

Sivriburun Karagöz (*Diplodus puntazzo*) Larvalarının Kültür Koşullarında Erken Dönem Gelişimleri*

Deniz Çoban¹, H. Okan Kamacı¹, Cüneyt Süzer¹, Şahin Saka¹, Kürşat Fırat²

¹Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

²Ege Üniversitesi, Tire Kutsan Meslek Yüksekokulu, 35900 Tire, İzmir, TÜRKİYE

ÖZET

Bu çalışmada yoğun kültür koşulları altında üretilen sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) larvalarının notokorda bükülme zamanına göre boy ve ağırlık gelişimleri incelenmiştir. Prelarval dönemde yumurtadan çıkıştan itibaren 12 saat boyunca larvalar örneklenmiş ve total boy (TB), vitellüs kesesi hacmi ve yağ damlası hacmi hesaplanmıştır. Larval gelişim, yumurtadan çıkıştan itibaren 42. güne kadar tanımlanmıştır. Larvalar yumurtadan çıktıkları andan itibaren canlı yemin tamamen kesildiği güne kadar üç günde bir örneklenmiştir. Sivriburun karagöz larvaları 15 m³ tanklarda, değişken fotoperiyot rejimi altında tutulmuş ve ağız açılımla birlikte rotifer, *Artemia* nauplii ve *Artemia* metanauplii ile beslenmiştir. Yeşil su tekniği 30-40.10⁴ hücre.ml⁻¹ olacak şekilde *Nannochloropsis* sp. and *Isochrysis* sp. türleri verilmiştir. Yumurtadan çıkan larvanın total boyu 2,91±0,11 mm, vitellüs kesesi hacmi 0,338375±0,0434 mm³, yağ damlası hacmi 0,007609±0,00251 mm³ olmuştur. Vitellüs kesesi 20,0±0,05°C su sıcaklığında 96. saatte 3,35±0,15 mm TB emilirken, yağ damlası tükenmesi 120. saatte 3,47±0,13 mm TB'da olmuştur. Yumurtadan çıkan prelarvanın kuru ağırlığı 0,0189±0,0011 mg olurken notokorda bükülmesinin meydana geldiği 15 günde 0,0895±0,002 mg ve notokorda bükülmesinin sonlandığı 24. günde 0,2806±0,0048 mg olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonlandığı 42. günde kuru ağırlık 2,9018±0,0121 mg olmuştur.

Anahtar kelimeler: Sivriburun Karagöz, *Diplodus puntazzo*, larval gelişim, larval yetiştiricilik, büyüme

Early Life Development of the Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo*) under Culture Condition

ABSTRACT

In this study, total length and weight development of sharpsnout sea bream (*Diplodus puntazzo*) larvae were investigated depending on depend on flexion of notochord under culture conditions. Newly hatched larvae were sampled 12-h interval from the hatching and also total length (TL), yolk-sac and oil globule volume were measured during the yolk-sac stage. Larval stage was identified from hatching to day 42. Larvae were sampled 3 days interval from hatching until end of the weaning. Larvae were stocked in 15 m³ tanks and photoperiod was adjusted through out larval stage. Larvae were fed rotifer, *Artemia* nauplii and *Artemia* metanauplii after mouth opening. Green water technique was used by means of *Nannochloropsis* sp., *Chorella* sp., and *Isochrysis* sp. at a density of 3-4*10⁵ cells ml⁻¹. Total length, yolk-sac and oil globule volume of newly hatched larvae were measured as 2.91±0.11 mm, 0.338375±0.0434 mm³ and 0.007609±0.00251 mm³ respectively. Absorption of yolk-sac and oil globule were observed 3.35±0.15 mm TL at 96 h 3.47±0.13 mm TL at 120 h respectively. Dry weight of newly hatched larvae were weighed as 0.0189±0.0011 mg while this parameter was measured as 0.0895±0.002 mg and 0.2806±0.0048 mg at the beginning of the flexion of notochord on day 15 and at the end of the flexion of notochord on day 24, respectively. Finally, at the end of the study larvae were weighed as 2.9018±0.0121 mg on day 42 in the end.

Key words: Sharpsnout Seabream, *Diplodus puntazzo*, larval development, larval rearing, growth

Bu çalışma TÜBİTAK VHAG 2111 numaralı proje ile desteklenmiştir.

GİRİŞ

Akdeniz ülkelerinde ve Türkiye’de birçok kuluçkahane levrek (*Dicentrarchus labrax*) ve çipura (*Sparus aurata*) yetiştiriciliğine alternatif olarak tanımlanan ekonomik değeri yüksek yeni türlerin yetiştiriciliğine ilgi duymaktadır. Bilimsel ve teknik açıdan sahip olunan üretim teknikleri ve biyolojik döngüler temel alınarak, Akdeniz’de birçok ülke yeni türlerin üretimi üzerine odaklanmıştır. Bu açıdan, sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*), sinarit (*Dentex dentex*) ve fangri (*Pagrus pagrus*) deniz balıkları kültürü için alternatif tür kapsamında değerlendirilebilecek türlerin başında gelmektedir.

Balığın erken dönem larval gelişiminin bilinmesi gerek kültür gerekse doğal ortamda o türün davranışı, beslenme tercihleri ve predatörden sakınımı bakımından önem taşır (Gozlan ve ark., 1999). Özellikle predatörden kaçma ve yüzme gelişimi erken larval dönemde karakteristik olup, larvanın hayatta kalma kabiliyeti üzerine doğrudan etkilidir. Bu yüzden canlılığın erken gelişimi hakkında bilgi bir türün ekolojik gelişimlerini anlamada esastır (Gisbert, 1999). Bu durum bize yetiştiricilik koşullarında türe özgü protokollerin oluşturulmasına olanak sağlar. Bununla birlikte, balık yetiştiriciliği açısından normal larva morfolojisinin bilinmesi, kaliteli yavru ve yetişkin üretiminde, yetiştirme şartlarının iyileştirilmesine yardımcı olur. Sivriburun karagöz balığının erken dönem yaşam döngüsü üzerine az sayıda literatür bulunmaktadır. Mevcut literatürler daha çok monokültür ve polikültür koşullarındaki gelişimleri (Favaloro ve Mazzola, 2003), juvenil boydaki balıkların meristik karakter ve şekil değişimleri (Favaloro ve Mazzola, 2006), larval dönem sindirim enzimleri ontogenisi (Suzer ve ark., 2007) ve embriyolojik ve larval gelişim (Fırat ve ark., 2005; Kamacı ve ark., 2005; Korkut ve ark., 2006) üzerinedir.

Bu çalışmada, ilk defa intensif kültür koşulları altında yaşa bağlı sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) larvalarının yumurtadan çıktıktan sonraki ilk günden canlı yemin kesildiği 42. güne kadar notokorda bükülmesine bağlı olarak boy ve ağırlık gelişimleri incelenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Anaç yönetimi ve inkübasyon

Çalışmada kullanılan anaç balıklar, 12 m³ hacmindeki dairesel tanklara, 1:1 dişi/erkek oranında ve 5 kg.m⁻³ yoğunlukta stoklanmıştır. Anaçlardan elde edilen sivriburun karagöz

yumurtaları doğal üreme periyodunda ve doğal sıcaklık koşulları (38° 92' Kuzey; 27° 05' Doğu) altında elde edilmiş olup hormon müdahalesi yapılmamıştır. Su sıcaklığı yumurtlama döneminde 20,0–22,0°C arasında olmuştur. Anaçların beslenmesinde yumurta kalitesini artırmak amacı ile taze yaş yem olarak sübye (*Sepia officinalis*), kalamar (*Loligo vulgaris*) ve ahtapot (*Octopus vulgaris*) kullanılmıştır. Anaçlara sabah ve akşam olmak üzere günde 2 kez doyuncaya kadar besleme yapılmıştır. Anaçlardan temin edilen yumurtalar kollektörlerden toplandıktan sonra ayrı bir kaptaki bekletilmiş ve ölü-canlı ayrımı yapılmıştır. Canlı yumurta miktarı tespit edildikten sonra yumurtalar 1000 litre hacmindeki 375 µm göz açıklığına sahip inkübatörlere 1500 adet.lit⁻¹ olacak şekilde yerleştirilmiştir. Canlı yumurtalar 800–900 µm çapı arasında olmuş, saydam genelde tek yağ damlası içermiştir. İnkübasyon karanlık ortamda gerçekleşmiş ve su debisi saatte %30 olacak şekilde ayarlanmıştır. İnkübasyon sırasında su sıcaklığı 20,0±0,5 °C arasında değişim göstermiştir.

Larval üretim

Yumurtadan yeni çıkmış sivriburun karagöz prelarvaları 15 tonluk silindirik şeklindeki polyeüster tanklara 100 larva.litre⁻¹ yoğunluğunda stoklanmıştır. Prelarval dönemin sonunda ağız ve anüs açılımlarının gerçekleşmesiyle ışıklar açılmış ve ortama alg ile birlikte rotifer girilmiştir. Alg olarak *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis suecica* 30-40.10⁴ hücre.ml⁻¹, rotifer olarak *Brachionus plicatilis* 12-15 adet.ml⁻¹ olacak şekilde larvalara yumurtadan çıktıktan sonraki 4 ile 25. günler arasında verilmiştir. Rotiferin tank içerisindeki miktarının azaltılmasıyla birlikte sivriburun karagöz larvaları 15. günden itibaren *Artemia* nauplii (430 µm, INVE S.A., Belçika) ile beslenmeye başlamıştır (Rotifer 8-10 ad.ml⁻¹; *Artemia* 0,5-1 adet.ml⁻¹). *Artemia* metanauplii’ler (480 µm, INVE S.A., Belçika) ise yumurtadan çıktıktan sonraki 25. günde larvalara vermeye başlamıştır. Rotifer ve *Artemia* zenginleştirilmesinde Selco (INVE S.A., Belçika) kullanılmıştır. 32. günden itibaren tank içerisine mikropartikül yem (Proton, INVE S.A. Belçika) girişi günlük biyomasın %4–10 arasında yapılmıştır. Prelarval dönemden sonra ışık yoğunluğu 30–150 lüks arasında, su debisi ise saatlik tankın %3-5’ini değiştirecek şekilde belirlenmiştir. Yeşil su tekniği uygulanan dönem içerisinde 24 saat aydınlatma uygulanmış, daha sonraki günlerde 18 saat aydınlık, 6 saat karanlık uygulamasına geçilmiştir.

Sıcaklık larval üretimin başında 20°C olurken larval dönemin sonuna kadar 24°C'ye kadar kademeli olarak yükseltilmiştir. Larval dönem boyunca pH 7,0–8,0 arasında değişim göstermiştir.

Morfolojik ölçümler

Örnekleme yumurtadan çıktıktan sonraki prelarval safhadan başlayarak canlı yem uygulamasının sonuna kadar olan dönemde yapılmıştır. Larva örnekleri tanklardan her 3 günde bir en az 50 adet olacak şekilde rastgele seçilmiştir. Tüm larva örnekleri, bayıltılarak (Ethylene Glycol Monoethyl Ether, Merck, 0.2-0.5 ml.lit⁻¹) sol taraflarından dijital fotoğraf makinesi (Nikon Coolpix 5000, Japan) ile ışık mikroskobu altında fotoğrafları çekilmiş ve morfometrik analizlerin yapılabilmesi için bilgisayara kaydedilmiştir. Tüm morfometrik analizler TpsDig (Version 1.37) bilgisayar programı yardımıyla 0.01 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Vitellüs kesesi hacmi ($H_{vk}=4/3\pi a*b^2$; a vitellüs kesesi uzunluğunun yarısı, b vitellüs kesesi yüksekliğinin yarısı) ve yağ damlası hacmi ($H_{yd}=4/3\pi*(d/2)^3$; d yağ damlası çapı) prelarval dönemin başından sonuna kadar takip edilip hesaplanmıştır.

Mutlak büyüme oranı (MBO, mm.gün⁻¹) ve spesifik büyüme oranı (SBO, %) total boyun güne bağlı gelişimiyle birlikte ölçülmüştür. Mutlak büyüme oranı ve spesifik büyüme oranı formülleri;

$$MBO = (TB_s - TB_i) / t$$
$$SBO = [(Ln_{L_s} - Ln_{L_i}) / t] \times 100$$

TB_s , son ölçümün ortalama total boyu (mm); TB_i , ilk ölçümün ortalama total boyu (mm) ve t , safhalar arası zamandır (gün).

Balıkların güne bağlı miligram cinsinden ağırlık artışlarının hesaplanması için larvalar saf su ile yıkandıktan sonra 60°C sıcaklıkta, 48 saat tutularak sudan arındırılmışlardır. Kuru ağırlıklarını ölçmek için larvalar 0,0001 hassasiyetli terazi ile tartılmıştır (Canavate ve Diaz, 2001). Vücut ağırlık indeksi (VAI, %) ve kondüsyon faktörü (KF, %) total boyun güne bağlı gelişimiyle birlikte ölçülmüş larva ağırlıklarından hesaplanmıştır. Vücut ağırlık indeksi ve kondüsyon faktörü formülleri aşağıdaki gibidir;

$$\%VAI = [(A_s - A_i) / A_i] \times 100$$
$$KF = (A / L^3) \times 100$$

A_s , son ölçümün ortalama ağırlığı (mgr); A_i , ilk ölçümün ortalama ağırlığı (mgr); A , ortalama ağırlık (mgr); L , ortalama total boy (mm)'dur.

İstatistik Analizler

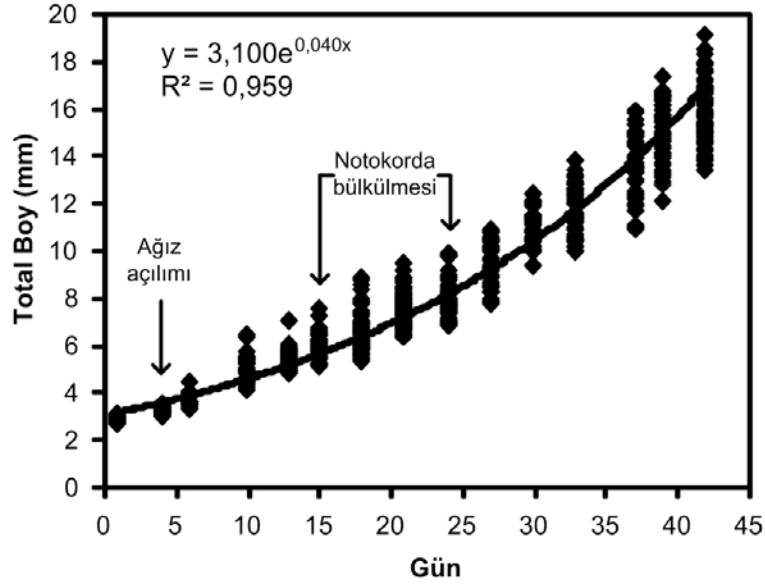
Sivriburun karagöz larvalarında total boy ile zaman ve total boy ile ağırlık artışı arasındaki ilişki incelenmiş, regresyon formülleri ve tanımlayıcılık katsayıları hesaplanarak grafik üzerinde verilmiştir. Notokorda bükülmesine bağlı dönemler arasında total boy (TB), kuru ağırlık, mutlak büyüme oranı, spesifik büyüme oranı, vücut ağırlık indeksi, kondüsyon faktöründeki ölçümlerin ortalaması ve standart sapması hesaplanmış ($Ort \pm SD$), varyanslar arasındaki homojenite Levene testi ile incelenmiştir. Notokorda bükülmeleri arasındaki farklılıklar, tek yönlü varyans analizini (ANOVA) takiben Tukey testi ile tespit edilmiştir (Sokal and Rohlf, 1995). Tüm bu verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS 11.0 ve Microsoft Excel 2003 yazılımları kullanılmıştır.

BULGULAR

Sivriburun karagözlerde, larval dönem boyunca sürekli bir büyüme gözlenmiş ve bu büyüme üstsel olarak ifade edilmiştir. Zamana bağlı total boy gelişimi;

$$Y = 3,100 e^{0,040x} \quad (n=1075),$$

denklemlerle ifade edilmiştir. Burada Y milimetre cinsinden total boy (TB) ve x yumurtadan çıktıktan sonraki günlerdir. Bu dönem içerisinde tanımlayıcılık katsayısı, $R^2=0,959$ olmuştur (Şekil 1). Yumurtadan çıkan sivriburun karagöz larvasının total boyu $2,91 \pm 0,11$ mm olurken vitellüs kesesi hacmi $0,388375 \pm 0,0434$ mm³, yağ damlası hacmi $0,007609 \pm 0,00251$ mm³ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Vitellüs kesesi yumurtadan çıktıktan sonraki 96. saatte tamamen emilirken, yağ damlası 120. saatin sonunda tükenmiştir.



Şekil 1. *D. dentex* larvalarının yumurtadan çıktıktan sonraki 1–46 günler arası TB gelişimi

Çizelge 1. Sivriburun karagöz larvalarının yumurtadan çıktıktan sonraki ilk 120 saat boyunca sıcaklığa bağlı total boy, vitellüs kesesi hacmi ve yağ damlası hacmi gelişimi (Ort±SD).

Yumurtadan çıktıktan sonraki saat	Total Boy (mm)	Vitellüs kesesi hacmi (mm ³)	Yağ Damlası Hacmi (mm ³)	Sıcaklık (°C)
0	2,91±0,11	0,388375±0,0434	0,007609±0,00251	19,7
12	2,97±0,19	0,332361±0,0365	0,007236±0,00198	19,8
24	3,05±0,12	0,264147±0,0146	0,006189±0,00078	20,2
36	3,09±0,16	0,171483±0,0078	0,005096±0,00071	20,1
48	3,13±0,13	0,098721±0,0065	0,004626±0,00059	20,0
60	3,18±0,14	0,057341±0,0041	0,003949±0,00044	20,1
72	3,24±0,11	0,017784±0,0055	0,003238±0,00035	20,3
84	3,27±0,12	0,005566±0,0043	0,002198±0,00021	20,4
96	3,35±0,15	0,000951±0,0005	0,001802±0,00017	20,6
108	3,39±0,17		0,000685±0,00012	20,7
120	3,47±0,13		0,000212±0,00013	20,7

Yumurtadan çıkan prelarvanın kuru ağırlığı 0,0189±0,0011 mg olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). İlk hava kesesinin gelişimiyle birlikte ağırlık 10. günde 0,0308±0,0012 mg olmuş, ikinci şişmenin ve notokorda bükülmesinin meydana geldiği 15. günde ise 0,0895±0,002 mg olarak

belirlenmiştir. Notokorda bükülmesinin sonlandığı 24. günde larvaların ağırlığı 0,2806±0,0048 mg olarak belirlenmiştir. Larval dönemin sonunda 42. günde sivriburun karagözlerin kuru ağırlıkları 2,9018±0,0121 mg olarak tespit edilmiştir.

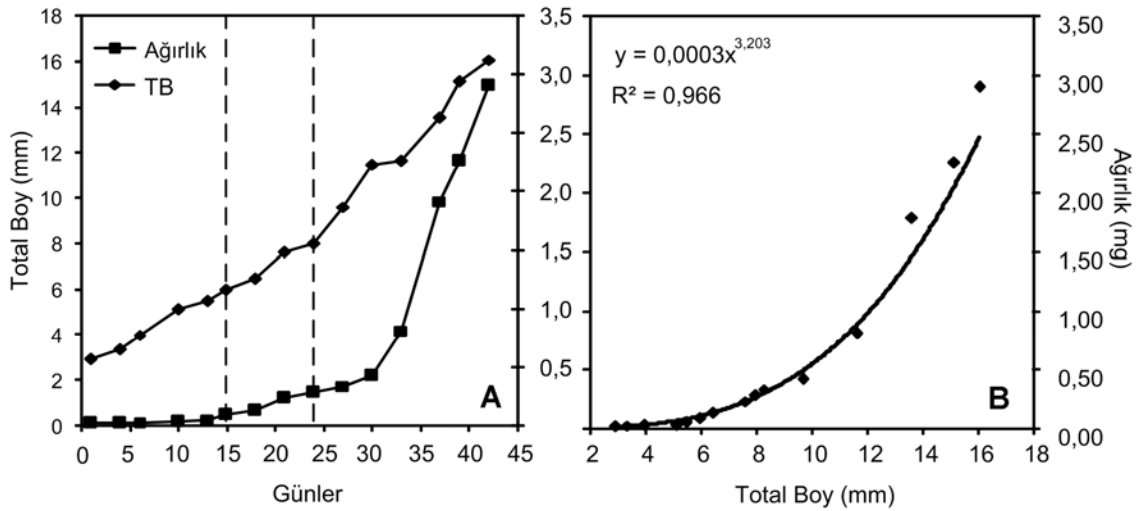
Çizelge 2. Sivriburun karagöz larvalarının gelişim dönemlerine bağlı büyüme parametreleri (Ort±SD).

	TB (mm)	KLA (mgr)	MBO (mm.gün ⁻¹)	SBO (%)	VAİ (%)	KF (%)
Bükülme Öncesi	4,457±0,65	0,0394±0,0071	0,234	2,07	28,11	0,046
Bükülme Sırası	6,997±0,55	0,1825±0,0211	0,338	1,42	43,87	0,047
Bükülme Sonrası	12,187±0,1 3	1,2734±0,2321	0,448	1,68	48,79	0,055

TB, Total boy; KLA, Kuru larva ağırlığı; MBO, Mutlak büyüme oranı; SBO, Spesifik büyüme oranı; VAİ, Vücut ağırlık indeksi; KF, Kondüsyon faktörü

Larval dönem içerisinde, notokorda bükülmesi öncesinde, 1–15. günler arasındaki ortalama total boy 4,457±0,65 mm olurken ağırlık ortalaması 0,0394±0,0071 mg olarak belirlenmiştir (Tablo 2). Bu günler arasındaki total boy ile kuru ağırlık artışı arasındaki ilişkinin denklemi $y=0,0048x^{1,2593}$ şeklinde bulunmuştur ($R^2=0,90$) (Şekil 2-A). Bükülme sırasında, 15 ile 24. günler arasında total boy ve balık ağırlığı ortalaması sırasıyla 6,997±0,55 mm ve 0,1825±0,0211 mg olarak tespit edilmiş, bu ilişkinin regresyon denklemi

$y=0,0001x^{3,8034}$ ($R^2=0,99$) olmuştur. 24–42. günler arasındaki total boyun ortalaması 12,187±0,13 mm, ağırlığın ortalaması ise 1,2734±0,2321 mg olmuş, regresyon denklemi $y = 0,00005x^{3,718}$ ($R^2=0,91$) olarak belirlenmiştir. Notokorda bükülmesine göre tanımlanan larval dönemler arasındaki total boy ve kuru ağırlık artışlarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$). Larval dönem boyunca total boy ile kuru ağırlık artışı denklemi $y=0,0003x^{3,203}$ ($R^2=0,966$) olmuştur (Şekil 2-B).



Şekil 2. Sivriburun karagöz larvalarının larval dönem süresince total boy ve ağırlık artışları (A) ve boya bağlı ağırlık artışı regresyon grafiği (B). Kesikli çizgi notokorda bükülmesini göstermektedir.

Sivriburun karagöz larvalarının mutlak büyüme oranı (MBO) yumurtadan çıktıktan sonra notokorda bükülmesinin gerçekleştiği 15. güne kadar ortalama $0,234 \text{ mm.gün}^{-1}$ olurken, notokorda bükülmesi sırasında $0,338 \text{ mm.gün}^{-1}$ olmuştur. Notokorda bükülmesinin tamamlandığı 24. günden sonra larval dönemin sonuna kadar mutlak büyüme oranı $0,448 \text{ mm.gün}^{-1}$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Notokorda bükülmesine bağlı değişim gösteren larval dönemler arasında mutlak büyüme oranında meydana gelen farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Spesifik büyüme oranı (SBO, %) ise yumurtadan çıktıktan sonra 15. güne kadar $2,07$ olurken, 15. günden 24. güne kadar $1,42$ olmuş, bugünden sonra 42. güne kadar $1,68$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Notokorda bükülmesine bağlı değişim gösteren larval dönemler arasında spesifik büyüme oranındaki farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

Notokorda bükülmesi öncesinde, ortalama vücut ağırlık indeksi (%), $28,11$ olarak belirlenmiş, bükülme sırasında $43,87$ ve bükülme sonrasında $48,79$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Notokorda bükülmesine bağlı değişim gösteren larval dönemler arasında vücut ağırlık indeksinde farklılıklar bükülme öncesi diğer dönemlere göre önemli bulunmuş ($p<0,05$), bükülme sırası ve sonrası önemli bulunmamıştır ($p>0,05$). Kondüsyon faktörü (%), notokorda bükülmesi öncesinde $0,046$ olarak bulunmuş, bükülme sırasında $0,047$ ve bükülme sonrasında $0,055$ olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Notokorda bükülmesine bağlı değişim gösteren larval dönemler arasında kondüsyon faktöründe meydana gelen farklılıklar önemli bulunmamıştır ($p>0,05$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada alternatif türlerin başında yer alan sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) balıklarının larval dönem ontogenileri notokorda bükülme dönemlerine göre incelenmiştir. Larval morfolojinin ve deformasyonların daha iyi tespiti için, larval dönem üç ana bölüm içerisinde incelenmiştir. Bu bölümler omurgadaki kaudal bölgenin bükülmesinden önceki günler, notokorda bükülmesi ve notokorda bükülmesinin tamamlanmasından sonraki günler şeklinde ele alınmıştır (Kendal ve ark., 1984; Machinandiarena, 2003). Notokorda da meydana gelen bu bükülmeler larvanın av-avcı ilişkisi içerisinde beslenmesi ve hayatta kalması üzerine hayati etkisi vardır. Genel olarak Sparidae familyası üyeleri larvaları prelarval dönemde dahil olmak üzere erken dönemlerinde hiçbir kemik ve kıkırdak yapıya sahip değildir ve notokorda düz bir boru şeklindedir. Notokorda üzerinde kaudal bölgede ki ilk hipural

oluşumu, notokorda bükülmesi ile doğrudan ilişkilidir (Koumoundouros ve ark., 1997; Çoban, 2005).

Diplodus puntazzo larvalarında notokordanın kaudal bölgesinin küçük bir açıyla bükülmesi yumurtadan çıktıktan sonraki 15. günde $5,95\pm 0,43$ mm total boyda meydana gelmiştir. *Pagellus erythrinus*'ta notokorda bükülmesi $5,4$ mm total boyda (Sfakianakis ve ark., 2004) olurken, çipuralarda $7,1$ mm TB'da olduğu bildirilmiştir (Koumoundouros ve ark. 1997). *Diplodus puntazzo*'da notokorda bükülmesi $5,8$ mm total boyda başlarken (Sfakianakis ve ark., 2005), *Diplodus sargus*'ta notokorda bükülmesi $6,4$ mm total boyda başlamaktadır (Koumoundouros ve ark. 2001). Sinaritlerde ise $5,5-6,0$ mm total boy aralığında notokorda bükülmesi başlar (Koumoundouros ve ark. 1999). Bu bükülme larvanın kaudal bölgesinin gelişimi ve ilerleyen dönemlerdeki hareket kabiliyeti, vücut şekli ve beslenme davranışı için oldukça önemlidir (Kendall ve ark., 1984). Kaudal bölgede notokordada meydana gelen değişimlerin farklı boy ve zamanlarda meydana gelmesi larvanın anatomik ve fonksiyonel ihtiyaçlarının farklılığından kaynaklanmaktadır (Kendall ve ark., 1984; Blaxter, 1988; Fukuhara, 1992). Türler arasında kaudal bölgedeki değişimler arasında meydana gelen farklılıklar balığın larval dönemindeki farklılıkları ile aynıdır (Koumoundouros ve ark. 1999). Bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir.

Notokorda bükülmesinin tamamlanması 5. hipuralin görülmesi, kaudal yüzgecin çatallanması ve vücutta kıkırdak yapıların azalması kemik yapıların artmasıyla tanımlanmıştır (Kendal ve ark., 1984). Sivriburun karagöz larvalarında 5. hipural oluşumu kaudal bölgede yumurtadan çıktıktan sonraki 24. günde $7,96\pm 0,72$ mm total boyda meydana gelmiştir. Sivriburun karagöz larvalarında 5. hipuralin oluşumu 7 mm total boyda olurken (Sfakianakis ve ark., 2005), sinarit larvalarında $8,9$ mm total boyda 5. hipural oluşumu bildirilmiştir (Koumoundouros, 1999a; Çoban, 2005). *Diplodus sargus*'ta notokorda da 5. hipuralin oluşumu $6,9$ mm total boyda olmaktadır (Koumoundouros ve ark. 2001). Çipuralarda 5. hipuralin oluşumu $8,5$ mm total boyda meydana gelmektedir (Koumoundouros ve ark. 1997). Notokorda bükülmesi *Thunnus thynnus*'ta 15. günde $7,2$ mm total boyda tamamlanırken (Miyashita ve ark., 2001), *Seriola dumerili*'de $12,7$ mm TB'da 5. hipuralin görülmesi ile tamamlanmıştır (Liu, 2001). Tüm bu ölçüm değerleri bizim ölçümlerimiz ile paralellik göstermektedir.

Vücut bölgeleri, larvalarda düzenli bir şekilde ve eşit oranlarda büyüme göstermez (Koumoundouros ve ark. 1999). Genelde balıklarda yüzme, beslenme, solunum ve hissetme gibi fonksiyonları desteklemek

amacıyla kaudal bölge ve baş bölgesi diğer vücut bölgelerine göre daha hızlı büyür (Fuiman, 1983). Bu farklı büyümede, larvanın biyotik özellikleri etkili olduğu kadar abiyotik özellikleri de birincil derecede önemlidir. Boy ve yaş arasındaki ilişki veya ölçüm yapılan herhangi bir vücut bölgesinin boy ile ilişkisi, bize yoğun yetiştiriciliği yapılan türün metamorfoz zamanı, beslenme özelliği ve larval protokolünün oluşturulmasında yardımcı olur. Metamorfoz, larvadan gençliğe geçiş evresidir (Kendall ve ark.,1984). Bu safhanın tespitinde en sık kullanılan ölçüler; ağırlık ve total boy değişimleri; yüzgeçlerin oluşumu, gövdenin pigmentasyonu, allometrik değişimler, davranış gelişmeleri (Fukuhara, 1992; Koumoundouros ve ark., 1995) ve/veya bilateral asimetri gösteren türlerde gözlerin yer değiştirmesidir (Keefe and Able, 1993). Bir üretimde en çok takip edilen morfometrik kriter boy ve buna bağlı olarak ağırlıktır. Sinarit ve Fangri balıklarının yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmalarda larval dönemde total boyun zamana bağlı olarak regresyon grafikleri bazı araştırmacılar tarafından verilmiştir (Koumoundouros ve ark., 2004; Mihelakakis ve ark. 2001). Sivriburun karagöz balıkları üzerine yapılan literatür çalışmalarında larval dönemlerini kapsayan bir denklem tespit edilmemiştir. Yapılan bu çalışmadan elde edilen regresyon formülü ilk defa bu çalışma ile ortaya çıkarılmıştır.

Kolios ve ark. (1997) fangrilerde yaptıkları çalışmada 55. günde canlı yem girişine devam ettiklerini bildirirken, toz yeme adaptasyonun bittiği zamanı yumurtadan çıktıktan sonraki 80. gün 1,4 gr canlı ağırlık olarak bildirmişler ve bu dönemde %10 yaşama oranı tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar yaşama oranının yüksek olmasının sebebini canlı yemin uzun süre devam ettirilmesinden dolayı olduğuna değinmişlerdir. Stephanou ve ark. (1995)'nin fangrilerde yaptıkları çalışmada, mikropartikül yemleri 33. günde ortama girdiklerini, canlı yemi 45. günde kestiklerini bildirmişlerdir. Stephanou ve ark. (1995), 45. günde adaptasyon tanklarına alınan fangri larvalarının 90. günde 4,8 cm boy ve 2,3 gr ağırlığa ulaştığını tespit etmiştir. Abellan (2000) yaptığı çalışmada, yumurtadan çıktıktan 90 gün sonra çipuraları 1,5 gr canlı ağırlıkta ölçerken aynı günde sinaritler 5,7 gr ağırlığa ulaştığını bildirmiştir.

Sivriburun karagöz larvalarında SBO bükülme öncesinde 2,07, bükülme sırasında 1,42 ve bükülme sonrasında 1,68 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan bu değerler Tibaldi ve ark. (1996; 20°C), Cardenete ve ark. (1997a; 20°C) ve Efthimiou ve ark. (1994; 24 – 26°C) ile benzerlik sağlamıştır. Levreklerde SBO değeri %1,62-2,05 gün⁻¹ bulunurken (Perez ve ark., 1997), bu değer *Pagrus major*'de %3,30-4,12 gün⁻¹ olarak bildirilmiştir (Takeuchi ve ark., 1991). Sivriburun karagöz larvalarında metabolik büyüme

notokorda bükülmesi öncesinde 0,234 mm.gün⁻¹, bükülme sırasında 0,338 mm.gün⁻¹ ve bükülme sonrasında 0,448 mm.gün⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Larval dönemde tüm larvaların kondüsyon faktörü (KF) 0,050 civarında olmuştur. Özellikle larval dönemde bireylerin metabolik oranı sıcaklık ile doğru orantılı artarken (Johnston ve ark., 1996; Trotter ve ark., 2003) enzimatik reaksiyonlardaki değişimler artan vücut boyu ile birlikte farklılık gösterir (Hochachka and Somero, 2002). Fuiman ve ark. (1998), kültür koşullarındaki sıcaklık değişimlerinin larvalarda büyüme oranını arttırmakla birlikte, aynı kültür tankı içerisinde farklı boyutlardaki larvaların gelişmesine neden olduğunu ve hızlı büyümenin kanibalist türlerde popülasyonu olumsuz yönde etkileyebileceğini bildirmiştir.

Yapılan bu çalışma ile ilk defa sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) larvalarının intansif kültür koşullarında büyüme ontogenisi notokorda bükülme dönemlerine göre incelenmiştir. Alternatif türlerin başında gelen sivriburun karagözün özellikle larval dönem protokollerinin oluşturulmasına bu çalışmanın katkı yapacağı beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Abellan, E. 2000. Culture of Common Dentex (*Dentex dentex* L.): Present Knowledge, Problems and Perspectives, Cah. Options Méditerr., 47: 157–168.
- Blaxter, J. H. S. 1988. Pattern and Variety in Development, In: Hoar, W.S., Randall, D.J. Eds., Fish Physiology XIA. Academic Press, London, 1–58.
- Canavate, J. P., Diaz, C. F. 2001. Pilot Evaluation of Freeze-dried Microalgae in the Mass Rearing of Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Larvae, Aquaculture, 193: 257–269.
- Cardenete, G., Skalli A., Hidalgo M. C., Palma M. C., Massuti S., 1997. Variaciones en 10s Niveles Proteico y Lipidico de la Dieta, Efecto Sobre el Crecimiento y Utilizacion Nutritiva de la Misma por el Denton (*Dentex dentex*), in: De Costa J., Abelkin E., Garcia G.B. Ortega R.A., Zamora N.S. (Eds.). Actas del VI Congreso National de Acuicultura, Cartagena, Spain, 9-11 July., 559-564.
- Çoban, D., 2005. Sparidae Familyasına Ait Balıklarda Yetiştiricilik Koşullarında Gözlenen Kemik ve Kıkırdak Deformasyonlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Yetiştiricilik A.B.D.
- Efthimiou, S., Divanach, P., Rosenthal, H., 1994. Growth, Food Conversion and Agonistic Behaviour in Common Dentex *Dentex dentex* Juveniles Fed on Pelleted Moist and Dry Diets, Aquat. Living Resour., 7: 267–275.

- Favaloro, E., Mazzola, A., 2003. Meristic Variation and Skeletal Anomalies of Wild and Reared Sharpsnout Seabream Juveniles (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) off Coastal Sicily, Mediterranean Sea. *Aqua. Res.*, 34: 575–579.
- Favaloro, E., Mazzola, A., 2006. Meristic Variation and Skeletal Anomalies of Wild and Reared Sharpsnout Seabream Juveniles (*Diplodus puntazzo*, Cetti 1777) off Coastal Sicily, Mediterranean Sea. *Aquaculture Research*, 34 (7): 575–579.
- Firat, K., Saka, Ş., Özden, O., 2005. Effect of Temperature on Embryonic Development in Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo*) Eggs. *The Israeli Journal of Aquaculture- Bamidgah*, 57(2): 105-114.
- Fuiman, L. A., 1983. Growth Gradients in Fish Larvae, *J. Fish Biol.*, 23: 117-123.
- Fuiman, L. A., Polling, K. R., Higgs, D. M., 1998. Quantifying Developmental Progress for Comparative Studies of Larval Fishes, *Copeia*, 22: 602–611.
- Fukuhara, O., 1992. Study on the Development of Functional Morphology and Behaviour of the Larvae of Eight Commercially Valuable Teleost Fishes, *Contr. Fish Res Japan Sea Block*, 25: 1-122.
- Gisbert, E., 1999. Early Development and Allometric Growth Patterns in Siberian Sturgeon and Their Ecological Significance, *Journal of Fish Biology*, 54: 852–862.
- Gozlan, R. E., Copp, G. H., Tourenq, J. N., 1999. Comparison of Growth Plasticity in the Laboratory and Field and Implications for the Onset of Juvenile Development in Sofie, *Chondrostoma toxostoma*. *Env. Biol. Fish.*, 56: 153–165.
- Hochachka, P. W., Somero, G. N., 2002. *Biochemical Adaptation. Mechanism and Process in Physiological Evolution.* Oxford: Oxford University Press.
- Johnston, G. D., Baldwin, C. C., Okiyama, M., Tominaga, Y. 1996. Osteology and Relationships of *Pseudotriconotidae altivelis* (Teleostei:Aulopiformes: Pseudotriconotidae). *Ichthyological Research*, 43:17–45.
- Kamacı, H. O., Firat, K., Saka, Ş., Bulut, M. 2005. Determination of Embryonic Development Stages of Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo* Cetti, 1777) Eggs in Rearing Conditions. *Journal of Applied Sciences*, 5(3): 546-552.
- Keefe, M., Able, K. W. 1993. Patterns of Metamorphosis in Summer Flounder, *Paralichthys dentatus*. *J. Fish Biol.* 42: 713–728.
- Kendall. A. W., Ahlstrom, E. H., Moser, H. G., 1984. Early Life History Stages of Fishes and Their Characters, In: Moser HG, Richards WJ, Richardson SL (eds). *Ontogeny and Systematics of Fishes*, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, No. 1. Allen Press Inc, Lawrence, 11-22.
- Kolios, P., Kiritkis, S., Katribusas, N. 1997. Larval Rearing and Growout of the Red Porgy (*Pagrus pagrus*) in the Riopesca Hatchery, *Hydrobiologia*, 358: 321–325.
- Korkut, A. Y., Saka, Ş., Firat, K., 2006. The Effects of Different Light Intensities on Early Life Development of Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo*, Cetti, 1777) Larvae. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 30: 381-387.
- Koumoundouros, G., Kiriakos, Z., Divanach, P., Kentouri, M., 1995. Morphometric Relationships as Criteria for the Evaluation of Larval Quality of Gilthead Sea Bream, *Aquacult. Int.*, 3: 143–149.
- Koumoundouros, G., Gagliardi, F., Divanach, P., Boglione, C., Cataudella, S., Kentouri, M., 1997. Normal and Abnormal Osteological Development of Caudal Fin in *Sparus aurata* L. fry, *Aquaculture*, 149: 215–226.
- Koumoundouros, G., Divanach, P., Kentouri M., 1999. Ontogeny and Allometric Plasticity of *Dentex dentex* in Rearing Conditions, *Marine Biology*, 135: 561–572.
- Koumoundouros, G., Divanach, P., Kentouri, M., 2001. The Effect of Rearing Conditions on Development of Saddleback Syndrome and Caudal Fin Deformities in *Dentex dentex* L., *Aquaculture*, 200: 285–304.
- Koumoundouros, G., Carrillo, J., Divanach, P., Kentouri, M., 2004. The Rearing of Common Dentex *Dentex dentex* (L.) during the Hatchery and On-growing Phases, *Aquaculture*, 240: 165–173.
- Liu, C. H., 2001. Early Osteological Development of the Yellow Tail, *Seriola dumerili* (Pisces: Carangidae). *Zoological Studies*, 40(4): 289–298.
- Machinandiarena L, Müller M., Lopez A., 2003. Early Life Stages of Development of the Red Porgy *Pagrus pagrus* (Pisces, Sparidae) in Captivity, Argentina, *Invest. Mar. Valparaiso*, 31(1): 5-13.
- Mihelakakis, A., Yoshimatsu, T., Tsolkas, C., 2001. Spawning in Captivity and Early Life History of Cultured Red Porgy, *Pagrus pagrus*, *Aquaculture*, 199: 333–352.
- Miyashita, S., Sawaqa, Y., Okada, T., Murata, O., Kumai, H. 2001. Morphological Development and Growth of Laboratory-reared Larval and Juvenile *Thunnus thynnus* (Pisces: Scombridae), *Fish. Bull.*, 99: 601–616.
- Perez, L., Gonzalez H., Jover M., Fern Bndez-Carmona J. 1997. Growth of European Sea Bass Fingerlings (*Dicentrarchus labrax*) Fed Extruded

- Diets Containing Varying Levels of Protein, Lipid and Carbohydrate, *Aquaculture*, 156: 183–193.
- Sfakianakis, D. G., Koumoundouros, G., Divanach, P., Kentouri, M., 2004. Osteological Development of the Vertebral Column and of the Fins in *Pagellus erythrinus*. Temperature Effect on the Developmental Plasticity and Morpho-anatomical Abnormalities, *Aquaculture*, 232, 407–424.
- Sfakianakis, D. G., Doxa C. K., Kouttouki S., Koumoundouros G., Maingot E., Divanach P., Kentouri M., 2005. Osteological Development of the Vertebral Column and of the Fins in *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777), *Aquaculture*, 250: 36-46.
- Sokal, R. R., Rohlf, F. J., 1995. *Biometry: the Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 3rd Edition. W. H. Freeman and Co.: New York. 887 pp.
- Stephanou, D., Georgiou, G., Shoukri, E., 1995. Reproduction and Larval Rearing of the Common Sea Bream (*Pagrus pagrus*) an Experimental Culture, *CIHEAM-Options Mediterraneennes*, 16: 79–87.
- Süzer, C., Aktülün, S., Çoban, D., Kamacı, H.O., Saka, Ş., Fırat, K., Alpbaz, A., 2007. Digestive Enzyme Activities in Larvae of Sharpsnout Seabream (*Diplodus puntazzo*), *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 148: 470–477.
- Takeuchi, T., Shiina, Y., Watanabe, T., 1991. Suitable Protein and Lipid Levels in Diet for Fingerlings of Red Sea Bream *Pagrus major*. *Nippon Suisan Gakkishi*, 57: 293–299.
- Tibaldi, E., Beraldo, P., Volpelli, L. A., Pinoso, M., Growth Response of Juvenile Dentex (*Dentex dentex* L.) to Varying Protein Level and Protein to Lipid Ratio in Practical Diets, *Aquaculture*, 139, 91–99.
- Trotter, A. J., Pankhurst, P. M., Morehead, D. T., Battaglione, S. C., 2003. Effects of Temperature on Initial Swim Bladder Inflation and Related Development in Cultured Striped Trumpeter (*Latris lineata*) Larvae, *Aquaculture*, 221: 141–15.