

## Kültür koşullarında yetiştirilen Avrupa deniz levreklerinde (*Dicentrarchus labrax*) iskelet deformasyonları

### Skeletal deformities in hatchery reared European sea bass (*Dicentrarchus labrax*)

Deniz Çoban<sup>1\*</sup> • Cüneyt Suzer<sup>2</sup> • Şükrü Yıldırım<sup>2</sup> • Şahin Saka<sup>2</sup> • M.Kürşat Fırat<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Güney Kampüs, Aydın

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Bölümü, Bornova, 35100, İzmir

\* Corresponding author: [deniz.coban@adu.edu.tr](mailto:deniz.coban@adu.edu.tr)

Received date: 18.08.2016

Accepted date: 25.10.2016

#### How to cite this paper:

Çoban, D., Suzer, C., Yıldırım, Ş., Saka, Ş. & Fırat, M.K (2016). Skeletal deformities in hatchery reared European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) (in Turkish with English abstract). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33(4): 373-379. doi: 10.12714/egejfas.2016.33.4.11

**Öz:** Bu çalışmada yetiştiriciliği yoğun olarak yapılan Avrupa deniz levreklerinin (*Dicentrarchus labrax*) kültür koşullarında, erken dönemlerinde (0-42 DAH) notokorda bükülmesine bağlı olarak meydana gelen kemik ve kırık yapı deformasyonları incelenmiştir. Kemik ve kırık yapıda meydana gelen deformasyonların tespiti için 836 levrek larvası ikili boyama yöntemi kullanılarak, Alcian mavisi ve Alizarin kırmızısı ile boyanmıştır. Yumurtadan yeni çıkmış levrek larvasının ortalama toplam boyu  $3,46 \pm 0,02$  mm, olarak belirlenmiş, larval dönemin sonunda ortalama  $18,58 \pm 0,1$  mm olarak tespit edilmiştir. İncelenen 836 adet larva içinde, 270 adet deforme larva ve bu larvalarda toplam 1256 adet deformasyon tespit edilmiştir. İskelet deformasyonu oranı %32 olarak belirlenmiştir. Levrek larvalarında en fazla karşılaşılan deformasyon omurga malformasyonu olmuş (%21,3) bunu omur erimesi (%18,6) ve lordosis (%12,7) takip etmiştir. Bu çalışmada en fazla deformasyon notokorda bükülmesi sonrasında (%52,1) tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *Dicentrarchus labrax*, iskelet deformasyonu, larval yetiştiricilik, levrek, alcian mavisi, alizarin kırmızısı

**Abstract:** In this study, skeletal deformities were investigated during early life stages according to notochord flexion in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae under intensive culture conditions. In order to detect the skeletal deformities, total 836 larvae were stained by Alcian blue and Alizarin Red S. Total length of Newly hatched larvae length were  $3.46 \pm 0.02$  mm and end of the study it was  $18.58 \pm 0.1$  mm. Totally, 836 specimens were examined during the experiment but 1256 deformities were recorded in 270 deformed larvae. Also, skeletal deformity rate was calculated as 32% at the end of the study. Most viewed skeletal deformities were recorded as vertebral malformations (21.3%) and followed by vertebral fusion (18.6%) and lordosis (12.7). The highest amount of skeletal deformity was determined after notochord flexion stage (52.1%) in the study.

**Keywords:** *Dicentrarchus labrax*, skeletal deformities, larval rearing, European sea bass, alcian blue, alizarin red

## GİRİŞ

Levrek (*Dicentrarchus labrax*, L., 1758), Akdeniz balık yetiştiriciliğinin en popüler türü olup, 1980'li yıllarda başlayan üretimi günümüze kadar katlanarak gelmiştir (Chatain., 1994; Çoban vd., 2010). Üretimde izlenen bu artış beraberinde de bazı sorunları gündeme getirmiştir. Karşılaşılan sorunların başında iskelet sisteminde meydana gelen deformasyonlar yer almaktadır. Deforme olmuş bir bireyin yaşama ve büyüme oranları düşerek, pazar boyuna geç ulaşmasının yanında, bu tür ürünler, son tüketici tarafından da tercih edilmemektedir (Andrades vd., 1996; Boglione vd., 2001; 2013). İskelet deformasyonları üzerine ilk makaleler üretimi çipura (*Sparus aurata*) ve levreğe göre daha eski olan gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) sunulmuştur (Aulstad ve Kittelson, 1971). Daha sonraları ise *S. aurata* ve *D. labrax*

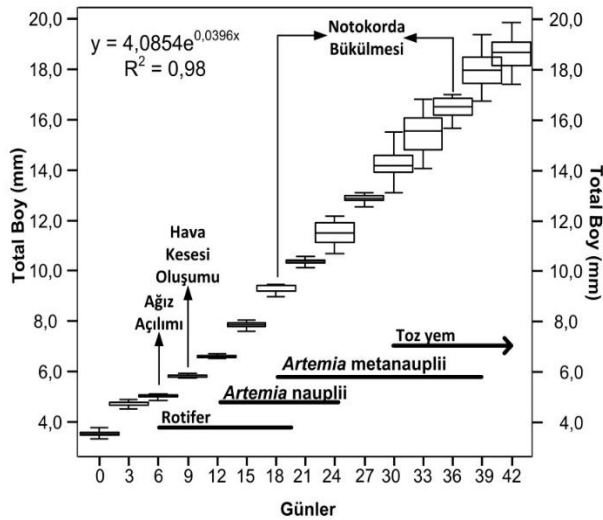
hakkında bildirim yapılmış ve akabinde üretimi yapılan hemen hemen her tür için deformasyon kaydı bildirilmiştir (Paperna vd., 1977).

Deniz balığı kuluçkahanelerinde, yetiştiriciliği yapılan türe göre meydana gelen deformasyonlar %15-50 arasında değişim göstermektedir. Meydana gelen bu deformasyonların %30-60'ının omurga üzerinde meydana geldiği belirtilmiştir (Çoban vd., 2009; 2010). Kültür koşullarında en çok rastlanan omurga deformasyonları, omurganın dış yana kıvrılması (Z şeklinde bükülmesi; skoliosis), alt kısmının aşağıya doğru fazla çıkması (V şeklinde bükülmesi; lordosis) ve ters V şeklinde bükülmeler (kyphosis) biçiminde kendini gösterir. Balıklarda bazen bu üç durum farklı şekillerde de birlikte görülebilmektedir. Bu

çalışmaya kadar deformasyonlar üzerine yapılan makalelerde larval dönem bir bütün olarak ele alınmıştır (Daoulas vd., 1991; Marino vd., 1993; Koumoundouros vd., 1997a,b; Gavaia vd., 2002). Oysa larval dönemde iskelet gelişiminde özellikle notokorda üzerinde yeni oluşumlar (hipuraller, epuraller vb.) meydana gelmekte, iskelet sistemi kıkırdak yapıdan kemik yapıya doğru geçiş yapmakta ve zamana bağlı gelişim farklılık göstermektedir (Çoban vd., 2009; 2010). Bu nedenle, yapılan bu çalışmada levrek larvalarının erken dönemlerinde notokordanın bükülme zamanına göre hangi dönemde hangi kemik ve kıkırdak yapıda hangi tip deformasyonların meydana geldiği tespit edilmiştir.

### MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan larvalar yoğun yetiştiricilik koşulları altında ticari bir işletmede üretilmiştir. Levrek anaçları doğadan toplanmış olup, doğal üreme periyodunda (Ocak-Mart) ve doğal sıcaklık koşulları altında, hormon müdahalesi yapılmadan yumurta alımı gerçekleşmiştir. Yumurtalar karanlık ortamda 1500 adet.L-1 olacak şekilde tutulmuş ve inkübasyon sırasında su sıcaklığı 14-15°C arasında olmuştur. Deneme boyunca su sıcaklığı 15-20 °C arasında değişim göstermiştir. Çalışma sırasında yumurtadan çıktıktan sonra 0-6 gün arasında larvalar karanlıkta tutulmuştur. Yumurtadan çıktıktan sonraki 7. gün ışıklar açılmış ve tankın yüzeyinde 100 lüks olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra yumurtadan çıktıktan sonraki 12. gün ışık şiddeti 500 lüks olacak şekilde denemenin sonuna kadar sabit kalmıştır. Tüm çalışma süresinde 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık uygulaması yapılmıştır. Çalışma sırasında larvalara rotifer (10-15 birey.ml-1, *Brachionus rotundiformes* ve *Brachionus plicatilis*), *Artemia nauplii* (1,0-1,5 birey.ml-1) ve vücut ağırlığının %3-5'i kadar toz yem girişi yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Levrek larvalarının güne bağlı total boy ve besleme değişimleri  
Figure 1. Total length and feeding regime in European seabass larvae

Deneme boyunca larva örnekleri güne göre en az 30 adet olacak şekilde alınmış ve toplamda 836 larva incelenmiştir. Kullanılan larvaların notokorda bükülme dönemlerine göre n sayıları, total boy ortalamaları ve değişim aralıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Denemede kullanılan levrek (*D. labrax*) larvalarının safhalara göre total boy (TB) ortalamaları ve değişim aralıkları  
Table 1. Meaning of total length and variation range according to larval development stage in European seabass larvae

Safha	Yaş	N	TB(ort+ss)	TB Aralığı (mm)
Prefleksiyon (Σ = 344)	0	53	3,46±0,10	3,27-3,70
	3	55	4,67±0,09	4,46-4,89
	6	62	4,96±0,09	4,77-5,30
	9	60	5,76±0,06	5,66-5,91
	12	59	6,53±0,07	6,44-6,73
Fleksiyon (Σ = 371)	15	55	7,78±0,12	7,44-7,97
	18	63	9,19±0,38	8,16-9,92
	21	65	10,31±0,18	10,00-10,91
	24	61	11,41±0,43	10,61-12,08
	27	57	12,85±0,37	12,27-14,49
	30	66	14,20±0,64	13,04-15,97
Postfleksiyon (Σ = 121)	33	59	15,34±0,84	14,01-16,73
	36	44	16,39±0,37	15,58-16,91
	39	36	17,89±0,71	16,67-19,29
	42	41	18,58±0,58	17,32-19,77

Kemik ve kıkırdak yapıdaki deformasyonların tespiti için Alizarin kırmızısı ve Alcian mavisi ile ikili boyama yöntemi uygulanmıştır (Potthoff, 1983, Çoban vd., 2009). Morfometrik ölçümler sırasında ve larvalara ikili boyama yöntemi uygulandıktan sonra sol taraflarından dijital fotoğraf makinesi (Nikon Coolpix 5000, Japan) ile ışık mikroskobu altında fotoğrafları çekilmiş ve bilgisayara kayıt edilmiştir. Kayıt edilen bu resimler üzerinden Tablo 2'de belirtilen sınırlar içinde deformasyon analizleri yapılmıştır. Deformasyonların larval periyot içerisinde etkin olduğu dönemin belirlenebilmesi amacıyla bu periyot notokorda bükülmesine bağlı olarak üç dönem altında incelenmiştir. Bunlar sırasıyla prefleksiyon (notokorda bükülmesi öncesi), fleksiyon (notokorda bükülme

sırası) ve postfleksiyon (notokorda bükülme sonrası) olarak sınıflandırılmıştır (Ahlstrom vd., 1974). Her safha, örneklenen larvaların %51'i geçmesiyle tanımlanmıştır. Alınan örnekler dermal ve iç iskelet olmak üzere 2 temel bölgede incelenmiştir (Stiasny, 2000). Dermal iskelet dorsal, kaudal, pektoral ve anal yüzgeçler olmak üzere 4 başlık altında, iç iskelet ise aksiyal ve appendikular iskelet sistemi olarak ele alınmıştır. Aksiyal iskelet sinkranyum ve notokorda olmak üzere 2 ye ayrılmıştır. Notokorda, sefalik (1. ve 2. omur), pre-hemal bölge (3. ve 10. omur arası), hemal bölge (11. ve 21. omur arası) ve kaudal (22. ve 24. omur arası) bölgeler olarak incelenmiştir (Tablo 2) (Potthoff vd., 1987; Boglione vd., 2001).

**Tablo 2.** Levrek larvalarında incelenen bölgeler, deformasyonlar ve bunlara ait kısaltmalar (Boglione vd., 2001)

**Table 2.** Studied larval body sections, skeletal deformities and these abbreviations in European seabass larvae (Boglione et al., 2001)

Bölge	Kısaltmalar
Dış İskelet	A
Kaudal Yüzgeç	A1
Dorsal Yüzgeç	A2
Anal Yüzgeç	A3
Pektoral Yüzgeç	A4
Appendicular İskelet	B
Aksial Skeleton (Kafa)	C
Aksial Skeleton (Omurga)	D
Sefalik	D1
Pre-hemal	D2
Hemal	D3
Kaudal	D4
<b>Anomaliler</b>	
Lordosis	1
Kifosis	2
Omur erimesi	3
Omur malformasyonu	4
Malforme olmuş nöral yay ve/veya ışın	5
Malforme olmuş hemal yay ve/veya ışın	6
Malforme olmuş ışın (deforme, yok veya erimiş)	7
Malforme olmuş pterigyophore (deforme, yok veya erimiş)	8
Malforme olmuş hipural (deforme, yok veya erimiş)	9
Malforme olmuş epural (deforme, yok veya erimiş)	10
Fazla/az sayıda omur	11
Glossohyal (dile ait) çıkıntıda kayma	12
Malforme olmuş dentale	13
Malforme olmuş çene kemiği ve/veya ön çene	14
Hava kesesi anomalisi	15

Denemede deformasyon oranı, deforme larva sayısının toplam larva sayısına oranı ile bulunmuştur. Deforme larva

başına düşen deformasyon sayısı, deformasyon sayısının deforme larva sayısına oranı ile hesaplanmıştır. Alınan örneklerin dahil olduğu larval dönemin uzunluğu ve alınan birey sayılarının farklılığı göz önüne alınarak veriler birey başına düşen deformasyon frekansı olarak değerlendirilmiştir (Boglione vd., 2001). Üç farklı larval dönemde gözlenen deformasyonların karşılaştırılmasında ve iskelet sisteminin farklı bölümlerindeki deformasyon oranlarının farklılıklarının tespitinde ki-kare testi kullanılmıştır. Her bölgede gözlenen bütün deformasyonların larval dönemlere göre ilişkilerinin incelenmesinde uyum analizi (Correspondance Analysis, CA) yapılmıştır.

## BULGULAR

Çalışmada toplamda 836 adet levrek larvası incelenmeye değer bulunmuş, bunların morfolojik ölçümleri ile birlikte deformasyon analizleri yapılmıştır. Ağız açılımı ile birlikte dışarıdan yemleme 6. günde ve hava kesesi oluşumu 9. günde gerçekleşmiştir. Yumurtadan yeni çıkmış prelarvarın toplam boyu  $3,46 \pm 0,10$  mm olurken, notokorda bükülmesi sırasında 18. günde  $9,19 \pm 0,38$  mm olmuş, bükülme sonrasında 36. günde  $16,39 \pm 0,37$  mm olarak tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda 42. günde  $18,58 \pm 0,58$  mm toplam boy tespit edilmiştir (Tablo 1). Tüm larval dönem boyunca incelenen 836 larvanın 270 tanesinde 1256 adet iskelet deformasyonu tespit edilmiştir (Tablo 3).

**Tablo 3.** Deneme süresince notokorda bükülme dönemlerine göre deformasyon rakamları

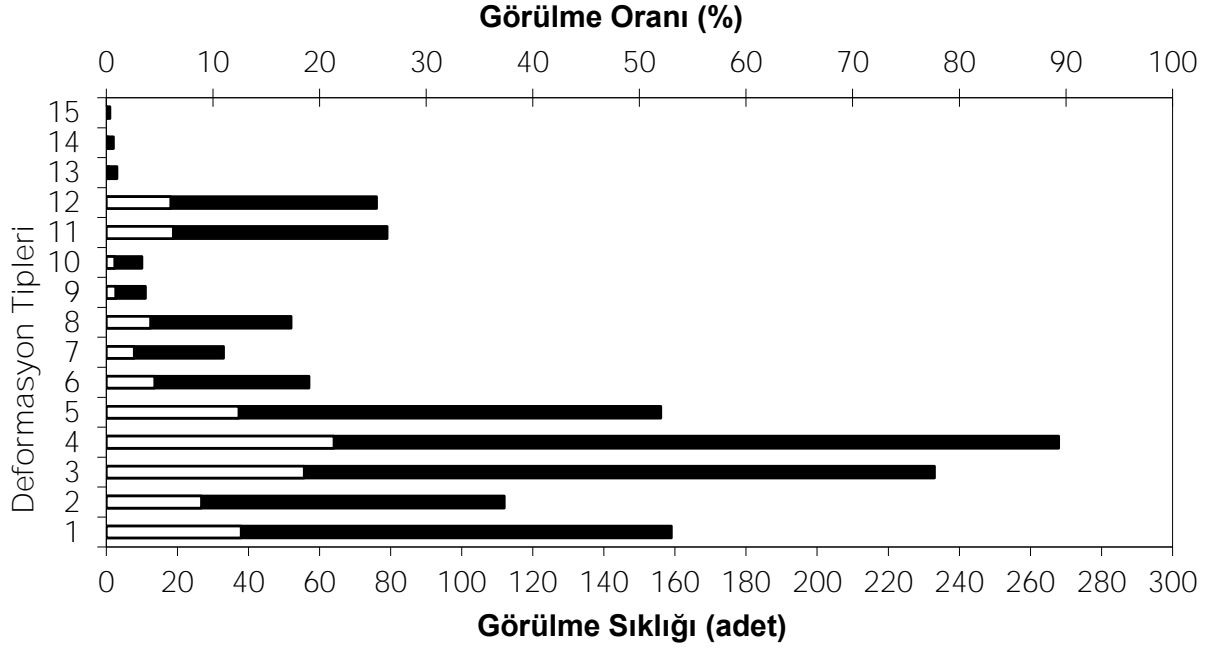
**Table 3.** Observed skeletal deformations numbers according to notocorhod flexion stage during the study

	Prefleksiyon (3,46–9,19 mm TL)	Fleksiyon (9,19–16,39 mm TL)	Postfleksiyon (16,39–18,58 mm TL)
Toplam Larva Sayısı (A)	344	371	121
Deforme Larva Sayısı (B)	86	121	63
Deformasyon Sayısı (C)	305	557	394
Deformasyon Oranı (%), (B/A)	25,0	32,6	52,1
Larva Başına Düşen Deformasyon Sayısı, (C/A)	0,9	1,5	3,3
Deforme Larva Başına Düşen Deformasyon Sayısı, (C/B)	3,5	4,6	6,3

Deneme sırasında en fazla deformasyon %52,1 ile bükülme sonrası dönemi içeren postfleksiyon safhasında

meydana gelmiştir. Bu dönemde 121 larva incelenmiş bunların 63 tanesinde iskelet deformasyonu tespit edilmiş ve larva başına düşen deformasyon oranı 3,3 olmuştur. Yine aynı dönemde deforme larva başına düşen deformasyon sayısı ise

6,3 olarak belirlenmiştir. Tüm larval dönem içerisinde en fazla karşılaşılan deformasyon ise sırasıyla omur malformasyonu, omur erimesi, lordosis ve malforme olmuş nöral yay ve ışın olmuştur (Şekil 2).



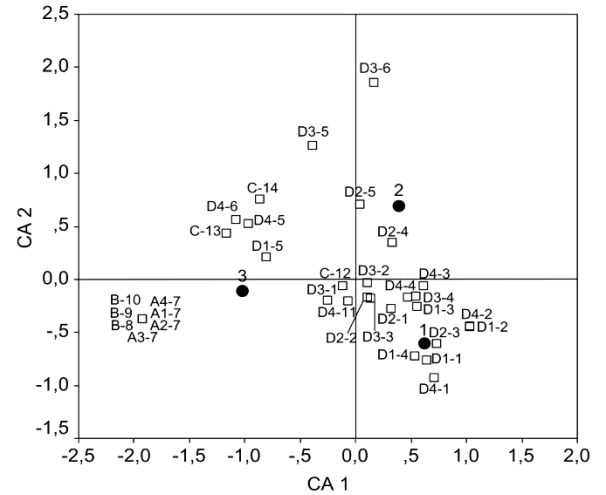
Şekil 2. Levrek larvalarında meydana gelen anomalilerin görülme oranı (□) ve sıklığı (■) (Kısaltmalar Tablo 2’de gösterilmiştir)  
Figure 2. Ratio (□) and frequency (■) of observed anomalies in European sea bass larvae (Abbreviations are defined in Table 2)

Larval dönem içerisinde üç ana dönemin uyumluluk analizi aksisleri (CA 1 ve CA 2) yerleştirildikten sonra elde edilen verilere bakıldığında, larval döneme göre iskelet deformasyonlarının farklılaştığı görülmüştür (Şekil 3). Bu da iskelet gelişiminin larval dönem boyunca devamlılık teşkil ettiği ve buna bağlı olarak iskelet deformasyonlarının değişiklik gösterdiğini belirtir. Ayrıca bazı deformasyonların erken dönemde hiç görülmemesi veya yoğun olarak görülmesi ile doğrudan ilişkilidir.

### TARTIŞMA VE SONUÇ

İskelet deformasyonları yoğun balık yetiştiriciliği sırasında oldukça sık gözlenen ve ekonomik kayıplara yol açan bir olgudur. Meydana gelen bu durum, özellikle erken yaşlarda ölüm ile sonuçlanabilmekte veya hayatını devam ettirebilen bireyler içerisinde porsiyonluk boya ulaşanlar ise ekonomik olarak değer bulmamaktadır. Bu yüzden 1980’li yıllarda başlayan çipura ve levrek yetiştiriciliği ile birlikte iskelet deformasyonu çalışmaları da birçok deniz balığı türü için incelenmiş ve çeşitli bilimsel makalelerde ve/veya sempozyumlarda ön plana çıkmıştır.

Doğal orijinli siviriburun karağözlerde (*Diplodus puntazzo*) ve mercan balıklarında (*Pagellus erythrinus*) sırasıyla %20 ve



Şekil 3. Notokorda bükülmesi dönemlerine göre karşılaşılan deformasyonlar (1, Prefleksiyon; 2, Fleksiyon; 3, Postfleksiyon) (Kısaltmalar Tablo 2’de gösterilmiştir)

Figure 3. Observed skeletal deformations according to notochorda flexion rate (1, preflexion; 2, Flexion; 3, Postflexion)(Abbreviations are defined in Table 2)

%10 oranında deformasyon tespit edilmiş ve bir balıkta 1-5 arasında deformasyon meydana gelebileceği bildirilmiştir (Boglione vd., 2003).

Aynı araştırmacılar, kuluçkahane orijinli *D. puntazzo* ve *P. erythrinus*'larda ise sırasıyla %95 ve %73 oranında deformasyon tespit etmiş ve bir balıkta 1–10 arasında deformasyon olabileceğine değinmiştir. Hattori vd. (2003) *Pagrus major* larvalarında 1999–2001 yılları arasında yaptığı çalışmada deformasyon oranlarını %10 ile %25 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Yetiştiriciliği yapılan *Solea senegalensis* larvalarında %44 oranında deformasyon tespit edilmiştir (Gavaia vd., 2002).

Kyphosis birçok balık türünde sık görülen omurga deformasyonlarından biridir. Myxosporean parazitler (Langdon, 1987; Lom vd., 1991; Treasurer, 1992), yetersiz besleme (Mahajan ve Agrawal, 1980; Furuichi vd., 1997), kirlilik (Pohl, 1990; Lemly, 1993; Kingsford vd., 1996) ve henüz tanımlanamayan faktörler (Boglione vd., 1995, 2001; Divanach vd., 1996; Ferreri vd., 2000) kyphosise neden olmaktadır. Koumoundourous vd. (2002), levreklerde larval dönemde, pre-hemal bölgede meydana gelen kyphosis'in metamorfoz öncesinde meydana geldiğini bildirmiştir. Yetiştiriciliği yapılan levrek juvenillerinde, pre-hemal bölgede meydana gelen kyphosis, hemal bölgede meydana gelen lordosis ile yakın ilişkilidir (Boglione vd., 1995). Lordosis ve kyphosisin hava kesesi gelişmemiş balıklarda daha fazla oranlarda meydana geldiği söylenmiştir (Chatain 1994; Boglione vd., 1995).

Lordosis ve kyphosisin daha çok branchiostegal ışınlarda meydana gelen deformasyonlar ile ilgili olabileceği bildirilmiştir (Koumoundourous vd. 2002). Bunun nedeni olarak omurga ve branchiostegal ışınların temeli olan iskelet elementleri, membran kemiklerdir. Omurgadaki kemikleşme ve branchiostegal ışınların oluşumu 7.5–8.5 mm TB olan aynı ontojenik zamanda gelişim göstermiştir (Gluckmann vd., 1999; Koumoundourous vd., 2002). Bundan dolayı bu gelişim döneminde kyphosise neden olduğu düşünülen faktörlere karşı larva duyarlıdır. Bu şekildeki histolojik semptomlar, C vitamini (Soliman vd., 1986; Dabrowski vd., 1990) ve minerallerin (Furuichi vd., 1997) yem içerisinde yetersiz olduğu durumlarda artar. Bununla birlikte canlı yem yağ asitlerince yeterince zenginleştirilmemesi de semptomların artmasına neden olur (Gapasin ve Duray, 2001).

Omurda meydana gelen deformasyonlar içerisinde larvalar üzerinde etkili diğer bir deformasyonda lordosistir. Chatain (1994), levrek ile çipura larvalarında kas gelişimine ve tankın hidrodinamik yapısına bağlı olarak lordosisin pre-hemal ve hemal bölgelerde ağırlıklı olarak meydana geldiğini bildirmiştir. Yüksek su debisinde benzer sonuçlar *P. major* (Kihara vd., 2002) ve *Cyprinus carpio* (Backiel vd., 1984) için bildirilmiştir.

Kihara vd. (2002), lordosis gözlenen bireyleri omurga üzerinde meydana geliş bölgelerine göre ikiye ayırmıştır. Bu araştırmacıya göre pre-hemal bölgede (3-10. omurlar arası) meydana gelen lordosis hava kesesi eksikliğinden, hemal bölgede (11-22. omurlar arası) meydana gelen lordosis ise su debisi ve tankın hidro dinamik yapısından dolayı meydana gelmektedir. Kanazawa (1983), metamorfoz sırasında fosfolipterin yeterli miktarlarda larvalara verilmesi gerektiğinden bahsetmiştir. Kemik gelişimine yardımcı ve deformasyonu engelleyici fosfolipit düzeyleri *C. carpio*'da %1.3 (Geurden vd., 1998), *D. labrax*'ta %1.6 (Cahu vd., 2003), *Oplegnathus fasciatus*'ta %5 (Kanazawa vd., 1983) olmalıdır.

Kaudal bölgedeki malformasyonlar ve kaudal yüzgeçlerdeki deformasyonlar yetiştiricilik koşulları altında *P. major*, *D. labrax* ve *D. dentex*'te bildirilmiştir (Matsuoka, 1987; Daoulas vd., 1991; Boglione vd., 1993; Marino vd., 1993; Koumoundourous vd., 2001). Kaudal bölgede ve yüzgeçlerde meydana gelen deformasyonların oluş nedenleri hakkında tek bir neden söylemek mümkün değildir. Omurgalılarda posterior somitler en son gelişir ve çevresel etkiler ile strese karşı oldukça hassastır (Fowler, 1970). Kültür koşullarında kaudal yüzgeçlerde meydana gelen anomaliler, levreklerde % 34 oranında olurken (Marino vd., 1993) sinaritlerde bu oran %15 olarak bildirilmiştir (Koumoundourous vd., 2001a).

Bu çalışmada, ülkemizde ve Akdeniz ülkelerinde yoğun yetiştiriciliği yapılan levrekler için, erken dönemde meydana gelen iskelet deformasyonları larval dönem süresince farklı gelişim dönemlerine göre incelenmiştir. Sonuç olarak larvaların iskelet gelişimlerini, metamorfozun sonuna kadar devam ettirdikleri ve bu dönem içerisinde gelişime bağlı olarak farklı tiplerde deformasyonların meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu gelişim süresince genetik faktörler dışında en önemli etkenin, metamorfoza bağlı gelişimsel fizyolojik stresin en aza indirilmesi olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni kültürü yapılan türün metamorfoz sırasında birçok fizyolojik farklılıklar geçirmesi olup, sonuçta bu durumun canlı üzerinde strese yol açmasıdır. Bu süre içerisinde yüksek vitamin ve mineral içerikli yemlerin verilmesi, mekanik stresin (debi, havalandırma, kapalı devre gürültüsü vb.) minimuma indirilmesi, su sıcaklığının türün gelişimine uygun sıcaklıkta bir üretim protokolünün izlenmesi, larval üretimin başarısını ve kalitesini artıran en önemli unsurlardan olacaktır. Özellikle erken dönem beslemede kullanılan rotifer ve *Artemia*'nın yüksek besin içeriğine sahip olması ile birlikte bunların zenginleştiricilerinin ne kadar etkili olduğu ve larvaya ne kadarının aktarıldığının belirlenmesi sonraki çalışmalar için oldukça önemlidir. Bununla birlikte değişen ortam koşullarının larval dönemde meydana gelen deformasyonlar üzerinde ne kadar etkili olduğunun izlendiği çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.



## KAYNAKÇA

- Ahlstrom, E. H. (1974). The diverse patterns of metamorphosis in gonostomatid fishes an aid to classification. In *The Early Life History of Fish*. Ed. by J. H. S. Blaxter. Springer-Verlag, Berlin, pp. 659-674
- Andrades, J.A., Becerra, J. & Fernández-Lebrez, P. (1996) Skeletal deformities in larval, juvenile and adult stages of cultures gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture*, 141: 1–11. doi:10.1016/0044-8486(95)01226-5
- Aulstad, D. & Kittelsen, A. (1971) Abnormal Body Curvatures of Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) Inbred Fry. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 26: 1918–1920. doi: 10.1139/f71-290
- Backiel, T., Kokurewicz, B. & Ogorzalek, A. (1984). High incidence of skeletal anomalies in carp, *Cyprinus carpio*, reared in cages in flowing water. *Aquaculture*, 43: 369–380. doi:10.1016/0044-8486(84)90245-X
- Boglione, C., Marino, G., Bertolini, B., Rossi, A., Ferreri, F. & Cataudella, S. (1993). Larval and postlarval monitoring in sea bass: morphological approach to evaluate finfish seed quality. In: Barnabe, G., Kestemont, P. Eds., *Production, Environment and Quality. European Aquaculture Society*, Special Publication no. 18, pp. 189–204, Ghent, Belgium
- Boglione, C., Marino, G., Fusari, A., Ferreri, A., Finoja, M.G., Cataudella, S. (1995). Skeletal anomalies in *Dicentrarchus labrax* juveniles selected for functional swimbladder. *ICES Marine Science Symposium*, 201: 163-169
- Boglione, C., Gagliardi, F., Scardi, M. & Cataudella, S. (2001). Skeletal descriptors and quality assessment in larvae and post-larvae of wild-caught and hatchery-reared gilthead sea bream (*Sparus aurata* L. 1758). *Aquaculture*, 192: 1–22. doi:10.1016/S0044-8486(00)00446-4
- Boglione, C., Costa, C., Di Dato, P., Ferzini, G., Scardi, M. & Cataudella, S. (2003). Skeletal quality assessment of reared and wild sharpnose sea bream and pandora juveniles. *Aquaculture*, 227: 373-394. doi: 10.1016/S0044-8486(03)00515-5
- Boglione, C., Gisbert, E., Gavaia, P., Witten, P.E., Moren, M., Fontagne, S. & Koumoundouros, G. (2013). Skeletal anomalies in reared European fish larvae and juveniles. Part 2: main typologies, occurrences and causative factors. *Rev. Aquac.* 5: 121–167. doi: 10.1111/raq.12016
- Cahu, C. L., Zambonino Infante, J. L. & Takeuchi, T. (2003). Nutritional components affecting skeletal development in fish larvae. *Aquaculture* 227: 245–258. doi:10.1016/S0044-8486(03)00507-6
- Chatain, B. (1994). Abnormal swimbladder development and lordosis in sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 119: 371– 379. doi:10.1016/0044-8486(94)90301-8
- Çoban, D., Suzer, C., Kamacı, H.O., Saka, Ş. & Firat, K. (2009). Early osteological development of the fins in the hatchery reared red porgy, *Pagrus pagrus* (L. 1758). *Journal of Applied Ichthyology*, 25: 26-32. doi: 10.1111/j.1439-0426.2008.01165.x
- Çoban, D., Suzer, C., Kamacı, H.O., Yıldırım, Ş., Saka, Ş. & Firat, K. (2010). Sivriburun karagöz (*Diplodus puntazzo*) larvalarında omurga ve kaudal yüzgecin osteolojik gelişimi. Ankara Üniversitesi, *Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 57: 119-124
- Dabrowski, K., El-Fiki, N., Kock, G., Frigg M. & Wieser, W. (1990). Requirement and utilization of ascorbic acid and ascorbic sulfate in juvenile rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture*, 91: 317–337. doi:10.1016/0044-8486(90)90197-U
- Daoulas, Ch., Economou, A.N. & Bantavas, I. (1991). Osteological abnormalities in laboratory reared sea-bass (*Dicentrarchus labrax*) fingerlings. *Aquaculture*, 97: 169-180. doi:10.1016/0044-8486(91)90263-7
- Divanach, P., Boglione, C., Menu, M., Koumoundouros, G., Kentouri, M. & Cataudella, S. (1996). Abnormalities in finfish mariculture: an overview of the problem, causes and solutions. Sea Bass and Sea Bream Culture: Problems and Prospects. Verona, Italy, October 16–18. *European Aquaculture Society*, Oostende, Belgium, pp. 45– 66.
- Ferreri, F., Nicolais, C., Boglione, C. & Bertolini, B. (2000). Skeletal characterization of wild and reared zebrafish: anomalies and meristic characters. *Journal Fish Biology*, 56: 1115–1128. doi: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb02127.x
- Fowler, L.A., 1970, Control of vertebral number in teleosts an embryological problem. *The Quarterly Review of Biology*, 45: 148– 167. doi: 10.1086/406492
- Furuichi, M., Furusho, Y., Matsui, S. & Kitajima, C. (1997). Essentiality of mineral mixture supplement to white fish meal diet for tiger puffer. *Journal Faculty of Agriculture*, Kyushu University. 42, 77– 85
- Gapasin, R.S.J. & Duray, M.N. (2001). Effects of DHA-enriched live food on growth, survival and incidence of opercular deformities in milkfish (*Chanos chanos*). *Aquaculture*, 193: 49–63. doi: 10.1016/S0044-8486(00)00469-5
- Gavaia, P.J., Dinis, M.T. & Cancela, M.L. (2002). Osteological development and abnormalities of the vertebral column and caudal skeleton in larval and juvenile stages of hatchery-reared Senegal sole (*Solea senegalensis*). *Aquaculture*, 211: 305–323. doi:10.1016/S0044-8486(02)00167-9
- Geurden, I., Marion, D., Charlon, N., Coutteau, P. & Bergot, P. (1998). Comparison of different soybean phospholipid fractions as dietary supplements for common carp, *Cyprinus carpio*, larvae. *Aquaculture*, 161: 225–235. doi: 10.1016/S0044-8486(97)00272-X
- Gluckmann, I., Huraiaux, F., Focant, B. & Vandewalle, P. (1999). Postembryonic development of the cephalic skeleton in *Dicentrarchus labrax* (pisces, Perciformes, Serranidae). *Bulletin of Marine Science*, 65:11-36.
- Hattori, M., Sawada, Y., Takagi, Y., Suzuki, R., Okada, T. & Kumai, H. (2003). Vertebral deformities in cultured red sea bream, *Pagrus major*, Temminck and Schlegel. *Aquaculture Research*, 34: 1129–1137. doi: 10.1046/j.1365-2109.2003.00915.x
- Kanazawa, A., Teshima, S., Tobayashi, T., Takae, M., Iwashita, T. & Uehara, R. (1983). Necessity of dietary phospholipids for growth of larval Ayu. *Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University*, 32: 115–120.
- Kihara, M., Ogata, S., Kawano, N., Kubota, I. & Yamaguchi, R. (2002). Lordosis induction in juvenile red sea bream, *Pagrus major*, by high swimming activity. *Aquaculture*, 212 (1–4): 149–158. doi:10.1016/S0044-8486(01)00871-7
- Kingsford, M.J., Suthers, I.M. & Gray, C.A. (1996). Exposure to sewage plumes and the incidence of deformities in larval fishes. *Marine Pollution Bulletin*, 33: 201–212. doi: 10.1016/S0025-326X(96)00166-X
- Koumoundouros, G., Gagliardi, F., Divanach, P., Boglione, C., Cataudella, S. & Kentouri, M. (1997a). Normal and abnormal osteological development of caudal fin in *Sparus aurata* L fry. *Aquaculture*, 149: 215–226. doi: 10.1016/S0044-8486(96)01443-3
- Koumoundouros, G., Oran, G., Divanach, P., Stefanakis, S. & Kentouri, M. (1997b). The opercular complex deformity in intensive gilthead sea bream *Sparus aurata* L larviculture. Moment of apparition and description. *Aquaculture* 156: 165–177. doi: 10.1016/S0044-8486(97)89294-0
- 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. doi: 10.1016/S0044-8486(97)89294-0
- Koumoundouros, G., Maingot, E., Divanach, P. & Kentouri, M. (2002) Kyphosis in reared sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): ontogeny and effects on mortality. *Aquaculture*, 209: 49–58. doi:10.1016/S0044-8486(01)00821-3
- Langdon, J.S. (1987). Spinal curvatures and an encephalotropic myxosporean, *Triangula percae* sp. nov. (Myxozoa: Ortholineidae), enzootic in redfin perch, *Perca fluviatilis* L., in Australia. *Journal of Fish Diseases*, 10: 425–434. doi: 10.1111/j.1365-2761.1987.tb01093.x
- Lemly, A.D. (1993). Teratogenic effects of selenium in natural populations of the freshwater fish. *Ecotoxicol and Environmental Safety*, 26:181-204.
- Lom, J., Pike, A. & Dykova, I. (1991). Myxobolus sandrae, Reuss, 1906, the agent of vertebral column deformities of perch *Perca fluviatilis* in Northeast Scotland. *Disease of Aquatic Organisms*, 12: 49–53.

- Mahajan, C.L. & Agrawal, N.K. (1980). Nutritional requirement of ascorbic acid by Indian major carp, *Cirrhina mrigala*, during early growth. *Aquaculture*, 19: 37–48. doi: [10.1016/0044-8486\(80\)90005-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(80)90005-8)
- Marino, G., Boglione, C., Bertolini, B., Rossi, A., Ferreri, F. & Cataudella, S. (1993). Observations on development and anomalies in the appendicular skeleton of sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. 1758, larvae and juveniles. *Aquaculture Research*, 24: 445–456. doi: [10.1111/j.1365-2109.1993.tb00568.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1993.tb00568.x)
- Matsuoka, M. (1987). Development of skeletal tissue and skeletal muscle in the Red sea bream, *Pagrus major*. *Japanese Journal of Ichthyology*, 65: (65), 1–114.
- Paperna, I. (1978). Swimbladder and skeletal deformities in hatchery bred *Sparus aurata*. *Journal of Fish Biology*, 12:109-114.
- Pohl, C. (1990). Skeletal deformities and trace metal contents of European smelt, *Osmerus eperlanus*, in the Elbe Estuary. *Meeresforschung*, 33: 76–89.
- Potthoff, T. (1983). Ontogeny and systematics of fisheries. *American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Special publication*, 1: 223-229.
- Potthoff, T., Kelley, S., Moe, M., Young, F. (1984). Description of porkfish larvae (*Anisotremus virginicus*, Haemulidae) and their osteological development. *Bulletin Marine Science*, 34: 21–59.
- Sfakianakis, D.G., Koumoundouros, G., Divanach, P. & Kentoui, 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. doi: [10.1016/j.aquaculture.2003.08.014](https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2003.08.014)
- Soliman, A. K., Jauncey, K. & Roberts, R. J. (1986). The effect of varying forms of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 52, 1–10. doi: [10.1016/0044-8486\(86\)90101-8](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90101-8)
- Stiassny, M. L. J. (2000). Skeletal System, Part 3, Chapter 6, pp 109-119. Ostrand, G.K. (eds.) Laboratory of Fishes. Academic Press, USA, 663p.
- Treasurer, J. (1992) Vertebrae anomalies associated with *Myxobolus* sp. in perch, *Perca fluviatilis* L., in a Scottish loch. *Bulletin of European Association Fish Pathology*, 12:61-63.