



Farklı Ses Uyarılarının Sazan Balıklarında (*Cyprinus carpio* L. 1758) Büyüme Performansı ve Vücut Kompozisyonuna Etkisi^[*]

Macit GENÇER¹ Levent DOĞANKAYA^{2*}

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

Geliş Tarihi: 26.09.2022

Kabul Tarihi: 01.12.2022

Basım Tarihi: 31.12.2022

Atıf yapmak için: Gençer, M. & Doğankaya, L. (2022). Farklı Ses Uyarılarının Sazan Balıklarında (*Cyprinus carpio* L. 1758) Büyüme Performansı ve Vücut Kompozisyonuna Etkisi. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 7(4), 485-492.

How to cite: Gençer, M. & Doğankaya, L. (2022). Effects of Different Sound Stimulations on Growth Performance and Body Composition of Common Carp (*Cyprinus Carpio* L. 1758). *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 7(4), 485-492.

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8517-7654>

ID: <https://orcid.org/0000-0003-3295-1735>

*Sorumlu yazarın:

Levent DOĞANKAYA
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Su Ürünleri Mühendisliği Bölümü, Fahrettin Altay Cad. Kavacık Subayevleri, Keçiören, Ankara, Türkiye
✉: dogankaya@ankara.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, farklı ses uyarılarının balıklarda büyüme performansına etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda 240 adet sazan balığı ile 3 tekerrürlü 75 günlük bir deney kurulmuştur. Ses dosyaları (klasik müzik, rock müzik, tasavvuf müziği) bilgisayar ile kontrol edilen yönlendirilmiş hoparlör düzenekleri ile gruplara günde 3 kez birer saat süreyle toplam 3 saat uygulanmış ve balıklar günde iki kez ticari yem ile doyuncaya kadar beslenmiştir. Deneme sonunda Canlı ağırlık artışında gruplar arası istatistiksel fark görülmemiştir ($p>0,05$). Oransal ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı bakımından grup değerleri istatistiki olarak önemli farklılık göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek oransal ağırlık artışı ($276,54\pm 2,63$ g) ve spesifik büyüme oranı ($1,47\pm 0,01$) değerleri klasik müzik verilen grupta gözlenmiştir. Kontrol de dahil olmak üzere yem etkinliği, yem değerlendirme oranı ve kondisyon faktörü gruplar arasında istatistiki olarak fark göstermemiştir ($p>0,05$). Deneme sonunda en yüksek yaşama oranı rock müzik dinletilen grupta hesaplanırken diğer iki deneme grubu bunu takip etmiştir. Elde edilen sonuçlar, farklı ses uygulamalarının sazan balıklarında ağırlık kazancı ve yaşama oranı üzerinde olumlu etkisi olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Büyüme artırıcı, büyüme performansı, sazan balığı, ses uyarımı.

Effects of Different Sound Stimulations on Growth Performance and Body Composition of Common Carp (*Cyprinus Carpio* L. 1758)

Abstract: In this study, the effects of different sound stimulation on growth performance were investigated in common carp. A total number of 240 fish placed in aquariums in triplicate groups for a 75 days experiment. The audio files were transmitted to the groups for 3 hours a day with the computer-controlled directed loudspeaker devices, and the fish were fed twice a day. There was no statistically significant difference in live weight gain between groups ($p>0.05$). Statistically significant differences were observed in group values ($p<0.05$) for relative growth by weight and specific growth rate. The highest relative growth by weight (276.54 ± 2.63 g) and specific growth rate values (1.47 ± 0.01 %) were observed in the classical music transmitted group. Including the control, feed efficiency, feed conversion ratio and condition factor did not differ significantly between the groups ($p>0.05$). At the end of the experiment, the highest survival rate was calculated in the rock transmitted music group. The results obtained in this study indicated that sound stimulation has a positive effect on weight gain and survival rate in carp.

*Corresponding author's:

Levent DOĞANKAYA
Ankara University, Faculty of Agriculture, Fisheries Engineering Department, Fahrettin Altay Cad. Kavacık Subayevleri, Keçiören, Ankara, Türkiye.
✉: dogankaya@ankara.edu.tr

Keywords: Common carp, growth performance, growth promoter, sound stimulation.

GİRİŞ

Müzik veya gürültü formundaki sesin balıklar üzerindeki etkisi araştırmacıların ilgisini çeken bir konudur. Balıkların sesi avlanmak, korunmak veya

popülasyonlar arası iletişimi sağlamak için kullanmasının yanı sıra (Selen 2006). İnsan faaliyetleri sonucu giderek artan gürültünün de canlılar üzerinde fizyolojik etkileri olduğu ve okyanus ekosistemini geniş ölçüde etkilediği belirtilmektedir (Slabbekoorn et al., 2010). Deniz

[*] Bu makale, Macit GENÇER'in yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

This manuscript was produced from Macit GENÇER's master thesis..

canlılarında (memeliler ve yumuşakçalar hariç), insan veya diğer omurgalılarda bulunan dış ve orta kulak gibi bir yapı yoktur, bunu yerine akustolateral sistemleri sayesinde sesleri işitebilir veya algılayabilirler. Akustolateral sistemde ses dalgalarının iki farklı yolla (hava kesesi veya yan çizgi üzerinden) yükseltgenerek iç kulağa iletilmesiyle sesin algılanması sağlanır. Yapılan çalışmalar, balıkların beyin aktiviteleri ve fizyolojileri üzerinde sesin çok yönlü etkileri olduğuna dair bulguları ortaya koymaktadır. Dört saat boyunca müzik (Mozart, K525) ve ışık (200 lux) uygulamasının çipura yavrularında ($1,51 \pm 0,01$ g) beyin nörotransmitter seviyelerini azaltırken yem değerlendirmeyi ciddi oranda artırdığı bildirilmiştir (Papoutsoglou et al., 2008). Yavru ($6,7 \pm 0,12$ g) gökkuşağı alabalığında 14 hafta boyunca iki müzikal uyaran iletiminin (Mozart ve Romanza) kontrol grubu olarak beyaz gürültü (sabit bir güç spektral yoğunluğu veren, farklı frekanslarda eşit yoğunluğa sahip rastgele bir sinyal) ile karşılaştırıldığı çalışma muamele gruplarında önemli ölçüde daha yüksek büyüme performansı ile sonuçlanırken balıkların beyinde serotonin (5-HT) ve metabolitleri (5-HIAA) ile dopaminerjik aktiviteler değişiklik göstermiştir (Papoutsoglou et al., 2013). Barcellos et al., (2018), günde iki kez Vivaldi dinletilen zebra balıklarının kontrol gruplarına göre daha sakin olduğunu ve beyinde proinflatuar (*IL-1 β* ve *INF γ*) ve neurotrophin genlerin (*BDNF*) ekspresyon seviyelerinin arttığını ve ses uyarılarının zebra balıklarının davranışsal ve fizyolojik tepkilerini modüle eden potansiyel bir faktör olduğunu belirtmiştir.

Su ürünleri yetiştiricilik sektörünün ana hedeflerinden biri yemdeki protein kaynağını ekonomik bir şekilde yüksek kalitede tutarak verimi artırırken işgücü ve yatırımları azaltmak suretiyle optimum üretim sağlamaktır. Çünkü su ürünleri yetiştiriciliğinde yem giderleri ve yem değerlendirme maliyeti yetiştirme operasyonunun önemli bir gider kalemini oluşturmaktadır (Meyers, 1994; Korkut & Yıldırım, 2003; Emiroğlu İşgören vd., 2019). Yetiştiriciliği yapılan türlerin her gün besin değeri yönünden yüksek maddeleri içeren yemlerle beslenmesi gerekirken, ham maddelerin yetersiz oluşu ve her geçen gün miktarlarının azalarak fiyatlarının artması ile döviz kurlarındaki dalgalanmalardan dolayı yem maliyeti giderek artmaktadır (Korkut & Yıldırım, 2003, Koca vd., 2019; Yıldırım & Çantaş, 2021; Özkütük & Özyurt, 2022). Buna alternatif olarak iyi besleme, yüksek su kalitesi, düşük stok yoğunluğu, immünoestimülant kullanımı ve aşı uygulamaları gündeme gelmiştir (Yaman & Esenal, 2004). Etkili yöntemler olmakla birlikte bu alternatiflerin artan maliyet ve uygulama zorluğu gibi dezavantajları mevcuttur.

Hayvansal protein açığının kapatılmasında ve dengeli beslenme düzeyine ulaşmada çok önemli bir yere

sahip olan balık yetiştiriciliğinde amaç en kısa sürede balığın pazar ağırlığına ulaştırılmasıdır (Keskin & Erdem, 2005). Balık yetiştiriciliğinde uygun yem seçimi kadar önemli bir diğer konu ise balığın almış olduğu yemdeki besin maddelerini canlı ağırlığa, büyümeye dönüştürmesidir. Metabolizma hızını etkileyen su sıcaklığı, stres ve yem değerlendirmeyi etkileyen stoklama yoğunluğu ile yem hammadde kalitesi balık yetiştiriciliğinde büyüme performansını etkileyen başlıca faktörlerdir (Jobling, 1981; Mallekh & Lagardere, 2002; Killen, 2014). Antropojenik seslerin balıklar üzerindeki etkilerinin araştırmaları ortaya koyulması, ekolojik etkilerin dışında bu mekanizmalara olumlu ve olumsuz katkılarının değerlendirilmesi bakımından da önem taşıyabilir.

Davidson et al., (2009), yetiştiricilik sektöründeki gürültü kaynağı olarak düşük (117 dB, 1 μ Pa RMS) ve yüksek (149 dB, 1 μ Pa RMS) frekanslarda verilen seslerin alabalıkta (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) büyüme, yem alımı, hayatta kalma ve kondisyon faktörü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, kısa vadede (1 ay) yüksek seslerin balıklar üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu ancak uzun vadede (6 ay) balıkların bu duruma alıştıklarını ve gelişmelerinin etkilenmediğini belirtmişlerdir.

Günde 4 saat boyunca 80 ve 200 lux ışık şiddeti altında, Mozart “Eine Kleine Nachtmusik” ve Anonymous “Romanza- Jeux Interdits” dinletilen sazan balıklarında 106 gün sonunda her iki grupta da spesifik büyüme oranı ve ağırlık kazancının kontrol grubundan yüksek olduğu belirlenmiştir (Papoutsoglou et al., 2010). Düzenli olarak günde 3 saat müzik dinletilen koi balıkları daha yüksek boy ve ağırlık kazancı sergilemiştir (Vasanth et al., 2003). Kapalı devre sistemde tutulan yetişkin sazan balıklarında 30 dakika süreli müziğin büyümeyi önemli oranda artırdığı ve nörotransmitter seviyelerine göre daha az strese maruz kaldıkları bildirilmiştir (Papoutsoglou et al., 2007). Düşük şiddetteki müziğin kalkan balıklarında (*Psetta maeotica*) büyümeyi olumlu etkilediği belirlenmiştir (Çatlı, 2010). Sağlamtimur ve Demir, (2013)’e göre müzik, yetiştiricilikte daha iyi bir spesifik büyüme oranı (SGR), daha iyi bir canlı ağırlık artışı ve daha kaliteli ürün alımına fayda sağlayabileceği gibi yetiştiricilik sistemlerine adaptasyon konusunda sıkıntı duyulan bazı türler için stres azaltıcı etkisi alternatif bir teknik uygulama olarak kullanılabilme potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, noninvazif (fiziksel ya da kimyasal müdahaleye yer bırakmayan) bir yöntem olarak ses uyarılarının balıkların büyümesini teşvik etmede kullanımına ve genel vücut kompozisyonuna etkilerine ilişkin bulguları ortaya koymaktır.

MATERYAL VE METOT

Deneylerde kullanılan balıklar T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Akdeniz Su Ürünleri Araştırma, Üretim ve Eğitim Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilmiş ve tüm deneyler Ankara Üniversitesi Rektörlüğü Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'nun 2017-17-134 numaralı izni çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Deneme Planı: Bu çalışmada tüm dünyada yaygın olan, deney koşullarına dayanıklı ve "hearing-specialists" (gelişmiş duyma kabiliyetine sahip) balıklar olarak sınıflandırılmış Cyprinidae familyasına üye $0,93 \pm 0,01$ g (ortalama \pm SE) ortalama ağırlığa ve $32,23 \pm 0,16$ mm ortalama standart boya sahip 240 adet sazan balığı (*Cyprinus carpio*, L. 1758) kullanılmıştır. Deneyler için temin edilen balıklar 1 haftalık karantina sonrası denemenin yürütüleceği laboratuvara transfer edilmiş ve balıklar yeni ortamlarına alışmaları için 15 gün süreyle adaptasyon uygulanmıştır. Deneyler su sıcaklığı dijital termostatlı akvaryum ısıtıcısı ile kontrol edilen, su kalitesi büyük pipo iç filtre ile korunan sürekli havalandırmalı ($2,5 \text{ L dk}^{-1}$) 96 L ($80 \times 40 \times 30$ cm) su hacimli cam akvaryumlarda gerçekleştirilmiştir. Deneylerin yürütüldüğü akvaryumlar kaba filtrasyon ve dinlendirme işlemlerine tabi tutulan şehir şebekesi suyu ile doldurulmuştur. Filtreler her üç günde bir, akvaryumlar ise haftada bir kez deneme koşullarını etkilemeyecek ve balıkları strese sokmayacak şekilde temizlenmiştir. Temizlik işleminde miknatıslı cam sileceği ile akvaryum camları silindikten sonra sifonlama ile varsa dipteki katı atıklar toplanarak %10 oranında su değişimi yapılmıştır. Denemede, sazan için uygun hazır yem kullanılmış olup tüm gruplar aynı yemle günde iki kez (09:00 / 16:00) elle doyuncaya kadar yemlenmiştir. (Tablo 1). Tüketilen yem miktarı günlük olarak kaydedilmiştir. Deneyler süresince düzenli aralıklarla her akvaryumda genel su kalitesi ölçüm cihazı (YSI Pro Plus) kullanılarak izlenmiştir. Akvaryumların bulunduğu ortamda 12A:12K (12 saat aydınlık:12 saat karanlık) fotoperiyot uygulanmıştır. Deneme, tesadüf parselleri düzeninde biri kontrol ve üçü deneme grubu olmak üzere toplam 4 grupta ve her tekrerde 20 birey olacak şekilde 3 tekrerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme süresi 75 gündür.

Tablo 1. Denemede kullanılan yemin temel besin kompozisyonu

Table 1. Content of experimental feed				
Ham protein %	Ham yağ %	Ham selüloz %	Nem %	Metabolik Enerji Kcal/kg
36,5	5,0	4,5	8,0	3350
Mineral %	Vitamin A IU	Vitamin D3 IU	Vitamin E IU	L-ascorbyl-2-polyphosphate mg
9,5	29 900	1 850	100	545

Balıkların deney ses uygulamalarında şartlanma etkisiyle yem almadıklarından emin olunması amacıyla (Sloan et al., 2013; Hu et al., 2018) deney öncesindeki 15 günlük adaptasyon periyodunda müzik içermeyen sabit boş ses kaydı (sabit frekanslı) dinletilmiştir. Gruplara

uygulanan ses parçaları seçilirken sazan balıklarının duyma karakteristiklerine uygun (Papoutsoglou et al., 2007) değer aralığında (50-120 dB, 100-6000 Hz) ses dosyaları belirlenmiş ve amplifikatör çıkışında tüm ses dosyaları 120 dB seviyesine ayarlanmıştır. Ses dosyası olarak klasik müzik (Mozart- Symphony No. 40 in G minor, K. 550; 1788), rock müzik (Joe Satriani - Surfing with the Alien; 1987, by Relativity Records) ve tasavvuf müziği (Kudsi Erguner - The Turkish Ney; 1990 AUVIDIS-UNESCO) kullanılmıştır. Benzer araştırmalardan farklı olarak ses aktarımında dinamik ya da hidrofonic sistemler yerine Yönlendirilmiş Ses Sistemi (Parametrik hoparlör) kullanılmıştır. Geleneksel hoparlörler bir diyafram ve buna bağlı bir miknatıstan oluşurken, parametrik hoparlörler çok sayıda küçük hücrenin yan yana dizilmesiyle oluşturulur. Ses dalgaları dairesel bir rota izlediğinden havada ya da suda normal bir hoparlör sistemi ses dalgalarını fizik kanunlarının elverdiği sınırlar dahilinde tüm ortama yaymaktadır. Yönlendirilmiş ses sistemi ise sesi hedeflenen alana ürettiği ultrasonik dalgalara modüle ederek gönderir ve hedef dışında kalan alanlarda sesi duymak mümkün değildir (Roh & Moon, 2002). Gerekli bilgisayar yazılımı ile süre ve zamanlamaları ayarlanmış dosyaların deneme gruplarına uygulanmasında Yönlendirilmiş Ses Sistemleri her grup için bir bilgisayara bağlanarak kullanılmıştır. Hazırlanan düzenekte, Yönlendirilmiş Ses Sistemi hoparlörleri akvaryumlar üzerine su yüzeyinden 15 cm yüksekte dik açı oluşturacak şekilde yerleştirilmiştir. Her ünite bilgisayar ses kartı çıkışına bağlanmış ve bilgisayara yüklenen yazılım ile her tekrere ses dosyasının ayarlanan saatlerde ve sürelerde uygulanması sağlanmıştır (Şekil 1). Ses uygulaması, bilgisayar kontrolünde her tekrere günde 3 kez birer saat süreyle toplam 3 saat olarak (08:00-09:00; 12:00-13:00; 17:00-18:00) aynı anda yapılmıştır. Yönlendirilmiş ses sistemi ve akvaryumlar arasında yerleştirilen strafor plakalar ile ses uyarılarının hedeflenen akvaryum alanı dışına çıkması engellenmiştir. Akvaryumlarda ses seviyesi ve ses dosyasındaki olası bozuklukların kontrolü için hidrofona ile ses ölçümü yapılmamıştır.



Şekil 1. Ses uyarılarının deney gruplarına uygulanması.
Figure 1. Sound stimulation in experimental set.

Büyüme ve Yem Değerlendirme Parametrelerinin Hesaplanması: Denemede balıkların standart boy ve canlı ağırlıkları deney başlangıcında ve süresince her 15 günde ölçülmüştür. Tartım 0,01g hassasiyetli terazi (Kern PLJ 600) ile gerçekleştirilmiş ve balık standart boylarının ölçülmesinde 0,05 mm hassasiyetli dijital kumpas kullanılmıştır. Ölçüm işleminden önce balıklara 25 mgL⁻¹ eugenol ile anestezi uygulanmıştır (Mirghaed et al., 2016; Yousefi et al., 2018)).

Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında Oransal ağırlık artışı (%) = $[(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$ (Akbulut vd., 1999), Spesifik büyüme oranı (%gün⁻¹) = $[(\ln W_2 - \ln W_1) / T] \times 100$ (Korkut vd., 2007), Yem değerlendirme oranı = $TY / (W_2 - W_1)$ (Korkut vd., 2007), Kondisyon faktörü = $(W / L^3) \times 100$ (Ricker, 1975), Yaşama oranı (%) = $(N_f / N_i) \times 100$ (Keskin & Erdem 2005) eşitliklerinden yararlanılmıştır (L₁: Balık başlangıç standart boyu (cm), L₂: Balık son standart boyu (cm); W₁: Balık başlangıç ağırlığı (g), W₂: Balık son ağırlığı (g); T = Süre (gün); TY: Tüketilen yem (g); N_s: Deneme sonundaki balık sayısı, N_i: Deneme başlangıcındaki balık sayısı).

Vücut Kompozisyonu Analizleri: Deneme sonu gruplardan rasgele örnekleme yapılarak baş ve iç organları ayrılan numunelerde nem, ham kül, ham protein ve ham yağ miktarı AOAC 2000 standartlarına göre tayin edilmiştir.

İstatistiksel Analiz: Veri analizinde PASW Statistics 18 (IBM-SPSS Inc., 2015) programı kullanılmıştır. One-way-Anova uygulanarak ortalamalar arasındaki farklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile değerlendirilmiştir (P<0.05) (Kesici & Kocabaş, 2007).

BULGULAR

Deney gruplarında ölçülen su parametrelerine ilişkin ortalama değerler sazan için tolerans aralıklarının dışına çıkmamıştır (Pulatsü & Topçu, 2012). (Tablo 2).

Tablo 2. Deney akvaryumlarında ölçülen su kalite parametreleri (ortalama±S.E).

Table 2. Water quality in experimental tanks (Mean±S.E).			
Gruplar	Sıcaklık °C	Çözülmüş Oksijen mg L ⁻¹	pH
Kontrol	22,00±1,00	6,73±0,94	7,17±0,10
KM*	22,00±1,00	6,71±0,87	7,60±0,06
RM	22,00±1,00	6,74±0,91	6,98±0,05
TM	22,00±1,00	6,70±0,76	7,20±0,08

KM*: klasik müzik, RM: rock müzik, TM: tasavvuf müziği.

*KM: classical music, RM: rock music, TM: sufi music.

Muamele gruplarındaki balıkların ağırlık kazancına ilişkin en yüksek ortalama değer RM grubunda ölçülürken bunu sırasıyla TM, KM ve Kontrol grubu izlemiştir. Grupların tamamı Kontrol grubundan yüksek

olup farkın istatistik açıdan önemli olduğu belirlenmiştir (p>0,05).

Ağırlıkça oransal büyüme (OAA) bakımından ise TM grubu maksimum değere ulaşırken bunu sırasıyla RM, KM ve Kontrol grubu izlemiştir, aradaki fark istatistik açıdan önemli bulunmuştur (p<0,05)

Deneme sonunda yem değerlendirme oranı (YDO) ve kondisyon faktörü değerlendirildiğinde gruplar arası önemli bir fark bulunmamış olup (p>0,05) Kontrol grubu nispeten daha iyi sonuçlar ortaya koymuştur.

Tablo 3. Farklı ses uyarılarına maruz bırakılan sazan balıklarında büyüme ve yem değerlendirme parametrelerine ilişkin değerler (Ortalama±SE) (n=60).

Table 3. Growth performance and feed efficiency parameters of sound stimulated common carp (Mean±SE) (n=60).

Parametre	Deneme Grupları			
	Kontrol	KM	RM	TM
W _i (g)	0,97±0,04	0,95±0,03	0,91±0,01	0,90±0,00
W _f (g)	3,38±0,04 ^b	3,42±0,03 ^{ab}	3,52±0,05 ^a	3,52±0,03 ^a
Ağırlık Kazancı (g)	2,41±0,02 ^b	2,47±0,01 ^b	2,61±0,03 ^a	2,62±0,02 ^a
OAA (%)	248,45±6,19 ^c	260,00±3,41 ^b	286,81±4,01 ^a	291,11±4,16 ^a
SBO (%gün ⁻¹)	1,66±0,02 ^c	1,71±0,02 ^b	1,80±0,00 ^a	1,82±0,01 ^a
YDO	3,06±0,17	3,08±0,23	3,10±0,20	3,16±0,20
K	6,34±0,00	6,20±0,17	6,18±0,54	5,68±0,05
YO (%)	88,33±4,41 ^{ab}	81,67±1,67 ^b	96,67±1,67 ^a	95,00±2,89 ^a

* Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arası fark istatistik açıdan önemlidir (p<0,05)

*Different superscripts in a row indicate statistical difference (p<0,05)

Tablo 3 incelendiğinde grupların yaşama oranı arasında önemli fark bulunduğu görülebilmektedir. En yüksek yaşama oranı RM ve TM gruplarında hesaplanırken bunları Kontrol (88,33±4,41) ve KM (81,67±1,67) grupları izlemektedir. KM grubunda yaşama oranı grupların tümünden geride olup fark önemli bulunmuştur (p<0,05).

Dönemlere göre değerlendirildiğinde büyüme verilerinin ilk 45 günlük periyotta yakın ve dengeli olduğu ancak sonrasında kırılmalar yaşanarak özellikle 60-75. günler arasında önemli değişiklik olduğu görülmüştür.

Balık etinde nem, ham kül, ham protein ve ham yağ analiz sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Balık eti kompozisyonu (% yaş ağırlık) (Ortalama±S.E) (n=10).

Parametre	Deneme Grubu			
	Kontrol	KM	RM	TM
Nem (%)	72,09±0,59 ^a	71,51±0,10 ^{ab}	71,19±0,20 ^{ab}	70,72±0,24 ^b
Ham Protein (%)	15,23±0,42 ^a	16,13±0,32 ^a	14,79±0,44 ^a	15,18±0,36 ^a
Ham Yağ (%)	8,39±0,06 ^{ab}	7,75±0,18 ^c	7,92±0,01 ^{bc}	8,57±0,27 ^a
Kül (%)	2,2±0,10 ^a	2,11±0,09 ^a	2,33±0,32 ^a	2,06±0,09 ^a

* Farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arası fark istatistik açıdan önemlidir (p<0,05)

*Different superscripts in a row indicate statistical difference (p<0,05)

Balık etinde nem miktarı açısından ortalamalar çok yakın görünmekse de aradaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). En yüksek değer Kontrol grubunda ölçülmüş (72,09±0,59), bunu sırasıyla KM ve RM grupları izlemiş (71,51±0,10; 71,19±0,20), en düşük değer ise TM grubunda ölçülmüştür (70,72±0,24).

Elde edilen bulgular, ses uygulamasının balık etinde ham protein miktarında fark oluşturmadığını ortaya koymuştur. Değerler sırasıyla Kontrol 15,23±0,42; KM

16,13±0,32; RM 14,79±0,44 ve TM 15,18±0,36 olarak izlenirken ortalamalar arasındaki farkın istatistik açısından önemli olmadığı değerlendirilmiştir.

Balık etindeki ham yağ yüzdeleri açısından en yüksek değer %8,57±0,27 ile TM grubunda ölçülmüş, bunu sırayla Kontrol (8,39±0,06), RM (7,92±0,01) ve KM (7,75±0,18) grupları izlemiştir. Duncan testi sonuçlarına göre gruplar arası fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Ham kül değerleri azalan sırayla RM 2,33±0,32; Kontrol 2,20±0,10; KM 2,11±0,09 ve TM 2,06±0,09 olarak belirlenmiş, istatistik testi sonuçlarına göre önemli bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, eşit çevresel koşullarda ticari bir yemle beslenen ve farklı müzik dosyaları dinletilen sazan balıklarında büyüme performansı, yaşama oranı ve balık eti kompozisyonundaki değişimler incelenmiştir.

Çeşitli ses kaynaklarının sucul organizmalara etkisi uzun zamandır araştırılmakla birlikte (Fish, 1972; Hawkins, 1986; Wysocki et al., 2007; Davidson et al., 2009; Popper & Hastings, 2009; Shafiei Sabet et al., 2016) balıklarda büyüme performansı üzerindeki etkilerine dair çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Papoutsoglou et al., (2007) müziğin sazanlarda farklı ışık koşullarında stres azaltıcı veya tetikleyici etkisi bulunduğunu ancak büyümeyi etkilemediğini bildirmiştir. Diğer bir çalışmada Imanpoor et al., (2011) farklı ışık koşullarındaki müziklerin havuz balığının (*Carassius auratus*) büyümesinde olumlu ya da olumsuz etkisi olmadığını bildirmiştir. Bu çalışmada sabit ışık rejimi (12D:12L) kullanılsa da benzer şekilde boy ve ağırlık kazancı açısından fark bulunmamıştır.

Müzik (violin), koi balıkları üzerinde sıcaklık ve ışık gibi büyümeyi etkileyen çevresel bir faktör olarak tanımlanmıştır (Vasanth et al., 2003) ancak müzik diğer çevresel ses ve gürültüye eklendiğinde tür, büyüklük, yaş, gibi faktörlere de bağlı olarak bir stres kaynağı haline gelebilir.

Papoutsoglou et al., (2008) müziğin çipuralarda büyümeyi teşvik edici etkilerine ilişkin ilk sonuçları bildirmiştir. Balıkların 200 lux ışıkta dört saat müzik (140 dB re 1µPa) muamelesine maruz bırakıldığı çalışmada nörotransmitter seviyelerinin düştüğü ve ilk 89 günde büyümenin hızlandığı belirtilmiştir. Ayrıca 117 gün sonunda müzik dinletilen gruplarda daha homojen büyüme gözlenmiştir. Çalışmamızın sonuçları, oransal ağırlık artışının kontrol ve KM gruplarında diğerlerine oranla düşük olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde spesifik büyüme oranı da kontrol ve KM grubunda daha düşük gözlenmiştir

Sazanlara iki ayrı müziğin uygulandığı başka bir araştırma artan büyüme ve yem etkinliğine ilişkin olumlu sonuçlar sunmaktadır (Papoutsoglou et al., 2010). Bu çalışmada, ışık rejiminden bağımsız olarak müzik çeşidinin (Romanza ve Mozart) büyümede etkili olduğu belirtilirken sabit ışık döngüsü ve 3 farklı müziğin kullanıldığı çalışmamızın sonuçları yem etkinliği ve yem değerlendirme oranı açısından fark göstermese de oransal büyümede değişkenlik olduğunu işaret etmektedir.

Catli et al., (2015) sekiz hafta süreyle yavaş, orta ve yüksek tempoda müzik verilen kalkan balıklarında hızlı temponun (200-208 BPM, beats per minute) stres belirtileriyle birlikte olumsuz etkisine karşın yavaş temponun (40-60 BPM) büyümeyi artırdığını belirtmiştir. Ayrıca yavaş tempo müzik dinletilen grupta balıkların yağ içeriği en yüksek, kül içeriği en düşük düzeyde ölçülürken balık etindeki protein oranı değişmemiştir. Bizim çalışmamızda ses dosyalarının temposu bir değişken olarak izlenmemekle birlikte elde edilen değerlere göre gruplar arasında balık etindeki ham protein değeri bakımından istatistik açıdan bir fark bulunmazken, en düşük tempoya sahip tasavvuf müziği dinletilen grupta ham yağ oranı en yüksek (%8,57±0,27), ham kül oranı ise en düşük (%2,06±0,09) olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Tempo, ses şiddeti, frekans gibi değişken karakterlere sahip ses uyarılarının balıklarda et kompozisyonu üzerinde değişiklik oluşturabildiği yönünde bu bulgular birbirini desteklemektedir.

Ortamdaki sesler su canlıları için genelde bir stres kaynağı olarak düşünüldüğünden birçok çalışmada duyma kabiliyeti, davranış ve fizyoloji üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Wysocki et al., (2006), *C. carpio*, *Gobio gobio* ve *Perca fluviatilis* türlerinde tekne gürültüsünün kortizol seviyesini artırdığını fakat uzun dönemde gauss gürültüsünün (bütün frekansların eşit dağılımından oluşan beyaz gürültü) önemli bir etki göstermediğini bildirirken, diğer bir çalışmada Wysocki et al., (2007) 8 ay süreyle kapalı devre sisteminde tutulan gökkuşuğu alabalıklarında duyma kabiliyeti, büyüme ve yaşama oranı açısından gürültüye bağlı olumsuz bir etki görülmediğini bildirmiştir. Çalışmamızdaki deney grupları arasında ilk 45 günde büyüme açısından belirgin bir fark oluşmamışken denemenin son dönemi olan 60-75. günler arasında önemli fark oluşmaya başlamıştır. Yapılan çalışmalarda çevresel seslerin başlangıçta balıklar için stres kaynağı olduğu ancak duyma hassasiyetlerine bağlı olarak uzun periyotta balıkların buna alıştığı ifade edilmektedir (Wysocki et al., 2006; Catli et al., 2015). Deneylerimizde ilk 45 günde tüm grupların ses uyarılarına bağlı stres artışı yaşadığı ancak 60 günden sonra bu uyarılara alıştığı ve ses uyarı dosyalarının farklılığına bağlı olarak büyüme yanıtı geliştirdiği düşünülmektedir.

Benzer şekilde Davidson et al., (2009) kapalı devre sistemde 5 ay süreyle tutulan gökkuşuğu alabalıklarının uzun dönemde ortam gürültüsüne alıştığını ve olumsuz etkilenmediğini belirtmiştir. Farklı türler üzerinde farklı çevrelerde yapılan araştırmalar değişik sonuçlar bildirir de genellikle uzun dönemde olumsuz etki görülmediği rapor edilmiştir.

Balıklar üzerinde yapılan kimi çalışmalar (Papoutsoglou et al., 2008; 2010) müziğin diğer canlılarda olduğu gibi balıklarda da stresi azaltıcı etkileri olduğunu belirtmektedir. Bu çalışmada stres tepkileri incelenmemekle birlikte yaşama oranları bakımından RM ve TM gruplarında KM ve kontrole göre daha iyi değerler gözlemlenmiş ve deneme sonu yaşama oranı sıralaması RM %96,67±1,67; TM %95,00±2,89; KM %81,67±1,67; Kontrol %88,33±4,41 olurken istatistiksel açıdan RM ve TM grupları aynı ve en yüksek, KM grubu ise en düşük olarak değerlendirilmiştir ($p<0,05$). Yaşama oranlarındaki bu değişim, müzik uygulamasının stresi azaltıcı etkisi olabileceğine işaret etmektedir. Bunun detaylı değerlendirilebilmesi için kortizol, klorid, sodyum plazma değerleri ile dopamin, serotonin, noradrenalin gibi parametrelerin seviyelerindeki değişikliklerin takibi gereklidir.

Bu araştırmada kullanılan sazan balıkları gelişmiş duyma kabiliyetine sahip (hearing specialist) olarak sınıflandırılan Cyprinidae familyasına dahil olsa da balıkların duyma kabiliyetleri oldukça karmaşık bir faktörler grubuna bağlı olduğundan tür/alt tür farklılıkları ile ışık ve sıcaklık gibi çevresel koşullar göz ardı edilmemelidir.

Sonuç olarak, farklı ses uygulamasına tabi tutulan sazan balıklarında büyüme performansı, yaşama oranı ve balık eti kompozisyonu bakımından olumlu fark elde edilebileceğini ortaya koymuştur. Sınırlı sayıda çalışma ve literatür bilgisinin olduğu bu alanda, çevresel faktörlerin ve fizyolojik yanıtların da detaylı gözlemlenebildiği daha uzun periyotlu çalışmaların farklı balık türleri ile yürütülmesine ihtiyaç olduğu değerlendirilmiştir. Ulaşılabilecek muhtemel pozitif çıktılar, ekolojik etki değerlendirme yaklaşımlarının yanı sıra su ürünleri yetiştiriciliğinde seçiciliği ve verim artışı geliştirebilecek sistem ve yöntemlerin ortaya koyulabilmesi bakımından büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Akbulut, B., Şahin, T., Erteken, A., Aksungur, M. & Gündoğan, N. (1999). *Deniz kafeslerinde yetiştirilen alabalıklarda ekonomik başlangıç ağırlığının tespiti projesi.* TAGEM/IY/96/127004.

- AOAC. (2000).** *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*, 19th edn. Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Barcellos, H.H., Koakoski, G., Chaulet, F., Kirsten, K.S., Kreutz, L.C., Kalueff, A.V. & Barcellos, L.J. (2018).** The effects of auditory enrichment on zebrafish behavior and physiology. *PeerJ*, **6**, e5162.
- Bekcan, S., Dogankaya, L. & Cakirogullari Celik, G. (2006).** Growth and body composition of European catfish (*Silurus glanis* L.) fed diets containing different percentages of protein. *The Israeli Journal of Aquaculture Bamidgheh*, **58**(2), 137-142.
- Catli, T., Yildirim, O. & Turker, A. (2015).** The effect of different tempos of music during feeding, on growth performance, chemical body composition, and feed utilization of turbot (*Psetta maotica*, Pallas 1814). *Isr. J. Aquac.-Bamidgheh*, IJA_67.2015_1221.
- Çatlı, T. (2010).** *Kalkan balığı (Psetta maotica, Pallas. 1814) yetiştiriciliğinde müziğin büyüme ve et kalitesi üzerine etkisi.* Yüksek Lisans, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, Türkiye, 88s.
- Davidson, J., Bebak, J. & Mazik, P. (2009).** The effects of aquaculture production noise on the growth, condition factor, feed conversion, and survival of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). *Aquaculture*, **288**, 337-343.
- Emiroğlu İşgören, D., Tolon, M.T., Günay, D.B. & Yapıcı, S.N. (2019).** Development of Turkish fish feed industry. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **36**(1), 75-80. DOI: [10.12714/egejfas.2019.36.1.09](https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.1.09)
- Fish, J.F. (1972).** The effect of sound playback on the Toadfish, in: Winn, H.E., Olla, B.L. (Eds.), *Behavior of Marine Animals: Current Perspectives in Research Volume 2: Vertebrates.* Springer US, Boston, MA, pp. 386-434. DOI: [10.1007/978-1-4684-0910-9_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0910-9_6)
- Hawkins, A.D. (1986).** Underwater sound and fish behavior. In: Pitcher T (ed). *The Behavior of Teleost Fishes.* pp 114 – 151. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press, UK.
- Hu, Q., Jiang, Y., Zhang, S., & Shentu, J. (2018).** Acoustic Conditioning System Development and Conditioning Experiments on Black Seabreams in the Xiangshan Bay Sea Ranch. *Journal of Ocean University of China*, **17**(3), 667-674.
- Imanpoor, M.R., Enayat Gholampour, T. & Zolfaghari, M. (2011).** Effect of light and music

- on growth performance and survival rate of goldfish (*Carassius auratus*), *Iran. J. Fish. Sci.*, **10**(4), 641-653.
- Jobling, M. (1981)**, The influences of feeding on the metabolic rate of fishes: a short review. *Journal of Fish Biology*, **18**, 385-400. DOI: [10.1111/j.1095-8649.1981.tb03780.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1981.tb03780.x)
- Kesici, T. & Kocabaş, Z. (2007)**. *Biyoistatistik*. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayın No:94, Ankara, Türkiye.
- Keskin, E.Y. & Erdem, M. (2005)**. Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) yetiştiriciliğinde farklı oranlarda ekstrüde yem kullanımının balıkların gelişmesine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, **1**(1).
- Killen, S.S. (2014)**, Growth trajectory influences temperature preference in fish through an effect on metabolic rate. *J Anim Ecol*, **83**, 1513-1522. DOI: [10.1111/1365-2656.12244](https://doi.org/10.1111/1365-2656.12244)
- Koca, S.B., Pazar, M., Atar, B. & Yiğit, N.Ö. (2019)**. Niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) tohumunun balık yemi hammaddesi olarak kullanılabilirliği ve ülkemizde yetiştirilebilirliğinin araştırılması. *Acta Aquatica Turcica*, **15**(1), 108-116.
- Korkut, A.Y. & Yıldırım, Ö. (2003)**. Türkiye'de Su Ürünleri Yetiştiriciliği ve Yetiştiricilikte Alternatif Yem Kaynakları. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **20**(1).
- Korkut, A.Y., Kop, A., Demirtaş, N. & Cihaner, A. (2007)**. Balık beslemede gelişim performansının izlenme yöntemleri. *Su Ürünleri Dergisi*, **24**(1-2), 201-205.
- Mallekh, R. & Lagardère, J.P. (2002)**, Effect of temperature and dissolved oxygen concentration on the metabolic rate of the turbot and the relationship between metabolic scope and feeding demand. *Journal of Fish Biology*, **60**, 1105-1115. DOI: [10.1111/j.1095-8649.2002.tb01707.x](https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2002.tb01707.x)
- Meyers, S. P. (1994)**. Developments in world aquaculture, feed formulations and role of carotenoids. *Pure and applied Chemistry*, **66**(5), 1069-1076.
- Mirghaed, A.T., Ghelichpour, M. & Hoseini, S.M. (2016)**. Myrcene and linalool as new anesthetic and sedative agents in common carp, *Cyprinus carpio*-Comparison with eugenol. *Aquaculture*, **464**, 165-170.
- Özkütük, A.S. & Özyurt, G. (2022)**. Balık silajı üretimi için basit bir yöntem: İnokulum olarak yoğurt kullanımı A simple method for fish silage production: Using yoghurt as inoculum. *Authors Guidelines*, **39**(3), 253-260.
- Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Batzina, A., Papoutsoglou, E.S. & Tsopelakos, A. (2008)**. Effect of music stimulus on gilthead seabream *Sparus aurata* physiology under different light intensity in a re-circulating water system. *Journal of fish biology*, **73**(4), 980-1004.
- Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Louizos, E., Chadio, S., Kalogiannis, D., Dalla, C. & Papadopoulou-Daifoti, Z. (2007)**. Effect of Mozart's music (Romanze-Andante of "Eine Kleine Nacht Musik", sol major, K525) stimulus on common carp (*Cyprinus carpio* L.) physiology under different light conditions. *Aquacultural Engineering*, **36**(1), 61-72.
- Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Papoutsoglou, E.S. & Vasilikos, G. (2010)**. Common carp (*Cyprinus carpio*) response to two pieces of music ("Eine Kleine Nachtmusik" and "Romanza") combined with light intensity, using recirculating water system. *Fish Physiol Biochem*, **36**, 539-554.
- Papoutsoglou, S.E., Karakatsouli, N., Skouradakis, C., Papoutsoglou, E.S., Batzina, A., Leonarditis, G. & Sakellaridis, N. (2013)**. Effect of musical stimuli and white noise on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth and physiology in recirculating water conditions. *Aquacultural engineering*, **55**, 16-22.
- Popper, A.N. & Hastings, M.C. (2009)**. The effects of human-generated sound on fish. *Integr. Zool.*, **4**, 43-52. DOI: [10.1111/j.1749-4877.2008.00134.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2008.00134.x)
- Pulatsü, S., & Topçu, A. (2012)**. *Balık üretiminde su kalitesi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi, 90s.
- Ricker, W.E. (1975)**. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, **191**, 1-382.
- Roh, Y. & Moon, C. (2002)**. Design and fabrication of an ultrasonic speaker with thickness mode piezoceramic transducers. *Sensors and Actuators A: Physical*, **99**(3), 321-326.
- Sağlamtimur, B. & Demir, O. (2013)**. Müziğin balık gelişimi ve stres üzerine etkileri. *U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, **27**(1), 109-114.
- Selen, H. (2006)**. Ses ve deniz canlıları-II. *Yunus Araştırma Bülteni (SÜMAE)*, **6**(3), 10-11.
- Shafiei Sabet, S., Wesdorp, K., Campbell, J., Snelderwaard, P. & Slabbekoorn, H. (2016)**. Behavioural responses to sound exposure in captivity by two fish species with different hearing ability. *Anim. Behav.*, **116**, 1-11. DOI: [10.1016/j.anbehav.2016.03.027](https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.03.027)
- Slabbekoorn, H., Bouton, N., van Opzeeland, I., Coers, A., ten Cate, C. & Popper, A.N. (2010)**. A noisy

- spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution*, **25**(7), 419-427.
- Sloan, J.L., Cordo, E.B., & Mensinger, A.F. (2013).** Acoustical conditioning and retention in the common carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Great Lakes Research*, **39**(3), 507-512.
- Vasantha, L., Jeyakumar, A. & Pitchai, M.A. (2003).** Influence of music on the growth of KOİ Carp, *Cyprinus carpio* (Pisces: Cyprinidae). *NAGA, WorldFish Center Quarterly*. **26**(4), 25-26.
- Wysocki, L.E., Dittami, J.P. & Ladich, F. (2006).** Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes. *Biological Conservation*, **128**(4), 501-508.
- Wysocki, L.E., John, W., Davidson, J.W., Smith, M.E., Frankel, A.S., Ellison, W.T., Mazik, P.M., Popper, A.N. & Bebak, J. (2007).** Effects of aquaculture production noise on hearing, growth, and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W, 1792). *Aquaculture*, **272**, 687-697.
- Yaman, F. & Esendal, Ö. (2004).** Balıklarda probiyotik kullanımı. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, **02**(06), 1-18.
- Yıldırım, Ö. & Çantaş, İ.B. (2021).** Türkiye’de Avrupa Deniz Levreği ve Çipura Yetiştiriciliğinin Üretim ve Ekonomik Göstergelerine Yakından Bir Bakış. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **6**(4), 668-673.
- Yıldırım, Ö., Değirmenci, A. & Kocaman, E.M. (2002).** Albino ve normal pigmentli gökkuşağı alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)’nın yem değerlendirme, büyüme ve et kaliteleri bakımından karşılaştırılması. *Journal of the Faculty of Agriculture*, **33**(3), 301-307
- Yousefi, M., Hoseini, S.M., Vatnikov, Y.A., Nikishov, A.A. & Kulikov, E.V. (2018).** Thymol as a new anesthetic in common carp (*Cyprinus carpio*): Efficacy and physiological effects in comparison with eugenol. *Aquaculture*, **495**, 376-383.