



TURKISH

JOURNAL OF AQUATIC SCIENCES

RESEARCH ARTICLE/ARAŞTIRMA MAKALESİ

ISSN: 2149-9659

E-ISSN: 2528-9462



Capoeta umbla (Heckel, 1843)'NİN PULLARINDA CİNSİYET, YAŞ VE MEVSİME BAĞLI VARYASYONLARIN GEOMETRİK MORFOMETRİK YÖNTEMLERLE İNCELENMESİ

Tarık ÇİÇEK¹, Alaettin KAYA¹, Serbest BİLİCİ²

¹ Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Diyarbakır

² Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zookteknik Bölümü, Şırnak

ARTICLE INFO

Received: 24/08/2016

Accepted: 23/11/2016

Published online: 04/12/2016

Çiçek et al., 31(2): 96-104 (2016)

doi: 10.18864/TJAS201611

Corresponding author: Serbest BİLİCİ,
Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Zookteknik Bölümü, Şırnak

E-mail: serbestbilici@gmail.com

Anahtar Kelimeler:

Cyprinidae

Capoeta umbla

Pul

Geometrik morfometri

Keywords:

Cyprinidae

Capoeta umbla

Scale

Geometric morphometri

Öz

Bu çalışmada Dicle Nehri'nden toplam 82 (67♀♀, 15♂♂) *Capoeta umbla* türüne ait balıklardan yanıl çizginin ve dorsal yüzgecin arasındaki alandan alınan ve yaş tespiti yapılan pullardan bir tanesi Canon SX7 model binokülerde 40X büyütmede binokülere takılı Olympus dijital kamera ile fotoğrafları çekilmiş ve tpsDig ver. 2.26 programı kullanılarak 6 landmark alınmıştır. MorphoJ ver. 1.06d ve PAST 3.11 programları kullanılarak ANOVA (Varyans Analizi), PCA (Temel Öğeler Analizi), CVA (Kanonik Varyans Analizi) ve DFA (Ayrışım Fonksiyonu) analizleri yapılmıştır. Analizler sonucunda boyut (CS: Centroid Size) ANOVA bakımından cinsiyet ve yaş grupları arasında fark yeterli ($p < 0.05$) bulunmuş ancak şekil ANOVA bakımından gruplar arasında fark ($p > 0.05$) bulunmamıştır. CVA ve DFA sonucu II-IV, II-V yaş grupları ve sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar grupları arasında Mahalanobis mesafesi yeterli düzeyde ($p < 0.05$) farklı bulunmuştur.

Abstract

A SURVEY ON SCALE OF *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) BY GEOMETRIC MORPHOMETRIC METHODS DEPEND ON GENDER, AGE AND SEASON VARIATIONS

In this study, a total of 82 (67♀♀, 15♂♂) *Capoeta umbla* samples from the same location in the River of Tigris and ages of scales taken from area between lateral line and dorsal fins of fishes were determined and just one scale from each fish sample photographed by an Olympus digital camera with Canon SX7 model binocular under the same conditions with 40X magnification and then six landmarks were taken by using tpsDig ver. 2.26 software. Then, ANOVA (Analysis of Variance), PCA (Principal Component Analysis), CVA (Canonical Variance Analysis) and DFA (Discriminant Function Analysis) analysis were conducted by MorphoJ ver. 1.06d and PAST 3.11. According to the results of the analyses, there was a significant difference between gender and age groups in terms of gender and size (CS: Centroid Size) ANOVA, however, no difference was found in terms of the shape ANOVA of the samples. Also, there was a significant difference between Mahalanobis distance of II-IV, II-V age groups and Autumn-Winter, Autumn-Spring of season groups.

GİRİŞ

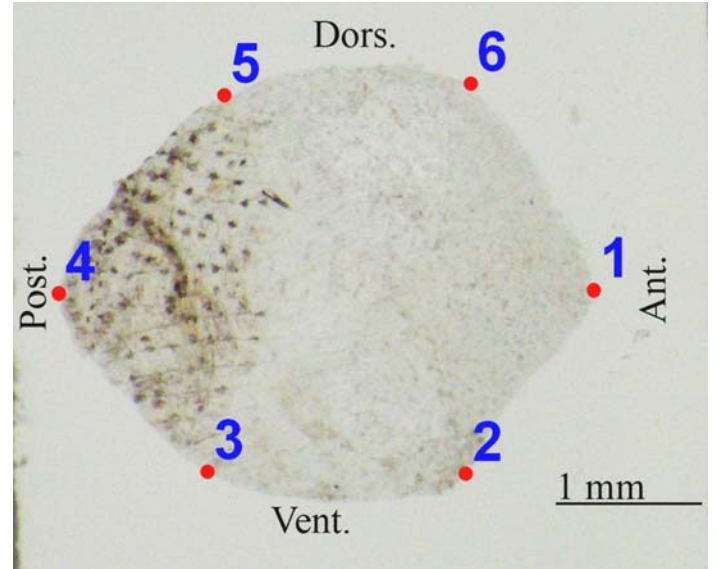
Capoeta genusu, Coğrafik olarak olarak Orta Asya, Güney Çin, Kuzey Hindistan, Afganistan, Türkistan, Gürcistan, Ermenistan, Azerbaycan, Özbekistan (Aral Gölü), Ortadoğu ve Anadolu'da dağılım göstermekte olup, Türkiye'de 5 türü ve 6 alttürü yaşamaktadır. Tür ve alttürlerinin hepsi insan beslenmesinde ekonomik önem taşırlar (Geldiay ve Balık, 1999; Banarescu, 1991).

Türkmen ve ark. (2002) Aşkale bölgesi Karasu nehrinde yakaladıkları *C. umbla* türünün örneklerinde, dişi bireylerin erkek bireylere göre daha uzun boylu olduklarını ve uzunluğa bağlı olarak ağırlıklarının daha fazla olduğunu belirtmiştir. Erkek bireyler dişilere göre daha kısa boylarda cinsi olgunluğa erişmektedir. Üremenin Mayıs-Temmuz ayları arasında gerçekleştiğini; erkeklerin II, dişilerin IV yaşında ürediklerini belirtmiştir. Ünlü (1991) Dicle Nehrinde yaşayan *Capoeta trutta* için üreme yaşını erkeklerde II, dişilerde III yaş olarak belirlemiştir. Aydın ve ark. (2003) Keban Baraj Gölünden yakalanan *C. trutta* örneklerinin boyları ile pul boyları arasında bir ilişki olduğu, ilerleyen yaşlarda balık boyunun artış hızı oranının, pul boyundaki artış hızı oranından daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Turan ve ark. (2006) Çoruh Nehrinde yeni bir tür olan *Capoeta ekmekciae*'yi tespit etmişlerdir. Danabaş ve ark. (2015) Uzunçayır baraj gölündeki *C. umbla*'nın solungaçlarında antioksidant savunma sisteminin değişimleri üzerine çalışma yürütmüşlerdir. Çoban ve ark. (2013) erkekler için ilk üreme yaşının II, dişilerde ise III olduğunu ve ilk üreme yaşının popülasyonlar arasında farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir. Dörtbudak ve Özcan (2015) otolit boyu ve total boy arasında güçlü bir ilişki ($r=0,6$) olduğunu; sağ ve sol otolitler arasında biyometrik ve ayrıca dişiler ile erkekler arasında boy ve ağırlık bakımından fark olmadığını bildirmiştir.

Pul, toplanması ve taşınması kolay, zarar görme durumu az ve 2 boyutlu yapısıyla 2D (iki boyutlu=two dimension) landmark tabanlı geometrik morfometrik (Zelditch ve ark. 2004) çalışmalar için oldukça uygundur. Ayrıca popülasyonları tanımlamada, sınıflandırmada (Staszny ve ark., 2012; Ibanez ve ark., 2007), pul yapısı ve yüzme modu arasındaki ilişkileri ve çevresel etkileri ortaya çıkarmada (Ibanez ve ark., 2009; Ibanez ve ark., 2012a), coğrafik varyantları (Ibanez ve ark., 2012b) ve cinsiyet, yaş ve mevsimsel varyasyonları da (Bilici ve ark., 2016) tanımlamada oldukça etkili bir yapıdır.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Dicle Nehri'nin Güçlükonak lokalitesinden farklı mevsimlerde toplam 82 (67♀♀, 15♂♂) *Capoeta umbla* türü yakalanıp laboratuara getirildikten sonra boy ölçümleri alınmış ve cinsiyetleri tespit edilmiştir. Yanal çizgi ile dorsal yüzgeç arasındaki alandan pullar alınmış ve yaş tespitleri de yapıldıktan sonra her balığın pullarından bir tanesi Canon SX7 model binokülelere takılı Olympus dijital kamera ile aynı şartlarda fotoğrafı çekilmiştir. Pulların fotoğrafı üzerinden tpsDig ver. 2.26 (Rohlf, 2016) ile altı landmark alınmış (Şekil 1) ve daha sonra bu landmark koordinatlarını içeren veri dosyası MorphoJ ver. 1.06d (Klingenberg, 2011) ve PAST 3.11 (Hammer ve ark., 2001) programları ile GPA (Genel Procrustes Analizi), Procrustes ANOVA (Varyans Analizi), PCA (Temel Ögeler Analizi), CVA (Kanonik Varyans Analizi) ve DF (Ayrışım Fnonksiyonu) analizleri yapılarak pullarda cinsiyet, yaş ve mevsimsel boyut (CS: Centroid Size) ve şekil varyasyonları değerlendirilmiştir.



Şekil 1. *C. umbla*'nın pullarından alınan Landmarklar (Ant.: Anterior, Post.: Posterior, Dors.: Dorsal, Vent.: Ventral).

Figure 1. Landmarks on scale of *C. umbla* (Ant.: Anterior, Post.: Posterior, Dors.: Dorsal, Vent.: Ventral).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Procrustes ANOVA sonucunda cinsiyet ve yaş grupları boyut (CS: Centroid Size) bakımından ($p < 0.05$) farklı bulunurken, mevsim grupları arasında fark bulunmamıştır. ANOVA ve MANOVA analizlerinde şekil bakımından hiç bir grupta fark ($p > 0.05$) tespit edilmemiştir (Tablo 1).

Boyut (CS) boxplot grafiğinde yaş ile birlikte pul boyutunun artış gösterdiği (Şekil 2A), mevsim grupları arasında ise birbirlerine yakın (Şekil 2B) ve dişilerin pullarının erkek pullarından daha büyük olduğu (Şekil 2C) görülmektedir.

Temel komponent analizinde (PCA), ilk iki komponent sırasıyla yaş, mevsim ve cinsiyetler için toplam varyasyonun % 48.3 % 50.2 ve % 48.9'unu açıklamaktadır. Her üç grupta benzer bir şekilde PC1'e pozitif yönde dorsal-ventral, negatif yönde anterior-posterior yönlü değişimlerin; PC2'ye pozitif ve negatif yönde antero-ventral

yönlü değişimlerin olduğu görülmektedir (Şekil 3). Pullarda dorsal-ventral ve anterior-posterior yönlü değişimlerin varyasyonlarda oldukça önemli bir etki gösterdiği bulunmuştur.

Kanonik varyans analizinde (CVA), yaş gruplarında II-IV ve II-V; mevsim gruplarında sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar arasında Mahalanobis mesafesi yönünden ve buna ilişkin permütasyon testinde p değeri istatistiksel yönden ($p < 0.05$) farklı bulunmuştur (Tablo 2).

Ayrıca CVA grafiğinde ilk iki kanonik varyans toplam varyasyonun sırasıyla yaş ve mevsim grupları için % 91.2 ve % 94.0'ını açıklamaktadır. Yaş gruplarından II, IV ve V'in ve mevsim gruplarından sonbahar, kış ve ilkbahar'ın ortalamalarının birinci eksen boyunca ayrıldığı görülmekteyken, cinsiyet gruplarında erkek ve dişi ayrımı çok iyi değildir (Şekil 4).

Tablo 1. *C. umbla*'nın pullarında Cinsiyet, Yaş ve Mevsime bağlı Boyut (CS) ve Şekil Procrustes ANOVA değerleri (F: Goodal's F, Pillai tr: Pillai trace, P(param): Parametrik p değeri $p < 0.05$, CS: centroid size. Koyu yazılanlar: fark var).

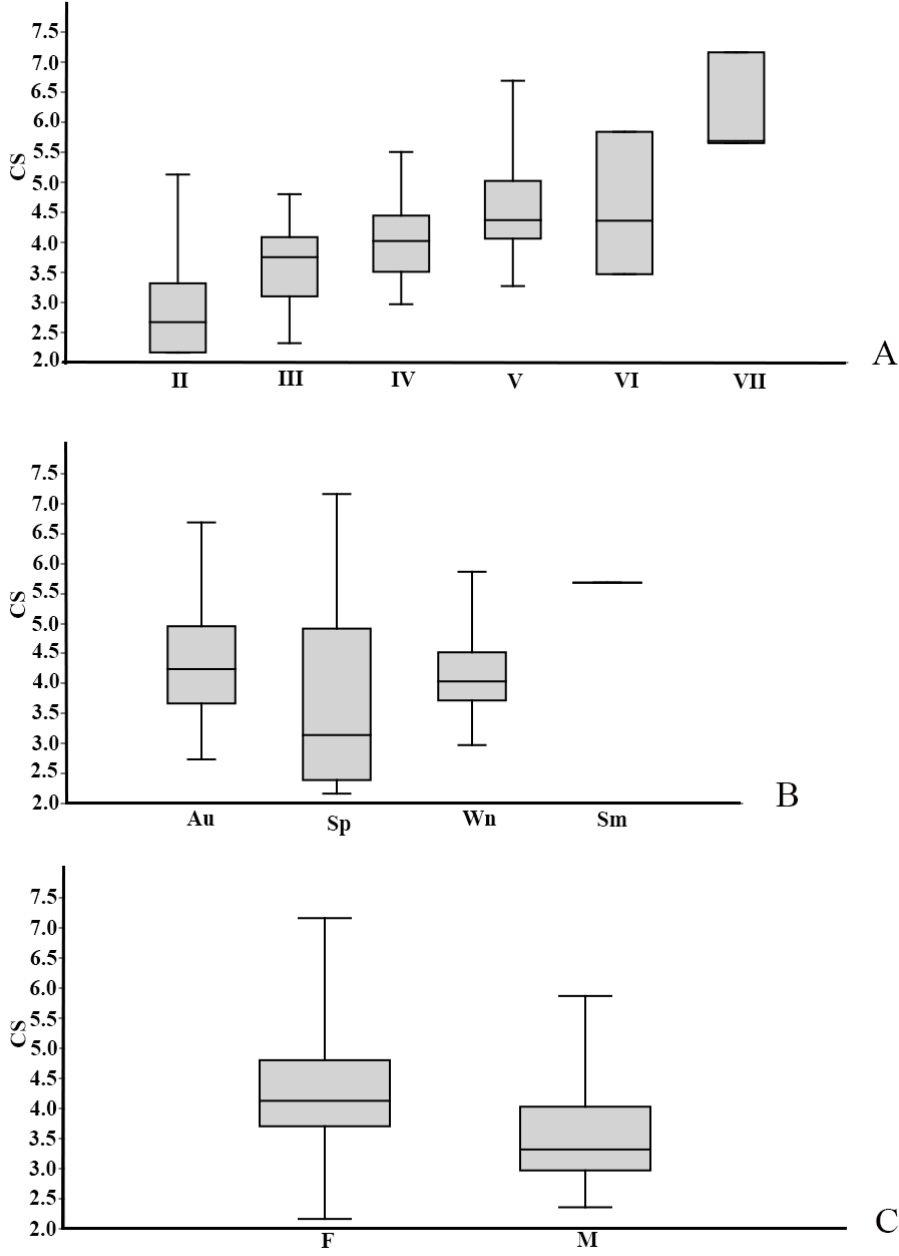
Table 1. Size(CS) and Shape Procrustes ANOVA values on scales of *C. umbla* that depend on gender, age and season (F: Goodal's F, Pillai tr: Pillai trace, P(param): Parametric p value $p < 0.05$, CS: centroid size, Bolded: significant difference).

	Cinsiyet		Yaş		Mevsim	
	F/Pillai tr.	P(param)	F/ Pillai tr.	P(param)	F/ Pillai tr.	P(param)
Boyut(CS)-ANOVA	5,32	0,0236	13,07	<.0001	2,12	0,1047
Şekil-ANOVA	1,83	0,0686	1,27	0,1278	1,12	0,3190

Tablo 2. CVA sonucu aralarında yeterli fark olan gruplar için Mahalanobis mesafesi ve permütasyon değeri (II,IV,V: yaş, Au. Sonbahar, Sp: Spring, Wn: Winter. Mahalanobis mesafesi/p değeri. Koyu yazılanlar: fark var).

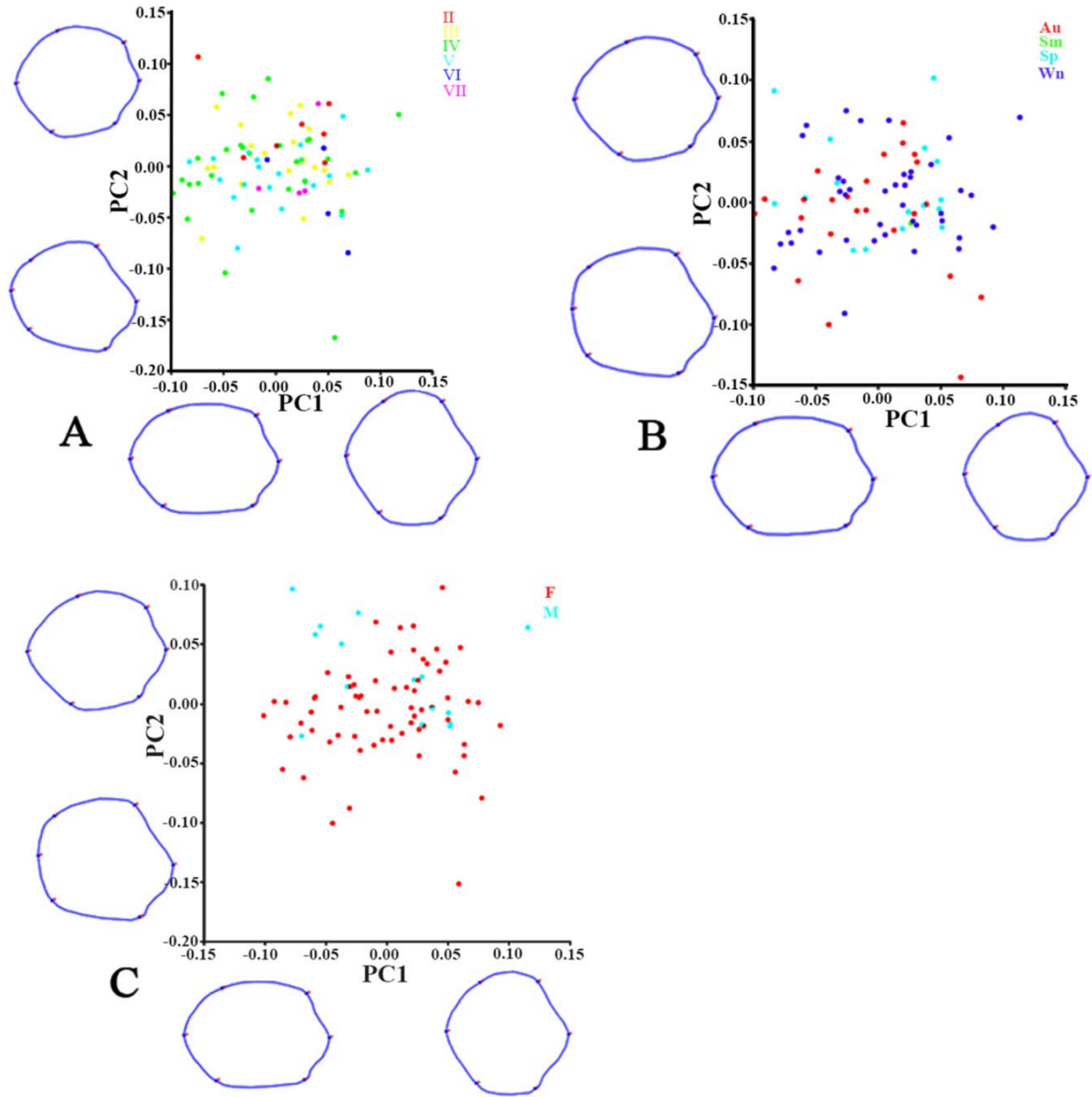
Table 2. Mahalanobis distance and permutations value for groups had significant differences based on CVA (II,IV,V: age, Au: Autumn, Sp: Spring, Wn: Winter, Mahalanobis distance/p value, Bolded: significant difference).

Gruplar	II	Au
IV	2,2029/ 0,0023	Sp 1,3785/ 0,0203
V	2,5756/ 0,0001	Wn 1,2116/ 0,0019



Şekil 2. CS boxplot grafiği. (CS: Centroid Size, A: Yaş, II-VII yaş, B: Mevsim, Au: Sonbahar, Sp: İlkbahar, Wn: Kış, Sm: Yaz; C: Cinsiyet, F: Dişi, M: Erkek).

Figure 2. CS boxplot graphics (CS: Centroid size, A: Age, II-VII: ages, B: Seasons, Au: Autumn, Sp: Spring, Sm: Summer, Wn: Winter, C: Gender, F: female, M: male).



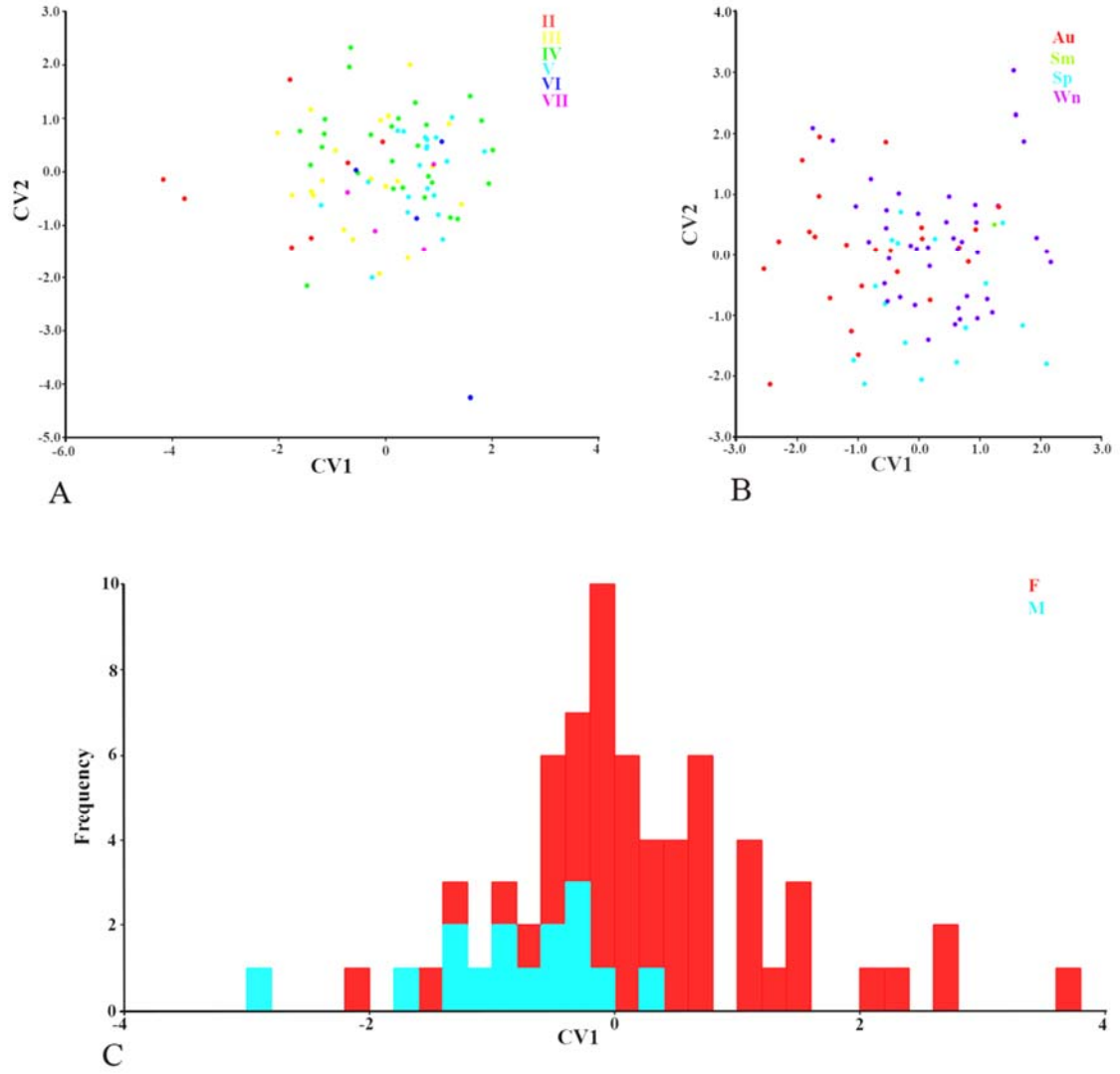
Şekil 3. *C. umbla*'nın yaş, mevsim ve cinsiyetler için PCA dağılım grafiği ve eksenler boyunca PC1 ve PC2'ye pozitif ve negatif yönde etki eden şekil değişimleri. (A: Yaş, II-VII yaş, B: Mevsim, Au: Sonbahar, Sp: İlkbahar, Wn: Kış, Sm: Yaz; C: Cinsiyet, F: Dişi, M: Erkek).

Figure 3. PCA graphics of scale variations depending on Age (A), Seasons (B) and Gender (C) and shape change along axis that effect PC1 and PC2 by plus an minus scores (F: female, M: male, II-VII: age, Au: Autumn, Sp: Spring, Sm: Summer, Wn: winter).

Diskriminant analizinde yaş gruplarından II-IV ve II-V ile mevsim gruplarından sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar grupları arasında Mahalanobis mesafesi ve T-square için permütasyon ve parametrik p değeri ($p < 0.05$) ayırım oldukça anlamlı olduğunu göstermiştir (Tablo 3). Ancak diğer gruplar için ayırım yetersizdir.

Önemli fark belirlenen II-IV ve II-V yaş grupları arasındaki şekil farklılıklarına bakıldığında değişimin daha çok anterior-posterior yönlü 1. ve 4.

landmarklarda olduğu, hem 3. hem de 5. Landmarklarda anterior yönde uzama, posterior yönde ise kısılma olduğu görülmüştür. Mevsim gruplarından sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar gruplarında ise değişim daha çok dorsal-ventral yönlü uzama ile kendini göstermiştir (Şekil 5).



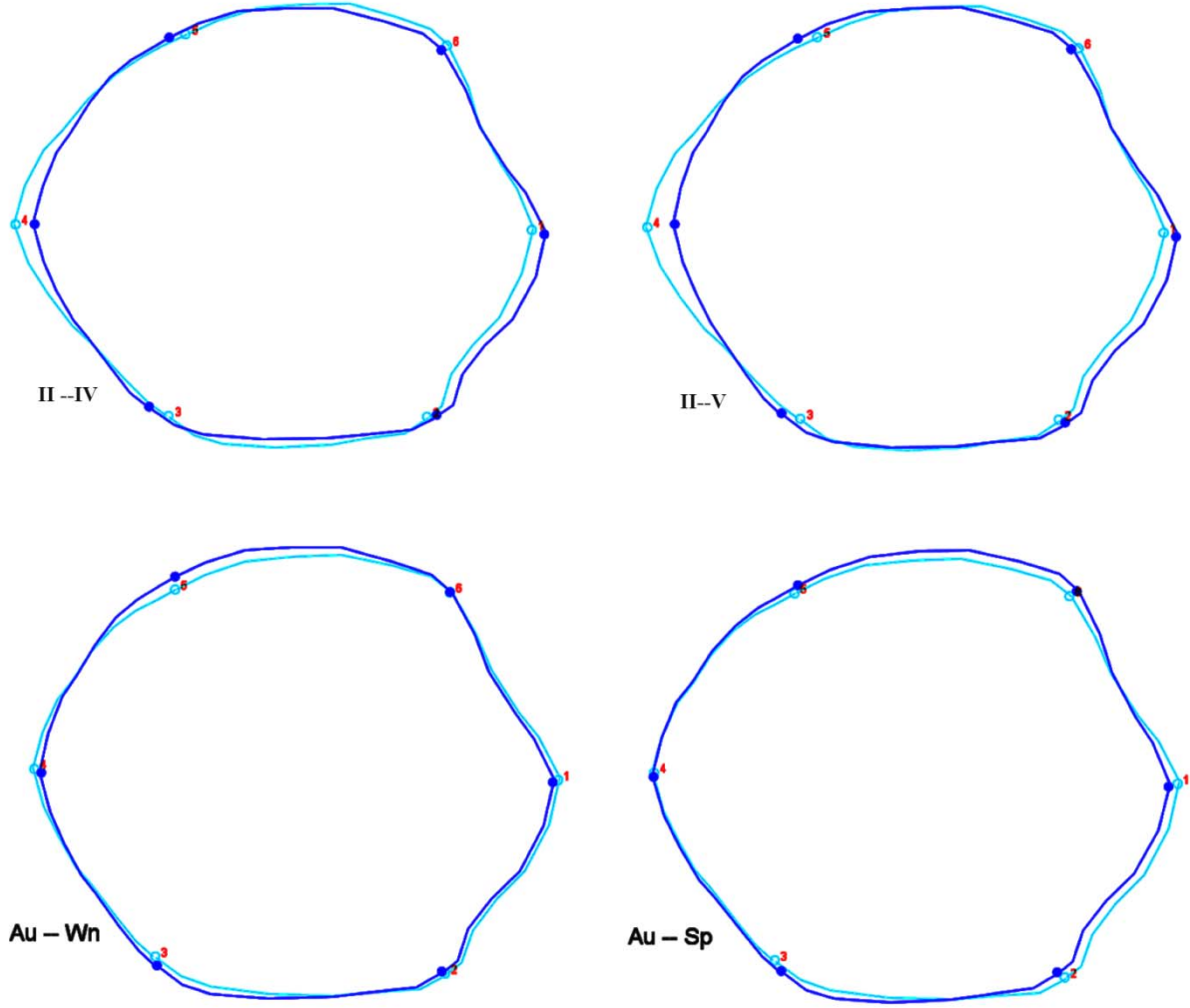
Şekil 4. *C. umbla*'nın yaş, mevsim ve cinsiyetler için CVA dağılım grafiği (A: Yaş, II-VII yaş, B: Mevsim, Au: Sonbahar, Sp: İlkbahar, Wn: Kış, Sm: Yaz; C: Cinsiyet, F: Dişi, M: Erkek).

Figure 4. CVA graphics of scale variations depending on Age (A), Seasons (B) and Gender (C) (F: female, M: male, II-VII age, Au: Autumn, Sp: Spring, Sm: Summer, Wn: Winter).

Tablo 3. DFA sonucu aralarında yeterli fark olan gruplar için permütasyon (T-square) ile parametrik p-değerleri (II, IV, V: yaş, Au: Sonbahar, Sp: İlkbahar, Wn: Kış. Koyu yazılanlar: fark önemli).

Table 3. Permutations value for groups had significant differences based on DFA (II,IV,V: age, Au: Autumn, Sp: Spring, Wn: Winter, Mahalanobis distance/p value, Bolded: significant difference).

Gruplar	p-değeri (permütasyon)	p-değeri(parametrik)
II-IV	0,0400	0,0466
II-V	0,0030	0,0038
Au-Wn	0,0200	0,0201
Au-Sp	0,0100	0,0144



Şekil 5. *C. umbla*'nın DFA sonucu farklı bulunan II-IV ile II-V yaş ve Sonbahar-Kış (Au-Wn) ile Sonbahar-İlkbahar (Au-Sp) grupları arasındaki şekil farklılıkları.

Figure 5. Shape changes between II-IV, II-V ages and Autumn-Winter (Au-Wn) and Autumn-Spring (Au-Sp) groups of *C. umbla* that had differences based on DFA.

Boyut (CS) Procrustes ANOVA sonucu (Tablo 1) dişiler ve erkek bireylere ait pullar arasında fark olduğunu göstermesi ve CS boxplot grafiğinde (Şekil 2C) dişilerin erkeklerden daha büyük çıkması Türkmen ve ark. (2002)'nin çalışmalarında vardıkları sonuçlara oldukça uyum göstermekte ancak Dörtbudak ve Özcan (2015)'in çalışmasıyla uyum göstermemektedir. Şekil Procrustes ANOVA'da hiçbir grupta fark bulunamamıştır. Hem CVA (Şekil 4C) hem de DF analizinde dişi ve erkek bireyler arasında pul şekli bakımından fark olmadığı görülmüştür.

Yaş gruplarında boyut ANOVA (Tablo 1) bakımından ve CVA (Tablo 2) ve DF analizinde (Tablo 3) II-IV ve II-V yaş gruplarında şekil açısından fark görülmüş olması Türkmen ve ark. (2002), Ünlü (1991) ve Çoban ve ark. (2013)'ün

çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Pul boyutlarında (CS) artış yaş ile orantılı ve ileriki yaşlarda özellikle üç yaşından sonra artış hızının az olması (Şekil 2A) Aydın ve ark. (2003)'ün çalışmalarına oldukça uygunluk göstermektedir. DF analizinin verdiği II-IV ve II-V yaş gruplarındaki şekil farklılığının (Şekil 5) daha çok pulun anterior-posterior yönünde olması bireylerde büyümenin daha çok boy artışı şeklinde olduğunu göstermektedir.

Mevsim gruplarında ANOVA değerlendirmelerinde boyut ve şekil bakımından (Tablo 1) herhangi bir fark görülmemesine karşın, CVA (Tablo 2) ve DF analizinde (Tablo 3) sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar gruplarında pul şeklindeki farkın anlamlı olduğu görülmekle birlikte, şekil farklılığının daha çok dorsal-ventral yönlü olması (Şekil

5) mevsimsel ağırlık farkı ile ilişkili olduğu görülmektedir.

Her üç grubun PCA analizinde de (Şekil 3) PC1'e etkinin en fazla puldaki anterior-posterior (negatif) ve dorsal-ventral (pozitif) yönlü değişimlerden kaynaklı olduğu ve varyasyonun en çok bu yönlü değişimlerden etkilendiği görülmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak *C. umbla* türünde cinsiyetler arasında pul boyut farkının olduğu ve dişi bireylerin daha büyük olduğu ancak şekil farklılığının önemsiz olduğu görülmektedir. Yaş grupları arasında boyutun farklı ve artışının yaş ile orantılı olduğu ve yaş gruplarından II-IV ve II-V arasında şekil farklılığının oldukça anlamlı olduğu belirlenmiştir. Mevsim gruplarında boyut farkı olmamasına karşılık sonbahar-kış ve sonbahar-ilkbahar gruplarında pul şekli bakımından fark olduğu söylenebilir. Bu çalışmada pulların cinsiyet, yaş ve mevsim varyasyonlarını belirleyebilmek için oldukça uygun bir materyal olduğu ve geometrik morfolometrik uygulama yöntemlerinin hem boyut hemde şekil varyasyonlarını ortaya çıkarabilecek kadar güçlü ve güvenilir bir metot olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

Aydın, R., Çalta, M., & Şen, D. (2003): Age and Growth of *Capoeta trutta* (Pisces:Cyprinidae) from Keban Dam Lake, Turkey. *Archivum Rybactwa Polsekiego*, 11(2), 237-244.

Banarescu, P. (1991): Zoogeography of freshwaters. Distribution and Dispersal of freshwater Animals in North America and Eurasia. Aula-Verlag Wiesbaden, Vol. 2, 1091 pp.

Bilici, S., Kaya, A., Çiçek T., & Dörtbudak M.Y. (2016) Investigation of size and shape differences depend to sex, age and season on scales of smallmouth lotak (*Cyprinion kais*). *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 3(1) 37-45.

Çoban, M. Z., Gündüz, F., Türkgülü, İ., Örnekçi, N.G., Yüce, S., Demiroğlu, F., & Alp, A. (2013): Reproductive Properties of *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) Living in Lake Hazar (Elazığ, Turkey). *International Journal of Agricultural and Food Research (IJAFR)*, 2(2) 38-47.

Danabaş, D., Yildirim, N.C., Yildirim, N., Onal, A.O., Uslu, G., Unlu, E., Danabaş, S., Ergin, C., & Tayhan, N. (2015). Changes in antioxidant defense system in gills of *Capoeta umbla* caught from Uzuncayir Dam Lake, Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 63, 72-79.

Dörtbudak, M.Y., & Özcan, G. (2015). İkizce Çayı'ndaki (Şırnak) Siraz Balığının [*Capoeta umbla* (Heckel, 1843)] Otolit Biyometri-Balık Boyu Arasındaki İlişki. *Yunus Araştırma Bülteni*, 15(1), 67-72.

Geldiay, R., & Balık, S. (1999). Türkiye Tatlı Su Balıkları, Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No: 97. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 519 s.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., & Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1), 9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Ibanez, A.L., Cowx, I.G. & O'higgins, P. (2007): Geometric morphometric analysis of fish scales for identifying genera, species, and local populations within the Mugilidae. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 64, 1091-1100.

Ibanez, A.L., Cowx, I.G., & O'Higgins, P. (2009). Variation in elasmoid fish scale patterns is informative with regard to taxon and swimming mode. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 155, 834-844.

Ibanez, A.L., Pacheco-Almanzar, E., & Cowx, I. G. (2012a). Does compensatory growth modify fish scale shape? *Environmental Biology of Fishes*, 94, 477-482.

Ibanez, A.L., Espino-Barr, E., & Gallardo-Cabello, M. (2012b.). Population connectivity among geographic variants within the Lutjanidae through fish scales shape recognition. *Scientia Marina*, 76, 667-675.

Klingenberg, C.P. (2011). Morpho J: an integrated software package for geometric morphometrics. *Molecular Ecology Resources*, 11, 353-357.

Rohlf, F.J. (2016). *tpsDig2 ver. 2.26. Ecology & Evolution*, SUNY, Stony Brook, NY, USA.

- Staszny, Á., Ferincz, Á., Weiperth, A., Havas, E., Urbányi, B., & Paulovits, G. (2012). Scale-morphometry study to discriminate Gibel carp (*Carassius gibelio*) populations in the Balaton-Catchment (Hungary). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 58, 19-27.
- Turan, D., Kottelat, M., Kirankaya, S.G., & Engin, S. (2006). *Capoeta ekmekciae*, a new species of cyprinid fish from northeastern Anatolia (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 17(2), 147.
- Türkmen, M., Erdoğan O., Yıldırım A., & Akyurt İ. (2002): "Reproduction tactics, age and growth of *Capoeta capoeta umbla* Heckel, 1843 from the Aşkale Region of the Karasu River, Turkey. *Fisheries Research* 54(3), 317-328.
- Ünlü, E. (1991). Investigation on the biological characteristics of *Capoeta trutta* (Heckel, 1843) living in Tigris River. *Turkish Journal of Zoology*, 15, 12-38.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D.L., Sheets, H.D. & Fink, W.L. (2004). Geometric morphometrics for biologists: A primer. *Elsevier Academic Press*, New York, 416 pp.