

Sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) larvalarında omurga ve kaudal yüzgecin osteolojik gelişimi*

Deniz ÇOBAN, Cüneyt SUZER, H. Okan KAMACI, Şükrü YILDIRIM, Şahin SAKA, Kürşat FIRAT

¹ Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, 35100, Bornova, İzmir.

Özet: Sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) larvalarının yoğun yetiştiricilik koşulları altında omurga ve kaudal yüzgeç sisteminin iskelet yapısının normal gelişimi tanımlandı. Osteolojik gelişimin belirlenmesi için 610 adet sivriburun karagöz larvası kıkırdak boyaması için Alsiyan mavisi ile ve kemik boyaması için Alizarin kırmızısı ile boyandı. Aksiyal iskelet sisteminin gelişimi hipural 1, nöral yaylar 1 - 4 ve hemal yaylar 1-6 ile sırasıyla 4.3, 4.7, ve 5.1 mm total boyda (TB) meydana gelmiştir. Kaudal yüzgeç uzun ışınları ilk membran kemikler olarak görüldü (5.6 mm TB) ve tam sayıya ulaştı (7.0 mm TB), bunu 5.9 ve 8.4 mm TB arasında omurga oluşumu takip etti. 14.0 mm TB'da tüm kas içi ışınlar hariç hemen hemen tüm iskelet elementleri kemikleşmiştir. *D. puntazzo* larvalarında yürütülen iskelet gelişimi sonuçları diğer Sparidae ve Teleost balıklarda önceden bildirilen sonuçlar ile karşılaştırılmış ve birçok Sparidae ile benzer gelişimler göstermiştir.

Anahtar sözcükler: *D. puntazzo*, kaudal yüzgeç, larval yetiştiricilik, omurga, osteolojik gelişim.

Osteological development of vertebral column and caudal fin in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*)

Summary: In current study, the healthy osteological development of the vertebral column and of the caudal fin systems in sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*) was described under intensive culture condition. In order to study the osteological development, it was used 610 specimens which were stained by Alsiyan blue for cartilage and Alizarin Red S for bone. The development of the axial skeleton began with the formation of the hypural 1, the neural arches 1 and 4, as well as the haemal arches 1-6 at 4.3, 4.7 and 5.1 mm total length (TL, measured in vivo), respectively. The caudal lepidotrichia were the first membranous bones to appear (5.6 mm TL) and attain their full meristic counts (7.0 mm TL), followed by the vertebral centra, which formed between 5.9 and 8.4 mm TL. By 14.0 mm TL, all the elements were fully ossified except for the ventral ribs. The results of the skeletal ontogeny in *D. puntazzo* were compared with that reported for other Sparidae and Teleost fishes and also follow the same pattern of most Sparidae species investigated to date.

Key words: Caudal fin, *D. puntazzo*, larval rearing, osteological development, vertebral column.

Giriş

Son 20 yıl içerisinde Akdeniz'de yetiştiricilik sektörünün hızlı bir şekilde gelişmesi çipura (*Sparus aurata*) ve levrek (*Dicentrarchus labrax*) türlerinin başarılı üretimiyle gerçekleşmiştir (19). Üretimdeki bu artış beraberinde son tüketicideki fiyatların düşmesine neden olmuş ve yetiştiricilik sektörü yeni balık türlerinin üretimi arayışına yönelmiştir. Sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) Atlantik Okyanusu'nda, Akdeniz'de ve Karadeniz'de doğal olarak dağılım göstermesi, kültür koşulları altında üremesi, hızlı büyümesi ve ticari olarak yüksek fiyattan alıcı bulmasından dolayı oldukça önemli bir tür haline gelmiştir (8, 29).

Bir balığın yaşam döngüsünün bilinmesi hem doğal hem de kültürdeki popülasyonu için önemlidir ve bu döngü çevresel etkilerle birlikte canlının biyolojik koşullarını doğrudan etkiler (3). Bir türün kemik ve

kıkırdak yapısının tespiti hem balıkçılık biyolojisi hem de akuakültür sektörü açısından oldukça önemlidir (14). Özellikle yetiştiricilik sektörü açısından bakıldığında, balığın normal kemik ve kıkırdak yapısının bilinmesi, kültür koşulları altında daha yüksek oranlarda ortaya çıkan iskelet deformasyonlarının önlenmesinde ve/veya eliminasyonun da önemli bir ön koşuldur (4, 5, 12). *Pagrus major* (17), *Pagellus erythrinus* (26), *Dentex dentex* (13, 15), *Sparus aurata* (12, 6, 7), *Diplodus sargus* (16) ve *Pagrus pagrus* (3) gibi balık türlerinde kemik ve kıkırdak yapı üzerine çeşitli çalışmalar mevcuttur. Sfakianakis ve ark. (27) *D. puntazzo* üzerine mesocozm tekniği kullanarak bir çalışma yapmalarına karşın yoğun yetiştiricilik koşulları altında yapılmış bir çalışma mevcut değildir.

Bu yüzden bu çalışmada, ilk defa *D. puntazzo* larvalarında yumurtadan çıkıştan itibaren canlı yemin

* Tübitak VHAG 2111 numaralı proje ile desteklenmiştir.

kesildiği güne kadar olan dönemde omurga ve kaudal yüzgeç gelişimlerini yoğun yetiştiricilik koşulları altında inceleyerek, larval kalite kriterlerinin ortaya çıkarılmasında hem zoologlar hem de yetiştiriciler açısından bir referans araç olması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan anaç balıklar, 12 m³ hacmindeki dairesel tanklara, 1:1 dişi/erkek oranında ve 5 kg/m³ yoğunlukta stoklanmıştır. Anaçlardan elde edilen sivriburun karagöz 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 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 kapta bekletilmiş ve ölü-canlı ayrımı yapılmıştır. Canlı yumurta miktarı tespit edildikten sonra yumurtalar 1000 litre hacmindeki 375 µm göz açıklığına sahip inkübatörlere 1500 adet/lt olacak şekilde yerleştirilmiştir. Canlı yumurtalar 800–900 µm çapında, saydam ve genelde tek yağ damlası içermiştir. İnkübasyon karanlık ortamda gerçekleşmiş ve su debisi saatte tank hacminin (20 m³) tamamının %30'unu değiştirecek şekilde ayarlanmıştır. İnkübasyon sırasında su sıcaklığı 20.0±0.5 °C arasında değişim göstermiştir.

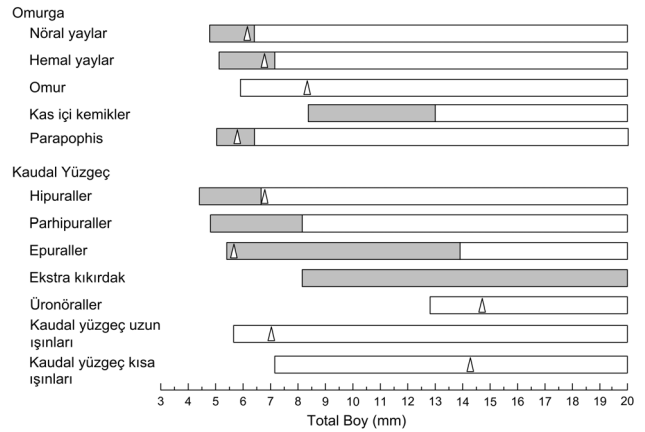
Yumurtadan yeni çıkmış sivriburun karagöz prelarvaları 15 tonluk silindir şeklindeki polyester tanklara 100 larva/litre yoğunluğunda stoklanmıştır. Prelarval dönemin sonunda ağız ve anüs açılışının gerçekleşmesiyle ışıklar açılmış ve ortama alg ile birlikte rotifer verilmiştir. Alg olarak *Isochrysis galbana* ve *Tetraselmis suecica* 30-40.10⁴ hücre/ml, rotifer olarak *Brachionus plicatilis* 12-15 adet/ml 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 salina* nauplii (430 µm, INVE S.A., Belçika) ile beslenmeye başlamıştır (Rotifer 8-10 adet/ml; *Artemia* 0.5-1 adet/ml). *Artemia* metanuaplii'ler (1-1.5 adet/ml; 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 biomasın %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.

Örneklemler yumurtadan çıktıktan sonraki prelarval dönemden itibaren 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/lt) sol taraflarından dijital fotoğraf makinesi (Nikon Coolpix 5000, Japan) ile ışık mikroskobu altında fotoğrafları çekilmiş ve total boy analizlerinin yapılabilmesi için bilgisayara kaydedilmiştir. Total boy analizleri TpsDig (Ver. 1.37) isimli bilgisayar programı yardımıyla 0.01 mm hassasiyetle ölçülmüştür. Omurga ve kaudal yüzgeç üzerindeki kıkırdak ve kemik yapıdaki değişimlerin tespiti için Alsian mavisi ve Alizarin kırmızısı ile ikili boyama yöntemi uygulanmıştır (21). Kıkırdak yapının tespiti için Alsian mavisi, kemik yapının belirlenmesi için ise Alizarin kırmızısı ile boyanmış ve ışık mikroskobu altında fotoğrafları çekilerek incelemeler yapılmıştır (3). Deforme bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir. Anatomik terminoloji Matsuoka'ya (17, 18) göre yapılmıştır.

Bulgular

Sivriburun karagöz larvalarında omurga ve kaudal yüzgeç gelişimlerinin total boya bağlı değerlendirilmesi şekil 1'de tanımlanmıştır.



Şekil 1. *D. puntazzo* larvalarında total boya bağlı omurga ve kaudal yüzgeç gelişim safhaları.

■ kıkırdak yapının görülmesi.

□ kıkırdak yapıdan kemik yapıya geçiş veya kemik yapının görülmesi.

Δ oluşumun tamamlandığı zaman.

Figure 1. Developmental sequence of vertebral column and caudal fin in total length in *D. puntazzo*.

■ appearance of cartilaginous elements;

□ appearance of ossified bone or beginning of ossification of cartilaginous element.

Δ full complement of elements.

Omurga gelişimi: Sivriburun karagöz larvalarında omurgaya bağlı osteolojik yapı gelişimi 4 bölgede şekillenmiştir. Bunlar sırasıyla (I) postero-ventral (Hipuraller, Hy), (II) omurga merkezinin ventral bölgesi (anterior hemal yaylar, Ha), (III) omurga merkezinin dorsal bölgesi (nöral yaylar, Na), (IV) anterior-dorsal (nöral yay ve ışınlar) bölgelerdir. Omurga omur (U), Na, Ha, kas içi kemikler (Pr) ve parapophisden (Pp) meydana gelmiştir.

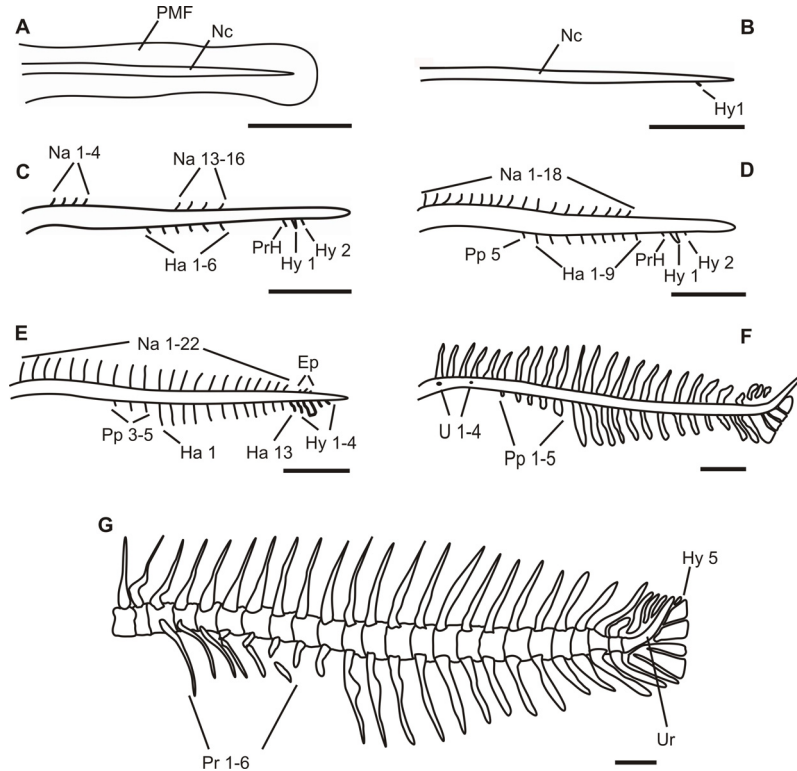
Sivriburun karagöz larvalarında yumurtadan çıkışta omurga üzerinde herhangi bir osteolojik yapı tespit edilmemiştir (Şekil 2-A). Omurga üzerinde ilk oluşan yapı 4.3 mm total boyda (TB) postero-ventral bölgede Hy1'dir (Şekil 2-B). Bu oluşumu Na1-Na4 ve Na13-Na16 aynı anda notokordanın dorsalinde 4.7 mm TB'da takip etmiştir (Şekil 2-C). Bu yapılar balığın yaşı ile birlikte çoğalmış ve 6.1 mm TB'de Na22'nin gözükmesi ile sayıca artış tamamlanmış boyca artış devam etmiştir (Şekil 2D-G). Na2, 6.2 mm TB'da ilk kemikleşmeye başlayan yapı olmuş ve bu kemikleşme posteriora doğru devam etmiştir. Düz bir boru şeklinde olan notokorda 5.9 mm TB'da ilk omurlar (U1 ve U4) belirlenmiştir (Şekil 2F). Bu oluşumdan sonra gelişim devam etmiş ve 23 omurga ile 8.4 mm TB'da tamamlanmıştır (Şekil 2F).

Notokorda üzerinde hemal yapının gelişimi Ha1-Ha6'nın görülmesiyle 5.1 mm TB'de başlamıştır (Şekil 2C). Hemal yapının gelişimi posteriora doğru devam etmiş ve Ha13'ün 6.8 mm TB'de görülmesiyle

tamamlanmıştır (Şekil 2E). Kemikleşme 7.1mm TB'da Ha1 ile başlamış ve kaudal bölgeye doğru devam etmiştir. Tüm hemal oluşumun kıkırdak yapıdan kemik yapıya dönüşmesi 9.4 mm TB'de meydana gelmiştir. İlk parapophis 5.0 mm TB'de Pp5'dir ve son oluşanda 5.7mm TB'de Pp1'dir (Şekil 2D-F). Parapophislerin kıkırdak yapıdan kemik yapıya geçişleri ilk olarak 6.4 mm TB'de Pp1 ile başlamış ve sırasıyla devam etmiştir. Kas içi kemikler 9.0 mm TB'da Pr1 ile başlamış 10.1 mm TB'da Pr6 ile tamamlanmıştır (Şekil 2G).

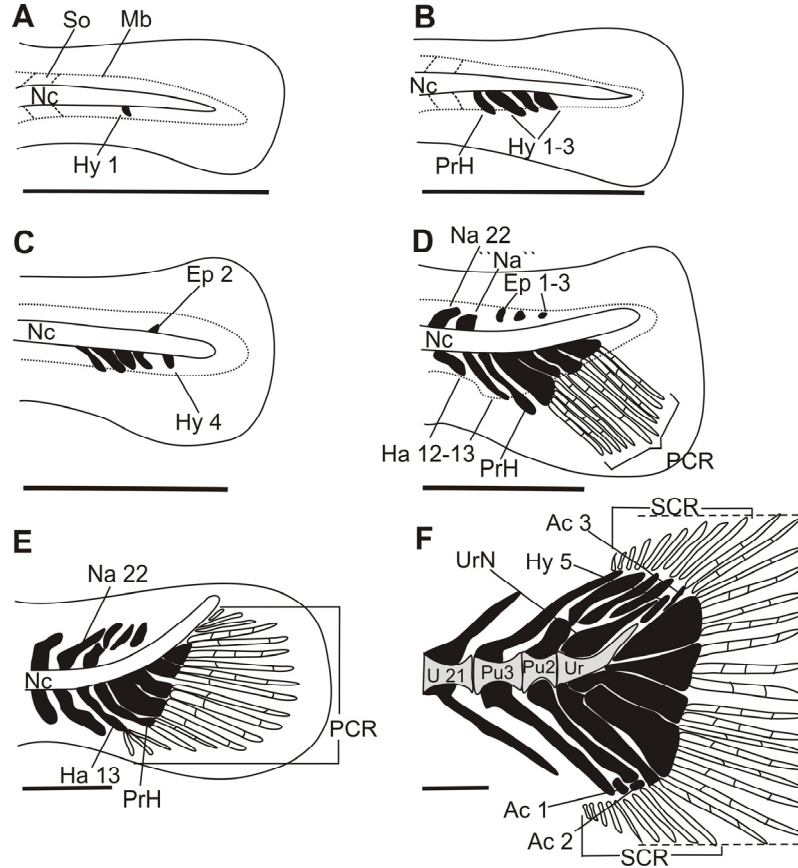
Kaudal yüzgeç gelişimi: Sivriburun karagöz larvalarında kaudal yüzgeç kıkırdak yapıda olup ürosital (Ur), preural omur (PU2 ve PU3), parhipural (PrH) kaudal yüzgeç ışınları (lepidotrichia (PCR) ve dermatotrichia (SCR)), ekstra kıkırdak (Ac) ve üronörallerden (UrN) oluşur.

Vitellüs keseli dönem ile birlikte erken larval dönem boyunca notokorda düz bir yapıda olup kaudal bölgede herhangi bir osteolojik yapı tespit edilmemiştir. Kaudal yüzgeç bölgesinde ilk oluşan yapı 4.3 mm TB ile Hy1 olup bunu Hy2 (4.7 mm TB), PrH ve Hy 3 (4.9 m TB) ve son olarak Hy4 (5.5 mm TB) takip etmiştir (Şekil 3A-C). Ep 2 kaudal yüzgeç bölgesinde 5.4 mm TB'de ilk oluşan epuraldır ve bunu 5.6 mm TL'de Ep1 ve Ep3 takip eder (Şekil 3D). Son kıkırdak yapı olan Hy5 6.8 mm TL'de tespit edilmiştir (Şekil 3F). Notokordanın yaklaşık 45° açı ile bükülmesinin tamamlanması bu oluşumla gerçekleşir. Kıkırdak yapıdaki kaudal yüzgeç



Şekil 2. *D. puntazzo* larvalarında notokordanın gelişimi. PMF, Primordial yüzgeç; Nc, Notokorda; Na, Nöral yay; Hy, Hipural; Ha, Hemal yay; PrH, Parhipural; Pp, Parapophis; Ep, Epural; U, Omur; Pr, kas içi ışın; Ur, Urosital. Skala 1 mm dir.

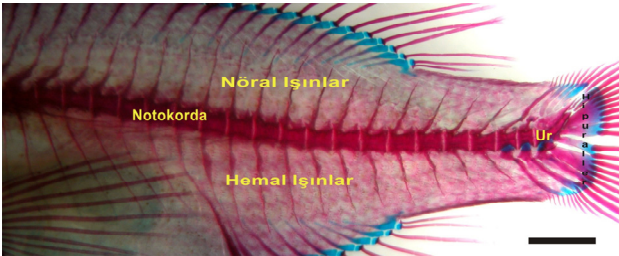
Figure 2. Development of vertebral column in *D. puntazzo*. PMF, Primordial fin; Nc, Notochorda; Na, Neural arch; Hy, Hypural; Ha, Haemal arch; PrH, Parahypural; Pp, Parapophysis; Ep, Epural; U, Vertebral centra; Pr, Pleural rib; Ur, Urostyl. Scale bars indicate 1 mm.



Şekil 3. *D. puntazzo* larvalarında kaudal yüzgeç gelişimi. So, Somit; Mb, vücut kenarı; Nc, Notokorda; Hy, Hipural; PrH, Parhipural; Ep, Epural; Na, Nöral yay; “Na” özelleşmiş nöral yay; Ha, Hemal yay; PCR, Kaudal yüzgeç uzun ışınları; Pu, Preural omurga; U, Omurga; Ur, Urosital; UrN, Uronöral; Ac, Ekstra kıkırdak; SCR Kaudal yüzgeç kısa ışınları. Skala 1 mm’dir.

Figure 3. Development of caudal fin in *D. puntazzo*. So, Somite; Mb, body margin; Nc, Notochorda; Hy, Hypural; PrH, Parhypural; Ep, Epural; Na, Neural arch; “Na” specialized neural arch; Ha, Haemal arch; PCR, caudal lepidotrichia; Pu, Preural centrum; U, Vertebral centra; Ur, Urostyle; UrN, Uroneural; Ac, Accessory cartilage; SCR caudal dermatotrichia. Scale bars indicate 1 mm.

elementlerinde ilk kemikleşme 6.6 mm TB’da Hy 1’de meydana gelirken bu oluşumu Hy2 ve Hy3 (6.8 mm TB), Hy4 (7.4 mm TB), PrH (8.3 mm TB) ve Hy5 (10.8 mm TB) (Şekil 4). Epurallerin kıkırdak yapıdan kemik yapıya geçişleri 13.9 mm TB’da olmuş ve bu çalışma sona erdiğinde kemikleşme tamamlanmamıştır.



Şekil 4. *D. puntazzo* larvasının omurga ve kaudal yüzgeç bölgesi (Ur, Urosital). Skala 1 mm. dir.

Figure 4. Vertebral centra and caudal fin of *D. puntazzo* larvae (Ur, Urostyle). Scale bar indicate 1 mm.

Kaudal yüzgeç ışınları PCR ve SCR’den oluşmaktadır. PCR 5.6 mm TB’de oluşmaya başlamıştır ve 7.0 mm TB’da 9 adet üst, 8 adet alt olmak üzere toplam 17 ışın tespit edilmiştir (Şekil 3E-F). Diğer bir oluşum olan

SCR 7.2 mm TL’de meydana gelmiş ve 14.3 mm TB’da 8 adet altta 9 adet üstte olmak üzere toplam 17 adet ışın belirlenmiştir (Şekil 3F). Üronöraler (UrN1 ve UrN2) 12.8 ve 14.7 mm TB’da meydana gelmişlerdir ve UrN2 çalışma sonlandığında oluşumunu tamamlamamıştır.

Tartışma ve Sonuç

Sivriburun karagöz, *Diplodus puntazzo*, larvalarında omurga ve yüzgece ait iskelet sisteminin gelişimi bu güne kadar yapılmış Sparidae familyasına ait türlerinkine benzerlik göstermiştir (*Pagrus major*, 17; *Sparus aurata*, 6; *Dentex dentex*, 13; *Pagellus erythrinus*, 26; *Pagrus pagrus*, 3). Bununla birlikte bu türler içerisinde omurga ve iskelet yapısının oluş zamanı, gerek türler arasında gerekse türler içerisinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Türler arasında gelişimsel ontogeni çalışmaları yaparken zaman yerine bu çalışmada olduğu gibi total boyun kullanımı örnekleme, fiksasyon ve ölçümde çeşitli farklılıklar yaratabilir (10, 30, 13). Bu durum ancak benzer osteolojik gelişim metodolojileri kullanarak engellenebilir (13). Bu çalışmada, anestezi edilmiş larvalar üzerinde morfolojik ölçümler Pothoff (21), Matsuoka (17, 18) ve Çoban ve ark. (3)’na göre *in vivo*

olarak yapılmıştır. Bu şekilde yukarıda belirtilen etkiler en aza indirgenmiştir.

Balık türleri arasında omurgaya ait iskelet oluşumu *Microspathodon chrysurus* (22), *Lutjanus campechanus* (24) ve *Enchelyurus brunneolus* (31) türleri için üç (antero-dorsal, omurga merkezinin ventral bölgesi, postero-ventral), *P. major* (17) ve *S. aurata* (6) türleri içinse dört bölümde (anterior-dorsal, omurga merkezinin ventral bölgesi, posterior-ventral ve omurga merkezinin dorsal bölgesi) oluşum tespit edilmiştir. Bu çalışmada da iskelet gelişimi dört bölümde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, iskelet sistemi üzerinde ilk gelişim gösteren anatomik yapı posterior-ventral bölgede kaudal yüzgeç hipuralleri olduğu bu çalışma ile tespit edilmiştir. Benzer gelişim gerek entansif gerekse intensif kültür koşulları altında *P. major* (17), *S. aurata* (6), *D. dentex* (13) ve *P. pagrus* (3) türleri içinde bildirilmiştir. Sparidae familyasının da dahil olduğu birçok Perciformes türünde ilk gelişen yüzgeç pektoral yüzgeç olup bunu kaudal yüzgeç iskelet elementleri takip eder (6, 27). Bu yüzgeçlerin erken dönemde ilk olarak oluşmasının sebebi, yumurtadan çıktıktan sonraki ilk 4-6 güne kadar olan süreçte larva vitellüs kesesinden beslenirken bu günden sonra dışarıdan beslenmeye başlar (29). Dışarıdan beslenme ile birlikte larva su sütunu içerisinde yem bulabilmek amacıyla yüzme manevraları yapar ve bu manevraların başarı ile yapılabilmesi için bu yüzgeçlere ait iskelet gruplarına önemli derecede ihtiyaç duyar (6).

Omurganın kıkırdak yapıdan kemik yapıya geçişi bazı Sparid'lerde öncelikle anteriordan posteriora doğru ilerleyerek iskelet sistemi üzerinde omur, nöral ve hemal yaylar üzerinde tanımlanmıştır (23, 18). Bununla birlikte *D. dentex* (13) ve *S. aurata* (6) türlerinde ilk olarak omurlar kemikleşmeye başlar. Clupeiformes ordosuna ait türlerde ise kaudal bölge ilk olarak kemikleşmeye başlayarak anteriora doğru ilerler (25). Yapılan bu çalışmada kıkırdak yapıdan kemik yapıya geçiş omurga üzerinde anteriordan posteriora doğru olmuş ve nöral ve hemal yaylarda ise merkezden dışarıya doğru meydana gelmiştir.

Kaudal yüzgeçler balıklarda dümen görevi görmesinin yanı sıra hızlanma, durma ve geri gitme manevralarının da kolayca yapılmasını sağlayan önemli yüzgeçlerden biridir (9). Özellikle erken dönemde larvalarda meydana gelen fizyolojik değişimler (iskelet ve kas sistemi), yüzme davranışının gelişmesi üzerine doğrudan etkilidir (1). Bu şekilde larvaların su içerisinde hareket kabiliyeti artarak beslenme veya predatörden kaçma refleksleri gelişir. Kaudal yüzgeç ve buna bağlı kas ve iskelet sistemi gelişimi bu yüzden oldukça önemlidir. Sparidae familyasında kaudal yüzgeç gelişim ontogenisi türlere göre farklılık gösterir ve bu durum *S. aurata* (6), *D. dentex* (13) ve *P. pagrus* (3) türleri için önceden bildirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile *D. puntazzo* larvaları için kaudal yüzgeç gelişimlerinin diğer

Sparidae familyası üyelerine benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte omurga üzerinde ilk gelişen yapının kaudal yüzgeç bölgesinde olduğu belirlenmiştir. *S. aurata* (6), *D. dentex* (13) ve *P. pagrus* (3) türlerinde iskelet sistemi üzerinde ilk gelişim nöral yaylarda olmuştur. Bu durum *D. puntazzo*'nun iskelet gelişimini diğer türlerden ayıran belirgin özelliği olarak tespit edilmiştir.

Balıklar üzerinde yürütülen osteolojik çalışmalar için türe özgü örneklerin araziden toplanması özellikle erken dönemde oldukça zordur (2). Bu yüzden birçok araştırmacı osteolojik gelişim çalışmalarını yetiştiricilik yoluyla elde etikleri örnekler ile yapmışlardır (18, 32, 6, 3). Yetiştiricilik yapılan türün yoğunluğuna (intensif ve ekstansif) ve kültür yapılan ortamdaki fitoplanktonun kullanımına (temiz su, yeşil su ve pseudo-yeşil su) göre farklılık gösterir (20). İntensif yetiştiricilik sisteminde mekanizasyon kullanımı yüksektir, daha küçük alanda daha fazla stok yoğunluğuna sahip olup besleme dışarıdan yapılır (28). Ekstansif yetiştiricilik sistemi ise intensifin tam tersi olup daha düşük stok yoğunluğunda daha geniş alanda ve dışarıdan besleme olmadan yapılan yetiştiricilik sistemidir (28). Bu durum canlının fizyolojik ve biyolojik gelişimini doğrudan etkilemektedir (20, 26). Bazı araştırmacılar ekstansif yetiştiricilik koşullarının doğal olarak yetişen türlere yakın olduğunu bildirmişler ve bu tür çalışmaları ekstansif koşullar altında yapmışlardır (11, 12, 13). Yapılan bu çalışma ile yetiştiricilik sistemine bağlı kemik ve kıkırdak yapıda bir değişiklik tespit edilmemiş, sadece oluşumların zamanı farklılık göstermiştir.

Osteolojik açıdan farklı gelişimsel safhaların tespiti türün yetiştiriciliği ve balıkçılık biyolojisi açısından önemlidir (13). Bununla birlikte yetiştiriciliği yapılan türün normal gelişiminin bilinmesi o türün başarılı üretimi için oldukça önemlidir (3). Özellikle ticari üretim yapan işletmelerde deformasyonlar %100'e varan kayıplara yol açarak ekonomik zararlar vermektedir ve bu deformasyonların %60'ı omurga üzerinde meydana gelmektedir (12). Bu sebepten yetiştiricilik koşulları altında deformasyonların önlenmesi, önceden eliminasyonun yapılması ve sistemden uzaklaştırılmasında osteolojik gelişim çalışmalarının önemi büyüktür. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda kemik ve kıkırdak yapı gelişimlerinin hangi genetiksel ve çevresel etkiler tarafından etkilendiği çalışılmalıdır.

Teşekkür

Teknomar A.Ş. çalışanlarına sağladıkları destekten dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

1. **Bainbridge R** (1963): *Caudal fin and body movement in the propulsion of some fish*. J Exp Biol, **40**, 23-56.
2. **Blaxter J H S** (1984). *Ontogeny, systematics and fisheries*. In: Moser, H. G., Richards, W. J., Cohen, D. M., Fahay,

- M. P., Kendall, A. W. & Richardson, S. L. (Eds), Ontogeny and Systematics of Fishes, American Society of Ichthyologists and Herpetologists, Special Publication 1, 1–6. Laurence: Allen Press Inc.
3. **Çoban D, Suzer C, Kamacı H O, Saka Ş, Fırat K** (2009): *Early osteological development of the fins in the hatchery-reared red porgy, Pagrus pagrus (L. 1758)*. J Appl Ichthyol, **25**, 26-39.
 4. **Divanach P, Boglione C, Menu B, Koumoundouros G, Kentouri M, Cataudella S** (1996): *Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions*. In: Chatain B, Saroglia M, Sweetman J, Lavens P, (Eds) Seabass and Seabream Culture: Problems and Prospects, pp. 45–66, European Aquaculture Society Oostende, Belgium.
 5. **Divanach P, Papandroulakis N, Anastasiadis P, Koumoundouros G, Kentouri M** (1997): *Effect of water currents during postlarval and nursery phase on the development of skeletal deformities in sea bass (Dicentrarchus labrax L.) with functional swimbladder*. Aquaculture, **156**, 145–155.
 6. **Faustino M, Power D M** (1998): *Development of osteological structures in the sea bream: vertebral column and caudal fin complex*. J Fish Biol, **52**, 11–22.
 7. **Faustino M, Power D M** (1999): *Development of the pectoral, pelvic, dorsal and anal fins in cultured sea bream*. J Fish Biol, **54**, 1094–1110.
 8. **Favaloro E, Lopano L, Mazzola A** (2002): *Rearing of sharpsnout seabream (Diplodus puntazzo) in a Mediterranean fish farm: monoculture versus polyculture*. Aqua Res, **33**, 137-140.
 9. **Flammang B E, Lauder G V** (2009): *Caudal fin shape modulation and control during acceleration, braking and backing maneuvers in bluegill sunfish, Lepomis macrochirus*. J Exp Biol, **212**, 277-286.
 10. **Jennings S** (1991): *The effects of capture, net retention and preservation upon lengths of larval and juvenile bass, Dicentrarchus labrax (L.)*. J Fish Biol, **38**, 349–357.
 11. **Kentouri M** (1985): *Comportement Larvaire de 4 sparidae's me'diterrane'ens en e'levage Sparus aurata, Diplodus sargus, Lithognathus mormyrus, Puntazzo puntazzo (Poissons Te'leo' steens)*. The'se d'Etat, Universite' des Sciences et Techniques de Languedoc. 492 p.
 12. **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.
 13. **Koumoundouros G, Divanach P, Kentouri M** (1999): *Osteological development of the vertebral column and of the caudal complex in Dentex dentex*. J Fish Biol, **54**, 424–436.
 14. **Koumoundouros G, Divanach P, Kentouri M** (2000): *Development of the skull in Dentex dentex (Osteichthyes Sparidae)*. Mar Biol, **136**, 175–184.
 15. **Koumoundouros G, Sfakianakis D G, Maingot E, Divanach P, Kentouri M** (2001a): *Osteological development of the vertebral column and of the fins in Diplodus sargus (Teleostei: Perciformes: Sparidae)*. Mar Biol, **139**, 853–862.
 16. **Koumoundouros G, Divanach P, Kentouri M** (2001b): *Osteological development of Dentex dentex (Osteichthyes, Sparidae): dorsal, anal, paired fins and squamation*. Mar Biol, **138**, 399–406.
 17. **Matsuoka M** (1985): *Osteological development in the red sea bream, Pagrus major*. Jap J Ichthyol, **32**, 35–51.
 18. **Matsuoka M** (1987): *Development of the skeletal tissues and skeletal muscles in the red sea bream*. Bull Seikai Reg Fish Res Lab, **65**, 1–114.
 19. **Micale V, Maricchiolo G, Genovese L** (2002): *The reproductive biology of blackspot sea bream Pagellus bogaraveo in captivity. I. gonadal development, maturation and hermaphroditism*. J Appl Ichthyol, **18**, 172–176.
 20. **Papandroulakis N, Kentouri M, Maingot E, Divanach P** (2004): *Mesocosm: a reliable technology for larval rearing of Diplodus puntazzo and Diplodus sargus sargus*. Aquac Int, **12**, 345–355.
 21. **Potthoff T, Kelley S, Moe M, Young F** (1984): *Description of porkfish larvae (Anisotremus virginicus, Haemulidae) and their osteological development*. Bull Marine Sci, **34**, 21–59.
 22. **Potthoff T, Kelley S, Javech J C** (1986): *Cartilage and bone development in scombroid fishes*. Fish Bull U.S. **84**, 647–678.
 23. **Potthoff T, Kelley S, Saksena V, Moe M, Young F** (1987): *Description of larval and juvenile yellowtail damselfish Microspathodon chrysurus, Pomacentridae, and their osteological development*. Bull Marine Sci, **40**, 330–375.
 24. **Potthoff T, Kelley S, Collins L A** (1988): *Osteological development of the red snapper, Lutjanus campechanus (Lutjanidae)*. Bull Marine Sci, **43**, 1–40.
 25. **Richards W J, Miller R V, Houde E** (1974): *Egg and larval development of the Atlantic thread herring, Opisthonema oglinum*. Fish Bull U.S., **72**, 1123–1136.
 26. **Sfakianakis D G, Koumoundouros G, Divanach P, Kentouri M** (2004): *Osteological development of the vertebral column and the fins in Pagellus erythrinus (L. 1758). Temperature effect on developmental plasticity and morpho-anatomical abnormalities*. Aquaculture, **232**, 407–424.
 27. **Sfakianakis D G, Doxa C K, Kouttoui 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.
 28. **Shields R J**, (2001): *Larviculture of marine finfish in Europe*. Aquaculture, **200**, 55–88.
 29. **Suzer C, Kamacı H O, Çoban D, Saka Ş, Fırat K, Özkara B, Özkara A** (2007): *Digestive enzyme activities in larvae of sharpsnout seabream (Diplodus puntazzo)*. Comp Biochem Physiol A, **148**, 470–477.
 30. **Takizawa K, Fujita Y, Ogushi Y, Matsuno S** (1994): *Relative change in body length and weight in several fish larvae due to fixation and preservation*. Fish Sci, **60**, 355–359.
 31. **Watson W** (1987): *Larval development of the endemic Hawaiiin blennid, Enchelyurus brunneolus (Pisces: Blenniidae: Omobranchini)*. Bull Marine Sci, **41**, 856–888.
 32. **Wimberger P H** (1993): *Effects of vitamin C on body shape and skull osteology in Geophagus brasiliensis: implications for interpretations of morphological plasticity*. Copeia, **2**, 343–351.

Geliş tarihi: 02.03.2009 / Kabul tarihi: 26.06.2009

Yazışma adresi:

Dr. Deniz Çoban
Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi,
Yetiştiricilik Bölümü,
35100, Bornova, İzmir
*deniz.coban@ege.edu.tr