

Araştırma Makalesi
Research ArticleKaradeniz'de Farklı Bölgelerde Yaşayan Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758)'nin
Otolit Morfometrisi ve Şekil Analizleri: Ukrayna ve Türkiye (Rize, Samsun)

Nimet Selda BAŞÇINAR*, Elvan ATILGAN

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Vali Adil Yazar Cad., No:14, 61250 Kaşüstü, Yomra/Trabzon.

*Sorumlu Yazar Tel.:+90 341 10 53 / 3131

Geliş Tarihi: 23.09.2016

E-posta:seldabascinar@gmail.com

Kabul Tarihi: 18.10.2016

Öz

Çalışmada 2012-2013 av sezonunda Karadeniz'de Ukrayna ve Türkiye'den (Rize ve Samsun) avlanılan hamsi otolitlerinde morfometrik ve şekil analizlerinin benzerlik ve farklılığı araştırılmıştır. Morfometrik analizler için maksimum otolit boyu (OL, mm), otolit genişliği (OW, mm), alan (A, mm²), çevre (P, mm) ölçümleri alınmıştır. Şekil analizleri için F_F, R_D, A_R, değerleri hesaplanmıştır. Ölçümler sonucunda Form faktörü (F_F) değeri Ukrayna 0.61 ≤ F_F ≤ 0.76, Rize 0.63 ≤ F_F ≤ 0.75, Samsun için 0.61 ≤ F_F ≤ 0.75'dir. Yuvarlaklık (R_D) değeri Ukrayna için; 1.23 ≤ R_D ≤ 1.53, Rize için; 1.26 ≤ R_D ≤ 1.49, Samsun için; 1.26 ≤ R_D ≤ 1.53 arasında değişim olduğu görülmüştür. Otolit boyu/otolit genişliği oranı (A_R) Ukrayna için 1.69 ≤ A_R ≤ 2.18, Rize için 1.82 ≤ A_R ≤ 2.23 ve Samsun'dan alınan örneklerde ise 1.76 ≤ A_R ≤ 2.26 bulunmuştur. Araştırmada PCA ve cluster analizi sonucunda Ukrayna'daki otolitlerin diğer iki bölgedeki otolitlerden farklı olduğu görülmüştür (P<0.001).

Anahtar Kelimeler: Hamsi, *Engraulis encrasicolus*, otolit şekil analizi, R_D, A_R, F_F.

Abstract

Otolith Morphometry and Shape Analysis of Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) living in Different Regions Black Sea: Ukraine and Türkiye (Rize, Samsun)

In this study otoliths obtained from anchovies (*Engraulis encrasicolus*) caught from different regions in Black Sea; Ukraine and Türkiye (Rize and Samsun), were used for otolith shape analysis in 2012-2013 fishing season. It was figure out maximum otolith length (LO, mm), otolith width (OW, mm), area (A, mm²), perimeter (P, mm) measurements for morphometric analysis. At the end of the measurements, Form factor (F_F) values were calculated for Ukraine, Rize and Samsun as 0.61 ≤ F_F ≤ 0.76, 0.63 ≤ F_F ≤ 0.75 and 0.61 ≤ F_F ≤ 0.75 respectively. Roundness (R_D) value varies for Ukraine, Rize and Samsun as 1.23 ≤ R_D < 1.53, 1.26 < R_D ≤ 1.49 and 1.26 ≤ R_D ≤ 1.53 respectively. Otolith length/otolith width ratios (A_R) were found for Ukraine, Rize and Samsun as 1.69 ≤ A_R ≤ 2.18, 1.82 ≤ A_R ≤ 2.23 and 1.76 ≤ A_R ≤ 2.26 respectively. Principal component analysis (PCA), and cluster analysis of otoliths in Ukraine is different from the other two regions (P<0.001).

Keywords: Anchovy, *Engraulis encrasicolus*, otolith shape analysis, R_D, A_R, F_F.

Giriş

Ekonomik değeri yüksek, hızlı büyüyen bir pelajik balık olan hamsi aynı zamanda kısa

yaşam döngüsüne sahiptir. Karadeniz ve Azak Denizi'nde iki alt türü olduğu bildirilmiştir (Cha-

shchin, 1996). Karadeniz'de üreme ve beslenme alanları farklı olan hamsinin; ancak av verdiği dönemde kışlama alanları örtüşebilen farklı formları vardır. Bu formlar birbirinden bağımsız farklı stoklar oluşturmaktadır. Balıkçılıkta yönetim açısından bu stokların farklı işletim birimleri olarak ele alınması zorunludur. Karadeniz'de hamsi stok değerlendirilmesinin doğru ve güvenilir olarak yapılabilmesi için öncelikle stokların birbirinden ayrılması gerekmektedir. Balıkların tüm yaşam döngüsünün kayıtlı olduğu karakutu olarak adlandırılan otolitler canlı hakkında pek çok bilgi verir. Otolit kimyası ile balığın yaşamını sürdürdüğü çevresel parametrelerin, anadromluğu, göç yolları ve yaş tespiti kolayca yapılırken otolitler aynı zamanda stokların ayırımında doğal marka olarak veya metabolik gösterge olarak kullanılmaktadır. Otolit popülasyon ya da stokların belirlenmesinde geçmişte ve günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. (Campana ve Casselman, 1993; Begg ve Brown, 2000; DeVries vd., 2002; Tuset vd., 2003).

Hamsi'nin ekolojisi üzerine farklı bölgelerde (Akdeniz, Karadeniz, Azov Denizi, ve Adriyatik'de) pek çok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmasına rağmen (Karaçam ve Düzgüneş, 1990; Tudela ve Palomera, 1997; Coombs vd., 2003; Basilone vd., 2004; Bilgin vd., 2006; Díaz vd., 2009), hamsi otolitlerinde şekil analizleri üzerine oldukça az çalışma gerçekleştirilmiştir (Kristoffersen ve Mago-ulas, 2008; Başçınar ve Atılğan, 2014; Karahan, vd., 2014; Zengin vd., 2015). Genetik üzerine çalışmalar ise; Aka (2003), Karadeniz, Ege ve Marmara'da ki stokların farklılığını çalışırken; Bak vd. (2013), Azak, Gürcistan, Abhazya ve Marmara popülasyonları üzerine genetik çalışmalar yürütmüşlerdir.

Bu çalışma kapsamında stoklar arasındaki coğrafik sınırları belirginleştirmek ve

karişmiş stokların kompozisyonunu ortaya çıkarmak için hamsi otolitleri kullanılarak bölgelerdeki otolit şekil analizi çalışılmıştır. Araştırmada hedeflenen amaç; farklı coğrafik bölgelerdeki hamsi otolitlerinde morfolometrik ve şekil analizlerinin bölgesel olarak farklılık ve benzerliklerinin ortaya konulmasıdır.

Materyal ve Metot

2012-2013 av sezonunda Karadeniz'de Ukrayna ve Türkiye kıyılarında (Doğu Karadeniz'i temsilen Rize, Orta Karadeniz'i temsilen Samsun) (Şekil 1) avlanılan hamsi otolitlerinden yararlanılmıştır.

Otolit analizinde her bölgeden alınan 54'er adet sağ otolit morfolometrik analizleri; OL:boy, OW:genişlik; A:alan; P;çevre ölçümleri yapılmıştır (Şekil 2), (Tablo 1).

Yerel stok-Kuzeybatı Karadeniz'den gelen stok-Azak Denizi'nden geldiği düşünülen stoklardan otolitler üzerinde yapılan biyometrik ölçümler ve şekil analizleri için veri elde edilmesinde MZ75 Leica görüntüleme sisteminde LAS Image Analysis v3.8 programı kullanılmıştır. Ponton (2006)'ya göre otolit şekillerinin tanımlanması yapılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen verilerden otolit şekil tanımlanması için form faktörü (F_F), yuvarlaklık (R_D) ve boy oranı (A_R) hesaplanmıştır (Zorica vd., 2010).

$$F_F = 4\pi \times \text{Alan} \div \text{Çevre}^2$$

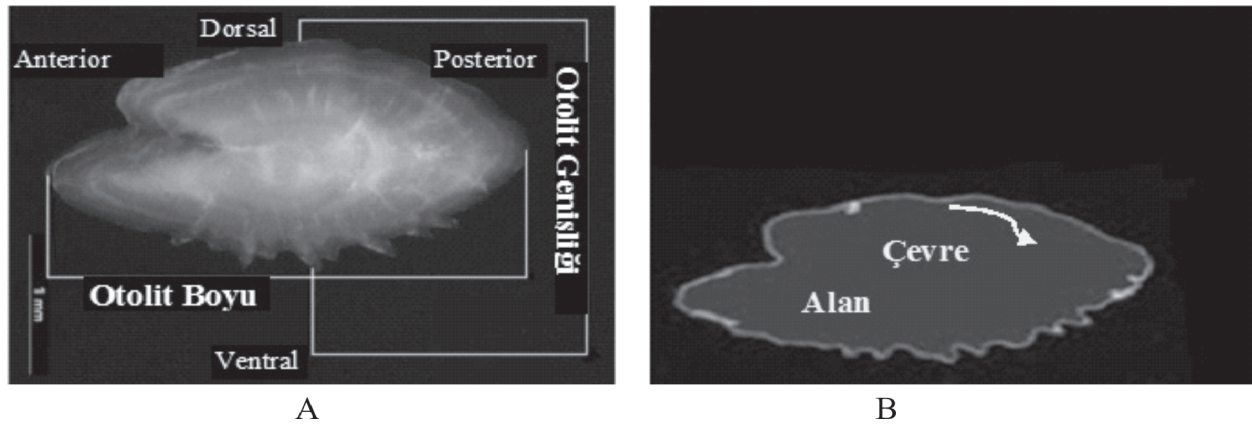
$$R_D = 4\pi \times \text{Alan} \div \pi \text{Maksimum Çap}^2$$

$$A_R = \text{Boy} \div \text{Genişlik}$$

Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Excel, Statistica 8.0, Primer 5.0 paket programları kullanılmıştır. Bu programlarda bölgeler arası benzerlik ve farklılıklar için cluster analizi, Ana bileşenler analizi (PCA), Otolit şekil faktörleri üzerinde de ANOVA analizi yapılmıştır.



Şekil 1. Örnekleme alanı (Ukrayna, Rize, Samsun).



Şekil 2. A- Hamsi otolithinin morfolojisi, B- LAS Image Analysis v3.8 programında otolit üzerinde alan ve çevre ölçümü.

Tablo 1. Otolitleri morfometrik ölçümlerde kullanılan hamsilerin total boyu: TL (cm) ağırlığı: W(g) (min-mak, ortalama±SE değerleri) U: Ukrayna, R: Rize, S: Samsun

	N	U		R		S	
		TL	W	L	W	L	W
Ort±SE	54	10,39±0,117	6,46±0,202	10,52±0,123	5,91±0,231	10,57±0,117	6,88±0,219
Min-Mak		9-12,2	4,08-9,94	9,1-12,2	3,35-9,42	9-12,3	4,24-10,22

Bulgular

Her üç mevkide yapılan araştırma sonucunda; Ukrayna otolitlerinin boyu $3,67 \pm 0,030$, genişliği $1,94 \pm 0,016$, alanı $5,08 \pm 0,069$, çevresi $9,48 \pm 0,077$ ve form faktörü $0,71 \pm 0,004$ Rize ve Samsun otolitlerinden daha büyüktür. Buna karşın yuvarlaklık (R_D) ve boy/genişlik oranı (A_R) diğerlerinden daha küçük bulunmuştur. Otolit boyu ve genişliği arasındaki ilişki Ukrayna; $y=0,3224x+0,7619$ ($r=0,39$); Rize; $y = 0,41x+0,31$ ($r=0,69$); Samsun; $y = 0,3296x + 0,5985$ ($r=0,56$) olarak hesaplanmıştır. Otolitlerde boy ve genişlik arasındaki ilişki her üç bölge içinde önemli bulunmuştur ($P<0,001$). (Şekil 3), (Tablo 2). Balık boyu ile otolit boyu

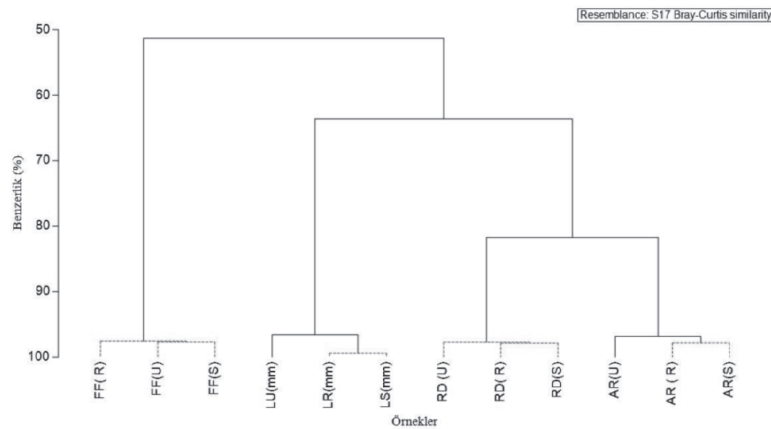
arasında Ukrayna; $y=0,1957x+1,6354$ ($r = 0,75$); Rize; $y = 22,94x+0,9964$ ($r=0,81$), Samsun; $y=0.2305x+0.9598$ ($r=0,82$) ilişkisi bulunmuştur.

Ukrayna, Rize ve Samsun otolitleri üzerinde yapılan A_R (boy-genişlik oranı) analiz sonuçlarında farklı boy/genişlik oranları gözlenmektedir.

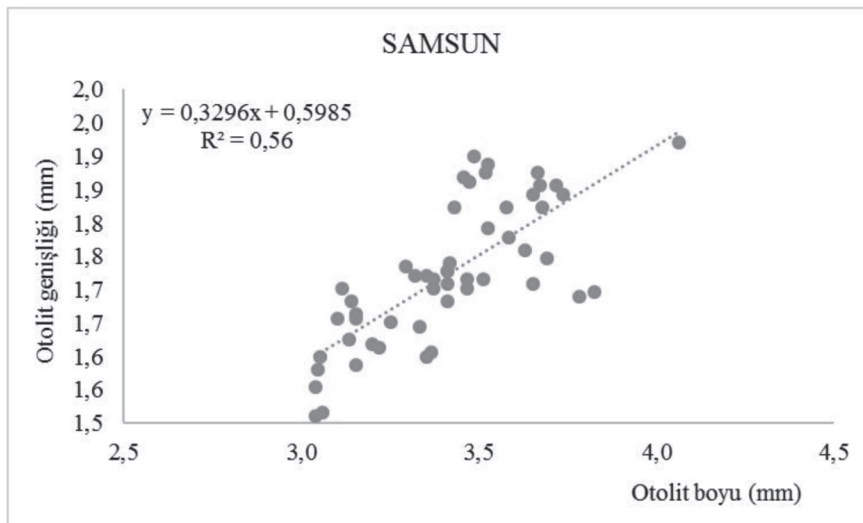
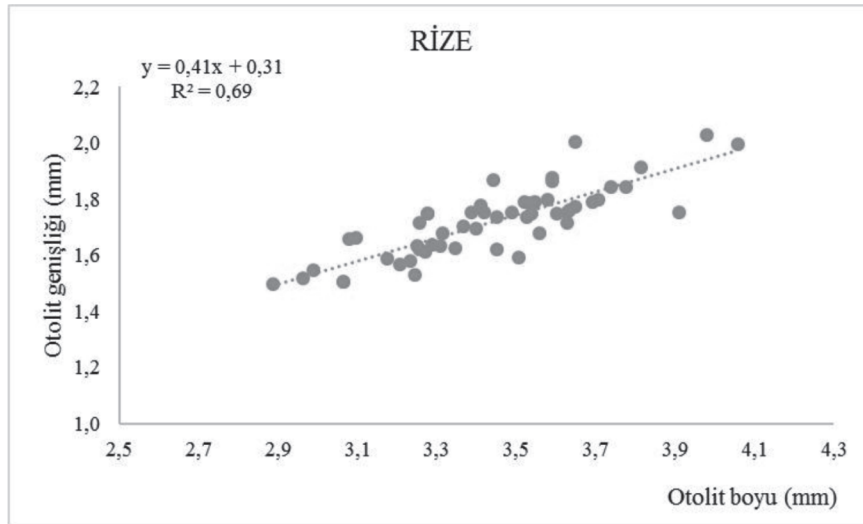
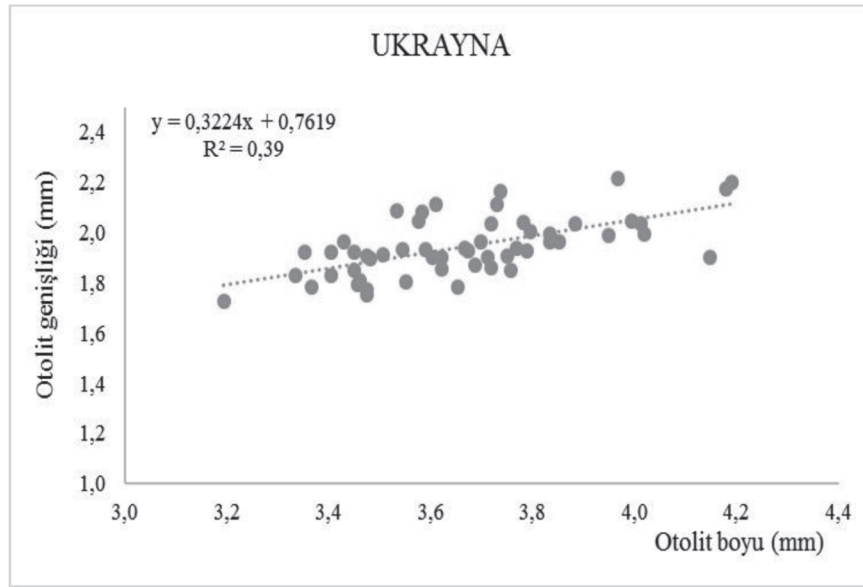
Çalışmada otolit boyu/otolit genişliği oranı (A_R) Ukrayna için ortalama $1,89 \pm 0,013$, Rize örnekleri için $2,00 \pm 0,012$ ve Samsun örneklerinde ise $1,97 \pm 0,013$ bulunmuştur. Elde edilen tüm veriler üzerinden bütün değişkenler (boy, genişlik, alan, çevre, R_D , A_R , F_F) kullanılarak PCA ve cluster analizi yapılmıştır (Şekil 4-5).

Tablo 2. Otolitlerin morfometrik ölçümleri OL: otolit boyu, OW: otolit genişliği, A: alan, P: çevre ve şekil tanımlama faktörleri (yuvarlaklık: R_D , boy-genişlik oranı: A_R , form faktörü: F_F) (ortalama \pm SE değerleri, min-mak)

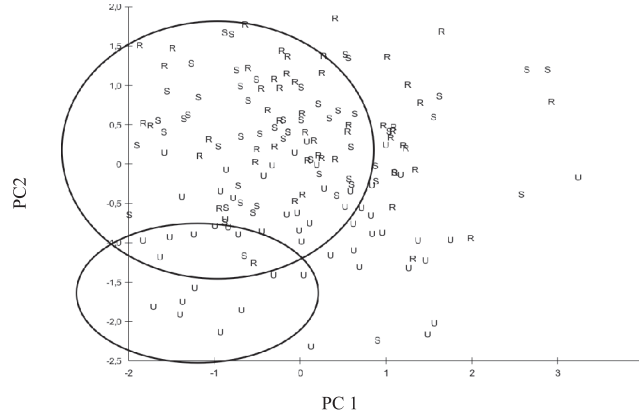
N	OL(mm)	OW(mm)	A(mm ²)	P(mm)	R_D	A_R	F_F
U 54	$3,67 \pm 0,030$ (3,19-4,19)	$1,94 \pm 0,016$ (1,73-2,21)	$5,08 \pm 0,069$ (3,95-6,31)	$9,48 \pm 0,077$ (8,17-10,84)	$1,33 \pm 0,008$ (1,23-1,53)	$1,89 \pm 0,013$ (1,69-2,18)	$0,71 \pm 0,004$ (0,61-0,76)
R 54	$3,44 \pm 0,034$ (2,89-4,06)	$1,72 \pm 0,017$ (1,50-2,03)	$4,24 \pm 0,080$ (3,16-5,85)	$8,74 \pm 0,082$ (7,48-10,11)	$1,36 \pm 0,006$ (1,26-1,49)	$2,00 \pm 0,012$ (1,82-2,23)	$0,69 \pm 0,003$ (0,63-0,75)
S 54	$3,43 \pm 0,034$ (3,04-4,1)	$1,74 \pm 0,017$ (1,51-2,2)	$4,26 \pm 0,077$ (3,39-6,45)	$8,82 \pm 0,085$ (7,69-10,8)	$1,37 \pm 0,008$ (1,26-1,53)	$1,97 \pm 0,013$ (1,76-2,26)	$0,69 \pm 0,004$ (0,61-0,75)



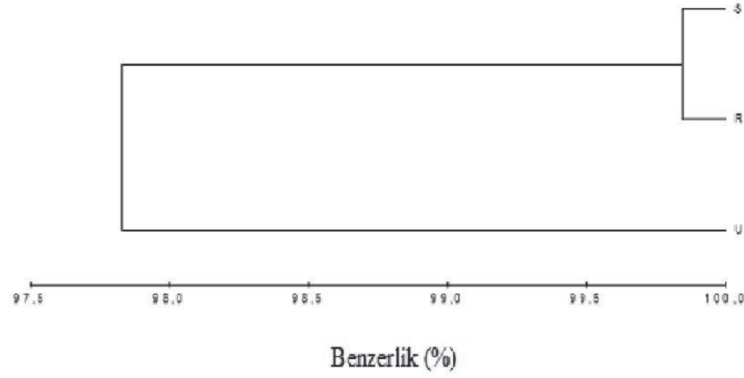
Şekil 4. Ukrayna (U), Rize (R) ve Samsun (S) otolitlerinde şekil faktörlerinin (FF: form faktörü, L: otolit boyu, RD: yuvarlaklık faktörü, AR: boy/genişlik oranı) cluster analizi.



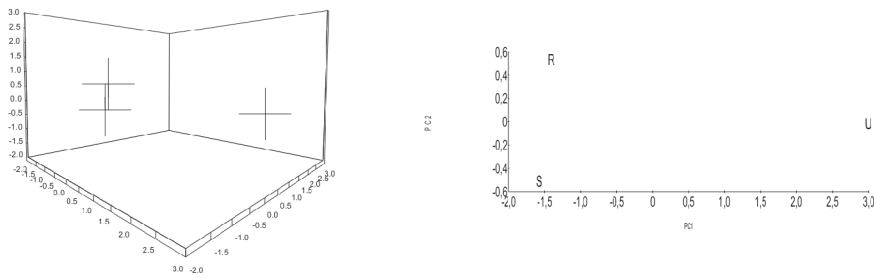
Şekil 3. Otolit boyu-otolit genişliği ilişkisi.



Şekil 5. Ukrayna (U), Rize (R) ve Samsun (S) otolitlerinde boy-genişlik oranı (A_R) faktörünün PCA analizi.



Şekil 6. Ukrayna (U), Rize (R) ve Samsun (S) otolitlerinde boy-genişlik oranı.



Şekil 7. Ukrayna, Rize ve Samsun otolitlerinde A_R faktörünün PCA analizi 3D ve 2D görüntüsü.

Analiz sonucunda Rize ve Samsun örneklerinin birbirlerine daha yakın olduğu Ukrayna örneklerinin ise farklılaşma gösterdiği belirlenmiştir. Boy-genişlik oranı (A_R) kullanılarak yapılan PCA analizinin sonuçları 2D ve

3D görüntüsü Şekil 5'da verilmiştir. A_R değerleri ile yapılan benzerlik ve PCA analizinde Ukrayna otolitleri Samsun ve Rize otolit örneklerinden önemli bir farklılık göstermiştir (Şekil 6,7).

Üç bölgeden alınan hamsi örneklerine ait otolit şekil faktörleri ile otolit boyları arasında yapılan analizlerde korelasyon değerleri düşük olup şekil faktörlerinde en yüksek değerler Ukrayna otolitlerinde hesaplanmıştır. Ukrayna otolitinde otolit boyu- R_D arasındaki $r=0,45$, otolit boyu- F_F arasındaki $r=0,46$, otolit boyu- A_R arasındaki $r=0,45$ bulunmuştur. P değeri önemli çıkmıştır ($P<0,001$). En düşük değerler ise Rize otolitlerinde hesaplanmıştır. Otolit boyu ile sırasıyla R_D , F_F , A_R arasındaki $r=0,17$, $r=0,33$, $r=0,17$ ve $P<0,001$ 'dir. Her üç bölgeye ait otolit faktörleri üzerinde yapılan ANOVA sonucunda $P<0,001$ bulunmuştur (Tablo 3).

Çalışmada F_F değeri Ukrayna için; $0,61 \leq F_F \leq 0,76$, Rize için; $0,63 \leq F_F \leq 0,75$, Samsun için; $0,61 \leq F_F \leq 0,75$ 'dir. Yuvarlaklık R_D değeri Ukrayna için; $1,23 \leq R_D \leq 1,53$, Rize için; $1,26 \leq R_D \leq 1,49$, Samsun için; $1,26 \leq R_D \leq 1,53$ arasında değişim göstermiştir. Otolit boyu / otolit genişliği oranı (A_R) Ukrayna için $1,69 \leq A_R \leq 2,18$, Rize için $1,82 \leq A_R \leq 2,23$ ve Samsun'dan alınan örneklerde ise $1,76 \leq A_R \leq 2,26$ bulunmuştur. Temel bileşenler analizi (PCA) ve cluster analizinde Ukrayna otolitleri farklılık göstermiştir.

Tartışma

Balıkçılıkta stokların ayırımında morfolojik vücut ölçümleri, genetik çalışmalar,

otolit şekil analizleri kullanılmaktadır. Stok ayırımında bu analizlerin bir tanesi ya da analizlerin kombine olarak kullanılması mümkün olmaktadır (Kristoffersen ve Magoulas, 2008). Stok ayırımında kullanılan otolit morfolojisi çalışmalarında boy, alan ve çevre ölçümlerinin en önemli parametreler olduğu bildirilmiştir. (DeVries vd., 2002; Cardinale vd., 2004; Tuset vd., 2006; Jónsdóttir vd., 2006).

Zorica vd. (2010)'da Adriyatik'de yaptığı araştırmada hamsinin (*E. encrasicolus*) otolit şekil faktörlerini $F_F = -0,744$, $R_D = -0,758$ ve $A_R = 0,685$ bulmuşlardır. Yapılan otolit morfolojisi çalışmalarından Chashchin, (1996)'da otolit boyu/ otolit genişliği oranı (A_R) üzerine yaptığı çalışmada örneklerin bir kısmı 1.96 değeri ile Azak Hamsi stokunu, diğer kısmı 2,15 oranı ile Karadeniz Hamsi Stokunun varlığını bildirmiştir. Yapılan bu araştırmada Ukrayna, Rize ve Samsun bölgesinden avlanılan hamsilerden elde edilen otolit örnekleri üzerinde yapılan boy-genişlik oranı (A_R) analiz sonuçlarına baktığımızda Chashchin (1996)'da ifade ettiği gibi farklı boy/genişlik oranları gözlenmiştir.

Başçınar ve Atılğan (2014), Gürcistan ve Marmara'ya ait hamsi otolitlerinde yaptıkları çalışmada otolit şekil analizlerinden elde edilen faktörlerden form faktörünü Gürcistan hamsisi için $0,49 \leq F_F \leq 0,74$ Marmara hamsisi için $0,55 \leq F_F \leq 0,70$ değerleri arasında bulmuşlardır.

Tablo 3. Her üç bölgeye ait otolit boyu-şekil faktörleri (yuvarlaklık: R_D , form faktörü: F_F , boy-genişlik oranı: A_R) arasındaki korelasyon değeri, P değeri ve Anova P değeri

Otolit Şekil Faktörleri	R_D		F_F		A_R	
	r	P	r	P	r	P
Ukrayna	0,45	<0,001	0,46	<0,001	0,45	<0,001
Rize	0,17	<0,001	0,33	<0,001	0,17	<0,001
Samsun	0,42	<0,001	0,37	<0,001	0,42	<0,001
(ANOVA)	<0,001		<0,001		<0,001	

Yuvarlaklık faktörünü Gürcistan hamsisi için $1,26 \leq R_D \leq 1,97$, Marmara hamsisi için $1,33 \leq R_D \leq 1,69$, boy/genişlik oranını Gürcistan hamsisi için $1,81 \leq A_R \leq 2,28$ Marmara hamsisi için $1,90 \leq A_R \leq 2,37$ değişim değerleri arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Araştırma sonucunda yapılan benzerlik analizi ve PCA analizi sonuçlarına göre bölgelere göre önemli farklılık olduğu bulunmuştur.

Zengin vd. (2015), yaptıkları çalışmada Karadeniz ve Marmara hamsi otolitlerinde şekil analizi gerçekleştirmişler ve Karadeniz için form faktörünü $0,66 \pm 0,042$ Marmara için $0,63 \pm 0,045$ bulmuşlar. Çalışma sonucunda bölgeler arası farklılığı önemli bulmuşlardır. Bu çalışma da literatüre benzerlik göstermiş; F_F değeri Ukrayna; $0,61 \leq F_F \leq 0,76$, Rize; $0,63 \leq F_F \leq 0,75$ ve Samsun için; $0,61 \leq F_F \leq 0,75$ olarak belirlenmiştir.

Ukrayna, Rize ve Samsun bölgesinden avlanılan hamsilerden elde edilen otolit örnekleri üzerinde yapılan bu çalışmada boy ve genişlik arasındaki ilişki her üç bölge için önemli bulunmuştur ($P < 0,001$).

Bak vd. (2013), Azak, Gürcistan, Abhazya ve Marmara için yaptıkları genetik çalışma sonucunda; Azak populasyonunun, Gürcistan ve Abhazya populasyonları ile benzerlik gösterirken Marmara populasyonundan ayrıldığını ifade etmişler. Trabzon-Yaz örneklerinin diğer tüm populasyonlara ait haplotipleri paylaştığını göstermişlerdir. Karadeniz populasyonu Marmara, Abhazya ve Azak populasyonlarından ayrılırken, Trabzon-yaz ve Gürcistan populasyonları ile benzer olduğu ortaya çıkarmışlar. Coğrafik mesafe ile genetik mesafe arasındaki ilişki ($r=0,96$) anlamlı bulmuşlardır. Literatüre benzer olarak bu çalışmada Temel bileşenler analizi sonucunda Ukrayna bölgesindeki otolitler Rize ve Samsun otolit-

rinden farklılık gösterdiği ortaya çıkarılmıştır.

Kristoffersen ve Magoulas (2008), Kuzey Akdeniz'de hamsi populasyonunun yapısı üzerine yaptığı araştırmada farklı stokların olduğunu vücut morfometrik ölçümleri, otolit şekli analizi ve genetik çalışmalarla desteklemişlerdir. Aka (2003), Türkiye denizlerinde yaşayan hamsi *Engraulis encrasicolus* (L. 1758)'nin morfolojik ve genetik yapısını Ege, Karadeniz ve Marmara'da seçilen istasyonlardan alınan örnekler üzerinde araştırmıştır. Aka (2003), araştırma sonucunda Türkiye denizlerinde bulunan farklı hamsi populasyonları arasındaki fenotipik farklılaşma, aynı zamanda doğu Karadeniz populasyonundaki genetik farklılaşmayı ortaya çıkarmıştır.

Çalışmada elde edilen A_R değerlerini literatür ile karşılaştırdığımızda çalışmanın A_R değeri (Otolit boyu/otolit genişliği oranı; Ukrayna ($1,69 \leq A_R \leq 2,18$), Rize ($1,82 \leq A_R \leq 2,23$) ve Samsun ($1,76 \leq A_R \leq 2,26$) Chashchin (1996) ve Zorica vd. (2010)'un bulduğu değerlerin üzerinde değer bulunmuştur. Başçınar ve Atılğan (2014), yapmış oldukları araştırma sonucuna göre elde edilen maksimum değerler de bu araştırmanın değerlerinden daha büyük olduğu gözlenmiştir. Çalışmada otolit şekil analizi bölgesel farklılık ayırımında en önemli rolü oynamıştır.

Bu çalışmada Karadeniz'de farklı coğrafik bölgelerdeki hamsi otolitlerinde morfometrik ve şekil analizleri sonuçlarının bölgesel olarak farklılık ve benzerlikleri araştırılmıştır. Araştırmanın analiz sonuçlarına göre Rize ve Samsun otolitlerinin benzerlik gösterdiği Ukrayna otolit örneklerinin ise önemli farklılık gösterdiği ortaya çıkarılmıştır. Otolit şekil analizi Ukrayna'da yaşayan hamsilerin bölgesel farklılığını ortaya koymada önemli bir rol oynamıştır.

Kaynaklar

- Aka, Z. 2003. Türkiye Denizlerinde Yaşayan Hamsi (*Engraulis encrasicolus* L. 1758)'nin Morfolojik Ve Genetik Yapısının İncelenmesi. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı 95s.
- Bak, Z. D., Eroğlu, O. ve Firidin, Ş. 2013. Karadeniz'deki Hamsi Populasyonunun Genetik Yapısının RFLP Yöntemiyle Belirlenmesi, FABA 2013 (Balıkçılık ve Akvatik Bilimler) Sempozyumu. 30 Mayıs-01 Haziran, 2013, Erzurum.
- Basilone, G., Gussande, C., Pattı, B., Mazzola, S., Cuttitta, A., Bonanno, A. ve Kallianiotis, A. 2004. Linking habitat conditions and growth in the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*). Fish. Res., 68: 9-19.
- Başçınar, N. ve Atılğan, E. 2014. Hamsi (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758) Otolitlerinde Morfometrik Analizler. 5. Doğu Anadolu Su ürünleri Sempozyumu, 30 Mayıs 2 Haziran 2014. Elazığ.
- Begg, G. ve Brown, R. 2000. Stock identification of Haddock *Melanogrammus aeglefinus* on Georges bank based on otolith shape analysis. Transactions of the American Fisheries Society 129, 935-945.
- Bilgin, S., Samsun, N., Samsun, O. ve Kalaycı, F. 2006. Orta Karadeniz'de 2004-2005 Av Sezonunda Hamsi'nin, *Engraulis encrasicolus* L., 1758, Boy-Frekans Analiz Metodu ile Populasyon Parametrelerinin Tahmini, E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences 2006. Cilt :23, Ekl. (1/3): 359-364.
- Campana, S. E. ve Casselman, J. M. 1993. Stock discrimination using otolith shape analysis. Can J. Fish. Aquat. Sci. 50:1062-1083.
- Cardinale, M., Doering-Arjes, P., Kastowsky, M. ve Mosegaard, H. 2004. Effects of sex, stock, and environment on the shape of known-age Atlantic cod (*Gadus morhua*) otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61:158-167.
- Chashchin, A. 1996. The Black Sea populations of anchovy. Scientia Marina, 60 (Supl. 2): 219-225.
- Coombs, S. H., Giovanardi, O. ve Halliday, N. C. 2003. Wind mixing, food availability and mortality of anchovy larvae *Engraulis encrasicolus* in the Northern Adriatic Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser., 248: 221-235.
- De Vries, D. A., Grimes, C. B. ve Prager, M. H. 2002. Using otolith shape analysis to distinguish eastern Gulf of Mexico and Atlantic Ocean stocks of king mackerel. Fish. Res. 57:51-62.
- Díaz, E., Txurruka, J. M. ve Villate, F. 2009. Biochemical composition and somatic growth of pelagic larvae of three fish species from the Bay of Biscay. Mar. Ecol. Prog. Ser., 382: 173-183.
- Jónsdóttir, I. G., Campana, S. E. ve Marteinsdóttir, G. 2006. Otolith shape and temporal stability of spawning groups of Icelandic cod (*Gadus morhua* L.). ICES J. Mar. Sci. 63:1501-1512.
- Karaçam, H. ve Düzgüneş, E. 1990. Age, growth and meat yield of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.1758) in the Black Sea. Fish. Res., 9: 181-186.
- Karahan, A., Borsa, P., Gücü, A. C., Kandemir, İ., Özkan, E., Ak Örek, Y., Can Acan, S., Koban, E. ve Togan, I. 2014. Geometric morphometrics, Fourier analysis of otolith shape, and nuclear-DNA markers distinguish two anchovy species (*Engraulis* spp.) in the Eastern Mediterranean Sea. Fisheries Research. 159, 45-55.
- Kristoffersen, J. B. ve Magoulas, A. 2008. Population structure of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Mediterranean Sea inferred from multiple methods, Fisheries Research. 91 187-195.
- Ponton, D. 2006. Is Geometric morphometrics Efficient for Comparing otolith Shape of Different Fish Species, Journal of Morphology, 267:750-757.
- Tudela, S. ve Palomera, I. 1997. Trophic ecology of the European anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Catalan Sea (Northwest Mediterranean). Mar. Ecol. Prog. Ser., 160: 121-134.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., Gonzalez, J. A., Pertusas, J. F. ve Lorentes, M. J. 2003. Comparative morphology of the sagittal otolith in *Serranus* sp. Journal of Fish Biology. 63, 1491-1504. doi: 10.1046/j.1095-8649.2003.00262.x.
- Tuset, V. M., Rosin, P. L. ve Lombarte, A. 2006. Sagittal otolith shape used in the identification of fishes of the genus *Serranus*. Fish. Res. 81:316-325.
- Zengin, M., Saygın, S. ve Polat, N. 2015. Otolith Shape Analyses and Dimensions of the Anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Black and Marmara Seas. Sains Malaysiana 44(5): 657-662.
- Zorica, B., Sinovic, G. ve Cikes Kec, V. 2010. Preliminary data on the study of otolith morphology of five pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia), Acta Adriat, 51(1) 89-96.