

## SİNARİT (*Dentex dentex*) LARVALARININ KÜLTÜR KOŞULLARINDA MORFOMETRİK VE ALLOMETRİK GELİŞİMLERİ

Deniz Çoban\*, Cüneyt Suzer, H. Okan Kamacı, Şahin Saka, Kürşat Fırat

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

### Özet:

Bu çalışmada yoğun kültür koşulları altında yetiştirilen sinarit (*Dentex dentex*) larvalarının morfometrik ve allometrik gelişimleri incelenmiştir. Larval gelişim, büyüme ve morfolojik değişimler yumurtadan çıkıştan itibaren 46. güne kadar tanımlanmıştır. Larvalar yumurtadan çıktıkları andan itibaren canlı yemin tamamen kesildiği zamana kadar üç günde bir örneklenmiştir. Sinarit larvaları 15 m<sup>3</sup> tanklarda, değişken fotoperiyot rejimi altında tutulmuş ve ağız açılımlıyla birlikte rotifer, *Artemia nauplii* ve *Artemia metanauplii* ile beslenmiştir. Fotoperiyot uygulaması alg girişi olan günlerde 24 saat, alg girişinin bitmesiyle birlikte 18 saat aydınlık, 6 saat karanlık olarak uygulanmıştır. Yeşil su tekniği 30-40.10<sup>4</sup> hücre.ml<sup>-1</sup> olacak şekilde *Nannochloropsis* sp. and *Isochrysis* sp. türleri verilmiştir. Yumurtadan çıkan larvanın total boyu (TB) 2.75 ±0.24 mm olmuştur. Ağız ve anüsün açıldığı 4. günde 3.30 ±0.28 mm TB olarak tespit edilmiştir. İlk hava kesesi şişmesinin gözlemlendiği 9. günde 3.94 ±0.11 TB, notokordanın kaudal bölgesinin küçük bir açıyla bükülmesi 18. günde 6.27 ±0.47 mm TB olarak tespit edilmiştir. Denemenin sonlandığı 46. günde sinarit larvaları 23.58 ±1.26 mm TB olarak belirlenmiştir. Tüm allometrik değişimler 3.76–10.01 mm TB aralığında ağırlıklı olarak gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sinarit, *Dentex dentex*, Larval yetiştiricilik, Morfometri, Allometry, Ontogeni

\* Correspondence to: Dr. Deniz ÇOBAN, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100 Bornova, İzmir-TÜRKİYE

Tel: (+90 232) 343 40 00-5214 Faks: (+90 232) 388 36 85

E-mail: [deniz.coban@ege.edu.tr](mailto:deniz.coban@ege.edu.tr)

## Abstract: **Morphometric and allometric growth of cultured common dentex (*Dentex dentex*)**

In this study, morphometric and allometric growth of common dentex (*Dentex dentex*) was studied under intensive rearing conditions. Larval development, growth and morphological changes were described from 1 to 46 days after hatching (DAH). After hatching, larvae were collected in three days interval until weaning. Larvae were reared intensively in 15 m<sup>3</sup> tank under a alter photoperiod and fed initially on rotifers, followed by *Artemia* nauplii and *Artemia* metanauplii. Photoperiod was set on a 24 h light cycle daily until end of algal addition and then 16-h light and 8-h dark until end of the experiment. A green water technique was applied using *Nannochloropsis* sp. and *Isochrysis* sp. at a density of 30-40.10<sup>4</sup> cell.ml<sup>-1</sup>. Newly hatched larvae were 2.75 ±0.24 mm total length (TL). Larvae completed yolk sac absorption on 4 DAH at 3.30 ±0.28 mm TL. Initial swimbladder inflation occurred on 9 DAH at 3.94 ±0.11 TL. Notochord flexion started on 18 DAH at 6.27 ±0.47 mm TL. At the end of experiment, *D. dentex* larvae were 23.58 ±1.26 mm TL. The majority of all allometric changes were observed during 3.76-10.01 mm TL.

**Keywords:** Common dentex, *Dentex dentex*, Larval rearing, Morphometry, Allometry, Ontogeny

### Giriş

Sparidea familyası içerisinde yer alan sinarit (*Dentex dentex*), verimli et kalitesi ve lezzeti ile başta Avrupa ülkeleri olmak üzere birçok ülkede oldukça fazla talep gören ekonomik bir türdür. Demersal özellik gösteren sinarit tüm Akdeniz'de nadiren de Karadeniz'de dağılım göstermektedir (Bauchot ve Hureau, 1986). Kültür koşulları altında hızlı gelişim göstermesinden dolayı özellikle Akdeniz'deki alternatif balık türleri arasında ilk sırada yer almaktadır.

Balığın erken dönem larval gelişiminin bilinmesi gerek kültür gerekse doğal ortamda o türün davranışı, beslenme tercihleri ve predatörden sakınımı hakkında bizlere bilgiler verir (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 esas olup yetiştiricilik koşullarında türe özgü protokollerin oluşturulmasına olanak sağlar (Gisbert, 1999). Bununla birlikte, balık yetiştiriciliği açısından normal larva morfolojisinin bilinmesi, yüksek kaliteli yavru ve yetişkin üretiminde, yetiştirme şartlarının iyileştirilmesinde yardımcı olur. Ayrıca bu türün erken dönem yaşam döngüsü üzerine az sayıda literatür bulunmaktadır. Mevcut literatürler daha çok entansif ve yarı entansif kültür koşullarındaki kemik ve kıkırdak yapı gelişimi (Koumoundouros ve ark., 2001a; 2001b) ile embriyolojik ve larval gelişimi (Koumoundouros ve ark., 1999; Fırat ve ark., 2003; Saka ve ark., 2004) üzerinedir.

Bu çalışmada, entansif kültür koşulları altında yaşa bağlı *Dentex dentex* larvalarının morfolojik ve allometrik gelişimleri üzerine çalışılmıştır.

### Materyal ve Metod

#### Anaç yönetimi ve inkübasyonu

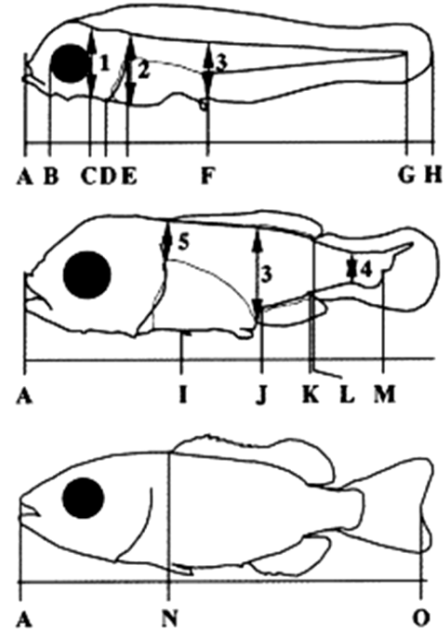
Çalışmada kullanılan anaç balıklar, 20 m<sup>3</sup> hacmindeki dairesel tanklara, 1:1 dişi/erkek oranında ve 5 kg.m<sup>-3</sup> yoğunlukta stoklanmıştır. Anaçlardan elde edilen sinarit yumurtları doğal üreme periyodunda ve doğal sıcaklık koşulları (38°.92' Kuzey; 27°.05' Doğu) altında elde edilmiş olup hormon müdahalesi yapılmamıştır. Su sıcaklığı yumurtlama döneminde 16–17.0°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 kapta bekletilmiş ve ölü-canlı ayırımı yapılmıştır. Canlı yumurta miktarı tespit edildikten sonra yumurtalar 200 litre hacmindeki 375 µm göz açıklığına sahip inkübatörlere 1.000-1.500 adet.lt<sup>-1</sup> olacak şekilde yerleştirilmiştir. Canlı yumurtalar 950–1.000 µm çapı arasında olup, saydam genelde tek yağ damlası içermektedir. İnkübasyon karanlık ortamda gerçekleşmiş ve su debisi saatte %30 olacak şekilde ayarlanmıştır. İnkübasyon sırasında su sıcaklığı 16–17.5°C arasında değişim göstermiştir.

## Larval üretim

Yumurtadan yeni çıkmış sinarit prelarvaları 15 tonluk silindirik şeklindeki polyester tanklara 100 larva.litre<sup>-1</sup> yoğunluğunda stoklanmıştır. Prelarval dönemin sonunda ağız ve anüs açılımının gerçekleşmesiyle ışıklar açılmış ve ortama alg ile birlikte rotifer girilmiştir. Alg olarak *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis suecica* 30-40.10<sup>4</sup> hücre.ml<sup>-1</sup>, rotifer olarak *Brachionus plicatilis* 12-15 adet.ml<sup>-1</sup> olacak şekilde larvalara verilmiştir. Rotiferin tank içerisindeki miktarının azaltılmasıyla birlikte sinarit larvaları 15. günden itibaren *Artemia* nauplii (430 µm, INVE S.A., Belçika) ile beslenmeye başlamıştır (Rotifer 8-10 ad.ml<sup>-1</sup>; *Artemia* 0,5-1 adet.ml<sup>-1</sup>). *Artemia* metanuaplii'ler (480 µm, INVE S.A., Belçika) ise yumurtadan çıktıktan sonraki 20. günde larvalara vermeye başlamıştır. Rotifer ve *Artemia* zenginleştirilmesinde Selco (INVE S.A., Belçika) kullanılmıştır. 30. günden itibaren tank içerisine mikropartikül yem (Proton, INVE S.A., Belçika) girişi yapılmıştır. Besleme rejimi güne bağlı olarak şekil 2'de özetlenmiştir. Prelarval dönem boyunca ışık 10–20 lüks arasında, su debisi saatte %10–15 olacak şekilde ayarlanmıştır. Prelarval dönemden sonra ışık yoğunluğu 50–100 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 18°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 gözlem ve 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 Monophyl Ether, Merck, 0.2-0.5 ml.lt<sup>-1</sup>) 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.



**Şekil 1.** Larval dönem boyunca ölçülmüş morfolojik karakterler (Koumoundouros ve ark., 1999).

**Figure 1.** Morphometric characters measured during larval development.

**Tablo 1.** Larval dönem boyunca ölçülmüş morfolojik karakterlerin kısaltma ve tanımlamaları.

**Table 1.** Abbreviations and description of morphometric characters measured during larval development.

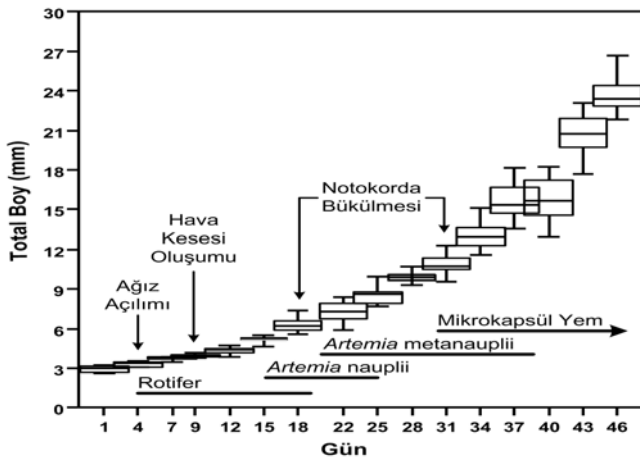
Karakterler	Kısaltmalar	Larva Üzerindeki Tanımlama
Baş Yüksekliği (A)	BY-A	1
Baş Yüksekliği (B)	BY-B	2
Vücut Yüksekliği	VY	3
Göz Çapı	GÇ	B-C
Baş Boyu	BB	A-E
Cleithrum'un Ventral Kenarı	CVK	A-D
Notokorda Uzunluğu	NU	A-G
Pre-anal Uzunluk	PreAU	A-F
Pre-orbital Uzunluk	PreOU	A-B
Kas Yüksekliği	KY	5
Kaudal Pedünkül Yüksekliği	KPY	4
Pre-anal Yüzgeç Uzunluğu	PreAYU	A-J
Pre-Pelvik Yüzgeç Uzunluğu	PrePYU	A-I
Pre-dorsal Yüzgeç Uzunluğu	PreDYU	A-N
Post-anal Yüzgeç Uzunluğu	PostAYU	A-K
Post-dorsal Yüzgeç Uzunluğu	PostDYU	A-L

Çalışmada ölçülen morfometrik karakterler sırasıyla; baş yüksekliği A (1), baş yüksekliği B (2), vücut yüksekliği (3), kaudal pedünkül yüksekliği (4), kas yüksekliği (5), göz çapı (B-C), çatal boy (A-O), baş boyu (A-E), cleithrum'un ventral kenarı (A-D), notokorda uzunluğu (A-G), pre-pelvik yüzgeç uzunluğu (A-I), pre-anal yüzgeç uzunluğu (A-J), pre-anal uzunluğu (A-F), pre-dorsal yüzgeç uzunluğu (A-N), pre-orbital uzunluk (A-B), post-anal yüzgeç uzunluğu (A-K), post dorsal yüzgeç uzunluğu (A-L), standart boy (A-M), total boy (A-H) olmuştur (Şekil 1). Sinarit larvalarında ölçülen morfolojik bölgelerin kısaltma ve tanımlamaları Tablo 1'de gösterilmiştir. Larval gelişim boyunca vücut şeklindeki değişimler total boyun (TB) tüm ölçülen morfometrik karakterlere (Y) oranı (R) ile tanımlanmıştır ( $R=Y/TB$ ). Daha sonra allometrik denklem  $Y=aTB^b$  ölçülen tüm morfometrik karakterlere uyarlanmıştır. Bu formülasyonda tüm değişkenlerin logaritmik transferi yapıldıktan sonra linear regresyon analizi ile gelişimin her safhası tanımlanmıştır (Koumoundouros ve ark., 1999).

## Bulgular ve Tartışma

### Larval gelişim

Sinarit larvaları, çalışmanın yapıldığı larval dönem boyunca sürekli bir büyüme göstermiştir. Bu büyüme  $y=2.5518e^{0.0478x}$  denklemi ile ifade edilmiştir ( $R^2=0.98$ ;  $n=969$ ). Bu denklem içerisinde y milimetre cinsinden total boy ve x yumurtadan çıktıktan sonraki günlerdir (Şekil 2).

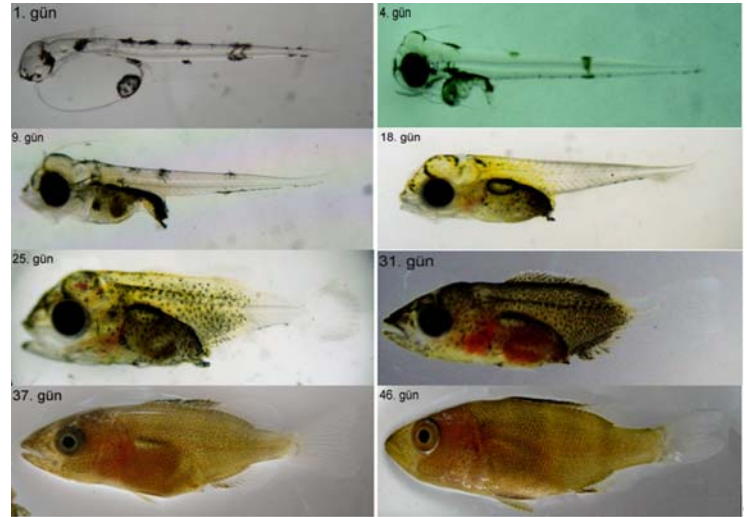


Şekil 2. *D. dentex* larvalarının yumurtadan çıktıktan sonraki 1-46 günler arası TB gelişimi ve besleme rejimi.

Figure 2. Growth and feeding regime in total length of *D. dentex* during the first 46 days after hatching.

### Genel morfoloji

Yumurtadan yeni çıkmış larvanın  $2.75 \pm 0.24$  mm TB olurken notokorda uzunluğu (NU)  $2.63 \pm 0.21$  mm olmuştur. Ağız ve anüs kapalı olup larva şeffaf görünümündedir. Dal şeklindeki melanoforlar, sinarit prelarvalarında baş bölgesinde ve anal bölge civarında gözlenmiştir. Başın üstünden başlayan ve tüm vücudun medio-dorsali boyunca uzanıp, kuyruk ucundan medio-ventrale dönüp vitellüs kesesine kadar uzanan, premordial yüzgeç, tüm sinarit larvalarında tespit edilmiştir. Bu dönemde sindirim tüpü ince düz bir boru şeklinde olmuştur (Şekil 3). Ağız ve anüs açılımla başlayan dışarıdan yem alımı yumurtadan çıktıktan sonraki 4. günde  $3.30 \pm 0.28$  mm TB,  $3.08 \pm 0.21$  mm NU'da tespit edilmiştir. Vitellüs kesesi tamamen tükenmesine karşın yağ damlası belirgin haldedir. Melanoforlar ventral bölge üzerinde, anüsün arkasında dal şeklinde tespit edilmiş ayrıca hemal bölgede, 14-18. omurları arasında yoğun şekilde pigmentasyon gözlenmiştir.



Şekil 3. *D. dentex* larvalarının yumurtadan çıktıktan sonraki 1-46 günlerdeki ontogenik gelişimi.

Figure 3. Ontogenic development of *D. dentex* larvae during the first 46 days after hatching.

İlk hava kesesi şişmesinin gözlendiği (% 59;  $n=68$ ) 9. günde, larva  $3.94 \pm 0.11$  mm TB ölçülürken NU  $3.74 \pm 0.11$  mm olarak tespit edilmiştir. Sinarit larvalarında pigmentasyon sarı ve siyah renkte olup, sarı pigmentasyon prehemal ve baş bölgesinde yoğun görülmüştür. Siyah pigmentasyon ise dal şeklinde olup vücut üzerinde 6-7 noktada dağılım göstermiştir. Premordial ve pelvik yüzgeçler aktif durumdadır. Sinarit larvalarında notokordanın kaudal bölgesi-

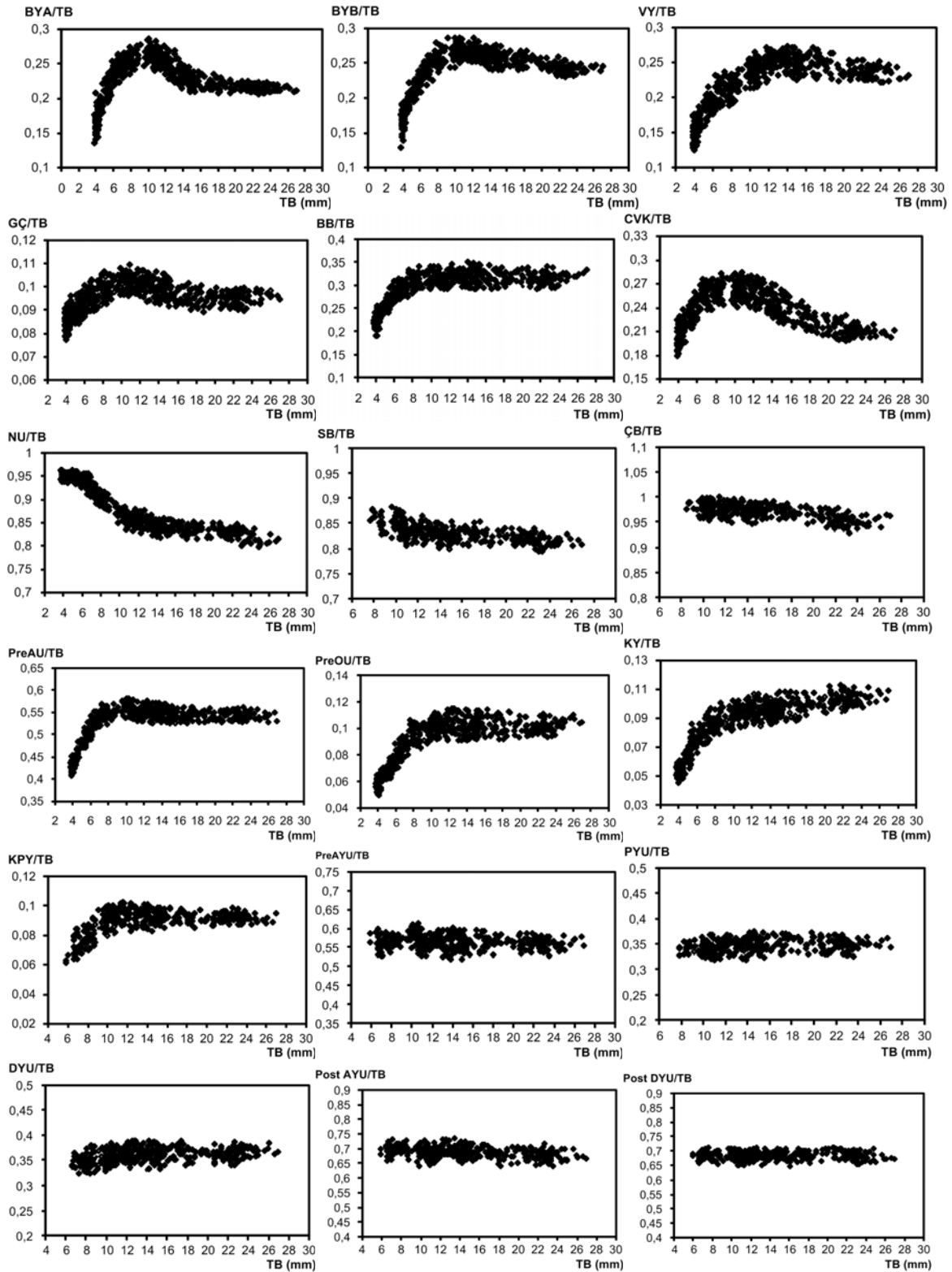
nin küçük bir açıyla bükülmesi 18. günde  $6.27 \pm 0.47$  mm TB,  $5.91 \pm 0.45$  mm NU'da meydana gelmiştir. Yine aynı günde popülasyonun %95'inde ikinci şişme görülürken, %2'sinde ilk şişme görülmüş, %3'ünde ise fonksiyonel bir hava kesesi görülmemiştir ( $n=52$ ). Siyah pigmentasyon hava kesesinin üzerinde bir sıra şeklinde olurken, preorbital bölgede ve baş bölgesinin dorsalinde nokta şeklinde olmuştur. Sarı renkteki pigmentasyon ise burun ucuyla anüs arasındaki bölgede oldukça yaygın olmuştur. Sinarit larvaları 25. günde,  $8.40 \pm 0.61$  mm TB ve  $7.65 \pm 0.52$  mm NU'da olmuştur. Hava kesesinin ikinci şişmesi örneklenen tüm larvalarda gözlenmiştir. Notokorda bükülmesi devam etmekte olup, bükülme açısı artış göstermiştir. Sarı ve siyah pigmentasyon tüm vücut üzerinde yayılım göstermiş olup, kaudal bölge ile hemal bölgenin son omurları üzerinde pigmentasyon tespit edilmemiştir. Notokorda bükülmesi kaudal bölgede 5. hipuralin görülmesi ile 31. günde  $10.90 \pm 0.64$  mm TB ve  $9.35 \pm 0.56$  mm NU'da tamamlanmıştır. Nokta şeklinde pigmentasyon tüm bölgede yayılım göstermiş, yalnızca kaudal bölge ve kaudal yüzgeçte şeffaf görünümde olmuştur. Yumurtadan çıktıktan sonraki 37. günde sinarit larvaları  $15.59 \pm 1.23$  mm TB,  $12.91 \pm 0.98$  mm NU'da olmuştur. Pigmentasyon siyah nokta şeklinde belirgindir. Dorsal yüzgecin sert ışınları ile anal yüzgecin ilk üç ışını ve pelvik yüzgeç üzerinde siyah melanaforlar tespit edilmiştir. Larva yumurtadan çıktıktan sonraki 37. günde portakal rengini almıştır. Yumurtadan çıktıktan sonraki

46. günde sinarit larvaları  $23.58 \pm 1.26$  mm TB ve  $19.41 \pm 1.10$  mm NU olarak tespit edilmiştir. Sinarit larvaları koyu portakal renginde, üzerinde kalın siyah bantlar belirgindir.

### Allometrik büyüme

Allometrik büyüme 969 adet sinarit larvasında 16 farklı morfolojik bölgenin total boya oranı ile elde edilen verilerden ortaya çıkarılmıştır (Şekil 4). Tüm bu ölçümler sonucunda elde edilen denklemdeki katsayılar Tablo 2'de gösterilmiştir. Allometrik büyümeye bağlı farklılık gösteren tüm Y değerlerinde grafik üzerinde görülen kırılmalar larvanın fizyolojik ve morfolojik olarak gösterdiği değişimlere bağlıdır.

Sinarit larvalarında deneme boyunca morfometrik oranlar (R) standart boy, çatal boy, pelvik yüzgeç uzunluğu, pre-anal yüzgeç uzunluğu, pre-dorsal yüzgeç uzunluğu, post-anal yüzgeç uzunluğu ve post-dorsal yüzgeç uzunluğu değerlerinde sabitlik göstermiş olup diğer 11 ölçümde sürekli bir değişim içerisinde olmuştur. Meydana gelen bu değişimlerdeki kırılma noktaları özellikle 5.1, 7.21, 8.18, 10.01 ve 11.39 mm TB'de tespit edilmiştir. Toplam 44 kırılma noktası içerisinde 15 tanesinde isometri ( $b \approx 1$  isometri), 23 tanesinde pozitif allometri ( $b > 1$ ) ve 6 tanesinde negatif allometri ( $b < 1$ ) tespit edilmiştir. Özellikle 3.76-5.10 mm TB arasında baş yüksekliği A ve B, baş boyu ve vücut yüksekliği TB'e oranla daha hızlı bir gelişim göstermiş bu gelişim 10.01 mm TB'a kadar devam etmiştir.



Şekil 4. TB ile ilişkili morfometrik oranların gelişimi. Morfometrik kısaltmalar Tablo 1’de gösterilmiştir.

Figure 4. Development of the morphometric ratios in relation to TL. Morphometric abbreviations are listed in Table 1

**Tablo 2.** Total boya (TB) oranlanmış morfometrik karakterlerin (Y) allometrik denklem ( $Y = a.TB^b$ ) parametreleri. (*b* allometri katsayısı; *a* allometri denkleminin sabiti;  $SE_b$  *b*'nin standart hatası; *r* determinasyon katsayısı, *n* ölçülen birey sayısı,  $b \approx 1$  isometri,  $b > +$  allometri,  $b < -$  allometri).

**Table 2.** Parameters of the allometry equations ( $Y = a.TL^b$ ) of the morphometric characters studied (Y) against TL. (*b* allometry coefficient; *a* constant of the allometry equation;  $SE_b$  standard error of *b*; *r* coefficient of determination; *n* number of measured individuals,  $b \approx 1$  isometry,  $b > +$  allometry,  $b < -$  allometry).

Y	TB aralığı	b	Log a	$SE_b$	r	n
BYA	3.76-5.10	3.5935	-2.4578	0.1303	0.9358	108
	5.19-10.01	1.2696	-0.8177	0.0278	0.9594	180
	10.07-14.99	0.6896	0.3179	0.0276	0.9141	151
	15.00-26.96	0.9904	0.0857	0.0107	0.9159	160
BYB	3.76-5.10	3.1279	-2.1510	0.1329	0.9148	108
	5.19-10.01	1.3191	-0.8636	0.0254	0.9681	180
	10.07-14.99	0.6069	0.2180	0.0217	0.8362	151
	15.00-26.96	0.8449	0.2133	0.0111	0.8679	160
VY	3.76-5.10	3.2255	-2.3074	0.1535	0.8964	108
	5.19-11.39	1.2373	-0.8737	0.0168	0.9766	262
	11.40-26.96	0.8749	0.1465	0.0108	0.8691	231
GÇ	3.76-10.01	2.0444	-1.9655	0.0240	0.9805	289
	10.07-15.30	0.7562	-0.7431	0.0195	0.9501	166
	15.34-26.96	1.0389	-0.5920	0.0142	0.9637	146
BB	3.76-5.10	2.4792	-1.5768	0.1066	0.9131	108
	5.19-7.21	1.6596	-1.0023	0.9521	0.8932	77
	7.23-9.08	0.9913	-0.4487	0.0731	0.8394	74
	9.40-26.96	0.9868	0.1117	0.0081	0.9324	340
CVK	3.76-7.21	2.9739	-1.3285	0.0300	0.9762	214
	7.23-11.39	1.6776	-0.2621	0.0295	0.8969	128
	11.40-18.79	0.6022	0.3938	0.0246	0.8924	166
	19.31-26.96	1.0305	-0.0881	0.0328	0.8080	91
NU	3.76-7.21	0.9827	0.9507	0.0050	0.8161	184
	7.23-11.39	0.6367	1.0760	0.0067	0.8577	151
	11.40-26.96	0.9979	0.9271	0.0029	0.8608	266
PreAU	3.76-5.10	2.5009	-0.5089	0.0439	0.9566	108
	5.19-7.21	1.9697	-0.1321	0.0368	0.9355	99
	7.23-10.01	0.9657	0.3170	0.0219	0.9150	77
	10.07-26.96	0.9945	0.5938	0.0039	0.9115	315
PreOU	3.76-7.21	3.4014	-3.0759	0.0395	0.9860	211
	7.23-8.18	2.3267	-2.2199	0.3659	0.7472	32
	8.24-26.96	0.9804	-0.8037	0.0117	0.9637	358
KY	3.76-7.21	3.6428	-3.2913	0.0466	0.9831	211
	7.23-8.18	1.8553	-1.8499	0.1940	0.8217	44
	8.24-26.96	1.2554	-0.8789	0.0099	0.9774	346
KPY	5.88-10.01	2.5459	-2.5583	0.0922	0.9413	98
	10.07-26.96	0.9846	-0.6913	0.0089	0.9748	312
SB	7.65-26.96	0.9627	0.9037	0.0024	0.9437	362
ÇB	8.45-26.96	0.9752	1.0067	0.0018	0.9093	342
PYU	7.77-26.96	1.0189	0.1536	0.0068	0.9489	349
PreAYU	5.88-26.96	0.9904	0.5488	0.0043	0.9149	416
PreDYU	6.58-26.96	1.0345	0.1435	0.0059	0.9592	402
PostAYU	5.88-26.96	0.9968	0.7202	0.0033	0.8652	416
PostDYU	5.88-26.96	0.9980	0.6902	0.0026	0.9344	414

Bu çalışmada Akdeniz’de ve Türkiye’de üretilimi son yıllarda artış gösteren, gerek hızlı büyümesi gerekse tüketici tarafından aranan bir tür olması özelliği ile alternatif türlerin başında gelen sinarit (*Dentex dentex*) larvalarının erken dönem gelişimleri morfolojik ve allometrik yönden incelenmiştir. Birçok balık türünde olduğu gibi prelarvanın ana besin kaynağı vitellüs kesesidir ve abiotik faktörler özellikle sıcaklık bu kesenin tüketiminde birincil derecede etkilidir (Kentouri, 1985; Koumoundouros ve ark., 1999). Bu tüketim sürenin kısa ya da uzun olması larvanın ilk beslenmesine ve dolayısıyla da hayatta kalma oranı üzerine doğrudan etkilidir (Fukuhara, 1988). Sinarit larvalarının yetiştiriciliği üzerine yapılan çalışmalarda yumurtadan yeni çıkmış larvanın boyu  $2.73 \pm 0.16$  mm (Santamaria ve ark., 2004),  $2.47 \pm 0.03$  mm (Koumoundouros ve ark., 1997),  $2.61 \pm 0.04$  mm (Pastor ve ark., 1997),  $2.55 \pm 0.02$  mm (Fırat ve ark., 2003) olarak bildirilmiştir. Yumurtadan yeni çıkan larvaların tümünde ağız ve anüs kapalı olup vitellüs kesesi ile yağ damlası mevcuttur. Sinaritler, prelarval dönemde oldukça şeffaftırlar ve melanaförler vücutta birkaç bölgede bulunur (Santamaria ve ark., 2004). Koumoundouros ve ark., (1999), sinaritlerde larval dönemde sarı kramatoförlerin baş bölgesinde posteriora yayılım gösterdiğini, melanaförlerinde bu sürede vücutta yoğunlaştığını ve larvaların 10 mm TB’den sonra portakal rengi görünümüne dönüştüğünden bahsetmiştir. Yaptığımız bu çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Larvalarda yumurtadan çıktıktan sonraki 4. günde gözde fotoreseptörlerin gelişmesi ile birlikte görme sisteminin avlanma için yeterli özellik kazanması ile birlikte orta bağırsakta sindirim aktivitesinin başlaması sonucu larvalar yem almaya başlar (Roo ve ark., 1999). Farklı araştırmacılar Sparid larvalarında ağız açılımının 3. günde gerçekleştiğini bildirmiş, bu durumun su sıcaklığı ile doğrudan ilişki içerisinde olduğuna değinmişlerdir (Mihelakakis ve ark., 2001; Machinandiarena ve ark., 2003). Fukuhara (1990), vitellüs kesesi tüketiminin ve ağız açılım zamanının aynı türler içerisinde bile farklılıklar oluşturabileceğinden bahsetmiştir. Aynı araştırmacı bunun sebebi olarak organizmanın davranışsal ve morfolojik karakterlerinin önemli bir etken olduğunu, ayrıca stresin ve su sıcaklığının önemli rol oynadığına değinmiştir. Yaptığımız çalışmada tüm larvalar yumurtadan çıktıktan sonraki 4. günde dışarıdan yem alımına başlamıştır. Sinarit larvaları 4. günde  $3.55 \pm 0.06$  mm TB

(Santamaria ve ark., 2004),  $3.60 \pm 0.1$  mm TB (Koumoundouros ve ark. 1999),  $3.304 \pm 0.064$  mm TB (Fırat ve ark., 2005) arasında değişim gösterdiği çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada bu günde sinarit larvaları  $3.30 \pm 0.28$  mm TB’da olmuş ve dışarıdan yemleme rotifer ile başlamıştır.

Genel olarak fizoklist veya pre-fizoklist balıkların larvalarında hava kesesi şişmesi ve hidrostatik dengeleme, dışarıdan beslenmenin başlaması ile ilişkilidir (Doroshev ve ark., diğ., 1981). Yapılan bu çalışmada, tüm larvalarda hava kesesinin ilk gelişimi 9. günde gözlenmiştir. Sinarit larvalarında da ilk hava kesesi gelişimi 3.8–4.0 mm TB’de gerçekleşir (Koumoundouros ve ark. 1999). Bu değer bizim bulduğumuz değer ile paralellik göstermektedir. *Pagrus major* ve *Sparus aurata* hava kesesini doldurmak amacı ile su yüzeyine gelerek hava yuttukları bilinmektedir (Kitajima ve ark., 1981; Chatain and Ounais-Guschemann, 1990). Sinarit balıkları içinde aynı sistem geçerlidir. Yoğun yetiştiricilikte yüzeydeki yağ tabakasının temizlenmesi hava kesesi şişmesini büyük ölçüde etkiler. Crespo ve ark. (2001), aynı kültür koşullarında 5 farklı tankta yetiştirilen sinarit larvalarından 17. günde aldığı örneklerde %12 ile %77 arasında hava kesesiz birey tespit etmiştir. Aynı araştırmacı hava kesesi gelişimi düşük olan tanklardaki total boy gelişiminin de düşük olduğunu bildirmiş ve bu sonuçların çipura ile levrek balıklarındaki sonuçlar ile aynı olduğunu bildirmiştir (Chatain ve Ounais-Guschemann, 1990; Goolish ve ark., 1999).

Ölçüm yapılan tüm larvalarda prelarva safhası da dahil olmak üzere erken dönemde hiçbir kemik ve kıkırdak yapı gelişmemiş olup, notokorda düz bir boru şeklindedir. Sinaritlerde ilk olarak 15. günde  $5.20 \pm 0.23$  mm TB’de kaudal bölgede ilk hipural oluşumu görülmüştür (Çoban, 2005). Notokorda üzerinde kaudal bölgede görülen bu hipurallerin oluşumu notokorda bükülmesi ile yakın ilişki içerisinde (Koumoundouros ve ark., 1997). Sinarit larvalarında notokordanın kaudal bölgesinin küçük bir açıyla bükülmesi 18. günde  $6.27 \pm 0.47$  mm TB’de başladığı bu çalışmada tespit edilmiştir. Sinaritlerde ise 5.5–6.5 mm TB 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 notokorda da meydana gelen değişimlerin farklı boy ve zamanlarda meydana



gelmesi larvanın anatomik ve fonksiyonel ihtiyaçlarının farklılığından kaynaklanmaktadır (Kendall ve ark., 1984; Blaxter, 1988; Fukuhara, 1992). Bizim çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Notokorda bükülmesinin tamamlanması 5. hipuralin görülmesi ve vücutta kıkırdak yapıların azalıp kemik yapıların artmasıyla tanımlanmıştır (Kendal ve ark., 1984). Sinarit larvalarında 5. hipural 28. günde  $9.88 \pm 0.63$  mm TB'de meydana gelmiştir.

Bir üretimde en çok takip edilen morfometrik kriter boy ve buna bağlı olarak ağırlıktır. Boy gelişimini takip etmek ağırlık gelişimini takip etmekten daha kolay ve pratiktir. Boy ve ağırlık gelişimleri üzerinde etkili olan faktörler arasında, sıcaklık, aydınlatma süresi, aydınlatma gücü, stok yoğunluğu, çözülmüş oksijen miktarı, besleme kalite ve kantitesi en önemlileri olarak sayılabilir. Koumoundouros ve ark. (2004), sinarit balığının yetiştiriciliği üzerine yaptıkları çalışmada zamana bağlı boy gelişimini kuluçkahane ve toz yeme adaptasyon olmak üzere iki dönemde incelemiştir. Bu çalışmaya göre ilk dönemde büyüme regresyon grafiği  $y=2.8683e^{0.0755x}$  olarak verilirken, ikinci dönemde  $y=5.5535e^{0.0413x}$  olarak belirtilmiştir.

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. Buradaki amaç, larval yaşam evresinden gençliğe başarılı bir geçiş sağlamaktır (Kendall ve ark., 1984). Bu safhanın tespitinde en sık kullanılan ölçüler; yüzgeçlerin oluşumu, gövdenin pigmentasyonu, allometrik değişimler, davranış gelişmeleri (Kendall ve ark., 1984; Blaxter, 1988; Youson, 1988; Fukuhara, 1992; Koumoundouros ve ark., 1995) ve/veya bilateral asimetri gösteren türlerde gözlerin yer değiştirmesidir (Gatesoupe ve Luquet, 1982; Fukuhara, 1988; Keefe ve Able, 1993).

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). Yaptığımız bu çalışmada da baş yüksekliği A ve B, baş boyu, göz çapı, vücut yüksekliği, kas yüksekliği, pre-anal

uzunluk ve pre-orbital uzunluk diğer bölgelere göre TB ile kıyaslandığında hızlı gelişim göstermiştir.

Vücuttaki bazı bölgelerin farklılaşmasıyla *D. dentex* larvaları 10–11 mm TB' de metamorfoz safhasına erişirler (Koumoundouros ve ark., 1999). Metamorfoz geçirmiş balıklar, daha derin su bölgelerini tercih ederler ve aynı zamanda, kanibalistik davranış gösterirler. Bu sebepten dolayı kültür koşullarında, özellikle karnivor türlerde, metamorfozun belirlenmesi oldukça önemli bir noktadır (Koumoundouros ve ark., 1999). Metamorfozun sonunda, juvenil safhanın başlangıcında, gövdenin renklenmesi tamamlanmış olup larval karakterler ortadan kaybolmuştur (Koumoundouros ve ark., 1999).

## Sonuç

Genel olarak balık ontogenisi karmaşık bir gelişim ve başkalaşım olgusudur. Vücut şekli, yüzgeçler, pigmentasyon gibi gelişim karakterleri, beslenme ve larvaların davranış tepkimeleri ve bunu destekleyen iç organların gelişmesiyle yakından ilgilidir (Koumoundouros ve ark., 1999). Bu sebeple ontogeni çalışmaları türlerin farklı gelişme safhalarındaki çevresel tercihlerini ve fonksiyonel eğilimlerini tanımlamakta yardımcı olur. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda türün üretiminde oldukça sık karşılaşılan kanibalizm problemi üzerine yoğunlaşılmalıdır.

## Kaynaklar

- Bauchot, M.L., Hureau, J.C., (1986), Sparidae. In Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.L., Hureau, J.C., Nisen, J. and Tortonese, E. (eds.) *Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean*, Vol. II. UNESCO, Great Britain, pp. 883–907.
- Blaxter, J.H.S., (1988), Pattern and variety in development. In: Hoar, W.S., Randall, D.J. Eds., *Fish Physiology XIA*. Academic Press, 1–58, London.
- Chatain, B., Quanis-Guschemann, N., (1990), Improved rate of initial swimbladder inflation in intensively reared *Sparus auratus*. *Aquaculture*, **84**: 345–353.
- Crespo, S., Marín de Mateo, M., Santamaría, C.A., Sala, R., Grau, A., Pastor, E., (2001), Histopathological observations during larval rearing of common dentex *Dentex dentex* L. (Sparidae). *Aquaculture* **192**: 121–132.

- Çoban, D., (2005), Sparidae familyasına ait balıklarda yetiştiricilik koşullarında gözlenen kemik ve kıkırdak deformasyonlarının belirlenmesi. *Doktora Tezi*, Danışman Saka, Ş., Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 286 s.
- Doroshev, S.I., Cornacchia, J.W., Hogan, K. (1981). Initial swim bladder inflation in the larvae of physoclistous fishes and its importance for larval culture, Rapp. P. V. Reun.-Cons. *Rapports et Procès-verbaux des Reunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, **178**: 495–500.
- Firat, K., Saka, Ş., Çoban, D., (2003), The effect of light intensity on early life development of common dentex *Dentex dentex* (L. 1758) larvae. *Aquaculture Research*, **34**: 727-732.
- Firat, K., Saka, Ş., Çoban, D., (2005), Early life history of cultured common dentex, *Dentex dentex* (L. 1758). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, **29**: 1-7.
- Fuiman, L. A., (1983)., Growth gradients in fish larvae. *Journal of Fish Biology*, **23**: 117-123.
- Fukuhara, O., (1988), Morphological and functional development of larval and juvenile *Limanda yokohamae* (Pisces: Pleuronectidae) reared in the laboratory. *Marine Biology*, **99**: 271–281.
- Fukuhara, O., (1990), Effects of temperature on yolk utilization, initial growth, and behaviour of unfed marine fish-larvae. *Marine Biology*, **106**: 169-174.
- 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.
- Gatesoupe, F., Luquet, P., (1982), Weaning of the sole *Solea solea* before metamorphosis. *Aquaculture* **26**, 359–368.
- Gisbert, E., (1999), Early development and allometric growth patterns in Siberian sturgeon and their ecological significance. *Journal of Fish Biology*, **54**, 852–862.
- Goolish, E. M., Okutake, K., Lesure, S., (1999), Growth and Survivorship of larval zebrafish *Danio rerio* on processed diets. *N. Am. J. Aquaculture* **61**, 189–198.
- Gozlan, R. E., Copp, G. H., Tourenq, J. N., (1999), Comparison of growth plasticity in the laboratory and field, implications for the onset of juvenile development in sofie, *Chondrostoma toxostoma*. *Environmental Biology of Fishes* **56**, 153–165.
- Keefe, M., Able, K.W., (1993), Patterns of metamorphosis in summer flounder, *Paralichthys dentatus*. *Journal of Fish Biology*, **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, 11-22, Lawrence.
- Kentouri, M., Papandroulakis, N., Divanach, P. (1985). Specific diversification in Greek finfish mariculture. *Cahiers Options Mediterraneennes*, **14**: 129-136.
- Kitajima, C., Tsukashima, Y., Fujita, S., Watanabe, T., Yone, Y., (1981), Relationship between uninflated swimbladders and lordotic deformity in hatchery-reared red sea bream *Pagrus major*. *Bulletin of Japan Society Science and Fisheries*, **47**: 1289-1294.
- Koumoundouros, G., Kiriakos, Z., Divanach, P., Kentouri, M., (1995), Morphometric relationships as criteria for the evaluation of larval quality of gilthead sea bream. *Aquaculture International*, **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., Anezaki, L., Kentouri, M., (2001a), Temperature-induced ontogenetic plasticity in sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Marine Biology*, **139**: 817–830.
- Koumoundouros, G., Divanach, P., Kentouri, M., (2001b), 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. and Kentouri, M., (2004), The rearing of common dentex *Dentex dentex* (L.) during the hatchery and on-growing phases. *Aquaculture*, **240**: 165–173.
- Machinandiarena L, Müller M., Lopez A., (2003), Early life stages of development of the red porgy *Pagrus pagrus* (Pisces, Sparidae) in captivity. *Investigaciones Marinas*, **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.
- Pastor, E., Grau, A., Massuti, E., Sala, R., Sanpera, C., (1997), Aspectos reproductivos, desarrollo embrionario larvario del dentón, *Dentex dentex* bajo condiciones controladas. In De Costa, J., Abellán, E., García, B., Ortega, A. and Zamora, S. (eds.) *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*, July 9–11. 429–435, Cartagena, Spain.
- Roo, F.J., Socorro, J., Izquierdo, M.S., Caballero, M.J., Hernandez-Cruz, C.M., Fernandez, A., Fernandez-Palacios, H., (1999), Development of red porgy *Pagrus pagrus* visual system in relation with changes in the digestive tract and larval feeding habits. *Aquaculture*, **179** (1–4): 499–512.
- Saka, Ş., Firat, K., Çoban, D., (2004), Development of common dentex, *Dentex dentex* (L. 1758) eggs in relation to temperature. *Aquaculture Research*, **35**: 224–231.
- Santamaria, C.A., Marin de Mateo, M., Travest, R., Sala, R., Gau, A., Pastor, E., Saraquete, C., Crespo, S., (2004), Larval organogenesis in common dentex *Dentex dentex* L. (Sparidae): histological and histochemical aspects. *Aquaculture*, **237**: 207–228.
- Youson, J.H., 1988, First metamorphosis, In W.S. Hoar and D.J. Randall (Eds.), *Fish physiology*. Vol 11B. Academic Press, 135–196. New York.