda zorunlu olarak yer değiştirme sorunlarıyla karşılaşmaktadırlar. Ayrıca işletmelerin kurulduğu alanların turizme açılması; otel, tatil kenti vs., yatların konaklama alanları haline gelmesi nedeniyle kullanım çeşitliliklerinin ortaya çıkmasının işletmelerin verimli çalışmasını olumsuz yönde etkilediği ifade edilebilir. Araştırmada işletmecilerle yapılan sorveylerde 6 işletmeci, verimlilik açısından öncelikle yer sorununu dile getirmişler ve bu konuda deniz balıklarının yetiştiriciliğine uygun alanların haritalanarak kıyı kullanım planlaması yapılmasının çok faydalı olacağını belirtmişlerdir. Yatırım planlaması; yatırımın tasarımı döneminde yatırım şekli, yatırımın yapılabileceği yer, kapasite durumu, fonlar, fonların akışları, kredi-öz kaynak dengesi, yapılacak yatırımın karlılık durumu bu bağlamda olabilecek gelir ve giderlerin tahmini, tesis için yapıların şekli, büyüklüğü, kullanılabilir inşaat malzemelerinin durumu, yetiştiriciliği yapılacak türün, eldeki mevcut koşullar, çevre koşulları ve üretim hedefi gözönüne alınarak belirlenmesi, eğer yatırım kredisi kullanılması düşünülüyorsa kullanılacak yatırım kredisinin içsel ve dışsal faktörler gözönüne alınarak planlanması kısaca nitelikli ve gerektiği ölçülerde iyi bir olabilirlik yapılmasının, üretim, rantabilite ve verimliliği önemli ölçüde etkilemekte olduğu belirtilebilir.

Girdi temininin ve kullanımının planlanması, istenilen zamanda istenilen miktarda ve istenilen nitelikte ürünün elde edilmesinde oldukça önemlidir. İncelenen işletmelerde en önemli girdiler yavru balık, yem ve işgücü olarak karşımıza çıkmaktadır. Yavru balık daha çok doğadan sağlandığından planlama yapılması güçlük arz etmektedir. Bu bağlamda, istenilen miktarda ve kalitede üretim gerçekleştirilememektedir. Bunun için kuluçkaevi tesisi sayısının artırılması ve elde edilen ürün miktar ve niteliğinin yükseltilmesi önem taşımaktadır. Yem tüketim planlaması, üretilen balık miktarına, türüne, çağına, gelişimine, çeşitli firmaların ürettiği yemlerin niteliğine göre oluşturulabilir. Bu bağlamda yem israfı önlenerek ve nitelikli yem kullanılarak verimlilik artırılabilir.

Çalışmada diğer girdiler sabit kabul edilerek üretim harcamaları arasında ilk sırada yer alan tüketilen yem miktarı ve üretim miktarı arasındaki ilişki ortaya konulmuş ve aşağıdaki fonksiyon elde edilmiştir.

$$Y = 2331 + 0.348 X$$

Y = Üretim miktarı

X = Yem miktarı

Bu fonksiyon ile üretilmek istenen balık miktarı için ne kadar yem tüketilmesi konusunda bir fikir edinmek olasıdır.

Verimliliği etkileyen faktörlerden birisi de, üretim sonunda elde edilen ürünün, üretim amacına ve tüketici istemine uygun olması için girdi ve çıktıda kalite kontrolünün yapılmasıdır. İncelenen işletmelerde "girdide kalite kontrolü yapıyor musunuz?" diye sorulduğunda cevapların genel olarak % 74'ü hayır, % 26'sı evet olmuştur. Genel olarak kalite kontrol konusunda işletmecilerin gerekli duyarlılığı göstermedikleri anlaşılmış bu-

lunmaktadır. Üründe kalite kontrolü sorulduğunda, işletmecilerin tümü ürünlerinin kaliteli olduğunu ifade etmişlerdir. İşletmelerde verimliliği kontrol etmek, üretim ve finans konularında planlama yapabilmek amacıyla, muhasebe, üretim ve verimlilik kayıtlarının tutulması işletme verimliliğinin sağlanmasında önem taşıyan konulardandır. İncelenen işletmelerin % 62'si muhasebe kaydı tutmaktaki amaçlarının, maliyet ve kar durumlarını izleyebilmek, gelecekte verimliliklerini arttırabilmek için yapabileceklerinin planlaması olduğunu ifade etmişlerdir.

Ayrıca işletmelerin % 81'i teknik kayıt tutmaktadır. Bu bağlamda, kullanılan yem miktarı, balıkların canlı ağırlıkları izlenerek teknik açıdan "verimlilik" olarak belirtilen yemin ete dönüşüm oranının hesaplanması amaçlanmaktadır. İncelenen işletmelerde yemin ete dönüşüm oranının 1.2 ile 5.1 arasında değişmekte olduğu görülmektedir. İşletmelerde bu oran yıllara göre izlenerek düşürülmeye çalışılmaktadır. Tabii ki yemin ete dönüşüm oranı düştükçe işletme verimliliği artacaktır.

Verimliliği doğrudan etkileyen önemli bir faktör mortalitedir. Kuşkusuz yığınsal üretimde doğal olarak belirli bir oranda mortalite kaçınılmazdır. Araştırma kapsamındaki işletmelere sorulan "mortaliteyi azaltmak için neler yaptıkları" sorusunun yanıtları işletmecilerin önemli bölümünün sağlık kontrolü ve mortalite konusunda bilinçli ve duyarlı davranmadıklarını ortaya koymaktadır. Oysa dezenfeksiyon ve hijyen kurallarına uyulması, düzenli ve deneysel kontrollerin yapılması, hastalık gözlemlendiğinde vakit geçirmeden tanı ve sağlığının gerçekleştirilmesi mortaliteyi minimize edecek ve verimliliği arttıracaktır.

Çalışanların özendirilmesi, başka söylemlerle sosyal ve ekonomik yönden teşvik edilmesi de verimlilik açısından önemlidir. İncelenen işletmelerin 4'ünde çalışanları özendirmek için ekonomik açıdan teşvik uygulandığı izlenmiştir. İşletmelerin ikisinde çalışanlara bir ağ kafes tahsis edilmiş olduğu, diğer ikisinde ise prim usulü ücretlendirme sisteminin uygulanmakta olduğu görülmektedir. Dört işletme yöneticisi de uyguladıkları özendirme sisteminin isabetli olduğunu, bu uygulamanın başlatılmasıyla verimliliğin arttığını gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Verimliliği etkileyen diğer iki faktör örgütlenme ve pazarlamadır. Gerçekte işletmecilerin karşılaşılan bürokratik engelleri aşabilmesi, girdi ve çıktı piyasasında etkin olabilmesi, sektörle ilgili yenilikleri sürekli olarak izleyebilmesi örgütlenme ile olasıdır. Bu bağlamda üretim faaliyetleri rasyonel bir şekilde gerçekleştirilmekte ve etkin bir verimlilik sağlanabilmektedir. İncelenen işletmelerde işletmecilere "sizce örgütlenme gerekli midir?" diye sorulduğunda genel olarak işletmecilerin % 84'ü "evet" yanıtını vermiştir. Bu durum genelde işletmecilerin konunun önemini kavradıklarının bir göstergesi

olabilir.

Pazarlama genellikle mal, fiyat, talep yaratma ve yer sözcükleri ile özetlenmekte ve bu işlevleri yerine getirebilmek için çabaların tümünü kapsamaktadır. Pazarlama konusu işletmelerin sürekliliği bakımından oldukça önemlidir. İşletmelerde pazarlama olanaklarını arttırmak amacıyla yürütülecek çalışmalar verimliliği arttırmaktadır. Bu bağlamda incelenen işletmelerde pazarlama olanaklarının artırılması ve pazarlama etkinliğinin sağlanması için neler yapıldığı ve/veya neler yapılabileceği sorulmuş, genel olarak işletmelerin % 30'unun (29 adeti) perakende satış, üretim artışı, balık pazarlayan firmalarla ilişki kurmanın, pazarlamada etkinliğinin sağlanmasında önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Sonuç olarak su ürünleri işletmelerinin, marjinal ve dağılık konumları gözönüne alınarak, karın maksimizasyonu ve masrafin minimizasyonu yönünde gerekli analizleri yapmalarının bu bağlamda düzenli teknik ve muhasebe kayıtları tutmalarının gerekliliği ayrıca, pazar ekonomisinin koşullarına uyum yönünde örgütlenerek kooperatifler biçiminde organize olmalarının uygun olacağı ifade edilebilir.

Kaynakça

- Allen, P.G., Botsford, L.W., Schuur, A.M., Johnston, W.E., 1984. Bioeconomics of Aquaculture, Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo.
- Arıkbay, C. ve ark., 1988. Verimlilik Arttırma Tekniklerinin Yaygın ve Etken Kullanımını Engellenen Faktörler, MPM Yayınları: 371, Ankara.
- Bailey, C., Marahudin, F., 1987. The Economics of Marina Fisheries: Costs and Earnings, P 103-124 Inc. Bailey A: Owiponggo and Marahudin (eds.) Indonesian Marine Capture Fisheries ICLARM Stud.Rev. 10, 196 p.
- Buss, K., 1982. Calculating the Productivity of a Water Supply for Aquaculture. In Proceedings of the Commercial Trout Farming Symposium. The Institute of Fisheries Management, P. 86-91, England.
- DİE., Su Ürünleri İstatistikleri (Çeşitli Yıllar), Ankara.
- Elbek, A.G., 1982. Su Ürünleri İşletmeciliği, (Ders Notu), E.Ü.Fen Fak. Hidrobiyoloji Enst.Yayını, Urla, İzmir.

Çipura ve levrek işletmelerinde ekonomik optimizasyon ve verimlilik

- Elbek, A.G., Saygı, H., Oktay, E., 1996. Su Ürünlerinde İstatistik, Ders Kitabı Dizin No: 9, E.Ü.Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:19, Bornova, İzmir.
- İşgören, D., 1996. Güney Ege'de Çipura ve Levrek İşletmelerinde Ekonomik Optimizasyon, Verimlilik ve Arttırıcı Önlemler, Doktora Tezi, İzmir.
- Meade, J.W., 1989. Aquaculture Management, An Avi Book, New York.
- T.O.K.B., 1993. Muğla Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları, Muğla.
- T.O.K.B., 1993. Aydın Tarım İl Müdürlüğü Kayıtları, Aydın.
- Yacovissi, W.A., Meade, J.W., 1988. The Economics of Profit Maximization. 2 (3): 11-12, Pennsylvania Salmonid.

Geliş Tarihi: 14.11.1996

Kabul Tarihi: 18.12.1996

Liza ramada Risso (1826) (Mugilidae, Teleostei) Ovaryumlarının Gelişimi Üzerinde Histolojik Çalışmalar

Sema İşisag

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.

Abstract: *Some histological investigations on the ovaries of Liza ramada Risso (1826) (Mugilidae, Teleostei).* The general histological structure of the ovaries of mullets was investigated. The annual cycle of ovarian development were represented by the changes in GSI and five stages of oogenesis were described according to the microscopical appearance, tinctorial properties and yolk deposition of oocytes.

Özet: *Liza ramada* (Kefal balığı, Ceyran balığı) ovaryumlarının genel histolojik yapısı araştırılarak ovaryum gelişiminin yıllık çemberi GSI değişimleriyle belirlenmiş ve oositlerin mikroskopik görüntüleri, boyanma özellikleri ile vitellüs birikimlerine dayanılarak oogenezinin baş evresi ayrıntılarıyla tanımlanmıştır.

Giriş

Balık biyolojisi ve üreme fizyolojisi alanındaki çalışmalarda gonadlar ve akuakültürde kontrollü yumurtlamanın taşıdığı önem açısından da özellikle teleost ovaryumları geniş ölçüde kullanılmaktadır. Ovaryumların histolojik yapısı; Barr (1963), Brakevelt ve McMillan (1967), Moser (1967), Zanuy ve Carillo (1973), Villani ve Lumare (1975), Hastings (1981), Nagahama (1983), Hoffman ve Grau (1989), Kjesbu ve Kryui (1989), Vizziano ve Berois (1990), Cole ve Saphiro (1990, 1992), Murayama ve ark. (1995), Mylonas ve ark. (1997) gibi

birçok araştırmacı tarafından ve çeşitli türlerde ayrıntılarıyla verilmiştir. Ayrıca ovaryum ve oositlerin ince yapılarını belirleyen çalışmalara bulunmaktadır (Riehl ve Greven, 1990, 1993; Kagawa, 1991; Patzner ve Kaurin, 1997).

Geniş yayılım alanı gösteren kefal balığı türlerinde ovaryum yapısı üzerinde de farklı yönlerden yapılmış araştırmalar vardır (Gandolfi ve ark., 1969; Shehadeh ve Ellis, 1970; Kuo ve ark., 1974; Liao, 1977; Van der Horst ve Lasiah, 1989). Çeşitli enzimlerin ve diğer biyokimyasal maddelerin kullanılmasıyla, histokimyasal özelliklerin belirlenebilmesini amaçlayan

raporlarda da; değişik türlerin ovaryum yapılarına ilişkin ayrıntılı bilgiler mevcuttur (Tam ve ark., 1983; Quinito ve ark., 1989; Tao ve ark., 1996; Rincharde ve ark., 1997).

Son dönemlerde uygulamalı histokimyasal incelemelerin yanısıra; doğal ve suni olarak yumurtlamış olan bazı türlerin üreme biyolojileri üzerinde değişik ve geniş açılımlar sergileyen çalışmaların yoğunlaşması dikkati çekmektedir (Cole ve Saphiro, 1992; Cihangir, 1991, 1994; Witthames ve Walker, 1995; Hsiao ve ark., 1996). Doku bilimi araştırmaları ile uygulamalı araştırmalar arasındaki karşılıklı veri değişiminin önemi, bu bağlamda bir kez daha gündeme gelmektedir.

Temel histolojik çalışmalarla elde edilecek verilerin, uygulamalı ve ayrıntılı çalışmalara esas olacağı noktasından hareketle yapılan bu araştırmada; İzmir Körfezi'nde balıkçılığın önemli türlerinden biri olan *Liza ramada* Risso (1826) (Kefal balığı, Ceyran balığı) ovaryumlarının yıllık gelişim evrelerinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Materyal ve Metod

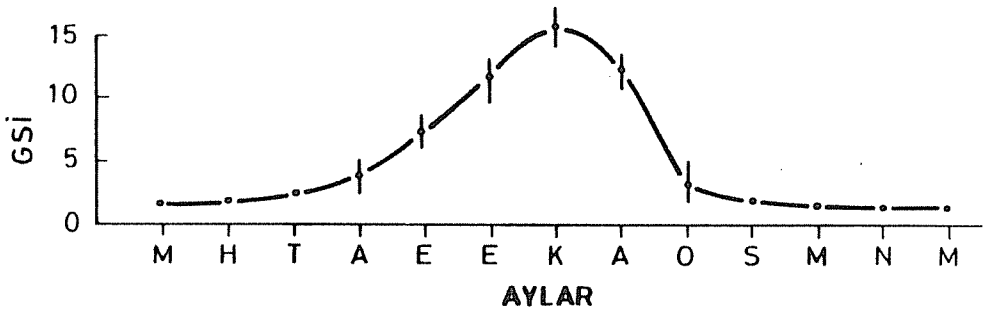
Bir yıl süreyle her ayın başı, ortası ve sonunda İzmir Körfezi'nden toplanmış bulunan *Liza ramada* örneklerine ilişkin kayıtlardan cinsiyet, vücut ve gonad ağırlıklarını belirleyen veriler değerlendirilerek, gonad ağırlığı/vücut ağırlığı x 100 formülünün kullanılmasıyla gonadosomatik indis (GSI) değerleri saptanmıştır. Ovaryumlarda değişik gelişim aşamalarındaki oositlerin aylara göre dağılımı oküler sayma kamarası kullanılarak genel anlamda değerlendirilmiştir.

Histolojik çalışmalar için değişik dönemlerde toplanan örneklerden arazide alınan ovaryum parçaları Bouin eriyiği kullanılıp tesbit edilmiş ve 4-6 μ kalınlığındaki kesitler hematoxilin-eosin ile boyanarak ışık mikroskobunda incelenmiştir.

Bulgular

I. Ovaryum Gelişiminin Yıllık Döngüsü

Liza ramada örneklerinde yumurtlama periyodu Kasım ayında başlamakta, Aralık ayında devam ederek Ocak ayında son bulmaktadır. Gonadosomatik indis (GSI) verilerine ilişkin tablodan da izleneceği



Şekil 1. Dişi *L. ramada* örneklerinde bir yıllık GSI değerleri.

L. ramada ovaryumlarının gelişimi

üzere (Şekil 1) maksimum değere Kasım ayında ulaşmıştır.

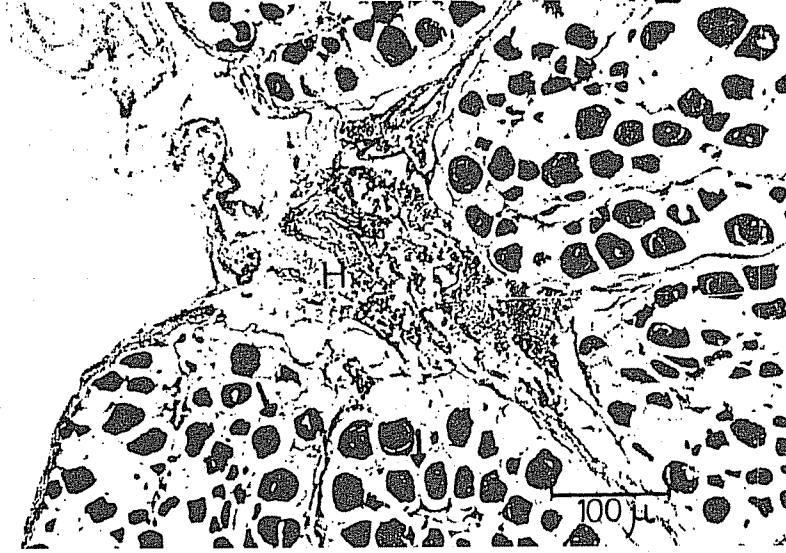
II. Ovaryumun Genel Yapısı

Posterior vücut boşluğunda yerleşmiş bulunun uzamış şekilli bir çift ovaryum, bağ dokusu ve düz kas hücrelerinden oluşan kapsülle çevrenir. Gonad ağırlıkları düşük bireylerde, ovaryum sıkı dokulu bir görünüme sahiptir ve kapsül incedir. Gelişme ilerledikçe, ovaryum ağırlığındaki artışa paralel olarak kapsül kalınlaşır ve yoğun bağ dokusu ile kan damarlarından oluşan hilum kısmından ovaryum içerisine doğru fibrovasküler dallanmalar uzanır (Şekil 2). Stroma bu dallanmaların lameller halinde ayrılmasıyla başlangıca oranla çok daha gevşek ve boşluklu bir yapı gösterir. Oogoniumlar lamellerin içerisinde oogonial ağ veya oo-

gonial küme olarak tanımlanabilecek gruplar halinde bulunurlar. İleride yumurta hücrelerine dönüşecek olan taslakların çevresi fibrovasküler lamellerin epitel hücreleriyle çevrilidir (Şekil 2, 4). Bu hücreler zamanla oositleri çevreleyecek olan kılıfların da kökenini oluştururlar.

Bu genel yapı paralelinde, oogoniumların oositlere dönüşmesi ve olgun yumurta hücrelerinin oluşumu, Kuo ve ark., (1974) tarafından yapılan ayırım esas alınarak, başlıca dört evre altında incelenmiştir. Bunlar; pirem oosit evresi, kesecikli vitellüs evresi, damlacıklı vitellüs evresi ve olgunluk evresidir.

Sözkonusu evrelerin aylara göre belirlenen gözlenme sıklıkları Şekil 3'de genel anlamda verilmektedir.



Şekil 2. Gelişme başlangıcında ovaryumun genel yapısı. Hilum (H) bölgesinden uzanan fibrovasküler dallanmalarla kümeler halinde ayrılan oogoniumları çevreleyen farklılaşmamış epitel kılıflar (→). x200.

		A		Y		L		A		R			
		M	H	T	A	E	E	K	A	O	Ş	M	N
E	I	333	333	333	322	222	111	111	111	111	122	222	333
V	II	000	000	000	123	333	332	222	211	100	000	000	000
R	III	000	000	000	000	012	333	333	333	321	100	000	000
E	IV	000	000	000	000	000	001	233	332	210	000	000	000

3: Çok bol 2: Bol 1: Az 0: yok

Şekil 3. Primer oosit (I), Kesecikli vitellüs (II), Damlacıklı vitellüs (III) ve Olgunluk (IV) evrelerinin aylara göre görülme sıklıkları.

Olgun yumurtaların vücut dışına atılmalarından sonra da oositi çevreleyen folikül kılıfları, foliküler yapılar dönüşmektedir. Ancak hemen belirtmek gerekir ki, hücrelerin hepsi yumurta olarak vücut dışına atılacak biçimde olgunlaşamaz. Vitellojenik oositlerde daha fazla görülmek üzere birçoğu, oosit gelişiminin herhangi bir basamağında bozunmaya (atresia) uğrar ve folikül kılıfları yine foliküler yapılar dönüşür. İster yumurtlama sonrasında, isterse bozunma sonucu oluşsunlar, bu yapılar ovaryumun steroid hormon kaynaklarıdır (Nagahama, 1983).

Oogoniumların oositlere ve olgun yumurtaya dönüşüm safhaları ayrı ayrı ele alınmıştır:

III. Oositlerin Gelişim Evreleri

1. *Primer Oosit Evresi:* Ovaryum dokusunun sıkı görüldüğü bu evrede oogoniumlar homojen ve koyu bazofilik boyanmış durumdadır (Şekil 2). Primer oositlere yumurtlama periyodunda (Kasım-Ocak) çok daha az olmak kaydıyla yılın diğer zamanlarında da rastlanır. Sayıların Şubat ayı ortalarında artmaya başladığı Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarında bol miktarda buldukları, Ağustos ortasından itibaren azaldıkları gözlenmiştir (Şekil 3).

Farklılaşmamış epitel hücreleriyle

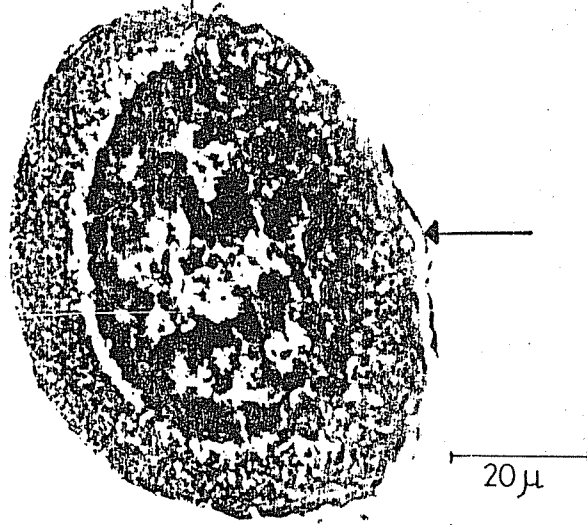
çevrelenen oositler genellikle yuvarlak veya oval, bazen düzensiz şekillidirler. Nukleusları sitoplazmaya oranla çok büyüktür. Başlangıçta nukleus içerisinde çok koyu bazofilik boyanan, dağınık haldeki kromatin materyal gözlenirken (Şekil 4) daha sonra stiplazma oranının artışı paralelinde koyu bazofilik renk yavaşça açılır ve oositlerin şekilleri de düzgün yuvarlak halini alır. Bu sırada dıştaki epitel hücreleri çoğalıp farklılaşmaya başlar. Nukleusun kromatin materyali iyice seyrelir ve belirlemeye başlayan çok sayıda nukleolusun dağınık yayılımı ile nukleuslar vakuollü, boşluklu gibi görünür (Şekil 5).

Primer oosit evresinin sonuna doğru oositi çevreleyen epitel hücreleri follikül kılıflarını oluşturmaya başlamışlardır. Dışta teka ve içte granüloza tabakaları ayırt edilebilir. Yumurta çevresinde, zona radiata tabakası da belirmektedir. Bu sırada nukleoluslar nukleus çevresinde düzgün bir sıra oluştururlar (Şekil 6).

2. *Kesecikli Vitellüs Evresi:* Ağustos ortasından itibaren Ekim ayı başlarına kadar alınan örneklerde çok bol miktardadır. Ekim sonundan başlayarak azalık ve Ocak ayı ortasından itibaren gözlenemezler (Şekil 3).

Oosit stiplazmasının küçük taneciklerle

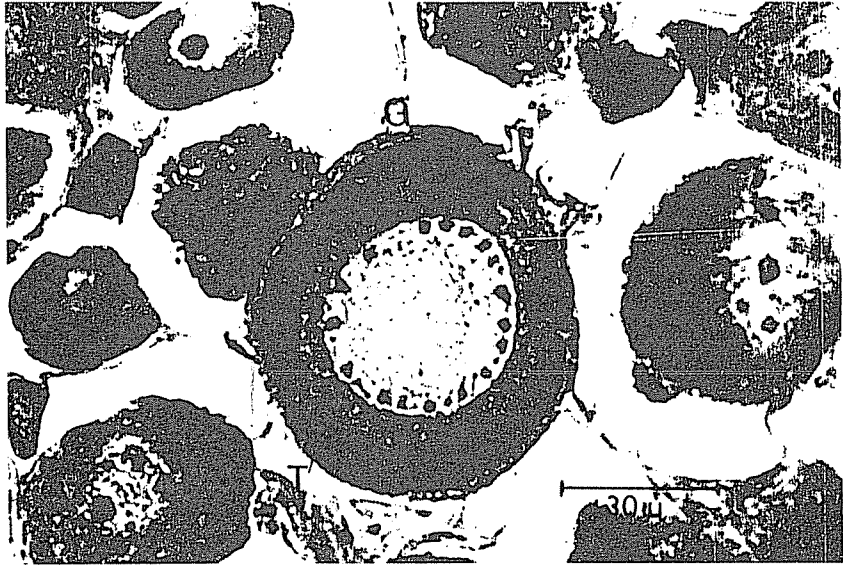
L. ramada ovaryularının gelişimi



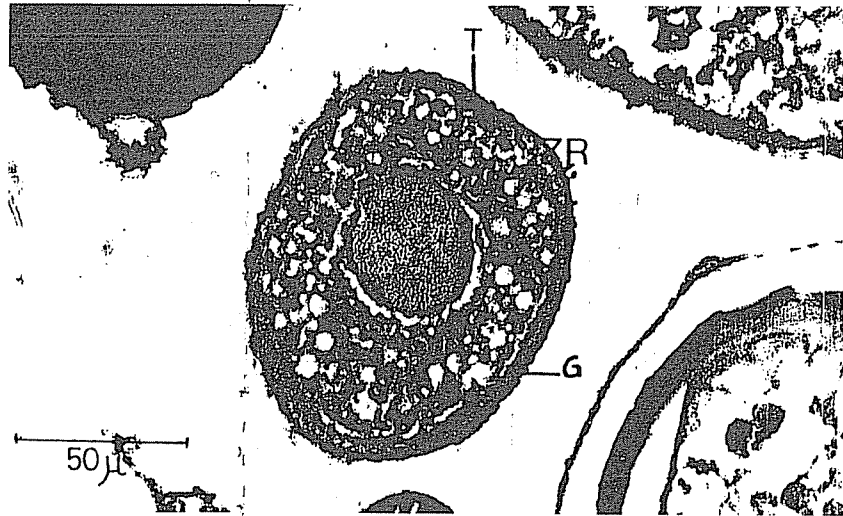
Şekil 4. Gelişmesinin başlangıcındaki oval şekilli primer oositi çevreleyen farklılaşmamış epitel kılıf (→), oosit nukleusu içinde koyu, dağınık halde kromatin materyali. x1300.



Şekil 5. Primer oosit evresinde ilerleme. epitel kılıfta farklılaşma başlaması ve nukleusda dağınık durumda beliren nukleoluslar (→). x900.



Şekil 6. Primer oosit evresi sonunda beliren folikül kılıfları (Teka-T ve Granülosa-G); yumurta zarı (YZ) çevresinde zona radiata tabakasının (ZR) oluşmaya başlaması; Nukleusda düzgün dizilmiş nukleoluslar. x900.



Şekil 7. Kesecikli vitellüs evresi. boyanmamış ve boyalı vitellüs kesecikleri (VK) ile Zona radiata (ZR) ve Folikül kılıfları teka (T) ile Granulosa (G). x520.



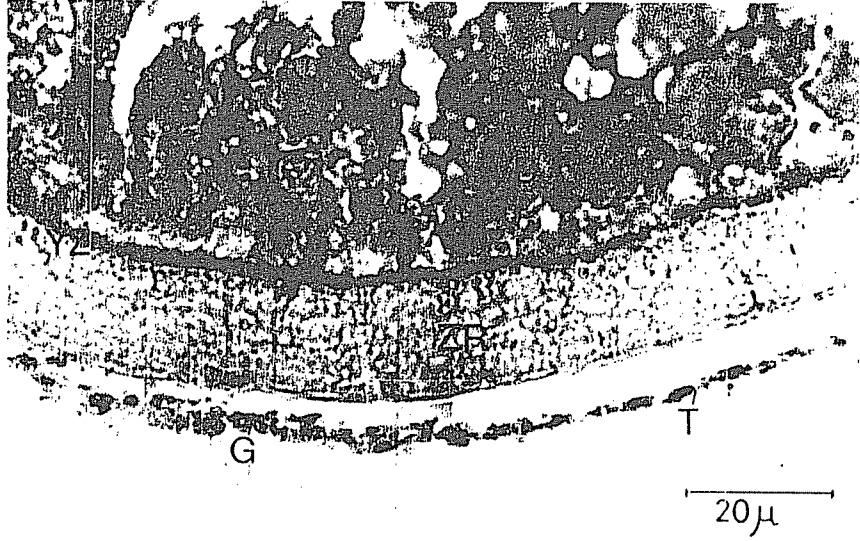
Şekil 8. Damlacıklı vitellüs evresi. çevreden başlayarak yayılan vitellüs damlaları (VD) ve animal kutba doğru göç eden nukleus. (→). x450.

dolu bir görünüm almasıyla başlayan bu safhada önce nukleus etrafında ince bir tabaka halinde oluşan vitellüs kesecikleri çok küçüktürler ve hematoksin-eosin ile boyanmazlar. Gelişme ilerleyince hızla biraraya gelerek büyür ve yayılırlar (Şekil 7). Uygulanan boyama tekniğiyle renklerinin açık pembe olduğu görülür. Bu evrede nukleusun çevresinde tek ve düzgün bir sıra oluşturan nukleusların küçülerek dağıldıkları, nukleus zarının düzensizleştiği, yer yer kaybolduğu saptanmıştır. Zona radiata artık iyice belirgindir, folikül kılıfları rahatlıkla ayrılabilir.

3. Damlacıklı Vitellüs Evresi: Eylül ortalarından itibaren toplanan örneklerde görülmeye başlar. Ekim, Kasım ve Aralık aylarında alınan örneklerde sık rastlanan safhadır. Ocak ayı ortalarından başlayarak nisbeten azalır ve Şubat ayı ortasından itibaren gözlenemez (Şekil 3). Oositlerin si-

toplazmaları iri damlalarla doludur. Önce dış tarafta beliren koyu renkli boyanmış vitellüs damlaları (Şekil 8) daha sonra sitoplazmanın tümünü kaplar. İlk iki safhaya göre oldukça küçülmüş olan nukleusda zar görülemez, nukleoluslar da çok zor seçilir. Safhanın sonuna doğru iyice küçülerek belirsizleşen nukleus, animal kutba doğru göç etmeye başlar. Bu safhada oosit kılıfları çok iyi gelişmiş biçimdedir. Zona radiata kalın, düzenli, çizgili bir yapıdadır. Foliküler kılıfta granüloza hücrelerinin dışında teka hücreleri de gayet belirgindir (Şekil 9).

4. Olgunluk Evresi: Ekim sonunda toplanan örneklerden başlamak üzere Kasım ve Aralık aylarında bol miktarda gözlenmiştir. Ocak ayı başlarında az miktarda görülmektedir. Ocak ortasına doğru artık gözlenemez (Şekil 3). Bu evrede birbirlerinden ve stromadan kolayca ayrılan



Şekil 9. Damlacıklı vitellüs (VD) evresinde çok iyi gelişmiş durumdaki follikül zarları. Folliküler kılıfta teka (T) ve granüloza (G) tabakaları; tipik çizgili görünümüyle zona radiata (ZR) ve yumurta zarı (YZ). x1300.

çok sayıdaki küçük yumurtalar, ovaryuma tanecikli bir görünüm verir. Oositlerde nukleus göçü tamamlanmış ve vitellüs damlacıklarının birbirleriyle kaynaşması sonucu vitellüs homojen, yarı şeffaf bir görünüm almıştır (Şekil 10). Klasik tesbit ve boyama yöntemleriyle zarlarda düzensizleşme, kıvrılma oluşmakta, ayrıca olgun yumurtaların tipik özelliği olan yağ damlası da erimektedir. Yumurtalar dış zarların bir noktada açılmasıyla serbest kalırlar.

III. Foliküler Yapılar

Bu yapılar yumurtlama öncesi oosit gelişiminin herhangi bir evresinde çeşitli fizyolojik ve çevresel koşulların etkisiyle oositlerin bozulmasını izleyerek, folikül kılıflarından oluşmaları durumunda; atretik yapılar olarak adlandırılırlar. Ayrıca, yumurtlama sonrasında ovaryum içinde kalan foliküler kılıflardan da meydana ge-

lirler. Çalışmanın bu aşamasında foliküler yapıların yumurtlama öncesi ve sonrası olarak ayrımı yönüne gidilmekten kaçınılmış, yalnızca genel anlamda bir değerlendirme yapılmıştır.

Atresia sürecine giren oositlerin şekli bozulmakta, vitellüs vesiküllerinde de yaygın dejenerasyon gözlenmektedir (Şekil 11). Foliküler yapılar arasında her ne kadar içlerinin boş görünümü nedeniyle yumurtlamadan sonra oluştukları düşünülebilecek olanlara az sayıda rastlanılmışsa da, yukarıda belirtilen nedenlerle bütün bu yapıların ayrıntılı olarak daha sonra değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tartışma

Teleost ovaryumları üreme dönemine göre çeşitli evrelerdeki oositlerden, bunları çevreleyen folikül hücrelerinden, sinirsel damarlarla zenginleşen fibro-

L. ramada ovaryumlarının gelişimi



Şekil 10. Preparasyon nedeniyle düzensiz ve kıvrımlı gözlenen olgun bir yumurtada homojen görünümlü vitellüs ve erimiş yağ damlası (YD). x450.



Şekil 11. İçi dejenere vitellüsle dolu (altta) ve boş (üstte) gözlenen foliküler yapılar. x580.

vasküler dallanmalardan, sinirsel yapılardan ve hepsine yataklık eden stromadan oluşur (Nagahama, 1983). Bu paralelde *Liza ramada* ovaryumlarının genel histolojik yapısı *Mugil saliens* (Gandolfi ve ark., 1969), *Mugil cephalus* (Shehadeh ve Emmis, 1970; Kuo ve ark., 1974) *Liza richardsonii* ve *Liza dumerilii* (Van der Horst ve Lasiah, 1989) türlerine çok büyük ölçüde benzemektedir. Ayrıca *Serranus cabrilla* (Zanuy ve Carillo, 1972), *Carassius auratus* (Khoo, 1975; Kobayashi ve Stacey, 1993), *Epinephelus akaraa* (Tam ve ark., 1983), *Fundulus heteroclitus* (Drake ve ark., 1987; Hsiao ve ark., 1996), *Thalassoma duperrey* (Hoffmann ve Grau, 1989), *Gadus morhua* (Kjesbu ve Kryui, 1989), *Ophidion barbatum* (Casadavall ve ark., 1993), *Solea solea* (Witthames ve Walker, 1995), *Morone saxatilis* (Mylonas ve ark., 1997) ve *Sardina pilchardus* (Cihangir, 1991) türlerinde belirlenen genel yapıya da ana hatlarıyla uygunluk göstermektedir.

Liza ramada'da, GSI değerlerinden de izlendiği üzere, Kasım-Ocak arasında, uzun bir yumurtlama dönemi gözlenmiştir. Yumurtlama dönemi boyunca, değişik gelişim evrelerindeki oositler birarada bulunmaktadır (Şekil 7, 9). Bu durum, *Liza ramada*'nın birçok defada, dizi halinde, kısmi yumurtladığının bir göstergesidir. Hunter ve ark., (1985) tarafından ayrıntılarıyla tanımlanan bu yumurtlama biçimi, oositlerin asenkronize gelişiminin bir sonucudur. Birçok defada yumurtlayan türlere örnek olarak *Ophidion barbatum* (Casadavall ve ark., 1993), *Sardina pilchardus* ve *Engraulis engrasicholus* (Cihangir, 1994), *Scomber japonicus* (Mura-yama ve ark., 1995), *Alburnus alburnus* ve *Blicca bjoerkna* (Rinchard ve ark., 1997) verilebilir.

Liza ramada ile aynı familyaya dahil olan *Mugil cephalus*'da ise ovaryumun senkronize geliştiği not edilmiştir (Kuo ve ark., 1974).

Ayrıca, *Thalassoma duperrey*'de (Hoffman ve Grau, 1989) başlıca üç aşamada tamamlanan ovaryum gelişiminin senkronize olarak rapor edilmesine rağmen; vitellüslü yumurtaların her üç evrede de oosit kompozisyonunun % 30'unu oluşturduklarının bildirilmesi, çelişik ve yorumlanması güç bir bilgi olarak kaydedilebilir.

Cihangir (1991); Hunter ve Macewicz'e (1985) aften, önceki çalışmalarda tanımlanan safhaların histolojik özellikler açısından değerlendirilmesiyle, teleostlarda yumurta gelişimini dört esas safhaya ayırmaktadır. Vitellüssüz, kısmen vitellüslü, vitellüslü ve sulanmış yumurtalar olarak verilen bu ayırımın pratikte çok büyük yarar sağlayacağı açıktır. *Thalassoma duperrey*'de oosit büyümesini, günlük gel-git döngüsündü histolojik ve morfolojik olarak inceleyen Hoffmann ve Grau (1989) oositlerde previtellojenik, vitellojenik ve sulanmış evreleri tanımlamaktadır. Vizziano ve Berois (1990) ise *Macrodon ancylodon*'da oogonik, bazofilik, lipid vitellüs kesecikli, protein vitellüs kesecikli, olgun ve olgun-sulanmış olmak üzere altı gelişim evresi vermektedirler. Benzer biçimde Casadavall ve ark., (1993) tarafından da, *Ophidion barbatum* için altı gelişim aşaması belirlenmiş; bunların üçünün previtellojenik, üçünün de vitellojenik olduğu rapor edilmiştir. Kobayashi ve Stacey (1993), *Carassius auratus*'da; Witthames ve Walker (1995) *Solea solea*'da previtellojenik ve vitellojenik dönemler tanımlamışlardır. Anlaşıldığı üzere, terminolojideki uyumsuzluğa rağmen araştırmacılar, gelişimin esasta vitellüssüz ve vitellüslü olarak iki

L. ramada ovaryumlarının gelişimi

temel dönem içerdiği konusunda birleşmektedirler.

Sunulan araştırmada, yalnızca oositlerin gelişim aşamalarının histolojik açıdan olabildiğince detaylı verilebilmesi amaçlandığından, gelişim süresi boyunca yumurta hücrelerinin mikroskopik görünümlerine çok uygun bulunan terminoloji (Kuo ve ark., 1974) tercih edilmiştir. Bu doğrultuda; primer oosit evresi vitellüssüz, olgunluk evresi de dahil olmak üzere diğerleri ise vitellüslü döneme karşılık gelmektedir.

İsmlendirme farklılıkları oositlerin temel gelişim sırasını etkilememekle beraber, ayrıntıdaki bazı değişikliklerden söz etmek gerekir. Çalışmamızda primer oosit evresi olarak adlandırılan safha *Paracentropristis cabrilla*'da A, B, C ve D olarak üç aşamada tanımlanmış (Zanuy ve Carillo, 1973), *Fundulus heteroclitus* için Drake ve ark. (1987); *Ophidion barbatum* için de Casadavall ve ark. (1993) tarafından I ve II.nci safha olarak rapor edilmiştir. Ancak, bu evrenin başlangıcında *Liza ramada* ovaryumlarında tipik biçimde gözlenen (Şekil 2), Tam ve ark. (1983) tarafından da *Epinephelus akaara*'da tanımlanan, nukleusun kromatinle dolu görünümünden, gerek *Paracentropristis cabrilla* ile *Fundulus heteroclitus* ve gerekse *Ophidion barbatum* ile ilgili literatürde bahis yoktur. Buna karşılık bütün araştırmacılar oosit sitoplazmasının başlangıçta gösterdiği koyu bazofilik özelliğin gelişme ilerledikçe asidofilik olduğu konusunda aynı fikirdedirler.

Liza ramada'da vitellüs, oositlerin 2. ve 3. gelişim evrelerinin adlandırılmasına esas oluşturduğu üzere, kesecikler ve damlacıklar halinde gözlenmiştir. Olgunluk evresinde de homojen durumdadır *Gadus morhua*'da, sulanma aşamasının son-

larında, vitellüsün kristalize tanecikler halinde depo edildiği bildirilmiştir (Kjesbu ve Kryui, 1989). *Macrodon oncyodon*'da ise, vitellüs keseciklerinin, gelişim evrelerine göre önce lipid, sonra protein yapısındaki keseciklerde depo edildiği rapor edilmiştir (Vizziano ve Berois, 1990). *Morone saxatilis*'de, damlacıklar halinde biriken vitellüs belirlenmiştir (Mylonas ve ark., 1997). Depolanma biçimi ile biyokimyasal yapı arasında, kuşkusuz bağlantılar bulunmalıdır. Ancak bunlar, daha ileri tekniklerin kullanılacağı araştırmaların konusudur.

Olgun yumurtalarda ovaryum içerisindeyken de gözlenebilen yağ damlası oluşumu *Mugil chelo* (Erman, 1961), *Mugil cephalus* (Kuo ve ark., 1974) ve *Sardina pilchardus* (Cihangir, 1991) için de rapor edilmiştir. *Liza richardsonii*, *Liza dumerilii*, *Monodactylus falciformis* ve *Pomadasys olivaceum* türlerinde ise, yağ damlası büyüklükleri, doğal ve suni yumurtlamış olan örneklerde karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Van der Horst ve Lasiyah, 1989). *Morone saxatilis*'de, oositlerin erken olgunlaşması ile yağ damlasının homojenizasyonu arasında bağlantı olduğu not edilmektedir (Mylonas ve ark., 1997). Bu türün, lipid içeriği yüzdesi açısından da, diğer Moronidae familyası üyelerinden daha farklı gelişim gösteren oositlere sahip olduğu ve bırakılmış yumurtalarda lipid ve vitellüs kütlelerinin tamamen kaynaştığı belirtilmiştir. Bu araştırmada kullanılan histolojik yöntemlerle, temel işlevi yumurtanın pelajik durumda bulunmasını sağlamak ve prelarva-postlarva gelişiminde ek besin kaynağı oluşturmak olan (Hoşsucu, 1996) yağ damlasının eridiğini ve olgun oositlerle dolu ovaryumlardan kesit alınmasında da güçlüklerle karşılaşıldığını tekrar not etmek isteriz. Bu nedenle yağ damlasına

yönelik herhangi bir gözlem ve değerdendirme yapılamamıştır.

Oosit kılıflarından zona radiata, *Hetandria formosa* ve *Ameça splendens* gibi vivipar türlerde, oviparlara oranla daha ince olarak rapor edilmiştir (Riehl ve Greven, 1990). Sekiz vivipar tür üzerinde yapılan ince yapı çalışmlarında da, iç ve dış olarak iki kısma ayrılabilirdi; hatta *Girardinichthys multiradiatus*'da en dışta bir de jelatin örtü bulunduğu bildirilmiştir (Riehl ve Greven, 1993). Bu tür bilgilerin ilerideki araştırmalarda elektron mikroskopuyla değerdendirilmesi gerekmektedir.

Oosit kılıflarından teka ve granülosa tabakalarından orijinlenen foliküler yapıların, ovaryumun steroid hormon sentezleyen esas endokrin dokuları oldukları bilinmektedir (Nagahama, 1983; Vizziano ve Berois, 1990; Kagawa, 1991). Bu yapıların hem yumurtlama öncesinde atretik yapılar olarak, hem de yumurtlama sonrasında korpus luteuma gelişerek oogoniumlara dönüştükleri de (Khoo, 1975) bildirilmiştir. Sözkonusu yapıların yalnızca genel anlamda değerdendirildiği araştırmamızda bu ayrıntılara girilmemiştir.

Kaynakça

- Barr, W.A., 1963. The endocrine control of the sexual cycle in the plaice, *Pleuronectes platessa* (L.). Gen. Comp. Endocrinol. 3: 197-204.
- Braekvelt, C.R., McMillan, D.B., 1967. Cyclic changes in the ovary of the brook stickleback, *Eucalia inconstans* (Kirtland). J. Morphol. 1123: 373, 396.
- Casadavall, M., Bonet, S., Matallanas, J., 1993. Description of different stages of oogenesis in *Ophidion barbatum* (Pisces, Ophiidae). Environ. Biol. Fishes, 36: 127-133.
- Cihangir, B., 1991. Ege Denizi'nde sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1972)'nın üreme biyolojisi ve büyümesi. Doktora Tezi. İzmir.
- Cihangir, B., 1994. Üreme döneminde çok kez, farklı zaman aralıklarında yumurta bırakan (Hamsi, Sardalya vb.) balık stoklarının saptanmasında kullanılan bir yöntem: Günlük yumurta verimi yöntemi. Tr. J. of Zoology, 18: 153-160.
- Cole, K.S., Saphiro, D.Y., 1990. Gonad structure and hermafroditism in the gobiid genus *Coryphopterus* (Teleostei: Gobiidae) Copeia, 1990: 966-973.
- Cole, K.S., Saphiro, D.Y., 1992. Gonadal structure and population characteristics of the protogynous goby *Coryphopterus glaucofraenum*. Marine Biol. 113, Number 1, 1-9.
- Drake, P., Arias, A.M., Sarasquete, M.C., 1987. Reproduccion de *Fundulus heteroclitus* (Linneo, 1758) (Pisces, Ciprinodontidae) en medio hipersalino. Inv. Pseq. 51 (2): 183-197.
- Erman, F., 1961. *Mugil chelo* C.'nun biyolojisi hakkında. Hidrobiyoloji Mecmuası Seri A, IV: 82-96.
- Gandolfi, G., Caronna, E., Orsini, P., 1969. Ermafroditismo in *Mugil saliens* Risso (Pisces, Mugilidae). Boll. Pesca Piscic. Idrobiol. XXIV, f.1.
- Hastings, P.A., 1981. Gonad morphology and sex succession in the protogynous hermaphrodite *Hermanthias vivanus* (Jordan and Swain). J. Fish Biol. 18: 443-454.
- Hoffman, K.S., Grau, E.G., 1989. Daytime changes in oocyte development with relation to the tide for Hawaiian saddleback wrasse, *Thalassoma duperrey* J. Fish Biol. 34: 529-546.
- Hoşsucu, B., 1996. Bazı Deniz Balıklarının Üreme Biyolojisi. Ders Notları. E.Ü. Fen Bilimleri Enst.
- Hsiao, S-M., Limesand, S.W., Wallace, R.A., 1996. Semilunar follicular cycle of a intertidal fish: the *Fundulus* model. Biol. Reproduction 54: 809-818.

L. ramada ovaryumlarının gelişimi

- Hunter, J.R., Macewicz, B.C., 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. In: an egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy, *Engraulis mordax*. Ed. R. Laster. U.S. Dept. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS. 36: 76-94.
- Hunter, J.R., Lo, N.C.H., Leong, R.J.H., 1985. Batch fecundity in multiple spawning fishes U.S. Dept. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS 36: 67-77.
- Kagawa, H., 1991. Ultrastructural observations in the ovarian follicles of the yellowtail (*Seriola quinqueradiata*) during oocyte maturation and ovulation. Bull. Natl. Res. Inst. Aquacult. O. (19) 1-10.
- Khoo, K.H., 1975. The corpus luteum of goldfish (*Carasasius auratus* L.) and its functions. Can. J. Zool. 53: 1306-1323.
- Kjesbu, O.S., Kryui, H., 1989. Oogenesis in cod, *Gadus morhua* L., studied by light and electron microscope. J. Fish Biol. 34: 735-746.
- Kobayashi, M., Stacey, N., 1993. Prostaglandin-induced female spawning behavior in goldfish (*Carassius auratus*) appears independent of ovarian influence. Horm. Behav. 27: 38-55.
- Kuo, C., Nash, C.E., Shehadeh, Z.H., 1974. A procedural guide to induce spawning in grey mullet (*Mugil cephalus* L.) Aquaculture 3, 1-14.
- Liao, I.C., 1977. On completing a generation cycle of the grey mullet, *Mugil cephalus*, in captivity. Journal of the Fish. Soc. of Taiwan, Vol. 5 No. 2.
- Moser, H.G., 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebostodes paucispinis* Ayres. J. Morphol. 123: 329-354.
- Murayama, T., Mitani, I., Aoki, I., 1995. Estimation of the spawning period of the Pacific mackerel *Scomber japonicus* based on the changes in gonad index and the ovarian histology. Bull. Japan. Soc. Fish. Oceano. 59: 11-17.
- Mylonas, C.C., Woods, L.C., Zohar, Y., 1997. Cyto-histological examination of post-vitellogenesis and final oocyte maturation in captive-reared striped bass, *Morone saxatilis*. J. Fish Biol. 50: 69-75.
- Nagahama, Y., 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: Fish Physiology. Edited by W.S. Hoar, D.J. Randall and E.M. Donaldson, Academic Press. New York. pp. 373-404.
- Petzner, R.A., Kaurin, G., 1997. Sexual differentiation in *Salaria (=Blennius) pavo*. J. Fish Biol. 50: 887-894.
- Qunito, G.F., Takemura, A., Goto, A., 1989. Ovarian development and changes in the serum vitellogenin levels in the river sculpin, *Cottus hangioensis*, during an annual reproductive cycle. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 40: 246-253.
- Riehl, R., Greven, H., 1990. Electron microscopical studies on oogenesis and development of egg envelopes in two viviparous teleost, *Heterandria formosa* (Poeciliidae) and *Ameba splendens* (Goodeidae). Zool. Beitr. 33: 247-252.
- Riehl, R., Greven, H., 1993. Fine structure of egg envelopes in some viviparous goodeid fishes, with comments on the relation of envelope thickness to viviparity. Can. J. Zool. 71: 91-97.
- Rinchard, J., Kestemont, P., Heine, R., 1997. Comparative study of reproductive biology in single and multiple-spawner cyprinid fish. II. Sex steroid and plasma protein phosphorus concentrations. J. Fish. Biol. 50: 169-180.
- Shehadeh, Z.H., Ellis, J.N., 1970. Induced spawning of the striped mullet, *Mugil cephalus* L. Fish Biol. 2: 355-360.

- Tam, P.P.L., T.Bun, N.G., Woo, Y.S., 1983. Effects of oestradiol 17-B and testosterone on the histology of pituitary, liver, ovary and skin of previtellogenic *Epinephelus akaara* (Teleostei, Serranidae). Cell Tissue Res. 231: 579-592.
- Tao, Y., Berlinsky, D.L., Sullivan, C.V., 1996. Characterization of a vitellogenin receptor in white perch (*Morone americana*). Biol. Reproduction 55: 646-656.
- Van der Horst, G., Lasiah, T., 1989. Characteristics of mature oocytes from four species of marine teleosts. S. Afr. J. Zool. 24: 74-86.
- Villani, P., Lumare, F., 1975. Nota sull'accrescimento ovarico indotto in *Anguilla anguilla* (L.) Inv. Pesq. 39: 187-197.
- Vizziano, D., Berois, N., 1990. Histology of the gonad of *Macrodon ancylodon* (Bloch and Schneider, 1801) (Teleostei, Sciaenidae) oogenesis, post-ovulatory follicles, atresia. Rev. Bras. Biol. 50: 523-536.
- Witthames, P.R., Walker, M.G., 1995. Determinacy of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the Channel, the North Sea and Irish Sea. Aquatic Living Resour. 8: 91-109.
- Zanuy, S., Carillo, Y.M., 1973. Estudio histologico del ovario de cabrilla (*Paracentropistis cabrilla* L.) en relacion con la ovogenesis. Inv. Pesq. 37: 147-165.

Geliş Tarihi: 08.12.1996

Kabul tarihi: 10.06.1997

Liza ramada Risso (1826) (Mugilidae, Teleostei) Ovaryumlarında Yumurtlama Öncesi Foliküler Yapılar

Sema İşisag

Ege Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.

Abstract: *Pre-ovulatory follicular structures in the ovary of Liza ramada Risso (1826) (Mugilidae, Teleostei).* Pre-ovulatory, atretic follicular tissues in *Liza ramada* Risso (1826) ovaries were studied by light microscope. The initial formation of pre-ovulatory follicles were characterized by the hypertrophy of especially the granula cells as well as an increase in number. At the same time, the nuclei of oocytes were dispersed. Degenerated zona radiata and yolk vesicles were resorbed by the these cells which invaded the oocyte. Hypertrophied cells were collapsed into a cavity, atrium, which formerly surrounded by them. Finally, some of those appeared to differentiate into oogonia. Based on these histological observations, possible functions of the pre-ovulatory follicular structures were also discussed.

Özet: *Liza ramada* ovaryumlarında yumurtlama öncesi, atretik foliküler dokular ışık mikroskopuyla incelenmiştir. Bu yapıların oluşumu, özellikle granülosa hücrelerinin belirgin biçimde irileşmeleri ve sayıca da artmalarıyla başlar. Bu esnada oosit nukleusu da dağılır. Bozunan vitellin zar ve vitellüs, oosit içersine yığılırlar ve bazılarının oogoniuma dönüştüğü gözlenir. Bu histolojik gözlemlere dayanılarak, yumurtlama öncesi foliküler yapıların olası işlevleri tartışılmıştır.

Giriş

Teleost ovaryumların dönemsel gelişim sürecinde yumurtlama öncesi (ve sonrasında) gözlenen foliküler yapılar; yumurta hücrelerini saran vitellin zarın (=zona radiata) dışında bulunan ve granülosa ile teka olmak üzere iki tabakaya ayrılan foliküler kılıftan oluşurlar (Bara, 1960; Barr, 1963; Moser, 1967; Brakevelt ve Mc Millan, 1967; Nagahama, 1983; Hunter ve Mcewicz, 1985; Cihangir, 1991; Kagawa, 1991).

Bilindiği gibi bütün ovaryum folikülleri gelişimlerini olgun yumurta olarak tamamlamamazlar, birçoğu yumurtlama öncesinde bozularak sindirilme olgusuyla karşılaşılır (=atresia). Çeşitli fizyolojik ve çevresel etkiler; örneğin hipofizektomi, fotoperiyot ve salinite değişimleri, kirlilik bozunma nedeni olabilir (Reinboth, 1972; Khoo, 1975; Lundqvist, 1980; Zelennikov, 1997). Ancak bu oluşum genel anlamda fizyolojik ve normal bir süreç olarak değerlendirilir (Hoar, 1969; De

Vlaming, 1974; Nagahama, 1983; Drake ve ark., 1987; Quinito ve ark., 1989; Casadavall ve ark., 1993; Hsiao ve ark., 1996; Imsland ve ark., 1997).

Yumurtlama öncesinde bozunarak sindirilen (=atretik) folikül kılıflarından oluşan foliküler yapılar, yumurtlama sonrasında oluşanlarla beraber, ovaryumun esas endokrin dokularıdır (Hoar, 1969). Bu yapıların, ovaryum steroid hormonlarının kaynağını oluşturdukları uzun yıllardan beri bilinir (Bara, 1965). Ayrıca, memeli korpus luteum yapısına benzemeleri ve içlerinden bazı hücrelerin oogoniumlara dönüştüğünün rapor edilmesi (Khoo, 1975; Kjesbu ve Kryui, 1989), gerçekten ilginçtir.

Son yıllarda, özellikle biyokimyasal işaretleme yöntemlerinin geniş ölçüde kullanımıyla, teleost ovaryumlarında steroid hormonlar üzerinde ayrıntılı çalışmalar yapılmaktadır (Ganapathy ve Gopal, 1989; Okuzawa ve ark., 1989; Pet-rino ve ark., 1990; Berdson ve Goetz, 1990; Witthames ve Walker, 1995; Laid-ley ve Thomas, 1997; Rinchar ve ark., 1997).

Sunulan çalışmada, uygulamalı araştırmalar için esas oluşturulması düşünülerek, daha önce oosit gelişiminin dört esas evrede ve ayrıntılarıyla verildiği (İşisağ, 1997), *Liza ramada* Risso (1826) (Kefal balığı, Ceyran balığı) ovaryumları incelenmiştir. Yumurtlama öncesindeki atretik foliküler yapıların histolojisi ve oluşum evreleri ile özelliklerinin belirlenmesi, çalışmanın temel amacıdır.

Gereç ve Yöntem

Liza ramada örnekleri, ovaryumun yıllık döngüsel gelişimi paralelinde (İşisağ, 1997) Ağustos, Eylül ve Ekim ayları boyunca ve Kasım ayı başında, İzmir

Körfezinden ağ ile toplanmıştır. Arazide, Bouin eriyiği kullanılarak tesbit edilen ovaryum parçalarından alınan 4-6 μ kalınlığındaki kesitler, Hematoksilin & Eosin ile boyanıp ışık mikroskobunda incelenmiştir.

Bulgular

Olgunluk evresine kadar, sırayla primer oosit evresi, kesecikli vitellüs evresi ve damlacıklı vitellüs evrelerini geçiren oositlerden vitellüs miktarı fazla olanların bozunmaya daha eğilimli olduğu gözlenmekle beraber, primer oosit evresinde de bozulanlara rastlanmaktadır.

Primer oosit evresinin çeşitli aşamalarında bulunan yumurta hücreleri arasında bozulanlar Şekil 1'de görülmektedir. Sağlam oositlerde ince ve devamlı durumdaki folikül kılıfı rahatça gözlenebilirken, bozulan hücrelerde kılıf düzensizleşmiştir. Bozulan oositlerin sitoplazmalarının diğerlerine oranla daha koyu bazofilik boyandığı ve homojen görünümünü de büyük ölçüde kaybettikleri dikkati çekerken, nukleusların dağılmaya başladığı ve nukleus zarının da ayırt edilemediği belirlenmiştir.

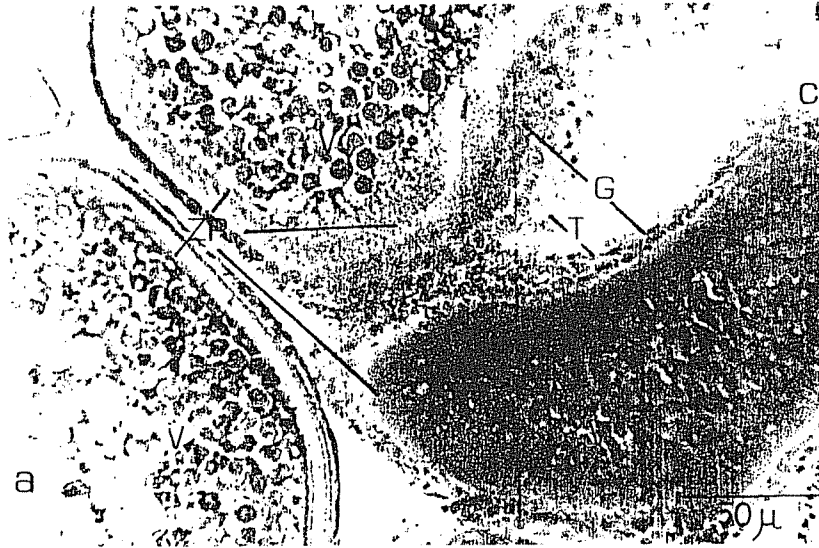
Bozunma olgusunun başlıca aşamaları, vitellüs miktarı bol olan oositlerde izlenerek dört evre altında incelenmiştir.

1.Evre: Normal, sağlam bir oositin yanında bozunmaya başlayan iki oosit Şekil 2'de görülmektedir. Normal oositlerde (Şekil 2 a) gayet düzgün gözlenen foliküler kılıfı oluşturan teka ve granülosa tabakalarından, özellikle granülosa hücrelerinin belirgin biçimde irileşmesi (hipertrofi) ve sayıca da artmaları (hiperplazi), atresia başlangıcında belirgin görülen özelliktir (Şekil 2 b). Granülosa hücrelerinde çarpıcı biçimde izlenen bu değişiklik, oositin her tarafında aynı anda

L. ramada ovaryumlarında yumurtlama öncesi folikülleri



Şekil 1. Düzenli folikül kılıfları ve nukleusları ile normal (N); düzensiz kılıfları, daha koyu bazofilik boyanan sitoplazmaları, dağılan nukleusları ile bozunan (B) primer oositler. x450.



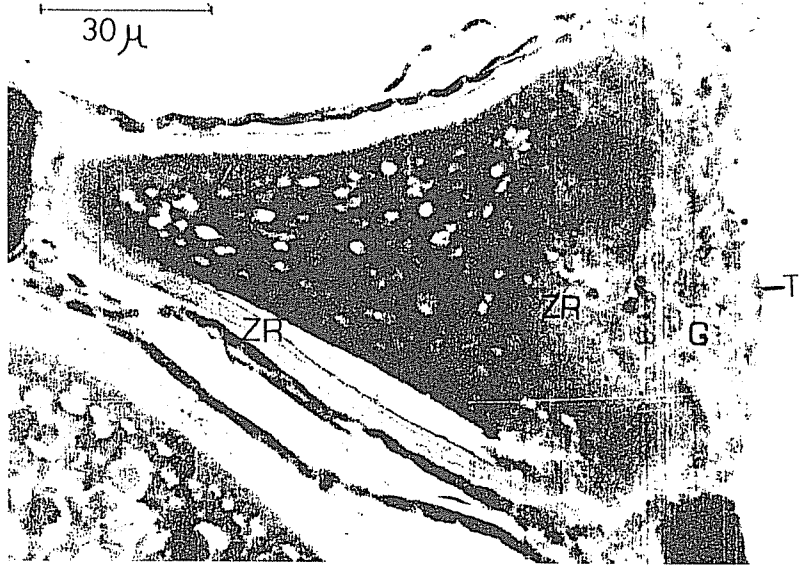
Şekil 2. Normal görümlü folikül (a) ile Atresia başlangıcındaki (b ve c) Teka (T), Granüloza (G) ve Zona radiata (ZR) tabakaları ile vitellüs. x580.

ve aynı hızda başlamayabilir. Normal oositlerde zona radiata tabakası tipik enine çizgili, düzgün durumdayken; atretik oositlerde bu görünüm bozulmakta, tabaka dağılmaya yüz tutarak heterojen bir yapı sergilemektedir. Bozunmanın biraz daha ilerlediği oositlerde, vitellüs yapısında da önemli değişiklikler gözlenir (Şekil 2 c). Düzgün ve yuvarlak şekillerini özellikle oosit çeperlerinden başlamak üzere kaybeden ve hızla dağılarak birbirleriyle kaynaşan vitellüs damlacıkları nedeniyle yumurta hücrenin, çevrede çok daha koyu olmak üzere eflatun-mor boyanması dikkati çeker.

2. *Evre*: Tek hücrelerine oranla sayılarının arttığı ve irileşmiş oldukları hemen seçilen granülosa hücreleri, soğuracakları oosit içerisine göç etmeye başlarlar (Şekil 3). Göçün gerçekleştiği

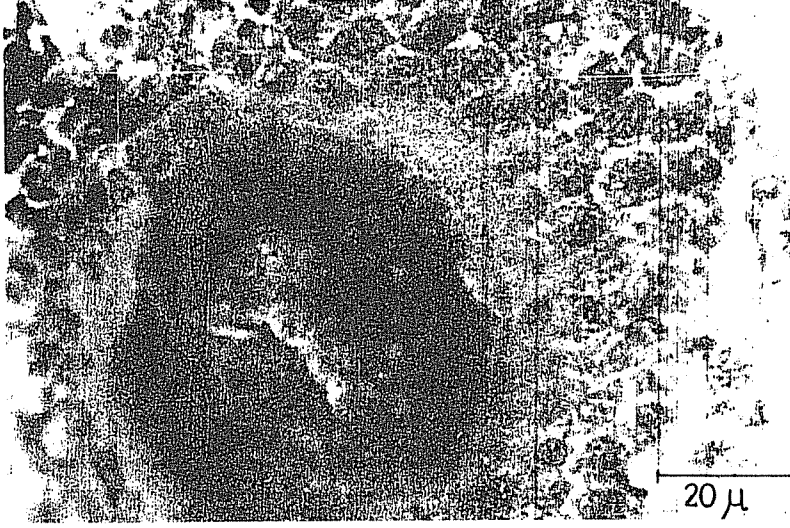
bölgede, zona radiata tabakasında çatlaklar oluşmuştur. İrileşmiş hücrelerin adeta hücum ettikleri vitellüs, çeperlerde kaynaşmış ve koyu mor boyanmıştır. İç kısımlarda birbirleriyle kaynaşmayı sürdüren damlacıklar koyu eflatun-mor tonlarda boyanırlar.

3. *Evre*: Artık iyice irileşmiş olan granülosa hücrelerinin; vitellüsü adeta parçalayarak soğurdukları, zona radiata'nın iyice dağılıp sindirildiği dönemdir (Şekil 4). Şekilsiz, yer yer çatlamış bir kütle halindeki vitellüs, kendisini soğuran hücrelerin alanına oranla gittikçe daha az yer kaplar. Bu dönemin sonunda granülosa hücreleri, geride kalan çok az miktardaki vitellüs çevresinde, ortada geniş bir boşluk (atrium) kalmak kaydıyla düzenli olarak dizilirler (Şekil 5).

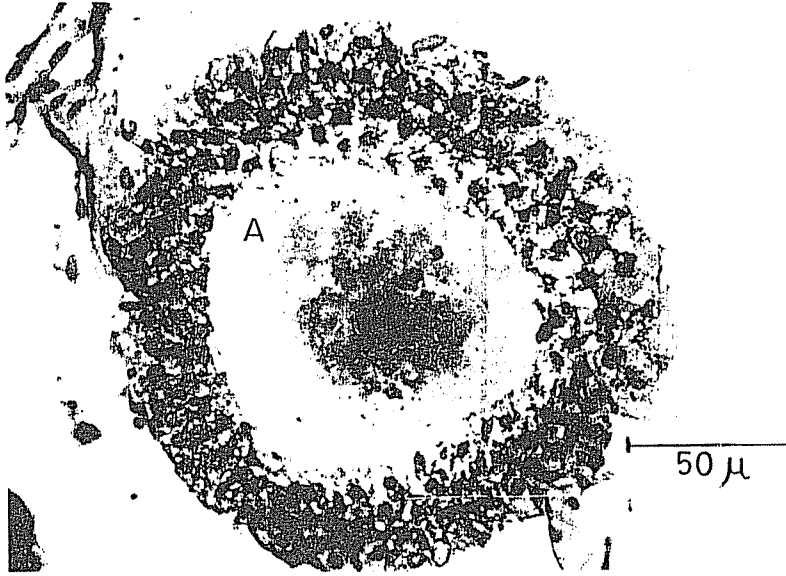


Şekil 3. Hipertrofik granülosa hücrelerinin (G) dejenere vitellüs içerisine doğru göç etmeleri, ayrıca Tek hücreleri (T) ve Zona radiata (ZR). x1130.

L. ramada ovaryumlarında yumurtlama öncesi folikülleri



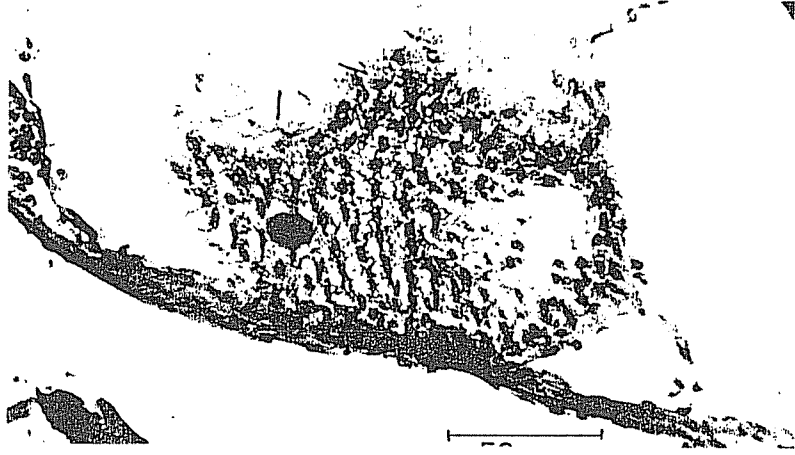
Şekil 4. Granülosa hücrelerinin dejenere vitellüsü sindirmeleri. x1130.



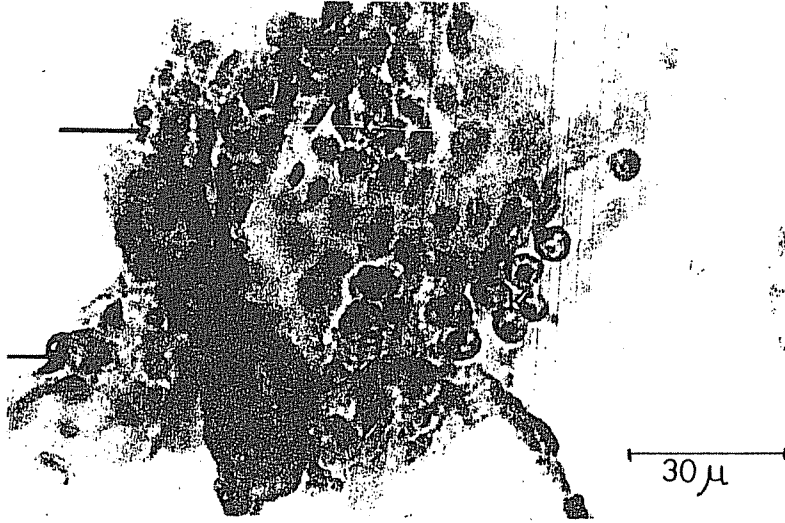
Şekil 5. Vitellüsün sindirilmesinin sonuna doğru oluşan Atrium (A) çevresinde dizilen Granülosa hücreleri. x900.

4. Evre: Atrium çevresindeki hücreler bu kez onu dolduracak biçimde kümeleşip yığılmaya başlarlar. Önceleri ilginç bir biçimde düzenli sıralar halinde olan bu hücreler (Şekil 6) daha sonra gelişigüzel

bir yığın görünümü alırlar (Şekil 7). 3.Evre sonundan başlamak üzere, hücrelerin kümeleşip yığılmalarıyla oluşan foliküler yapı, epitel bez görünümündedir.



Şekil 6. Hücrelerin atriumun içine doğru yığılmaya başlamaları. x450.

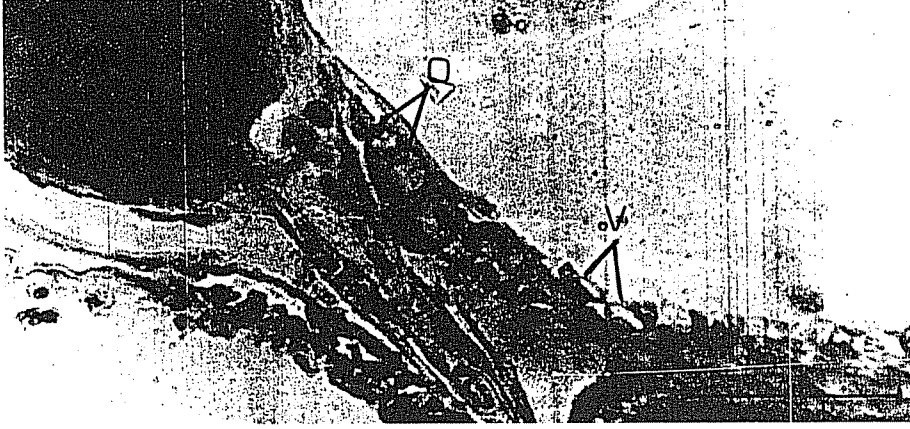


Şekil 7. Foliküler yapı gelişiminin son aşamasında gelişigüzel bir yığın oluşturan küçük, düzensiz, uzamış şekilli hücreler ile düzgün, yuvarlak şekilli büyük hücreler (→). x1130.

L. ramada ovaryumlarında yumurtlama öncesi folikülleri

Foliküler yapıyı oluşturan hücreler genellikle küçük, düzensiz ve uzamış şekilli, aralarında oldukça büyük ve düzgün, oval ya da yuvarlak şekilli olanların bulunuşu ilginçtir (Şekil 7). Bu hücrelerin oogoniumlara dönüşecek

biçimde farklılaştıklarını gösteren bulgular vardır (Şekil 8). Bu dönüşümü gerçekleştiren hücreler dışında kalan bazı foliküler hücrelerde ise iri birer vakuol gözlenmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Foliküler yapı içerisinde büyüyerek farklılaşan, oogoniumlara dönüşen hücreler ile (O) iri vakuollü hücreler (V). x900.

Tartışma

Ovaryum gelişim döngüsünde normal bir fizyolojik süreç olarak atresia (Hoar, 1969; Nagahama, 1983), giriş bölümünde de vurgulandığı üzere birçok teleost türünde incelenmiştir. Atresia oluşumu, çalışılan bütün türlerde genel hatlarıyla benzerlik gösterir. Ancak farklı bilim dallarında, bozunma olgusunun incelenme amaçları da farklıdır. Bu değişkenlik paralelinde tartışmaların ağırlık merkezleri de doğal olarak değişir. Şöyle ki, balıkçılık biyolojisi alanında özellikle son dönemde, çalışılan türün üreme biyolojisinin belirlenmesinden hareketle, fekondite, yumurtlama biçimi ve sıklığı ile stok değişkenliği arasındaki bağlantılar ve bunların saptanmasına yönelik yöntemler (Hunter ve Mcewicz, 1985; Cihangir, 1991, 1994; Murayama ve ark., 1995; Jons ve Miranda, 1997; Van Dornik ve ark., 1995) ilgi çekmektedir. Bu ilgi alanlarında atresia oluşumu biyometrik açıdan da değerlendirilir.

Buna karşılık histoloji-sitoloji ve endokrinoloji bilimleri açısından temel tartışma, atresia olgusunda, foliküler kılıfın hangi tabakasının ağırlıklı rol oynadığı noktasından ve uzun yıllar önce başlar; oluşan foliküler yapının işlevleri, özellikle de salgıladığı hormonlar konusunda son yıllarda iyice yoğunlaşır (Bara, 1965; Khoo, 1975; Chan ve ark., 1967; Nagahama ve ark., 1976; Ganapathy ve Gopal, 1989; Berndtson ve Goetz, 1990; Kagawa, 1991; Casadavall ve ark., 1993; Wittames ve Walker, 1995; Patzner ve Kaurin, 1997).

Sunulan çalışmada temel amaç *Liza ramada*'da yumurtlama öncesi foliküler yapıların histolojisini belirlemektir. Buna göre tartışmanın genel çerçevesi, yapı-işlev bağlantılarıyla çizilmiştir.

Bulgular, *Liza ramada* 'da vitellojenik oositlerde daha fazla gözlenen bozunma olgusunda, granülosa hücrelerinin teka hücrelerine göre daha önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Liza ramada'da aynı ovaryumda çeşitli evrelerdeki oositler birarada gözlenebilmekte, bu tür çok defada ve dizinsel yumurtlamaktadır (İşisağ, 1997). Böyle asenkronize gelişen bir ovaryumda, atresia olgusunun evrelere göre oransal olarak değerlendirilebilmesi, Khoo (1975) tarafından da belirtildiği üzere, mümkün olmamıştır. Değişik evrelerdeki oositlerde atresia görülme sıklığı ancak genel anlamda değerlendirilebilir. Buna göre; damlacıklı vitellüs evresindeki oositlerde; keşecikli vitellüs ve primer oosit evrelerine göre atresia daha fazla gözlenmektedir. Yumurtlamanın başladığı Kasım ayında alınan örneklerde Ekim ayına oranla daha fazla atretik foliküle rastlanmıştır. Olgun, sulanmış oositlerde ise atresia gözlenememiştir. Yumurtlama döneminde atretik folikül sıklığının artışı *Solea solea* (Witthames ve Walker, 1995) için de rapor edilmiştir.

Vitellojenik oositlerde bozunmaya daha fazla rastlanması *Scomber scomber* (Bara, 1960); *Monopterus albus* (Chan ve ark., 1967); *Carassius auratus* (Khoo, 1975; Nagahama ve ark., 1976); *Fundulus heteroclitus* (Drake ve ark., 1987); *Cottus hangioensis* (Quinito ve ark., 1989); *Seriola dumerilii* (Kagawa, 1991) gibi türlerde belirlenmiştir.

Onchoroynchus mykiss'de ortam asiditesi ile oogenez arasındaki etkileşimi inceleyen Zelennikov (1997), fazla asitli ortamlarda uzun süre tutulan örneklerin bir grubunda büyüyen ve olgunlaşan oosit sayısının arttığını, ancak bu paralelde atresia olgusuna da daha sık rastlandığını bil-

L. ramada ovaryumlarında yumurtlama öncesi folikülleri

dirmektedir. Bu sonuç, vitellojenik oosit sayısı ile atresia sayısı arasındaki doğru orantının, olumsuz ortam koşullarında da geçerli olabileceğini düşündürür.

Yumurtlama öncesi foliküler yapı oluşumunda granülosa veya teka hücrelerinin, ya da her ikisinin birden görev yaptığı yıllardır bilinmektedir (Chan ve ark., 1967). Atretik oositlerde foliküler hücrelerin fagositik özellikleri de memeliler dahil bütün omurgalılar için geçerlidir (Hoar, 1969; Nagahama, 1983).

Liza ramada'da, teka hücrelerine göre granülosa hücrelerinde çok daha belirgin bir irileşme ve sayı artışı gözlenmiştir. Öyle ki, irileşmiş hücrelerin bozulan oosit içerisine göç ettikleri evrede teka hücreleri şekil ve sayı açısından bir değişiklik göstermemektedirler (Şekil 3). Daha sonraki evrelerde morfolojik olarak granülosa-teka hücresi ayrımının yapılamamasının, granülosa hücrelerinin yapısal ve sayısal değişimlerinin daha belirgin olduğu gerçeğini değiştirmeyeceği, kuvvetle öne sürülebilir. Benzer biçimde, *Carassius auratus*'da da yumurtlama öncesi foliküler yapı oluşumunda granülosa hücrelerinin daha aktif rol oynadığı belirtilmektedir (Khuo, 1975).

Atresia başlangıcı için karakteristik değişim, foliküler kılıf hücrelerinin irileşmeye ve sayıca da artmaya başlamalarıdır. Hunter ve Mcewicz (1985) atretik yumurta oluşumunun ilk belirtisi olarak nukleusun dağılmaya başlaması ve zona radiata'nın kırılma bir hal almasını not ederler. Ancak, atresia, temelde fagositoza dayalı bir olaydır ve biyokimyasal olarak da, fagositik enzimler devreye girmeden, sindirilecek yapılarda bir dağılma ve bozulmanın belirlenmemesi gerekir. *Liza ramada*'daki histolojik gözlemlerimiz de bu doğrultudadır. İrileşen ve vitellüs içerisine

sanki hücum eden hücrelerin uzağında, zona radiata tabakasının nisbeten normal görülmesi (Şekil 2, 3) bu gözlemlerin temelidir. Kaldı ki, granülosa hücrelerinin irileşmesi ve çoğalması, oositin her yanında aynı anda başlamamaktadır. İrileşme ve çoğalma gözlenen bölgelerde de zona radiata'nın dağılıp parçalandığı çok belirgindir. Ayrıca, vitellüs bozunmasının bariz bir biçimde çeperlerden içe doğru ilerlemesi de, atresia'nın çevreden, foliküler kılıflardan başlayan ve merkeze doğru ilerleyen bir olay olduğu düşüncesini destekler.

Salvelinus fontinalis ve *Perca flavescens*'de, bir kollajenolitik enzim olan metallo-proteaz aktivitesini ölçen Berndtson ve Goetz (1990), her iki türde de aktivitenin ovulasyondan hemen önce ve belirgin biçimde arttığını ve ovulasyondan sonra da yükselmiş durumda kaldığını kanıtlamışlardır. Söz konusu enzim, zona radiata'nın parçalanıp sindirilmesiyle görevlidir. Vitellojenik oositlerin en yoğun olduğu, ovulasyonun hemen öncesindeki dönemde enzim miktarının artışı, hiç kuşkusuz atretik foliküllerin işleviyle bağlantılıdır ki, bu da, atresia'yı başlatıp sürdüren olayın foliküler kılıf hücrelerinin aktivasyonu olduğunu belirler.

Seriola quinqueradiata'da oositlerin ince yapısını, olgunlaşma ve yumurtlama süresi içerisinde inceleyen Kagawa (1991), ovulasyon öncesi foliküler yapılarda granülosa hücrelerinin salgılarının proteinik yapıda olduğunu ve bol miktarda lizozom içerdiklerini göstermiştir. Bu bulgular, söz konusu hücrelerin sindirim işlevlerini açıkça ortaya koymakta ve atresia'da birincil faktörün, foliküler kılıf hücrelerinin aktivasyonu olduğunu bir kez daha vurgulamaktadır.

Steroid hormon kaynağı olarak ovaryum her zaman büyük ilgi çeker. Teka ve granülosa hücrelerinin, steroid sentezledikleri de yıllardır bilinir (Hoar, 1969). Ancak, teleostlarda, gonad işlevlerini düzenleyen hormonların çeşitliliği konusundaki geniş çaplı tartışmadan da (Garcia-Hernandez ve ark., 1996) görülebileceği üzere, steroid mekanizması henüz tam olarak anlaşılabilmiş değildir. Bu paralelde, ovaryum steroid hormonlarının salgılandığı hücrelere ilişkin raporlar da farklıdır. Örneğin, *Poecilia reticulata* (Lambert, 1974), *Monopterus albus* (Tang ve ark., 1975) gibi türlerde steroid kaynağı olarak granülosa hücreleri verilir. Buna karşın *Scomber scomber* (Bara, 1965), *Seriola quinqueradiata* (Kagawa, 1991) gibi türlerde ise, teka hücrelerinde steroid aktivasyon rapor edilir. Çok daha ilginç olarak, aynı türe ait çelişik bulgular da vardır. Örneğin, *Carassius auratus* için granülosa (Khoo, 1975) ve teka (Nagahama ve ark., 1976); benzer biçimde *Brachydanio rerio* için teka (Yamamoto ve Onozato, 1968) ve granülosa (Lambert ve Van Oordt, 1974) hücrelerinin steroid salgıladığı öne sürülmüştür. *Puntius sarana*'da ise (Ganapathy ve Gopal, 1989) teka, granülosa ve interstitial hücrelerde steroid aktivitesi bildirilmiştir.

Fundulus heteroclitus'da (Petrino ve ark., 1990), folikül olgunlaşmasını başlatan steroid üretiminin, diğer balıklarda ve amfibilerde rapor edilenlerin aksine, 17-B-estradol düzeyinden etkilenmediği öne sürülmektedir ki, bu da balıklarda steroid işlevi mekanizmalarının sanıldığından daha da karmaşık olduğunun kanıtıdır.

Sunulan araştırmada histokimyasal işaretleme yöntemleri kullanılmadığından, granülosa ve teka hücrelerinin hormon aktivitelere yönelik yorum getirilemez. Ancak, atresia sonucu oluşan foliküler

yapıların daha önce Khoo (1975) tarafından da belirtildiği gibi, tipik epitelyal bez görünümünde oldukları kesindir.

Sunulan çalışmada, foliküler yapı içerisinde bazı hücrelerin oogoniumlara dönüştüğünü belirleyen bulgular vardır. Söz konusu yapıların hormon salgılamaktan başka işlevleri de olabileceğini, histolojik olarak destekleyen benzeri bulgular daha önce Khoo (1975) tarafından *Carassius auratus* için de rapor edilmiştir.

Söz konusu dönüşümün gözlendiği foliküler yapılarda bazı hücrelerin iri vakuol içermesi de, ayrıca değerlendirilmesi gereken bir konudur. Kjesbu ve Kryui (1989) *Gadus morhua*'da foliküler yapı hücrelerinin, primordial oluşum aşamasında ve sonrasında kübik ve köşeli gözlendiklerini, bazılarının da tipik yağ damlası içerdiklerini rapor etmektedirler. Sunulan çalışmada yağ dokusuna özgü boyama teknikleri kullanılmamıştır. Hematoksilen&Eosin tekniği ile yağ damlasının aksine eridiği bilinir. Bu durumda, bazı foliküler yapı hücrelerinde gözlenen iri vakuollerin yağ damlasının varlığını işaret edebileceği düşünülmektedir.

Vizziano ve Berois (1990) *Macrodon ancydon*'da hipertrofik ve nonhipertrofik olarak iki atresia tipi olduğunu bildirirler ve nonhipertrofik olarak gelişen foliküler yapının da endokrin işlevi olmadığını öne sürerler. *Liza ramada*'da atresia olgusunun temel niteliği, daha önce de vurgulandığı üzere, özellikle granülosa hücrelerinde hipertrofi (ve hiperplazi) gözlenmesidir. Ancak, endokrin işlevi bulunmayan bir foliküler yapıdan da söz edilmesi uzantısında, bazı hücrelerin oogoniumlara dönüşüklerini düşündüren gözlemlerimiz tekrar dikkate alınmalıdır. Ovaryumun dögüsel gelişimi

L. ramada ovaryumlarında yumurtlama öncesi folikülleri

kapsamında bu gözlemlerin değerlendirilmesi daha ileri çalışmaların konusudur. Bu aşamada sadece folikül yapısının işlevsel analizleri için memeliler üzerinde yeni yöntemler geliştirildiğini (Blondin ve ark., 1996) ve dögüsel ovaryum gelişimi konusunda balıklar ve memeliler arasında analoginin incelenmesine dair model arayışları olduğunu (Hsiao ve ark., 1996) belirtmek isteriz.

Ulaşılabilen kaynakların genel anlamda değerlendirilmesiyle, sunulan çalışmanın sonuçları iki esas noktada verilebilir:

Öncelikle, *Liza ramada* ovaryumlarında yumurtlama öncesi foliküler yapıların histolojisi ve gelişim aşamaları belirlenmiştir. İkincil olarak, bu yapıların farklı işlevleri olduğunu kuvvetle düşündüren bulgular vardır. Hormon salgılama görevleri, tipik epiteliyal bez görünümüyle belirlenmekteken; yığın oluşturan oogoniumlara dönüştüğüne dair gözlemler, ovaryumun dögüsel gelişiminde de görev yaptıklarını, en azından histolojik olarak ortaya koymaktadır.

Kaynakça

- Bara, G., 1960. Histological and cytological changes in the ovaries of the mackerel. *Scomber scomber* L. Rev. Fac. Sci. Üniv. İstanbul seri B, 25: 9-91
- Bara, G., 1965. Histochemical localization of $\Delta 5$ -3 β -hydroxysteroid dehydrogenase in the ovaries of a teleost fish, *Scomber scomber* L. Gen. Comp. Endocrinol. 5: 284-296.
- Barr, W.A., 1963. The endocrine control of the sexual cycle in the plaice, *Pleuronectes platessa* (L.) Gen. Comp. Endocrinol. 5: 197-204.
- Berndtson, A., Goetz, F.W., 1990. Metallo-protease activity increases prior to ovulation in brook trout (*Salvelinus fontinalis*) and yellow perch (*Perca flavescens*) follicle walls. Biol. Reproduction. 42: 391-398.
- Blondin, P., Dufour, M., Sirard, M.A., 1996. Analysis of atresia in bovine follicles using diferent methods: flow cytometry, ELISA and classic histology. Biol. Reproduction. 54: 631-637.
- Braekevelt, C.R., McMillan D.B., 1967. Cyclic changes in the ovary of the brook stickleback *Eucalia incostans* (Kirtland) J. Morphol. 123: 373-396.
- Casadavall, M., Bonet, S., Mattalanas, J., 1993. Description of different stages of oogenesis in *Ophidion barbatum* (Pisces, Ophidiidae) Environ. Biol. Fishes. 36: 127-133.
- Chan, S.T., Wright, H.A., Philips, J.G., 1967. The atretic structures in the gonads of rice-feld eel (*Monopterus albus*) during natural sex reversal. J. Zool. 153: 527-540.
- Cihangir, B., 1991. Ege Denizi'nde sardalya (*Sardina pilchardus*, Walbaum 1972)'nin üreme biyolojisi ve büyümesi. Doktora Tezi. İzmir.
- Cihangir, B., 1994. Ürüme döneminde çok kez, farklı zaman aralıklarında yumurta bırakan (Hamsi, Sardalya vb.) balık stoklarının saptanmasında kullanılan bir yöntem: Günlük yumurta verimi yöntemi. Tr. J. of Zoology. 18: 153-160.
- De Vlaming, V.L., 1974. Environmental and endocrine control of teleost reproduction. In: Control of sex in fishes. Edited by C. B. Shreck. Ext. Div. V.P.I.S.U. Blakcsburg-Virginia. pp. 13-83.
- Drake, P., Arias, A.M., Sarsquete, 1987. Reproduccion de *Fundulus heteroclitus* (Linneo, 1758) (Pisces, Ciprinodontidae) en medio hipersalino. Inv. Pesq. 51 (2): 183-197.
- Ganapathy, B., Gopal, N.H., 1989. Histochemical localization of the steroid oogenic enzymes in the ovary of *Puntius sarana* (Hamilton). Reproduc. Biol. & Comp. Endocrinol. 1: 1-13.

- Garcia-Hernandez, M.P., Garci-Ayala, A., Elbal, M.T., Elbal and Agullero, B., 1996. The adenohypophysis of Mediterranean yellowtail, *Seriola dumerilli* (Risso, 1810): an immunocytochemical study. *Tissue&Cell*. 28 (5): 577-585.
- Hoar, W.S., 1969. Reproduction. In: *Fish Physiology*. Edited by W.S. Hoar and D.J. Randall Vol. 3. Academic Press. New York. pp. 1-72.
- Hsiao, S-M., Limesand, S.W., Wallace, R.A., 1996. Semilunar follicular cycle of a intertidal fish: The *Fundulus* model. *Biol. Reproduction*. 54: 809-818.
- Hunter, J.R., Mcewicz, B.J., 1985. Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes. NOAA Tech.Rep. NMFS 36: 79-94.
- İmsland, A.K., Folkvord, A., Grung, G.L., Stefansson, S.O., Taranger, G.L., Sexual dimorphism in growth and maturation of turbot, *Scophthalmus maximus*. *Aquaculture Res.* 28: 101-115.
- İşisağ, S., 1997. *Liza ramada* Risso (1826) (Mugilidae, Teleostei) ovaryumlarının gelişimi üzerinde histolojik çalışmalar. E.Ü.Su Ürünleri Fak.Dergisi, Baskıda.
- Jons, D.G., Miranda, L.E., 1997. Ovarian weight as an index of fecundity, maturity an spawning periodicity. *J.Fish Biol.* 50: 150-156.
- Kagawa, H., 1991. Ultrastructural observations in the ovarian follicles of the yellowtail (*Seriola quinquerdiata*) during oocyte maturation and ovulation. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture*. 0 (19): 1-10.
- Khoo, K.H., 1975. The corpus luteum of goldfish (*Carassius auratus* L.) and its functions. *Can. J. Zool.* 53: 1306-1323.
- Kjesbu, O.S., Kryui, H., 1989. Oogenesis in cod, *Gadus morhua* L., studied by light and electron microscope. *J. Fish Biol.* 34: 735-746.
- Laidley, C.W., Thomas, J., 1997. Changes in plasma sex steroid-binding protein levels associated with ovarian recrudescence in the spotted seatrout (*Cygnoscion nebulosus*). *Biol. Reproduction* 56: 931-1937.
- Lambert, J.G.D., 1970. The ovary of the guppy *Poecilia reticulata*. The granulosa cells as sites of steroid biosynthesis. *Gen. Comp. Endocrinol.* 15: 464-476.
- Lambert, J.G.D., Van Oodt, W.J., 1974. Ovarium hormones in teleosts. *Fortschr. Zool.* 22: 340-349.
- Lundqvist, H., 1980. Influence of photoperiod on growth in Baltic salmon parr (*Salmo salar* L.) with special reference to the effect of precocious sexual maturation. *Can.J.Zool.* 58: 940-944.
- Moser, H.G., 1967. Seasonal histological changes in the gonads of *Sebastes paucispinis* Ayres, an ovoviparous teleost (family Scorpaenidae). *J. Morphol.* 123: 329-354.
- Murayama, T., Mitani, I., Aoki, I., 1995. Estimation of the spawning period of the Pacific mackerel *Scomber japonicus* based on the changes in gonad index and the ovarian histology. *Bull. Japon. Soc. Fish. Ocean.* 59: 11-17.
- Nagahama, Y., Chan, K., Hoar, W.S., 1976. Histochemistry and ultrastructure of pre-and post-ovulatory follicles in the ovary of the goldfish, *Carassius auratus* Can. *J. Zool.* 54: 1128-1139.
- Nagahama, Y., 1983. The functional morphology of teleost gonads. In: *Fish Physiology*. Edited by W.S. Hoar, D.J. Randall and E.M. Donaldson. Academic Press. New York. pp: 373-404.
- Okuzawa, K., Furukawa, F., Auda, K., Hanyu, I., 1989. Effects of photoperiod and temperature on gonadal maturation, plasma steroid and gonadotropin levels in a Cyprinid fish, the honmoroko, *Gnathopogon caeruleus*. *Gen. Comp. Endocrinol.* 75: 139-147.

L. ramada ovarymlarında yumurtlama öncesi folikülleri

- Patzner, R.A., Kaurin, G., 1997. Sexual differentiation n *Salaria (=Blennius) pavo*. J. Fish Biol. 50: 887-894.
- Petrino, T.R., Loch, K.L., Lin, Y-W.P., Wallace, R.A., 1990. Steroid oogenesis in *Fundulus heteroclitus*: III. Evidence for involvement of cyclic AMP and protein synthesis in the gonadotropic modulation of ovarian steroid production and aromatase activity. J. Exp. Zool. 253: 177-185.
- Quinito, G.F., Takemura, A., Goto, A., 1989. Ovarian development and changes in the serum vitellogenin levels in the river sculpin, *Cottus hangioensis*, during an annual reproductive cycle. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 40: 246-253.
- Reinboth, R., 1972. Hormonal control of the teleost ovary. Amer. Zool. 12: 307-324.
- Rinchard, J., Kestemont, P., Heine, R., 1997. Comparative study of reproductive biology in single and multiple-spawner cyprinid fish. II. Sex steroid and plasma protein phosphorous concentrations. J. Fish Biol. 50: 169-180.
- Tang, F., Chan, S.T.H., Lofts, B., 1975. A study on the 3 β -and 17 β -hydroxysteroid dehydrogenase activities in the gonads of *Monopterus albus* (Pisces, Teleostei) at various sexual phases during sex reversal. J. Zool. 175: 571-580.
- Van Dornik, D.M., Milner, G.B., Winans, G.A., 1995. An improved method of data collection for transferring polymorphism in coho salmon (*Onchorhynchus kisutch*). Biochem. Genetics. 33: 257-260.
- Vizziano, D., Berois, N., 1990. Histology of the gonad of *Macrodon ancylodon* (Bloch and Schneider, 1801) (Teleostei, Sciaenidae) oogenesis, post-ovulatory follicles, atresia. Rev. Bras. Biol. 50: 523-536.
- Witthames, P.R., Walker, M.G., 1995. Determination of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the Channel, the North Sea and Irish Sea. Aquatic Living Resour. 8: 91-109.
- Yamamoto, K.H., Onozato, N., 1968. Steroid production cells in the ovary of the zebrafish, *Brachydanio rerio*. Annot. Zool. Jpn. 41: 119-128.
- Zelennikov, O.V., 1997. The effect of acidification on oogenesis of rainbow trout during sex differentiation. J. Fish Biol. 50: 18-21.

Geliş Tarihi: 09.12.1996

Kabul Tarihi: 12.06.1997

**Farklı İki Ortamda Depolanan İstavrit (*T. mediterraneus*),
Barbunya (*M. barbatus*) ve Mezgit (*M. merlanguseuxinus*)
Balıklarında Göz Sıvısı Refraktif İndisi (RI) ve
Trimetilamin Azotu (TMA-N) Değişimi ile
Tazeliğin Belirlenmesi**

Aydın Yapar

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Rize Su Ürünleri Fakültesi, 53100, Rize, Türkiye.

Abstract: *The eye fluid refractive index (RI), trimethylamine nitrogen (TMA-N) and the determination of freshness of mediterranean horse mackerel (*T. mediterraneus*), red mullet (*M. barbatus*) and whiting (*M. merlangus euxinus*) kept in two different atmospheres:* In this study, a refrigerator with the temperature of $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ and a freezing compartment with the temperature of $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ were used. In these both atmospheres the RI and TMA-N (mg/100 g) changes relating to mediterranean horse mackerel, red mullet and whiting were observed for seven days. RI Values of mediterranean horse mackerel, red mullet and whiting samples storage with temperature of $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ were determined respectively between 1.3355-1.3434, 1.3350-1.3394 and 1.3353-1.3422; TMA-N Content were determined respectively between 0.78-9.91 mg/100 g, 1.21-36.19 mg/100 g and 1.32-62.94 mg/100 g.

RI Values of mediterranean horse mackerel, red mullet and whiting samples storage with temperature of $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ were determined respectively between 1.3355-1.3379, 1.3350-1.3370 and 1.3353-1.3380; TMA-N content were determined respectively between 0.78-3.70 mg/100 g., 1.21-12.51 mg/100 g. and 1.32-28.33 mg/100 g.

According to the results, it was concluded that could be kept 5 days for mediterranean horse mackerel, 3 days for red mullet, 2 days for whiting in $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ and 7 days for mediterranean horse mackerel, 5 days for red mullet, 3 days for whiting in $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Özet: Araştırmada buzdolabı sıcaklığı ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) ve buzluk sıcaklığı ($-10\pm 2^{\circ}\text{C}$) olmak üzere iki farklı ortam kullanıldı. Her iki ortamda istavrit, barbunya ve mezgit balıklarına ilişkin RI ve TMA-N (mg/100 g.) değişimleri 7 gün süreyle kontrol edildi. $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan istavrit, barbunya ve mezgit örneklerinin RI değerleri sırasıyla 1.3355-1.3434, 1.3350-1.3394 ve 1.3353-1.3422 arasında; TMA-N miktarları sırasıyla 0.78-9.91 mg/100 g., 1.21-36.19 mg/100 g. ve 1.32-62.94 mg/100 g. arasında belirlendi.

$-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan istavrit, barbunya ve mezgit örneklerinde RI değerleri sırasıyla 1.3355-1.3379, 1.3350-1.3370 ve 1.3353-1.3380 arasında; TMA-N miktarları sırasıyla 0.78-3.70 mg/100 g., 1.21-12.51 mg/100 g. ve 1.32-28.33 mg/100 g. arasında belirlendi.

Bu sonuçlara göre $3\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de istavritin 5 gün, barbunya'nın 3 gün, mezgitin 2 gün; $-10\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de istavritin 7 gün, barbunya'nın 5 gün ve mezgitin 3 gün bekletilebileceği belirlendi.

Giriş

Ülkemizde balıklar özellikle bol olarak avlandıkları zamanlarda, yetersiz ve uygun olmayan koşullarda bekletilmekte veya pazarlanmaktadır. Tüketim alışkanlıkları nedeniyle daha çok taze olarak (% 86.2) tüketilen balıklar (Gögüş ve Kolsarıcı, 1992), bu koşullardan dolayı tüketici sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Avlanan balıkların pazarlama aşamasına kadar geçen süre içinde ya hiç bir soğuk tekniği görmediği veya uygun olmayan buzdolabı sıcaklığı gibi soğutma ortamlarında bekletildiği bilinmektedir. Hatta pazarlama sırasında bile açıkta veya uygun olmayan koşullarda bekletilen bu balıklar, taşıma ve bekleme sırasında meydana gelen kalite kaybına ilaveten sağlığı tehdit edici unsurlarında içermektedir. Zira balık, hayvansal kökenli gıdalar içinde en çabuk bozulabilen bir besin maddesidir. Ürünün üreticiden tüketiciye kadar kalitesini kaybetmeden sunulabilmesi için soğuk zincirin oluşturulması ve gereği gibi uygulanması zorunludur (Varlık, 1988).

Balıklarda bozulma bakteriyel, enzimatik, kimyasal ve fizyolojik nedenlerle olur (Varlık ve Yolcular, 1987). Balığın ölümüyle beraber ortaya çıkmaya başlayan bu bozulma belirtileri, kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşal olarak tespit edilebilir (Teskeredzic ve Prefier, 1987; Bjarnason, 1978).

Tazeliklerini kaybetmeye başlayan balıklarda, vücut su kaybederek kuru ve mat bir görünüm alır. Bu kuruma ve matlaşma olayı ilk olarak gözlerde ortaya çıkar. Ölümden itibaren devam eden bu olay optik kırılmanın giderek artmasına neden olur. Gözdeki bu değişiklikler göz sıvısının ışığı kırma kabiliyetinin ölçülmesiyle belirlenir (İnal, 1992; Varlık ve ark., 1993). Nagashima ve ark.,

(1990)'da göz sıvısı refraktif indisi (RI) değeri ile diğer kalite parametreleri arasında doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmiş ve RI değerinin balıkların tazeliğinin belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir. Kietzmann ve ark., (1969) ise çeşitli balıklara ait RI değerlerinin tazelikle ilişkisini bir tablo halinde vermiş ve genelde 1.3355 ve altındaki RI değerlerini tazelik derecesi bakımından çok iyi kategorisi olarak sınıflandırmışlar. Bunun yanında 1.3380'den fazla RI değerine sahip balıkları ise bozulmuş olarak değerlendirmişlerdir.

Balıklarda bozulmaya paralel olarak ortaya çıkan kimyasal değişikliklerin başında osmoregülatör olarak görev yapan trimetilamin oksit (TMAO)'in bakteri ve enzimlerin etkisiyle trimetilamin (TMA)'e parçalanması gelmektedir. Bu olay 0°C'nin üstündeki sıcaklıklarda bakteriyel redüksiyon ile, 0°C'nin sıcaklıklarda ise otolitik ve enzimatik olarak meydana gelmektedir. Bu da TMA değerinin, balıklarda tazeliğin derecesini ve tüketilebilirliği belirlemede bir kalite indikatörü olabileceğini ortaya kaymaktadır (Boland ve Paige, 1971; Ruiter, 1971; Murray ve Gibson, 1972; Teskeredzic ve Prefier, 1987; Varlık ve Yolcular, 1987; Varlık, 1988; Varlık ve ark., 1993; Çaklı, 1996).

Uluslararası standartlara göre tüketilebilirlik sınırı 10-15 mg/100 g. olarak ifade edilirken (Schormüller, 1968), Ludorf ve Meyer, (1973) TMA-N değerini 4 mg/100 g.'a kadar iyi 10 mg/100 g.'a kadar pazarlanabilir ve 12 mg/100 g. üzerini ise bozulmuş olarak nitelendirmiştir. Varlık ve ark., (1993)'de TMA-N değerinin 1-8 mg/100 g. arasında olması gerektiğini belirterek, 8 mg/100 g.'ın üzerindeki bozulmuş olarak değerlendirmişlerdir.

İstavrit, barbunya ve mezigit balıklarında tazeliğin belirlenmesi

Ülkemizde balıkların nakliyesi ve pazarlanması aşamalarında, muhafaza için yeterli olmayan soğutma ortamları kullanılmaktadır. Tüketime kadar geçen süreçte uygulanan bu soğutma ortamları, ya buzdolabı sıcaklığı (3-4°C) derecesinde ya da yeterli olmayan donma (-5°C ile -10°C arası) derecesinde bulunmaktadır. Bu nedenle, uygun olmayan bu ortamlarda bekletilen balıkların kalite karakteristiklerinde de bir takım değişiklikler meydana gelmektedir. İşte bu nedenle çalışmada iki farklı soğuk ortamda bekletilen üç ayrı tür balıkta göz sıvısı RI ve TMA-N miktarı gözönüne alınarak, kalitenin tespiti ve saklama süresinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada Rize bölgesinden 16 Kasım 1996 tarihinde taze olarak temin edilen İstavrit (*Trachurus mediterraneus*, Steindachner, 1868), Barbunya (*Mullus barbatus*, Linnaeus, 1758) ve Mezigit (*Merlangius merlangus euxinus*, Nordmann, 1840) balıkları kullanıldı. Her bir balık türü ilk analizleri takiben iki gruba ayrıldı. Bir grup buzdolabı sıcaklığı (BDS) ortamında (3±1°C), diğer grup ise buzdolabının buzuğunda (BS) (-10±2°C) bir hafta süreyle beklemeye tabi tutuldu. Her örnek grubunda göz sıvısı RI ve TMA-N (mg/100 g.) değerleri tespit edildi.

Göz sıvısı RI değerlerinin tespitinde İnal, (1992)'nin önerdiği yöntem kullanıldı. Ölçümler 20°C sabit sıcaklıkta, Abbe refraktometrede, her seferinde en az dört örnekte yapıldı. TMA-N'nun belirlenmesinde Boland ve Paige (1971)'nin yöntemi kullanıldı. Analizler her bir örnek grubu için üçer paralel olarak yürütüldü. Sonuçlar mg TMA-N/100 g. olarak ifade edildi.

Bulgular

Taze örneklerde yapılan analizlerde İstavritte RI değeri 1.3355, TMA-N ise 0.70 mg/100 g. olarak tespit edilmiştir. Aynı şekilde Barbunyada RI 1.3350, TMA-N 1.21 mg/100 g. ve Mezgitte RI 1.3354, TMA-N ise 1.32 mg/100 g. olarak belirlenmiştir. Daha sonra zamana bağlı olarak her iki ortamda bekletilen örneklerde artışlar meydana gelmiştir (Tabl 1, Şekil 1 ve Şekil 2).

İstavrit balığının BDS ve BS bekletilen örneklerinde 7günün sonunda sırasıyla 9.91 mg/100 g. ve 3.70 mg/100 g. TMA-N değerleri tespit edilmiştir. Aynı şekilde RI değerleri olarakta 1.3434 ve 1.3379 değerleri elde edilmiştir (Tablo 1).

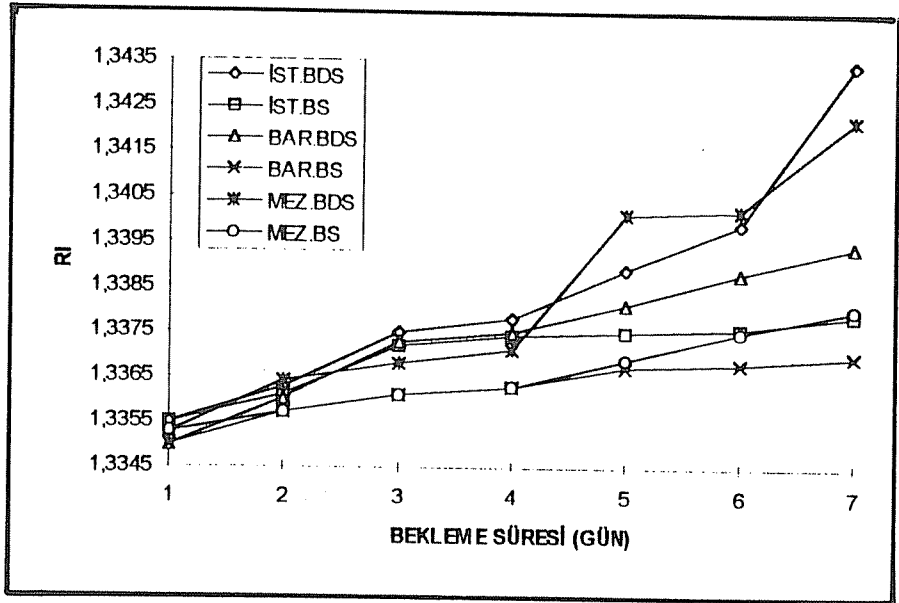
Barbunya balığı örneklerinde başlangıçta 1.3350 olan RI değeri, BDS'da 7 günde 1.3394'e, BS'da bekletilende ise 1.3370'e çıkmıştır. Aynı örneklerde TMA-N değeri 7 günde sırasıyla 36.91 mg/100 g. ve 12.51 mg/100 g. olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

Mezigit balığı örneklerinde ise başlangıçta 1.3350 olan RI değeri artarak 7 günün sonunda BDS'de 1.3422, BS'da 1.3380 olarak bulunmuştur. TMA-N değerleri aynı sürenin sonunda 62.94 mg/100 g. ve 28.33 mg/100 g. olarak belirlenmiştir (Tablo 1).

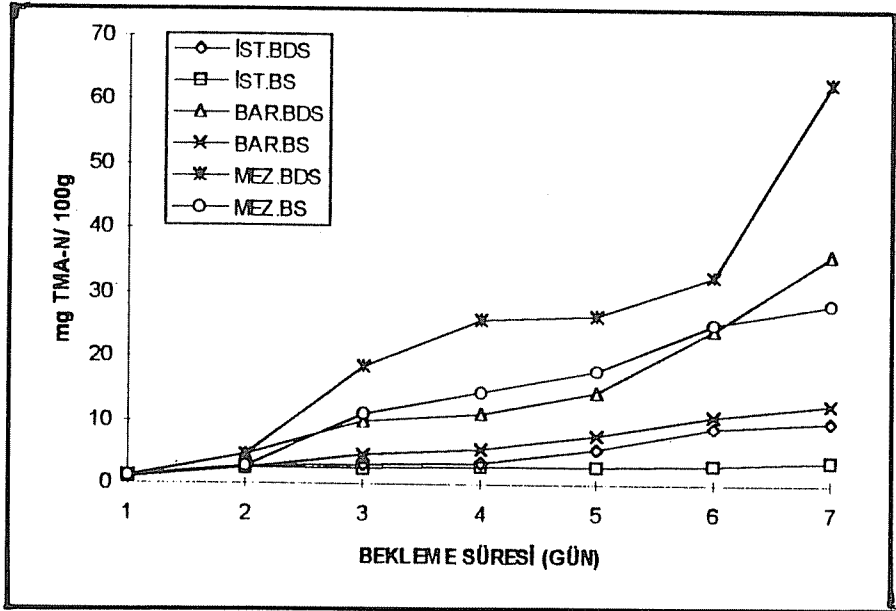
Her üç örnek grubunda da hem RI hem de TMA-N'da artan değerler gözlenmiş, ancak BS'da meydana gelen artışlar, BDS'dakiler kadar yüksek olmamıştır (Tablo 1, Şekil, 1, 2).

Tartışma ve Sonuç

Kietzmann ve ark., (1969)'nın belirttiği tazelik derecesi ile göz sıvısı RI değerleri arasındaki ilişkiye göre, istavrit balığının BDS'da bekletilen örnekleri 5 günde



Şekil 1. Farklı iki ortamda bekletilen istavrit, barbunya ve mezgit balıklarında meydana gelen göz sıvısı RI değişimleri.



Şekil 2. Farklı iki ortamda bekletilen istavrit, barbunya ve mezgit balıklarında meydana gelen TMA-N değişimleri.

İstavrit, barbunya ve mezgit balıklarında tazeliğin belirlenmesi

Tablo 1. Farklı iki ortamda bekletilen istavrit, barbunya ve mezgit balıklarında elde edilen göz sıvısı RI ve TMA-N değerleri

BEKLEME SÜRESİ (GÜN)	İSTAVRİT				BARBUNYA				MEZGİT			
	BUZDOLABI SICAKLIĞI ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$)		BUZLUK SICAKLIĞI ($-10\pm 2^{\circ}\text{C}$)		BUZDOLABI SICAKLIĞI ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$)		BUZLUK SICAKLIĞI ($-10\pm 2^{\circ}\text{C}$)		BUZDOLABI SICAKLIĞI ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$)		BUZLUK SICAKLIĞI ($-10\pm 2^{\circ}\text{C}$)	
	RI	mg TMA-N 100 g	RI	mg TMA-N 100 g	RI	mg TMA-N 100 g	RI	mg TMA-N 100 g	RI	mg TMA-N 100 g	RI	mg TMA-N 100 g
1	1.3355	0.78	1.3355	0.78	1.3350	1.21	1.3350	1.21	1.3353	1.32	1.3353	1.32
2	1.3363	2.68	1.3361	2.51	1.3360	4.55	1.3357	2.41	1.3364	4.75	1.3357	2.92
3	1.3375	2.93	1.3372	2.61	1.3373	9.82	1.3361	4.50	1.3368	18.42	1.3361	11.13
4	1.3378	3.29	1.3374	2.64	1.3375	11.11	1.3363	5.47	1.3371	25.86	1.3363	14.52
5	1.3389	5.67	1.3375	2.82	1.3381	14.61	1.3367	7.86	1.3401	26.67	1.3369	17.77
6	1.3399	8.91	1.3376	2.97	1.3388	24.33	1.3368	10.93	1.3402	32.61	1.3375	25.28
7	1.3434	9.91	1.3379	3.70	1.3394	36.19	1.3370	12.51	1.3422	62.94	1.3380	28.33

(1.3389) bozulmuş kategorisine girmiştir. Aynı balığın BS'da bekletilen örneklerinde ise 7 günde 1.3379 RI değeri belirlenmiştir. Belirlenen bu değer literatüre göre orta tazelik derecesi olarak değerlendirilmiştir. Barbunya balığının BDS'daki örneklerinde 5 günde belirlenen 1.3381 RI değeri bozulmuş olarak değerlendirilmiştir. BS'de bekletilen örneklerin 7 gününde belirlenen 1.3370 RI değerinde orta tazelik derecesi olarak nitelendirilmiştir. Mezgıt balığının BDS'daki kısmında 5 günde elde edilen 1.3401 RI değeri bozulmayı göstermiş, bunun yanısıra BS'deki örneklerde 7. günde elde edilen 1.3380 değeri ise orta tazelik derecesinin üst sınırını teşkil etmiştir (Tablo 1 ve Şekil 1).

TMA-N değerlerine bakıldığında Uluslararası standart değer olan 10-15 mg/100 g. tüketilebilirlik sınır değerine (Göğüş ve ark., 1992; Varlık, 1988; Varlık ve Yolcular, 1987) istavrit balığının BDS'de bekletilen örneklerinde 7 günde (9.91 mg/100 g.) yaklaşılmıştır. Ancak, Varlık ve ark. (1993)'a göre tüketilebilirlik üst sınırı olarak bildirilen 8 mg/100 g. değerine 6. günde (8.91 mg/100 g.) ulaşılmıştır. BS'daki örneklerde ise TMA-N değerinin daha önce belirtilen her iki sınır değerinde ulaşmadığı (7.günde 3.70 mg/

100 g.) gözlenmiştir (Tablo 1, Şekil 2).

Barbunya balığının BDS'deki örneklerinde uluslararası standart değer 4. günde (11.11 mg/100 g.) Varlık ve ark., (1993)'e göre ise 3 günde (9.82 mg/100g.) aşılmıştır. BS'da ise her iki sınır değerinde 6 günde (10.93 mg/100 g.) aşılmıştır (Tablo 1, Şekil 2).

Mezgıt balığının BDS ve BS'da bekletilen örneklerinde hem uluslararası tüketilebilirlik sınırı hem de Varlık ve ark., (1993)'nın belirttiği sınır değeri 3. günde (18.42 mg/100 g. ve 11.13 mg/100 g.) aşılmıştır. Ancak burada BS'de bekletilen örneklerde elde edilen TMA-N değerleri BDS'de elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur (Tablo 1, Şekil 2).

Sonuç olarak istavrit balığının BDS'da en fazla 5 gün, BS'de 7 gün, barbunya balığının BDS'de en fazla 3 gün, BS'de 5 gün ve mezgıt balığının da BDS'da en fazla 2 gün, BS'de ise 3 gün bekletilebileceğini söyleyebiliriz. Buna göre her üç balığın da buzdolabı sıcaklığı ($3\pm 1^{\circ}\text{C}$) ve buzluk sıcaklığı ($-10\pm 2^{\circ}\text{C}$) ortamında çok kısa bir süre tutulabileceği, eğer daha uzun bir süre bekletilmesi gerekiyor ise düşük sıcaklık derecelerinin uygulanmasının gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Kaynakça

- Bjarnason, J., 1978. Methodology of Fish Quilyt Testing. EIFAC/78/Symp. R/S Hamburg. 20-23 June 1978. 15 s.
- Balond, F.E., Paige, D.D., 1971. Collaboratire Study of a Method for the Determination of Trimethylamine Nitrogen In Fish. Journal of the OAAC Vol: 54, No.3, 725-727.
- Çalık, Ş., 1996. Doğada Avlanan ve Ağ Kafeslerde Yetiştirilen Çipura (*Sparus aurata*, 1758) Balıklarının Dondurularak Muhafazası Üzerine Bir Araştırma, Gıda Yılı: 21, Sayı. 4, 243-250.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., 1992. Su Ürünleri Teknolojisi Ank. Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay.: 1243, Ders Kitabı: 358 261 s., Ankara.
- Göğüş, A.K., Kolsarıcı, N., Ertaş, H., 1992. Değişik Glaze Uygulamalarının ve Donmuş Depolamanın Kolyoz, Sardalya ve Mezgıt Balıkları Üzerine Etkisi. I.Et ve Balık Kurumu Dergisi, Sayı: 68. Ocak-Mart 26-32.

İstavrit, barbunya ve mezzit balıklarında tazeliğin belirlenmesi

- İnal, T., 1992. Besin Hijyeni. Hayvansal Gıdaların Sağlık Kontrolü. Final Ofsel. İstanbul. 783 s.
- Kietzmann, U., Priebe, K., Rakow, D., Reichstein, K., 1969. See fisch Als Lebensmittel. Paul Paren Verlag.Hamburg.Berlin. 160-243.
- Ludorf, W., Meyer, V., 1973. Fische und Fischerzeugnisse. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg. 309 s.
- Murray, C.K., Gibson, D.M., 1972. An Investigation of the Method of Deferming Trimethylamine in Fish Muscle Extracts by the Formation of Its Picrate Salt-Part I. Journal of Food Technol. 7, 35-46.
- Nagashima, Y., Tanaka, M., Taguchi, T., 1990. Evaluation of Yellow fin Tuna Freshness by Physicochemical properties of the Eye Fluid. Jou. Tokyo Uni.Fish. Tokyo Suisandai Kempo Vol. 77, No: 2, 153-159.
- Ruiter, A., 1971. Trimethylamine and the Quality of Fish. Voedingsmiddelentechnologie. 2 No: 43 (27 October). 1-10.
- Schormüller, J., 1968. Handbuch der Lebensmittelchemie. Band III/2 teil. 5.1482-1537. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.
- Teskeredzic, Z., Preifer, K., 1987. Determining the Degree of Freshness of Rainbow Trout (Salmo gairdneri) cultured in Brackish Water. Journal of Food Science Vol: 52, No: 4. 1101-1102.
- Varlık, C., Uğur, M., Gökoğlu, N., Gün, H., 1993. Su Ürünlerinde Kalite Kontrol İlke ve Yöntemleri. Gıda Teknolojisi derneği Yayın No: 17. s. 174. İstanbul.
- Varlık, C., 1988. Blok Dondurulmuş Hamsinin Depolanması. Gıda Sanayii. 9, 29-31.
- Varlık, C., Yolcular, H., 1987. Dondurulmuş Lüfer ve Hamsinin Depolanması. Gıda Sanayii, 2. 39-42.

Geliş Tarihi: 03.01.1997

Kabul Tarihi: 02.06.1997

İyidere'den Alınan *Salmo trutta labrax* (Pallas,1811) Örneklerinde Yaş Belirleme Yöntemleri

Bilal Kutrup

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Trabzon, Türkiye.

Abstract: *Methods of age determination of Salmo trutta labrax (Pallas, 1811) taken from İyidere stream:* In this study, methods of age determination of *S. trutta labrax*, which is live naturally in this stream and is the most economical fish among the freshwater fishes, was examined. Otolit, vertebrae and scales were used for age determination of *S. trutta labrax*. Results were compared.

It was seen that otolith is the best structure for ageing *S. trutta labrax*. But the result of vertebrae were found close-by otolith result. Scales were insufficient for ageing *S. trutta labrax*.

Key Words: *S. trutta labrax*, Age determination, İyidere.

Özet: Bu çalışmada, Trabzon yöresindeki derelerde doğal olarak bulunan ve bölgemizdeki tatlısu balıkları içerisinde ekonomik önemi en fazla olan *S. trutta labrax*'ın yaş tayin yöntemleri incelenmiştir. *S. trutta labrax*'ın yaşının belirlenmesinde pul, otolit ve omur örnekleri incelenmiş ve birbirleri ile karşılaştırılmıştır. *S. trutta labrax*'ın yaşının belirlenmesinde en uygun kemiksi oluşumun otolit olduğu görülmüştür. Yalnız omur örnekleri otolit örneklerine çok yakın bir sonuç vermiştir. Pul örnekleri ile yapılan yaş tayininin *S. trutta labrax* için güvenilir olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *S. trutta labrax*, Yaş belirlenmesi, İyidere.

Giriş

Balıkçılık biyolojisi çalışmalarında, kullanılan balığın yaşının doğru olarak ortaya konması en önemli aşamalardan biridir. Çünkü, yaş uygunluğunun kontrolü her zaman mümkün değildir.

Yaş belirlenmesi uygun yöntemle yapılmamış balıklar üzerindeki çalışmalar alınacak sonuçlarda bazı yanlışlar etirebilir.

İstenilen balığın yaşının belirlenmesi genellikle balıktan alınan kemiksi yapılar üzerindeki büyüme halkaları gözlenerek yapılmaktadır. Pul, otolit, omur, operkür, frontal kemik ve dorsal yüzgecin birinci diken ışını balıkların yaşlarının belirlenmesinde kullanılan kemiksi oluşumlardır. Ancak, pullarla yapılan yaş tayini diğer yöntemlerden çok daha kolaydır. Çünkü, bu yöntemle pullar, balık öldürülmeksizin kolayca alınabilir. Yalnız pulları bulunmayan, pulu olsa bile yaş tayininde kullanılması uygun olmayan balıklarda pullarla yaş tayini yapılması sakıncalıdır. Bu nedenle, diğer kemiksi yapılar da yaş tayininde kullanılmaktadır.

Her bir balık türü için bu kemiksi oluşumlardan hangisinin en az hata ile daha iyi sonuç verdiğinin ortaya konması için, gerek ülkemizde gerekse yurt dışında pek çok çalışma yapılmıştır (Tesh, 1968; O'Gorman, 1987; Polat, 1987, 1988). Son yıllarda, özellikle yurt dışında kemiksi oluşumlardaki annulus'ların elektron mikroskopu ile günlük değişimi gözlenerek yaş tayini yapılmaktadır (Michaud, 1988; Andersen, 1988; Riche, 1987; Marksness, 1987; Oxenford, 1984).

Halkın hayvansal protein ihtiyacı için son derece önemli olan ve bölgemizdeki bütün derelerde doğal olarak bulunan *S.t. labrax*'ın yaşının en az hata ile hangi

yöntemle ortaya konulabileceğinin belirlenmesi amacıyla bu çalışma gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde bu konuda bu balık üzerinde yapılmış bir çalışma mevcut değildir. Yalnız yurt dışında kahverengi alabalık (*Brown-trout*) ve Pasifik salmonu (*Oncorhyncus nerka*) ile ilgili yaş tayin çalışmaları bulunmaktadır (Bilton, 1968; Jonson, 1976; Burnet, 1969).

Yapılan bu çalışma bölgemiz ve Türkiye'de *S.t. labrax* ile yapılacak çalışmalara ışık tutacağı inancındayım.

Materyal ve Yöntem

İyidere, Trabzon ili ile Rize ili arasında sınır teşkil etmektedir. Enlemi 41°C ile 59 ve boylamı 40°C 37 olan derenin uzunluğu 35 km. kadardır. Derenin kaynağına yakın olan bölgeleri yılın büyük bir kısmında karla kaplı olduğu için bölgemizdeki diğer derelere nazaran oldukça fazla su taşımaktadır. Dere suyunun sıcaklığı 6°C ile 16°C arasında, erimiş oksijen ise 7.9-14.3 ppm. arasında değişmektedir. İyidere'nin su sıcaklığı özellikle alabalıkların bol bulunduğu yukarı bölgelerde Ağustos ayında bile 10°C'yi geçmemektedir.

Araştırma materyali, 1995 yılının Haziran-Kasım ayları arasında yakalanmış olup, araştırma 94 birey üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Balık örneklerinin yakalanmasında elektrik şok aleti, 1x1 cm. göz açıklığındaki serpmeye ağ, olta ve yöre halkının "ada yöntemi" diye isimlendirdiği yöntemden yararlanılmıştır. Bunlar arasında en etkili olan ada yöntemi olmuştur. Bu yöntem özellikle alabalıkların yumurta bırakma zamanlarında uygulanmaktadır. Yumurtlama zamanı akarsuyun kaynağına yaklaşan *S.t. labrax* bireyleri derelerin nispeten kumlu, sıg ve suyu durgun olan kol-

S. turutta labrax örneklerinde yaş belirleme yöntemleri

larına yumurta bırakmaktadırlar. Bu kollara giren alabalıkların önleri ağla kesilerek yakalanmaktadırlar.

Yaş belirlenmesinde kemiksi oluşumlar arasında en önemlileri olan pul, otolit ve omurdan yararlanılmıştır. Pullar sırt yüzgeci ile L. lateral arasındaki bölgeden alınmıştır. Özel zarflara konan pullar birbirinden ayrılması için sıcak suda 5 dakika bekletilmiştir. % 4'lük NaOH'de bir gün bekletilen pullar saf suda yıkandıktan sonra pulların sertleşmesi için % 96'lık alkolde 15 dakika bekletilmiştir. Kurutma kağıdı ile kurutulan pullar binöküler mikroskop altında incelenmiştir (Chugunova, 1963; Jonson, 1976).

Otolit örnekleri 103 derecedeki Edüv'de 15 dakika bekletilerek % 96'lık alkolde yıkanmış ve xylol içerisinde incelenmiştir (Polat, 1987; Bilton, 1968; Jonson, 1976).

Omurların preparasyonunda ise iki yöntem kullanılmıştır.

1. Anterior omurdan ilk onu alınarak parçalara ayrılmıştır. Omurlar kaynamakta olan suda 5 dakika bekletilmiş ve ince uçlu pens yardımı ile et ve yağlarından temizlenmiştir. Daha sonra 103 derecedeki etüvde 15 dakika bekletilerek tekrar temizlenmiş ve xylol içerisinde incelenmiştir (Polat, 1987; Beamish, 1979).

2. Balığın kaba etleri keskin bir bistürü yardımı ile alındıktan sonra omurga parçaları halinde % 10'luk NaOH'de 24 saat bekletilmiştir. Muhtemelen kalabilecek olan yağların temizlenmesi için de 3 saat kadar eter içerisinde bırakılmıştır. Bu süre sonunda iyice yumuşayan etler ince pens yardımı ile temizlenmiştir. Omurga parçalarını beyazlatmak için % 5'lik H₂O₂ içerisinde 10 dakika bekletilmiştir. Daha sonra omurga parçalarından kıl testere ile ince (1 mm.) kesitler alınmış ve preparatları hazırlanarak pinoküler mikroskop altında incelenmişlerdir (Balık, 1990).

Bulgular

İki araştırmacı tamamen birbirinden bağımsız olarak yaş belirlenmesi yapmışlardır. Pul, otolit ve omurdan iki araştırmacıya göre herbir bireyin yaş grupları arasındaki dağılımı Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'de görüldüğü gibi, örneklerin yaş grupları arasındaki dağılımında en fazla uyum % 94.5 ile omurda görülmüştür. Omuru % 90.4 ile otolit ve % 86.1 ile de pul izlemiştir.

İki araştırmacının toplam örnekler arasında herbir yaş grubu için pul preparatlarından elde ettiği değerler Şekil 1'de; otolit örnekleri için Şekil 2'de ve omur örnekleri için ise Şekil 3'de verilmiştir.

Tablo 1. S.t. labrax örneklerinde iki araştırmacıya göre kemiksi yapılardaki yaş grupları dağılımı.

Yaş Gr. K. Oluş.	0	1	1+	2	2+	3	3+	4		
Pul	A	7	16	21	17	9	13	7	4	94
	B	4	19	13	22	10	14	10	2	94
Otolit	A	7	10	9	22	15	16	11	4	94
	B	5	13	4	26	13	16	13	4	94
Omur	A	5	8	10	20	19	17	9	6	94
	B	4	9	12	20	15	19	9	6	94

B								
4	-	-	-	-	-	-	2	1
3+	-	-	-	2	-	2	5	2
3	-	2	-	1	3	7	-	1
2+	-	-	2	5	1	1	1	-
2	1	3	5	6	2	3	1	-
1+	1	1	7	2	2	-	-	-
1	2	8	6	1	1	-	-	-
0	3	1	-	-	-	-	-	-
	0	1	1+	2	2+	3	3+	4
	A							

Şekil 1. *S.t. labrax* örneklerinde iki araştırmacının pullardan okuduğu yaşların yaş grupları arasındaki dağılımı.

B								
4	-	-	-	-	-	1	1	5
3+	-	-	-	-	1	1	5	1
3	-	-	-	1	5	11	2	-
2+	-	-	-	4	9	2	1	-
2	-	1	1	13	3	2	-	-
1+	2	1	6	2	1	-	-	-
1	-	5	3	1	-	-	-	-
0	3	1	-	-	-	-	-	-
	0	1	1+	2	2+	3	3+	4
	A							

Şekil 3. *S.t. labrax* örneklerinde iki araştırmacının omurlardan okuduğu yaşların yaş grupları arasındaki dağılımı.

B								
4	-	-	-	-	-	-	1	3
3+	-	-	-	-	1	3	8	1
3	-	-	-	1	3	10	1	-
2+	-	-	-	4	8	1	-	-
2	-	2	2	17	3	2	-	-
1+	2	-	3	-	-	-	-	-
1	2	7	4	-	-	-	-	-
0	4	1	-	-	-	-	-	-
	0	1	1+	2	2+	3	3+	4
	A							

Şekil 2. *S.t. labrax* örneklerinde iki araştırmacının otolitlerden okuduğu yaşların yaş grupları arasındaki dağılımı.

Ayrıca, her üç kemiksi oluşum için aynı örnekte aynı yaşı okuma değerleri ve oranları Tablo 2'de verilmiştir. Buradan da görüldüğü gibi, aynı örnekte aynı yaşı okuma oranı en fazla % 63.8 ile otolitte olmuştur. Bunu % 60.6 ile omur ve % 40.4 ile pul izlemiştir.

Kemiksi oluşumlar arasındaki yaş ilişkilerini ortaya koymak için, A okuyucusu gözönüne alınmıştır. Buna göre, omur-otolit ilişkisi Şekil 4'de; otolit-pul ilişkisi Şekil 5'de ve omur-pul ilişkisi Şekil 6'da verilmiştir.

Omur

4	-	-	-	-	-	3	3
3+	-	-	-	-	-	2	6
3	-	1	-	2	4	8	2
2+	-	-	1	4	8	6	-
2	-	3	2	14	2	-	-
1+	2	1	4	2	1	-	-
1	3	4	1	-	-	-	-
0	3	1	1	-	-	-	-
	0	1	1+	2	2+	3	3+
	Otolit						

Şekil 4. *S.t. labrax* örneklerinde omur yaşı-otolit yaşı ilişkisi.

S. turutta labrax örneklerinde yaş belirleme yöntemleri

Tablo 2. *S.t. labrax* örneklerinde araştırmacılar tarafından aynı okunan balıkların yaş grupları arasında dağılımı.

Yaş G. Kem.Ol..	0	1	1+	2	2+	3	3+	4	Toplam	%
Pul	3	8	7	6	1	7	5	1	38	40.4
Otolit	4	7	3	17	8	10	8	3	60	63.8
Omur	3	5	6	13	9	11	5	5	57	60.6

Otolit

4	-	-	-	-	-	1	2	1
3+	-	-	-	1	2	2	5	1
3	-	-	2	5	2	5		2
2+	-	2	5	3	3	2		-
2	2	3	9	4	1	3	-	-
1+	1	4	1	3	-	-	-	-
1	1	5	2	1	1	-	-	-
0	3	2	2	-	-	-	-	-
	0	1	1+	2	2+	3	3+	4

Pul

Şekil 5. *S.t. labrax* örneklerinde otolit yaşı-pul yaşı ilişkisi.

Omur

4	-	-	-	1	-	2	1	2
3+	-	-	1	-	2	1	4	1
3	-	2	2	6	2	3	2	1
2+	-	2	4	7	2	3	1	-
2	2	2	9	2	3	2		-
1+	1	6	1	-	-	2	-	-
1	2	3	2	1	-	-	-	-
0	2	1	2	-	-	-	-	-
	0	1	1+	2	2+	3	3+	4

Pul

Şekil 6. *S.t. labrax* örneklerinde omur yaşı-pul yaşı ilişkisi.

Kemiksi oluşumlar arasında aynı örnekte aynı yaşı okuma oranı en yüksek olarak % 51.05 ile omur-otolit arasında görülmüştür. Bunu % 27.6 ile otolit-pul ve % 20.2 ile de omur-pul izlenmiştir. Bu kemiksi oluşumlar arasında genellikle ileri yaşlardaki ortak okuma oranının ilk yaşlardaki ortak okuma oranına göre daha fazla olduğu görülmüştür. Bu da ileri yaşlardaki bireylerden alınan kemiksi oluşumlardaki yaş halkalarının daha iyi görülmesinden kaynaklanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

S.t. labrax (Deniz alası) Trabzon yöresindeki derelerin hepsinde doğal olarak bulunmaktadır (Kutrup, 1993). Tatlısu balıkları içerisinde ekonomik önemi en fazla olan balıklardan biridir. Özellikle son yıllarda, yöre halkının gelecekte protein ihtiyacını karşılamak için bu alttürün popülasyonlarını koruma önlemleri alınmaya başlanmıştır.

S.t. labrax'da yaş belirlemek amacıyla üç önemli kemiksi oluşum olan pul, otolit ve omur kullanılmıştır. Bunların dışındaki operkül ve dorsal yüzgecin birinci diken ışını da yaş tayininde kullanılan önemli kemiksi oluşumlardır. Bu çalışmada, dorsal yüzgecin birinci diken ışınından da kesit alınmış, fakat annulus'ların düzensizliği nedeniyle, bu kemiksi oluşum dikkate alınmamıştır. Yaş belirlemede kullanılan çeşitli kemiksi oluşumlar balık türleri için farklı sonuçlar

vermektedir. Örneğin, Polat (1987) Keban Barajında yaşayan *Capoeta trutta*'da en iyi sonucu dorsal yüzgecin birinci diken ışınının verdiğini belirtirken, aynı araştırmacı Karadeniz'de yaşayan *Gadus euxinus*'da omurun *Trachurus*'da ise otolitin en iyi sonucu verdiğini bildirmektedir (Polat, 1988). Diğer taraftan, Pasifik'de yaşayan *Merluccius productus*'da otolit yaşının güvenilir olmadığı bildirilmektedir (Beamish, 1979). Bu kemiksi yapılar arasında yaş halkalarının en belirgin olduğu yapı genellikle otolit'dir. Bunu omur ve pul izlemektedir. Zira, aynı örnekte aynı yaşı okuma oranı otolitte % 63.8, omur'da % 60.6 ve pul'da ise % 40.4 olarak bulunmuştur.

Görüldüğü gibi, otolit ve omurda aynı örnekte aynı yaşı okuma oranı birbirine çok yakınken, pulda bu oran oldukça küçüktür. Bu da alabalık pullarının çok küçük olması, otolit ve omura göre daha fazla yalancı halka taşımalarının bir sonucu olabilir.

Kemiksi oluşumlar arasındaki yaş ilişkilerinde en fazla uyum otolit-omur arasında görülmüş, bunu otolit-pul ve omur-pul izlemiştir. Örneğin Şekil 4'de de görüldüğü gibi, 22 örnek, otolitte 2 yaşında okunmuşken, bu örneklerden 14'ü omurda da 2 yaşında okunmuş, 2'si 1 yaşında, 4'ü 2 yaşında ve 2'si de 3 yaşında okunmuştur. Diğer taraftan, 17 örnek, pulda 2 yaşında okunmuşken, bu örneklerden ancak 4'ü otolitte, 2'si de omurda aynı yaşda okunmuştur (Şekil 5, 6).

Kaynakça

- Andersen, T., Morkness, E., 1988. Estimation of age in Day and Daily Growth Rate in Larval and Juvenile Fishes, Based on Reading Daily Increments in their Otoliths, Rapp. P.V. Cons.Int. Explor. Mer. 191, 474-483.
- Balık, S., 1990. Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniv. Fen.Fak. Kitaplar Ser. No: 97, Bornova, İzmir.

Annulus'ların belirgin olarak gözükmemesi sonucu pul yaşı okumada zorluk çekilmiştir. Bunun sonucu olarak da, pulda 2 yaşında okunan bir örnek omurda 4, otolitte 3 yaşında okunmuştur.

Sonuç olarak, *S.t. labrax*'ın yaşının belirlenmesinde kullanılan kemiksi oluşumlar arasında otolit ve omurun puldan daha güvenilir olduğu görülmüştür. Nitekim yurt dışında kahverengi alabalıklar (*S. trutta*) ile ilgili yapılan yaş tayin yöntemlerinde de otolit'in pul'dan çok daha güvenilir olduğu ortaya konmuştur (Bilton, 1968; Jonson, 1976). Fakat yurt dışındaki *S.t. labrax*'la ilgili çalışmalarda omur'la ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Omurların preparasyonunda kullanılan yöntemlerden NaOH ile yapılan yöntem, diğer yöntemlere göre oldukça uzun ve zahmetli olmasına karşın, az da olsa, daha iyi sonuç vermiştir.

Otolitlerin preparasyonunda kullanılan yöntemin dışındaki yöntemlerin güvenilir olmadığı ve en iyi sonucu bu yöntemin verdiği önceki çalışmalarla da ortaya konmuştur (Polat, 1987; Michaud, 1988; Marksness, 1987). Bu nedenle, otolitlerin preparasyonunda tek yöntem kullanılmıştır. Son yıllarda otolitteki annulusların günlük değişimi gözlenerek yaş tayini yapılmakta olduğu dikkate alınır, yaş tayin yöntemlerinin doğru olarak ortaya konmasının balıkçılık biyolojisi çalışmalarında ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır.

S. turutta labrax örneklerinde yaş belirleme yöntemleri

- Beamish, R.J., 1979. Differences in The Age of Pacific Hake (*Merluccius productus*) Using whole Otoliths and Section of otoliths, J. Fish.Rse.Board Can., 36, 141-151.
- Bilton, H.T., Jenkinson, D.W., 1968. Comparison of Otolith and Scale Methods for Aging Sockeye (*Oncorhycus nerka*) and Chun (*O. keta*) Salmon, J. Fish.Res.Bed.Con. 25, 1068-1069.
- Burnet, A.M.R., 1969. An Examination of The Use of Scales and Fin Rays for Age Determination of Brown Trout (*Salmo trutta*), New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 3, 1.
- Chugunova, N.I., 1963. Age and Growth Studies in Fish, National Sci. Foundation, 132 p., Washington.
- Jonson, B., 1976. Comparison of Scales and Otoliths for Age Determination in Brojn Trout (*Salmo trutta*), Norw, J. Zool., 24, 295-301.
- Kutrup, B., 1993. Trabzon yöresindeki Tathsu Balıklarının Taksonomisi ve Ekolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi.
- Marksness, E., Butler, J., Radtke, R.J., 1987. Estimation of Age and Growth Rate in Novegian Spring Spawning Herring (*Clupea harengus*) Larvea and Juvenile, Sarsia 72, 341-342, Bergen.
- Michaud, M., Dutil, J.J., 1988. Determination of the Age of Young American eels, *Anguilla rostrata*, in Freshwater, Based on Otolith Surface Area and Microstructure, J. Fish Biol., 32, 179-189.
- O'Gorman, R., Barwick, D.H., Bowen, C.A., 1987. Discrepancies between Age Determination from Scales and Otoliths for alewives from the Great Lake, Age and Growth of Fish, Iowa State Üniv., 203-210.
- Oxenford, H.A., Hunte, W., Daene, R., Campana, S.E., 1984. Otolith age Validation and Growth-Rate Variation in Flyingfish (*Hirundichtys affinis*) from The Eastern Calibbean, Marine Biology 118, 585-592.
- Polat, N., 1987. Age Determination of *Capoeta trutta* in Keban Dam Lake, Doğa TU. Zoology D II., 155-160.
- Polat, N., 1987. Keban Baraj Gölünde Yaşayan *Barbus rajanorum mystaceus* heckel 1843'te Yaş Belirleme Yöntemleri, VIII.Ulusal Biyoloji Kongresi Hidrobiyoloji ve End.Mikrobiyoloji Tebliğleri, İzmir.
- Polat, N., 1988. Keban Baraj Gölündeki *Acanthobrama marmid* (Heckel, 1843)'te Yaş Belirleme Yöntemleri, XI.Ulusal Biyoloji Kongresi, Sivas.
- Riche, A.J., 1987. Reliability of Age and Growth Rate Estimates, Drived from Otolith Analiysis, The Age and Growth of Fish, The Ioxa State Üniv.Press, 167-176.
- Tesh, F.W., 1968. Age and Growth, In Methods for Assesment of Fish Production in Freshwater, Edited by, W.E. Richer, IBP. Handbook, No: 3, Blackweel Scientific Publ. Oxford and Edinburg, 93-123.

Geliş Tarihi: 03.01.1997

Kabul Tarihi: 09.06.1997



İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) Dağılım Gösteren Sardalya Balığı (*Sardine pilchardus* Walbaum, 1792)'nin Büyüme ve Üremesi Üzerine Bir Araştırma

Okan Akyol

Adnan Tokaç

Sumru Ünsal

E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *An investigation on the growth and reproduction characteristics of the sardine (Sardina pilchardus Walbaum, 1792) in the bay of Izmir (Aegean Sea):* In this study, sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) was studied in order to obtain information on its growth and reproduction characteristics. A sample of 1271 individuals of *S. pilchardus* was collected on a monthly basis of Izmir Bay (Aegean Sea) from October 1993 until October 1996. The age composition, proportion of males and females, length-age relationship, length-weight relationship, condition factor, sex and gonad maturity were recorded. Age determination was performed by otolith reading. The age composition of the individuals of sardine is between I-IV and it was observed that I age group with 82.6 % is more than the other age groups. The proportion of males and females is 1: 1.2. The average length and weight were found 12.1 cm., 13.4 cm., 14.2 cm. and 15.3 cm. and 19.63 gr., 24.55 gr., 31.89 gr. and 45 gr. representing the age groups, I, II, III and IV respectively. The length and weight range were 8.9-15.6 cm. and 8-49 gr. The growth characteristics were $L_{\infty}= 16.61$, $K= 0.383$, $t_0= -2.212$ for all specimens of *S. pilchardus*. The condition factor was found $K= 1.8$ as highest value in June. The spawning period of *S. pilchardus* is in December and January according to gonadosomatic index. The first maturity length of *S. pilchardus* is 12.1 cm.

Özet: Bu araştırmada, İzmir Körfezi'nden (Ege Denizi) Ekim 1993-Ekim 1996 tarihleri arasında elde edilen 1271 adet sardalya *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)'nin yaş kompozisyonu, eşey oranları, yaş-boy, boy-ağırlık ilişkileri, kondüsyon faktörü, yumurtlama periyodu ile ilk olgunlaşma boyu incelenmiştir. Yaş tespiti otolit okumalarıyla gerçekleştirilmiştir. Sardalya bireylerinin yaş dağılımları I-IV arasında olup, I yaş grubu % 82.6 ile en fazladır. Dişi: erkek oranı 1: 1.2'dir. Tüm bireyler için I.yaştan başlayarak ortalama boy değerleri sırasıyla 12.1 cm., 13.4 cm., 14.2 cm., 15.3 cm.; ortalama ağırlık değerleri ise sırasıyla 19.63 gr., 24.55 gr., 31.89 gr., 45 gr.'dir. Saptanan minimum ve maksimum boy değerleri 8.9-15.6 cm.; ağırlık değerleri 8-49 gr.'dir. Büyüme parametreleri tüm bireyler için $L_{\infty}= 16.61$, $K= 0.383$, $t_0= -2.212$ 'dir. Kondüsyon faktörü $K= 1.8$ olarak en yüksek Haziran ayında bulunmuştur. Gonadosomatik indeks değerlerine göre türün İzmir Körfezi'ndeki yumurtlama periyodu Aralık-Ocak aylarıdır. İlk cinsel olgunluk boyu ise 12.1 cm.'dir.

Giriş

Ege Denizi'nin en önemli pelajik balık türlerinden biri olan Sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) tüm yıl boyunca İzmir Körfezi'nde önemli miktarda av verebilmektedir. Türkiye genelinde 26.399 ton/yıllık av verimi ile Hamsiden sonra ikinci sırada gelmektedir. Bu verimde Ege Denizi'nin payı 15.045 tondur (DİE, 1994). Ülkemizde özellikle Ege kıyılarında yıl boyu av verebilen Sardalyanın av yasakları, üreme dönemini kapsayan 15 Mayıs-15 Eylül tarihleri arasında ve "ışıkla avlanmama" şeklinde uygulanmaktadır (TKB-KKGM, 1995). Sardalya avcılığında çoğunlukla gırgır ve kıyı sürütme ağları kullanılmaktadır. Bunun yanında uzatma ağlarıyla da türün avcılığı yoğun olarak yapılmaktadır.

Ülkemiz denizlerinde Sardalya ile ilgili yapılmış birçok araştırma vardır. Bunlardan İzmir Körfezi ile ilgili ilk olarak Geldiay (1969), körfezde yaşayan türlerin bir listesini yayınlamıştır. Sonraki yıllarda Özelsel (1982), Torcu (1987), Cihangir (1991) türün biyolojik özellikleriyle ilgili çeşitli araştırmalar yapmışlardır.

Bu araştırmada, İzmir körfezinde balıkçılık açısından büyük öneme sahip Sardalya balığının büyüme ve üremesi üzerine bir çalışma yapılarak, özellikle su ürünleri avcılığını düzenleyen sirkülerin hazırlanmasına katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

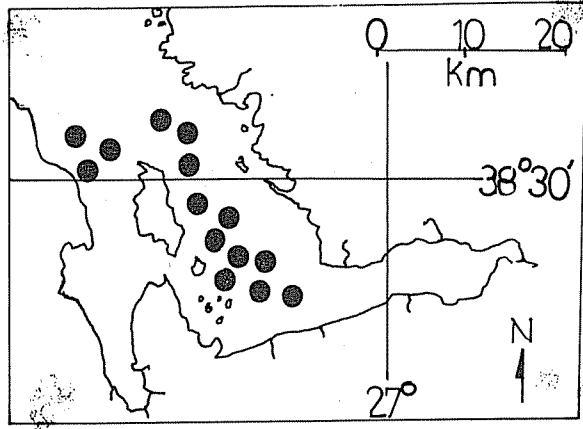
Materyal ve Yöntem

Bu araştırmanın materyali olan Sardalya (*Sardine pilchardus* Walbaum, 1792) örnekleri Ekim-1993-Ekim 1996 tarihleri arasında İzmir Körfezinden ticari gırgır tekneleri kullanılarak; ayrıca İzmir-İnciraltı balıkhanesine gelen körfez materyalinden "basit rastgele örnekleme" tekniğiyle aylık olarak alınmış; ancak av

yasakları dönemi ile hava şartlarının uygun olmadığı bazı aylarda örnekleme yapılamamıştır (Şekil 1). Böylece 16 aylık dönemde toplam 1271 adet balık incelenmiş; bunlardan 579 adedinde otolitten yaş tayini yapılabilmektedir.

Örneklerin çatal boy (FL) ölçümleri 1 mm. taksimatlı boy ölçüm tahtası ile gerçekleştirilmiş; vücut ağırlıkları (W) ise 0.1 gr. hassasiyetteki bir terazi yardımıyla alınmıştır. Yaş tayininde otolitlerden yararlanılmıştır (Holden ve Raitt, 1974). Örneklerin cinsiyeti ve cinsel olgunluğu, gonadların makroskobik olarak incelenmesiyle saptanmıştır (Holden ve Raitt, 1974). Yumurtlama periyodunun belirlenmesi ise gonadosomatik indeksin ($GSI = \text{Gonad ağırlığı} \cdot 100 / \text{Gonadsız vücut ağırlığı}$) aylara göre hesaplanmasıyla sağlanmıştır (Cihangir, 1991). Ayrıca bu indeks, Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Güzelyalı Meteoroloji İstasyonundan sağlanan aylık deniz suyu yüzey sıcaklıklarıyla da ilişkilendirilmiştir. Beslilik durumunu belirtmede kullanılan kondüsyon faktörü ($K = W \cdot 100 / L^3$)'de aylık olarak hesaplanmıştır (Balık ve ark., 1986). Üremenin yoğun olduğu Aralık-Şubat aylarında ele geçen bireylerde makroskobik tanımlamaya göre III.safhada bulunan bireylerin boy ortalamaları kullanılarak % 50 oranına karşılık gelen boy, ilk cinsel olgunluk boyu olarak saptanmıştır (Cihangir, 1991). Boyca büyüme parametrelerinin hesaplanmasında Gayanilo ve ark., (1994) tarafından geliştirilen Fisat (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) paket programından yararlanılmıştır. Böylece elde edilen değerler Von Bertalanffy büyüme formülüne $L_t = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$ yerleştirilmiştir (Tıraşın, 1993). Boy-ağırlık ilişkisi $W = a \cdot l^b$ şeklindeki allometrik büyüme denklemiyle hesaplanmıştır (Pauly, 1980).

S. pilchardus'un büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma



Şekil 1. Örnekleme alanı.

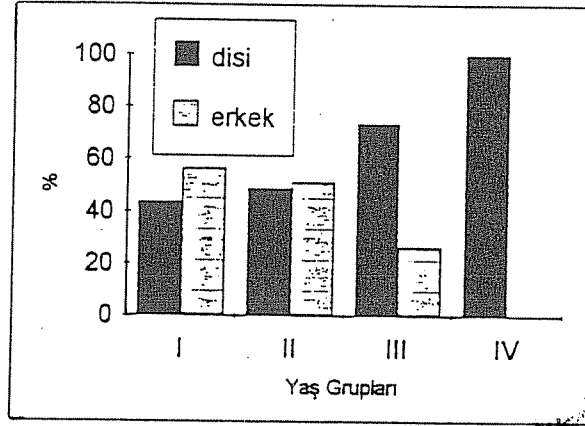
Bulgular

Araştırma süresince elde edilen Sardalya örneklerinin 579 adedinde yaş tayini yapılmış; örnekler I-IV yaş grupları arasında dağılım göstermiştir. Elde edilen örneklerdeki dişi bireylerin yaş gruplarına göre dağılımları sırasıyla I.yaş grubunda % 79.1, II.yaş grubunda % 14.8, III.yaş grubunda % 5.3 ve IV.yaş grubunda % 0.8, erkek bireylerde I.yaş grubunda % 85.4, II.yaş grubunda % 13, III.yaş grubunda % 1.6; dişi + erkek bireylerde I.yaş

grubunda % 82.6, II.yaş grubunda % 13.8, III.yaş grubunda % 3.3 ve IV.yaş grubunda % 0.3 olarak bulunmuştur. Cinsiyetleri tayin edilen 579 adet bireyin % 45.4'ünü dişiler, % 54.6'sını erkek bireyler oluşturmuştur. Dişi: erkek oranı 1: 1.2 olarak bulunmuştur. Yaş gruplarına bakıldığında III.yaş grubu dışındaki tüm yaş gruplarında erkek bireylerin daha fazla sayıda olduğu görülmüş; IV.yaş grubunda ise hiç erkek bireye rastlanmamıştır (Tablo 1, Şekil 2).

Tablo 1. İzmir Körfezi'nde sardalya'nın yaş ve eşey dağılımı.

Yaş Grubu	Dişi		Erkek		Dişi+Erkek		Dişi/Erkek Oranı
	N	%	N	%	N	%	
I	208	79.1	270	85.4	478	82.6	1:1.29
II	39	14.8	41	13	80	13.8	1:1.05
III	14	5.3	5	1.6	19	3.3	1:0.36
IV	2	0.8			2	0.3	2:0.00
Toplam	263	45.4	316	54.6	579	100	1:1.20



Şekil 2. Sardalya'da bireylerin eşeye ve yaş gruplarına göre yüzde dağılımları.

Tüm bireylerde boylara bağlı yaş gruplarına baktığımızda I.yaş grubunun boy ortalamasının 12.1 cm., II.yaş grubu için 13.4 cm., III.yaş grubu için 14.2 cm. ve IV.yaş grubu için 15.3 cm. olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İzmir Körfezi'nde sardalya'da yaş-boy anahtarları.

Çatal Boy (cm.)	Yaş Grubu				Toplam	Kümülatif
	I	II	III	IV		
7						
8	1				1	1
9	1				1	2
10	24				24	26
11	153				153	179
12	239	4			243	422
13	60	72	2		134	556
14		4	17		21	577
15				2	2	579
16						
Toplam	478	80	19	2	579	579
Min.	8.9	12.2	13.8	15		
Maks.	14.2	14.2	14.7	15.6		
% N	82.6	13.8	3.3	0.3		
\bar{x}	12.1	13.4	14.2	15.3		
SD	0.7	0.34	0.26	0.42		

S. pilchardus'un büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma

Tablo 3. Sardalya'nın yaşlara göre ortalama çatal boy değerleri ile % 95 güven aralıkları [dişiler (A), erkekler (B), dişli+erkekler (C)].

	Yaş Gurubu	N	Min.-Maks.	SD	FL(cm)±Cl % 95
A	I	208	10.0-13.5	0.66	12.2±0.088
	II	39	12.8-14.2	0.35	13.4±0.114
	III	14	13.8-14.6	0.27	14.2±0.155
	IV	2	15.0-15.6	0.42	15.3±3.773
B	I	270	8.9-13.6	0.73	12.0±0.086
	II	41	12.2-14.0	0.41	13.3±0.130.
	III	5	14.0-14.2	0.11	14.1±0.271
C	I	478	8.9-13.6	0.7	12.1±0.060
	II	80	12.3-14.2	0.34	13.4±0.076
	III	19	13.8-14.6	0.26	14.2±0.133
	IV	2	15.0-15.6	0.42	15.3±3.773

Tablo 3'e göre dişli+erkek bireylerde yaş gruplarına göre ortalama çatal boy aralıkları sırasıyla I. yaş grubunda 8.9-13.6 cm., II.yaş grubunda 12.3-14.2 cm., III.yaş grubunda 13.8-14.6 cm. ve IV.yaş grubunda ise 15-15.6 cm. olarak bulunmuştur.

Sardalya'lar, diğer birçok pelajik balık gibi boy gruplarına bağlı sürü özelliği göstermektedir. Bu nedenle bir defada örnekleme için alınan boy grupları

arasında farklılıklar görülebilmektedir. Dolayısıyla ele geçen bireyler ağırlıklı olarak 11-13 cm. çatal boy aralığında görülmektedir (Tablo 4). Aylık boy sıklık dağılımları Şekil 3'de gösterilmiştir.

Her yaş grubunun bireysel boy ölçümlerine göre bulunan ve Von Bertalanffy büyüme formülüne dayanarak hesaplanan ortalama çatal boy değerlerinin karşılaştırılması Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 4. Sardalya'da boy gruplarına karşılık gelen birey sayıları ve yüzdeleri.

Çatal boy (cm.)	N	% N	Kümülatif	% Kümülatif
7	2	0.16	2	0.16
8	3	0.24	5	0.4
9	26	2.05	31	2.45
10	78	6.14	109	8.59
11	322	25.23	431	33.92
12	460	36.19	891	70.11
13	289	22.74	1180	92.85
14	66	5.19	1246	98.04
15	18	1.42	1264	99.46
16	6	0.46	1270	99.92
17	1	0.08	1271	100
Toplam	1271	100		

Tablo 5. Yaş gruplarına göre ortalama boy değerleri ile Von Bertalanffy formülüyle hesaplanan boy değerleri.

Yaş Grubu	Çatal Boy (cm.)			Bertalanffy'e Göre		
	Dişi	Erkek	Dişi+Erkek	Dişi	Erkek	Dişi+Erkek
I	12.2	12.0	12.1	12.2	12.1	11.8
II	13.4	13.3	13.4	13.4	13.3	13.3
III	14.2	14.1	14.2	14.3	14.0	14.3
IV	15.3		15.3	14.9		15.1

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, ölçülen boylarla hesaplanan boylar arasında önemli bir farklılık görülmemiştir. Yaş gruplarının ölçümle bulunan ortalama boy değerlerine göre saptanan Von Berta-

lanffy büyüme parametreleri ve denklemleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 4 ve 5 incelendiğinde, dişi bireylerin yıllık büyümeleri erkek bireylere göre daha hızlıdır. Dolayısıyla popülasyondaki

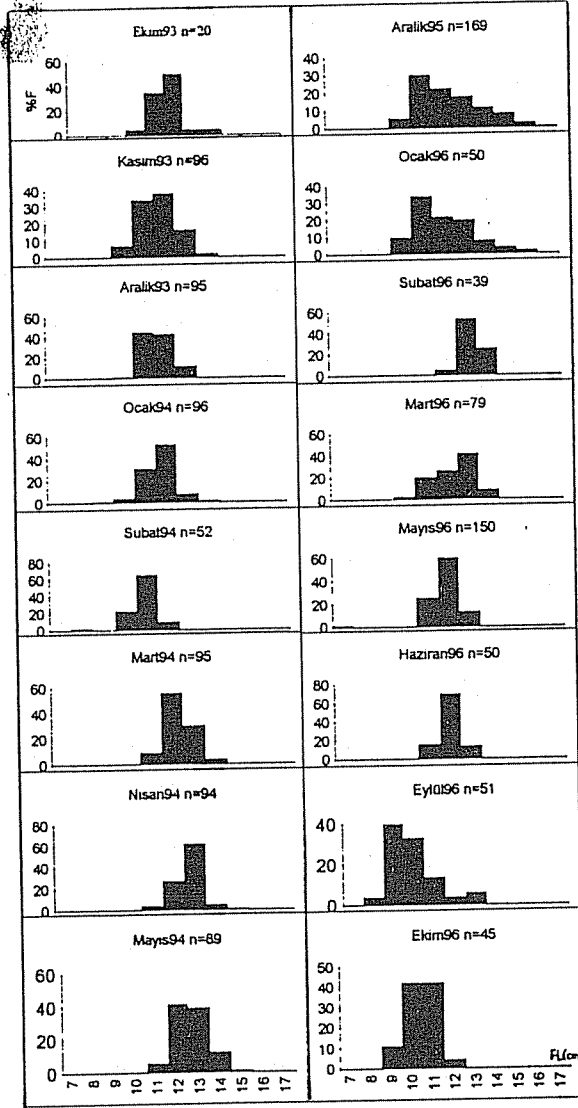
Tablo 6. Von Bertalanffy formülüne dayanarak hesaplanan boyca büyüme parametreleri ve denklemleri.

Eşey	Von Bertalanffy			Denklemler
	L_{∞}	K	t_0	
Dişi	17.20	0.273	-3.526	$L_t=17.20 [1-e^{-0.273(t+3.526)}]$
Erkek	14.95	0.593	-1.762	$L_t=14.95 [1-e^{-0.593(t+1.762)}]$
Dişi+Erkek	16.61	0.383	-2.212	$L_t=16.61 [1-e^{-0.383(t+2.212)}]$

Tablo 7. Sardaya'nın yaşlara göre ortalama total ağırlıkları ile % 95 güven aralıkları [dişiler (A), erkekler (B), dişi+erkek (C)].

Yaş Gurubu	N	Min.-Maks.	SD	TW(gr) \pm CI % 95	
A	I	208	11-33	3.37	12.2 \pm 0.088
	II	39	21-36	3.16	25.23 \pm 1.01
	III	14	23-44	6.1	31.21 \pm 3.52
	IV	2	41-49	5.65	45.00 \pm 17.2
B	I	270	8-36	3.86	19.34 \pm 0.45
	II	41	18-30	15.1	23.90 \pm 5.01
	III	5	29-40	4.91	33.80 \pm 6.10
C	I	478	8-36	3.67	19.63 \pm 0.31
	II	80	18-36	3.28	24.55 \pm 0.72
	III	19	23-44	5.8	31.89 \pm 2.96
	IV	2	41-49	5.65	45.00 \pm 17.2

S. pilchardus'un büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma



Şekil 3. İzmir Körfezi'nde sardalya'nın aylık çatal boy sıklık dağılımları.

dişi bireylerin sonsuzda ulaşabilecekleri teorik sonsuz boy (L^∞) erkeklerle göre daha yüksek bulunmuştur.

İzmir Körfezi'nden elde edilen Sardalya balıklarının yaş ile ağırlık ilişkileri yaş gruplarına göre ele alınmıştır. İncelenen örneklerde total ağırlıklar 8-49 gr. arasında dağılım göstermiştir. Her yaş grubundaki dişi, erkek ve dişi + erkek bireylerin ağırlık dağılımları Tablo 7'de gösterilmiştir.

Yukarıdaki tablo incelendiğinde, tüm bireylerde yaş gruplarına bağlı ortalama total ağırlık aralıkları sırasıyla I.yaş grubunda 8-36 gr., II.yaş grubunda 18-36 gr., III.yaş grubunda 23-44 gr. ve IV.yaş grubunda 41-49 gr. olarak bulunmuştur.

Örneklerin boy-ağırlık ilişkileri logaritmik regresyon eğrilerinden çıkartılmıştır. $Y = a.X^b$ denklemine göre; Y: toplam ağırlık, X: çatal boy, a ve b sabit değerlerdir (Şekil 4). Şekildeki küçük noktalar popülasyondan örneklenmiş bireylerin boy ve ağırlık ölçümlerine karşılık gelmektedir. Bulunan değerler:

Erkek bireyler için:

$$W = 0.0364L^{2.5079} \quad r = 0.82$$

Dişi bireyler için:

$$W = 0.0311L^{2.5741} \quad r = 0.88$$

Toplam bireyler için:

$W = 0.7299L^{2.5560} \quad r = 0.85$ olarak bulunmuştur. Burada boy-ağırlık ilişkisi bakımından sözkonusu b değeri 3'den küçük olduğundan allometrik (vücudun orantılı büyümemesi ve ağırlığın boyun kübü olarak artmaması) bulunmuştur.

İzmir Körfezi'nden elde edilen Sardalya örneklerinden 1064 adedinde beslilik durumuna (kondüsyon faktörü) aylık olarak bakılmış ve en iyi beslenmenin yaz

aylarında (Haziran) gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 5).

İzmir Körfezi'nde Sardalya'nın üreme yeri-yoduna 633 bireyde aylık olarak bakılmış; gonadosomatik indeks ve gonadların olgunluk derecesi deniz suyu yüzey sıcaklığına bağlı olarak incelenmiştir (Şekil 6).

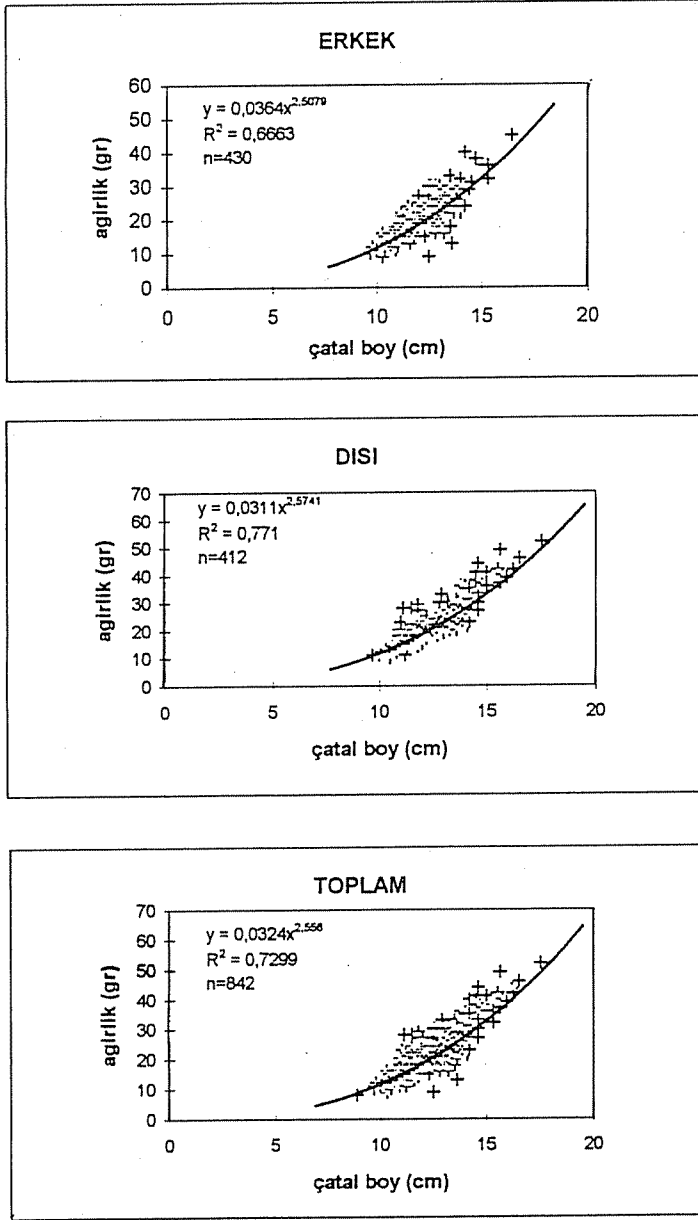
Gonadosomatik indeks değerlerinin, deniz suyu yüzey sıcaklığının en düşük derecelerde olduğu Aralık-Ocak aylarında maksimuma ulaştığı, Şubat ayında ise aniden düştüğü görülmüştür. Buna göre üreme periyodu İzmir Körfezi için Aralık ve Ocak ayları olarak bulunmuştur.

Makroskobik tanımlamaya göre III.safhada (olgun safha) bulunan 154 adet gonadın en yoğun olarak 12-12.5 cm. çatal boy aralığında olduğu saptanmıştır. Buna göre ilk cinsel olgunluk boyu 12.1 cm. olarak bulunmuştur (Şekil 7).

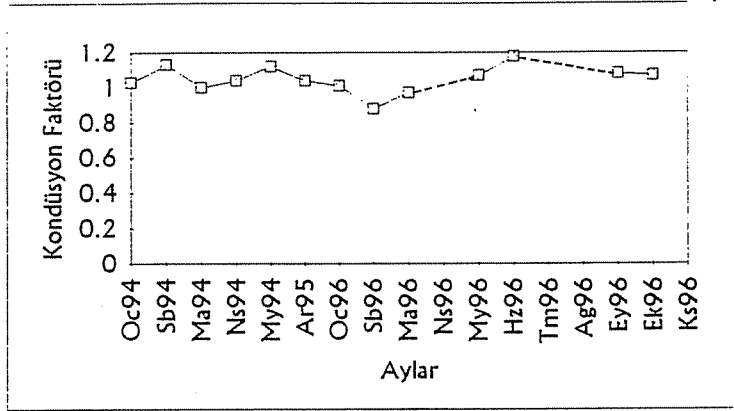
Tartışma ve Sonuç

İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) pelajik balıklar arasında en önemli yeri tutan *Sardine Pilchardus*'un büyüme ve üreme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla elde edilen 1271 adet örneğin 579 adedinde otolitten yaş tayini yapılmış ve örneklerin I-IV yaş grupları arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır. Elde edilen örnekler içerisinde en fazla bulunan yaş grubu % 82.6 ile I.yaş grubu bireyleridir. Bunu % 13.8 ile II.yaş grubu, % 3.3 ile III.yaş grubu ve son olarak % 0.3 ile IV.yaş grubu izlemektedir. Yaş gruplarına göre ortalama boy ve ağırlık değerleri I., II., III. ve IV.yaş grupları için sırasıyla; 12.1 cm., 13.4 cm., 14.2 cm., 15.3 cm.; ağırlık olarak; 19.63 gr., 24.55 gr., 31.89 gr., 45 gr. olarak saptanmıştır. Körfezde daha önce yapılan çalışmalarda I.yaş grubu için boy 11.8 cm., II.yaş grubu için

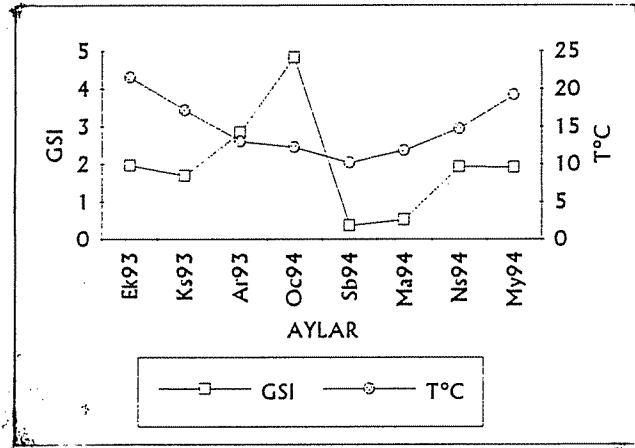
S. pilchardus'un büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma



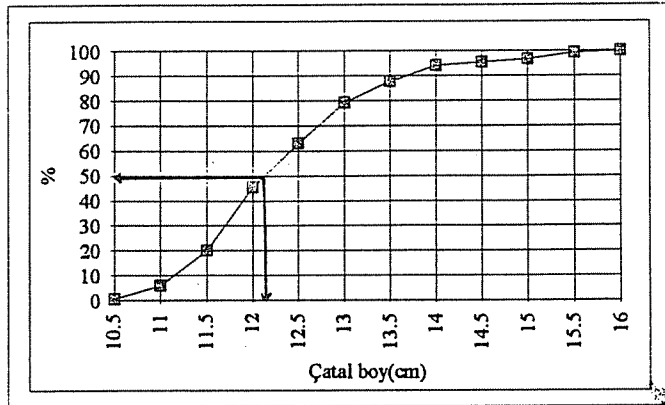
Şekil 4. Sardalya'nın erkek, dişi ve toplam bireylerinde boy-ağırlık ilişkisi.



Şekil 5. Sardalya'nın aylık kondüsyon faktörü değerleri.



Şekil 6. Sardalya'nın yüzey deniz suyu sıcaklığına bağlı olarak aylık GSI değerleri.



Şekil 7. Sardalya'da % 50 cinsel olgunluk boyuna karşılık gelen ilk cinsel olgunluk boyu.

S. pilchardus'un büyüme ve üremesi üzerine bir araştırma

bulunmuştur (Özelsel, 1982). Yine aynı bölgede Cihangir (1991), I.'den V.yaş gruplarına kadar olan boyları sırasıyla 11.99 cm., 13.07 cm., 14.86 cm., 15.71 cm. ve 16.46 cm. olarak tespit etmiştir. Bu değerler bulgularımızla paralellik göstermektedir. Böylece İzmir Körfezi'nde boy ve ağırlıkça küçük bireylerden oluşmuş bir popülasyondan söz edebiliriz. Kuşkusuz balıkçılığın sömürdüğü bu popülasyon büyüme fırsatı bulamamaktadır.

İzmir Körfezi'nde yaptığımız bu çalışmada boyca büyüme parametreleri;

Dişi+erkek bireylerde: $L_{\infty}=16.61$, $K=0.383$, $t_0=-2.212$

Dişi bireylerde: $L_{\infty}=17.20$, $K=0.273$, $t_0=-3.526$

Erkek bireylerde: $L_{\infty}=14.95$, $K=0.593$, $t_0=-1.762$ şeklinde hesaplanmıştır.

Körfezdeki diğer bir çalışmada tüm bireyler için $L_{\infty}=20.69$, $K=0.19$, $t_0=-3.579$ olarak bulunmuştur (Cihangir, 1991). Burada aynı tür için büyüme parametreleri farklılık göstermektedir. Weatherley (1987); Pitcher ve Hart (1982); Deniel (1990) büyüme değerlerinin aynı türün farklı popülasyonlarına, aynı popülasyondaki farklı yaş gruplarına ve hatta eşeylere göre değiştiğini ortaya koymuşlardır (Tıraşın, 1993). Bu çalışmada da farklı popülasyonun büyüme parametreleri değerlerinin diğer araştırmacıdan değişiklik göstermesi normal kabul edilmiştir.

Ağırlık ve boy karşılaştırılmasında kullanılan kondüsyon faktörü değeri yaz aylarından Haziranda en yüksek değere (1.18) ulaşmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında örnekleme yapılamadığından daha fazla artış olup olmadığı gözlenememiştir. Yine Cihangir (1991)

kondüsyon faktörünün yaz ortasından başlayarak sonbahar aylarına doğru belirgin bir artış olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı en yüksek kondüsyon faktörü değerini 1.12 olarak Ekim ayında bulmuştur. Yaptığımız çalışmada Ekim ayı kondüsyon faktörü değeri 1.07 ile yakın bir değerde bulunmuştur.

İzmir Körfez Sardalya'sında boy-ağırlık ilişkisine baktığımızda elde ettiğimiz sonuçlar, incelenen türün üzerinde habitatta oluşmuş veya oluşabilecek besin azlığı/fazlalığı, kirlilik vb. gibi nedenlerden doğabilecek bir anomalinin varlığına işaret etmektedir. Bulunan değerler:

Toplam bireylerde:

$$W = 0.0324L^{2.5560} \quad r = 0.85$$

Dişi bireylerde:

$$W = 0.0311L^{2.5741} \quad r = 0.88$$

Erkek bireylerde:

$$W = 0.0355L^{2.5177} \quad r = 0.82 \text{ şeklindedir.}$$

Cihangir (1991), bu ilişkilere aylık olarak bakmış; tüm bireyler için a değerini 0.001892 ile 0.023485; b değerini 2.1352 ile 3.5836 arasında allometrik olarak bulmuştur.

Çeşitli araştırmalardan hayvan popülasyonlarında dişi-erkek oranının nadiren eşit olduğu bilinmektedir. Genelde eşeylerden biri daima fazla sayıda temsil edilmiştir (Kocataş, 1992). Yaptığımız bu araştırmada da dişi; erkek oranı 1:1.2 olarak erkeklerin dişilere baskın olduğu şeklinde bulunmuştur. Cihangir (1991), aynı bölgede bu oranı 1:0.82 olarak, Özelsel (1982) ise, % 61.6 dişiye % 38.4 erkek olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda gonadosomatik indeks değerlerinin kış aylarında belirgin bir şekilde artması Sardalya'nın çoğalmak

için soğuk suları tercih ettiğini ortaya koymaktadır. Gonad olgunluğu Aralık ve Ocak ayında en yüksek değere, suların 10-15°C arasında seyrettiği kış aylarında ulaşmaktadır. Araştırmamızda Şubat ayı GSI değerinin düşük çıkmasının nedeni, ele geçen bireylerin ağırlıklı olarak cinsel olgunluğa erişmemiş, küçük bireylerden oluşması şeklinde açıklanabilir. Yine bu çalışmada ilk cinsel olgunluk boyu tüm bireyler için 12.1 cm. olarak tespit edilirken, Cihangir (1991), bu boyu erkek bireyler için 12.7 cm., dişi bireyler için 12 cm. olarak bulmuştur. Bu boy 1.yaş grubunda ağırlıklı olarak bulunduğundan 1.yaşını bitiren bireylerin cinsel olgunluğa eriştikleri söylenebilir. Bu durumda rastgele örneklenen 1271 adet balığın % 70'i henüz ilk üreme boyuna gelmeden veya

henüz geldiklerinde yakalanmışlardır. Bu durum stoklarımız üzerinde zaten varolan avcılık baskısının ne denli yoğun olduğunun bir göstergesidir.

Avcılık etkinliği düzenlenmemiş balıkçılığın genel eğilimi stoklardan elde edilebilecek en yüksek ürünü sürekli aşma doğrultusundadır. Balıkçılığın yanında her ne kadar doğal olaylardaki değişmelerde stokları etkilemekteyse de avcılık faaliyetlerinin stoklara belirgin etkilerinin olduğu gösterilebildiği sürece doğal olayların etkisi bulunsun ya da bulunmasın avcılığın düzenlenmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Bingel, 1985). Stoklar üzerindeki bu avcılık baskısı, balıkçılık kaynakları bakımından çok zengin sayılmayacak olan bölgemiz için önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Kaynakça

- Balık, S., Koray, T., Ustaoglu, R., 1986. Balıkçılık biyolojisi laboratuvar kılavuzu. E.Ü.Fen Fak. teksirleri serisi. No.72, Bornova.
- Bingel, F., 1985. Balık popülasyonlarının incelenmesi. İ.Ü.Su Ürünleri Y.O.Sapanca balık üretme ve ıslah merkezi, 1-29 Şubat seminerleri. Yayın No.10. Erdemli.
- Cihangir, B., 1991. Ege Denizi'nde Sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792)'nın üreme biyolojisi ve büyümesi. DEÜ-DBTE, Doktora Tezi.
- D.İ.E., 1994. Su ürünleri istatistikleri T.C. Başbakanlık Devlet İstistik Enstitüsü, Ankara.
- Gayani, F.C., Sparre, P., Fauly, D., 1994. The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) user's guide. FAO computerized information series No. 6; 186 p., Rome.
- Geldiay, R., 1969. İzmir Körfezi'nin başlıca balıkları ve muhtemel invasyonları. E.Ü.Fen Fak.Monografiler seri II.
- Holden, M.J., Raitt, D.F.S., 1974. Manual of fisheries science. Part 2.Methods of resource investigation and their application. FAO Fisheries tech.paper. No. 115, rev.1, Rome.
- Kocataş, A., 1992. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. E.Ü.Fen Fak. kitapları serisi. No. 142, s. 205.
- Özelsel, S., 1982. Methods of age determination in *Sardina pilchardus* (Walbaum) and *Dicentrarchus labrax* (L.). E.Ü.Fac. of scien.journ.B. 5, 1: 57-66.
- Pauly, D., 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. FAO fisheries circular. No. 729, Rome.
- T.K.B.-K.K.G.M., 1995. 29 no.lu su ürünleri sirküleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı-Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Tıraşın, M., 1993. Balık popülasyonlarının büyüme parametrelerinin araştırılması. TÜBİTAK Doğa Türk Zooloji Dergisi. Cilt 29, S. 29-82.
- Torcu, H., 1987. İzmir Körfezi'nde Sardalya (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) popülasyonu üzerine biyolojik ve ekolojik bir araştırma. DEÜ-DBTE, Y.Lisans Tezi.

Geliş Tarihi: 10.01.1997

Kabul Tarihi: 02.06.1997

Değirmendere ve Karadere'de (Trabzon, Türkiye) Kirlenici Akıların Mevsimsel Değişimi

Muhammet Boran Hikmet Karaçam

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Fakültesi, 61530 Çamburnu, Trabzon, Türkiye.

Abstract: *The seasonal variation in pollutants load of Değirmendere and Karadere Rivers (Trabzon, Türkiye).* : In this study, seasonal variations in phosphate, anionic surfactant, phenol, iron, copper and lead concentrations of rivers Değirmendere and Karadere were determined. In addition, variations in loads of these pollutants were also estimated.

Phosphate, anionic surfactant, phenol, iron, copper and lead concentrations varied between 0.09-0.19, 0.310-0.450, 0.005-0.007, 0.038-0.058 mg l⁻¹, 3.8-5.4, 4.3-6.5 µg l⁻¹ in Değirmendere, while these values were 0.05-0.17, 0.156-0.230, 0.006-0.009, 0.033-0.044 mg l⁻¹, 3.6-5.1 and 4.3-5.2 in µg l⁻¹ in Karadere, respectively.

The annual loading rates from Değirmendere and Karadere were estimated as; phosphate 45.18 and 39.99; anionic surfactant: 133.88 and 64.69; phenol: 2.23 and 2.55; iron: 15.80 and 13.71; copper: 1.63 and 1.49; lead: 1.88 and 1.59 tons, respectively.

Özet: Bu araştırmada, Değirmendere ve Karadere'de fosfat, deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun konsantrasyonları mevsimsel olarak belirlenmiş ve kirlenici akıları hesaplanarak mevsimsel akı değişimi saptanmıştır.

Araştırma süresince yapılan ölçümlerde fosfat, deterjan, fenol, bakır ve kurşun miktarlarının Değirmendere'de sırasıyla 0.09-0.19, 0.310-0.450, 0.005-0.007, 0.038-0.058 mg l⁻¹, 3.8-5.4, 4.3-6.5 µg l⁻¹ Karadere'de ise, 0.05-0.17, 0.156-0.230, 0.006-0.009, 0.033-0.044 mg l⁻¹, 3.6-5.1 ve 4.3-5.2 µg l⁻¹ arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Değirmendere yoluyla yılda 45.18 ton fosfat, 133.88 ton deterjan, 2.23 ton fenol, 15.80 ton demir, 1.63 ton bakır ve 1.88 ton kurşun, Karadere yolu ile ise 39.99 ton fosfat, 64.69 ton deterjan, 2.55 ton fenol, 13.71 ton demir, 1.49 ton bakır ve 1.59 ton kurşun Karadeniz'e taşınmaktadır.

Giriş

Akarsularla taşınan kirleticilerin kıyı kirlenmesinde önemli etkisi vardır. Akarsular doğal ve antropojenik kökenli maddeleri denize taşımaktadırlar. Kıyılarıdaki su kalitesinin saptanmasında ve gelecekteki olası değişimlerin bilinmesinde akarsuların taşıdığı kirletici akularının belirlenmesi oldukça önem taşımaktadır.

Karadeniz'de çok sayıda akarsu çeşitli özellikteki tonlarca kirleticiyi denize taşımaktadır. Tuncer ve ark. (1994), Karadeniz'e dökülen 25 nehir ağzından aldıkları örneklerde organik ve inorganik maddelerin ölçümlerini yaparak kirletici akularını hesaplamışlardır. Aynı araştırmacılar çalışma yapılan bütün akarsularda DDT'nin bulunduğunu tespit etmişler ve Karadeniz'e evsel atıklar yoluyla yılda 60 ton KOİ, 27 ton BOİ, 4600 ton azot, 293 ton fosfat ve 25800 ton askıda katı madde olmak üzere toplam 145 milyon ton atıksu deşarj edildiğini belirlemiştirler.

Akarsular yoluyla 9800 bin ton organik madde, 575 bin ton inorganik azot, 55 bin ton inorganik fosfor, 30 bin ton organik fosfor, 90 bin ton demir, 206 bin ton petrol ve petrol ürünü, 48 bin ton deterjan aktif maddesi, 12 bin ton çinko, 6700 ton manganez, 2800 ton bakır, 2200 ton fenol, 1700 ton arsenik, 1500 ton krom, 900 ton kadmiyum ve 80 ton cıva Karadeniz'e taşınmaktadır (Zaitsev, 1992). Sadece Tuna Nehri'nden yılda 60 bin ton fosfor, 340 bin ton inorganik azot, 1000 ton krom, 900 ton bakır, 60 ton cıva, 4500 ton kurşun, 6 bin ton çinko, 50 bin ton petrol ve petrol ürünü Karadeniz'e girmektedir (Bijls, 1991; Mee, 1992).

Karadeniz'e kıyıdaş ülkelerde en uzun kıyı şeridine sahip olan Türkiye'nin üç büyük akarsuyu Sakarya, Kızılırmak ve

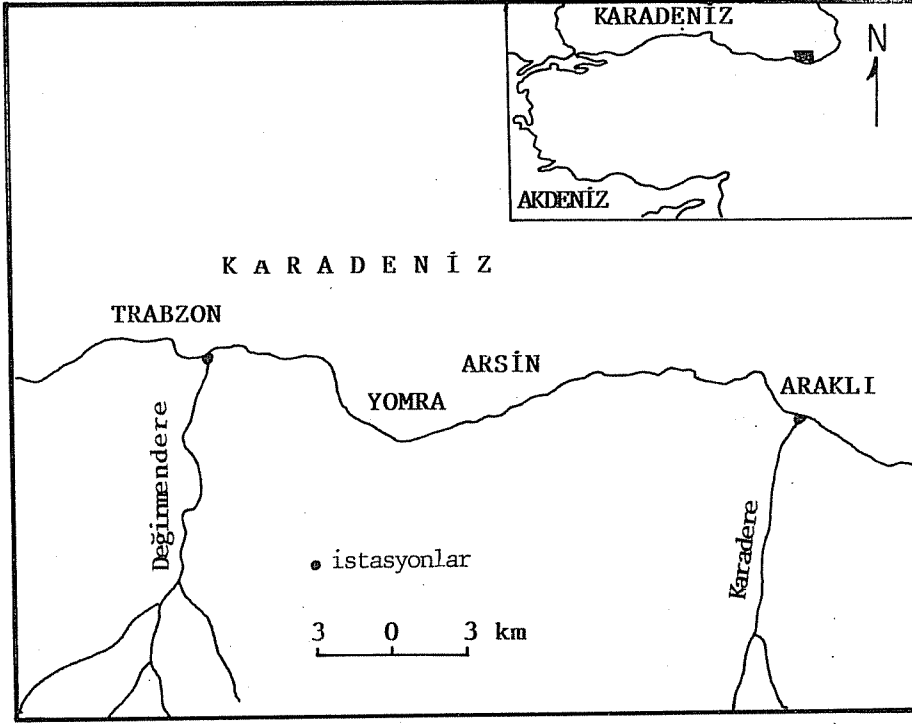
Yeşilırmak önemli ölçüde kirletici yükü taşımaktadır. Bu büyük nehirlerin yanında çok sayıda akarsu da Karadeniz'e önemli miktarda kirletici madde taşınmasına sebebiyet vermektedir (Mater, 1995).

Trabzon ili sınırları içerisinde bulunan Değirmendere ve Karaderede çok miktarda kirletici maddeyi denize taşıyarak kıyı bölgelerinin kirlenmesine neden olmaktadır. Özellikle geniş bir havzaya sahip olan Değirmendere evsel ve endüstriyel atıklar ile tarım alanlarından yağışlarla taşınan maddelerle kirlenmektedir. Karadere ise daha çok evsel ve tarımsal aktiviteler sonucu ortaya çıkan atıklardan etkilenmektedir. Ayrıca her iki akarsu da önemli miktarda askı yükü kıyı bölgelerine taşımaktadırlar.

Bu araştırmada, Değirmende ve Karadere'de fosfat, deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun konsantrasyonlarının mevsimlere göre değişimi incelenmiş ve sözkonusu akarsularda bu kirleticilere ait akular belirlenerek mevsimsel akı değişimi tespit edilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Eylül 1993 ve Ağustos 1994 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çalışmanın yapıldığı akarsular (Değirmendere; 41° 0.003'N, 39° 45.5'E, Karadere; 39° 56'N, 40° 04'E) Şekil 1'de gösterilmiştir. Akarsuların deşarj noktalarından alınan su örnekleri, analiz yapılacak parametreye uygun olarak muhafaza edilerek laboratuvara getirilmiştir (Parsons ve ark., 1984). Fosfat, deterjan, demir ve bakır tayinleri HACH DR/2000 model spektrofotometre ile yapılmıştır. Fenol ve kurşun konsantrasyonları Shmadzu UV 120-02 model spektrofotometre ile ölçülmüştür (Anonim, 1985). Elde edilen değerlerin varyans ve regresyon analizleri QPRO paket programı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü Değirmendere ve Karadere.

Bulgular

Değirmendere ve Karadere'de mevsimsel olarak ölçülen parametrelere ait değerler Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

Değirmendere ve Karadere'de sıcaklık ve çözülmüş oksijen değerlerinin mevsimsel olarak değiştiği ve bu değişimlerin önemli oluşu tespit edilmiştir ($p < 0.01$). Her iki akarsuda ilkbaharda su sıcaklığının düşük olduğu eriyen karların bu akarsulara karışmasından ileri gelmektedir.

Mevsimplere göre fosfat dağılımı incelendiğinde Değirmendere'de en yüksek fosfat değerinin yaz mevsiminde 0.18 mg l^{-1} , Karadere'de ise ilkbahar mevsiminde 0.15

mg l^{-1} olduğu görülmektedir. Fosfat miktarındaki mevsimsel değişimin her iki akarsuda önemli olduğu saptanmıştır ($p < 0.01$). Değirmendere'deki fosfat konsantrasyonunun Karadere'ye oranla daha yüksek olduğu tespit edilirken, Karadere'de özellikle ilkbahar mevsiminde fosfat miktarının önemli ölçüde arttığı belirlenmiştir.

Değirmendere'de deterjan kirliliğinin Karadere'ye oranla daha yüksek ve her iki akarsuda mevsimsel değişimin önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.001$). Araştırma süresince yapılan tüm ölçümlerde Değirmendere ve Karadere'de deterjan miktarının sırasıyla $0.310-0.450$

Tablo 1. Değirmendere'de ölçülen sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen, fosfat, deterjan, fenol, demir (mg l^{-1}), bakır ve kurşun ($\mu\text{g l}^{-1}$) değerleri ($\pm\text{SD}$).

Örnekleme	PARAMETRELER								
	n	Sıcaklık	Oksijen	Fosfat	Deterjan	Fenol	Demir	Bakır	Kurşun
Sonbahar	15	14.600 (0.200)	8.100 (0.100)	0.160 (0.010)	0.320 (0.006)	0.007 (0.001)	0.050 (0.002)	5.100 (0.300)	6.100 (0.500)
Kış	15	7.800 (0.100)	10.900 (0.200)	0.120 (0.020)	0.330 (0.018)	0.006 (0.001)	0.040 (0.004)	5.000 (0.300)	5.900 (0.300)
İlkbahar	15	11.900 (0.300)	9.000 (0.100)	0.100 (0.010)	0.440 (0.010)	0.006 (0.001)	0.040 (0.003)	4.600 (0.200)	5.200 (0.300)
Yaz	15	23.800 (0.300)	7.400 (0.100)	0.180 (0.020)	0.320 (0.014)	0.007 (0.001)	0.040 (0.003)	4.100 (0.400)	4.600 (0.300)

Tablo 1. Karadere'de ölçülen sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), çözülmüş oksijen, fosfat, deterjan, fenol, demir (mg l^{-1}), bakır ve kurşun ($\mu\text{g l}^{-1}$) değerleri ($\pm\text{SD}$).

Örnekleme	PARAMETRELER								
	n	Sıcaklık	Oksijen	Fosfat	Deterjan	Fenol	Demir	Bakır	Kurşun
Sonbahar	15	14.800 (0.100)	8.100 (0.100)	0.080 (0.010)	0.180 (0.004)	0.006 (0.001)	0.040 (0.003)	4.800 (0.300)	4.700 (0.490)
Kış	15	7.800 (0.200)	10.700 (0.200)	0.060 (0.010)	0.220 (0.005)	0.007 (0.001)	0.030 (0.003)	4.700 (0.500)	4.800 (0.400)
İlkbahar	15	11.800 (0.200)	9.100 (0.100)	0.150 (0.020)	0.190 (0.003)	0.008 (0.002)	0.040 (0.001)	4.300 (0.300)	4.700 (0.200)
Yaz	15	24.000 (0.300)	7.500 (0.100)	0.130 (0.010)	0.150 (0.003)	0.008 (0.001)	0.030 (0.003)	4.000 (0.400)	4.500 (0.300)

Değirmendere ve Karadere'de kirletici akıları

mg l⁻¹, 0.156-0.230 mg l⁻¹ arasında değiştiği belirlenmiştir.

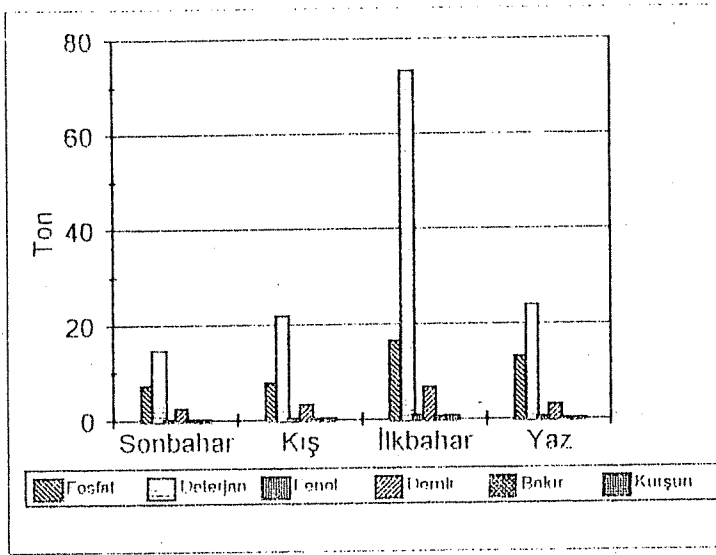
Fenol konsantrasyonunun Değirmendere ve Karadere'de mevsimsel değişiminin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Genel bir değerlendirme yapıldığında Karadere'deki fenol konsantrasyonunun Değirmendere'ye oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Değirmendere'de demir, bakır, kurşun konsantrasyonları sırasıyla 0.038-0.058 mg l⁻¹, 3.8-5.4 µg l⁻¹ ve 4.3-6.5 µg l⁻¹ arasında değişirken, Karadere'de bu değerlerin 0.033-0.044 mg l⁻¹, 3.6-5.1 µg l⁻¹ ve 4.3-5.2 µg l⁻¹ arasında değiştiği saptanmıştır. Değirmendere'de demir,

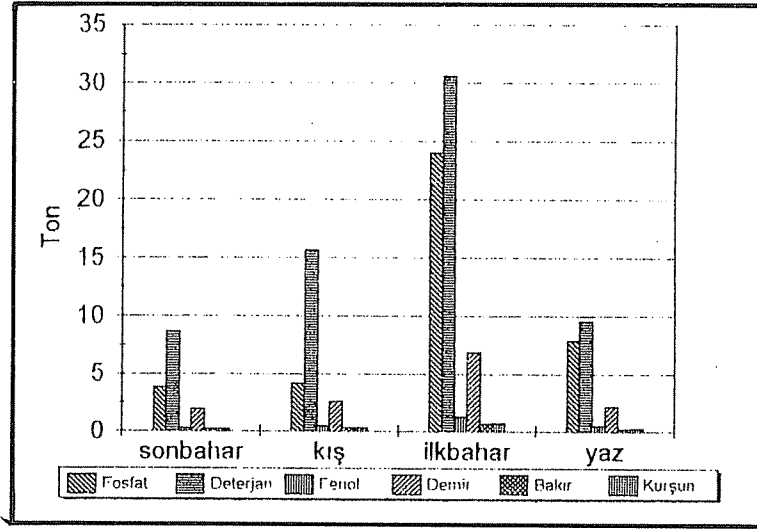
bakır ve kurşun konsantrasyonlarının mevsimsel değişiminin önemli olduğu (p<0.001) belirlenmiştir. Karadere'de ise demir ve bakırın mevsimsel değişimi önemli bulunurken (p<0.001), kurşunun mevsimsel değişiminin önemli olmadığı tesbit edilmiştir.

Elde edilen değerler ile akarsulara ait debilerden hesaplanan mevsimsel kirletici akıları Şekil 2 ve 3'de verilmiştir.

Değirmendere'de fosfat, deterjan, fenol, demir, bakır ve kurşun akıları sırasıyla; 45.18, 133.88, 2.23, 15.80, 1.63 ve 1.88 ton/yıl olarak belirlenirken, Karadere'de bu değerler, 39.99, 64.69, 2.55, 13.71, 1.49 ve 1.59 ton/yıl olarak saptanmıştır.



Şekil 2. Değirmendere'de mevsimsel kirletici akıları (ton).



Şekil 3. Karadere'de mevsimsel kirletici akıları (ton).

Tartışma ve Sonuç

Sıcaklık ve oksijen değerlerinin araştırma süresince değiştiği ve özellikle ilkbaharda eriyen karların akarsulardaki su sıcaklığının düşmesine neden olduğu belirlenmiştir.

Değirmendere'deki fosfat dağılımında bir düzensizlik görülürken, Karadere'de özellikle ilkbahar döneminde fosfat miktarının yüksek olduğu saptanmıştır. Fosfatın mevsimsel dağılımına bakıldığında Değirmendere'nin daha çok evsel atıklardan, Karadere'nin ise özellikle ilkbahar döneminde bölgede yapılan gübrelemeden etkilendiği söylenebilir. Fırtına Deresi'nde yapılan bir çalışmada fosfat miktarının ilkbahar aylarında yüksek olduğu ve bunun bölgede çay tarımında kullanılan fosfatlı gübrelerin yağmurlarla yıkanarak dere suyuna karışmasından ileri geldiği vurgulanmaktadır (Karaçam ve ark., 1994).

Sulardaki fosfatın önemli kaynaklarından biri de deterjanlardır. Ancak, yapılan istatistiksel değerlendirmede fosfat ile anyonik deterjan arasında bir ilişkinin olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre her iki akarsuda fosfatın birinci derecedeki kaynağının deterjanlar olmadığı söylenebilir. Melez Çayı'nda yapılan benzer bir çalışmada da fosfat miktarı ile anyonik deterjan konsantrasyonu arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır (İzören ve ark., 1994).

Anyonik deterjanın her iki akarsuda mevsimsel dağılımı incelendiğinde özellikle yaz döneminde anyonik deterjan konsantrasyonunun daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun yaz mevsiminde su sıcaklığının yükselmesine paralel olarak deterjanlardaki parçalanma işleminin artmasından ileri geldiği söylenebilir. Deterjanların içsulara parçalanması ile ilgili yapılan bir çalışmada, sıcaklığın

Değirmendere ve Karadere'de kirletici akıları

parçalanmayı etkin bir şekilde hızlandırdığı ve bunda bakteri faaliyetlerinde meydana gelen artışın önemli etkisi olduğu belirtilmektedir (Pehlivan ve ark., 1993).

Değirmendere ve Karadere'de ölçülen fenol değerlerinin mevsimsel değişiminin önemli olmadığı saptanmıştır. Genelde her iki akarsuda ölçülen fenol değerlerinin birbirine yakın olduğu belirlenirken, Karadere'de ilkbahar ve yaz mevsimlerinde fenolün daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Her iki akarsuda fenolün kaynağını evsel atıklar, petrol dolum tesisler ve sanayi siteleri atıkları oluşturmaktadır.

Demir, bakır ve kurşun değerlerinin her iki akarsuda sonbahar ve kış mevsimlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerine nazaran daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun sonbahar ve kış mevsimlerinde yağışların daha fazla olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bazı araştırmacılar yağmurlu dönemlerde akarsularda metal konsantrasyonlarının arttığını belirlemişlerdir (Fletcher ve ark., 1983; Fox ve ark., 1987).

Değirmendere ve Karadere'de belirlenen kirletici konsantrasyonları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde (Anonim, 1991) kıta içi su kaynakları ve atık sular için verilen değerlerle karşılaştırıldığında, her iki akarsuyun ölçülen metaller için yüksek kaliteli su kategorisine girdiği belirlenmiştir. Değirmendere'nin fosfat ve fenol için az kirlenmiş, deterjan için kirli su kategorisine, Karadere'nin ise fosfat için yüksek kaliteli, deterjan ve fenol için az kirlenmiş su kategorisine girdiği tespit edilmiştir.

Her iki akarsuya ait debi değerleri ile kirletici akıları hesaplanmış ve böylece mevsimsel akı değişiminin izlenmesi sağlanmıştır. Değirmendere ve Karadere'de kirletici akılarının mevsimsel değişimi incelendiğinde, özellikle ilkbahar mevsiminde akıların diğer mevsimlere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Genel olarak bir karşılaştırma yapıldığında, fenol dışındaki diğer kirletici akılarının Değirmendere'de Karadere'ye oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun Değirmendere'nin Karadere'ye oranla daha geniş bir havzaya sahip olması, daha fazla evsel atığın bu akarsuya deşarj edilmesi ve Trabzon Sanayi Sitesi atıklarından yoğun şekilde etkilenmesinden ileri geldiği söylenebilir. Değirmendere'deki deterjan akısının Karadere'ye oranla oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. İzgören ve ark., (1993)'nin Melez Çayı'nda yaptıkları araştırmada yılda 199.63 deterjanın ve 122.7 ton fosfatın bu akarsu vasıtasıyla İzmir Körfezi'ne taşındığı belirlenmiştir. Bunun Değirmendere ve Karadere'de elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Tuncer ve ark. (1984), Karadeniz'de denize doğrudan dökülen 25 akarsu, 4 endüstri çıkışı ve 8 evsel atık deşarj noktasından alınan örneklerde yaptıkları çalışmalarda, ölçüm yapılan üç tür kaynak arasında Cd dışında bütün parametreler için en yüksek katkının nehirlere ait olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmamızın yapıldığı her iki akarsuda evsel atıkları denize taşıyarak özellikle kıyı bölgelerinin kirlenmesine neden olmaktadır.

Kaynakça

- Anonim, APHA, AWWA, WEF, 1985. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, Edited by M. Ann ve H. Farnson 18'th Edition, APHA Washington DC.
- Anonim, Resmi Gazete, 1991. No. 20748.
- Bijs, P., Evaluation of the International Water Quality, Monitoringf Programme Backround Document, Prepared for the Technical Experts Meeting Environment Programme for the Dnaube River Basin. Sofia, Bulgaria, 23-25 September, 1991.
- Fletcher, W.K., Holmes, G.S., Lewis, A.G., 1983. Geochemistry and Biological Availability of Iron and Trace Elements in the Upper Fraser River Estuary, Marine Chemistry, 12, 195-217.
- Fox, E.L., Lipschultz, L., Kerkhof, L., Wofsy, S.C., 1987. A Chemical Survey of the Mississippi Estuary, Estuaries, 10, 1-12.
- İzğören, T.S., Büyüksık, B., Parlak, H., 1993. Anionic Surfactant and Nutrient Loads in Melez River, I.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 5-7 Ekim 1993, İzmir, Bildiri Özetleri, 22-23.
- Karaçam, H., Alemdağ, N., Boran, M., 1994. Fırtına Deresinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Dergisi, 11, 63-69.
- Mater, B., 1995. Türkiye ve Kıyıdaş Ülkelerden Karadeniz'e Taşınan Evsel ve Endüstriyel Atıksuların Etkileri, Yeni Türkiye.
- Mee, L., 1992. The Black Sea in Crisis: A Need for Concerted International Action, Ambio, 21, 278-286.
- Parsons, R.T., Maita, Y., Lalli, C., 1984. A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis, Pergman Press.
- Pehlivan, D., Özçelik, S., 1994. Deterjan Aktif Maddesinin Göl Sularında Biyolojik Parçalanması, Doğa Türk J. of Engineering and Env.Sci. 17, 249-254.
- Tuncer, G., Güven, O., Gökçay, C.F., Balkaş, T., Tuncel, G., 1994. Türkiye Kıyılarından Karadeniz'e Nehirler Yolu ile Atılan Kirlenici Akıları, X.Kimya Sempozyumu, 1994, Bursa.
- Zaitsev, Yu. P., 1992. Land-Based Sources of Present-Day Anthropogenic Changes in the Ecosystem of the Black Sea. Assesment of Land-Based Souces of Marine Pollution in the Seas Adjacent to the Commonwealth of Independet States (CIS), 6-10 April, 1992, Sevastopol.

Geliş Tarihi: 24.02.1997

Kabul Tarihi: 01.07.1997

**Ege Denizi 'nde *Rondeletiola minor*'un (Naef, 1912)
(*Sepiolidae:Cephalopoda*) Üreme Biyolojisi Üzerine
Bir Ön Çalışma**

Alp Salman

Tuncer Katağan

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *A preliminary study on Reproduction biology of *Rondeletiola minor* (Naef, 1912) (Sepiolidae: Cephalopoda) in the Aegean Sea:* It has been determined that *R. minor* which is the member of Sepiolidae family and has an important role on prey/predation relationships in marine ecosystem, is common in whole Aegean Sea. 638 specimen were collected and gonad stages in different sex and gonadosomatic index values considering seasons were investigated.

Annual average of this values were 3.6 % in females while 8.5 % in males. In females 110 eggs with 1.41 ± 0.20 mm (0.7 - 2 mm) in diameter were counted while average 280 spermatofor with 4.11 ± 0.61 mm in length were determined in male. According to these result it has been concluded that females become matured in the 16-17 mm mantle length and males 12-13 mm mantle length. Males and females hadn't been shown differences in length groups in analyses of length-frequency and average length distribution for this species were 17.40 ± 2.76 mm in Aegean Sea. There were no regional differences realized comparing the data for this species gathered from the other parts of Mediterranean and this study.

Özet : Denizel ekosistemdeki canlılarla av/predatör ilişkisinde önemli rol oynayan Sepiolidae familyasının üyelerinden biri olan *R. minor*'un tüm Ege Denizinde yaygın olarak dağılımı tespit edilmiştir. Bu türe ait 638 adet birey örneklenip, farklı cinsiyetlerdeki gonad safhaları ve mevsimsel olarak gonado-somatik indis değerleri incelenmiştir. Bu değerler erkek bireylerde yıl içi ortalaması % 3.6 dişi bireylerde ise % 8.5 olarak tespit edilmiştir. Sayımlar sonucunda dişi bireylerin 1.41 ± 0.20 mm (0.7-2 mm) çapında ortalama 110 adet yumurta, erkek bireyler ise 4.11 ± 0.61 mm boyunda ortalama 280 adet spermatofor içerdikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre dişi bireyler 16-17 mm manto boy grubunda, erkek bireylerin ise 12-13 mm manto boy grupları arasında olgunlaştıkları tespit edilmiştir. Yapılan boy-frekans analizlerinde erkek ve dişi bireylerin farklı boy gruplarında olmadıkları ve ortalama boy dağılımının bu türde Ege Denizi için 17.40 ± 2.76 mm olduğu tespit edilmiştir. Bu elde edilen veriler aynı tür için Akdeniz içindeki diğer balıkçılık bölgeleri ile karşılaştırıldığında bölgesel bir farkın olmadığı tespit edilmiştir.

Giriş

Cephalopodlar içinde yaşam süresi kısa olarak bilinen türlerden birisi olan *Rondeletiola minor* tüm Akdeniz'de olduğu gibi Ege Denizi'nde de iyi bilinen bir türdür (Katağan ve Kocataş, 1990).

Rondeletiola minor gibi birçok küçük Sepioidae familyası üyeleri, kemikli ve kıkırdaklı balıkların gıdasını oluşturarak littoral ve derin deniz sistemindeki canlılarla av/predatör ilişkisinde önemli rol oynarlar (Villanueva, 1995).

Bunun yanında bazı cephalopod türlerinin üreme biyolojileri Durward ve ark., (1979), Worms (1980), Boyle ve Knobloch (1982, 1983, 1984), Mangold (1987), Moriyasu (1988) tarafından, biyolojilerinin balıkçılıktaki önemi ise Voss (1983), Gonzales ve ark., (1994), Guerra ve Rocha (1994) tarafından detaylı bir şekilde araştırılmıştır.

Çalışma konumuzu oluşturan *R. minor*'un üreme biyolojisi ve boy dağılımları üzerindeki çalışmalar son derece kısıtlı olup, bu çalışmalar da Batı Akdeniz'e aittir (Gabeld-Deickert, 1995, Volpi ve ark., 1995). Bu nedenle mevcut çalışma yapılarak Doğu ve Batı Akdeniz arasında bir karşılaştırma amacı güdülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Ege Denizi'nde R/V K.Piri Reis araştırma gemisi ile yapılan demersal balık stokları

projesinde *R. minor*'a ait 638 adet birey (452 ♂; 186 ♀) incelenmiştir. İncelenen bireyler Yaz 1991, kış 1991/92, bahar 1992 ve güz 1992 periyotları arasında mevsimsel olarak örneklenmiştir. Örneklemelerde torba kısmının iki düğüm arası 20 mm olan polipropilen malzemeden yapılmış dip trolü kullanılmıştır.

Yakalanan bireyler % 4'lük formalin solusyonunda fikse edilmiştir. Laboratuvar da cinsiyetleri belirlenerek, dorsal manto boyları ile vücut ağırlıkları ölçülmüştür. Ayrıca yumurtalar ve spermatoforlar sayılıp, boyları 0.01 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Yakalanan bireylerin ortalama manto boyları ve standart sapmaları (MB ± SD) hesaplanmıştır.

Gonado-somatik indeks (GSI) mevsimsel olarak her iki cinsiyette ayrı ayrı hesaplanmış ve bu hesaplamada;

$GSI = (GW/BW) \times 100$ formülü kullanılmıştır.

Bulgular

Cinsel Olgunluk Dönemleri

R. minor'da olgunluk safhaları her iki cinsiyette farklı boy gruplarında gözlenmiştir. Dişi bireylerin ilk olgunlaşma boyu 16-17 mm (Tablo 1), erkek bireylerde ise ilk olgunlaşma boyu 12-13 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 2).

Ayrıca bu türde yapılan erkek: dişi (♂:♀) oranları ise 2.4:1 olarak bulunmuştur.

Ege Denizi'nde Rondeletiola minor'un üreme biyolojisi üzerine bir ön çalışma

Tablo 1. *R. minor*'un dişi bireylerinde cinsel olgunluk ve rölatif dağılımları (N: Birey sayısı, O. Ov: Olgunlaşmamış birey sayısı, Ov: Olgun birey sayısı).

Manto boyu (mm)	N	O. Ov	Ov	% O. Ov	% Ov
8-9	2	2	0	100	0
10-11	8	6	2	75	25
12-13	22	17	5	77	33
14-15	30	17	13	57	43
16-17	40	18	22	45	55
18-19	48	7	41	14	86
20-21	25	2	23	8	92
22-23	11	0	11	0	100
24<					
Toplam	186	69	117		

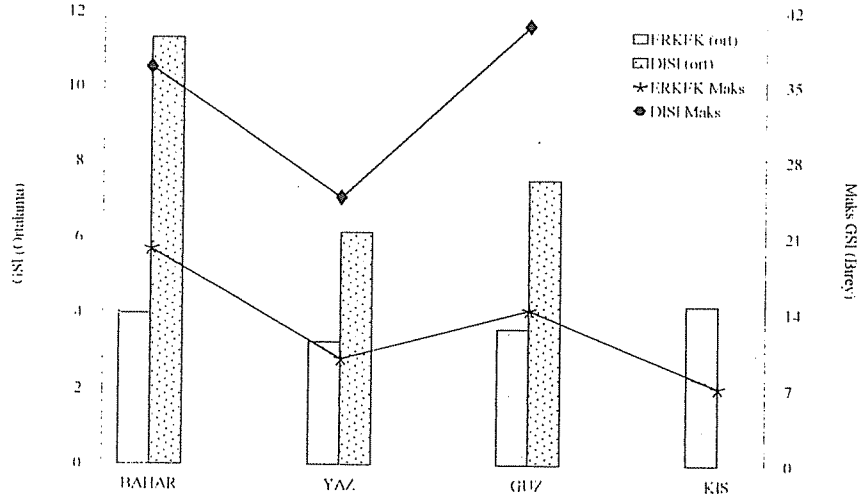
Tablo2. *R. minor*'un erkek bireylerinde cinsel olgunluk ve rölatif dağılımları (N: Birey sayısı, O. Ov: Olgunlaşmamış birey sayısı, Ov: Olgun birey sayısı).

Manto boyu (mm)	N	O. Ov	Ov	% O. Ov	% Ov
8-9					
10-11	5	3	2	60	40
12-13	21	6	15	28	72
14-15	61	9	52	14	86
16-17	114	11	103	9	91
18-19	141	9	132	6	94
20-21	85	2	83	2	98
22-23	24	0	24	0	100
24<					
Toplam	452	40	412		

Gonado-somatik İndeks

GSI değerlerinin ortalamaları dişi bireylerde yıl içinde mevsimsel yoğunlaşmalar göstermektedir. Zira bahar mevsiminde % 11.7, yaz mevsiminde % 6.1 ve güz mevsiminde % 7.2'lik ortalama değerler elde edilmiştir; erkek bireylerde ise bahar mevsiminde % 3, yaz mevsiminde % 3.1, güz mevsiminde % 3.6 ve kış mevsimindeki % 3.9'luk ortalama değerlerde hemen hemen homojen bir dağılım gözlenmiştir.

Bireysel olarak GSI değerleri incelendiğinde dişi bireylerde bahar mevsiminde % 36, yaz mevsiminde % 24, güz mevsiminde % 40'luk maksimum değerler tespit edilmiştir. Erkek bireyler için bahar mevsiminde % 19, yaz mevsiminde % 9, güz mevsiminde % 14 ve kış mevsiminde % 7'lik maksimum değerler tespit edilmiştir. Erkek bireylerdeki bu maksimum bireysel artışlar, dişilerin üreme dönemi pikleri ile paralellik gösterir (Şekil 1).



Şekil 1. *R. minor*'un ortalama ve maksimum GSI değerlerinin mevsimsel dağılımı.

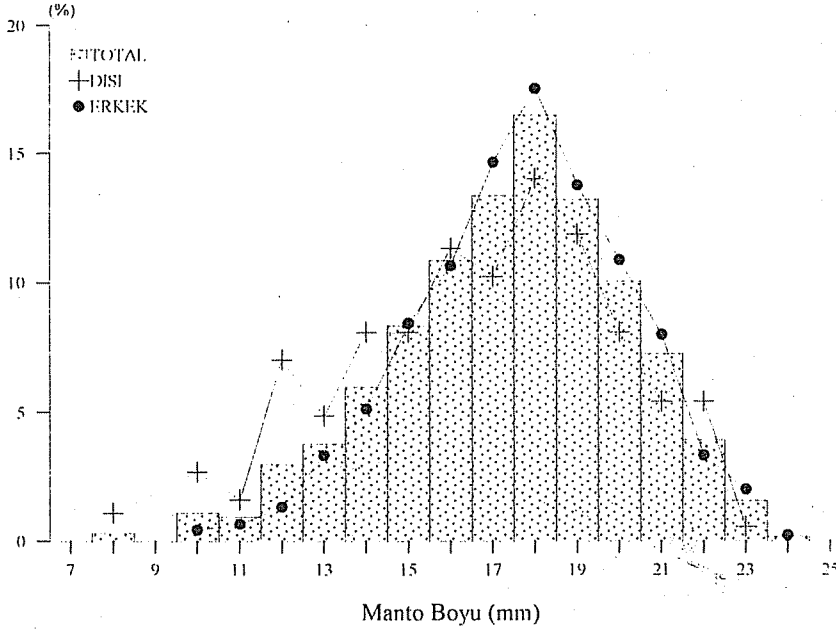
Yumurta Verimliliği

Rastgele seçilen 25 dişi bireyde yapılan ölçümlerde yumurta çapları 0.7-2 mm arasında olup, ortalama 1.4 mm tespit edilmiştir. Yine bu bireylerde hesaplanan yumurta sayılarının alt ve üst limitleri 27-236 arasında olup, ortalama 110 yumurta tespit edilmiştir.

Rastgele seçilen 22 erkek bireyde yapılan değerlendirmelerde spermatofor boyları 2.9-5.7 mm arasında ve ortalama 4.11 ± 0.61 mm, spermatofor sayıları ise 84-582 arasında ve ortalama 280 adet olarak tespit edilmiştir.

Boy-Frekans Dağılımları

Dişi ve erkek bireylerde yapılan boy-frekans dağılımı analizlerinde, erkek bireylerde 10-24 mm arasındaki boy gruplarında dağılım gösterdiği, ortalama boyun ise 17.70 ± 2.52 mm olduğu; dişi bireylerin ise 8-23 mm'lik boy grupları arasında dağılım gösterdiği, ortalama boyun ise 16.69 ± 3.17 mm olduğu bulunmuştur. Cinsiyet ayırmaksızın yapılan değerlendirmelerde ise ortalama boy 17.40 ± 2.76 mm olarak bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Ege Denizi'nde *R. minor*'un erkek ve dişi bireylerinin boy-frekans dağılımları.

Tartışma ve Sonuç

Batı Akdeniz'de *R. minor* türü üzerine çalışan Volpi ve ark., (1995)'nin İtalya'nın kuzey Tuscany yöresinde yaptıkları çalışmada, bu türün her iki cinsiyetine ait olgunlaşma boylarını 12-13 mm olarak vermişlerdir. Ege Denizi'nde gerçekleştirilen bu çalışmada ise *R. minor* türünün olgunlaşma boyları erkek bireyler için 12-13 mm, dişi bireyler için 16-17 mm bulunmuştur.

Bu türdeki yumurtlamamın Boletzky (1975) tarafından belirtildiği gibi yıl

içinde pik noktaları dışında kalan zamanlarda devam ettiği görülmüştür. GSI'in yıl içindeki dağılımı erkek bireylerde ortalama % 3.6 iken, dişi bireylerde ortalama % 8.5 civarında olduğu bulunmuştur. Fakat dişi bireylerde % 40 gibi ekstrem değerlere de rastlanabilmektedir. Bu şekildeki ekstrem değerlere bir başka Cephalopod olan *Eledone cirrhosa* türünde de rastlanmıştır (Boyle, 1984).

Çalışmamızda erkek bireylerde ortalama spermatofor sayısı 280, dişi bireylerde ortalama olgun yumurta sayısı ise 110, ortalama yumurta çaplara ise 1.41 mm olarak

bulunmuştur. Bu verileri karşılaştırabilecek bu türe ait bir çalışmaya rastlanmamıştır. Sadece Gabel-Deickert (1995)'in *R. minor* türünün yer almadığı diğer bazı Sepiolid'ler üzerindeki çalışmasında yumurta sayılarını değişik türler için minimum 25, maksimum 428 adet olarak vermiştir.

R. minor türünün Ege Denizi'ndeki vertikal dağılımı 85-475 m'ler arasında bulunmuştur. Aynı tür Akdeniz'de Katalan Denizi'nde (Mangold-Wirz, 1963) 600 m, Tuscany Körfezi'nde, (Volpi ve ark., 1995) 450 m, Tyrrhenian Deniz'nde ise (Würtz ve ark., 1995) 63-514 m'lerden rapor edilmiştir.

Kaynakça

- Boletzky, S.V., 1975. The reproductive cycle of Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda). Publ.Staz.Zool.Napoli., 39 suppl.: 84-95.
- Boyle, P.R., 1984. The life cycles Characteristics of a Cephalopod *Eledone cirrhosa*. Occasional publ.1., 33-41.
- Boyle, P.R., Knobloch, D., 1982. Sexuel maturation in the octopus *Eledone cirrhosa* Lam. Malacologia, 22: 189-196.
- Boyle, P.R., Knobloch, D., 1983. The female reproductive cycle of the octopus, *Eledone cirrhosa*. J.Mar.Biol.Ass. U.K. 63: 71-83.
- Boyle, P.R., Knobloch, D., 1984. Male reproductive maturity in the octopus, *Eledone cirrhosa* (Cephalopoda: Octopoda). J.Mar.Biol.Ass.U.K. 64: 573-579.
- Durward, R.D., Amaratunga, T., O'Dor, R.K., 1979. Maturation index and fecundity for female squid, *Illex illecebresus* (LeSueur, 1821). ICNAF Research Bulletin No, 14: 67-72.
- Gabel-Deickert, A., 1995. Reproductive patterns in *Sepiola affinis* and other Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda). Bulletin de l'Institut oceanographique, Monaco, n^ospecial 16: 73-83.
- Gonzalez, A.F., Rasero, M., Guerra, A., 1994. Preliminary study of *Illex coindetii* and *Todaropsis eblanae* (Cephalopoda: Ommastrephidae) in northern Spanish Atlantic waters. Fish.Res., 21 (1-2): 115-126.
- Guerra, A., Rocha, F., 1994. The life history of *Loligo vulgaris* and *Loligo forbesi* (Cephalopoda: Lolidinidae) in Galician waters (NW Spain). Fish.Res., 21 (1-2): 43-70.
- Katağan, T., Kocataş, A., 1990. Note préliminaire sur les Cephalopodes des eaux Turques. Rapp.Comm.Int. Mer Médit., 32, 1: p. 242.
- Mangold, K., 1987. Reproduction. In: Cephalopoda life cycles, Vol II. (P.R. Boyle ed.). Academic Press London 157-200.
- Mangold-Wirz, K., 1963. Biologie des céphalopodes benthiques et nectoniques de la mer Catalane. Vie Millieu, Suppl. 13: 1-285.
- Moriyasu, M., 1988. Analyse de la maturation sexuelle d'*Eledone cirrhosa* (Cephalopoda: Octopoda) du golfe du Lion. Aquat.Living Resour., 1: 59-65.
- Worms, J., 1980. Aspect of the biology of *Loligo vulgaris* Lam. related to reproduction. Vie Milieu 30, (3-4): 263-267.
- Würtz, M., Matricardi, G., Repetto, N., 1995. Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda) from the lower Tyrrhenian Sea, Central Mediterranean. Bulletin de l'Institut oceanographique, Monaco, n^ospecial 16: 35-39.
- Villanueva, R., 1995. Distribution and abundance of bathyal sepiolids (Mollusca: Cephalopoda) in the northwestern Mediterranean. Bulletin de l'Institut oceanographique, Monaco, n^ospecial 16: 19-26.
- Volpi, C., Borri, M., Zucchi, A., 1995. Notes on the family Sepiolidae (Mollusca: Cephalopoda) off the Northern Tuscany coast. Bulletin de l'Institut oceanographique, Monaco, n^ospecial 16: 27-34.
- Voss, G.L., 1983. A review of Cephalopod fisheries biology. Mem.Natl.Mus.Victoria Melburne., 44: 229-241.

Geliş Tarihi: 27.02.1997

Kabul Tarihi: 01.05.1997

Karadeniz'in Sinop Kıyılarında Yayılım Gösteren İki Alg Türünün, Yıkanmış ve Yıkanmamış Örneklerindeki Bazı Ağır Metal Birikim Düzeylerinin Karşılaştırılması

Meral Öztürk¹

Mehmet Öztürk¹

Levent Bat²

¹Celal Bayar Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Manisa, Türkiye.

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Sinop, Türkiye.

Abstract: *Comparison of the heavy metal accumulation levels in washed and unwashed samples of two algae species distributed on Sinop coasts of the Black Sea.* This study has been done to determine the heavy metal accumulation levels in washed and unwashed samples of *Ulva lactuca* and *Cystoseira barbata*. The research was carried out between April 1992-December 1992. These samples were collected from the selected three stations along the Sinop coasts of the West Black Sea region. On the other hand, the water samples were taken from these localities. Washed and unwashed samples of two algae species and the water samples had been analyzed in the Atomic Absorption Spectrophotometer. The heavy metals analyzed are Zinc (Zn), Copper (Cu), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Lead (Pb), Manganese (Mn) and Iron (Fe).

The results of the heavy metal analysis are given in Tables and Figures. The heavy metal levels in unwashed samples were significantly higher than in washed samples. The heavy metal levels in washed and unwashed samples of two algae species were compared statistically. According to these statistically results, the deliveries of heavy metal concentrations in the samples showed significant differences ($P<0.05$) between washed and unwashed samples.

Key Words: Heavy Metal, *U. lactuca*, *C. barbata* and AAS.

Özet: Bu çalışma; *Ulva lactuca* ve *Cystoseira barbata*'nın yıkanmış ve yıkanmamış örneklerinde, bazı ağır metallerin birikim düzeylerini belirlemek için yapılmıştır. Örneklemeler Nisan 1992 ile Aralık 1992 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Örnekler Batı Karadeniz bölgesinin Sinop kıyıları boyunca belirlenen üç istasyondan toplanmıştır. Ayrıca bu bölgeden deniz suyu örnekleri de alınmıştır. İki alg türünün yıkanmış ve yıkanmamış örnekleri ve deniz suyu örnekleri Atomik Absorpsiyon Alev Spektrofotometrede analiz edilmiştir. Ölçümleri yapılan ağır metaller Çinko (Zn), Bakır (Cu), Kadmium (Cd), Nikel (Ni), Kurşun (Pb), Mangan (Mn) ve Demir (Fe)dir.

Ağır metal analiz sonuçları, tablolar ve grafikler halinde verilmiştir. Yıkanmamış örneklerdeki ağır metal miktarları yıkanmışlara göre oldukça yüksektir. İki alg türünde de yıkanmış ve yıkanmamış örneklerin ağır metal düzeyleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Bu istatistiksel sonuçlara göre; örneklerdeki ağır metal konsantrasyonu değerleri, yıkanmış ve yıkanmamış örnekler arasında önemli farklar göstermiştir ($P<0.05$).

Anahtar Kelimeler: Ağır Metal, *U. lactuca*, *C. barbata*, AAS.

Giriş

Son yıllarda hızla gelişen çevre bilincine karşın, kirlilik boyutları da endüstriyel gelişme ve düzensiz kentleşmeyle birlikte hızla artmaktadır. İçsular ve denizler diğer ortamlara oranla kirlilikten daha fazla etkilenmektedir. Çünkü atmosferik ve karasal ortamın kirlitici eninde sonunda bu bölgelere çeşitli yollarla ulaşmaktadır. Önemli kirlitici kaynaklardan biri olan evsel atıklar deniz kıyısındaki kentlerde doğrudan denize, iç bölgelerdeki kentlerde akarsu kenarlarına atılmaktadır. Hg, Cd, Pb, Fe, Cu, Mn, Ni ve Zn gibi son derece tehlikeli etkiye sahip ağır metalleri içeren çeşitli atıklar bu şekilde içsulara ve denizlere gelmektedir. Bu atıklar zamanla çözünerek suya karışırlar. Ağır metallerin başlıca kaynakları; kağıt, tekstil, plastik, kristal cam, petrol gibi çeşitli endüstriler ile zirai mücadelede kullanılan bazı ilaçları (Tunçer, Uysal; 1988).

Ağır metaller normal sınırları içinde bulduklarında organizmaların metabolizmaları için gerekli olmakta, belirli sınırlarının üzerine çıktığında zehirleyici hatta öldürücü etki yapmaktadır. Besin zinciri yoluyla organizmadan organizmaya giderek artan miktarlarda geçmekte, en son insana kadar ulaşmaktadır. Özellikle iç organlarda birikerek başta sindirim ve sinir hastalıkları olmak üzere çeşitli hastalıklara neden olmaktadır (Morton, 1976; Tunçer, 1980-82).

Ülkemizde ve dünyada ağır metallerin organizmalardaki birikim düzeyleri ya da birbirleri üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar, daha çok doğrudan insan besini ya da indikatör türler olan çeşitli balıkları, midye ve karidesleri kapsamaktadır (Tunçer, Uysal, 1982; Uysal, Tunçer, 1982 ve 1983; Uysal ve ark.,

1986; Gey, Mordoğan, 1988; Öztürk, Öztürk, 1994; Öztürk ve ark., 1995, 1996). Diğer yandan besin zincirinin birinci basamağını oluşturan sucul ekosistemdeki bitkiler de ağır metal birikiminde önemli olmasına karşın çalışmalarda nadiren materyal seçilmektedir (Erdin, Önsöz, 1983; Wahbeh ve ark., 1985; Yüksel ve ark., 1987; Güner ve ark., 1987; Türkan ve ark., 1989; Uysal, 1992; Öztürk, 1994; Bat, Öztürk, 1997). Bu nedenle araştırmamızda özellikle herbivor balıkların besinini oluşturan iki alg türündeki ağır metal birikim düzeylerinin belirlenmesi uygun görülmüştür.

Bilindiği gibi, birincil üreticiler olan tek ve çok hücreli tüm alglerin ortamdaki ağır metalleri biriktirmede büyük bir yeteneğe sahip oldukları pekçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Tunçer, 1980, 82; Erdin, Önsöz, 1983; Türkan ve ark., 1989).

Çalışma konumuzu oluşturan alglerden ilki, bir yeşil alg (Chlorophyta) türü olan *Ulva lactuca*'dır. Halk arasında deniz marulu olarak bilinmektedir. Özellikle Uzakdoğu ülkelerinde insan besini olarak tüketilmekte olan bu tür, organik maddenin bol olduğu bölgelerde hatta kirli sayılabilecek sularda yüzeye yakın bol, temiz sularda tek tek bulunmaktadır.

İkinci materyalimiz kahverengi alglerden (Phaeophyta) *Cystoseira barbata*'dır. Temiz ve bol oksijenli denizlerde yaygın olarak bulunmaktadır. Alginik asitçe zengin olduğundan ekonomik bir algdir. Talusu ağaçsı yapıda, dik, silindirik ve hava keseli olup, 0.5-5 metre derinliklerde kayalık sahillerde bulunur. Bu türe ekonomik önem kazandıran alginik asit: krema yapımında, emülsiför olarak dondurma yapımında, jel maddesi olarak pastacılıkta, etlerin korunma maddesi gibi

Karadeniz'in Sinop Kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması

çeşitli gıda endüstrisinde; el kremi yapımında kozmetikte; baskı pastası olarak tekstil endüstrisinde; lateks üretiminde lastik endüstrisinde; ilaç, cila, boyalarda ve diş hekimliğinde kullanılmaktadır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma materyali olarak seçtiğimiz *Ulva lactuca* ve *Cystoseira barbata* örnekleri Nisan-Aralık 1992 tarihleri arasında Sinop kıyılarında belirlenen farklı özelliklere sahip üç istasyondan balık adam araç gereçleri kullanılarak toplanmıştır. Alg örneklerinin yanısıra ortamdan deniz suyu örnekleri de alınmıştır. Örneklem olumsuz hava koşulları nedeniyle bir ay dışında her ay yapılmıştır.

Laboratuvara getirilen örnekler yıkanmış ve yıkanmamış olarak ayrı ayrı analize hazırlanmıştır. Yıkanmamış örnekler doğrudan doğruya, yıkanmış örnekler şehir suyu ve bitistle suyla yıkandıktan sonra kurutma kağıtları üzerinde oda sıcaklığında kurutulup öğütülmüştür. Daha sonra 105°C'de 20 saat bekletilmiştir. İyice kuruyan örneklerden 1 gram alınarak 100 ml'lik erlenmalerde 12 ml HNO₃:HClO₄(5:1) karışımında yakılmıştır. Yakma işleminden sonra bidistile suyla 100 ml'ye tamamlanmış, çözüldüğü silisyumun çökmesi için 4-5 saat bekletilmiştir (Wahbeh ve ark., 1985; Yüksel ve ark., 1987; Türkan ve ark., 1989). Örnekler özel filtre kağıtlarından süzülerek polietilen şişelerde analize kadar +5°C de saklanmıştır. Deniz suyu örnekleri filtreden süzülerek 100 ml'lik steril polietilen şişelere konmuş ve 1 ml derişik HCl eklenerek sudaki bozuşma önlenmiştir. Tüm örnekler için ölçümler

Perkin Elmer 2280 Atomik Absorbsiyon Alev Spektrofotometrede yapılmıştır. Değerlendirme alg örneklerinde $\mu\text{g g}^{-1}$ kuru ağırlık, deniz suyu örneklerinde $\mu\text{g g}^{-1}$ esas alınarak yapılmıştır.

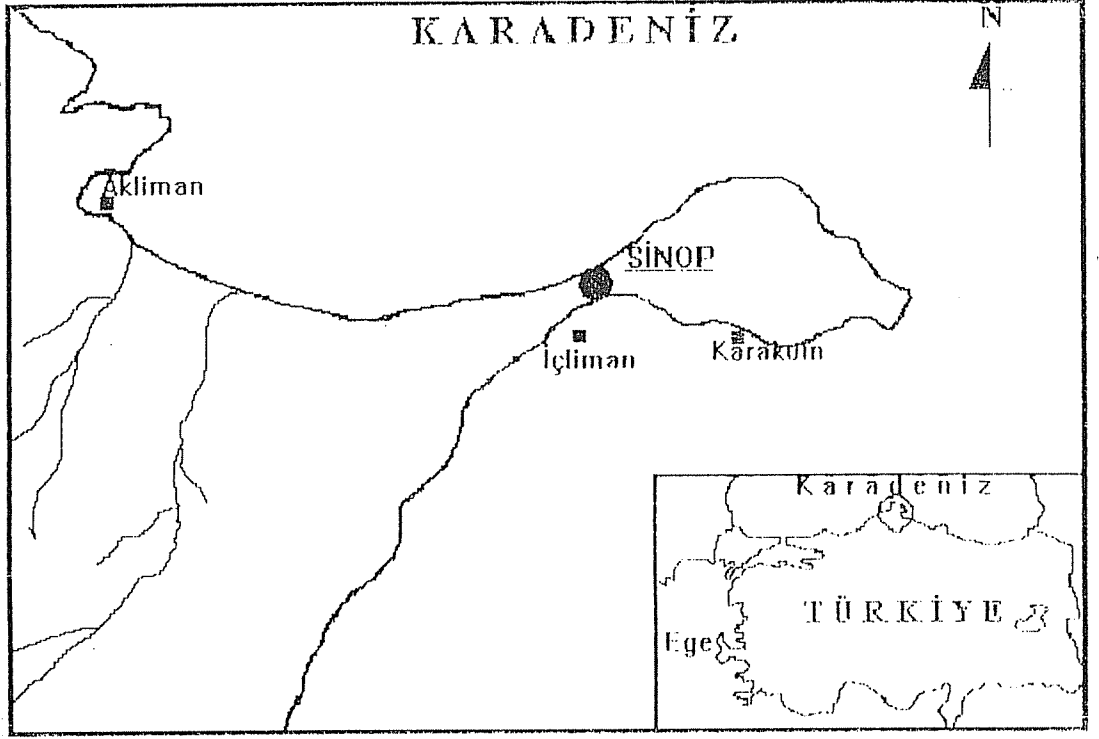
Ayrıca elde edilen değerlerin ortalamaları ve standart hataları hesaplanmış, istasyonlar arasındaki farklılıklar varyans analizi; yıkanmış ve yıkanmamış örnekler arasındaki farklılıklar T testi ile incelenip, sonuç istatistiksel olarak açıklanmıştır (Zar, 1984).

Araştırma Bölgesi: Araştırma alanı yaklaşık 42°2' ile 42°4' kuzey enlemleri ve 35°5' ile 35°10' doğu boylamları arasında olup, buradan üç istasyon belirlenmiştir (Şekil 1).

Karakum (1): Yarımadanın Sinop koyu içine bakan, sürekli bir yerleşimin olmadığı, ancak yaz aylarında turistik bir tesisin oluşturduğu kirliliğin dışında herhangi bir kirlilik kaynağının bulunmadığı istasyondur.

Akliman (2): Yakında bulunan SSK Hastanesinin atıkları Karasu çayı aracılığı ile bu bölgeye boşaltılmaktadır. Doğal bir liman olması nedeniyle balıkçı tekneleri zaman zaman bu koyda barındığından ortamı çeşitli biçimlerde kirliletmektedir. Ayrıca yörenin piknik alanı oluşu nedeniyle evsel atıklardan da olumsuz etkilenmektedir.

İçliman (3): Sinop koyunun içinde yer alan balıkçı teknelerinin ve tersaneninin bulunduğu, çeşitli bakım onarım ve boyama sonucu oluşan atıkların atıldığı ve görüntü olarak çok kirli olan istasyondur.



Şekil 1. Araştırma bölgesi.

Bulgular

Çalışmamızda, seçilen istasyonlardan toplanan örneklerin yanısıra temel oluşturması amacıyla deniz suyu örneklerinde de ağır metal ölçümleri yapılmıştır. Deniz suyu örneklerinde Zn $0.035 \mu\text{g ml}^{-1}$; Cu $0.028 \mu\text{g ml}^{-1}$; Cd $0.020 \mu\text{g ml}^{-1}$; Ni $0.032 \mu\text{g ml}^{-1}$; Pb $0.024 \mu\text{g ml}^{-1}$; Mn $0.064 \mu\text{g ml}^{-1}$; Fe $0.24 \mu\text{g ml}^{-1}$ bulunmuştur. Deniz suyu için saptanan bu değerler normal sınırlardadır ve daha önce yapılan çalışmalarda değerlerle uyumaktadır (Öztürk ve ark., 1996).

U. lactuca ve *C. barbata* örneklerinde ölçümü yapılan yedi ağır metalin istasyon-

lara göre aylık ve ortalama konsantrasyonları, hazırlanan tablo ve grafiklerde gösterilmiştir (Tablo 1, 2, 3, 4; Şekil 2, 3, 4, 5).

U. lactuca örneklerindeki en düşük ve en yüksek ağır metal değerleri yıkanmış örneklerde Zn $21-30 \mu\text{g g}^{-1}$; Cu $10-36 \mu\text{g g}^{-1}$; Cd $0.32-2.16 \mu\text{g g}^{-1}$; Ni $12-57 \mu\text{g g}^{-1}$; Pb $12-73 \mu\text{g g}^{-1}$; Mn $10-28 \mu\text{g g}^{-1}$ ve Fe $172-618 \mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) olmasına karşın, yıkanmamış örneklerde Zn $31-141 \mu\text{g g}^{-1}$; Cu $15-47 \mu\text{g g}^{-1}$; Cd $1.09-3.17 \mu\text{g g}^{-1}$; Ni $24-85 \mu\text{g g}^{-1}$; Pb $20-104 \mu\text{g g}^{-1}$; Mn $16-48 \mu\text{g g}^{-1}$ ve Fe $305-885 \mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Karadeniz'in Sinop Kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması

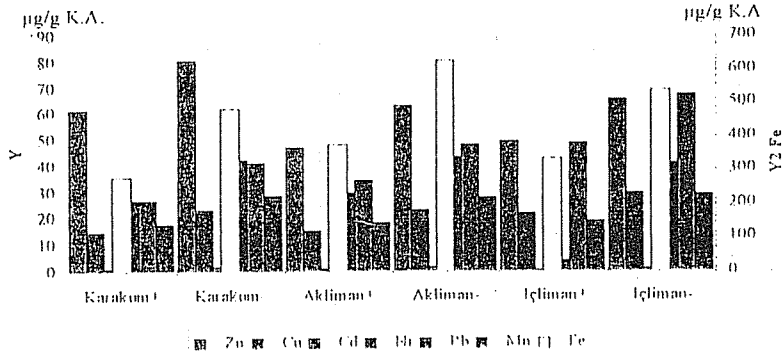
C. barbata'nın yıkanmış örneklerinde Zn 25-82 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 4-28 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cd 0.67-1.92 $\mu\text{g g}^{-1}$; Ni 10-41 $\mu\text{g g}^{-1}$; Pb 12-36 $\mu\text{g g}^{-1}$; Mn 16-56 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Fe 180-1110 $\mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.); yıkanmamış örneklerde Zn 34-105 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 9-37 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cd 1.24-3.68 $\mu\text{g g}^{-1}$; Ni 18-63 $\mu\text{g g}^{-1}$; Pb 18-63 $\mu\text{g g}^{-1}$;

Mn 24-92 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve Fe 266-1474 $\mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.)dır (Tablo 4).

Yıkanmış ve yıkanmamış örneklerde ölçülen ağır metaller *U. lactuca*'da Fe>Zn>Ni>Pb>Mn>Cu>Cd; *C. barbata*'da Fe>Zn>Mn>Ni>Pb>Cu>Cd şeklinde bulunmuştur.

Tablo 1. *U. lactuca*'nın yıkanmış (+) ve yıkanmamış (-) örneklerinde ortalama ağır metal miktarları ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.) (Sx =Standart hata).

İstasyon	Metaller	Karakum		Akliman		İçliman		
		n	x \pm Sx (+)	x \pm Sx (-)	x \pm Sx (+)	x \pm Sx (-)	x \pm Sx (+)	x \pm Sx (-)
	Zn	8	61.40 \pm 12.20	80.60 \pm 12.90	47.10 \pm 7.99	63.30 \pm 10.90	49.60 \pm 7.22	65.60 \pm 7.56
	Cu	8	15.10 \pm 1.76	23.30 \pm 2.97	15.30 \pm 0.88	23.50 \pm 1.69	22.10 \pm 2.81	30 \pm 3.41
	Cd	8	1.13 \pm 0.22	1.83 \pm 0.21	1.01 \pm 0.08	1.71 \pm 0.20	0.85 \pm 0.09	1.46 \pm 0.21
	Ni	8	26.60 \pm 2.91	42.10 \pm 4.73	30 \pm 5.24	43.80 \pm 7.18	4.40 \pm 2.38	41.40 \pm 4.54
	Pb	8	26.60 \pm 6.38	41.10 \pm 5.16	34.40 \pm 6.56	48 \pm 7.11	48.90 \pm 5.79	67.30 \pm 7.03
	Mn	8	17.60 \pm 2.33	28.60 \pm 4.34	18.30 \pm 1.89	28.30 \pm 2.30	19.30 \pm 1.77	29.30 \pm 1.79
	Fe	8	276 \pm 24.54	484 \pm 53.55	374 \pm 28.01	628 \pm 49.86	334 \pm 49.20	536 \pm 55.60

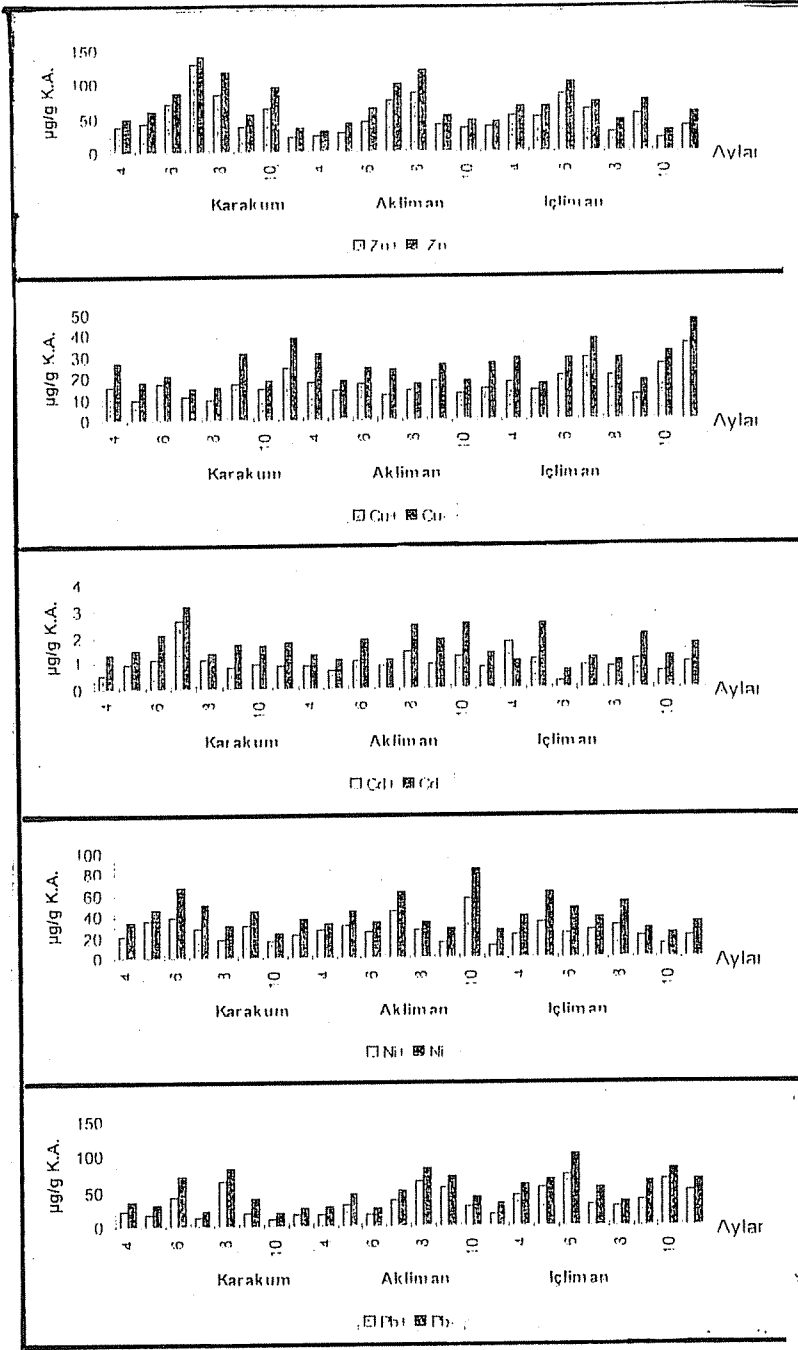


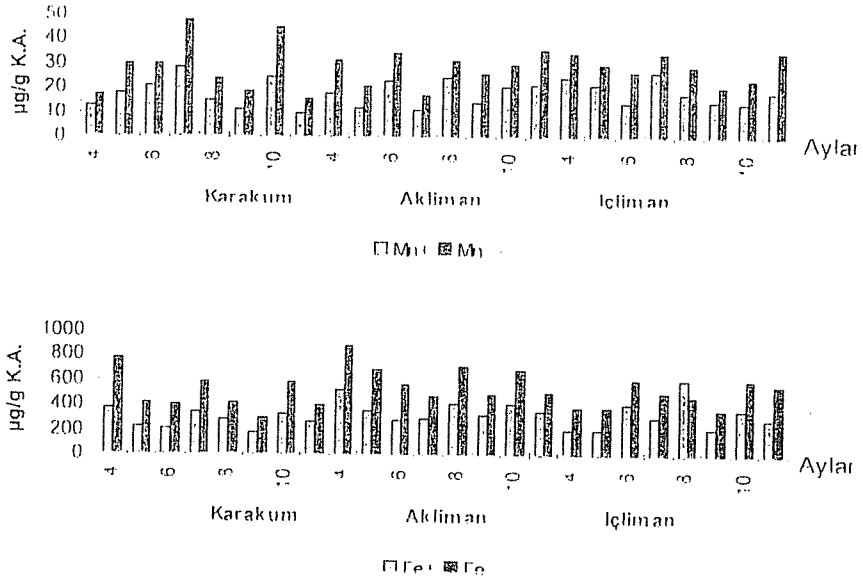
Şekil 2. *U. lactuca*'nın yıkanmış (+) ve yıkanmamış (-) örneklerinde ortalama ağır metal miktarları ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.).

Tablo 2. *U. lactuca* örneklerinde aylık ağır metal miktarları ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.).

İst.	Tar	Zn		Cu		Cd		Ni		Pb		Mn		Fe	
		+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
K	4	38	49	16	27	0.55	1.32	21	34	23	36	13	17	371	778
A	5	42	61	10	18	0.95	1.47	36	47	19	31	18	30	228	411
R	6	72	88	17	21	1.13	2.09	39	67	42	71	21	30	210	397
A	7	130	141	11	15	2.61	3.17	28	51	14	22	28	48	344	575
K	8	85	118	10	16	1.12	1.36	18	32	65	82	15	24	291	422
U	9	37	57	17	31	0.82	1.71	31	45	21	41	11	19	172	305
M	10	64	96	15	19	0.97	1.70	17	24	12	20	25	45	324	585
	12	23	35	25	39	0.91	1.78	23	37	17	26	10	16	267	401
	4	25	31	18	31	0.92	1.30	27	33	18	29	18	31	527	885
A	5	29	43	14	19	0.71	1.12	31	45	31	47	12	21	361	688
K	6	44	65	17	25	1.05	1.91	26	34	17	27	23	34	284	572
L	7	76	101	12	24	0.90	1.11	45	63	39	52	11	17	297	478
İ	8	88	120	14	17	1.42	2.43	27	35	66	83	25	31	417	715
M	9	41	53	19	26	0.97	1.91	15	28	57	71	14	26	325	487
A	10	36	48	13	19	1.28	2.50	57	85	29	42	21	30	418	685
N	12	38	45	15	27	0.81	1.39	12	27	18	33	22	36	362	513
	4	54	67	18	29	1.81	1.09	23	41	44	61	25	34	205	392
İ	5	51	68	14	17	1.11	2.48	35	62	57	67	22	30	209	391
Ç	6	86	103	21	29	0.32	0.73	24	48	73	104	14	27	425	391
L	7	62	75	29	38	0.90	1.21	27	39	31	55	27	34	310	501
İ	8	29	47	21	29	0.85	1.09	31	54	29	36	18	29	618	481
M	9	56	76	12	19	1.13	2.09	21	28	38	65	15	21	228	378
A	10	21	31	26	32	0.65	1.23	13	24	68	83	14	24	372	612
N	12	38	58	36	47	1.02	1.74	21	35	51	67	19	35	301	561

Karadeniz'in Sinop Kıyılarındaki yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması





Şekil 3. *U. lactuca*'da ağır metallerin aylara göre değişimleri ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.).

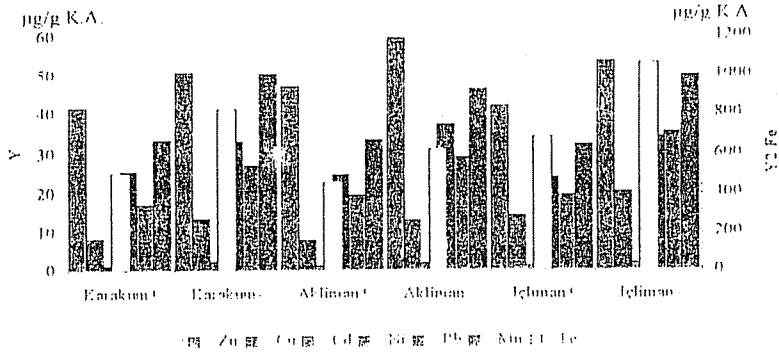
Tablo 3. *C. barbata*'nın yıkanmış (+) ve yıkanmamış (-) örneklerinde ortalama ağır metal miktarları ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.) (Sx =Standart hata).

İstasyon	n	Karakum		Akliman		İçliman	
		x ± Sx (+)	x ± Sx (-)	x ± Sx (+)	x ± Sx (-)	x ± Sx (+)	x ± Sx (-)
Zn	8	41.70±6.74	50.90±8.37	47.30±5.46	59.60±5.92	42.30±4.81	53.80±4.03
Cu	8	8.50±1.02	13.40±1.12	7.80±1.13	13.10±1.43	14.40±2.40	20.40±3.21
Cd	8	1.26±0.11	2.26±0.23	1.18±0.11	2.15±0.21	1.17±0.11	2.12±0.19
Ni	8	25.50±2.27	33±1.73	24.80±3.42	37.40±5.12	24±2.88	34.30±3.75
Pb	8	17.10±1.80	26.90±2.11	19.30±2.91	29.10±2.50	19.30±2.43	35.30±4.93
Mn	8	33.40±2.22	50.50±2.35	33.30±3.79	46.50±4.96	32±4.56	50±7.52
Fe	8	500±97	827±132	455±65.50	620±85	685±70	1065±121

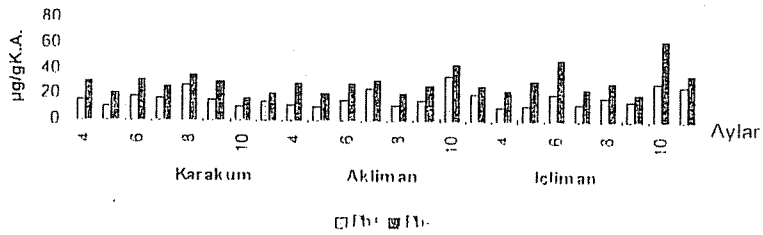
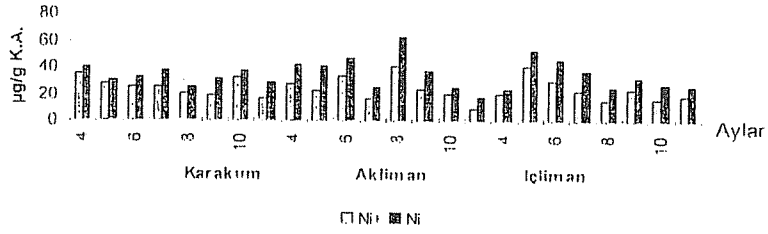
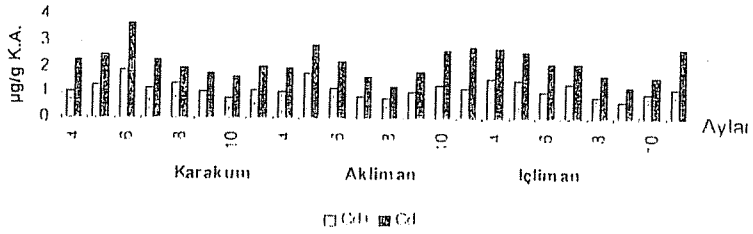
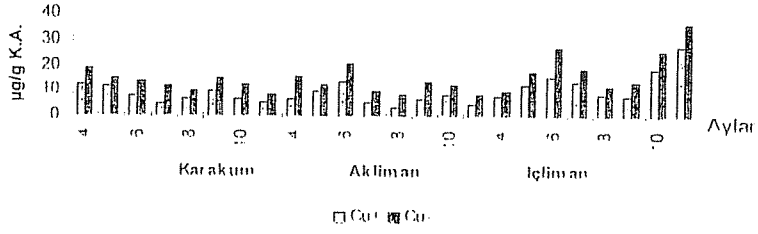
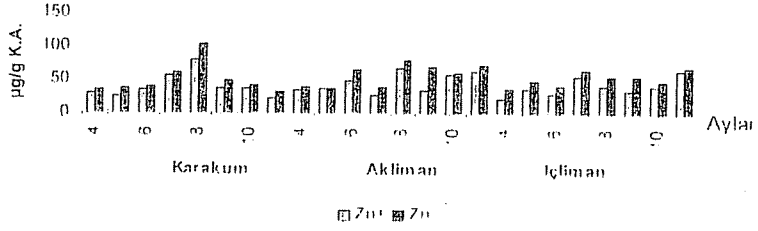
Karadeniz'in Sinop Kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması

Tablo 4. *U. barbata* örneklerinde aylık ağır metal miktarları ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.).

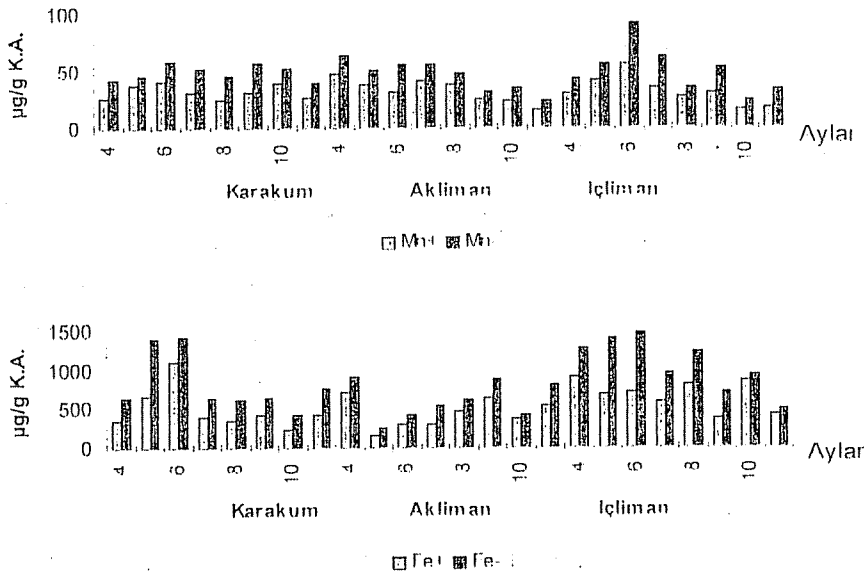
İst. Tar	Zn		Cu		Cd		Ni		Pb		Mn		Fe	
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
K 4	32	35	13	19	1.10	2.31	35	40	16	30	28	44	365	642
A 5	26	38	12	15	1.36	2.48	28	30	12	22	39	47	666	1400
R 6	35	41	8	14	1.92	3.68	26	33	19	32	42	59	1110	1430
A 7	57	62	5	12	1.18	2.26	25	37	18	27	33	54	416	665
K 8	82	105	7	10	1.42	1.97	21	32	65	82	15	24	291	422
U 9	38	49	10	15	1.06	1.75	19	26	28	35	26	47	351	618
M 10	39	43	7	13	0.85	1.63	33	31	17	30	32	58	427	647
12	25	34	6	9	1.17	2.03	17	38	12	18	40	54	235	446
4	35	41	7	16	1.06	1.97	28	29	15	21	27	41	433	771
A 5	37	39	10	13	1.80	2.84	23	42	13	29	49	65	722	928
K 6	49	67	14	21	1.18	2.21	34	41	12	22	38	52	180	266
L 7	28	41	6	10	0.88	1.67	17	47	17	29	33	57	318	447
İ 8	69	80	4	9	0.85	1.24	41	25	26	32	42	56	324	562
M 9	36	71	7	14	1.09	1.83	24	63	16	28	26	33	656	895
A 10	60	63	9	13	1.35	2.66	21	25	36	44	24	36	388	426
N 12	64	75	5	9	1.23	2.81	10	18	21	28	16	24	561	814
4	25	38	8	10	1.60	2.70	21	24	12	24	31	44	928	1281
İ 5	37	49	13	18	1.50	2.60	41	53	13	32	42	56	702	1400
Ç 6	32	42	16	27	1.09	2.18	30	46	22	48	56	92	716	1474
L 7	58	66	14	19	1.40	2.18	23	38	14	26	35	63	610	960
İ 8	42	57	9	12	0.90	1.72	16	25	19	30	27	35	827	1242
M 9	35	58	8	14	0.67	1.24	24	33	16	22	31	53	387	721
A 10	43	49	19	26	1.04	1.64	17	28	30	63	16	24	875	938
N 12	66	71	28	37	1.19	2.73	20	27	28	37	18	34	433	507



Şekil 4. *C. barbata*'nın yıkanmış (+) ve yıkanmamış (-) örneklerinde ortalama ağır metal miktarları ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.).



Karadeniz'in Sinop Kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması



Şekil 3. *C. barbata*'da ağır metallerin aylara göre değişimleri ($\mu\text{g g}^{-1}$ K.A.)

Tablo ve grafiklerden izlendiği gibi her iki türün yıkanmış ve yıkanmamış örnekleri arasında açıkça gözlenen farklılığın önemli olup olmadığını belirlemek amacıyla uygulanan T Testi sonucunda farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur ($P < 0.05$).

İstasyonlar arasında ağır metallerin önemli farklılık taşımadığı varyans analizi ile incelenmiş Cu dışında ($P < 0.05$) diğer

metallerdeki farklılığın önemsiz ($P > 0.05$) olduğu belirlenmiştir. Cu konsantrasyonundaki farkın hangi istasyonlar arasında önemli olduğunu saptamak için uygulanan Duncan testi sonucunda *U. lactuca* ve *C. barbata* örneklerinde Karakum ve Akliman arasında önemsiz ($P > 0.05$), buna karşın Karakum ile İçliman ve Akliman ile İçliman istasyonları arasında önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur.

Tartışma ve Sonuç

Batı Karadeniz'de yeralan Sinop kıyılarında gerçekleştirilen bu çalışmada, Akliman'dan alınan örneklerin, Karakum'dan alınan örneklerle oranla daha yüksek değerlerde ağır metal birikimi gösterdiği, buna karşılık tersanenin ve tekne bakım-onarımın yapıldığı, çekek yerlerinin bulunduğu İçliman örneklerindeki ağır metal birikimlerinin, Akliman'dan daha yüksek değerlerde olduğu bulunmuştur.

Gerek bitkisel gerekse hayvansal tüm sucul organizmalarda biriken ağır metal miktarlarının deniz suyundaki miktarından çok daha fazla olduğu birçok araştırmacı tarafından belirtilmektedir (Geldiay, Kocataş, 1972; Uysal, 1983; Tunçer, Uysal, 1988; Türkan ve ark., 1989). Çalışmamız sonucunda bu durum açık olarak görülmektedir. Örneğin; deniz suyundaki Fe miktarı $0.24 \mu\text{g ml}^{-1}$ iken *U. lactuca*'nın yıkanmış örneklerinde $276-374 \mu\text{g g}^{-1}$; yıkanmamış örneklerinde $484-628 \mu\text{g g}^{-1}$; *C. barbata*'nın yıkanmış örneklerinde $455-685 \mu\text{g g}^{-1}$; yıkanmamış örneklerinde $620-1065 \mu\text{g g}^{-1}$ değerleri arasındadır. Bu durum diğer metaller için de geçerlidir.

Çalışmada gözlenen bir başka sonuç da yıkanmış ve yıkanmamış örnekler arasında ortaya çıkan büyük konsantrasyon farkıdır ve bu farkın önemli olduğu istatistiksel olarak kanıtlanmıştır. Bu bulgulardan, deniz suyundaki ağır metallerin çoğunun organizma yüzeyinde tutulduğu sonucu çıkarılabilir.

Çalışmamızda bulduğumuz ağır metal değerlerini, alglerle yapılan benzer çalışmalarda elde edilen değerlerle karşılaştırdığımızda, sonuçların birbirine yakın, hatta İzmir Körfezi'nin iç kesimindeki değerlerden daha düşük olduğu

görülmektedir. *U. lactuca* ile İzmir Körfezinde yapılan çalışmalardan Güner ve ark., (1987) *Ulva rigida*'da Pb'u $86-129 \mu\text{g g}^{-1}$; Fe'i $560-1226 \mu\text{g g}^{-1}$; Mn'i $107 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulmuştur. Yüksel ve ark., (1987)'nin İzmir Körfezinin temiz ve kirli olmak üzere çeşitli bölgelerinden topladıkları *U. lactuca*'da Zn $41-248 \mu\text{g g}^{-1}$; Cu $30-58 \mu\text{g g}^{-1}$; Pb $20-90 \mu\text{g g}^{-1}$; Fe $480-1250 \mu\text{g g}^{-1}$; Mn $50-273 \mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) ve *U. rigida* örneklerinde benzer sonuçlar bulunmuştur. Bu değerler çalışmamızda yıkanmamış örneklerden elde ettiğimiz değerlerin bile çok üzerindedir. Aynı araştırmacılar yeşil alg türlerinin diğer alg türlerine oranla daha fazla ağır metal biriktirdiklerini kaydetmektedir. Türkan ve ark., (1989) iç körfezden dış körfeze doğru seçtikleri dört istasyonda ağır metal değerlerini Zn $32-80 \mu\text{g g}^{-1}$; Cu $39-67 \mu\text{g g}^{-1}$; Cd $0.56-1.06 \mu\text{g g}^{-1}$; Pb $31-132 \mu\text{g g}^{-1}$; Fe $458-1300 \mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) olduğunu, en yüksek değerlerin iç istasyonda bulunduğunu belirtmektedir. Uysal (1992) aynı bölgede *Ulva spp.*de yaptığı çalışmada Zn $9.1-29.5 \mu\text{g g}^{-1}$; Cu $1.29-15.53 \mu\text{g g}^{-1}$; Cd $0.41-3.0 \mu\text{g g}^{-1}$; Pb $0.53-3.06 \mu\text{g g}^{-1}$; Fe $223-1331 \mu\text{g g}^{-1}$; Mn $6.1-31.4 \mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) bulmuştur. Çalışma bulgularımızın Cd ve Fe dışında bu değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Sinop kıyılarında 1989-1991 tarihleri arasında yapılan bir çalışmada, *U. lactuca* örneklerinde ağır metal miktarları Zn $15-127 \mu\text{g g}^{-1}$; Cu $15-84 \mu\text{g g}^{-1}$; Cd $0.15-1.88 \mu\text{g g}^{-1}$; Ni $13-101 \mu\text{g g}^{-1}$; Pb $14-100 \mu\text{g g}^{-1}$; Fe $158-445 \mu\text{g g}^{-1}$; Mn $8-32 \mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) arasında bulunmuş olup bu değerler yıkanmış örneklerden elde edilmiştir (Öztürk ve ark., 1994). Yaklaşık bir yıl sonra gerçekleştirilen çalışmamızda çok önemli bir farklılık olmadığı gözlenmektedir.

Karadeniz'in Sinop Kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması

C. barbata ile ilgili çalışmalarda Atay (1972), Giresun'dan topladığı örneklerde Zn 47-142 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 30-43 $\mu\text{g g}^{-1}$; Ordu-Tirebolu arasından topladığı örneklerde Zn 35-118 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 25-41 $\mu\text{g g}^{-1}$ (Atay 1974); Erdem (1982), Samsun-Yakakent'den topladığı örneklerde Zn 47 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 12 $\mu\text{g g}$ (K.A.) bulmuşlardır. Karadeniz'de aynı bölgede bu çalışmadan iki yıl önce gerçekleştirilen bir başka çalışmada Zn 12-48 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 10-68 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cd 0.11-0.80 $\mu\text{g g}^{-1}$; Ni 16-254 $\mu\text{g g}^{-1}$; Pb 14-272 $\mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) değerleri arasında saptanmıştı (Erdem, Öztürk; 1991). Çalışma sonuçlarının az çok benzerlik gösterdiği, yalnız Pb miktarında önemli bir düşüş olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni o bölgede bulunan kristal cam işleyen fabrikanın kapatılması

şeklinde yorumlanabilir.

C. barbata ile ilgili İzmir Körfezi'nde yapılan çalışmalardan Erdin, Önsöz (1983) Zn 12.3 $\mu\text{g g}^{-1}$; Fe 2.37 $\mu\text{g g}^{-1}$; Mn 66.43 $\mu\text{g g}^{-1}$; Yüksel ve ark. (1987), Zn 18-46 $\mu\text{g g}^{-1}$; Cu 3-26 $\mu\text{g g}^{-1}$; Pb 28-70 $\mu\text{g g}^{-1}$; Fe 150-1350 $\mu\text{g g}^{-1}$; Mn 102-288 $\mu\text{g g}^{-1}$ (K.A.) bulmuştur.

Sonuç olarak çalışmamızda bulduğumuz değerler, uluslararası kuruluşlarca verilen tolere edilebilir miktarlar ve benzer çalışmalardaki değerlerle karşılaştırıldığında ağır metal düzeylerinin zarsız olduğu saptanmıştır (FAO, 1977). Sinop kıyılarında ağır metal kirliliği bu boyutlarda kaldığı sürece bir tehlike oluşturmayacağı kanısına varılmıştır.

Kaynakça

- Atay, D., 1972. Norveç Esmer deniz yosunlarının mineral yapısı üzerine araştırmalar ve sonuçların Giresun orjinli *C. barbata* ile mukayesesi. A.Ü.Z.F. yay. 456, İnc. 267.
- Atay, D., 1974. Doğu Karadeniz Sahillerinden alınan "*C. barbata*" deniz yosununu kimyasal yapısındaki değişmeler ile civiv ve piliç rasyonlarında kullanıma düzeyleri üzerine bir araştırma. A.Ü.Z.F. yay. 540, inc. 313.
- Bat, L., Öztürk, M., 1997. Heavy Metal Levels in Some Organisms from the Sinop Peninsula of the Black Sea. Tr.J. of Engineering and Environmental Sci. 21, 29-33.
- Erdem, M., 1982. Esmer Deniz yosunlarının balık rasyonlarında değerlendirme olanakları. A.Ü.Z.F. yay. 571.
- Erdem, M., Öztürk, M., 1991. Batı Karadeniz'de Yaşayan *Mytilus galloprovincialis* ve *Cystoseira barbata* Türlerindeki Ağır Metal Düzeyleri. Karadeniz'in Ekonomik Sorunları ve Ekonomik Değerlendirme Olanakları Semp.
- Erdin, N., Önsöz, Ş., 1983. Deniz Alglerinin Anorganik Element İçerikleri. E.Ü.Fac. of Sci.Jour.Ser. B, Puppl, 501-507.
- F.A.O., 1977. Manuel des methodes de recherche sur l'environnement aquatique. Troisieme partie: Echantillonnage et analyse de materiel biologique. Dokument Technique sur les peches n. 158.
- Geldiay, R., Kocataş, A., 1972. Denizlerde Pollusyon (Tarip, Araştırma Metodları, Tipleri Hidrografik ve Biyolojik Sonuçları). E.Ü.F.F. Mon.Ser. No. 13.
- Gey, H., Mordoğan, H., 1988. İzmir Körfezindeki Bazı Deniz Organizmalarında ve İç Körfezin Sahil Kenarı Sedimentlerinde Çeşitli Ağır Metallerin Derişimi. Doğa Türk Zool. Cilt 12, Sayı 3, sayfa 216-220.
- Güner, H., Aysel, V., Özelsel, S., Sukatar, A., 1987. Periodical Variation of Trace Element Accumulations in some Algae Found in the Bay of Izmir. CEBOW Rew. Int.D'Ocean.Méd.Tomes LXXXV-LXXXVI.

- Morton, D.S., 1976. Water Pollution Causes and Cures Worzallo Publishing. Co pp. 76-81, Stevens Point wisconsin.
- Öztürk, M., 1994. Sinop'un Koy ve Limanlarında Yayılım Gösteren *Patella coerulea* L. ve *Enteromorpha linza* (L.) J. Agardh Türlerindeki Ağır Metal Düzeyleri. Tr.J. of Biology 18, 195-211.
- Öztürk, M., Öztürk, M., 1994. Karadeniz'in Sinop Kıyılarından Toplanan Deniz Salyangozlarında (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Bazı Ağır Metal Düzeyleri. Tr.J. of Zoology 18, 193-198.
- Öztürk, M., Bat, L., Öztürk, M., 1994. Sinop kıyılarında Yayılış Gösteren *Ulva lactuca* (L.) Le Jolis 1863 Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. E.Ü.Fen Fak.Der.Seri B, Ek 16/1, s. 187-195.
- Öztürk, M., Öztürk, M., 1994. Karadeniz'in Sinop Kıyılarından Toplanan Deniz Salyangozlarında (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) Bazı Ağır Metal Düzeyleri. Tr.J.of Zoology 18, 193-198.
- Öztürk, M., Bat, L., Öztürk, M., 1994. Sinop Kıyılarında Yayılış Gösteren *Ulva lactuca* (L.) Le Jolis 1863 Örneklerindeki Ağır Metal Düzeyleri Üzerine Bir Araştırma. E.Ü. Fen Fak.Der. Seri B, Ek 16/1, s. 187-195.
- Öztürk, M., Bat, L., Öztürk, M., 1995. Altınkaya Barajında (Samsun) Yaşayan *Cyprinus carpio* L. 1758 Türünün Çeşitli Organ ve Dokularındaki Bazı Ağır Metallerin Birikimi. II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi 11-13 Eylül, Ankara.
- Öztürk, M., Bat, L., Öztürk, M., 1996. Karadeniz'in Sinop Kıyılarından Örneklenen Bir Karides Türünde (*Palaemon elegans* Rathke 1837) Bazı Ağır Metal Birikim Düzeyleri. Tarım ve Çevre İlişkileri Sempozyumu. Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Kullanımı Bildiri Kitabı, sayfa 366-373.
- Tunçer, S., 1980-1982. Accumulation du Mercure et du Cadmium Chez *Mytilus edulis*(L.) par le Milieu et par la Nourriture. E.Ü. Fac.of Sci.Jour.Seri.B, Vol. V, NR1.
- Tunçer, S., Uysal, H., 1982. Etude des metaux lourds chez les mollusques dans les différentes zones de la Baie d'İzmir (Turquie). VI Jour.Etud.Poll. pp. 307-317.
- Tunçer, S., Uysal, H., 1988. İzmir ve Çandarlı (Aliağa Limanı) Körfezlerinde Yaşayan Bazı Mollusk Türlerinde Ağır Metal Kirlenmesi ile İlgili Araştırmalar. Doğa Türk Müh. ve Çev. 12, 3, 350-368.
- Türkan, İ., Öztürk, M., Sukatar, A., 1989. Heavy metal accumulation by the algae in the Bay of İzmir.Rev.Int.Oce.Med.Tom.LXXXXIII-LXXXXIV, 71-76.
- Uysal, H., Tunçer, S., 1982. Levels of Metals in Some Commercial Food Species in the Bay of İzmir (Turkey). VI^{es} Journ.Etud.Pollutions, pp.323-327, C.I.E.S.M.
- Uysal, H., Tunçer, S., 1983. İzmir Körfezi pollusyonlu Zeminde Yaşayan Arca amygdalum PHIPPI, 1847 ve Corbula gibba OLIVI deki Ağır Metal Konsantrasyonlarının Dağılımı. E.Ü.Fac. of Sci.Jour Ser. B.Suppl. 542-548.
- Uysal, H., 1983. İzmir Körfezi ve Ege Kıyılarında Yaşayan Bazı Gıda Zinciri Organizmalarında Saptanan İz element Düzeyleriyle Bunların Bölgesel ve Mevsimsel Değişimleri Üzerine Araştırmalar. E.Ü.Fac. of Sci.Jour Ser. B. Suppl. 429-446.
- Uysal, H., 1992. Heavy Metal Concentrations in Selected Marine Species from Fisheries Bays of Aegean Coast. XXXIII^{es} Journes Etüd. Poll, Trieste.
- Uysal, H., Tunçer, S., Yaramaz, Ö., 1986. Ege Kıyılarındaki Yenebilen Organizmalarda Ağır Metallerin Karşılaştırmalı Olarak Araştırılması. İzmir Çevre 86 Semp.

Karadeniz'in Sinop Kıyılarında yayılım gösteren iki alg türünün, yıkanmış ve yıkanmamış örneklerindeki bazı ağır metal birikim düzeylerinin karşılaştırılması

- Wahbeh, M.I., Mahasneh, D.M., Mahasneh, I., 1985. Concentrations of zinc, manganese, copper, cadmium, magnesium and iron in ten species of algae and seawater from Aqaba Jordan Mar.En.Res.vol. 16, 2, 95-102.
- Yüksel, Ü., İlkme, B., Kesgin, M., Sukatar, A., 1987. Metal pollution in the Algae of Inner Bay in Izmir. 4.Kimya ve Kimya Müh.Semp. 10-12 Haziran.
- Zar, J.H., 1984. Biostatistical analysis. Second Edition, Prentice Hall, Int., p. 718.

Geliş Tarihi: 27.02.1997

Kabul Tarihi: 01.05.1997



Toxicity of River Sediments in South - West Spain

Levent Bat¹

Dave Raffaelli¹

Iain L.Marr²

¹Culterty Field Station, Department of Zoology, University of Aberdeen, Newburgh, Ellon, Aberdeenshire, AB41 OAA, UK.

²Department of Chemistry, University of Aberdeen, Meston Building, Meston Walk, Old, Aberdeen, AB9 2UE, UK.

Özet : *Güney-Batı İspanya'da nehir sedimentlerinin toksisitesi.* Bu çalışmada; birçok ağır metalle kirletilmiş sediment güney-batı İspanya'dan toplanmış ve amfipod *Corophium volutator* (Pallas) biyolojik deneyi kullanarak bu sedimentin toksisiti incelenmiştir. Deney sonucunda amfipodların bu sedimentlere karşı çok duyarlı oldukları görülmüştür.

Abstract: In the present study, sediment contaminated with several heavy metals was collected from the field from south-west Spain and its toxicity assessed using the amphipod *Corophium volutator* (Pallas) bioassay. The bioassay proved very sensitive to these sediments.

Introduction

Traditional techniques to predict the adverse effects of sediments involve analysis of the bulk chemical characteristic and pollutant concentrations of sediments or the use of field surveys to detect the presence or absence of certain species. Although these techniques provide useful information, it is difficult to extrapolate from such data the likely impacts on living organisms. In earlier studies (Bat, 1995 a, 1996), it has been shown that the *Corophium* bioassay has potential for evaluating the toxicity of sediments contaminated with specific metals. However the protocol needs to be

tested on field samples taken from contaminated areas.

In considering field sites it was felt important at this stage to avoid sediments contaminated with a complex mixtures of chemicals. However, areas affected with particular contaminants are difficult to find. At one stage, the Tamar estuary was considered because of its well-documented history of contamination from natural metalliferous rocks (Bryan, Uysal, 1978; Bryan, Langston, 1992), but initial investigations suggested that hydrocarbons and other contaminants were also likely to be present in high amounts, there by

complicating the interpretation of any bioassay results (J. Widdows, personal communication). In contrast, the river Odiel, south-west Spain, is contaminated with a variety of heavy metals (Myatt, 1992; Marr, 1993; Lescop, 1994; Kluge, 1994, Marr et al., 1995), and there have been many studies on its metal chemistry since the early 1980's (Marr, personal observations, Myatt, 1992). The river Odiel runs for about 130 km from its source to the sea and is contaminated with 12 industrial sources as a refinery, sulphur factory, shipyard and various other factories although metal are predominant contamination (Marr, personal observations). This river carries run-off from tips of minerals left over from the flotation treatment of copper sulphide ores (Marr et al., 1995) and the sulphidic ores from these mines, now rather low-grade, contain, in addition to copper, smaller amounts of silver and gold, and also arsenic, selenium, tellurium, zinc, cadmium and mercury (Marr, 1993). Aerial and possibly bacterial oxidation of the residual sulphides results in the formation of sulphuric acid, which then in turn leaches many metals from the low-grade ores (Marr et al., 1995). The stretches of this river just below the mines are very acidic (pH=2.5) and carry very substantial burdens of metal ions in solution (Marr, personal communication; Marr et al., 1995). As the waters further down stream are buffered on mixing with other waters, the pH rises and the metals are precipitated, giving contaminated, fine sediments of relatively recent origin (Marr, 1993; Marr et al., 1995). The sediment samples used in the present study were taken from two sites on the river, Sotiel, which has a low pH (3), is still and green, and about 50 m wide at its widest point, and Gibraleon, where the

bed is shallow, very red and tidal and about 90 m wide (Myatt, 1992).

Materials and Methods

Sediment samples were collected from the upper 2 cm in April 1996 from each of the two sites (Gibraleon and Sotiel) (Fig. 1). They were placed into analytically clean glass containers, transported back to the laboratory at Aberdeen and stored at 4°C until tests could be carried out (maximum of two weeks; American Society for Testing and Materials; 1990, Langston and Spence, 1994). Sediment samples from each container were dried overnight at 105°C and were sieved through a 63 µm mesh to select for particles smaller than this for the *Corophium* bioassays. This fraction was analysed because it is probably the most bioavailable (Bryan and Langston, 1992; Langston and Spence, 1994). Moreover *Corophium* can ingest only particles between 4 and 63 µm diameter (Fenchel et al., 1975). Twenty ml of concentrated nitric acid was added to 1 g of each of the dried sieved sediments and allowed to stand overnight. Digestion mixtures were heated on a hot plate set at 80°C for 3-4 days. After digestion the beakers were removed from the hot plate and allowed to cool. The residue was dissolved in concentrated nitric acid (1 ml per 1 g of dry sediment), diluted with double-distilled water and made up to 10 ml for analysis and the copper, zinc, cadmium, nickel, lead, manganese and iron contents analysed by Varian Spectr AA10 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).

The remaining sediment samples were tested for their toxicity using the bioassay protocol described by Bat (1996). Each sample was sieved to exclude particles larger than 0.3 mm and then added to

Toxicity of river sediments in South-West Spain

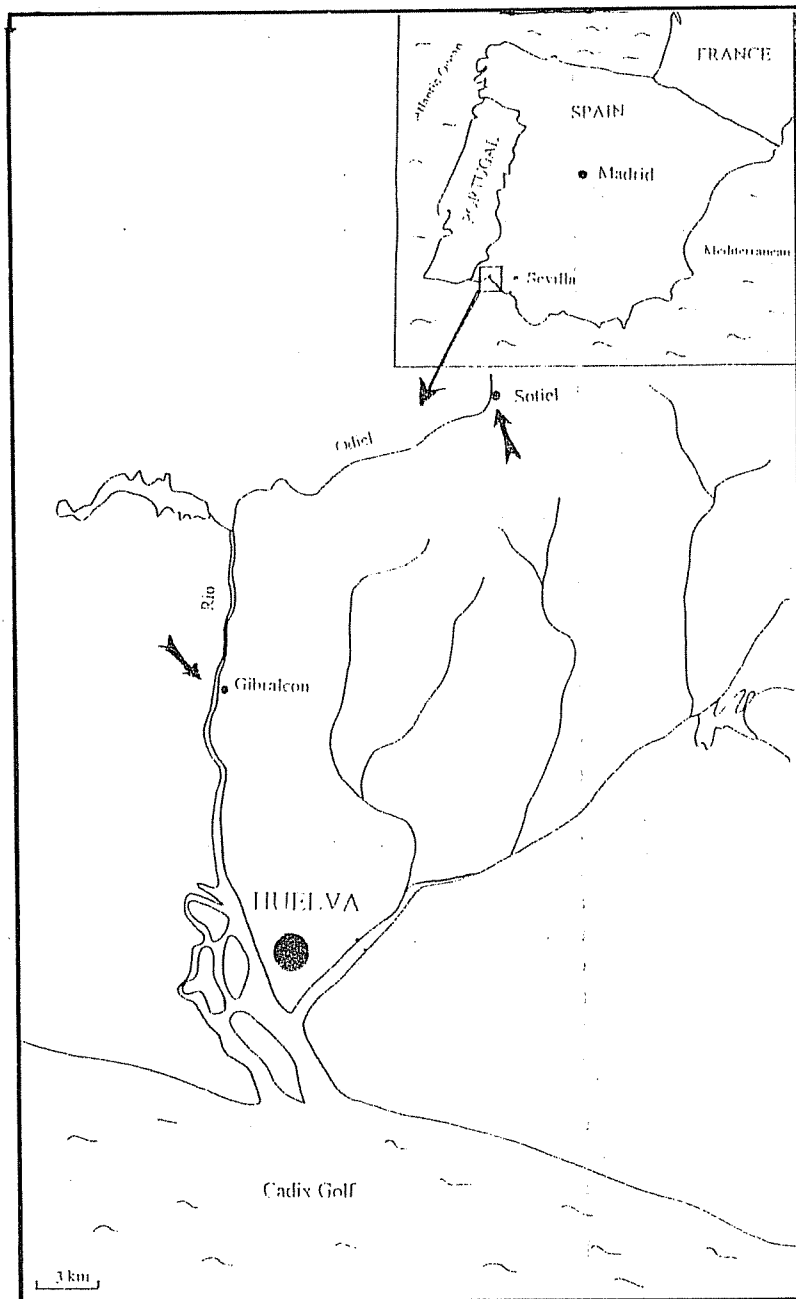


Fig.1. Map showing the locations for collection of Spanish sediment.

plastic containers to provide 3 replicates for each of the two sites. Uncontaminated sediment from Ythan estuary, Scotland was used as a control. Filtered seawater at 30 ‰ salinity was added to each container and the sediment allowed to settle. Twenty adult amphipods from the Ythan were then added to each container. The containers were maintained at $11 \pm 1^\circ\text{C}$ and constantly aerated for 10 days. Each container was checked daily and any amphipods which had burrowed were recorded. At the end of the bioassay

period, the seawater was decanted and the surviving amphipods counted. The ability of any surviving amphipods to rebury within 1 h was also examined by placing the animals on clean Ythan sediment.

Results

The metal concentrations in the sediment samples are shown in Table 1. The concentrations of all of the metals analysed were higher in Sotiel than in Gibraleon. Concentrations of the same metals in the control Ythan sediment are also indicated.

Table 1. Heavy metal concentrations of sediments ($\mu\text{g g}^{-1}$ dry wt).

Site	Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Mn	Fe
Gibraleon	45	39	<lod	31	<lod	28	3831
Sotiel	89	57	<lod	188	5.5	72	8125
Ythan	1	6	<lod	<lod	<lod	--	--

lod: limit of detection; --: not measured.

In the control (Ythan) sediments, no *Corophium* died, where as mortality was high in both the Gibraleon and Sotiel sediments (Table 2). Only 20 % of the amphipods survived at the end of the 10 day exposure to the Gibraleon sediments and none were alive after the 6 th day of the exposure to the Sotiel sediment. All

live animals were able to rebury successfully (Table 2). During the course of the experiment no *Corophium* had burrowed in the Sotiel sediment (i.e. emergence was 100 %) and only 4 amphipods had burrowed into the Gibraleon sediment (Fig. 2).

Table 2. Mean survival and reburial of *Corophium* after 10 days of exposure to Gibraleon, Sotiel and Ythan (control) sediments.

	Gibraleon	Sotiel	Ythan
Survival	4 (20 %)	0 (0 %)	19 (95 %)
Reburial	4 (100 %)	0 (0 %)	19 (100 %)

Toxicity of river sediments in South-West Spain

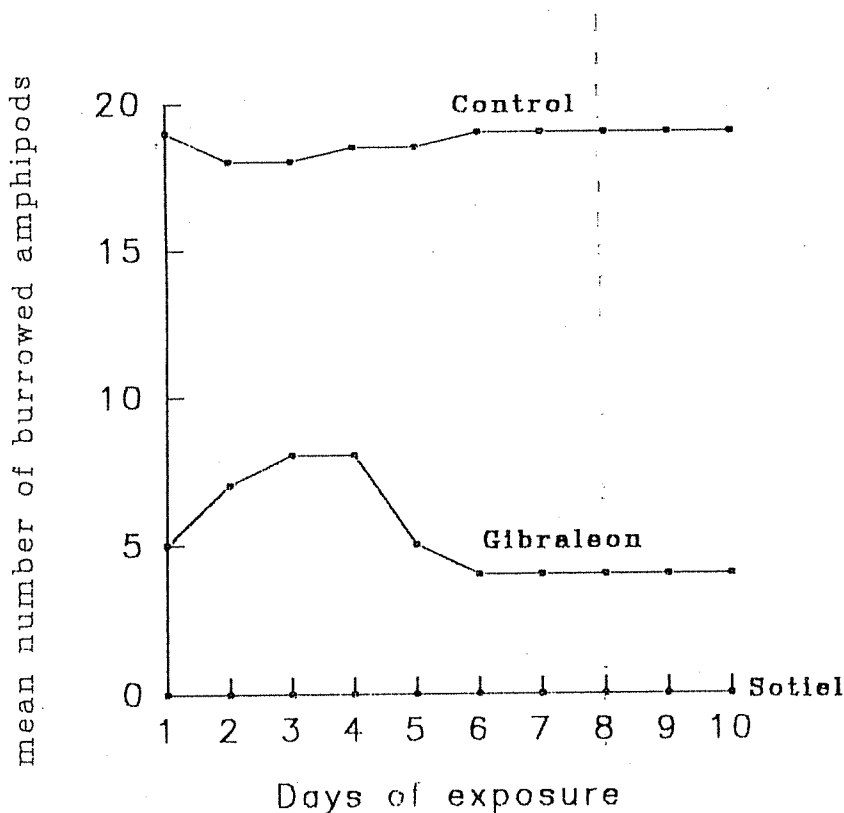


Fig. 2. Numbers of *Corophium* burrowing in sediments from Ythan (control), Gibraleon and Sotiel.

Discussion

Sediments at both sites of the river Odiel are heavily contaminated with metals, but that from Sotiel was much more toxic than that from Gibraleon. The low pH at Sotiel (pH=3) should dissolve "available" metals, but the bioassay indicates that the metals are in fact "available" and may be toxic to *Corophium*. It is possible therefore that, in spite of the low pH, some metals from solution are still partitioning onto the sediment (which is mainly of iron oxides), although concentrations are still sufficiently high to affect *Corophium*. The findings of the

present study are quite different from those reported by Tay et al., (1992) for sediments from Halifax, Nova Scotia. These had very high concentrations of heavy metals such as As, Cd, Cu, Hg, Pb and Zn but were not toxic to *Corophium volutator*. In contrast, the concentrations of Cd, Cu, Pb and Zn in Spanish sediments were much lower than those in Halifax, but the Spanish sediments were very toxic to *Corophium*. This could be due to different sensitivities of *Corophium* from the Ythan and from Walton Beach in the Bay of Fundy (Nova Scotia). The latter may be tolerant of

contaminated sediment or the metals measured in the present study may have not been responsible for *Corophium* mortalities, these being due to other unmeasured metal (s) or contaminants not detected. For example sediments were not analysed for Hg in the present study because of the technical problems involved. However, Lescop (1994) recorded highest total mercury levels of only $15 \mu\text{g g}^{-1}$ of sediment in the Odiel river and these levels might not be expected to cause significant *Corophium* mortality (Erdem and Meadows, 1980). At low pH the mercury is soluble and the level of mercury in the sediments is quite low. When the river reaches the estuarine salt marshes the pH increases and so precipitation of mercury occurs (Lescop, 1994). It is likely that the metals and/or other chemicals may have complexed or interacted with the metals and/or other chemicals in sediment and it is combined products that *Corophium* responds to in the bioassay. In this respect, it is important to note that the measured metal content will not always reflect that fraction biologically available, since metals can become complexed with the organic content of the sediment or bound to other components such as iron and manganese oxides. The uncomplexed metal ions including Cu^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} and Cd^{2+} appear to be most toxic (Leland, Kuwabara; 1985). There is also competition between sediment metals for uptake sites in organisms, all these processes are influenced by bioturbation, salinity, the redox potential of the sediment, temperature and pH (Bryan, Langston; 1992). In the present study, the river sediments were taken and placed in seawater (30‰ salinity), so some metals may have complexed with chloride, although this would not be strong.

However, the low concentrations of metals in the overlying seawater in the containers (all were at the limit of detection) indicate that they are unreactive and insoluble in the overlying seawater, probably due to the high pH (7.2), implying that the metals were less available to *Corophium* from the overlying seawater than from the sediment.

The results of the present study clearly show that chemical contaminants associated with sediments taken from both sites of the Spanish river are extremely toxic to *Corophium* despite the relatively low concentrations compared to those in other studies where effects were small (e.g. Tay et al., 1992). For copper and zinc, the concentrations in these sediments might have been expected to result in high mortalities (Bat, 1995 a, b). However, those estimates were based on single contaminants and the results from the present Spanish study illustrate well how misleading straightforward chemical analyses can be when assessing the toxicity of sediments. As Hill et al., (1993) have argued biological responses have the advantage of reflecting the bioavailable portion of a pollutant, which may be very different from the total amount determined by chemical analysis. Field sediments are often contaminated with complex mixtures of pollutants and bioassays are the most appropriate way to assess their potential toxicity.

Overall conclusion

Corophium was highly sensitive to contaminated from the river Odiel, Spain, containing a complex mixture of metals. Thus, responses of amphipods to multiple contaminants are not often as straightforward to interpret compared

Toxicity of river sediments in South-West Spain

with single contaminant exposures due to complex interactions between the chemicals, although such responses clearly demonstrate the real toxicity of the sediment and are to be preferred to chemical analyses in this respect.

Acknowledgements

We wish to thank Higher Education Council and the University of Ondokuz Mayıs (Turkey) for providing a studentship to L.B. and to SNH for permission to work on Ythan estuary.

References

- American Society for Testing and Materials, 1990. Standard guide for conducting 10-day static sediment toxicity tests with marine and estuarine amphipods. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, pp. 1-24.
- Bat, L., 1995a. The potential of *Corophium volutator* (Pallas) for sediment toxicity bioassays. Setac-Europe (UK Branch) 6 th annual meeting, Unifying themes in Environmental Chemistry and Toxicology, September , Plymouth, England, U.K.
- Bat, L., 1995 b. Sediment ecotoxicology: A bioassay approach. Setac-Europe (UK Branch) 6 th annual meeting, Unifying themes in Environmental Chemistry and Toxicology, September 5-6, Plymouth, England, U.K.
- Bat, L., 1996. Pollution effects on marine invertebrates. Ph.D. Dissertation, University of Aberdeen, Scotland.
- Bryan, G.W., Uysal, H., 1978. Heavy metals in the burrowing Bivalve *Scrobicularia plana* from the Tamar Estuary in relation to environmental levels. *J.ma.biol.Ass.UK.* 58: 89-108.
- Bryan, G.W., Langston, W.J., 1992. Bioavailability, accumulation and effects of heavy metals in sediments with special reference to United Kingdom estuaries: a review. *Environ.Pollut.* 76: 89-131.
- Erdem, C., Meadows, P.S., 1980. The influence of mercury on the burrowing behaviour of *Corophium volutator*. *Mar.Biol.* 56: 233-237.
- Fenchel, T., Kofoed, L.H., Lappalainen, A., 1975. Particle size-selection of two deposit feeders: the Amphipod *Corophium volutator* and the Prosobranch *Hydrobia ulvae*. *Mar.Biol.* 30: 119-128.
- Hill, I.R., Matthiessen, P., Heimbach, F., 1993. Guidance document on sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC-Europe.
- Kluge, P., 1994. Atomspektroskopische bestimmung des schwermetallmusters in sedimenten nach extraktion bzw. aufschluP. Diplomarbeit (FH). Fachhochschule Merseburg.
- Langston, W.J., Spence, S.K., 1994. Metal analysis, vol. 2, p. 45-78. In P. Calow [ed.], *Handbook of Ecotoxicology*. Blackwell Sci.Publ., Oxford.
- Leland, H.V., Kuwabara, J.S., 1985. Trace metals, p. 374-415. In G.M. Rand and S.R. Petrocelli [eds.], *Fundamentals of aquatic toxicology methods and applications*. Hemisphere Publishing Corporation, Washington.
- Lescop, C., 1994. Determination of mercury in sediments by the cold vapour atomic absorption spectroscopy. Chemistry Dept., University of Aberdeen.
- Marr, I., 1993. Transport and bioavailability of heavy metals in polluted sediments. *Conreso Internacional Ecologica Sonora 93*, Hermosillo, Sonora, Mexico.
- Marr, I., Kluge, P., Main, L., Margerin, V., Lescop, C., 1995. Digest or extracts? Some interesting but conflicting results for three widely differing polluted samples. *Microchimica Acta.* 119: 219-232.

L.Bat, D. Raffaelli, I.L. Marr

- Myatt, S.J., 1992. Heavy metal in the waters and sediments of a river system in south-west Spain. M.Sc. Thesis, University of Aberdeen, Scotland.
- Tay, K.,-L., Doe, K.G., Wade, S.J., Vaughan, D.A., Berrigan, R.E., Moore, M.J., 1992. Sediment bioassessment in Halifax harbour. *Environ.Toxicol. and Chem.* 11: 1567-1587.

Geliş Tarihi: 25.02.1997

Kabul Tarihi: 01.05.1997

The *Corophium Volutator* (Pallas) Sediment Toxicity Test : An Inter - Laboratory Comparison

Levent Bat¹

Dave Raffaelli²

¹Ondokuz Mayıs University, Sinop Fisheries Faculty, 57000, Sinop, Turkey,

²Culterty Field Station, Department of Zoology, University of Aberdeen, Newburgh, Ellon, Aberdeenshire, AB41 OAA, UK.

Özet : *Corophium volutator* (Pallas) sediment toksisiti deneyi : Laboratuvarlararası bir karşılaştırma. Amfipod *Corophium volutator* (Pallas) sediment toksisiti deneylerinde bir test organizması olarak kullanılmıştır. Bir pestisid olan permethrinle kirletilmiş sedimentle 28-günlük karşılaştırmalı olarak yapılan laboratuvarlar arası deney sonuçları *Corophium*'un yaşaması sedimentteki artan permethrin konsantrasyonuna karşılık azalmıştır. Mevcut çalışmada 28-günlük LC₅₀ değerleri 55 ile 82 ng g⁻¹ arasında olup ortalama 67 ng g⁻¹ olarak bulunmuştur. Deneylerde sub-lethal olarak bireysel kuru ağırlık kullanımındaki mevcut problemlere dikkat çekilmiştir.

Abstract: The amphipod *Corophium volutator* (Pallas) was evaluated as test organisms for use in sediment toxicity tests. The results of an inter-laboratory comparison of a 28-day sediment bioassay on sediment contaminated with a pesticide (permethrin) showed that *Corophium* survival decreased with increasing permethrin concentration in the sediment. In the present study the 28-day LC₅₀ was 67 ng g⁻¹ ranging from 55 to 82 ng g⁻¹. Problems with using individual dry weight as a sub-lethal endpoint were highlighted.

Introduction

Although many toxicity tests are now available to assess the potential biological consequences of waste disposal and marine pollution (Mearns et al., 1986), there is an increasing need for standardised sediment toxicity tests for use in chemical risk assessment, assessment of contaminated sites, and assessment of dredge spoils for disposal

(American Society for Testing and Materials, 1990; Hill et al., 1993; Fleming et al., 1994). Moreover, marine sediments are now clearly recognised as major reservoirs for toxic chemicals in the marine environment (Mearns et al., 1986; see also Bat, 1996) so that development and standardisation of sediment toxicity tests has become a priority (Swartz et al., 1985 a, b, c; Ingersoll, 1995). However,

most research to date in this area has been on *acute* toxicity tests which are capable of measuring the short-term effects of exposure contaminated sediments. Comparatively little work has been done on the development of chronic sediment toxicity tests which can reveal sublethal effects at concentrations lower than those causing mortality, but which over longer periods of time could have adverse effects on the marine environment.

A major concern over such tests is the reproducibility of the results, in different laboratories and over time (McIntyre, 1984), since only relatively few tests have been subjected to inter-laboratory comparisons (Pesch, Hoffman; 1983).

As a first step in assessing the widespread potential of the *Corophium* bioassay for sediment toxicity testing, we were invited

by Wrc to participate in a ring-test where by a chronic whole-sediment toxicity test was conducted with other laboratories (Table 1). All labs used the same protocol based on an adaptation of the OECD guideline for testing of chemicals specifically using bioassay techniques (Ciarelli, Vonck; 1995). Specifically, the amphipods were exposed for 28 days to marine sediment with spiked a toxicant, the insecticide permethrin and the sublethal endpoint assessed as the dry weight of growing individuals. Another bioassay organism, the chironomid *Chironomus riparius* was also included in this exercise. Although we did not specifically carry out tests using this species, we will comment on some of the results from the chironomid bioassay and also for exposure of *Corophium* to the pesticide lindane for comparative purposes.

Table 1. List of laboratories which participated in the inter-laboratory comparison experiments.

Wrc plc (UK)-co-ordinator

Rijkswaterstaat: Tidal Waters (RIKZ) (The Netherlands)

Rijkswaterstaat: Tidal Waters (RIZA) (The Netherlands)

University of Utrecht (The Netherlands)

University of Hamburg (Germany)

Portugese Institute for Investigation of the Sea (IPIMAR) (Portugal)

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Directorate of Fisheries Research) (UK)

Zeneca Agrochemicals (UK)

University of Aberdeen (UK)

University of Aveiro (Portugal)

National Institute of Public Health and Environmental Protection, RIVM (The Netherlands)

TNO Institute of Environmental Sciences, Energy Research and Process Innovation (The Netherlands)

Materials and Methods

The methodology used here followed the pre-defined ring-test protocol. The spiked sediments used in the experiment were provided by WRc, Medmenham on the 1st of November 1995. Concentrations of permethrin in these sediments were zero, 20, 40, 80, 160 and 320 ng g⁻¹. Three replicate bioassay containers were set up for each concentration and six replicates for each of two controls, A and B, making 27 containers in all. About 150 ml of sediment were added to each container, to a depth of about 2 cm. The sediments were silty, rather than sandy, all particles passing through a 100 µm mesh.

Uncontaminated seawater from the Ythan estuary, Scotland was added to the containers to 0.5 cm from the top. The experimental set-up was maintained under constant aeration for 2 h. This period allowed the sediment to settle and to stabilise before any *Corophium* were added and also to ensure that the temperature was maintained at 15°C±1 (see below). Twenty healthy and swimming *Corophium* were randomly selected from the tank and placed into each container on 3rd November 1995 using a wide mouthed pipette. All *Corophium* used had been collected from the Ythan on 28th October 1995 (see detail Bat, 1996) and the animals poured through 3 sieves (600, 700 and 800 µm mesh). Those retained on the 700 µm mesh were used in the bioassay and are considered juveniles (2.5-4 mm in length). All the laboratories involved commenced testing at the same time to minimise any variability in results caused by sediment ageing. After 1 hour any *Corophium* that were dead or showed abnormal behaviour were removed and replaced. No food was supplied during the course of the experiment. A check was made of the daily and containers any

increases in the salinity values due to water evaporation adjusted by adding distilled water to each container to the original level. Temperature, dissolved oxygen and salinity in the test containers were recorded at 72 h intervals to ensure these were similar in all experiments. The mean temperature for the experimental period in all bioassay was maintained at 15°C±1, somewhat higher than ambient (9°C) or in previous laboratory bioassays reported here (11°C) but as demanded by the protocol. Dissolved oxygen was 90%±5, salinity was 32‰±2 and pH was 7.29±0.22.

On the 28th day of the experiment, survivors within each replicate container were counted and placed together in separate vials which had been previously numbered, dried and weighed so that each vial corresponded to a specific replicate. Vials containing amphipods were dried immediately (*i.e.* no depuration was permitted) at 70°C for 48 h and the dry weight of amphipods calculated for each container. The effects on mean dry weight of individuals of the treatments were examined by one way ANOVA followed by a *post-hoc* multiple comparison test (Zar, 1984). The LC₅₀ was calculated by probit analysis (Finney, 1971).

Results

Survival decreased with increasing permethrin concentration in the sediment (Fig. 1). The mean control mortality was 1.25%. All amphipods were dead at a concentration of 160 ng g⁻¹ or more. The 28-day LC₅₀ was 67 ng g⁻¹, ranging from 55 to 82 ng g⁻¹. The mean dry weight of *Corophium* increased with increasing permethrin concentrations in sediment (Fig. 2), this becoming significant at higher concentrations (Table 2).

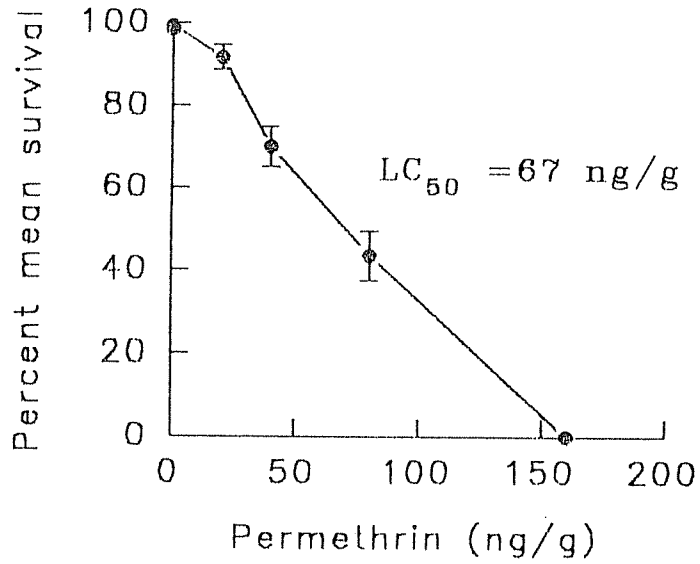


Fig. 1. Percent survival of *Corophium* at the end of 28 day in sediment treated with permethrin (Error bars=SE).

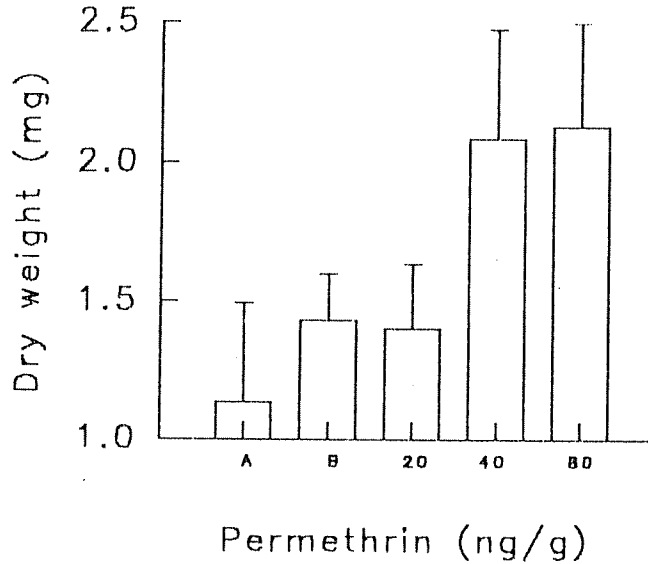


Fig. 2. Mean dry weight of survival amphipod at the end of 28 day in sediment treated with permethrin. (Error bars=SE). A and B= Controls.

The Corophium Volutator sediment toxicity test: An inter-laboratory comparison

Table 2. One way ANOVA of mean *corophium* dry weights in different permethrin treatments.

Source	df	SS	MS	F	P	Homogeneous subsets
Concentration	4	3.865	0.9663	10.14	0.001	C Cl 20 40 80
Error	16	1.5249	0.0953			
Total	20	5.3903				

Discussion

The overall results of the present study appear to be similar to those of other laboratories (Fleming, personal communication), although there are some discrepancies. For instance, in the present study control survival was very high (98.75 %), whereas in one laboratory, control survival was only 82 %. This may have been due to stress during collection and transportation back to the laboratory (Fleming, personal communication). In the present study, transportation time was minimal and animals were used 3 days after collection. However, the protocol used (Ciarelli, Vonck; 1995) only states that animals must be used within 15 days after collection, and if animals are kept for this entire period prior to use this may affect their sensitivity to toxicants. For example, other studies shown that LC₅₀s decreased 2 to 3-fold for the amphipods *Reposynius abronius* and *Eohaustorius estuaris* exposed to tributyltin and cadmium when they were held for several weeks in the laboratory versus those recently collected from the field (Meador, 1993). This author concluded that decreasing whole-body lipid content may be an indicator of declining animal health and increased sensitivity to toxicants. Similarly, differences in survival between laboratories involved in the present ring-test were seen in the lindane inter-laboratory comparison (Fleming, personal communication). In one

laboratory, control mortality was very high (36 %) and at the higher concentrations (1.52 and 2.47 $\mu\text{g g}^{-1}$ lindane) mortalities of *Corophium* were 98 and 100 %, respectively. A second laboratory recorded only 20 and 73 % mortalities at the same concentrations. Variability in survival between laboratories may be due to either to differences in the initial body weight of animals at the beginning of the test or batch differences in the lindane concentrations in the sediments to be tested (Fleming, personal communication). For example, lindane spiking of the test sediments was carried out using the "wet-rolling" method in which replicates were spiked in individual bottles. This may lead to variability between replicates and is a particular problem when concentrations are based on the measured concentration of a composite sample. Both of these problems may also need to be addressed in the permethrin inter-laboratory comparison.

At the end of experiment, all sediments were sieved through a 500 μm mesh and survivors only were dried without permitting depuration. Sediment was probably present in the gut, affecting the dry weigh but all treatments were the same in this respect. However, it is possible that other laboratories may have included dead animals, since this was not specified in the protocol and this would tend to reduce the mean dry weight due to

decomposition. Our own data show that individual dry weight increased with increasing permethrin concentrations, this becoming more significant at higher concentrations, somewhat surprisingly since stressed animals might be expected to grow less or even lose weight. The same pattern was seen in the lindane inter-laboratory comparison with the exception of the highest concentration tested in two of the laboratories, where the mean dry weight was less. The results were also very similar in both the permethrin and lindane inter-laboratory comparisons using *Chironomus riparius* (Fleming, personal communication). In the preliminary report, the increased mean weight with increasing concentration is stated as being due to decreased competition for food (Fleming, personal communication), but this explanation seems highly improbable. The density of *Corophium* was much lower in the containers (equivalent to 3.144 individuals m^{-2}) than that in the field (up to 60.000 m^{-2} ; Gorman, Raffaelli; 1993). We suspect that the smaller individuals are more susceptible at higher concentrations so that only heavier individuals remain alive at high concentrations.

This highlights a problem with the use of dry weight as a sublethal endpoint in bioassays. Only by recording the change in weight of known individuals and or by standardising more tightly on initial sizes, should mean weight of individuals be used in this respect. Unless this is done a difference in mean dry weight between treatments could reflect changes in growth of individuals or size-selective mortality or both, make interpretation of the results very difficult.

Despite the problems highlighted above for participating laboratories the chronic tests with the amphipod *Corophium volutator* carried out here seem a useful

tool for risk assessment of sediments (Fleming, personal communication). The amphipod *Reposynius abronius* was similarly successfully used in an inter-laboratory comparison using a 10-day static test (Mearns et al., 1986). These authors used three endpoints (survival, emergence from sediment and reburial) and recommended the wider use of this test to determine the toxicity of field-collected marine sediments and for laboratory studies with spiked sediments. The results of the earlier studies (Bat 1995 a, b, 1996) have shown the potential of *Corophium volutator* for 10-day sediment toxicity tests and it may be timely to carry out inter-laboratory ring-tests of this bioassay, similar to those described here.

Overall conclusion

Corophium was also very sensitive to the pesticide permethrin (the 28-day LC_{50} was 67 $ng\ g^{-1}$). In an inter-laboratory ring-test, the mean individual dry weight of *Corophium* increased with increasing permethrin concentrations, this becoming more significant at higher concentrations progressive loss of smaller individuals. Thus, it seems that juveniles are more sensitive than adults to this and probably other contaminants and this has implications for the use of mean individual dry weight as a sublethal endpoint in such bioassays.

Acknowledgements

We wish to thank Higher Education Council and the University of Ondokuz Mayıs (Turkey) for providing a studentship to L.B. and to SNH for permission to work on Ythan estuary. Thanks to Dr. Rachel Fleming (WRC) for allowing us to take part in one of their projects.

The Corophium Volutator sediment toxicity test: An inter-laboratory comparison

References

- American Society for Testing and Materials, 1990. Standard guide for conducting 10-day static sediment toxicity tests with marine and estuarine amphipods. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, pp. 1-24.
- Bat, L., 1995 a. The potential of *Corophium volutator* (Pallas) for sediment toxicity bioassays. Setac-Europe (UK Branch) 6 th annual meeting, Unifying themes in Environmental Chemistry and Toxicology, September 4, Plymouth, England, U.K.
- Bat, L., 1995 b. Sediment ecotoxicology: A bioassay approach. Setac-Europe (UK Branch) 6 th annual meeting, Unifying themes in Environmental Chemistry and Toxicology, September 5-6, Plymouth, England, U.K.
- Bat, L., 1996. Pollution effects on marine invertebrates. Ph.D. Dissertation, University of Aberdeen, Scotland.
- Ciarelli, S., Vonck, W., 1995. Standard operating procedure for conducting long term sediment toxicity tests using the amphipod *Corophium volutator*. A method for estimating chronic sublethal effects on growth. Proposed guideline. National Inst. for Mar. and Coast. Res. (RIKZ), The Netherlands.
- Finney, D.J., 1971. Probit analysis. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fleming, R., Crane, M., Van de Guchte, C., Grootelar, L., Small, A., Ciarelli, S., Karbe, L., Borchert, J., Westendorf, J., Vahl, H., Holwerda, D., Looise, B., Guerra, M., Vale, C., Castro, O., Gaudencio, M.J., Van den Hurk, P., 1994. Sediment toxicity tests for poorly water-soluble substances. Final Report. EC Reference No: MAST-CT 91-0080, WRC plc, Buckinghamshire.
- Gorman, M., Raffaelli, D., 1993. The Ythan estuary. *Biologist*. 40: 10-13.
- Hill, I.R., Matthiessen, P., Heimbach, F., 1993. Guidance document on sediment toxicity tests and bioassays for freshwater and marine environments. Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC-Europe.
- Ingersoll, C.G., 1995. Sediment tests, p. 231-255. In G.M. Rand (ed.), *Fundamentals of aquatic toxicology. Effects, environmental fate and risk assessment*. Taylor and Francis Publ.
- Mc Intyre, A.D., 1984. What happened to biological effects monitoring? *Mar.Pollut.Bull.*, 15 (11): 391-392.
- Mearns, A.J., Swartz, R.C., Cummins, J.M., Dinnel, P.A., Plesha, P., Chapman, P.M., 1986. Inter-laboratory comparison of a sediment toxicity test using the marine amphipod, *Rhepoxynius abronius*. *Mar.Environ.Res.* 19: 13-37.
- Pesch, C.E., Hoffman, G.L., 1983. Interlaboratory comparison of a 28-day toxicity test with the polychaete *Neanthes arenaceodentata*, p. 482-493. In W.E. Bishop, R.D. Cardwell, and B.B. Heidolph (eds.), *Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: Sixth Symposium, ASTM STP 802*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.
- Swartz, R.C., Ditsworth, G.R., Schults, D.W., Mamberson, J.O., 1985 a. Sediment toxicity to a marine infaunal amphipod: cadmium and its interaction with sewage sludge. *Mar.Environ.Res.* 18: 133-153.
- Swartz, R.C., De Ben, W.A., Jones, J.K.P., Lamberson, J.O., Cole, F.A., 1985 b. Phoxocephalid amphipod bioassay for marine sediment toxicity, p. 284-307. In R.D. Cardwell, R. Purdy and R.C. Bahner (eds.), *Aquatic Toxicology and Hazard Assessment*. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA.

L. Bat, D. Raffaelli

Swartz, R.C., Schults, D.W., Ditsworth, G.R., De Ben, W.A., Cole, F.A., 1985 c. Sediment toxicity, contamination and macrobenthic communities near a large sewage outfall, p. 152-175. In T.P. Boyle (ed.), *Validation and Predictability of Laboratory Methods for Assessing the Fate and Effects of Contaminants in Aquatic Ecosystems*, American Society for Testing and Materials, Philadelphia. PA.

Zar, J.H., 1984. *Biostatistical analysis*. Second edition. Prentice Hall, Int., New Jersey.

Geliş Tarihi: 25.02.1997

Kabul Tarihi: 01.05.1997

Asitli Ortamın *Brachydanio rerio*'da (Cyprinidae, Teleostei) Solungaç Epiteli ve Klorid Hücrelere Etkisi

Sema İşisağ

Hatice Karakişi

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Zooloji Anabilim Dalı, Bornova, İzmir.

Abstract: *Effect of the environmental acidification on the gill epithelia and chloride cells of Brachydanio rerio (Cyprinidae, Teleostei).* : In this report, the strikingly marked detrimental effects of the environmental acidification on the gill epithelia and chloride cells of *Brachydanio rerio* were presented.

Özet: *Brachydanio rerio*'nun solungaç epiteli ve klorid hücreleri üzerinde, asidik ortamın çok güçlü tahrip edici etkileri hakkındaki ilk bulgular sunulmaktadır.

Giriş

Teleost derisi üzerinde asidik ortamın toksik etkileri bilinmektedir (McDonald ve ark., 1989; Iger ve Wendelaar Bonga, 1994). pH'ın 5 civarına düşmesiyle başlayan toksik etkilerin pH 4.5 ve 4 civarında arttığı bildirilmiştir (Balm ve ark., 1994).

Suyla doğrudan temas eden deri ve özellikle solungaç ile operkulum epitelleri, ortamın değişken iyon kompozisyonuna uyum sağlama açısından büyük önem taşır. Epitel yüzeylerde iyon geçişim mekanizmaları için bazı modeller geliştirilmiş (McDonald ve ark., 1989), ayrıca solungaç ve operkulum epitelinin iyon geçişimi için özelleşmiş hücreleri olan klorid hücreler de geniş ölçüde

araştırılmıştır (Bindon ve ark., 1994; Kültz ve ark., 1995).

Bu çalışmada, ortam asiditesindeki artışın, *Brachydanio rerio*'da daha önce ince yapısını araştırmış olduğumuz solungaç epitelindeki klorid hücreler (İşisağ ve Karakişi, 1997) üzerinde oluşturduğu etkilere dair ilk bulguların verilmesi amaçlandı.

Gereç ve Yöntem

Ergin *B. rerio* örnekleri ticari akvaryumculardan temin edilerek beşer balıktan oluşan iki gruba ayrıldı. Kontrol grubu Bornova şehir suyunda (pH= 7.1) tutuldu. Deneme grubu için, H₂SO₄ kullanılarak altı saat içerisinde dereceli biçimde ortam pH'ı 3.5 değerine kadar düşürüldü. Her iki grupta da su sıcaklığı

23±1°C olarak sabit tutuldu ve su havalandırıldı. Yirminci gün sonunda disekte edilen solungaç iplikçileri, cacodylate tamponlu gluaraldehide ve osmium tetraoxide ile fikse edildi. Kalın kesitler toluidin mavisi ile boyanıp ışık mikroskopunda değerlendirildi. İnce kesitler uranyl acetate-Pb-citrate ile boyandı ve JEOL 100 C elektron mikroskopunda incelendi.

Bulgular

Solungaç epitelinde başlıca döşeyici hücreler ile mukus hücreleri ve az sayıda da klorid hücre yer alır (Şekil 1). Asitli ortamın epitelde oluşturduğu değişiklikler ışık mikroskobu düzeyinde dahi belirgindir. Kontrol grubunda iplikçileri döşeyen epitel, ince ve düzgünken (Şekil 1), deneme grubunda kalınlaşır ve boşluklu bir görünüm alır (Şekil 2).

Kontrol grubunda, açık renkli sitoplazmaların mitokondriyum yönünden zengin olması ve gelişmiş, yaygın bir tübüler sistem içermesiyle, kolayca ayırt edilen klorid hücreler döşeyici hücrelerin gövde ve uzantılarıyla çevrilidirler (Şekil 3). İki hücre tipi arasında bir kanal sistemi bulunur.

Deneme grubunda ise hücrelerarası boşlukların yer yer çok fazla genişlediği ve sitoplazmik köprüler olduğu gözlenmiştir. Hücre sitoplazmalarında elektronca yoğun taneciklere rastlanır (Şekil 4).

Kontrol grubunda, döşeyici hücre mitokondriyumlarından çok daha büyük olan klorid hücre mitokondriyumları, gayet belirgin krista yapıları ve mitokondriyal granülleri ile tipiktir. Klorid hücrelerde ayrıca az miktarda granüllü endoplazmik retikulum ve çok sayıda serbest ribozom bulunur. İyon

değişimleri için özel önem taşıyan tübüler sistem mitokondriyum zarlarıyla bağlantılar kurar (Şekil 5).

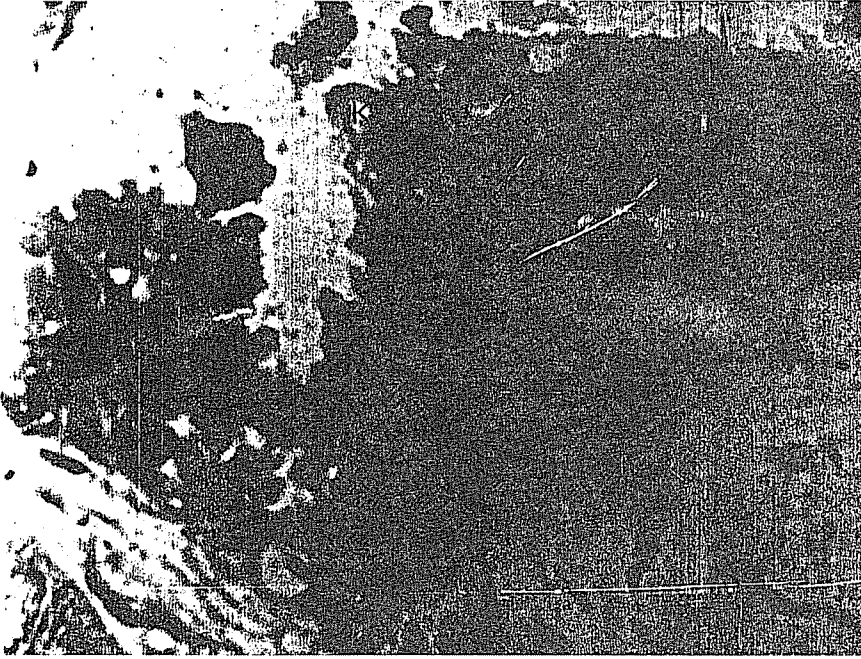
Deneme grubunda hücre yapılarının çarpıcı bir biçimde bozulduğu görülmüştür. Hücre zarları yer yer seçilememektedir. Her iki tip hücrede de içlerinde bozunma ürünleri bulunan veya boş vakuoller çok düzensiz biçimde ve iyice genişlemiştir. Klorid hücrelerde mitokondriyumlar iyice küçülmüş ve sayıları çok azalmıştır. Tübüler sistem ancak kalıntı halinde gözlenebilmektedir. Genel anlamda bütün zar yapılarında belirlenen kırılma, kopma, dağılma ve parçalanma, hücrelerin bir çöküntüye, yıkıma uğradığını ve ölüme doğru gittiğini düşündürecek bulgulardır (Şekil 6).

Tartışma

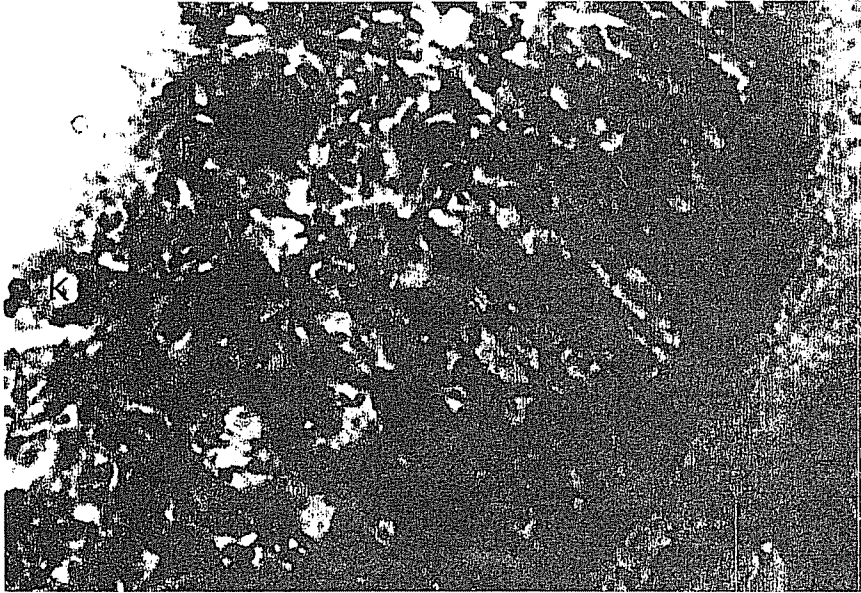
Solungaç iplikçiliğini döşeyen epitelin (Karnaky, 1986) ince yapı özellikleri daha önce *Rivulus marmoratus* (King ve ark., 1989), *Onchorhynchus mykiss* (Bindon ve ark., 1994), *Oreochromis mossambicus* (Kültz ve ark., 1995) gibi türlerde rapor edilenlere uygundur. Döşeyici hücreler uzantılı, yüzeyde mikrovillusleri bulunan epitel hücreleridir; klorid hücreler çok sayıda iri mitokondriyum ve gelişmiş bir tübüler sistem içerirler; her iki hücre tipi arasında bir kanal sistemi bulunur (King ve ark., 1989; İşisağ ve Karakişi, 1997). Ancak, mukus hücrelerine ilişkin bulguların sunulan araştırmada değerlendirilmediğini belirtmek isteriz.

Asitli ortama 14 gün süreyle maruz bırakılan *Onchorhynchus mykiss*'de (Balm ve ark., 1995), epidermin kalınlaştığı bildirilmiştir. Sunulan ön çalışma morfolojik değerlendirmeleri kapsamamakla beraber, solungaç iplikçiliğini döşeyen epitelin asitli ortamda belirgin biçimde

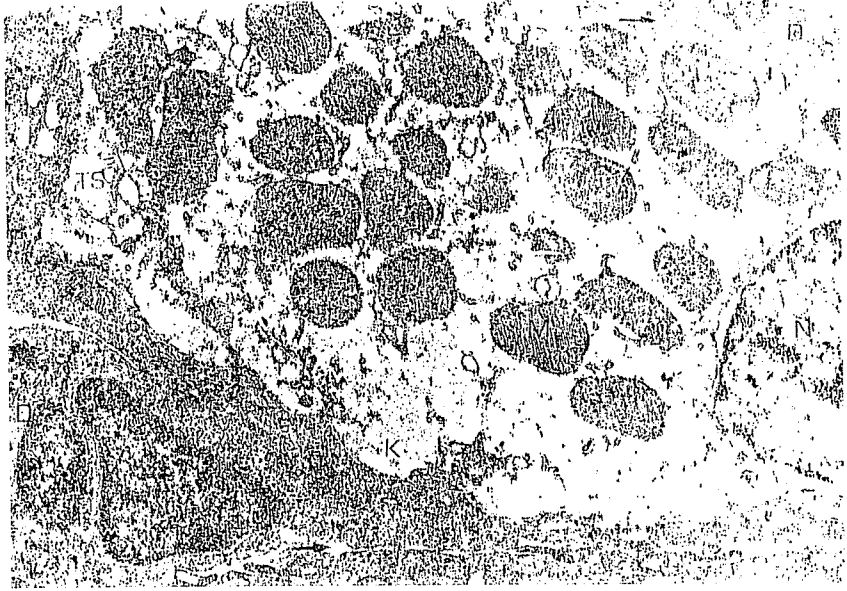
Asitli ortamın B. rerio'da solungaç epiteli ve klorid hücrelere etkisi



Şekil 1. Kontrol grubunda solungaç epiteli, döşeyici (D) ve klorid (K) hücreler. x 1000.



Şekil 2. Deneme grubunda solungaç epitelinin kalınlaşmış ve boşluklu görünümü, döşeyici (D) ve klorid (K) hücreler. x 1000.

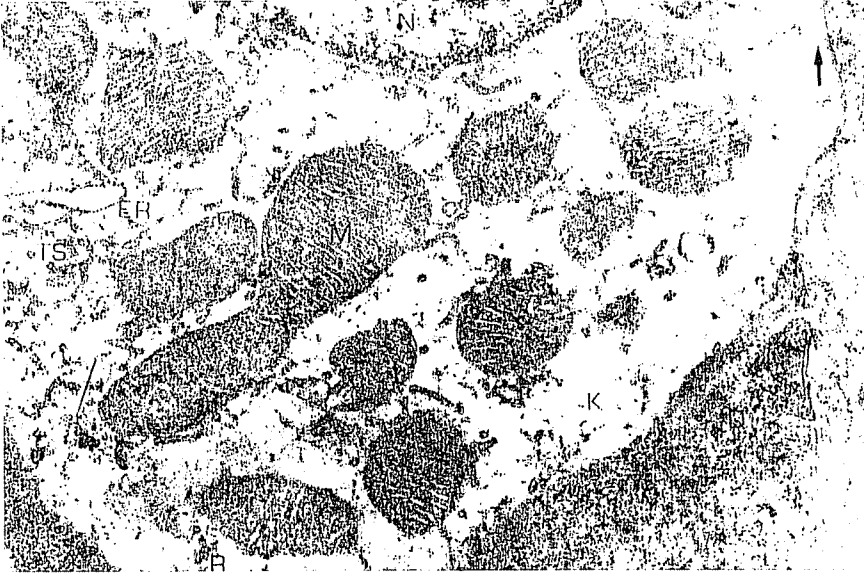


Şekil 3. Kontrol grubunda döşeyici hücrelerin (D) gövde ve uzantıları arasındaki klorid hücreden (K) bir kısım; nukleus (N), bol miktarda iri mitokondriyum (M) gelişmiş tübüler sistem (TS) ve İki hücre arasındaki kanal sistemi(—>). x 16.500.



Şekil 4. Deneme grubunda döşeyici hücreler (D) ve klorid hücre (K) aralarında Çok geniş boşluklar (X), sitoplazmik köprüler (SK), nukleus (N), elektronca yoğun tanecikler (—>). x. 22000.

Asitli ortamın B. rerio'da solungaç epiteli ve klorid hücrelere etkisi



Şekil 5. Kontrol grubunda döşeyici hücre (D) uzantıları arasındaki klorid hücreden bir kısım (K); nukleus (N), mitokondriyum (M), gelişmiş tübüler sistem (TS) ve hücre zarıyla bağlantıları (—>). x 22000.



Şekil 6. Deneme grubunda döşeyici hücreler (D) ve klorid hücrelerde ileri derecedeki bozulma. klorid hücrede geniş ve çok düzensiz vakuoller (V), kalıntı halinde tübüler sistem (TS), az sayıda mitokondriyumlar (M), her iki hücrede de zar yapılarında kırılma, dağılma, parçalanma (—>). x 22000.

kalınlaştığı gözlenmiştir. Balm ve ark., bu kalınlaşmanın hücreler arası boşlukların genişlemesinden ziyade, döşeyici hücrelerin mitozla çoğalmasına bağlanmaktadır. *B. rerio*'da hücreler arası boşlukların çok fazla genişlediği özellikle dikkati çekmekle beraber, kalınlaşmada mitoz bölünmenin rolü halen araştırılmaktadır. Ancak, kalınlaşma olgusunun genel anlamda bir savunma mekanizması içerisinde değerlendirildiği kesindir.

B. rerio'da asitli ortamın klorid hücreler üzerindeki yıkıcı etkisi, *O. mykiss*'de belirlenen oranla daha çarpıcıdır. Bu durumun, örneklerimizin daha düşük bir pH değerine daha uzun süre maruz bırakılmasından kaynaklandığını düşünüyorumuz.

Ölüme giden hücrelerde, sitoplazmada elektronca yoğun vesiküller bulunduğu rapor edilir (Balm ve ark., 1995). Asitli ortamın hücreleri yıkıma uğraticı etkisinin, temelde rastlantısal hücre ölümü olarak tanımlanan (Wyllie, 1981) nekroz nedeniyle meydana geldiği kuvvetle öne sürülebilir. Nekroz, özellikle, ortamda doğrudan temas eden üst tabakaları hızla tahrip eder. Asitli ortamın yıkıcı etkisine, programlanmış hücre ölümü olan apoptozun da (Wyllie, 1981; Schwartzman ve Cidlowski, 1993) dolaylı bir etkisi olabileceği düşünülebilir.

Asitli ortamın tahriş edici, bozucu ve yıkıcı etkisinin, derinin genel savunma mekanizmasını çok büyük ölçüde engellemesi kaçınılmazdır. Bu doğrultuda mukus hücreleri ile limfosit, granülösit ve makrofajların da araştırılmasına yönelik çalışmalarımız halen sürdürülmektedir.

Kaynakça

- Balm, P.H.M., Iger, Y., Prunet, P., Pottinger, T.G., Wendelaar Bonga, S.E., 1995. Skin ultrastructure in relation to prolactin and MSH function in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to environmental acidification. *Cell Tissue Res.* 279: 351-358.
- Bindon, S.D., Fenwick, J.C., Perry, S.F., 1994. Branchial chloride cell proliferation in the rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*: implication for gas transfer. *Can. J. Zool.* 72, 1395-1402.
- Iger, Y., Wendelaar Bonga, S.E., 1994. Cellular responses of the skin of carp (*Cyprinus carpio*) exposed to acidified water. *Cell Tissue Res.* 275: 481-492.
- İşisağ, S., Karakişi, H., 1997. Fine structure of the chloride cell in the gill epithelium of *Brachydanio rerio* (Cyprinidae, Teleostei). *TÜBİTAK Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi* (Baskıda).
- King, J.A.C., Abel, D.C., DiBona, D.R., 1989. Effects of salinity on chloride cells in the euryhaline cyprinodontal fish, *Rivulus marmoratus*. *Cell Tissue Res.* 257: 367-377.
- Kültz, D., Jürss, K., Jonas, L., 1995. Cellular and epithelial adjustments of altered salinity in the gill and opercular epithelia of a cichlid fish (*Oreochromis mossambicus*). *Cell Tissue Res.* 279: 65-73.
- Karnaky, Jr.K.J., 1986. Structure and function of the chloride cell of *Fundulus heteroclitus* and other teleosts. *Amer.Zool.* 26: 209-224.
- McDonald, D.G., Tang, Y., Boutilier, R.G., 1989. Acid and ion transfer across the gills of fish: mechanisms and regulation. *Can J. Zool.* 67: 3046-3054.
- Schwartzman, R.A., Cidlowski, S.A., 1993. Apoptosis: the biochemistry and molecular biology of programmed cell death. *Endocrine Rev.* 14: 133-151.
- Wyllie, A.H., 1981. Cell death: a new classification separating apoptosis from necrosis. In: *Cell death in biology and pathology*. Edited by N. Bowen and R. A. Lockshin. Chapman and Hall, London pp. 9-34.

Geliş Tarihi: 11.04.1997

Kabul Tarihi: 05.06.1997

Dreçler ve Bimtroller

Ali Kara

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: Dredges and Beamtrawls: Rakes that are used for catching shellfish living on the seabed and scratchers obtained by combining with a bag may be with sharp edges, prongs or tooth according to the characteristics of the species or seabed. The handling and operating of larger and heavier scratchers is rather tedious. Nowadays the gear becomes a real dredge towed by a vessel and characterized by a frame opening low in height in comparison with its width.

In modern dredging powered vessel usually tow two dredges, one on each side. Recently, mostly powered hydraulic winches are used and more than one dredges may be operated by means of special arrangement. Dredges are suitable especially for mussel and also shrimps.

Beamtrawls have been developed by extending the bag length and increasing mesh size by using a beam. Typical feature of beamtrawls is the horizontal transverse beam modern beamtrawling is done according to the double-rig system. Nowadays electrified beam trawls, are widely operated, that equipped by electrodes in order to stir-up the prey off the bottom to come within the reach of the net opening.

Özet: Dip zemininde ve kayaların üzerinde yaşayan kabuklu canlılar ve yosunların avcılığında kullanılan taraklar ve bunlara torba ilave edilmesiyle oluşturulan tırmıklar, yakalanacak tür ve ortamın özelliklerine göre; dişli, çatalı veya keskin kenarlı olabilir. Daha büyük ve ağır tırmıkların kaldırılması oldukça zahmetlidir. Bu araçlar, günümüzde, bir tekne ile sürütülen ve yüksekliği genişliğinden az olan bir çerçeve ile karakterize edilen bir dreç halini almıştır.

Modern drençcilikte motorlu tekneler genellikle iki adet dreç çekerler. Günümüzde daha çok hidrolik vinçler mevcut olup özel düzenlemelerle birden fazla sayıda dreçlerin çekilmesi mümkün olmaktadır. Dreçler özellikle midye avcılığı için uygundur. Bununla birlikte dip balıkları ve karidesler de yakalanabilmektedir.

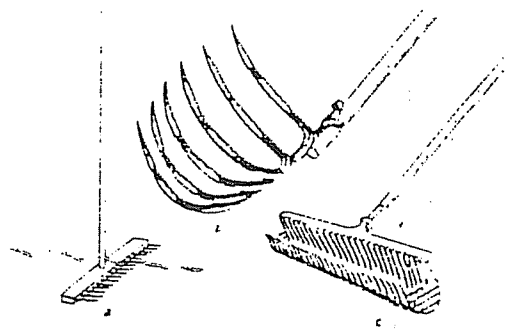
Balık avcılığında kullanılan dreçlerin torba kısmının uzatılması ve ağız açıklığının artırması amacıyla kiris ilave edilmesiyle daha getirilmiş modeller olan bimtroller yapılmıştır. Enine kiris bimtrollerin tipik özelliğidir. Modern bimtrol balıkçılığı çift donatım sistemine göre yapılmaktadır. Günümüzde bimtrollerin kurşun yakasına, elektrotlar yardımı ile avın uyarılarak dipten kaldırılması amacıyla elektrik akımı verilmesi ile uygulanan elektrikli bimtrollerin kullanımları yaygınlaşmaktadır.

Giriş

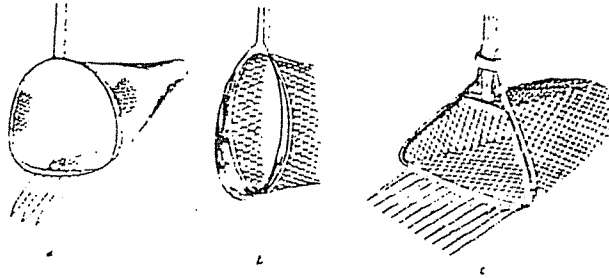
Torbalı ağlar, sadece suda yavaşça yürüyen bir balıkçı veya seyreden bir tekne ile önde itilerek kullanılabilmesi yanında zemini taramak için fazla güç gereken yerlerde bir tekne arkasından çekilerek de kullanılabilir. Bu özellik döküntülü deniz ve göl diplerinden kabuklu su ürünlerini avlarken geçerlidir. Bunlar sadece torba ağlar ve kepçelerle

birlikte, demir taraklarla da toplanabilir (Şekil 1).

Fakat tarakların dezavantajları da vardır. Çünkü yerinden sökülen kabukluların (Bivalve) biriktiği bir torba kısmı olmadığı için, bunların elle toplanması gerekir. Genel anlamda, taraklara, torba ilavesiyle oluşturulan, av araçları tırmık olarak isimlendirilir. Tırmıklar, sağlam çerçevesi olup, dişli, çatallı veya keskin kenarlı olabilir (Şekil 2).



Şekil 1. Balıkçılıkta kullanılan tarak çeşitleri. a. Basit tırmık; b. Deniz kestanesi için Fransız tipi; c. Kabuklu avcılığı için Kuzey Amerika tipi (Brandt, 1984).



Şekil 2. Tırmık tipleri. a. Malta'da kullanılan üç dişli; b. Çerçevesi keskin kenarlı; c. Japon tipi, dişli (Brandt, 1984).

Dreçler ve Bimtroller

Ayrıca İzmir Körfezi'nde akivades (*Tapes decussatus*) avcılığında kullanılan tırmık "şara"lar gibi hem keskin kenarlı hem de dişli de olabilirler.

Bu gibi sürütülen torba ağlar ve daha gelişmiş olan dreçler ve bimtroller; midye, salyangoz, deniz hıyarı, sünger ve bazı karides ile yassı balıkların avcılığında kullanılır (Brandt, 1984; Çelikkale ve ark., 1993; Hoşsucu; Mengi, 1977; Nedelec, 1975; Nomura ve ark., 1975).

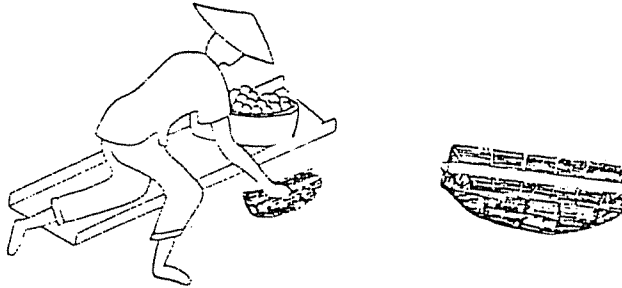
El Tırmıkları (El Dreçleri)

El tırmıkları diğer ismi ile el dreçleri, biçimleri ve kullanım şekilleri farklı olmakla birlikte tüm dünyada yaygın olarak kullanılan av araçlarıdır. El tırmıkları özellikle kabuklu su ürünleri ve zemin içerisinde veya yosunların içerisinde yaşayan olta balıkçılığında yem olarak kullanılan diğer bazı su ürünlerinin avcılığında kullanılır (Nishimura, 1969; Rauchfuss, 1974, 1978).

Genelde, el tırmıkları uzun bir çubuk ile kombine edilerek kullanılır. Bunlar bazı uzun saplı kepçelere benzer. Araştırmacılar tarafından dip organizmalarını sabitlendikleri yerden ayırmakta da kullanılır. El tırmıklarının torba kısımları dayanıklı ağdan, bazı durumlarda ise galvaniz tel gibi daha sert materyalden yapılır. Özellikle bu tırmıklarla kaya midyeleri

toplanacaksa torbanın materyali sağlam olmalıdır. Aksi halde midyelerin keskin kenarları ve tutundukları yüzey yapısı ağı kısa zamanda tahrip eder. Balıkçı bu uzun saplı tırmığı kıyıdan, iskele üzerinden veya demirlenmiş bir tekneden kullanabilir. Daha derin sularda bu tırmıkların sapları altı-yedi metreden daha uzun olabilir. İzmir Körfezi'nde akivades avcılığında yerel adı "şara" olarak isimlendirilen uzun saplı (2-7 m) tırmıklar kullanılmaktadır. Şara teknenin kış üstündeki bir balıkçı tarafından, ucu omuza dayandırılarak iki el ile zemine doğru bastırılarak sürütülür. Kum veya çamurun içindeki akivadesler çıkartılır (bazı durumlarda; özellikle şimşekli gecelerden sonraki gün veya günlerde (1-2 gün) akivadeslerin çoğunluğu zemin üzerine çıkarlar bu durumda akivadesler daha kolay toplanırlar).

El tırmıkları genellikle yuvarlak şekilli demir çerçevesi ve torbalı olmaları yakalananak türe ve ortamın özelliklerine göre farklı şekillerde de olabilir. Örneğin; Malezyalı balıkçılar gel-git alanlarında kabuklu su ürünleri avcılığında, dal veya telten yapılmış küçük sepetleri kullanırlar. Bunun için ne tekne kullanılır ne de balıkçı su içinde yürür. Burada çamur kızaklar kullanılır. Çamur kızıağı ile kayarken balıkçı sepeti çamur yüzeyi içinde sürütülerek kabuklu su ürünlerini kum ve çamurdan çıkarır (Şekil 3) (Brandt, 1984).



Şekil 3. Malezya'nın Batı kıyılarında midyeleri kum ve çamurdan çıkartmakta kullanılan el tırmığı, çamur kızıağı ile kullanılır (Brandt, 1984).

Tekne Dreçleri

Daha büyük ve ağır tırmıkların kaldırılması, taşınması oldukça zahmetlidir. Bunların elle sürütülmesi de kimi zaman imkansız hal alır. En iyi yöntem tırmığı seyreden bir teknenin arkasından sürüklemektir. Elle operasyonda olduğu gibi hemen hemen aynı araç kullanılır. Ancak tekne ile çekilenler daha ağır ve büyük torbalı olabilir. Çalışılan derinliğin ve tırmıkların ağırlığının artmasıyla, tutmakta kullanılan sopalar tamamen bırakılmıştır. Bu araç günümüzde, bir tekne ile sürütülen ve yüksekliği genişliğinden az olan bir çerçeve ile karakterize edilen gerçek bir dreç halini almıştır (Şekil 4).

Ağzın alt kenarı genellikle keskindir veya dişlidir. Çekildiğinde, takımın dibe baskı yapmasını sağlamak için üst kenar 30-35 derecelik bir eğime sahiptir. Bu dreçlerin biçimi, kullanıldığı ülkeye veya imal edildiği bölgeye göre çok farklı olabilir (Şekil 4). Dreçlerin büyüklük, konstrüksiyonları, tercihlere, operasyonun boyutuna ve dip yapısına bağlı olarak değişir. Aynı sebepten dolayı torbanın yapıldığı malzeme farklıdır. Küçük tipleri ağdan yapılırken, daha ağır olanları tel veya klipslerle birbirine tutturulmuş demir halkalardan oluşmaktadır. Hollanda tipi kabuklu drencinin üst kısmı naylon ağdan alt kısmı ise demin halkalardan yapılmaktadır. Torbanın son kısmı bir demir çubuk ile kuvvetlendirilmiştir. Ayrıca dipte kayarken desek vermek için boş demir bir silindir, takıma sabitlenmiştir (Şekil 5). Genelde bu tip dreçlerde diş bulunmaz fakat daha ağır olanların dişli olduğu bildirilmektedir (Dow, 1969; Sainsbory, 1971).

Tekne dreçlerinin bir diğer tipi Fransa'nın Atlantik sahillerinde kullanılmaktadır.

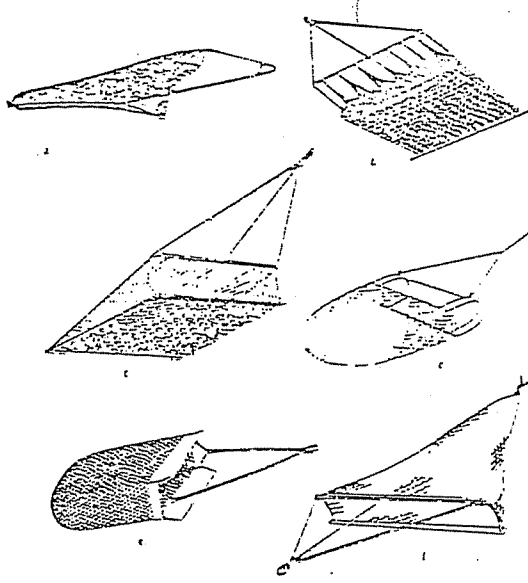
Bunlar midye (*Mytilus edulis*), tarak (*Pecten maximus*) ve kidonya (*Venus verrucosa*) yakalamak için uzun demir çubuklardan yapılmış kutu şeklinde dreçlerdir. Küçük tiplerinde, torba sağlam ağdan yapılmış olup, ağzın alt kısmı hafifçe dışa eğik olup üzerine dişler sabitlenmiştir. Fakat bu konstrüksiyon bazı yerlerde yasaklanmış ve yerini keskin bıçaklar almıştır (Şekil 6).

Küçük dreçler yelkenli veya kürekli sandallarla kullanılabilir. Dreçler, trata ve ıgrıp ağları kullanımında olduğu gibi vinçle de çekilebilir. Bir tekneyi ve aynı zamanda bir av takımını önden hareket ettirmenin bilinen yaygın bir yolu su altı yekdenleridir. Su altı yelkenleri Avrupa'da ve Uzakdoğu'da uygulanmaktadır (Şekil 7) (Brandt, 1984).

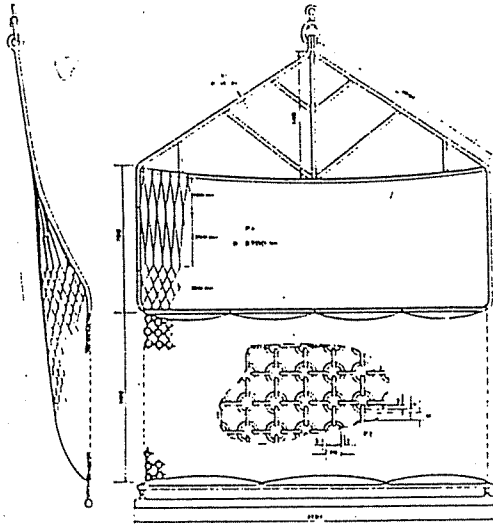
Örneğin; Kuzey Tayvan'da Tanshui nehrinde balıkçılar bu yelkenleri örtü sepetler için kullanırlar. Bu tekneler bordalarından 5-6 adet bu şekilde sepet çekerek sığ sularda avlanırlar (Chen, 1960).

Modern dreçcilikte, motorlu tekneler genellikle, iki adet dreç çekerler. Kimi zaman daha çok dreç kullanılır. Günümüzde daha çok hidrolik vinçler mevcut olup özel düzenlemelerle birden fazla sayıda dreçlerin çekilmesi mümkün olmaktadır. Dreçler özellikle midye avcılığı için uygundur. Bu amaçla, Doğu Asya, Kuzey Amerika, Avustralya ve Batı Avrupa'da midye avcılığında dreçler yaygın olarak kullanılmaktadır (Brandt, 1984). Midye tüm dünyada iyi bir pazara sahip olduğu için dreçlerin modernizasyonu ve geliştirilmesi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Motorlu tekneler daha büyük ve ağır dreçlerin kullanımı mümkün kılmaktadır ancak ağır dreçler mekanizasyonu da gerektirmektedir. Dreçlerle avlanırken, dreç atıldıktan sonra

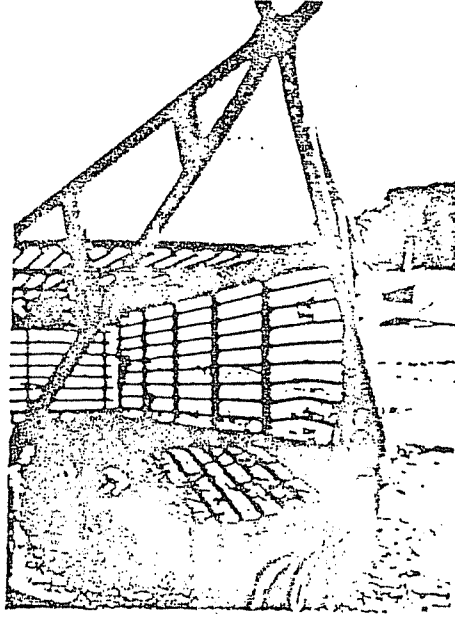
Dreçler ve Bimroller



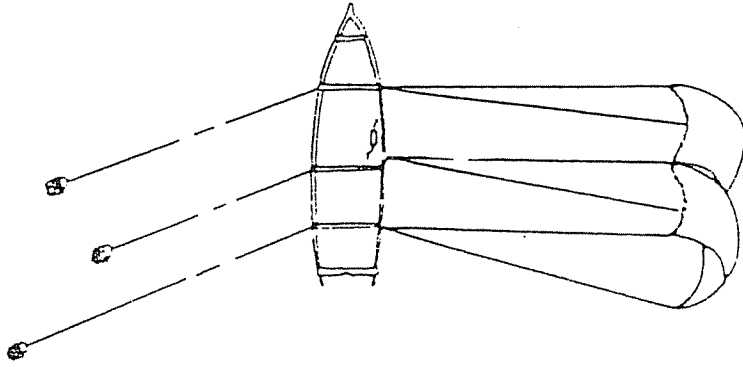
Şekil 4. Değişik tekne dreç tipleri. a. Almanya; b. Hollanda; c. Fransa; d. Japonya; e. Rusya; f. İrlanda (Brandt, 1984).



Şekil 5. Hollanda tipi dreç (Nedelec, 1975).



Şekil 6. Dişsiz Fransız dreci, dişlerin yerini keskin bir kenar almıştır (Brandt, 1984).



Şekil 7. Av takımını önden hareket ettirmede kullanılan sualtı yelkeninin prensip şeması (Brandt, 1984).

Dreçler ve Bimtroller

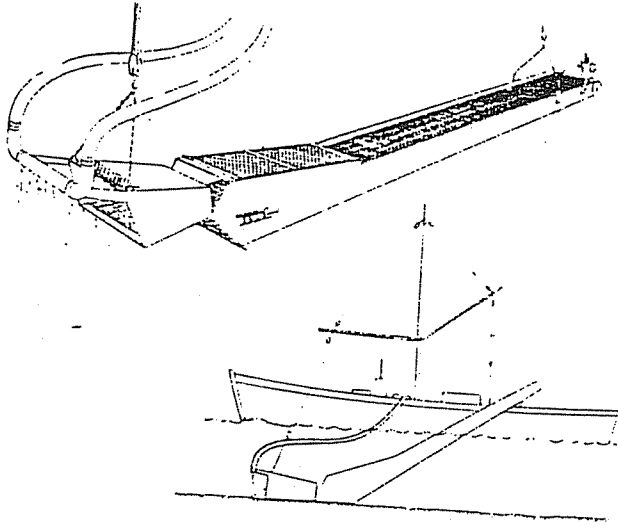
gemi demirlenir ve dreç küçük bir vinçle geriye çekilir. Bu yöntem dreçcilikte çok sık kullanılır. Ayrıca drece su püskürtücüler monte edilerek çamur altındaki kabuklular çıkartılabilir (Şekil 8).

Bu sistemle, tekneye kaldırılan dreçteki avlanan kabuklular pazar için paketlenir. Benzer bir dreç Avustralya'da deniz tarağı için kullanılmaktadır (Pownall, 1979). Bu durumda, drecin demirlenmiş bir tekneye çekilmesi yöntemi kullanılmayıp, trol gibi teknenin arkasından çekilmesi uygulanır.

Dreçlerin bir dezavantajı çok verimli ve dayanıklı bir av aracı olmamasıdır. Yapılan araştırmalar sürüklendikleri yolda sadece az bir miktarda kabuklu top-

ladıklarını ve hızlı bir şekilde yapısal deformasyona uğradıklarını ortaya koymaktadır (Cetinic; Swinlarski, 1985). Dreçler kabuklu su ürünleri daha alt çamur tabakalarına geçtiğinde (örneğin; yağmurlu mevsimlerde tuzluluk azaldığı için derinlere gömülen midyeler gibi) avcılıkta verimsiz olmaktadır. Daha çok ve dibe inmiş kabukluları daha dikkatlice çıkarma problemi drece yüksek basınçlı su püskürtücüler monte edilerek bir ölçüde çözümlenmiştir. Çok miktarda kabuklu avcılığında diğer kaldırma sistemleri olan taşıyıcı bantlar ve emme pompaları da kullanılmaktadır.

Son olarak ilave etmek gerekirse dreçlerle sadece canlı midyeler değil kireç



Şekil 8. Su püskürtücüsü ilave edilmiş dreç tipi (Brandt, 1984).

üretiminde kullanılan kabuk kırıntıları da toplanmaktadır. Ayrıca limanlarda gemilere yapılan yükleme ve boşaltma işlemlerinde denize dökülen çeşitli materyalin dipten çıkartılmasında da kullanılırlar.

4. Bimtröller

Dreçlerle dip balıkları da yakalanabilmektedir. Genel bir ifade ile dreçler kabuklu su ürünlerinden ayrı olarak balık yakalayacak kadar spesifik av araçları değildir. Kabuklu su ürünleri için kullanılan dreçlerin ağız genişliği ve yüksekliği çok küçüktür. Ayrıca çekme hızları yavaş olduğu için balıklar hafif bir hareketle kaçabilirler. Balık avcılığında kullanılacak dreçlerin ağız genişliği ve yüksekliği daha fazla olmalıdır. Kullanılan prensip, midye veya karides dreçleriyle aynıdır. Balık avcılığında kullanılan dreçlerde, torbanın ağzını açık tutmak için bir çerçeve vardır ve bu çerçevenin alt kenarı balıkları dipten çıkarmak için tarak şeklindedir. Tek fark, dikdörtgen çerçevenin çok daha geniş olması ve torba ağın daha ince, uzun oluşudur.

Sürüklenen bir kare çerçeve, özellikle pürüzlü yüzeylerde veya yüksek çekme hızı gerektiğinde engelleyici olmaktadır (Şekil 9a). Bu nedenle çerçevelerdeki alt giriş ve dişler kaldırılabilir. Bunun yanında Alaska ve Kuzey Amerika'da karides avcılığında kullanılan bimtröllerde olduğu gibi üst giriş ağız açıklığının ortasına monte edilebilir (Şekil 9b). Çerçevenin yanlarında bulunan iki kısa kenar (maçalar) vertikal sağlamak için bırakılmıştır. Bunlar zamanla bir yönlendirici halini almıştır (Şekil 9c-d) (Brandt, 1984).

Enine giriş (bim) bu ağları tipik özelliği olduğu için bimtröl diye isimlendirilir. Bimtröller modern dip tröllerin en basit şeklidir. Bimtröller hemen hemen

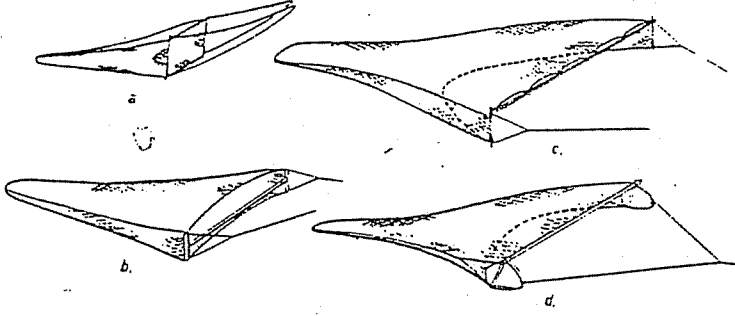
dünyanın her bölgesinde kullanılmaktadır. İlk defa Avrupa'da kalkan balığı avcılığında kullanılmıştır (Brandt, 1984). Bimtröllerin dipteki hareketini kolaylaştırmak için değişik görüşler vardır. Bunlardan biri takıma tekerleklerin monte edilmesidir. Bu fikir yeni değildir ve zaman zaman önerilmiş olup -iki istisna hariç- başarısızlıkla sonuçlanmıştır. Bunlar biri Türkiye'de diğeri ise Tayvan'da kullanılan bimtröllerdir.

Türkiye'de "kankava" adı verilen iki veya üç tekerlekli bimtröl, sünger avcılığında kullanılmaktadır (Çelikkale ve ark., 1993; Hoşsucu, 1991; Mengi, 1977). Tayvan'da ise yine üç tekerlekli bir bimtröl karides avcılığında kullanılmaktadır. Tayvan'da kullanılan bimtrölün aksine Türk kankavası yöresel bir icat olarak görülmektedir. Bu araç genelde, girişin iki tarafından iki demir tekerleğe sahiptir. Giriş 4-10 m. arasında değişen, çelik bir borudur (Şekil 10). Uzun girişlere iki torba bağlandığı gibi üçüncü bir tekerlekte mevcuttur.

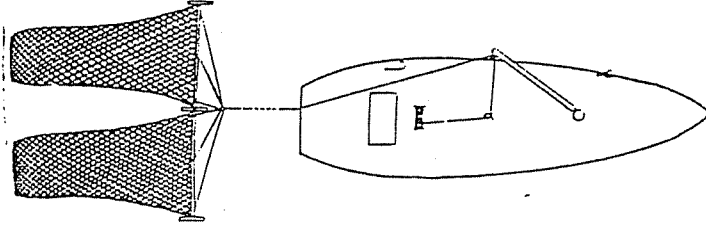
Tayvan'da kullanılan tekerlekli bimtröller, 20-40 cm. çapında üç tahta tekerleğe sahip olup, giriş total olarak 10 m.'dir. Girişin ortasına ve uçlarına tekerlekler sabitlenmiştir. Bir giriş ile iki torba çekilebilir ancak bunların konstrüksiyonu farklıdır. Bunlar iki basit ağ torba ile kullanılabilirdiği gibi, her birinde iki torba bulunan iki geleneksel karides bimtrölü olarak da kullanılabilir. Özellikle gündüz, karides avcılığında kullanılan bimtröllerin bazıları elektrikli olarak da kullanılmaktadır (Chen, 1960). Karides ve balık avcılığında daha çok, üstte tek giriş ve kenarlarında, dipte zemin üzerinde kaymayı sağlayan kızak kısımlar bulunan bimtröller kullanılmaktadır (Şekil 11).

Önceleri bimtröllerin torbaları tek şekilli olup birbirine benzeyen alt ve üst paraçalardan ve bazen de iki adet yanal

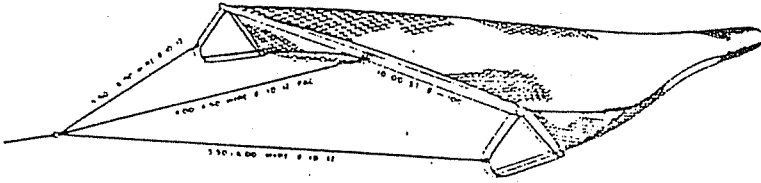
Dreçler, Bimtroller



Şekil 9. Bimtrol çeşitleri. a. Kare çerçevesli; b. Alaska ve K.Amerika tipi; c. Japon tipi; d. Avrupa tipi (Brandt, 1984).



Şekil 10. Sünger avcılığında kullanılan Türk bimtrolü (Kankava) (Mengi, 1977).



Şekil 11. Kızak kısımları bulunan bimtrol (Nedelec, 1975).

parçalardan oluşmaktaydı (Brandt, 1970; Burd, Vince, 1979; De Boer, 1970). Modern modellerde dişli ve alt kenar terkedilmiş veya dip trollerinde olduğu gibi üst kısmı, alt kısmından daha uzun tutulmuştur. Kiriş ağı horizontal açıklığını sağlamaktadır. Bu mesafe sınırlıdır, çünkü kirişin boyutu uzadıkça takım daha da büyüyecektir. Uygulamada tekerleksiz kirişler daha uzun olup 6-8 m. arasında değişir. Bununla birlikte en uzun, yassı balıklar için kullanılmakta olup 12 m.'dir. Avrupa'da en küçük bimtroller, Lizbon Tego nehrinde, kürekli teknelerle kullanılmaktadır (Brandt, 1970). Bazen kiriş ağzın daha önüne yerleştirilir (Şekil 12a). Burada kirişe tutturulduğu noktada bimtrolün kanatları vardır (Şekil 12b.). Önceleri Baltık Denizi'nde kullanılanlarda olduğu gibi kiriş çok daha önce de olabilir ve bir sürütme halatı gibi uzanır (Şekil 12c).

Modern bimtrol balıkçılığı, çift donatım sistemine göre yapılmaktadır. Yani teknenin her iki tarafında bir bimtrol bulunur (Şekil 13-14). Önceleri ağlar farklı büyüklükte olmaktadır. Fakat günümüzde eşittir (Cetinic, Swinarski, 1985; Nedelec, 1975). Bazen daha küçük üçüncü bir bimtrol veya dreç de teknenin arkasından çekilebilmektedir.

Sığ sularda karides avcılığında bimtrolü traktörle çekmek için bazı çalışmalar yapılmaktadır. İngiltere'de karides ağları otomobil ve kamyonlarla da çekilmektedir. Belirli bir derinliğin ötesinde bu araçları kullanmak imkansız olduğu için, hem suda hem karada çalışan araçlarla karides bimtrrolleri başarıyla kullanılmaktadır (Brandt, 1984).

Günümüzde bimtroller karides avcılığında yaygın olarak kullanılmaktadır. Balık avcılığında ise yassı balıklar hariç pek

kullanılmamaktadır. Bu amaçla bimtrollerde bazı değişiklikler yapılmıştır. Hollanda da kullanılanlar gibi daha ağır olmuşlardır (Şekil 15). Bimtrolün alt yakasına ağır zincirler monte edilerek dil balığı gibi yassı balıklar zemin üzerinden sıçratması sağlanmıştır. Bu özellik eski dreç tipi bimtrollerde dişlerle sağlanmaktaydı.

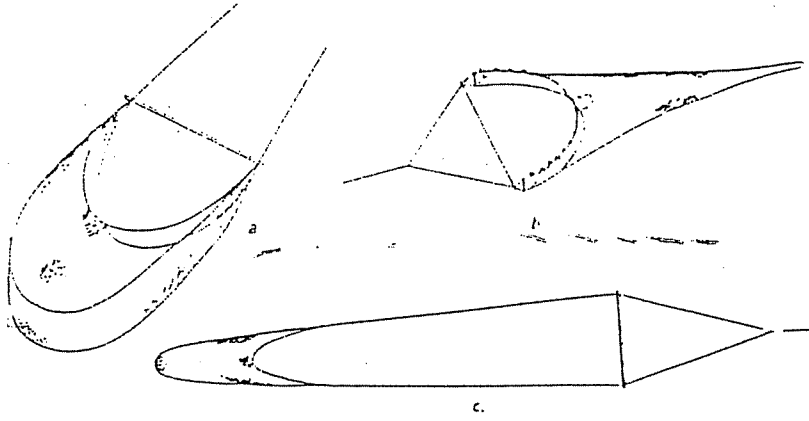
Amerika'da deniz tarağı avcılığında kullanılan drece benzeyen ve Hollanda ile Almanya'da deniz salyangozu avcılığında kullanılan ilginç bir bimtrol tipi daha vardır. Bimtrolün ağız kısmına, taşları geriye atarak püskürtmek için zincirden yapılmış geniş gözlü bir ağ monte edilmiştir (Şekil 16). Böylelikle yosun ve diğer istenmeyen maddelerin torbaya girmesi önenebilmektedir. Böyle bir bimtrolün kullanılması, takım ağır olduğu için kuvvetli motorları gerektirir.

Dreç ve bimtroller 2000 metreden daha fazla derinliklerde bile avcılıkta kullanılabilir. Çoğu kez sadece bilimsel araştırmalarda demersal balıkların alınmasında kullanılır. Bu dreçler öyle konstrükte edilmişlerdi ki, her iki yanı aynıdır ve hangi kenarın aşağıda veya yukarıda olduğu önemsenmeden avlanabilirler (Geldiay, Kocataş, 1982; Kocataş, 1994).

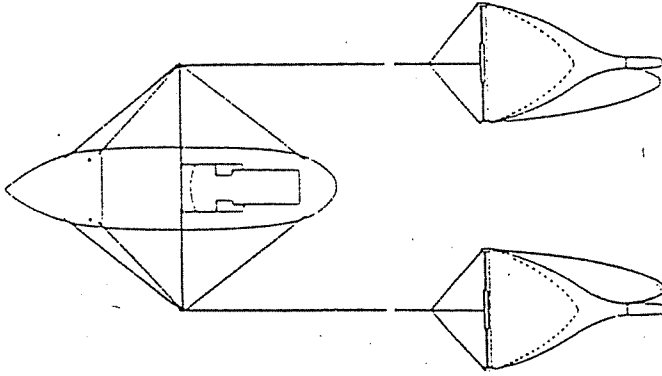
Elektrikli Bimtroller

Bimtroller özellikle yassı balıklar ve karides avcılığında kullanılır. Her ikisinde de avın uyarılarak dipten kaldırılması gerekir. Bu nedenle ağız kısmının önüne "gıdıklayıcı" adı verilen zincirler yerleştirilir. Dil balığı avcılığında bunlar ağır çelik zincirlerdir. Hollanda'da toplam ağırlığı iki ton olan onbir sıra zincir kullanılır ve bunlar üçbin beygir gücünden fazla teknelerle çekilir. Bu ağır aracın dip yapısını tahrip ettiği düşünüldüğü için

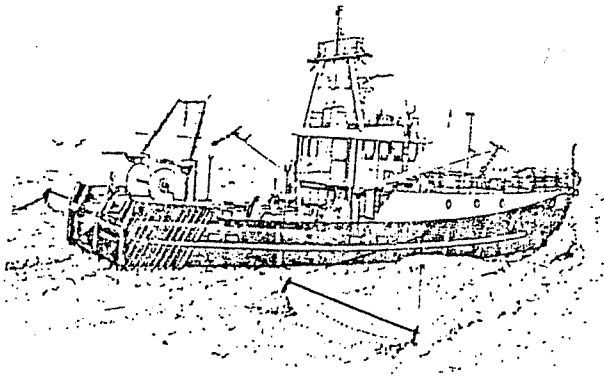
Dreçler, Bimtroller



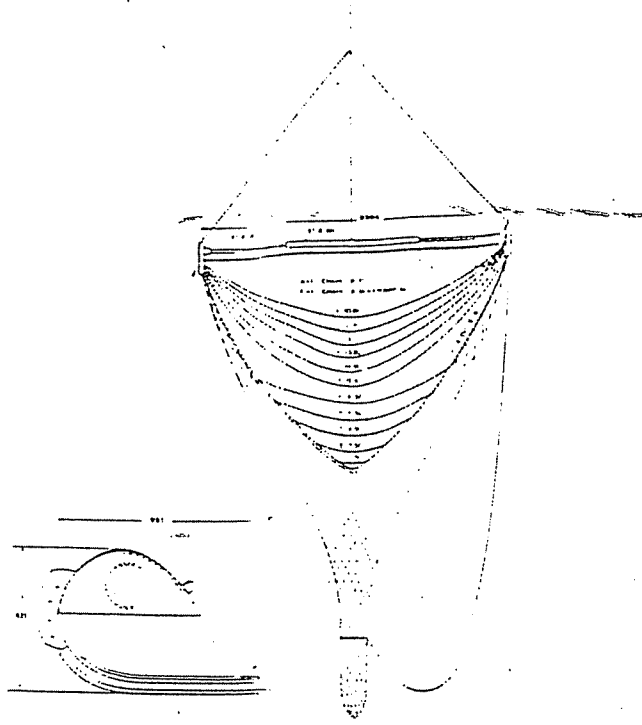
Şekil 12. Kirişi öne yerleştirilmiş bimtroller. a. Akdeniz tipi; b. Kaliforniya tipi; c. Baltık tipi (Brandt, 1984).



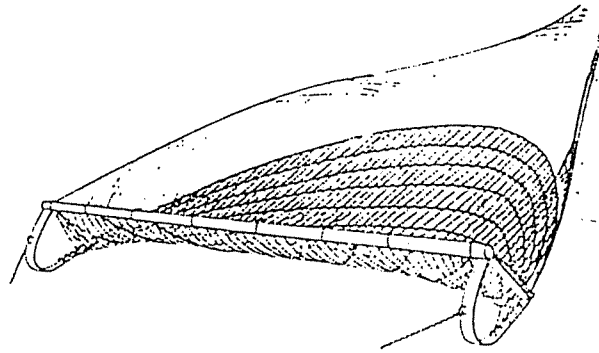
Şekil 13. Teknenin her iki tarafından çekilen bimtrol prensip şeması (Nedelec, 1975).



Şekil 14. Her İki yan taraftan çekilen bimtrol teknesinin görünüşü (Cetinic, P., Swinarski, J., 1985)



Şekil 15. Dil balığı avcılığında Hollanda tipi bimtrol (Nedelec, 1975).



Şekil 16. Hollanda ve Almanya'da deniz salyangozu avcılığında kullanılan bimtrol tipi (Brandt, 1985).

Dreçler, Bimtroller

lokal olarak bazı av sahalarında yasaklanmıştır (Boonstra, 1979; Dethloff, 1965; Nomura, Yamazaki, 1975).

Dünyanın pekçok yerinde, Avrupa, Kuzey Amerika, Doğu Asya'da karides avcılığında elektrikli bimtroller kullanılmaktadır (Brandt, 1984; Horn, 1977, 1979; Hoşsucu, Kara, 1991; Kuroki, 1965). Elektrikli bir uyarı sistemi kullanarak yassı balıkların uyarılması ile kullanılan kalın zincirlerin ağırlığı ve sayısı azaltılmıştır. Günümüzde bimtrolün kurşun yakasının yarım metre önüne sadece bir tek hafif zincir yerleştirilmektedir. Elektrotlar, bakır ve demir zincirlerin bir-

likte örülmesiyle oluşmaktadır. Elektrik akımı teknenin güvertesine yerleştirilen bir jeneratörden verilir. Akım zırlı bir kablo ile takıma iletilir. Bu elektrikli uyarı sistemiyle balıklar ve karidesler dipten kıpırdatılır. Karidesler birkaç cm. yukarı sıçrarlar ve böylelikle bimtrolün menziline girerler. Balıklar ise kurşun yakanın ilerisinde yüzmeye çabalar fakat bu zon emektrikli saha halini aldığından bimtrolün içine dönerek tepki verirler. Bu sistem deniz yatağını daha az tahrip etmekle kalmayıp takımın sürtünmesini ve dolayısıyla gereken çekme gücünü azaltır. Ayrıca daha seçicidir (Fonteyne ve Rabet, 1992; Stewart, 1978).

Kaynakça

- Boonstra, G.P., 1979. Ondersoek naar de mogelijheden van toepassing van elektrische visserij op garnalen en platvis. Visserij 32 (2) Holland.
- Brandt, A., 1970. Baumkurren für die fischerei auf wellhornsnecken. Protok. Fishereitech 12. Hamburg.
- Brandt, A., 1970. Treibanker und Treibsegel in der Fischerei. Fishereitech 12. Hamburg.
- Brandt, A., 1984. Fish Catching Methods of the World, 3 rd. Ed. Fishing news Books Ltd. Farnham.
- Burd, A.C., Vince, M.R., 1979. Experiments with beam trawls. Int. Coun. Explor. Sea. CM/B:9.
- Cetinic, P., Swiniarski, J., 1985. Alati I Technika Ribolova. Lagos. Split.
- Chen, C.T., 1960. A survey of fishing gear used in the coastal fishery of Taiwan. Taipei.
- Çelikkale, S.M., Düzgüneş, E., Candeğer, F.A., 1993. Av Araçları ve Avlanma Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniv. Sürmene Deniz Bil. Fakültesi Yayın No.4, Trabzon.
- De Boer, E.J., 1970. Beam trawling Afdeling technish onderzoek Directe van de Visserijen, Holland.
- Dethloff, J., 1965. Electro-Fishing. Modern Fishing Gear of the World:1. Fishing News Books Ltd. Farnham.
- Dow, R.L., 1969. Sea scallop fishery. In Firth F.E. (ed): The encyclopedia of marine resources. New York.
- Fonteyne, R., Rabet, M.R., 1992. Selectivity experiments sole with diamond and square mesh oodents in the Belgian coastal beam trawl fishery. Fisheries Research, 13. Amsterdam.
- Geldiy, R., Kocataş, A., 1982. Genel Ekoloji. Ege Üniv. Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi No.65, İzmir.
- Horn, W., 1977. Weitere Ergebnisse von Untersuchungen an elektrifizierten Baumkurren für den Seezungenfag. Information für die Fishwirtschaft 24, Germany.
- Horn, W., 1979. Rationalisierung der Seezungenfischerei durch Einsatz elektrifizierter Baumkurren. Information für die Fishwirtschaft. 23, Germany.
- Hoşsucu, H., 1991. Balıkçılık (Av Araçları ve Avlanma Yöntemleri) Ege Üniv. Su Ürünleri Yük.Ok. Yayın No.23, İzmir.

A. Kara

- Hoşsucu, H., Kara, A., 1991. Elektrikle Balık Avcılığı Uygulanan Metodlar, Tehlikeleri ve Önlemler. Ege Üniv. Su Ürünleri Yük.Ok.Su Ür.Dergisi Cilt:8, Sayı: 29-30, İzmir.
- Kocataş, A., 1994. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi No. 142, İzmir.
- Kuroki, T., 1965. Electrical Fishing in Japon. Modern Fishing Gear of the World: 1. Fishing News Book Ltd. Farnham.
- Mengi, T., 1977. Balıkçılık Tekniği. Mater Matbaası, İstanbul.
- Nedelec, C., 1975. FAO catalogue of small scale fishing gear. Farnham (ed.).
- Nishimura, A., 1969. The most primitive means of transportation in Southeast and East Asia. Asian Folklore Studies, 27-2, Japan.
- Nomura, M., Yamazaki, T., 1975. Fishing techniques Compilation of Transcripts of lectures presented at the Training Department. SEAFDEC., Tokyo.
- Pownall, P., 1979. Fisheries of Australia. Fishing News Books Ltd. Farnham.
- Rauchfuss, W., 1974. Schlickschlitten an der Nordseeküste. Jahrbuch der Manner vom Morgenstern 57., Germany,
- Sainsbory, Y.C., 1971. Commercial fishing methods, an Introduction to vessels and gear. London.
- Stewart, P.A.M., 1978. Comparative fishing for flatfish using a beam trawl fitted with electric ticklers. Scattish Fisheries Research Report. No:11, England.

Geliş Tarihi: 11.05.1996

Kabul Tarihi: 10.06.1996

Su Ürünleri Dergisi	Cilt No: 13	Sayı:3-4	461-469	İzmir-Bornova 1996
---------------------	-------------	----------	---------	--------------------

Avcılık Yöntemlerinin Sınıflandırılması

Sumru Ünsal

Ali Kara

Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstract: *Classification of catching methods.* The fishing methods may classified under different groups considering the different criterias. Sometimes they are operated in different ways and combined with different tactics, on the other hands there are some fishing methods which use no gear or by hand and the help of animals.

The fishing methods may be grouped according to the material, construction the propose and the view points of the different authors and the local importance of a fishing gear. How the fish are caught is considered as basic principle in this study since. The manner of copture is not identical with the removal the fish is from the water, decisive for catching method is the fact that the prey is held in a condition that its chances of escape are negligible.

In this classification study that based on the principle of how the fish are caught, the catching methods classified under 15 main and 57 subgroup are as follows. 1. Without Gear, 2. Grappling and Wounding gear, 3. Stupefying devices, 4. Lines, 5. Traps, 6. Aerial Traps, 7. Bagnets, 8. Draged Gear, 9. Seine nets, 10. Surrounding nets, 11. Drive-in Nets, 12. Liftnets, 13. Falling Gear, 14. Set Nets, 15. Harvesting Machines.

Özet: Avcılık yöntemleri değişik kriterler esas alınarak farklı gruplar altında sınıflandırılabilir. Ancak kimi zaman "av aracı" ile "avcılık yöntemi" kavramlarının aynı anlamda kullanıldığı görülmektedir. Öte yandan av aracı balıkçının kullandığı bir düzenek olup farklı yöntem ve taktiklerle kombine edilebileceği veya hiçbir araç kullanmadan veya elle ve hayvanların yardımıyla da avcılık yapılabilceği gözden kaçmaktadır.

Farklı araştırmacıların bakış açılarına, amaçlarına, materyale, konstrüksüyona veya bir av aracının yerel önemine göre birbirinden oldukça farklı tasnifler yapılmaktadır. Bu çalışmada balığın avlanma şekli temel prensip olarak değerlendirilmiştir. Yakalama tarzı ile balığın sudan çıkarılması birbirinden farklı anlamlara gelmekte olup, belirleyici olan balığın kaçma şansının ortadan kaldırıldığı durumdur.

Balığın nasıl avlandığı esas alınarak yapılan bu sınıflandırma çalışmasında, avcılık yöntemleri 15 ana ve 57 alt başlık altında şu şekilde tasnif edilmiştir. 1. Araşsız Avcılık, 2. Kancalama ve Yaralama Araçları, 3. Sersemletici Araçlar, 4. Oltalar, 5. Tuzaklar, 6. Havai tuzaklar, 7. Torba Ağlar, 8. Sürükleme Ağlar, 9. Sürütme (Çekme) Ağlar, 10. Çevirme Ağlar, 11. Avın Av Aracına Sürülmesi, 12. Kaldırma Ağlar, 13. Kapama Araçları, 14. Uzatma Ağları, 15. Toplama Makinaları.

1. Giriş

Bu çalışma, Su Ürünlerinin avlanmasında kullanılan yöntemler ile ilgili saha çalışmaları, anketler ve literatür taramalarının kombinasyonu ile gerçekleştirilmiştir.

Anlaşıldığı kadarıyla; "Avcılık Yöntemi", "Balıkçılık Av Araçları" ve "Balıkçılık Yöntemleri" ifadeleri, bazı kavram kargaşasının doğmasına yol açmıştır. Av aracı ifadesi ile balıkçının ekipmanı, aleti ve aletleri kastedilir. Bu ekipman çeşitli taktik ve yöntemlerle konbine edilerek kullanılır. Fakat avcılık herhangi bir aleti kullanmadan; el ile, zehirleyerek veya bazı hayvanları kullanmak sureti ile de yapılabilir. Bu nedenle avcılık yöntemi; Araçlı ve Araçsız olarak yapılan balıkçılık aktiviteleri olarak algılanmalıdır.

Avcılık yöntemlerine ilişkin sınıflandırmanın onsekizinci yüzyılda başladığı bilinmektedir. Daha çok av operasyonlarını içeren sanatsal çizimler ve yakalanan ürünlerle ilgili bazı gruplandırmalar bu yüzyılda ortaya çıkmıştır. XIX. yy. sonlarında özellikle bazı zoolog ve fizikçiler avcılık sorunları ile ilgilenmiş ve av araçlarını gruplandırmışlardır.

Avcılık yöntemleri konusunda ilk bilimsel çalışma 1952 yılında Brandt tarafından yapılmıştır. Daha sonra 1957 yılında Hamburg'ta toplanan "I. Av Araçları Kongresi"nde daha da geliştirilmiş ve sözkonusu sınıflandırma 1964 yılında yine Brandt tarafından düzenlenmiş ve 1983 yılında bazı düzeltme ve ilavelerle üçüncü baskısı gerçekleştirilmiştir (Brandt, 1984). Avcılık yöntemleri konusunda daha başka sınıflandırmalar mevcutsa da en çok bu sınıflandırmanın kabul gördüğü bilinmektedir.

Avcılık yöntemlerinin sınıflandırılması,

ihtiyaç duyulan sınıflandırmanın hedefine göre önemli ölçüde değişir. Birkaç grup üzerinde yoğunlaşma olabilirken, her balıkçının kişisel görüşüne uygun olarak bazı varyasyonları içeren yeni bir gruplandırma da yapılabilir.

Bu çalışmada, yöntemlerin ekonomik önemleri dikkate alınmadan, ticari ve sportif balıkçılıkta deniz ve tatlısu avcılık yöntemlerini içeren bir tasnif sunulmuştur.

2. Sınıflandırmayı Etkileyen Temel Faktörler

Sınıflandırmanın temeli, balığın nasıl yakalandığı prensibidir. Balığın yakalanması ile sudan çıkarılması özdeş değildir. Avcılıkta; örneğin, Gırgır balıkçılığında önemli olan ağın altının büzülmesidir. Balıkların ağdan tekne güvertesine veya ambarına boşaltılmasında kullanılan, kepçe, kital, balık pompaları sadece yardımcı araçlardır.

Balıkçılıkta, balığın nasıl yakalanacağı ilkesinin yardımıyla bazı temel gruplar oluşmuştur. Buradaki güçlük, farklı araştırmacıların görüş açıları veya bir av takımının o yöredeki öneminden kaynaklanmaktadır. Daha önce değinildiği gibi, av aracının önemi dikkate alınmamalıdır. Genel olarak düşünüldüğünde bugün pek ilgi çekici olmayan bir araç geliştirilerek yarın çok başarılı bir hal alabilir. Benzer şekilde bir bölgede önemli olmayan bir yöntem, başarısına bağlı olarak başka bir yörede önem kazanabilir.

Diğer bir problem, sıkça literatürde ve özellikle balıkçılık istatistiklerinde av araçlarının basit başlıklar altında (aktif, pasif, ağdan veya diğer malzemelerden yapılanlar vb.) özetlenmesidir. İstatistiki bilgilerde veya özellikle Ulusal Devlet İstatistiklerinde avcılık yöntemleri "muh-

telif" ya da basit bir ifade ile "diğerleri" şeklinde gruplandırılmaktadır. Aslında bu şekilde gruplandırmalardan kaçınmak doğru olacaktır.

Daha gerçekçi bir yaklaşımla, avcılık yöntemleri ve bu yöntemlerle ilgili kategorilendirmeler şu faktörlere dayanmalıdır.

2.1. Materyal: Pekçok av aracı eskiden; dal, kamyş gibi ahşap malzemeden yapılırdı. Bugün bazı av araçları yapımında böylesi malzemeler kullanılmakla birlikte, giderek doğal ve sentetik lifler bazen de tel kullanılmaya başlanmış, ayrıca tamamen veya kısmen demirden, çelikten yapılmış veya şekillendirilmiş plastikten mamül bazı av araçları da kullanıma girmiştir.

2.2. Konstrüksiyon: Her avcılık prensibi değişik konstrüksiyonlarla gerçekleştirilebilir. Yapısal farklılıklar, takımın büyüklüğü gibi bazı unsurları da içerir. Örneğin; pinterler ve dalyanlar aynı ilkeyle balık yakalar fakat bunlar değişik alt gruplar olarak kabul edilirler.

2.3. Operasyon Metodu: Avcılık yöntemlerini belirlerken, değişik sebeplerden dolayı bir takım sürütüldüğü, itildiği, çekildiği, kaldırıldığı gibi eylemlerin belirtilmesi gerekebilir. Bu durum bir takımın mekanize olup olmadığı, elle kullanıldığı veya bu takımın kullanılması için özel araçlara ihtiyaç duyulup duyulmamasıyla ilgilidir. Aynı zamanda farklı alt grupların farklı operasyon prensiplerine dayandığı anlamına gelir. Ana gruplarda olduğu gibi, alt gruplar için de özel bir plan izlemek mümkün değildir. Bu bazı itirazlara yol açabilir. Çünkü canlılara yönelik taksonomik kategorilerde olduğu üzere; Pylum, Classis, Ordo, Familia, Genus, Species gibi gruplandırmak için, zooloji ve botanik bilim dallarının sahip

olduğu gibi sabit gerçeklere ihtiyaç vardır.

Avcılık Yöntemlerinin Sınıflandırılması

1. Araçsız Avcılık

Balık veya diğer av, elle ya da az çok eğitilmiş hayvanların (köpekler, su samurları, karabatak kuşları vb.) yardımıyla toplanır. Elle toplama sığ sularda yürüyen bir balıkçı tarafından kıyı boyunca veya derin sularda, dalgıçlar tarafından yapılabilir. Sadece, küçük el aletlerine ihtiyaç duyulur daha önemli olan sepet ve çantalar, toplanan metaryalin taşınması içindir.

1.1. Elle yakalama

1.2. Dalarak yakalama

1.3. Hayvanlar yardımıyla yakalama

2. Kancalama ve Yaralama Araçları

Kara avcılığında olduğu gibi, insanlar uzun saplı araçlar kullanarak kol mesafelerini arttırmalar. Av kanca atarak, sıkıştırarak, delerek, mıhmıyarak veya yaralayarak yakalanır. Kancalar balığın kaçma çabalarını önler. Mengenerler, maşalar, tırmık tipleri bu grupta olup mızraklar, oklar ve zıpkınlar da sayılabilir. Bunlar;

2.1. Yaralamadan Yakalama

2.1.1. Burkma araçları

2.1.2. Mengenerler

2.1.3. Tırmıklar

2.1.4. Maşalar

2.2. Yaralama Yöntemiyle Yakalama

2.2.1. Mızraklar ve neşterler (iterek veya fırlatarak)

2.2.2. Balık iskandilleri

2.2.3. Balık tarakları

2.2.4. Oklar vb. mermiler (yay, yivli silah vb. ile atılan).

2.2.5. Zıpkınlar (iterek veya fırlatarak)

2.2.6. Üfleyerek içinden ok atılan borular

2.2.7. Yivli silahlar.

3. Sersemletici Araçlar

Bu grubun avcılık usulü, uyuşturarak veya sersemleterek balıkların kaçmasını önlemektir. Bu, değişik yollarla yapılabilir.

3.1. Mekanik Sersemletme

3.1.1. Vurma-Darbe Araçları (fırlatılan taşlar, sopalar, tahta veya demir çekiçler),

3.1.2. Patlayıcılar, dinamit, el bombası veya bombalar.

3.2. Kimyasal Sersemleticiler (Balık zehirleri)

3.2.1. İhtiyotoksik bitkiler,

3.2.2. Hayvansal zehirler,

3.2.3. Kimyasal maddeler (sönmemiş kireç, bakır sülfat vb.),

3.2.4. Deoksijenasyon (sığ sularda çamuru karıştırarak balıkları oksijensiz bırakma)

3.3. Elektrikle Sersemletme (Elektrikle Avcılık)

4. Oltalar

Burada avcılık tarzı, balığa bir kez takıldığında kurtulması çok güç olan gerçek veya sahte bir yem sunmaktır. Sportif balıkçılıkta olduğu gibi ticari avcılıkta da pekçok yöntem bilinmektedir.

4.1. İğnesiz Oltalar,

4.2. İğneli Oltalar.

4.2.1. El oltaları,

4.2.2. Uzatma oltaları,

4.2.3. Yüzen oltalar,

4.2.4. Sürüklenen oltalar.

4.3. Takılan İğneli Oltalar

4.3.1. Kancalar (saplı çengel),

4.3.2. Ağırlıklı iğneye sahip oltalar,

4.3.3. Şemsiye iğneli oltalar,

4.3.4. Takılan iğneli oltaları

4.3.5. Dip sürüklenme takılan iğneli oltalar.

5. Tuzaklar

Tuzaklar, balığın kendi isteğiyle içine girdiği ancak çıkışının engellendiği araçlardır. Av için bir veya birden fazla bölüm (hazne, kuzuluk) vardır. Bölümler ya düzensiz gelişmiş güzel veya belli bir formdadır. Bölümlere giriş de aynı şekilde formsuz veya basamak, yarık ve boğaz formundadır. Küçük tipleri giriş haricinde tamamen kapalıdır. Yani bunlar, üç boyutludur. Büyük tipleri sadece iki boyutludur.

5.1. Gizlenme Yerleri

5.1.1. Çalı-çırpı demeti tuzakları

5.1.2. Yılan balığı sığınma tüpleri

5.1.3. Ahtapot çömllekleri

5.2. Bariyerler

5.2.1. Taş-toprak bariyerler

5.2.2. Çit bariyerler (tuzaksız ve tuzaklı = çit dalyan)

5.2.3. Akarsuda ızgara bariyerler

5.2.4. Ağ dalyanlar (Gözlenen, içeriye balık girdiğinde, balıkçılar tarafından giriş kapatılır).

5.3. Mekanik Tuzaklar

5.3.1. Yerçekimi tuzakları

5.3.2. Gergili tuzaklar

5.3.3. Burma kapaklı tuzaklar

5.3.4. İlmekli tuzaklar

5.4. Boru Şeklinde Tuzaklar

5.4.1. Çitlerden yapılan boru tuzaklar

Avcılık Yöntemlerinin Sınıflandırılması

5.4.2. Ağlardan yapılan boru tuzaklar

5.5. Giriş Hariç Diğer Kısımları Kapalı Tuzaklar

5.5.1. Sepetler

5.5.2. Pinterler

5.6. Tuzak Takımlar

5.6.1. Çitlerle yapılan tuzak takımlar

5.6.2. Ağlarla yapılan tuzak takımlar

6. Havai Tuzaklar

Bazı balık, karides ve hatta mürekkep balığı, bir tehlike veya engelle karşılaştıklarında sudan fırlarlar. Balıklar uçuşlarını yönlendiremedikleri için kolayca yakalanırlar. Sıçrayan balıkların yakalanması, balığın uyarılması imkanına dayanır.

6.1. Kutu Tuzaklar,

6.2. Sal Tuzaklar,

6.3. Tekne ile Oluşturulan Tuzaklar,

6.4. Kargılı Ağlar,

6.5. Sıçrayan Balıklar için Kepçe Ağlar

6.6. Pitfall tuzaklar (Bir su ortamından diğerine, karadan geçen balıklar için (örneğin; yılan balığı) karada kurulan; her iki ucunda tuzak bulunan bariyerler benzeri, tuzak düzenekler).

7. Torba Ağlar

Bunlar, ağdan yapılmış torbalar ağız kısmından bir çerçeve ile dikey olarak tutturulur ve akıntıyla yatay olarak uzarlar. Kepçe ağlar gibi küçük tipleri su içinde hareket ettirilir. Balık veya diğer av, az çok kendi isteğiyle veya hareketiyle girer ve su süzülerek yakalanır.

7.1. Kepçe Sepet veya Ağlar (Küçüktür ve elle kullanılır).

7.1.1. İndirme Kepçe Ağlar (Az çok dairesel çerçevesiz; çoğunlukla,

sportif balıkçılıkta bir yardımcı, ancak direk olarak ticari avcılıkta da kullanılabilir).

7.1.2. Sektirme Kepçe Ağlar (İki çapraz çubuklu).

7.1.3. İtme Kepçe ağlar (Üçgen veya yarım daire çerçevesiz).

7.1.4. Sürütme Kepçe Ağlar,

7.1.5. İstingalı Kepçe ağlar (Alt tarafından kapatmak için, büzme halatı olan büyük kepeçeler).

7.2. Kazıma Ağlar (Küçük olanları elle, büyük olanları ise mekanik olarak kullanılır, kıyıda veya teknede sabit).

7.3. Kanatlı Torba Ağlar (çerçevesiz, geri dönüşsüz).

7.3.1. Kazıklara bağlı kanatlı torba ağlar

7.3.2. Çapalara bağlı kanatlı torba ağlar

7.3.3. Kapılı, kanatlı torba ağlar

7.4. Kanatsız Torba Ağlar (Geniş çerçevesiz ve geri dönüşü engelleyici)

7.4.1. Kazıklara bağlı kanatsız torba ağlar

7.4.2. Çapalara bağlı kanatsız torba ağlar (Tekne ile veya teknesiz).

7.5. Girişi Kapatılabilir Torba Ağlar

8. Sürüklenme Ağlar

Bu grup, su içinde dipte veya pelajik bölgede çekilen tüm torbalı ağları içerir. Avlanma tarzı, aktif hareket eden bir takımla pasif avları süzerek yakalamaktır.

8.1. Dreçler

8.1.1. El dreçleri,

8.1.2. Tekne dreçleri,

8.1.3. Mekanize dreçler.

8.2. Dip Trolleri

- 8.2.1. Tek tekne ile çekilen dip trolleri
- 8.2.2. Çift tekne ile çekilen dip trolleri
- 8.2.3. Beam troller

8.3. Orta Su Trolleri

- 8.3.1. Tek tekne ile çekilen orta su trolleri
- 8.3.2. Çift tekne ile çekilen orta su trolleri

9. Sürütme (Çekme) Ağlar

Bu ağlar torbasız, bir veya daha çok torbalı; eşit veya farklı kanatlı, eşit veya eşit olmayan çekme kanatlarına sahip olabilirler. Avlanma tarzı, belirli bir alanın çekilerek, takımın her iki kanadı ile karada veya gemide sabit bir noktaya çekilmesidir.

- 9.1. *Kıyı Sürütme Ağları* (Deniz kıyısında, tatlı sularda veya buz altında; takım tekne ile veya teknesiz kullanılır).
- 9.2. *Tekne Sürütme Ağları* (Takım derin sularda; pelajik ve dipte, bir tekne ile kaldırılır).

10. Çevirme Ağlar

Avlanma tarzı, balığı sadece yanlardan aynı zamanda alttan da çevirmek ve böylece balığın derinlere kaçmasını engelleyerek, çok derin sularda avlanmaktır.

- 10.1. *Lampara Ağları* (Büzmesiz)
- 10.2. *Ring Ağlar* (Lampara ağları ile gırgır ağları arası, büzmeli)
- 10.3. *Gırgır Ağları*
 - 10.3.1. Tek tekne sistemi (Yardımcı botlu (kancabaş teknesi) veya botsuz)

10.3.2. Çift tekne sistemi

10.4. *Chiromila Ağları*

11. Avın Av Aracına Sürülmesi

Herhangi bir av aracına, balıkları sürerek yapılan avcılık yöntemidir. Sürme işleminde çeşitli ürkütme araçları; ucuna taş bağlı halatların suya atılıp çekilmesi veya atılan taşlar, dalan dalgıçlar, ürkütme halatları, gürültü sopaları vb. kullanılır. Sadece sürülen balıkların yakalandığı özelleşmiş takımlar vardır.

- 11.1. *Faraş Tipi, Sabit Sürek Ağlar*
- 11.2. *Az-Çok Sabit Trol veya Trata Benzeri Sürek Ağları*
- 11.3. *Eleme Ağlar*.

12. Kaldırma Ağlar

Kaldırma ağların avlanma şekli, balığı düz veya az çok torba şeklinde bir ağına üzerine çekmektedir. Küçük tiplerde, ağı yaygın bir şekilde tutmak için bazı kısımlar mevcuttur. Büyük tipleri kaldırmak için mekanik düzenekler gereklidir. Önceleri manivelalar kullanılmaktaydı, günümüzde ise kiriş ve vinçler kullanılmaktadır.

- 12.1. *El Kaldırma Ağları*
- 12.2. *Mekanize Kaldırma Ağlar*
- 12.3. *Çökeltme Ağlar*

- 12.3.1. Kıyıdan kirişle kaldırılan çökeltme ağlar
- 12.3.2. Sabit yapılara monte edilen çökeltme ağlar
- 12.3.3. Gemiye monte edilen çökeltme ağlar

12.4. *Balık Çarkları*

13. Kapama Araçları

Avcılık tarzı, balığı veya diğer su ürünlerini bir araçla örtmektir. Bu sığ sularda kolayca yapılabilir, ancak

Avcılık Yöntemlerinin Sınıflandırılması

derin sularda bazı güçlükleri vardır.

13.1. Kapak Tuzaklar

- 13.1.1. Doğal materyalden yapılan kapak tuzaklar
- 13.1.2. Sentetik materyalden yapılan kapak tuzaklar

13.1. Kapak ağlar

13.2. Serpme Ağlar

- 13.2.1. Elle atılan serpme ağlar
 - 13.2.1.1. Sade serpme ağlar
 - 13.2.1.1.1. Merkezi ipli
 - 13.2.1.1.2. Merkezi ipsiz
 - 13.2.1.2. Cepli serpme ağlar
 - 13.2.1.3. Çarmıklı serpme ağlar
 - 13.2.1.4. İstingalı (Büzmeli) Serpme Ağlar

- 13.2.2. Matafora ile atılan serpme ağlar (Tekne ile ya da kıyıda sabit olarak)

- 13.3. *Jerk Ağlar* (İki çubuk arasında, gerilim altında öne itilerek kullanılan dikdörtgen ağ)

14. Uzatma Ağları

Tek, çift veya üç katlı ağ olup balık veya diğer su ürünlerinin galsamalarından veya vücudunun diğer kısımlarından ağa takılarak yakalanması amacıyla, deniz ve içsularda; yüzey, orta su ve dipte kullanılan av aracıdır. Uzatma ağları pasif olarak kullanıldıkları gibi aktif olarak da kullanılabilir.

14.1. Galsama Ağları

14.2. Dolanan Ağlar

- 14.2.1. Dolanan sade ağlar
- 14.2.2. Tek kat dolanan ağlar
- 14.2.3. Çift kat dolanan ağlar
- 14.2.4. Fanyalı ağlar

14.3. Kombine Uzatma Ağları

15. Toplama Makinaları

Bu grupta, su ürünlerini sudan çıkaran ve güverteye aktaran tüm balıkçılık araçları yer alır.

15.1. Vakum Dreçler ve Yıkama Hortumları

15.2. Taşıyıcı Bantlı Toplama Makinaları

15.3. Balık Pompaları

15.4. Algler için Vinçli ve Burkmalı Toplama Makinaları

15.5. Diğer Toplama ve Nakil Sistemleri (Gelecekte, yeniliklerle bunların sınıflandırılması gerekebilir).

Tartışma

Avcılıkta yöntemleri ile ilgili literatürde, sınıflandırmaların çoğu genellikle bir ülke veya küçük bir alan ya da özel bir balık türünü yakalamakta kullanılan yöntemlerle sınırlı kalmaktadır. Tüm dünyada benimsenen sınıflandırmalar, pek nadir olup bu tür sınıflandırmalar çoğunlukla etnolojistler tarafından yapılmıştır (Leroi-Gourhan, 1945; Monod, 1977). Bununla birlikte pek çok ülkede değişik araştırmacılar tarafından avcılık yöntemlerini sınıflandırılması yapılmış ve bazı ana gruplardan bahsedilmiştir (Sainsbury, 1995; Sarıkaya, 1980; Scharfe, 1979; Soljan, 1956). Bunlar aşağıdaki gibidir (Cetinic ve ark., 1985; Çelikkale ve ark., 1993; Hoşsucu, 1991; Morgan, 1956; Nomura ve ark., 1975; Pownall, 1979).

Yaralama (bıçaklama, delme) *mızrak vb. araçlar*

Oltalar (kanca); el oltaları ve paragat gibi Tuzaklar; pinter, çit dalyan, kapan gibi

Troller; dip ve orta su

Sürütme ağları; kıyı sürütme, tekne ile sürütme gibi

Çevirme ağları; lampara, gırgır, ring ağ gibi

Kaldırma Ağlar

Galsama Ağları; uzatma veya yüzen ağ şeklinde fanyalı ağlar.

Bunlar genel olarak kabul edilen başlıca gruplar olup, dünyada kullanılan yöntemlerinin çoğunu kapsar. Ancak iyi bilinen bazı avcılık teknikleri, Torba ağlar, Serpme ağlar, Çökeltme ağlar, Kapak ağlar ve pekçok yeni gelişme bir birlikte, zehirleme, bayılma, elle toplama gibi yöntemler (birkaç araştırmacının yaptığı sınıflandırma dışında (Brandt, 1984; FAO, 1991; Mengi, 1973; Nedelec, 1975 ve 1982)), sınıflandırma kapsamına alınmamıştır. Yani genel olarak kabul edilecek bir av araçları listesine ilave edilmemesi gereken başka gruplar da vardır.

Bazı araştırmacılar tarafından yapılmış olan avcılık yöntemlerinin sınıflandırılmasına ilişkin yukarıdaki gruplamalar olması gerekenden farklı bir düzen içinde verilmiştir (Cetinic ve ark., 1985; Çelikkale ve ark., 1993; Hoşsucu, 1991; Morgan, 1956; Nomura ve ark., 1975; Pownall, 1979; Sainsbury, 1995; Sarıkaya, 1980; Scharfe, 1979; Soljan, 1956).

Detaylar incelendiğinde sadece gelişmeler değil, farklı gruplar arasındaki ilişkiler de göze çarpacaktır. Tüm avcılık yöntemlerini içeren doğrusal bir artış yoktur. Değişik ilişkilere göre sadece iki boyutlu veya üç boyutlu tasvirler doğru bir izlenim verebilirse de, pratik ve teknik nedenlerle mümkün değildir. Bu nedenle, avcılık yöntemlerinin tasnifinde kabule ihtiyaç vardır. Bu gibi bir kabullenme farklı araştırmacılar karşılaştırıldığında ortaya çıkan bazı ciddi farklılıklarında üstesinden gelir. Sıklıkla örneğin, troller ve sürütme ağları aynı gruba yerleştirilir

(Çelikkale ve ark., 1993; Morgan, 1956; Sainsbury, 1995). Her ikisi de dipte çekilir, ancak operasyonlarında önemli bir fark vardır. Troller, sınırsız bir alanda, dreçler gibi avlanır, bu nedenle av verimi hesaplanırken her bir çekme saati (av/çekme saati) esas alınır. Sürütme ağları (trata, ıgırıp vb.) yalnızca sabit bir alanda avlanır ve bu takımın büyüklüğü ve atış yöntemiyle sınırlıdır, bu nedenle ürün her operasyon için (av/operasyon sayısı) hesaplanır.

Bazı sınıflandırılmalarda, kepçe ağlar; grubunda incelenmektedir (Nomura ve ark., 1975 ve 1978; Sainsbury, 1995). Fakat kepçe ağların aksine, tüm kaldırma ağı tipleri, sadece aşağı ve yukarı doğru hareket ederler. Bu nedenle, kepçe ağların değişik tiplerini, kanatlı veya kanatsız torba ağlar olarak aynı grupta ele almak daha doğru olur. Bu kanatlı ve kanatsız torba ağlar, aynı zamanda tuzaklarla da kombine edilebilir. Yakalama şekli hemen hemen aynıdır. Ancak kanatlı ve kanatsız geçit torba ağlar, su akıntısına ihtiyaç duyarlar ve akıntı ile yüzen balıkları avlamakla sınırlıdır. Bu nedenle, bazen boğaz ve hazne kısımları vb. olsa bile bunlar tuzaklardan ayrı tutulmalıdır.

Daha önce sözedildiği gibi, temel gruplar için avlama biçimi kesin ayırt edici bir özelliktir. Balığın takıma nasıl geldiği veya girdiği aynı takım içinde bile değişik şekillerde gerçekleşebilir. Bu nedenle balığı cezbedilmesi, bir grup başlığı olamaz. Av kimyasal (yem), optik (ışık), akustik (ses) veya elektrikle cezbedilebilir. Bu nedenle "ışıkla avcılık" sınıflandırmada temel bir grup olamaz. Bazı araştırmacılar "elektrikle avcılık"tan, özel bir avcılık metodu olarak bahsetmezler (Cetinic ve ark, 1984; Hoşsucu, 1991; Mengi, 1977; Pownall, 1979; Sainsbury, 1995). Oysa, balıkları elektrikle

Avcılık Yöntemlerinin Sınıflandırılması

uyuşturmanın, yöntemin en önemli unsuru olduğu bazı durumlar vardır ve takım, elektrikle kullanılmadığında hiçbir değeri yoktur. Burada elektrik sadece takımın verimini artırıcı değil, avcılık yönteminin vazgeçilmez unsurudur.

Benzer bir durum eleme (eleme, sürekleme) balıkçılığında ortaya çıkmaktadır (Çelikkale ve ark., 1993; Hoşsucu, 1991; Sainsbury, 1995; Sarıkaya, 1980). Balıklar, değişik av araçlarına yönlendirilebilir. Fakat bazı av araçları

özellikle bu amaç için yapılmıştır ve başka şekilde kullanılamazlar. Bu nedenle, bu takıma da özel bir avcılık grubu olarak ele alınmalıdır.

Pek çok araştırmacının yaptığı sınıflandırmalarda, alt bölümler oluşturulurken, basit bir takımlar, daha karmaşık olanlardan daha önce bahsedilmektedir (Çelikkale ve ark., 1993; Hoşsucu, 1991; Sarıkaya, 1980). Bu durum kompleks bir takımı basit olanlardan geliştiği anlamına gelmemelidir.

Kaynakça

- Brandt, A., 1984. Fish Catching Methods of the World. 3 rd.Edition. Fishing News Books Ltd. Farnham.
- Cetinic, P., Swiniarski, J., 1985. Alati I Technica Ribolova. Lagos. Split.
- Çelikkale, M.S., Düzgüneş, E., Candeğer, F.A., 1993. Av Araçları ve Avlanma Teknolojisi. Karadeniz Teknik Üniv. Sürmene Deniz Bil. Fakültesi Yayın No. 44. Trabzon.
- FAO, 1991. Recommendations for the Marking of Fishing Gear. Fisheries Report No. 485. FIIT/R485. Rome.
- Hoşsucu, H., 1991. Balıkçılık (Av Araçları ve Avlanma Yöntemleri) E.Ü.Su Ürünleri Yük. Okulu Yayın No. 223. İzmir.
- Leroi-Gourhan, A., 1945. Miliu et techniques. Sciences d'aujourd'hui. Paris.
- Mengi, T., 1977. Balıkçılık Tekniği. Mater Matbaası. İstanbul.
- Monod, T., 1973. Contribution á l'établissement d'une classification fonctionnelle des engins de pêche. Bull. du Muséum Nat. d'Histoire Naturelle, 3. série, No. 156 Ecologie général 12.
- Morgan, H., 1956. World sea fisheries. London.
- Nedelec, C., 1975. Catalogue of Small-Scale Fishing Gear. Fishing News Books Ltd. Farnham.
- Nedelec, C., Prado, J., 1982. Definition and classification of fishing gear categories. FAO Fish.Tech.Pap., 222. Rome.
- Namura, M., Yamazaki, T., 1975. Fishing Techniques. Japan International Cooperation Agency. Tokyo.
- Namura, M., 1978. Outline of fishing gear and method. Kanagawa Int. Fisheries Training Centre. Nagai. kanagawa-ken.
- Pownall, P., 1979. Fisheries of Australia. Fishing News Books Ltd. Farnham.
- Sainsbury, C.J., 1995. Commercial Fishing Methods. 3 rd. Edition. Fishing News Books Ltd. Farnham.
- Sarıkaya, S., 1980. Su Ürünleri Avcılığı ve Av Teknolojisi. Başbakanlık Basımevi. Ankara.
- Scharfe, J., 1979. Fishing technology for developing countries. Oceanus (22) 1.
- Soljan, T., 1956. Classification des bateaux, engins et methodes de peche, Document de travail FAO. 21/1. Rome.

Geliş Tarihi: 11.05.1996

Kabul Tarihi: 10.06.1996

Balık Yemlerinde Soya Fasulyesinin Kullanımı

Belgin Hoşsu Aysun Vural

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100-Bornova, İzmir, Türkiye.

Abstrac: *Utilization of soybean in fish diets* Short supplies and high prices of fish meal has made it apparent that other sources of protein must be found if the production of salmon, trout and other species is to remain economically and technologically feasible. Fish producers and feed manufacturers are looking for alternative animal and plant protein sources for inclusion in fish diets. There are several high protein plant materials available. However soybean meal contains one of the best amino acid profiles among plant proteins in meeting the essential amino acid requirements of fish. Full-fat soybean meal, because of their high oil content, are particularly important when high energy diets are desired. Soybean oil is a rich source of linoleic and linolenic acids which are essential for most aquatic species. Soybean meal also contains phospholipids which are considered essential for crustaceans. Thus, there is no doubt that heat treated full-fat soybean meal could play a major role in aquaculture nutrition.

Özet: Salmon, alabalık veya diğer tür balıkların ekonomik ve teknolojik açıdan uygun bir yetiştiriciliğinin yapılabilmesi için, pahalı ve sınırlı bir kullanımı olan balık ununun yerine diğer kaynakların bulunması zorunlu hale gelmiştir. Balık üreticileri ve yem yapımcıları balık yemlerine konabilecek alternatif bitkisel ve hayvansal protein kaynaklarını aramaktadırlar. Birçok yüksek protein içerikli bitkisel kaynak bulmak mümkündür. Bununla beraber, soya unu bitkisel proteinler arasında, balıkların esansiyel amino asit ihtiyacını karşılayabilen en iyi amino asit profiline sahip olanlardan biridir. Yüksek yağ içeriği nedeni ile tam yağlı soya fasulyesi unu yüksek enerjili olması istenen yemler için özellikle önem taşımaktadır. Soya yağı birçok akuatik tür için esansiyel olan linoleik ve linolenik asitler bakımından zengin bir kaynaktır. Yine soya unu eklemabacaklılar için zorunlu olan fosfolipdleri de içermektedir. Bu nedenlerden dolayı, ısı işleminden geçirilmiş olan tam yağlı soya ununun akuakültür beslenmesinde başlıca rolü oynayacağına şüphe yoktur.

Giriş

Balık üretimindeki talebin karşılanabilmesi ve ekonomik olabilmesi için üretim maliyetinin düşürülmesi gerekmektedir. Bu bakımdan tüm maliyet içinde yaklaşık % 50 gibi bir oranı bula yem giderlerinin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Balık unu gibi yüksek performans sağlayıcı yem hammaddelerinin fiyatı da yüksek olmaktadır. Bu yüzden balık yemlerinde kullanılan besin hammaddelerinin pahalı olanları kısmen başka hammaddelerle ikame edilmek zorundadır. Bu pahalı hammaddelerin başında da balık unu ve yağı gelmektedir.

Yüksek kaliteli sindirilebilir protein içeren yem hammaddeleri konusunda

yapılan çalışmalar soyanın bu konuda en iyi sonucu verdiğini göstermektedir. Ancak, sucul canlılar, tıpkı karada yaşayan monogastrik hayvanlarda olduğu gibi, ham soyayı çok az değerlendirilmektedir. Genelde, balık yemleri ham veya ısı işleminden geçirilmiş soya içerdiğinde, balıklarda yavaş gelişme, yaşama oranında azalma, soyada bulunan antinütritif faktörlere bağlı olarak böbrek dokusunda anormal gelişmeler ve denatüre olmamış proteinin değerlendirilememesi gözlenmektedir. Fakat uygun bir ısı işlemine tabi tutulmuş soyanın balık yemlerine değerli bir katkıda bulunduğu, protein ihtiyaçlarının büyük bir kısmını karşıladığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Çeşitli balık türleri için yüksek proteinli yem hammaddelerinin protein sindirilebilirlik katsayısı (%).

	Sazan	Yayın Balığı	Yılan Balığı	Alabalık		Diğer Kaynaklar	
	1	2	3	2	3	4	
Balık unu	0.95	0.85-0.90	0.80-0.94	0.75-0.95	0.92	0.91	0.85-0.87 (Smith, 1980)
Soya Küpesi	0.81-0.90	0.72-0.84	-	0.70-0.87	0.96	0.96	0.75-0.85 (Smith, 1980)
Lupin Küspesi	0.85	-	-	-	-	-	-
Tavukçuluk Yan Ürünleri	-	-	-	0.75	0.68	0.69	0.80 (De la Higuera)
Tüy Unu	-	0.74	-	0.71	0.58	0.62	0.70 (Smith, 1980)
Mısır gluten Unu	0.91	0.80	-	0.79-0.95	0.92-0.96	0.93	0.87 (Smith, 1980)
Kan Unu	-	0.23	-	0.32-0.89	0.16-0.99	0.40	0.32-0.69 (Smith, 1980)
Çiğit Tohumu Küspesi	-	0.76-0.83	-	0.76-0.80	-	0.78	0.76-0.78 (Smith, 1980)
Ekmek Mayası	0.87-0.94	-	-	0.71-0.85	0.91	0.87	0.82-0.85 (Smith, 1980)

1 NCR (1977) 2 NCR (1981) 3 Cho ve ark. (1982) 4 Pfeffer (1982)

Balık Yemlerinde Soya Fasulyesinin Kullanımı

Proteinin sindirimi türlere göre değişmekle beraber soyanınki balık ununa aşağı yukarı eşdeğer gelmektedir. Ancak proteinin sindirilebilirliği amino asit sindirilebilirliğini yansıtmamaktadır (Tablo 2).

Tablo 2'den de anlaşılacağı gibi kanal yayın balıkları için soya ununun sindirilebilirliği % 77 iken, esansiyel amino asit sindirilebilirliği ise % 78.7 ile % 96.7 arasında değişmektedir. Yine Lysin'in sindirilebilirliği % 94, Arginin'in % 96.7, Histidin'in % 87.9, Methionin ise % 84.6'dır. Bu bakımdan yem formülasyonunda, elde edilebilecek amino asit değerleri, toplam ya da sindirilebilir proteinin yerine kullanılmalıdır.

Yayın balıklarında Lysin, Arginin ve Methionin değerleri, balık unu ile karşılaştırıldığında soya unu ve yerfıstığı unundan daha yüksektir. Yine karides için tüm amino asitlerin değeri soyada, diğerlerine nazaran çok daha yüksektir.

Proteinin yapı taşı olan amino asitlerin bazıları balık yemleri içinde zorunlu olarak bulunmalıdır. Bu tür amino asitlere esansiyel amino asit denmekte ve eksikliklerinde gelişmede yavaşlama ve hatta ölümler görülmektedir. Ayrıca bu amino asitler arasındaki denge amino asitlerin tam değerlendirilebilmesi açısından da önemlidir. Sınırlayıcı faktör dediğimiz bu olayda eksik miktarlarda bulunan bir amino asit diğerlerinin kullanımını da en-

Tablo 2. Çeşitli yem maddelerinde protein ve amino asit sindirilebilirlik değerleri (a) (Akiyama, 1991).

	Protein	ARG	LYS	LEU	ILE	THR	VAL	HIS	PHE	MET
Karides (b)										
Soya Unu	89.9	91.4	91.5	88.4	90.2	89.3	87.9	86.3	89.6	-
Balık Unu	80.7	81.0	83.1	80.7	80.4	80.6	79.4	79.0	71.1	-
Kalamar Unu	79.7	79.4	78.6	79.4	77.2	79.7	79.3	73.6	74.1	-
Karides Unu	74.6	81.8	85.7	82.1	81.6	83.7	79.0	75.4	75.6	-
Yayın Balığı (c)										
Balık Unu	87.0	90.5	86.4	89.1	87.2	87.6	87.0	84.8	87.4	82.9
Pamuk Tohumu									83.5	76.3
Küspesi	81.0	90.5	71.0	76.4	71.7	76.8	76.1	82.0		
Soya Unu	77.0	96.79	94.0	83.5	79.8	81.9	78.7	87.9	84.4	84.6
Yerfıstığı Unu	74.0	7.8	94.4	95.2	93.2	93.1	93.1	89.5	96.1	90.5

(a) Toplam İçeriğin Yüzde Sindirilebilirlik Değeri

(b) Akiyama ve ark., 1988

(c) Wilson, 1985

ARG= Arginin, LYS= Lysin, LEU= Leusin, ILE= Isoleusin, THR= Threonin, VAL= Valin, HIS= Histidin, PHE= Phenylalanin, MET= Methionin.

gellemektedir. Çeşitli balık türlerinin ihtiyaç duyduğu amino asit miktarları Tablo 3'de görülmektedir.

Türlerin amino asit ihtiyacı yanında bazı hammadelerin içerdiği amino asit miktarları Tablo 4'de görüldüğü gibidir. Protein oranı ve amino asit oranı bakımından çoğunlukla tercih edilen balık unu ile soya unu karşılaştırıldığında soyanın balık ununa yakın ve hatta bazı amino asitlerce daha zengin olduğu görülmektedir. Ancak, soya unu methionin ve cystin gibi sülfür içeren amino asitlerce fakirdir. Bu bakımdan, soyanın kullanıldığı yemlerde sentetik methionin ve cystin ilavesi önerilmektedir.

Smith (1977), % 80 oranında tam yağlı soya unu içeren alabalık yemlerine % 0.5 methionin ve % 0.5 cystin ilavesinin büyümeye olumlu etkide bulunduğunu bildirmektedir. Methionin ilavesi cystinden çok daha iyi sonuç veriyor olsa da, bu

amino asitlerin her ikisinin de yeme ilavesi büyüme üzerinde çok daha iyi sonuçlar vermektedir.

Tam yağlı soyanın yüksek miktarda yağ içeriğine sahip oluşu, enerji harcama amacıyla proteinin katabolize edilmesi gereğini ortadan kaldırmaktadır. Bundan dolayı, özellikle soğuk su balıklarının beslenmesinde bir avantaj elde edilir. Ayrıca, balıklar soya yağını çok iyi hazmetmektedirler. Örneğin; Alabalığın soya yağının hazmetme katsayısı 0.89'dur ve bu değer balık yağınadakininkine eşdeğerdir. Hatta, hidrojene balık yağından daha yüksektir. Yayın balığı için bu sayı 0.81'dir. Bu bakımdan tam yağlı soyanın balık yemlerinde kullanılması son derece uygundur.

Soya yağında % 52 oranında Linoleik ve % 8 oranında Linolenik yağ asidi bulunur. Bu oranlar Alabalık ve bazı diğer balık diğer balık türleri (Sazan, Yılan balığı, Somon) için yeterli olmaktadır.

Tablo 3. Türlerle bağlı olarak amino asit İhtiyaçları (rasyondaki proteinin %'si olarak) (Wilson, 1985).

	Yılan Balığı	Sazan	Yayın Balığı	Somon	Alabalık
Arginin	2.1	2.1	1.5	1.8	-
Histidin	4.0	2.6	2.6	2.2	-
İsoleusin	5.3	3.3	3.5	3.9	-
Leusin	5.3	5.7	5.1	5.0	4.2-6.1
Lysin	3.2	3.1	2.3	4.0	2.2-3.0
Methionin+					
Cystin	0	0	0	1.0	0-0.5
Phenylalanin	5.8	6.5	5.0	5.1	-
Tyrosin	0	0	0.3	0.4	-
Threonin	4.0	3.9	2.0	2.2	-
Trptophan	1.1	0.3-0.8	0.5	0.5	0.5-0.6
Valine	4.0	3.6	3.0	3.2	-

Balık Yemlerinde Soya Fasulyesinin Kullanımı

Tablo 4. Protein içeriği % 40 (g/100 g. Protein) olan yem hammaddelerinin amino asit içerikleri (De la Higuera, 1987).

Amino Asitler	Balık Unu	Soya Unu	L.K	T.Ü.	Tüy Unu	Kan Unu	Maya	M.GU	ÇTK	A.K
Arginin	6.4	6.8-8.7	11.2	5.9	7.7	3.9	4.8	3.1	9.5	8.9
Histidin	2.4	2.4-2.9	1.8	1.6	1.1	5.6	2.4	2.1	2.3	2.5
İsoleucin	4.5	4.5-4.7	3.9	3.8	4.4	1.0	5.0	3.8	2.7	4.5
Leucin	7.4	7.3-7.6	7.7	6.3	7.6	11.8	6.7	15.2	4.9	7.7
Lysin	7.5	6.0-6.7	4.9	4.6	2.5	8.0	6.8	1.5	3.8	3.9
Methionin	3.0	1.0-1.4	9.5	1.7	0.6	0.9	1.5	2.6	1.1	2.3
Cystin	1.0	1.1-1.7	2.2	1.5	3.6	0.8	1.1	1.5	1.3	1.5
Phenylalanin	4.2	4.7-5.5	3.8	2.9	3.3	6.4	4.6	5.9	4.6	4.7
Tyrosin	3.2	3.0-3.7	6.2	1.5	2.5	2.4	3.5	4.7	2.3	2.8
Threonin	4.0	3.7-4.4	4.0	3.1	4.4	3.9	4.7	3.3	2.8	3.9
Triptophan	1.1	1.0-1.4	0.7	0.7	0.6	1.1	1.1	0.4	1.1	1.2
Valin	5.1	4.5-5.3	3.5	4.5	7.1	8.1	5.3	4.6	3.7	5.2

L.K= Lüpin Küspesi, T.Ü= Tavukçuluk Ürünleri, M.G.U= Mısır Gluten Unu, Ç.T.K= Çiğit Topumu Küspesi, A.K= Ayçiçeği Küspesi.

Tablo 5. Çalışmada kullanılan yem kompozisyonları (Smith, 1977).

Hammaddeler	A (%)	B (%)	C (%)
Tam Yağlı Soya Unu	70	70	80
Ringa Balığı Unu	10	-	-
Et Unu	-	10	-
Maya	12	12	12
Vitamin/Mineral	8	8	8

Tablo 6. Çeşitli ısı işlemlerinin ve protein kaynaklarının alabalıkların gelişimi üzerine etkisi (Smith, 1977).

Soyanın İşleme Sıcaklığı Tipleri	A	B	C	Isı İşlemi Ortalaması	
204 C	5 dk.	16.6	15.5	15.5	15.9
204 C	10 dk.	19.8	17.8	18.0	18.5
232 C	5 dk.	20.4	20.6	20.8	20.6
Diyet Ortalamaları		18.9	17.9	18.1	

Ancak yüksek oranlarda omega-6 (18:2 linoleik)nin bulunması, omega-3 (18:3 Linolenik)ün kullanımı azaltmaktadır. Bu bakımdan n-6 oranı n-3 oranına göre daha düşük olan balık yağları daha uygundur.

Balık yemlerinde soya kullanımının olabirlirliği ve bazı hammaddelerin yerine kullanılabilirliği yapılan çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur.

Smith (1977), yaptığı bir çalışmada, ısı işleminden geçirilmiş tam yağlı soya ununun, alabalıklar için iyi bir protein ve enerji kaynağı olduğunu göstermiştir. Isı işleminden geçirilmiş tam yağlı soyanın tamamen hayvansal proteinin yerine

geçebilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada, ortalama 9.6 gr. canlı ağırlığa sahip olan alabalıklara değişik protein kaynağı içeren yemler verilmiştir. Kullanılan protein kaynakları, oranları, ısı işleminin derecesi, süresi, etkileri ve çalışma sonuçları Tablo 5 ve 6'da görüldüğü gibidir.

Soyanın yüksek ısıda işlendiği durumlara büyüme üzerine olumlu bir etkisi görülmekte, balık ununun etkisi ise azalmaktadır. Ancak, her üç yem karışımı arasında istatistiki olarak çok farklılık görülmemektedir ($P<0.05$). Bu bakımdan soya unu, uygun ısı işlemi neticesinde, hayvansal protein kaynakları kadar yüksek oranda besleyici değere sahiptir.

Tablo 7. Denemede kullanılan yem formülü (Reinitz ve ark., 1978).

Hammaddeler	Yem (%)	
	1	2
Soya Unu (Yağı alınmış)	-	20.0
Soya Unu (Tam yağlı)	72.7	-
Ringa Unu	-	25.0
Hamsi Unu	4.9	-
Kan Unu	4.9	-
Maya	4.9	-
Süt tozu	4.4	10.0
Alfalfa Unu	-	3.0
Mısır Formentasyon Ürünü	-	8.0
Buğday Kırığı	1.0	21.8
Vitamin premix	0.2	0.2
Balık Yağı	-	5.0
İz mineral tuzu	-	2.0
Bağlayıcı	2.0	-
dl Methionin	1.0	-
dl Lysin	-	-
Tuz	1.0	-
Mineral Şelati	1.0	-
Dikalsiyum fosfat	2.0	-

Balık Yemlerinde Soya Fasulyesinin Kullanımı

Reinitz ve ark., (1978), alabalık yavrularına % 72.7 oranında tam yağlı soya unu içeren yem verildiğinde, % 25 ringa unu, % 20 soya unu ve % 5 balık yağı içeren kontrol yemi ile beslenenlere oranla çok daha fazla ağırlık artışı ve yem dönüşüm oranı elde ettiklerini bildirmektedirler. Bu çalışmada kullanılan yem içerikleri ve elde edilen sonuçları gösteren tablolar aşağıdadır.

Saad (1979), kanal yayın balıklarını % 37.2 ve % 77 tam yağlı soya içeren yemle beslemişlerdir. Bunlarına yanında % 64 soya unu ve % 10 balık unu içeren kontrol yemi de kullanmıştır. % 77 tam yağlı soya içeren yemle beslenen balıklarda en fazla ağırlık artışı elde edilmiştir. Protein kazancı tüm yemlerde aynı olmuş, ama tam yağlı soya ile beslenen balıklarda daha fazla yağ artışı görülmüştür.

Levrek balıklarının yemlerinde soya fasulyesinin çeşitli ürünlerinin kullanımı araştıran Amerio ve ark., (1991), soya ürünlerinin hayvansal protein kaynaklarının yerine geçebileceğini bildirmektedir.

Sonuç

Yapılan araştırmaların sonucu, balık yemlerinde ham soyanın kullanımının birçok balık türü için büyümeyi yavaşlatıcı etkisi olduğunu, bu yüzden uygun ısı işlemlerine tabi tutulmaları gerektiğini göstermektedir. Uygulanacak sıcaklık derecesi, soya fasulyesinin içindeki besleyici değeri düşüren faktörleri yok edecek düzeyde olmalıdır. Genelde sıcaklığın 175oC civarında olması yeterli olmaktadır. Yüksek derecelerde uzun süre tutmanın da kritik bir etkisi görülmemiştir. Ancak farklı ısı işlemleri, ürün kalitesinde fark yaratmaktadır. Bu bakımdan optimum ısı şartları türlere, yaşa ve balık büyüklüğüne göre değişmektedir.

Tam yağlı soya, balık için gerekli amino asitleri karşılayan bitkisel protein kaynakları arasında en iyi amino asit dengesine sahip olanlardan biridir. Ancak methionin, cystin bakımından yetersizdir. Bu bakımdan bu amino asitlerin dışarıdan ilavesi zorunludur. Ayrıca, tam yağlı soya yüksek yağ içeriği bakımından fazla enerji oranı istenen yemlerde rahatlıkla kullanılmaktadır. Soya yağı, birçok sucul türler için gerekli olan Linoleik ve Linolenik yağ asitleri bakımından da oldukça zengindir. Aynı zamanda tam yağlı soya, krustaseler için gerekli olan fosfolipidleri de içermektedir. Ancak yüksek oranda yağın kullanımı, besin madde alımını azalttığı gibi, balıktaki yağlanmayı da arttırmaktadır.

Soyada fosfor içeriğinin düşük olması ve büyük bir kısmının fitik asit şeklinde bulunması, kalsiyum, magnezyum, çinko, bakır ve demir gibi iyonların alımını azalttığı için, balıklarda büyümeyi yavaşlatmaktadır. Bu bakımdan yüksek oranda tam yağlı soyanın kullanıldığı yemlerde fosfor, çinko ve diğer iz elementlerin ilavesi tavsiye edilmektedir (Chhorn, Akiyama, 1989).

Ayrıca, yüksek oranda tam yağlı soya kullanımının peletlerdeki bağlayıcılık özelliğini ve bazı balık türleri için yezzeti azaltıcı etkide bulunduğu bildirilmektedir. Tam yağlı soyanın kullanıldığı yemlerde bu hususlar dikkate alınmalıdır (Chhorn, Akiyama, 1989).

Balık yetiştiriciliğinde, protein açısından zengin kaynaklara çok ihtiyaç vardır. Balık unu, birçok balık yemine temel maddeyi oluşturmaktadır. Tüm balık türleri için yüksek besin değerine sahip olmakla beraber fiyatı da diğer hammaddelere oranla oldukça yüksektir. Soya fasulyesi unu, birçok bitkisel yem ham-

maddeleri arasında balıklar açısından en iyi amino asit profiline sahip olanıdır. Dünyanın birçok yerinde rahatlıkla bulunduğu gibi fiyatı da balık unundan çok düşüktür. Mineral madde, methionin ve

cystin gibi amino asitlerin yeterli ilavesi ile birçok balık türü için balık ununun yerini alabilecek, diğer türler içinse yemlere önemli yüzdelerde girebilecek bir yem hammaddesidir.

Tablo 8. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlar (Reinitz ve ark., 1978).

Yem	Başlangıç Canlı Ağırlık g	Bitiş Canlı Ağırlık g	Canlı Ağırlık Artışı g	Yem Dönüşümü	Günlük Boy Artışı cm	Ölüm oranı
1	26.4	176.1	149.7	1.58	0.47	3.5
2	26.0	155.5	129.5	1.71	0.44	3.1

Kaynakça

- Akiyama, D.M., 1991. The Use Soy Products and Other Plant Protein Supplements in Aquaculture Feeds. In: Proceeding of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop. Thailand and Indonesia, Sep. 19-25.
- Akiyama, D.M., Coelho, S.R., Lawrence, A.L., Robinson, E.H., 1998. Apparent Digestibility of Feedstuffs by the Marine Shrimp *Penaeus vannamei* Boone. Bull.Japan.Soc.Sci.Fish. 55 (1): 91.
- Amerio, M., Mazzola, M., Caridi, D., Crisafi, E., Genovese, L., 1991. Soybean Products in Feeds for Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). In: Proceeding of the IX National ASPA Congress, 1991.
- Chhorn, L., Akiyama, D.M., 1989. Full-fat Soybean Meal Utilization by Fish. In: Proceedings of the People's Republic of China Aquaculture and Feed Workshop, D.M. Akiyama, Ed.American Soybean Ass., Singapore, pp. 164-188.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., Bayley, S., 1982. Bioenergetics of Salmonid Fishes: Energy Intake Expenditure and Productivity. Comparative Biochemistry and Physiology, 73 B, 25-41.
- De la Higuera, M., 1985. Soybean as a Source of Protein and Energy in Fish Nutrition. In: "Proceeding of the Regional Conference on Fullfat Soybeans" Milan, Italy. 1987.
- N.R.C., 1977. Nutrient Requirement of Warm Water Fishes. Ed. National Academy of Sciences, Washington D.C., USA.
- N.R.C., 1981. Nutrient Requirement of Cold Waters Fishes. National Research Council Publication, National Academy Press, Washington D.C.
- Pfeffer, E., 1982. Utilization of Dietary Protein by Salmonid Fish. Comparative Biochemistry and Physiology, 73 B, 51-57.
- Reinitz, G.L., Orme, E., Lemm, C.A., Hitzel, F.N., 1978. Fullfat Soybean Meal in Rainbow Trout Diets. Feedstuffs, January 16.
- Saad, C.R.B., 1979. Use of Fullfat Roasted Soybeans in a Practical Catfish Diet. M.Sc.Thesis, Auburn Univ.
- Smith, R.R., 1977. Recent Research Involving Fullfat Soybean Meal in Salmonid Diets. Salmonid, 1, 8-18.
- Wilson, R.P., 1985. Amino Acid and Protein Requirement of Fish. In "Nutrition and Feeding of Fish". Ed.C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.C. Bell, pp. 1-16, Academic Press, London.

Geliş Tarihi: 11.06.1996

Kabul Tarihi: 04.10.1996

Gökkuşaağı Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Kültüründe Bazı Genetik Uygulamalar

Bilal Akbulut

Temel Şahin

Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.

Abstrac: *Some genetic applications in rainbow trout culture:* In this sutudy, applicability and importance of genetic developments which have been getting importance with developing technology in rainbow trout (*O. mykiss*) culture have examined. All-female eggs production by hormone (17-methyltestosterone) application in feed and sterile fish production by the thermal shock to eggs are suggested to produce fish having good quality meat, attractive color and shape, taste and relatively good growth rate. Also all-female eggs and sterile fish production technics and applications have been introduced.

Key words: Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, hormone, 17-methyl testosterone, female egg, thermal shock, triploidy.

Özet: Bu çalışmada, ülkemizde gelişen teknoloji ile gittikçe önem kazanan genetik çalışmaların gökkuşaağı alabalığı (*O. mykiss*) yetiştiriciliğinde uygulanabilirliği ve önemi incelenmiştir. Pazarlanacak balıkların şekil ve renklerinin cezbedici, kaliteli et ve verimli bir üretim için; hormon (17-metyl testosterone) uygulamasıyla dişi yumurta (monosex birey) ve termal şok ile de kısır balık (tirploid) üretilmesi önerilmekte. Ayrıca bu üretim tekniklerinin tanıtılması ve uygulama esasları üzerinde durulmuştur.

AnahtarKelimeler: Gökkuşaağı alabalığı, *Oncorhynchus mykiss*, hormon, 17-methyl testosterone, dişi yumurta, termal şok, triploid.

Giriş

Gökkuşuğu alabalığı bütün kıtalarda ve birçok ülkede geniş çevre şartlarında yetiştirilmektedir. Bu balığın bu kadar geniş bir coğrafyada ve denizde yetiştirilebilmesine neden olan en önemli faktör, yeni çevre şartlarına kolayca uyum göstermesidir. Kuluçkahanedeki üretilmesi çalışmalarına 1870'lerin başlarında California'da başlanmıştır.

California'nın kuzeyindeki McCloud neh-
rinden alınan gözlenmiş yumurtalarla
kültüre alınmış ve yüzyıl içinde de bütün
dünyaya yayılmıştır (Beveridge, 1988;
Çelikkale, 1988).

1912 yılında Norveç'te denizde beslenme-
sine başlanmış (Edwards, 1978), ülkemize
1969 yılında getirilerek havuzlarda ve
1990'da da denizde kafeslerde
yetiştiriciliğine başlanmıştır (Çelikkale,
1988; Akbulut, 1993; Şahin, 1995;
Özdemir, 1994).

Basit üretim prensipleri aynı olmasına
rağmen yumurtlama ve cinsi olgunluk
dönemleri çiftlikler arasında farklılık
göstermektedir. Tatlısında beyaz etli 200-
250 g veya denizde kırmızı etli 6-8 kg'lık
balık üretmek mümkündür (Mater ve
Çakır, 1993; Özdemir, 1994; Billard,
1989; Gall ve Crandell, 1992; Pillay,
1990). Yetiştirilme amaçları farklı olabi-
bilir, ancak üreticiler hastalıklara dayanıklı,
et kalitesi yüksek ve daha fazla bir üretim
yapmak isterler.

Gökkuşuğu alabalığında dişi bireyler 2
yaşında, erkek bireylerin % 90'ı, 18, %
10'u 11 ayda cinsi olgunluğa gelmektedir
(Pickering, 1992; Bromage ve Jones,
1992). Cinsi olgunluk döneminde erkek
balıklarda gonad gelişimi başladığında
balığın almış olduğu besinin büyük bir
kısımını gonad gelişimine harcandığı için

büyüme yavaşlamakta ve et kalitesi
düşmektedir (Gjedrem, 1992; Storebak-
ken ve No, 1992). Bu dönemde erkek
balıkların renklerinin değiştiği, gittikçe
saldırganlaştıkları, tüm vücut şeklinin
değiştiği; alt çenelerinin uzadığı ve kanca
halini aldığı, tüketicilerin arzu etmedikleri
bir hale geldikleri görülür (Templeton,
1984; Sedgwick, 1988; Withler, 1995).

Günümüzde özel bir sebep olmaksızın
alabalık çiftliklerinde erkek balıklar uzun
süre tutulmaz. Son yıllarda daha ekono-
mik bir üretim yapmak için gökkuşuğu
alabalığının genetiği üzerinde çeşitli
araştırmalar yapılmaktadır. Bugüne kadar
yapılan araştırmalarda üretim
aşamalarında yapılacak çalışmalarla veri-
min artırılabilceği bildirilmiştir (Feist ve
Schreck, 1990; Hershterger, 1992; Thor-
gaard, 1992). Balıkta gonad gelişimini
durdurarak et verimi ve kalitesini artırıcı
cinsiyet kontrol yöntemleri geliştirilmiştir.

Alabalık genetiğine ilişkin araştırmalar ile
yetiştiriciliğe uygulanması oldukça yeni-
dir. Buna rağmen cinsiyet kontrolü konu-
sunda geleceğe yönelik bazı gelişmeler
sağlanmıştır.

Dişi Yumurta Üretimi

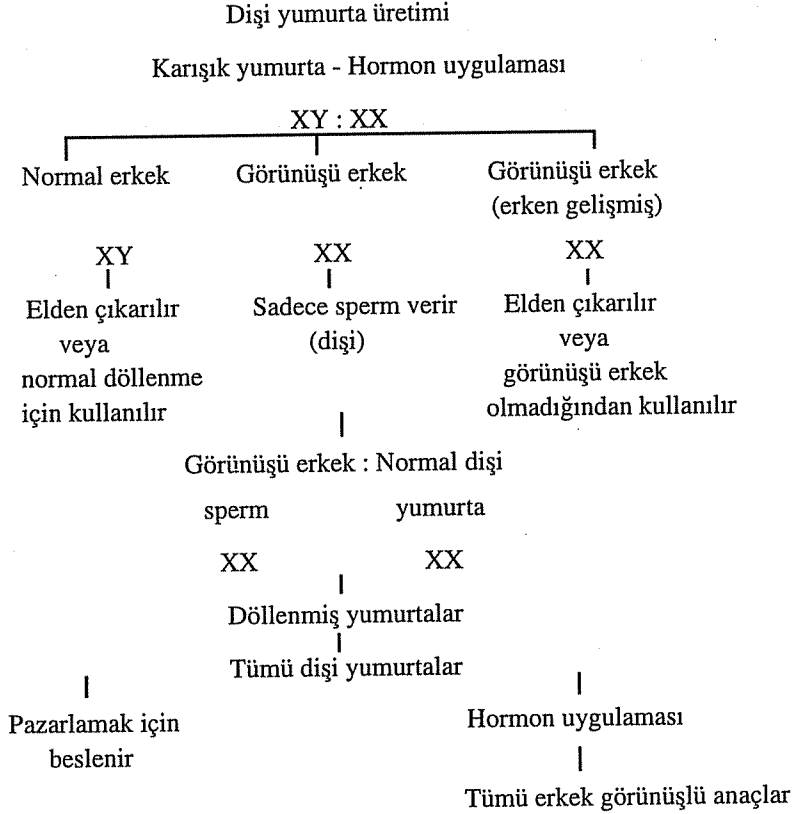
Alabalıklarda cinsiyet kontrolünün amacı;
pazar boyuna gelinceye kadar bireylerin
cinsel olgunluğa erişmelerini engellemek-
tedir.

Tatlısu çiftliklerinde yetiştirilen
gökkuşuğu alabalıkları 15-16 ayda porsiyon-
luk olarak satışa hazır hale gelirler.
Satış zamanı erkek balıklar cinsel olgun-
luğa eritmişler halde, dişi bireyler ergin-
leşmemişlerdir. Dişi balık üretmek için
Cherassau ve Choarroat hormon uygula-
ma tekniğini geliştirirler (Chevassus,
1983; Liard ve Needham, 1988; Billard,
1989). Bu tekniğin esası; dişi bireyler,

O. mykiss kültüründe bazı genetik uygulamalar

görünüŖleri erkek bireye (sperm üretebili) dönüŖtürülür ve spermlerdeki kromozomlar diŖi (XX) olur. Bu sepermerle normal yumurtalar (xx) döllenir. Döllenlen yumur-

ta "xx" yani diŖi olur. Asla "Y" faktörü kullanılmaz. İkinci aŖamada hormon diŖi bireylere uygulanır. Böylece elde edilen yumurtaların % 100'ü diŖi olur (Ŗekil 1).



Ŗekil 1. Hormon uygulama aŖamaları (Liard ve Needham, 1988).

Bu yöntemde; ön beslenmeden itibaren yavrular 100 gün süre ile 3 mgkg-1 oranında 17-methyltestosterone ilave edilmiş yemle beslenirler. Başarılı sonuçların alınması yöntemin dikkatli ve titiz bir şekilde uygulanmasına bağlıdır.

Steril Triploid Elde Etme

Alabalıklarda triploidy dişilerde tamamen gonad gelişimini engellerken, erkeklerde önemsiz miktarda gonad gelişimi olabilir. Triploidy sadece tümüyle dişi olan stoklara uygulandığında ticari fayda sağlar, bu şekilde monosex popülasyon muhafaza edilir. Ticari açıdan uygulanabilir steril triploid elde etme yöntemi Chevassus ve ark. (1983) tarafından geliştirildi. Bu yöntemde, döllenmeden hemen sonra yumurtalar inkübatörlere yerleştirilir ve 25 dakika (15-35 dakika) inkübatörlerde su içerisinde bekletilir. Daha sonra bu inkübatörler, sıcaklığı kontrol edilebilen 26.5°C (extrem 25.5-27.0°C) sıcaklıktaki suya 20 dakika (15-35 dakika) daldırılır (Billard, 1989; Pillay, 1990). 1000 W'lık bir ısıtıcı bağlanan 100 litrelik bir küvete yaklaşık 20 000 yumurta koymak mümkündür. Başlangıçta kaliteli yumurtalar seçilirse ve yukarıda belirtilen

değişmeler kontrol altına alınırsa gözlenme safhasında görülen anormallik ve ölüm oranı % 20'yi geçmez. Diploidlerle karşılaştırıldıklarında, ilk üremede, triploidlerin yaşama oranınının 3-12 ay arasında % 5 daha az ve bir yılın sonunda büyümelerinin daha yavaş (% 20-25) olduğu görülür. İlk üretimden sonra elde edilen triploid dişilerin büyümeleri diploid dişilerden daha hızlı olur.

Sonuç ve Öneriler

Günümüzde genetik çalışmalar birçok alanda olduğu gibi balık yetiştiriciliğinde de yapılmaktadır. Genetik araştırma ve çalışmaların uygulamaya aktarılması ile üretimdeki verimi ve kaliteyi arttırmak mümkündür. Gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğinde erkek balığın görünümü ve büyümesinden dolayı ticari önemi azdır. Erkek balık üretilmesi ve elde bulundurulması sadece damızlık stokunun devamı için gereklidir. Hormon veya termal şok yöntemi uygulanması ile daha ekonomik bir üretim yapmak mümkündür. Bu nedenle ülkemizde de genetik çalışmaların gökkuşluğu alabalığı yetiştiriciliğindedir uygulamaya geçirilmesi kaçınılmaz olmuştur.

Kaynakça

- Akbulut, B., 1993. Deniz Kafeslerinde Yetiştirilen Alabalıklarda Büyüme, Yem Değerlendirme ve Stok Yoğunlukları, KTÜ Fen Bil.Ens., Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Beveridge, M., 1988. Cage Aquaculture, Fishing News Books Lmt, Surrey, England. Billard, R., 1989. Culture of Salmonids in Freshwater, in: Aquaculture Vol. 2, p. 551-592, Edt. Gilbert Barnabé, Ellis Harwood Lmt., West Sussex Edt. Gilbert Barnabé, Ellis Harwood Lmt., West Sussex, England.
- Bromage, N., Jones, J.C., 1992. Broodstock Managment, Fecundity, Egg Quality and The Timing of Age Production in The rainbow Trout, Aquaculture, 100: 141-166.
- Chevassus, B., Quillet, E., Chourrout, D., 1983. Note Technique: obtention d'animaux triplaidés chez la truite arc-en-ciel., Bull.Fr.Pisci., 290: 161-164.
- Çelikkale, M.S., 1988. İçsu Balıkları Yetiştiriciliği, Cilt 1, KTÜ Deniz Bil.Fak. Yayın No. 124, Trabzon.
- Erwards, D.J., 1978. Salmon and Trout Farming in Norway, Fishing News Books Lmt., Surrey, England.

O. mykiss kültüründe bazı genetik uygulamalar

- Feist, G., Schreck, C.B., 1990. Hormonal Content of Commercial Fish Diets and of Young Coho Salmon (*O. kisutch*) Fed these Diets, *Aquaculture*, 86: 63-75.
- Gall, G.A.E., Crandell, P.A., 1992. The Rainbow Trout, *Aquaculture*, 100: 1-11.
- Gjedrem, T., 1992. Breeding Plans for Rainbow Trout, *Aquaculture*, 100: 73-83.
- Hershterger, W.K., 1992. Genetic Variability in Rainbow Trout Populations, *Aquaculture*, 100: 51-71.
- Liard, L.M., Needham, T., 1988. Salmon and Trout Farming, Ellis Harwood Lmt., West Sussex, England.
- Mater, S., Çakır, H., 1993. Salmon Balığı ve Üretim Tekniği, TKB Su Ürünleri Araştırma Ens. Yayın No. 10, Bodrum.
- Özdemir, N., 1994. Tatlı ve Tuzlu Sularda Alabalık Üretimi, Fırat Ün., Elazığ.
- Pickering, A., 1992. Rainbow Trout Husbandry, *Aquaculture*, 100: 125-141.
- Pillay, T.V.R., 1990. *Aquaculture Principles and Practices*, Fishing News Books, Farnham, Surrey, England.
- Şahin, T., 1995. Deniz Kafeslerinde Yetiştirilen Gökkuşluğu Alabalığı (*O. mykiss*)'nda Optimal Stoklama Yoğunluğu ve Günlük Yem Miktarının Tespiti, KTÜ Fen Bil.Ens. Doktora Tezi, Trabzon.
- Sedgwick, S.D., 1988. *Salmon Farming Handbook*, Fishing News Books Lmt., Farnham, Surrey, England.
- Storebakken, T., No, H.G., 1992. Pigmentation of Rainbow Trout, *Aquaculture*, 100: 209-229.
- Templeton, R.G., 1984. *Freshwater Fisheries Management*, Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England.
- Thorgaard, G.H., 1992. Application of Genetic Technologies to Rainbow Trout, *Aquaculture*, 100: 85-97.
- Withler, R.E., 1995. Freshwater Growth, Smolting and Marine Survival and Growth of Diploid and Triploid Coho Salmon (*O. kisutch*), *Aquaculture*, 136: 9-107.

Geliş Tarihi: 24.10.1996

Kabul Tarihi: 16.12.1996

Su Ürünleri Dergisi	Cilt No: 13	Sayı:3-4	485-498	İzmir-Bornova 1996
---------------------	-------------	----------	---------	--------------------

E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Balıkçılık Araştırmalarında Kullanılan Dip Trol Ağları

Zafer Tosunoğlu

M.Hakan Kaykaç

Celalettin Aydın

Adnan Tokaç

E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi , 35100, İzmir, Türkiye.

Abstract: *Bottom trawl nets used in fishery researches of Ege University, Faculty of Fisheries:* In this study structural specifications of bottom trawl nets used in fishery researches carried out by Ege University, Faculty of Fisheries, Fishing Technology Section were discussed. Plans for total of five bottom trawl nets of which three are traditional were drawn out. Traditional bottom trawl nets have a mesh of 630 (22 mm) and 22 mm). The third of these nets called 'şebeke' has 700 (12 mm) mesh and it is smaller than the others. Modern bottom trawl nets have a mesh of 820 (22 mm) and 744 (30 mm). Efficiency, net performance, cod-end selectivity and structural improving are the main subjects of fishery researches conducted with these nets.

Özet: Bu çalışmada, E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağlarının yapısal özellikleri ortaya konulmuştur. Üç adedi geleneksel olmak üzere toplam beş adet dip trol ağının genel planları çıkarılmıştır. Geleneksel dip trol ağları 630 (22 mm) ve 600 (22 mm) göz ağlarıdır. Bu ağlardan üçüncüsü boyut olarak diğerlerine göre daha küçük olan şebeke 700 (12 mm) göz ağdır. Modern dip trol ağları 820 (22 mm) ve 744 (30 mm) göz ağlarıdır. Verimlilik, performans, torba seçiciliği ve yapısal iyileştirmeler bu ağlarla yürütülen araştırmaların başlıca konularını oluşturmaktadır.

Giriş

Türkiye denizleri demersal balık üretimine, trollerin % 85 ile 90 arasında değişen bir payla, katkıda buldukları tahmin edilmektedir. Özellikle son yıllarda Marmara ve Karadeniz bölgelerinden gelen trol teknelerinin katılımı ile Ege Denizindeki trol balıkçılığı faaliyetleri yoğunluk kazanmıştır. Trol balıkçı teknelerinin boyları 15-25 m. ve motor güçleri 150-500 hp arasındadır. Ticari trol teknelerinin kullandıkları dip trol ağlarının neredeyse tümü geleneksel yapıya sahip olan 500-800 göz büyüklüğündeki ağlardır. Son yıllarda önem kazanan diğer bir konu da trol ağlarında seçiciliğin geliştirilmesidir. Trol ağları seçiciliği üzerine E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalında çok yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada E.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama Teknolojisi Anabilim Dalı balıkçılık araştırmalarında kullanılan bu dip trol ağlarının yapısal özellikleri üzerinde durulmuştur.

1994 su ürünleri kayıtlarına göre 491335 ton/yıl deniz balıkları üretimimizin, 58110 tonu (% 12) Ege'den sağlanmaktadır (DİE, 1996). Türkiye limanlarına kayıtlı toplam 408 adet trol teknesi mevcut olup bunun 50 adedi Ege'de bulunmaktadır. Tokaç (1989) ve Gurbet (1989, 1992), Türkiye su ürünleri üretiminde trollerin payının % 5-6, denizlerden dip trolleri ile avlanan su ürünlerinde ise Ege'nin % 13-14'lük bir pay oluşturduğunu bildirmektedirler (DİE, 1986, 1989). % 13-14'lük üretim payına sahip Ege'nin bu üretimi rasyonel bir şekilde arttırması, bilimsel araştırma kurumlarının elde ettikleri sonuçların uygulamaya alınması ile mümkün olabilir.

Troller av verimliliği yüksek ve ekonomik olan balıkçılık takımıdır (Sarıkaya, 1980).

Trol ağı yapılmadan önce, kullanılacak geminin boyutları ve motor gücünün ne olacağı, hangi tür balıkların avlanacağı, balık avlanacak sahanın sualtı topoğrafyasının ve yapılacak trol ağının tipinin (Dip, ortasu veya kombine) ne olacağı hususlarının saptanması gerekir.

Mengi (1977) 60 ve 70'li yıllarda ülkemizde kullanılan geleneksel dip trol ağlarının, Çelikkale ve ark., (1993) Avrupa'da yaygın olarak kullanılan diğer dip trol ağlarının yapımında kullanılan malzeme, teknik plan ve donanımı hakkında detaylı bilgiler vermişlerdir. Bilecik (1989), Türkiye'de trol avcılığı, tartışmaları ve gerçekleri adlı çalışmasında kamuoyunda trolün yanlış tanındığını ve aksine trolün bahsedildiği kadar zararlı bir avcılık takımı olmadığını anlatmaktadır.

Günümüzde trol ağı yapımında en fazla naylon ağlar kullanılmaktadır (Çelikkale ve ark., 1993). Brabant ve Nédélec (1984); poliamid ağ malzemeden yapılan trol ağlarının diğer malzemeden yapılan ağlara göre daha yüksek verimlilik gösterdiği ve kolay temin edildiğinden modern (yüksek ağız açan troller) trol ağlarının yapımında genellikle bu malzemenin kullanıldığı bildirilmiştir. Modern dip trol ağları yüksek ağız açan asimetric ağlar olup kanatlar oldukça uzundur. Torbada çeşitli göz genişliğinde ağ malzeme kullanılır. Torba göz genişliği 20 ve 22 mm. ağlar ile orta ve küçük boyutlu balıklar ile karides türleri avlanmaktadır. Polietilen ağlar ekonomik ve kolay temin edildiğinden naylon ağlara göre daha avantajlıdır. Aşınmaya ve çürümeye karşı dayanıklı fakat daha az kopma direncine sahiptir. Polietilen ağların yoğunluğu (0.96 gr/cm³) naylon ağın ve suyun yoğunluğundan düşük olduğu için operasyon esnasında iyi bir açılım sağlamaktadır. Bu malzemeden yapılan

Balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları

trol ağlarında daha az sayıda yzdzürücü kullanılarak diğer ağ malzemelere göre aynı ağız açıklığı elde edilmektedir. Polietilen ve naylon ağların benzer Rtex değerlerinde kilogramdaki uzunlukları naylon ağlarda daha fazladır (Tablo 1). Aynı Rtex değerine sahip polietilen ağların çapı naylon ağlara göre biraz daha kalın olduğundan çekim esnasında bu malzmeden yapılan trol ağlarına daha fazla güç harcanırken, çekim hızlarında düşmektedir.

Su ürünleri avcılığını düzenleyen 31/1 no.lu sirkülerde, dip trol ağlarının torba ağ göz açıklığı Karadenizde kullanılanlarda 20 mm.'den, Ege ve Akdenizde kullanılanlarda 22 mm.'den, torba dışına konulan muhafazanın ağ göz açıklığı (genişliği) ise bütün hepsinde 42 mm.'den küçük olamaz hükmü yer almaktadır. Ortasu trollerinin 18 m.'den (10 kulaç) sığ sularda çekilme yasağı vardır. Ayrıca dip trollerinde yakalanan bazı türlere asgari boy (cm.) yasağı getirilmiştir. Bu boy barbunya (*Mullus barbatus*) için 13 cm., tekir (*Mullus surmuletus*) için 10 cm., mercan (*Pagellus* sp., *Pagrus* sp.), çipura (*Sparus aurata*) ve karagöz (*Diplodus vulgaris*) için ise 15 cm.'dir.

Stergiou ve ark., (1994) Yunan deniz balıkları üretimini 150.000-170.000 ton/

yıl olduğunu, bu üretimin % 15'lik payının yaklaşık 20.000 ton/yıl dip trolle-riyle avlandığı bildirilmektedir. Bu pay gelir bakımından Yunan su ürünleri üretiminin yaklaşık % 26.2'sini oluşturmaktadır. Trollerle 50'den fazla türün avlandığını bunların başında da *Merluccius merluccius*, *Mullus barbatus*, *Mullus surmeletus*, *Pagellus erythrinus*, *Pagellus acarne*, *Micromesistius poutasou*, *Trisepterus minutes capelanus*, *Merlangius merlangus euxinus*, *Boops boops*, *Spicare smaris*, *Nephrops norvegicus*, *Trachurus* sp., *Lophius* sp. ile *Triglidae*, *Soleidae* ve *Penaeidae* familyalarına ait türler gelmektedir. Demersal ve kıyı balıkçılığında aşırı avcılığın olduğu ve bunun sonucunda bazı türlerin yakalanma yaşı çok düşmüştür. Bu duruma da torba ağ göz açıklığı 14 mm. olan düşük seçicilik özelliği gösteren trol ağlarının yol açtığı bildirilmiştir. Yunan balıkçılığını düzenleyen yasalarda trolle-riye yer ve zaman yasakları yanında trol tekne-lerinin motor güçlerinede (<500 hp) sınırlama getirilmiştir. Barbunya, tekir, mercan ve kupezin (*Boops boops*) minimum karaya çıkarılma boyunun 10 cm., çipuranın 14 cm., bakalyaronun (*Merluccius merluccius*) 16 cm. ve diğer küçük boyutlu ekonomik türlerinde 10 cm.'nin altındakilerinin karaya çıkarılması yasaklanmıştır.

Tablo 1. Farklı ağ malzemelerin benzer rtex değerlerinde kilogramdaki uzunlukları.

Naylon (PA)		Polietilen (PE)	
Rtex	m/kg.	Rtex	m/kg.
625	1600	650	1540
910	1100	970	1030
1250	800	1250-1333	800-750
1666	600	1750	570
2000	500	2000-2100	500-475

Trol Ağlarının Genel Planları

Çalışmada üçü geleneksel olmak üzere toplam beş adet dip trol ağının planı verilmiştir. Geleneksel dip trol ağları alçak ağız açan, asimetrik dip trol ağlarıdır. Bunlar sırası ile 600 göz (22 mm.), 630 göz (22 mm.) ve 700 göz (12 mm.) ağlardır. Modern dip trol ağları ise 820 (22 mm.) ve 744 (30 mm.) göz asimetrik ağlardır.

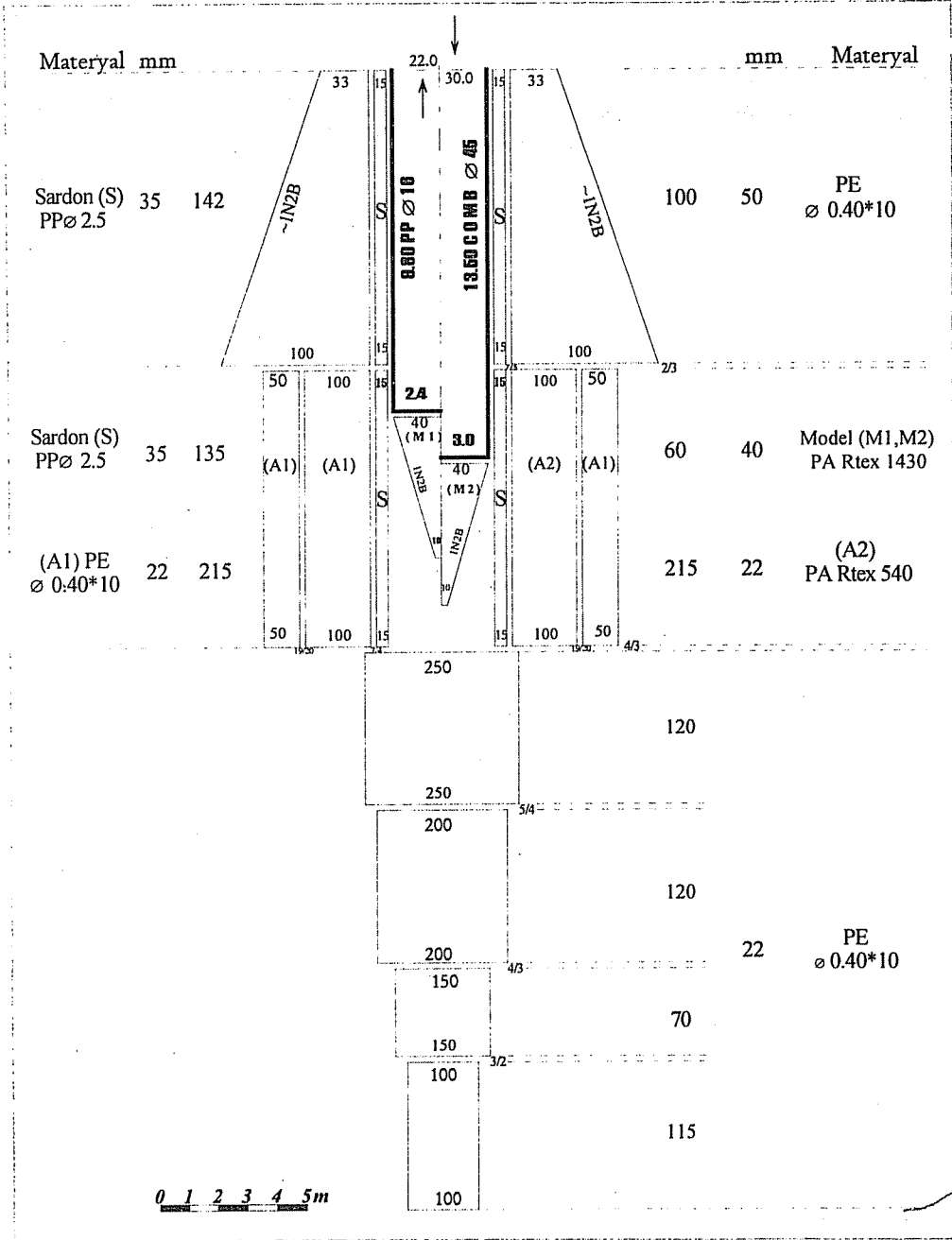
Şekil 1 ve 2'de planları verilen geleneksel dip trol ağları şu an Egede yaygın olarak kullanılan 600 göz ağlar grubuna girmektedir. Şekil 1'deki trol ağının model kısımları, alt panelde modelin yanında 100 göz kısımlar ve güçlendirici sardonları hariç diğer tüm kısımları polietilen (\emptyset 0.40*10) malzemeden oluşmaktadır. Kanatlar 50 mm. göz genişliğinde elde arttırma tekniği ile örülmüş parçalardan, diğer kısımlar ise 22 mm. göz genişliğindeki fabrikasyon ağdan istenilen boyutta kesilen parçalardan oluşmaktadır. Rtex değeri 1430 olan poliamid malzemeden elde arttırma tekniği ile örülmüş iki adet model, üst paneldeki alt paneldekine göre daha önde olacak şekilde donatılmıştır. Sardonlar ise 35 mm. göz genişliğindeki \emptyset 2.5 polipropilen malzemeden oluşmaktadır. Trol ağında geçişler diğer tüm geleneksel trol ağlarında olduğu gibi, çok sayıda ağ gözüne sahip parçanın az sayıda ağ gözüne sahip parçaya yedirilmesi suretiyle yapılmıştır. Trol ağının ağız kısmında alt panelin havalanmaması için modelin her iki yanına 22 mm. göz genişliğinde 100 göz Rtex değeri 540 olan poliamid ağ parçaları konulmuştur. Ayrıca üst panel modelinin her iki yanından eşit göz sayıda fakat birbirlerine geçişlerde uzunlukları artan parçalar sayesinde iyi bir ağız açılımı sağlanmaya çalışılmıştır. Geçişler 20 ağ gözünün 19 ağ gözüne donatılması şeklinde

yapılmaktadır. Sardonlar 15 göz genişliğinde olup kanatların ve modellerin güçlendirilmesinde kullanılmıştır. Tünel ile torba arasında 70 göz yüksekliğinde bir uzatma parçası vardır. Çapı 45 mm., toplam uzunluğu 30 m. olan otkun halat kurşun yaka halatı olarak kullanılmıştır. Mantar yaka halatı olarak 22 m. uzunluğunda 16 mm. çapında polipropilen halat kullanılmıştır. Halatların üzerine kurşun ve mantar ilavesi veya eksiltilmesi ile istenilen derinlikte ağın vertical ağız açılımı sağlanmaktadır. Ağın toplam uzunluğu 38.16 m.'dir.

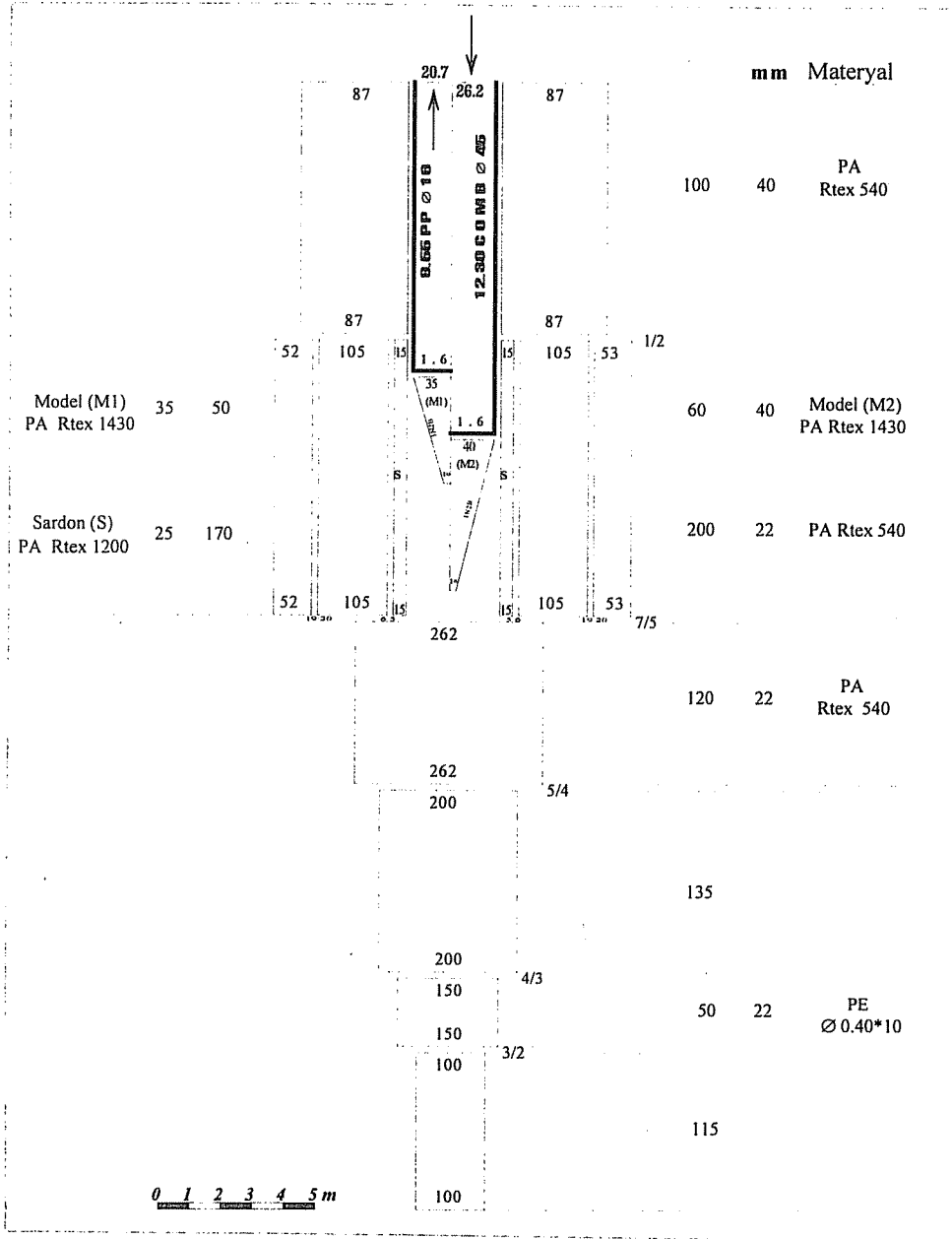
Şekil 2'deki ağın kanatlarla başlayan ilk üç bölümünde Rtex değeri 540 olan poliamid ağ malzeme kullanılmıştır. Kanatlarda kullanılan ağın göz genişliği 40 mm., diğer tüm kısımlarında 22 mm.'dir. Modeller hariç diğer tüm parçalar dikdörtgen biçimindedir. Modeller 35 mm. göz genişliğinde Rtex 1430 PA malzemeden elde arttırma tekniği ile dokunmuştur. Boyuna 135 göz adedi ile başlayan ve torba dahil olmak üzere tüm bu kısımda 22 mm. göz genişliğinde, \emptyset 0.40*10 polietilen ağ malzeme kullanılmıştır. Ayrıca bu ağda 50 göz yüksekliğinde kısa bir uzatma parçası da bulunmaktadır. Trol ağının uzunluğu 35.28 m.'dir. Mantar yaka 20.7 m., kurşun yaka 26.2 m. uzunluğundadır. Bu ağın neredeyse yarı malzemesinin poliamid diğer yarısının polietilen olması trol ağlarında poliamid malzemeden polietilen malzemeye geçişin nasıl olduğunu göstermesi açısından iyi bir örnektir.

Geleneksel dip trol ağlarından üçüncüsü şebeke ağdır. Bu ağın parçalarında kullanılan ağ malzemenin göz genişliği diğer ağlara göre oldukça küçüktür. Ağın toplam uzunluğu 21.64 m.'dir. Kanatlarda 30 mm. göz genişliğinde Rtex değeri 620 olan poliamid ağ malzeme kullanılmıştır. Diğer tüm dikdörtgenimsi parçalar 12

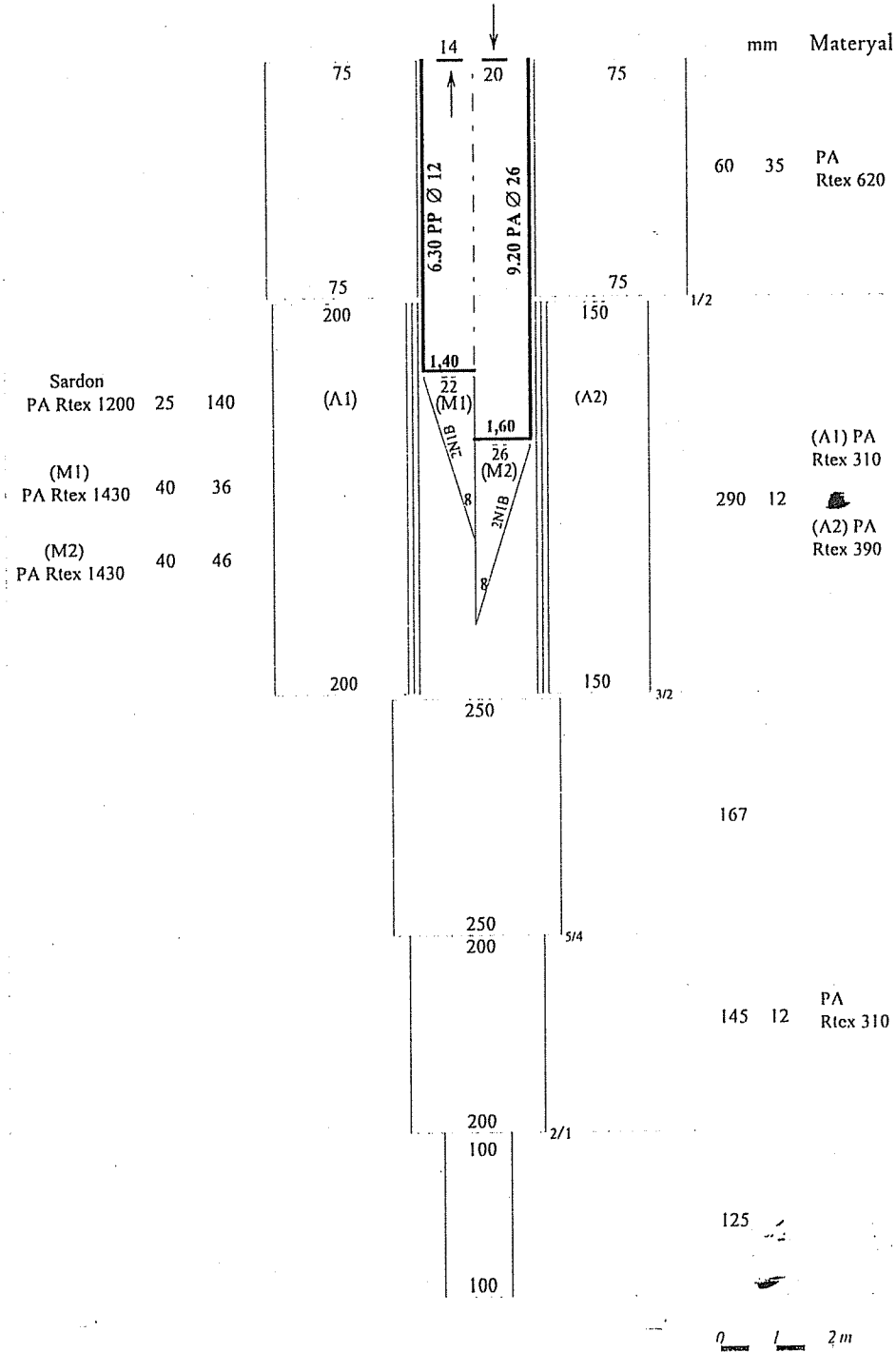
Balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları



Şekil 1. Geleneksel dip trol ağı (600 (22 mm.) göz).



Balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları

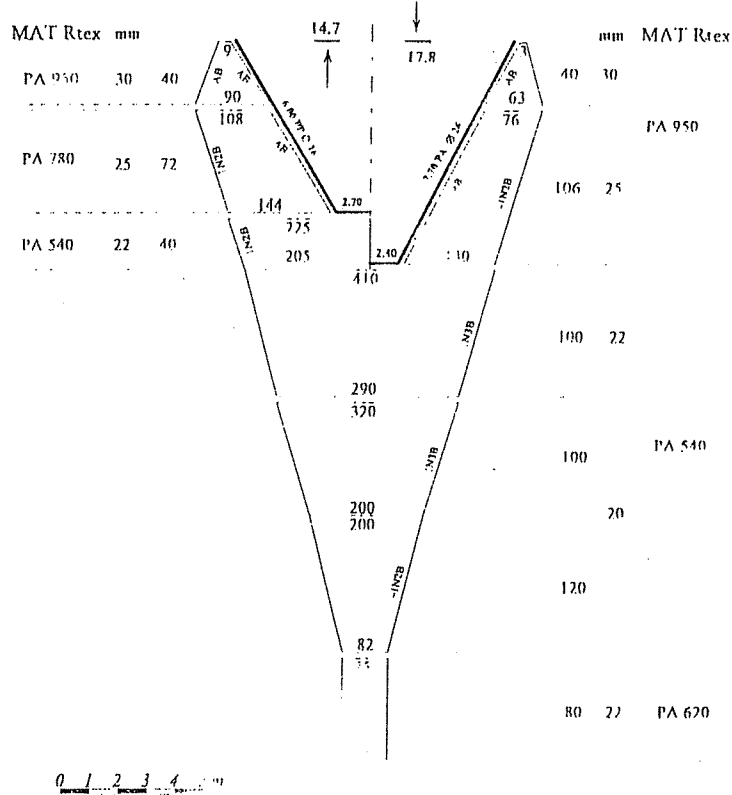


Şekil 3. Geleneksel (şebeke) dip trol ağı (700 (12 mm.) göz).

mm. göz genişliğinde PA Rtex 310 değerindeki ağ malzemenin oluşmaktadır. Modellerin yakalar ile birleştiği kısımdaki genişliğine göz sayıları, diğer geleneksel dip trol ağlarındakinin nerede ise yarısı kadardır. Modeller 40 mm. göz genişliğinde Rtex değeri 1430 olan PA ağ malzemenin elde örülerek yapılmıştır. Mantar yakanın uzunluğu 14.0 m., kurşun yakanın uzunluğu ise 20.0 metredir.

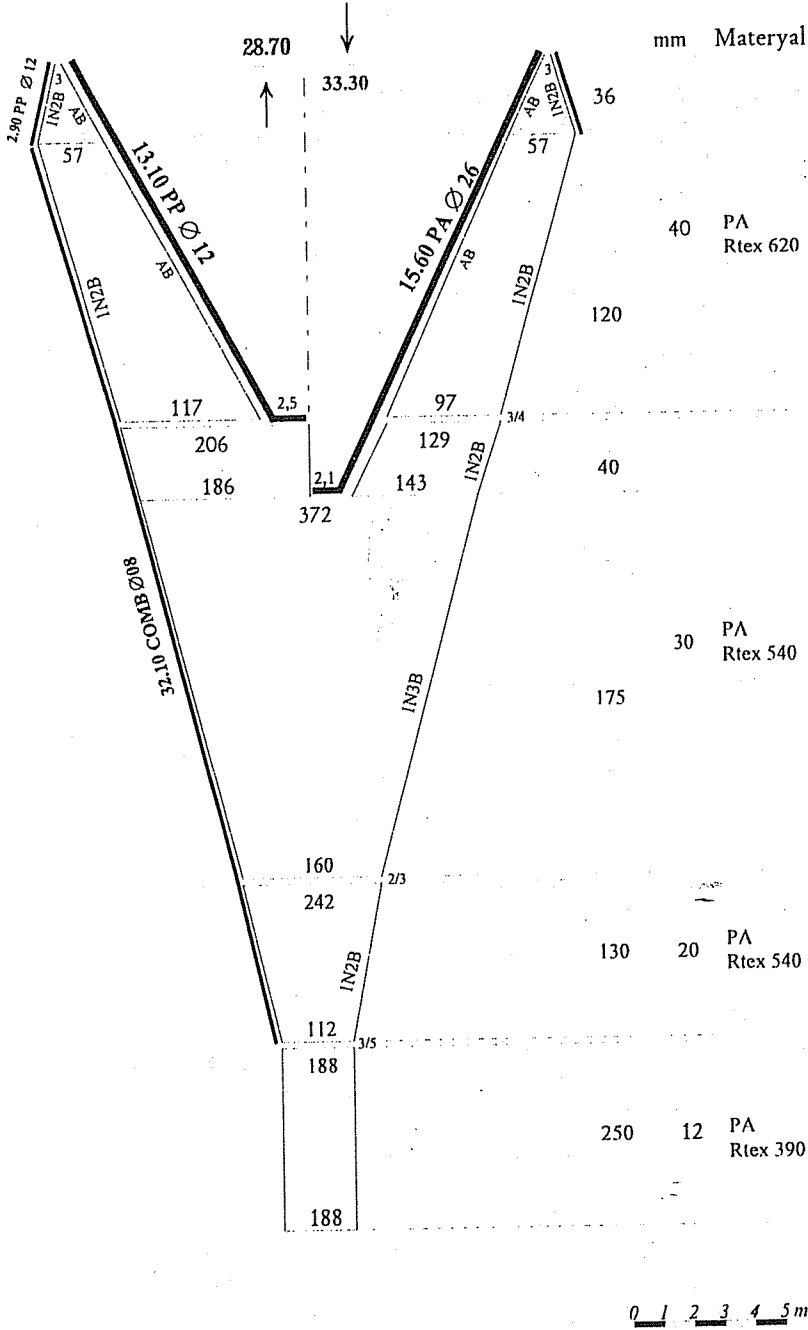
Modern dip trol ağları yüksek ağız açan dip trollerine girmektedir. FAO (1972) ile Brabant ve Nédélec'ten (1984) planları alınan dip trol ağlarının boyutları ve donamlarında değişiklikler yapılarak kendi

çalışma koşullarımıza tasarlanmıştır. Şekil 4'teki dip trol ağı 24.48 m. uzunluğunda 820 göz (22 mm.) ağıdır. Bu ağ planlanırken mevcut teknenin boyunun ve motor gücünün küçük olmasından dolayı ağın boyutu da küçük tutulmuştur. Trol ağının üst kanatlarda 30 mm. göz genişliğinde, alt kanatlarda 25 mm. göz genişliğinde poliamid ağlar kullanılırken diğer kısımların göz genişliği 20 ve 22 mm.'dir. Şekil 4'de görüldüğü gibi torba hariç diğer tüm parçalar yarım göz kesim tekniği ile elde edilmiştir. Ağın mantar yaka uzunluğu 14.7 m., kurşun yaka uzunluğu 17.8 m.'dir.



Şekil 4. Modern dip trol ağı (820 (22 mm.) göz).

Balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları



Şekil 5. Modern dip trol ağı (744 (30 mm.) göz).

Şekil 5'te toplam uzunluğu 36.58 m. olan 744 göz (30 mm.) modern trol ağı planı verilmiştir. Bu ağ planlanırken E.Ü. Su Ürünleri Fakültesinin sahip olduğu balıkçılık araştırma gemisi EGESÜF'ün boyutları ve motor gücü dikkate alınmıştır. Diğer modern ağdan boyut olarak 1.5 kat daha fazla büyüklüğe sahip olan bu ağın, mantar yaka uzunluğu 28.70 m., kurşun yaka uzunluğu 33.30 metredir. Trol ağı parçalarının elde edilmesinde genelde 1N2B kesim tekniği uygulanmıştır. Ayrıca ağın her iki kenarında kanatlardan tünelin bitimine kadar 8 mm. çapında güçlendirici bir halat kullanılmıştır.

Seçicilik çalışmalarında yaygın olarak kullanılan çemberli örtü torbanın planı Şekil 6'da verilmiştir. Küçük göz genişliğine (12 mm.) sahip ağlardan yapılan örtü torbanın uzunluğu ve genişliği torbanın yaklaşık 1.5 katıdır. İki adet polietilen çembere % 50 donam faktörü ile donatılan örtünün, torba ağ gözleri üzerine olası maskeleyme etkisi bu sayede minimuma indirilmektedir (Tosunoğlu ve ark., 1995).

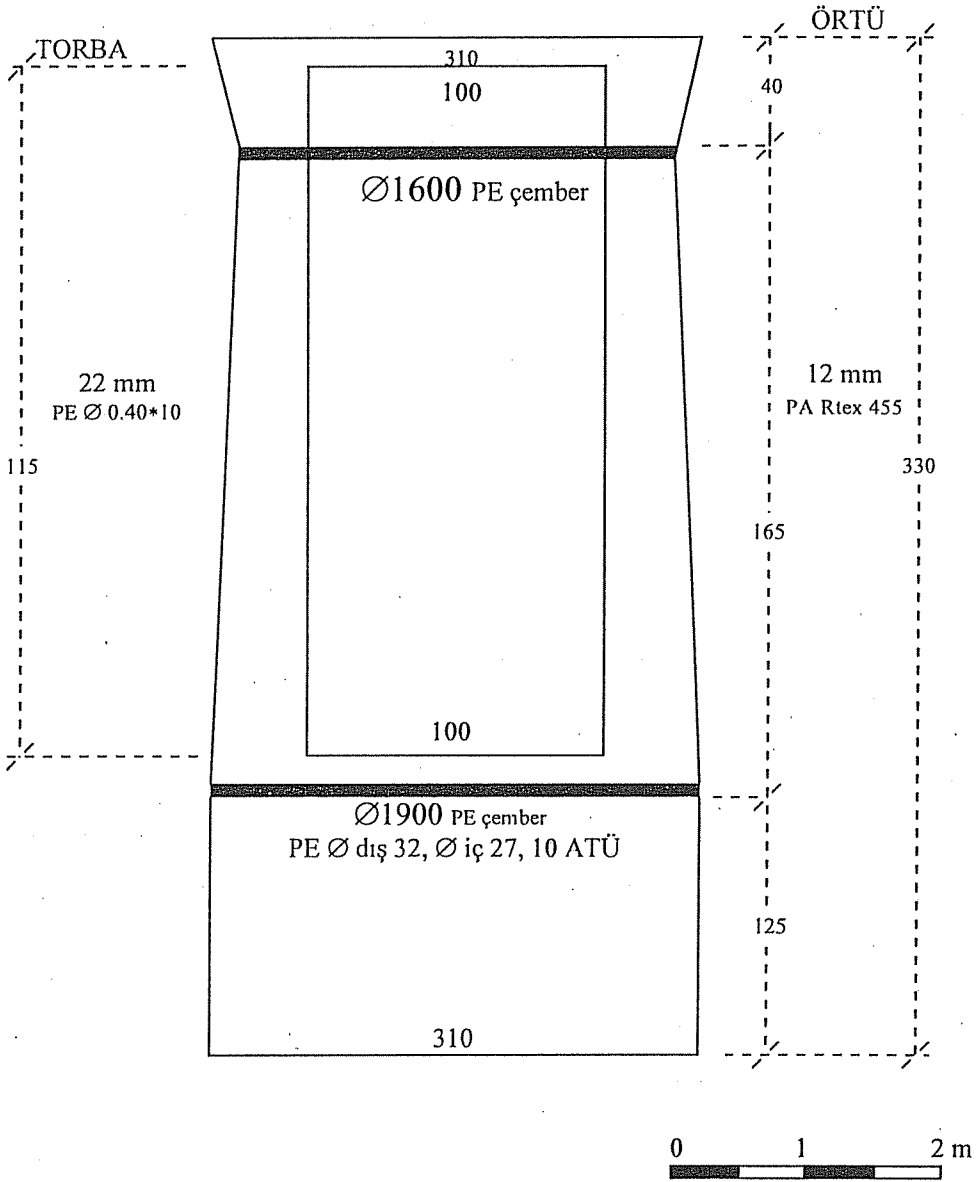
Geleneksel dip trol ağlarında verimliliği arttırmak amacı ile ağ üzerinde bir takım yapısal değişikliklere gidilme zorunluluğu vardır. Bu kapsamda geleneksel dip trol ağlarından modeller çıkarılarak, modern dip trol ağlarında olduğu gibi bu kısımlara kesimli parçalar konulmak sureti ile trol ağının ağız açılımı artırılabilir.

Ayrıca geleneksel dip trol ağları üzerinde durulan en önemli konulardan biri de seçiciliklerinin geliştirilmesidir. düşük seçicilik özelliği gösteren bu ağlara farklı tasarımda torbalar donatılarak seçiciliklerinin (% 150 değeri ve seçicilik aralığı) geliştirilebileceği tespit edilmiştir (Tosunoğlu ve Tokaç, 1997).

Dip trol ağları ile başta verimlilik olmak üzere seçicilik ve ağ performansı üzerine araştırmalar devam etmektedir. Farklı göz uzunluğuna ve şekline sahip torbalar ile boy seçiciliği konusunda Tokaç ve ark., (1995) tarafından detaylı bir çalışma yapılmıştır. Bu ağlarda seçicilik ızgaraları ile tür seçiciliğinin geliştirilmesi şu an üzerinde yoğun olarak çalışılan konulardandır.

Dip trol ağlarının sualtı gözlemleri ile performanslarının izlenmesi ve ayrıca trol ağlarının torbalarından kaçan balıkların yaşama oranlarının tesbiti, çalışma programına dahil edilen konuların başında gelmektedir. Dip trol örneklemeleri 600 hp gücünde ana makinaya, 135 hp gücünde yardımcı makinaya sahip 27.0 m. total boyundaki saç balıkçılık araştırma gemisi EGESÜF ve 130 hp gücünde ana makinalara sahip 16.5 m. total boyundaki ahşap balıkçılık araştırma gemisi Hippocampus ile yapılmaktadır (Trol operasyonları sırasında trol ağının gemiye alınmasında EGESÜF'te hareketini ana makinadan kayış-kasnak sistemi ile alan trol vinci, Hippocampus'te ise hidrolik trol vinci kullanılmaktadır). Her iki gemide de çift taraflı tambura sarılı 500 m.'lik çelik halat mevcuttur. Çelik halatların çapı EGESÜF'te 10 mm., Hippocampus'te ise 8 mm.'dir. Trol operasyonlarında kullanılan trol kapıları 170x80 cm. ebatlarında yaklaşık 75 kg. ağırlıkta, ahşap ve demir malzemedendir yapılmıştır. Trol ağı ile kapılar arasında 100 m. uzunluğunda, 35 mm. çapında içi kurşunlu sentetik karışımli palamar halatlar kullanılmaktadır. Trol ağlarında çapı 15-25 mm. olan küresel PVC yüzdürücüler ile 20 cm. uzunluğunda 10 cm. çapında silindirik şeklinde starapor yüzdürücüler kullanılmaktadır. Batırıcı malzeme olarak ise ağırlıkları ayarlanmış plaka batırıcılar ile zincirler kullanılmaktadır.

Balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları



Şekil 6. Seçicilik araştırmalarında kullanılan çemberli örtü torba.

Tartışma ve Sonuç

Ege ve Akdeniz'e kıyılı birçok ÷lkede geleneksel yapıya sahip dip trol ağları yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bu ağların en önemli karakteristik özelliği her iki panelin ön kısmında üçgen şekilli modellerin olmasıdır. Ayrıca kesim tekniği uygulan-

madan elde edilen dikdörtgen biçimindeki parçaların birbirine ilavesi ile üst ve alt paneller oluşmaktadır. Fakat bu ağların göz sayıları, toplam uzunluğu, yapımında kullanılan ağ malzeme ve göz genişliklerinde bazı farklılıklar mevcuttur (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı araştırmacıların geleneksel dip trol ağında tespit ettiği özellikler.

Dip Trol Ağının	Mengi (1977)	Ünal (1995)	B.Yami (1959)	Stergiou (1994)	Mevcut
Göz Sayısı	700-600	1200	840	1000 ?	600-630
Uzunluğu (m)	28.5-23.3	43	34-35	59.4	38-35
Göz Genişliği (mm)	40-36 (Kanat) 14 (Torba)	42 (Kanat) 22 (Torba)	50 (Kanat) 20 (Torba)	28 (Kanat) 14 (Torba)	50-40 (Kanat) 22-20 (Torba)
Malzemesi	Poliamid	Poliamid Polietilen	-		Poliamid *Polietilen
Kullanıldığı Yer	Marmara	Ege	Güney İtalya ve İsrail	Yunanistan	Ege

Mengi (1977) Marmara'da kullanılan 800 göz dip trol ağının 35.5 m., 700 göz ağların 27.84-29.52 m., 600 göz trol ağının ise 23.3 m. geldiği bildirilmektedir. Bu ağların şu an Ege'de kullanılan dip ağlarından daha küçük boyutlu olmalarını kullanılan ağların göz genişliklerinin küçük olmasına bağlayabiliriz. şebeke olarak adlandırılan geleneksel dip trol ağı, Mengi (1977)'nin bahsettiği 700 göz dip trol ağı ile çok benzerlik göstermektedir. Gurbet (1992) tarafından Akdeniz (Foça) tipi alçak ağız açan dip trol ağının teknik planı verilmiştir. Ünal (1995) tarafından teknik planı verilen İtalyan tipi dip trol ağının göz sayısı şu an Ege'de kullanılan geleneksel dip trol ağlarından oldukça fazladır. Bu kadar fazla miktarda ağ malzemesinin kullanımını trol ağının su altındaki çalışma performansını ve geminin mazot sarfiyatını arttırabileceği yönünden olumsuz bir durum göstermektedir. Ben-yami

(1959) İtalyan tipi dip trol ağının, toplam uzunluğunu 35.0 m. olarak tespit etmiştir. Bu ağın panellerini oluşturan parçalarda kullanılan ağ malzemesinin göz genişlikleri, kanatlarda 50 mm., modellerde 40 mm., karında 27-30 mm., boğazda 20 mm. ve torbada 20-25 mm. arasında değişmektedir. Trol ağının bu özelliklerinden ve kullanılan parçaların uzunluklarının bizdeki geleneksel dip trol ağları ile çok büyük benzerlik göstermesi, Ben-Yami'nin bahsettiği bu ağların orijininin İtalyan tipi trol ağı olduğunu kanıtlamaktadır. Yunan sularında kullanılan dip trol ağında iki adet model mevcut olup medollerde kullanılan ağın göz genişliği 22 mm.'dir (Stergiou ve ark., 1994). Ayrıca modellerin yanında 21.0 m. uzunluğunda 22 mm. göz genişliğinde 20 göz sardon kullanılmıştır. Ağın genişliğine göz sayısı oldukça fazladır. Bu ağ bizde şebeke olarak adlandırılan dip trol ağına benzemekteyse de ağ boyut ola-

Balıkçılık araştırmalarında kullanılan dip trol ağları

rak oldukça büyüktür. Bu boyuttaki trol ağını ancak 500 hp gücünde, 26.3 m. boyunda ticari trol teknesi profesyonel olarak kullanabilmektedir.

Yukarıda anlatılanlardan da anlaşılacağı üzere Akdenizin birçok ülkesinde kullanılan dip trol ağı küçük değişiklikler olsa da aynı yapıdaki İtalyan tipi dip trol ağlarıdır.

Geleneksel dip trol ağları üzerine ülkemizde yapılan çalışma sayısı azdır. Tokaç (1989) geleneksel dip trol ağlarının aynı çekim koşullarında modern trol ağlarına göre daha az vertikal ağız açılımı sağladığını, yerel (geleneksel) tip trollerin birim ağ ağız alanı başına düşen direnç bakımından daha yüksek değere sahip olduğunu ve bu yüzden verimliliklerinin **Kaynakça**

de daha düşük olduğunu model bazda yaptığı denemelerle tespit etmiştir. Geleneksel dip trol ağlarında çoğunlukla polietilen malzemenin kullanılması bu ağların su içindeki direncini arttırmaktadır (Tokaç, 1989; Çelikkale ve ark., 1994). Bu ağların tür bazında boy seçiciliğinin düşük olduğu Gurbet (1992) tarafından tespit edilmiştir.

Sonuç olarak yaygın şekilde kullanılan geleneksel dip trol ağlarının verimlilikleri ve seçiciliklerinin artırılması için performans ve yapısal iyileştirmeler üzerine araştırmalar yoğun bir şekilde süratle tamamlanıp, tüm denizlerimizde standart bir dip trol ağının kullanımına geçilmesi balıkçılığımız açısından olumlu yararlar sağlayacağı kanaatindeyiz.

- Ben-Yami, M., 1959. Study of the Mediterranean trawl net. FAO, Modern Fishing Gear of the world. (Kristijosson, H. Edt.). Fishing News (Books) Ltd. 213-221 p.
- Bilecik, N., 1989. Türkiyede trol avcılığı tartışmaları ve gerçekler. T.C.Tarım Orman ve Köyşleri Bak., Su Ürün.Araş.Enst.Müd., Seri A, Yayın No. 1, Bodrum.
- Brabant, J.C., Nédélec, C., 1984. Bottom trawls for small-scale fishing. FAO, Fisheries Technical Paper 189. Rome, 1984.
- Çelikkale, S., Düzgüneş, E., Candeğer, A.F., 1993. Av Araçları Avlama Teknolojisi. K.T.Ü., Sürmene Deniz Bil.Fak. genel yayın No. 162, Yayın No: 4, K.T.Ü. Basımevi, Trabzon, 1993. 40-527 s.
- DİE., 1996. Su Ürünleri İstatistikleri, 1994. Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Fishing Gear and Methods Branch, Fishery Industries Division, Department of Fisheries 1972. FAO Catalogue of Fishing Gear designs. FAO of the United Nations by Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England.
- Gurbet, R., 1989. Trol balıkçılığı ve ağları. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 21-22-23-24, s. 102-111, İzmir.
- Gurbet, R., 1992. Barbunya balığı (*Mullus barbatus* L.) avcılığında dip trol ağlarının seçiciliği. Doktora Tezi. E.Ü.Fen Bil. Enst., Su Ürün.A.B.D., Bornova, İzmir.
- Mengi, T., 1977. Balıkçılık Tekniği. MET/ER Matbaası, İstanbul, 1977. s. 107-145.
- Sarıkaya, S., 1980. Su Ürünleri Avcılığı ve Av teknolojisi. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, Ankara. s. 114-128.
- Stergiou, K.L., Petrakis, G., Politou, C-Y., Christou, E.D., Karkani, M., MacLennan, D.N., Ferro, R.S.T., 1994. Selectivity of square and diamond cod-ends in Hellenic waters. *Final report (Contract number MED92/020) to the Commission of the European Union, Directorate General for Fisheries, Unit XIV-1, Stergiou and Co., Athens, Hellas, November 1994: 1-54 pp. (+Appendix, 21 pp.)*

- T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, 1997. Su ürünleri avcılığını düzenleyen 31/1 numaralı sirküler. Ankara, 1997.
- Tokaç, A., 1989. Model Trol Ağları Üzerine Denemeler. Doktora Tezi. E.Ü.Fen Bil.Enst., Su Ürün. ABD, Bornova, İzmir.
- Tokaç, A., Lök, A., Metin, C., Tosunoğlu, Z., Ulaş, A., 1995. Trol balıkçılığında demersal balık kaynaklarının korunmasına yönelik seçicilik araştırması. TÜBİTAK DEBAG, 105 No.lu Proje kesin Raporu. 79 s.
- Tosunoğlu, Z., Tokaç, A., Lök, A., Metin, C., 1995. Trol araştırmalarında kullanılan örtü torba yönteminin farklı iki tekniğinin torba seçiciliğine etkilerinin karşılaştırılması. TÜBİTAK, Türk Veterinerlik ve Hayvancılık Dergisi. No. 96012.
- Tosunoğlu, Z., Tokaç, A., 1997. Dip trol ağlarında torba seçiciliğinin geliştirilmesi. Akdeniz Balıkçılık Kongresi. 9-11 Nisan, İzmir, Türkiye.
- Ünal, V., 1995. Foça yöresi trol teknelerinin birim av gücü ve ekonomik yapısı üzerine araştırmalar. E.Ü. Fen Bil.Enst. Su Ür.Avl. ve İşl.Tekn.ABD.Yük.Lis.Tezi. Bornova, İzmir, s. 45.

Geliş Tarihi: 02.06.1997

Kabul Tarihi: 01.07.1997

SU ÜRÜNLERİ DERGİSİ YAYIN İLKELERİ

Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi'nin yayın organı olan *Su Ürünleri Dergisi*'nde deniz, acısu ve içsularla yaşamı sürdüren sucul canlıların biyolojisi, ekolojisi, biyocoğrafyası, yetiştiriciliği, hastalıkları ve tedavisi, balıkçılık, avlama ve işleme teknolojisi, korunması, pazarlama ekonomisi ve çevre etki değerlendirmesi ile deniz hukuku konularındaki araştırma ve çalışmalar yayımlanmaktadır. Eserler orijinal araştırma makalesi olabilecekleri gibi, derleme, rapor veya haber nitelikli de olabilirler. Ancak, daha önce hiçbir yayım organında yayımlanmamış olmalıdırlar.

Dergi editörler kurulu, eserleri biçim, açıklık ve özlük açısından değerlendirip, öneri ve düzeltmeler yapabilir, ancak, eserlerin teknik içeriklerinden ve başka hatalarından sorumlu değildir. Basılmış olan eserlere telif ücreti ödenmez.

Eserler, türkçe, ingilizce, fransızca dillerinden herhangi biri ile A4 (21.0x29.7 cm.) boyutlarındaki beyaz kağıda kenarlarından 2.5 cm. boşluk bırakılarak daktiloda veya aynı formattaki bilgisayarda iki ara ile yazılmalı, sayfalar üstten numaralanmalı, aydıngere çizilmiş şekil ve tablolar dahil 30 sayfayı aşmamalıdır. Eserler, sonraki yazışmalar için iki adet A4 zarf, iki adet 250'şer gr. gramajlı mektup karşılığı pul eki ile biri orijinal üç kopya halinde "*Prof. Dr. Tufan KORAY, Ege Üniversitesi, P. K. 24, 35102, İzmir*" adresine gönderilmelidir. Yazıyla ilgili detaylar şöyledir,

Başlık: Yazının başlığı, yazıldığı dilde büyük harflerle, yazar (lar)'ın ad (lar)'ı küçük, soyad (ları)'ı büyük harfle ünvan belirtilmeden yazılacak, bunu bir ara ile yazar adres (ler)'i izleyecektir.

Yabancı Dilde Özet ve Yabancı Dilde Başlık: Eser türkçe yazılmış ise, yabancı dilde özetle başlığı verilecek ve başlığın yanından itibaren yabancı dilde özet yazılacaktır. Eğer eser yabancı dilde yazılmış ise özetle türkçe başlığı ve hemen yanında türkçe özeti yer alacaktır.

Özet: Eserin yazıldığı dilde, çalışmanın amacını, materyal ve yöntemini, sonuçları ve yorumunu 200-300 sözcükle ifade edecektir.

Metin: Yazı genel sıralama içinde, GİRİŞ, MATERYAL ve YÖNTEM, BULGULAR, TARTIŞMA VE SONUÇ, KAYNAKÇA başlıkları altında oluşturulmalıdır. Derleme, rapor ve haber tipindeki eserlerde bu standartlara uyulmayabilir. Eserde geçen bilimsel cins ve tür isimlerinin, diğer latince kelimelerin altı çizilmelidir.

Dipnot: İlk sayfa altına, iletişim kurulacak yazar (lar)'ın ek adresleri, telefon ve faks numaraları, araştırmanın desteklendiği projenin adı gibi bilgiler altı çizilerek (italik) harflerle verilebilir.

Göndermeler: Metinde yer alan göndermeler cümle başlarında, Engin (1987)...., şeklinde, cümle sonlarında ise, (Atalay 1985, 1987, Rolf 1992), şeklinde verilmeli, iki yazarlı kaynaklarda her iki yazar belirtilirken (Sunaroglu ve Günay 1993), eserde ikiden fazla yazar bulunması halinde sadece ilk yazarın soyadını takiben 've diğ.' kısaltması kullanılmalıdır, Wilson ve diğ. 1992.

Tablo ve Şekiller: En fazla 12x16 cm. boyutlarda olmak üzere, metinde yer alışı sırasına göre arabik sayılarla numaralanacak, isimleri ayrı bir sayfada bir arada listelenecek, kullanılan sembol ve kısaltmalar açıklanacaktır. Şekiller aydıngere çizilmiş veya laser yazıcıda basılmış olmalı, eserdeki yerleri sayfa üzerinde belirtilmeli, arkalarına sıra numarası, eserin kısa başlığı ve yazar ad(lar)'ı yazılmalıdır. Fotoğraf, şu andaki basım tekniğini nedeni ile kabul edilmemektedir.

Kaynakça: Eserin % 20'sini geçmemelidir. Yararlanılan yapıtlar, ilk yazarlarının soyadı dikkate alınarak alfabetik sıraya dizilecek, eğer aynı yazara ait birkaç eser varsa, bunlar da kronolojik olarak sıralanacaklardır. İki veya ikiden fazla yazarlı eserlerin, tüm yazarlarının verilmesi gereklidir. Bazı örnekler şunlardır,

Makale: Michelson, A.R., M.E. Jacopson, M.I. Scranton, and J.E. Mackin. 1989. Modelling the distribution of acetate in anoxic estuarine sediments. *Limnol.Oceanogr.* 34:747-757.

Kitap: Iler, R. 1979. *The chemistry of silica*, 2nd ed. Wiley.

Bölüm: Crawford, R.M.M. 1980. Metabolic adaptations to anoxia, p. 119-136. *In* D.D. Hook and R.M.M. Crawford [eds.], *Plant life in anaerobic environments*. Ann Arbor Sci.



INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Su Ürünleri Dergisi, (*Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*) is a publishing organ of Ege University, Faculty of Fisheries. *Su Ürünleri Dergisi* publishes original papers and reviews on biology, ecology, biogeography, culture, disease and treatment, catching, processing and marketing, and protection of organisms living in marine, brackish and freshwater habitats. In addition, topics of current interest on marine law, pollution monitoring and control studies are included.

The Editorial Office evaluates the articles for brevity and clarity but is not liable for printing errors and for the technical content of the articles. Articles submitted must not have been published elsewhere.

The articles should be in Turkish, English or French and must be typewritten, double-spaced on A4 (21.0x29.7 cm) papers within 2.5 cm margins. Reference list should not exceed 20 % of the total text, and the full text including figures, photographs and tables must be maximum 30 typewritten pages. The cost of color illustrations and photographic clichés must be prepaid by the authors. One original and two copies of the manuscript should be submitted to the "Prof. Dr. Tufan KORAY, Ege Üniversitesi, P. K. 24, 35102, İzmir, Türkiye". The text should be arranged accordingly.

Title of the article: The title and surname(s) of the author(s) should be given in capitals, the forename(s) and addresses in the lower case.

Abstract: Abstract should describe the purpose of the study, material, results and conclusions, in 200-300 words.

Text: The text must include the following; Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, References. Reviews may be written out of this standards. Scientific genus and species names must be underlined with a straight line for italics.

Footnotes: Short footnotes such as additional address, telephone, fax, bitnet numbers, project names etc. may be given at the last line of the first page, but they must be underlined.

Literature cited in the text: Author-date format should be preferred, e.g. at beginning of the sentences, Engin (1987)....., at the end of the sentences, (Atalay 1985, 1987, Rolf 1992). Two authors are to be cited as (Sunaroglu and Günay 1993), more than two authors, Wilson *et al.*, 1992.

Tables and figures: Tables and figures should be up to 12x16 cm, be numbered with arabic numerals, legends should be placed together and type on a separate page. For both figures and tables, the desired placement must be marked in the text margins. All symbols and abbreviations must be briefly explained as footnotes to the tables.

References: References should be arranged alphabetically according to names of authors, in preference to chronological order. The typographic rules are as below;

Paper: Michelson, A.R., M.E. Jacopson, M.I. Scranton, and J.E. Mackin. 1989. Modelling the distribution of acetate in anoxic estuarine sediments. *Limnol. Oceanogr.* 34:747-757.

Book: Iler, R. 1979. The chemistry of silica, 2nd ed. Wiley.

Section: Crawford, R.M.M. 1980. Metabolic adaptations to anoxia, p. 119-136. In D.D. Hook and R.M.M. Crawford [eds.], *Plant life in anaerobic environments*. Ann Arbor Sci.

