



**Remzi Ergin**

Ministry of Agriculture, remziergin\_1983@hotmail.com, Elazığ-Türkiye

**Mevlüt Şener Ural**

Fırat University, msural@firat.edu.tr, Elazığ-Türkiye

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2024.19.2.5A0212">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2024.19.2.5A0212</a>	
ORCID ID	0009-0005-6926-7699	0000-0003-4966-4310
Corresponding Author	Mevlüt Şener Ural	

## FARKLI TİCARİ YEMLER İLE BESLENEN ZEBRA BALIKLARI (*Danio rerio*)' NDA BÜYÜME PERFORMANSI

### ÖZ

Çalışma başlangıcında  $0.30\pm 0.04$ g olan yavru dönemini yeni tamamlamış toplam 180 adet zebra balığı  $20\times 30\times 40$ cm boyutlarında 12 adet akvaryuma 15'er adet balık stoku yapılacak şekilde 60 gün süre ile besleme yapılmıştır. Çalışma sonucunda en düşük balık ağırlığı  $0.67\pm 0.05$  g ve en yüksek balık ağırlığı  $0.76\pm 0.04$ g olduğu ölçümlerle tespit edilmiştir. Araştırmada besin içerikleri ve besin değerleri birbirinden farklı dört ticari yem kullanıldı. Çalışma sonunda gruplar arasında büyüme parametrelerinde istatistiksel açıdan gruplar arasında önemli farklar tespit edildi ( $P<0.05$ ). Yaşama oranları üzerinde etkilerinin de farklı olduğu görüldü ( $P<0.05$ ). Farklı ticari yemlerin içeriğinde bulunan bileşenler ile yemin balıklar üzerindeki büyüme performansını arttırdığı, daha yüksek bir yaşama oranı başarısına ulaşılabildiği görüldü. Çalışmamızda özellikle Tetra Min Pul yemi verilen balıklarda anlamlı olarak bir farklılığın olduğu görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Zebra balığı, *Danio rerio*, Ticari Yem, Besleme, Büyüme performansı

## GROWTH PERFORMANCE IN ZEBRA FISH (*Danio rerio*) FEED WITH DIFFERENT COMMERCIAL DIETS

### ABSTRACT

A total of 180 zebra fish, which weighed  $0.30\pm 0.04$  g at the beginning of the study, and had just completed their juvenile period, were fed for 60 days, with 15 fish stocked in 12 aquariums of  $20\times 30\times 40$  cm in size. As a result of the study, it was determined that the lowest fish weight was  $0.67\pm 0.05$  g and the highest fish weight was  $0.76\pm 0.04$  g. Four commercial feeds with different nutritional contents and nutritional values were used in the research. At the end of the study, statistically significant differences were detected in the growth parameters between the groups ( $P<0.05$ ). Their effects on survival rates were also found to be different ( $P<0.05$ ). It has been observed that the ingredients contained in different commercial feeds increase the growth performance of the fish and a higher survival rate can be achieved. In our study, it is seen that there is a significant difference especially in the fish fed Tetra Min Flake food.

**Keywords:** Zebrafish, *Danio rerio*, Commercial Feed, Feeding, Growth Performance

### How to Cite:

Ergin, R. ve Ural, M.Ş., (2024). Farklı ticari yemler ile beslenen zebra balıkları (*danio rerio*)' nda büyüme performansı. Ecological Life Sciences, 19(2):74-84, DOI: 10.12739/NWSA.2024.19.2.5A0212.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Zebra balığı (*Danio rerio*) (Hamilton, 1822), küçük bir tropikal tatlı su sazan balığı olup ortam şartlarına dayanıklı bir türdür. Bu türün özelliklerinden dolayı akvaryumlarda üretilmeleri ve yetiştirilmesi oldukça kolaydır. Ovipar üreme özelliği gösterirler ve ergin dişiler bir haftada çok sayıda yumurta bırakırlar. Bu balıkların yumurtaları ve embriyoları saydam olup, yumurtaları ve larva gelişim süreçleri kolay izlenir. Jenerasyon zamanları kısadır ve embriyo toksik ajanlara duyarlıdır. Mevcut bu özelliklerinden dolayı toksikoloji çalışmalarında çok fazla kullanılırlar [1, 2, 3 ve 4].

Son yıllarda bu araştırma modelin kullanımı biyolojik bilimlerin çeşitli alanlarında önemli ölçüde yaygınlaşmış olup; ekotoksikoloji çalışmalarında [5 ve 6], sinir (nöro) bilimlerinde [7 ve 8], davranış bilimlerinde [9, 10, 11 ve 12], kanser araştırmalarında [13, 14 ve 15], genetik çalışmalarında [16], balık beslenme çalışmalarında [17, 18, 19, 20 ve 21], su ürünleri yetiştiriciliğinde [18, 21 ve 22], insan hastalıkları için yapılan çalışmalarda bir model olarak [23 ve 24], ilaç keşfi çalışmalarında [25] kullanılmaktadır.

Zebra balıklarının yumurtaları embriyogenez süreçlerini bir gün içerisinde gerçekleştirirler ve yumurtadan çıkan yavruların organ oluşumları beş günde tamamlanır. Bu hızlı süreçlerden dolayı yapılan deneylerde bu balıklara uygulanan maddelerin sonuçları ve gözlemler daha kolaydır. Ayrıca koryon ve embriyosunun çok şeffaf olması nedeniyle yumurtadan çıkan ilk larvaların dışarıdan izlenmelerine olanak sağlar. Bunun yanı sıra üreme potansiyellerinin yüksek olmasından dolayı (haftada yaklaşık 180-200 arasında yumurta verir) diğer model organizmalara göre bilimsel çalışmalarda daha üstün olmasını sağlamaktadır [26].

Zebra balıklarının yaygın olarak model organizma olarak kullanımının nedeni, genetik olarak insan genine benzerlik göstermesidir. Zebra balıklarının; özellikle ortolog (ortak atadan türetilen genler) genetik dizilerinin yaklaşık %70'i insanların gen yapısıyla aynıdır. Bu genetik benzerlik, araştırmacıların zebra balıklarının model organizma olarak kullanarak genetik hastalıkların mekanizmalarını daha etkili bir şekilde incelemelerine ve anlamalarına olanak tanımaktadır [16].

Zebra balıklarının ve insanların bazı organları çok benzerdir. Zebra balıklarının vücutlarında görülen tüm kanser çeşitleri insan organlarında da görülmektedir. Karaciğer, beyin, böbrek, pankreas, melanoma, ovaryum ve testiste görülen tümörler bunlara örnek olarak verilebilir. Görülen bu benzerlikler canlıların kanser oluşumları, yayılmaları ve tedavilerinin kıyaslayabilmesi açısından kolaylık sağlar [27]. Zebra balığı üretim ve yetiştiriciliğini yapan amatör ve profesyonel kişi ve tesislerin artan taleplerini de dikkate alarak, beslemede farklı tip ve yem değerlerine sahip kuru yemler kullanarak en iyi büyümenin nasıl elde edileceğini belirlemek üzere bu çalışma planlanmıştır.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Zebra balıkları model organizma olarak, insan genlerini ve hastalıklarını incelemek amacıyla biyomedikal araştırmalarda yaygın olarak kullanılırlar. Son yıllarda zebra balığı beslenmesiyle ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Ancak zebra balığının besin gereksinimleri ile ilgili optimize edilmiş bir beslenme protokolü bulmak oldukça zordur. Laboratuvar şartlarında üretilen ve büyütülen model sucul organizma olarak kabul edilen balığın kısa sürede ve dengeli bir şekilde yetişkin bireyler haline getirilmesi gerekmektedir. Ayrıca ticari birçok akvaryum balığı yemi ve yem markası bulunmaktadır. Bunların hangisinin daha verimli olduğu da bilinmemektedir. Bu amaçla laboratuvar şartlarında yavru zebra balıkları, besin değerleri farklı 4 ticari yem

ile yaklaşık 2 ay gibi bir süre beslenerek büyüme ve gelişme performanslarını ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

**Önemli Noktalar (Highlights):**

- Zebra balığının kısa sürede ve dengeli bir şekilde yetişkin bireyler haline getirilmesi amacıyla bu araştırma planlanmıştır.
- Çalışma sonunda balıkların; mutlak, oransal ve spesifik büyüme oranları hesaplandı.
- Balıkların besleme çalışması sonunda büyüme, yaşama oranı ve kondisyon faktörüne etkileri belirlendi.

**3. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)**

Çalışma Fırat Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Akvaryum Laboratuvarında yapılmıştır. Araştırmada yerel bir akvaryumcudan temin edilen ve ortalama ağırlıkları  $0.30 \pm 0.04$ gr olan 180 adet yavru zebra balığı (*Danio rerio*) kullanıldı. Denemede kullanılacak balıklar akvaryumlara stoklanıp, optimum yaşam koşullarında (havalandırma-filtrasyon) 2 hafta boyunca adaptasyonu sağlandı. Bu sürede yavru balıklar sabah-akşam günde 2 defa olmak üzere 5dk içinde yiyip bitirecekleri (ad-libitum) şekilde beslendi.

Araştırma için boyutları 20x30x40cm olan 12 adet akvaryum kullanıldı. Her bir akvaryuma 15'er adet balık stoklandı. Çalışmada 4 farklı ticari yem için 4 grup oluşturuldu ve her grup için 3 tekrar yapıldı. Piyasada en çok kullanılan, besin değeri yüksek ve en çok tercih edilen yemler arasından seçilen 4 tanesiyle yem grupları oluşturuldu. Araştırmada kullanılan yemlerin besin bileşenleri ve besin değerleri ticari yemlerin etiketlerinde belirtilenlere göre verilmiştir. Bunlar;

- **1. Grup: Tetra Pro Yemi (Pul-yem) ve Yem İçerik Bileşenleri**  
Bu yemin bileşiminde; balık ve balık yan ürünleri, tahıllar (buğday, mısır), mayalar, bitkisel albümin ekstraktı, yumuşakçalar ve kabuklu hayvanlar, sıvı ve katı yağlar, yosun (*Spirulina maxima* 1.1%) ve çeşitli şekerleri (oligofruktoz 1.0%) içermektedir. Analitik bileşenlerinde ise ham protein %46.0, sıvı ve katı ham yağlar %12.0, ham selüloz %3, nem oranı %9.0 oranındadır. Yemin içeriğinde vitaminler, provitaminler ve benzer etkiye sahip D3 vitamini 1860IE/kg, ayrıca katkı maddeleri olarak, E5 manganiz 68mg/kg, E6 Çinko 40mg/kg, E1 demir 26mg/kg, renklendiriciler, koruyucular, antioksidan maddeler olarak da mikrobesein bağlantıları bulunmaktadır.
- **2. Grup: Tetra Min Pul Yemi ve Yem İçerik Bileşenleri**  
Bu yemin bileşiminde; balık ve balık yan ürünleri, tahıllar (buğday, mısır), mayalar, bitkisel protein ekstraktı, yumuşakçalar ve kabuklu hayvanlar, sıvı ve katı yağlar, yosunlar, şekerler (Oligofruktoz %1.0), mineraller bulunmaktadır. Analitik bileşenlerinde ise ham protein %46.0, sıvı ve katı ham yağlar %11.0, ham selüloz %3.0, Nem oranı %6.0 olarak belirtilmiştir. Katkı maddeleri olarak; vitaminler, pro vitaminler ve benzer etkiye sahip maddeleri ihtiva etmektedir. İçeriğindeki kimyasal maddelerden D3 vitamini 1990IE/kg, E5 manganiz 96mg/kg, E6 çinko 57mg/kg, E1 demir 37mg/kg, E3 kobalt 0.7mg/kg olup, ayrıca renklendiriciler, antioksidan maddeleri içermektedir.
- **3. Grup: Spirulina garlic Yemi ve Yem İçerik Bileşenleri**  
Bu yemin bileşiminde kullanılan hammaddeler, LT balık unu, omega 3 balık yağı, deniz algi, spirulina, lestin, taurine, (A2704-12/ACS-GM005-3), MON403-2(MON-04032-6) ve MON89788(MON89788-) ayırt edici kimlik kodlu genleri ihtiva etmektedir. Buğday unu, vitaminler, mineraller, fosfolipidler, karbonhidratlar, bağışıklık ve sindirim sistemi düzenleyici, toksin bağlayıcılar (MOS&beta-Glucan) ve doğal antioksidanlar yem içerik bileşeninde

bulunmaktadır. Ayrıca temel besin değerlerinde; ham protein %44.0, sıvı ve katı ham yağlar %4.0, ham selüloz %3.0 ve ham kül oranı %7.0 oranlarındadır.

• **4. Grup: Tropical mix Yemi ve Yem İçerik Bileşenleri**

Bu yemin bileşiminde kullanılan hammaddeler, balık ve balık ürünleri (premium balık unu), tahıllar, bitkisel protein kaynakları, soya proteini, bitkisel yağlar, balık yağı, yumuşakçalar ve kabuklular (krill unu, gammarus unu, kalamar unu), algler (Schizochytrium sp., Chlorella sp., Spirulina sp.), sebzeler (sarımsak), vitamin premiksi, mineral premiksi, küf önleyici, kolon klorit, carophyl pink bulunmaktadır. Temel besin değerleri olarak; ham protein %50.0, sıvı ve katı ham yağlar %9.0, lif %3.0, Nem %7.0 ve ham kül oranı %6.0 oranındadır.

Deneme boyunca sıcaklığı 25°C ile 27°C olan dinlendirilmiş çeşme suyu kullanıldı. Suyun sıcaklığı, pH ve sudaki çözünmüş oksijen değerleri yemlemeden önce ve sonra günlük ölçülerek, uygun parametreler sağlandı. Araştırmaya başlamadan önce her akvaryumdaki balıkların başlangıç vücut ağırlıkları ölçüldü. Denemede kullanılan balıkların her ay sonunda ağırlık ölçümleri yapıldı. 30 gün ara ile deneme sonunda her akvaryumdaki balıklar (yaklaşık n=15) dışarı çıkarıldı ve canlı ağırlıkları tespit edildi. Ortalama canlı ağırlık (g), deney balıklarının toplam ağırlığının, her bir akvaryum tankındaki toplam balık sayısına bölünmesiyle hesaplandı. Örneklem sabah saatlerinde yapıldı, örneklemmeden önceki akşam balıklara yem verilmedi.

Kullanılan ticari yemlerin zebra balıklarında büyüme, yaşama oranı ve kondisyon faktörüne etkileri belirlendi. Araştırmada, balıkların ağırlık ölçümleri, 0.01g hassasiyetli dijital teraziyle yapılarak ortalamaları alındı

Yapılan araştırmada canlı ağırlık artışı ile başlangıç boyu ve çalışma sonu boyu ölçülerek; mutlak, oransal ve spesifik büyüme hesaplandı. Büyüme parametrelerinin hesaplanmasında aşağıdaki formüller kullanıldı [28]. Gelişmenin biyometrik olarak değerlendirilmesinde aşağıdaki parametreler ilgili formüller hesaplanarak belirlendi.

Zebra balıkları (*Danio rerio*)'nın canlı ağırlık artışı; balıkların çalışma sonu ortalama ağırlığından çalışma başı ortalama ağırlığının çıkarılmasıyla bulunmuş ve ortalama canlı ağırlık, toplam ağırlığının birey sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir.

$OAA = \text{Son Ortalama Ağırlık (g)} - \text{Başlangıç Ortalama Ağırlık (g)}$

Zebra balıkları (*Danio rerio*)'nın oransal büyümelerinin belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanıldı. Bu yöntem göre, oransal büyüme; çalışma sonu ortalama ağırlığın çalışma başı ortalama ağırlığına oranlanması ve yüze çarpımı ile belirlendi.

$OB = \text{Son ortalama vücut ağırlığı} - \text{Başlangıç ortalama vücut ağırlığı} \times 100 / \text{İlk ortalama vücut ağırlığı}$   
Spesifik Büyüme Oranı (SBO)

$SBO (\% \text{gün}) = \text{Son vücut ağırlığı} - \text{Başlangıç ortalama vücut ağırlığı} \times 100 / \text{Deneme gün sayısı}$

Kondisyon faktörü (K) =  $W \times 100 / L^3$

(W: Vücut ağırlığı (g), L: Total boy (cm))

Yem Değerlendirme Oranı (YDO)

$YDO = \text{Ağırlık artışı (g)} / \text{Yem Tüketimi (g)}$

Yaşama Oranı (YO, %) =  $Ns \times 100 / Nb$

Formülüne göre yaşama oranı (YO), deneme sonunda tankta kalan balık sayısının (Ns) deneme başındaki balık sayısına (Nb) oranlanmasıyla hesaplandı [29]. Denemede elde edilen veriler SPSS 26.0 paket programında One-Way ANOVA testi ile değerlendirildi (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Araştırmada incelenen parametrelerin önem derecelerini karşılaştırırken sonuçlar ortalama değer olarak verilmiş ve varyans analizi ile

belirlenmiştir. Gruplar arasındaki önem derecesi ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve düzeyi  $P < 0.05$  olarak seçilmiştir [30].

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Çalışma sonucunda 4 farklı yemin zebra balıklarındaki büyüme parametreleri Tablo 1' de verilmiştir.

Başlangıç ağırlığı olarak gruplar arasında (1. Grup: Tetra Pro Yemi, 2. Grup: Tetra Min Pul Yemi 3. Grup: *Spirulina garlic* Yemi ve 4. Grup: Tropical mix Yemi) bir fark görülmemiştir. Besleme çalışması sonunda son ağırlık değeri olarak gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ( $P < 0.05$ ), Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu ortalama olarak 0.76g ile diğer gruplara göre daha fazla ağırlık artışı sağlamıştır. Çalışmada son ağırlıklarda, 3 ve 4. Gruplarda fark birbirine yakındır. Bunları sırasıyla; 0.69g ortalama ağırlık ile 1. Grup: Tetra Pro yemi, 0.68g ortalama ağırlık ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve 0.67g ortalama ağırlık ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi takip etmiştir. Son ağırlık ortalaması en yüksek 0.76g ile Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu oluştururken, en düşük ortalama son ağırlığı 0.67g olan *Spirulina garlic* yemi ile beslenen üçüncü gruptaki balıklar oluşturmuştur.

Tablo 1. Yavru zebra balıklarında dört farklı ticari yem ile yapılan besleme sonunda büyüme ve yem parametrelerine ait değerler  
(Table 1. Values of growth and feed parameters of baby zebrafish after feeding with four different commercial feeds)

Parametreler*	1. Grup	2. Grup	3. Grup	4. Grup
Başlangıç Ağırlığı (g)	0.3±0.04 <sup>a</sup>	0.3±0.04 <sup>a</sup>	0.3±0.04 <sup>a</sup>	0.3±0.04 <sup>a</sup>
Son Ağırlık (g)	0.69±0.03 <sup>a</sup>	0.76±0.04 <sup>b</sup>	0.67±0.05 <sup>a</sup>	0.68±0.03 <sup>a</sup>
Ortalama Ağırlık Artışı (g)	0.39±0.05 <sup>b</sup>	0.45±0.06 <sup>c</sup>	0.37±0.04 <sup>a</sup>	0.38±0.04 <sup>ab</sup>
Oransal Büyüme (OB) (%)	130±0.15 <sup>b</sup>	150±0.18 <sup>c</sup>	123.3±0.17 <sup>a</sup>	126.7±0.13 <sup>ab</sup>
Spesifik Büyüme Oranı (%gün)	0.65±0.04 <sup>a</sup>	0.75±0.05 <sup>b</sup>	0.62±0.04 <sup>a</sup>	0.63±0.03 <sup>a</sup>
Kondisyon Faktörü (%)	1.08±0.05 <sup>c</sup>	0.95±0.07 <sup>b</sup>	0.84±0.06 <sup>a</sup>	0.91±0.04 <sup>b</sup>
Yem Tüketimi (g/gün/balık)	0.47±0.03 <sup>b</sup>	0.39±0.05 <sup>a</sup>	0.45±0.04 <sup>b</sup>	0.46±0.02 <sup>b</sup>
Yem Değerlendirme Oranı				
Yaşama Oranı (%)	71±0.18 <sup>a</sup>	87±0.15 <sup>c</sup>	82±0.09 <sup>b</sup>	78±0.08 <sup>b</sup>

\*Aynı satırdaki farklı harflerle (a, b, c) belirtilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemlidir (N=3,  $P < 0.05$ ).

Ortalama canlı ağırlık artışı olarak; gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu ortalama olarak 0.45g ile diğer gruplara göre daha fazla ortalama canlı ağırlık artışı sağlamıştır. Bunları sırasıyla; 0.39g ortalama ağırlık ile 1. Grup: Tetra Pro yemi, 0.38.g ortalama ağırlık ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve 0.37g ortalama ağırlık ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi takip etmiştir. Ortalama canlı ağırlık artışı en yüksek 0.45±0.06g ile Tetra Min Pul Yemi ile beslenen 2. deneme grubu oluştururken, en düşük ortalama son ağırlığı 0.37±0.04g olan *Spirulina garlic* yemi ile beslenen üçüncü gruptaki balıklar oluşturmuştur.

Oransal büyüme olarak; gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu balıklarında oransal büyüme oranı %150 ile diğer gruplara göre daha yüksektir. Bunları sırasıyla; %130 oransal büyüme oranı ile 1. Grup: Tetra Pro yemi, %126.7 oransal büyüme oranı ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve %123.3 oransal büyüme oranı ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi takip etmiştir. Oransal büyüme en yüksek %150 ile Tetra Min Pul Yemi ile beslenen 2. deneme grubu balıklar oluştururken, en düşük oransal büyüme %123.3 *Spirulina garlic* yemi ile beslenen üçüncü gruptaki balıklar oluşturmuştur.

Spesifik Büyüme Oranı (% gün) parametresine göre; gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunup ( $P<0.05$ ), Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu %0.75 gün ile diğer gruplara göre daha yüksektir. Bunları sırasıyla; %0.65 gün spesifik büyüme oranı ile 1. Grup: Tetra Pro yemi, %0.63 spesifik büyüme ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve %0.62 spesifik büyüme ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi takip etmiştir. Spesifik büyüme oranı en yüksek %0.75 ile Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu balıklar oluştururken, en düşük spesifik büyüme oranı %0.62 *Spirulina garlic* yemi ile beslenen üçüncü gruptaki balıklar oluşturmuştur.

Kondisyon faktörü bakımından (%); gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar tespit edilip ( $P<0.05$ ), Tetra Pro yemi ile beslenen 1. deneme grubunda %1.08 kondisyon faktörü ile diğer gruplara göre daha yüksektir. Bunları sırasıyla; %0.95 kondisyon faktörü ile 2. Grup: Tetra Min Pul yemi, %0.91 kondisyon faktörü ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve %0.84 spesifik büyüme ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi takip etmiştir. Kondisyon faktörü en yüksek %1.08 ile Tetra Pro yemi ile beslenen 1. deneme grubu balıklar oluştururken, en düşük kondisyon faktörü %0.84 *Spirulina garlic* yemi ile beslenen üçüncü gruptaki balıklar oluşturmuştur.

Yem değerlendirme oranı bakımından; gruplar arasında istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuş olup ( $P<0.05$ ), Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubunda  $0.39\pm 0.05$  Yem Değerlendirme Oranı ile diğer gruplara göre daha anlamlı bulunmuştur. Bunları sırasıyla;  $0.45\pm 0.04$  Yem Değerlendirme Oranı ile *Spirulina garlic* yemi ile beslenen 3. Grup,  $0.46\pm 0.02$  Yem Değerlendirme Oranı ile Tropical mix yemi 4. Grup ve  $0.47\pm 0.04$  Yem Değerlendirme Oranı Tetra Pro yemi ile beslenen 1. Grup takip etmiştir. Yem Değerlendirme Oranı bakımından diğer 3 grup arasındaki fark önemsizdir. Yem Değerlendirme Oranı en yüksek  $0.39\pm 0.05$  ile Tetra Min Pul yemi verilen 2. deneme grubu balıklar oluştururken, en düşük  $0.47\pm 0.04$  Tetra Pro yemi ile beslenen 1. Grup gruptaki balıklar oluşturmuştur. Sonuç olarak, Yem Değerlendirme Oranı olarak 2. deneme grubu balıklarına verilen Tetra Min Pul yemi olduğu görülmektedir.

Çalışma sonunda yaşama oranı (%) gruplar arasında istatistiksel olarak farklar önemlidir ( $P<0.05$ ). Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubunda %87 ile diğer gruplara göre yaşama oranı daha fazladır. Bunları sırasıyla; %82 yaşama oranı ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi, %78 yaşama oranı ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve %71 yaşama oranı ile 1. Grup: Tetra Pro yemi takip etmiştir. Yaşama oranı en yüksek %87 ile Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu oluştururken, en düşük yaşama oranı %71 ile Tetra Pro yemi ile beslenen birinci gruptaki balıklar oluşturmuştur.

Araştırmada kullanılan ticari yemlerin besin içerikleri ve besin değerleri birbirinden farklı özelliklere sahiptir. Bu nedenle büyüme parametrelerinde istatistiksel açıdan gruplar arasında ( $P<0.05$ ) önemli farklar bulunmuştur. Ayrıca yaşama oranları üzerinde etkilerinin de farklı olduğu anlaşılmaktadır. Farklı ticari yemlerin içeriğinde bulunan bileşenler ile yemin balıklar üzerindeki büyüme performansını arttırdığı, daha yüksek bir yaşama oranı başarısına ulaşabildiği ortaya çıkmaktadır. Çalışmamızda özellikle Tetra Min Pul yemi verilen balıklarda istatistiksel açıdan tüm parametrelerde önemli farkların olduğu görülmektedir. Zebra balığının farklı ticari yemlerle yapılan besleme çalışmasında her yemin kendine has özellikleri olduğu tespit edilmiştir. Bu yemlerden;

Tetra Pro yemi sert bir özelliğe sahip olduğu, suda geç yumuşadığından ve akvaryuma bütün olarak atıldığında direkt su dibine çöktüğünden dolayı zamanla su kirliliğine sebep olduğu tespit edilmiştir. Yemlerin ufalanıp akvaryuma atılması sonucu ise yenmeyen yemlerin akvaryum kirliliğine sebep olduğu gözlemlenmiştir.



Tetra Min Pul yemi ile beslenen zebra balıklarında akvaryum kirliliği çok az tespit edilmiş olup, balıkların verilen bu yemlerin maksimum seviyede değerlendirdiği tespit edilmiştir. Besleme çalışmasında akvaryuma verilen bu yemin su yüzeyinde belirli bir sürede askıda kaldığı, askıda kalan yemin balıklar tarafından sevilerek yenildiği ve kalan yemler ise yavaş yavaş su yüzeyinden aşağıya doğru indiği gözlemlenmiştir. Bu sırada dibe doğru inen yemlerinde balıklar tarafından alındığı tespit edilmiştir. Bu da Tetra Min Pul yeminin diğer yemler göre daha avantajlı kılmasının nedenlerinden biri olduğu düşünülmektedir.

*Spirulina garlic* yemi ile beslenen zebra balıklarının yemi almasında zorlandığı çalışmamızda tespit edilmiştir. Akvaryuma atılan bu yemin dağılırarak su yüzeyine yayılması ve suda hemen çözünerek toz haline gelmesinden dolayı balıkların bu yemi almasının zor olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yapısında bulunan alglerden dolayı, suda çözünerek askıda kalmakta ve akvaryumdaki su kirliliğine sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Tropical mix yemi ile beslenen zebra balıklarında, akvaryuma atılan yemlerin ağırlığından dolayı hemen suyun dibine çöktüğü ve balıkların tabana çöken yemleri daha zor aldıkları tespit edilmiştir. Bu çalışmada ham protein oranları %46-50 arasında değişen dört farklı ticari yem kullanılarak zebra balığının büyüme performansları değerlendirilmiştir. Literatürde zebra balığı üzerine yapılan bir çalışmada [31] ham protein oranı %33.6-34.5 arasında değişen üç farklı yem kullanılmış ve 120 gün süre ile besleme yapılmasına rağmen bu çalışmaya göre daha düşük ağırlık artışları elde edilmiştir. Literatür çalışması ile yaptığımız çalışma karşılaştırıldığında, literatürdeki büyüme oranları ve nihai ortalama boyutlar oldukça azdır. Bunun nedeni çalışmamızda kullanılan yemlerin protein oranlarının daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Diogo, P. ve ark. yaptıkları çalışmada, 210 günlük deney süresinden sonra diyetteki protein düzeylerinin artmasıyla zebra balıklarında anlamlı olmayan bir artış olmuştur ki bunun nedeni protein kullanımının artması değil, diyetlerdeki düşük lipid düzeylerine bağlı olabileceği öngörülmüştür [32]. Gonzales, J. ve ark. yaptığı çalışmada canlı ve kuru farklı 8 yem kombinasyonu kullanmış ve zebra balığının büyüme performansının belirli bir yem veya yem kombinasyonundan etkilenmediğini bildirmiştir [33].

Balıklarda beslenme, balık yetiştiriciliğinin gelişmesinde önemli bir faktör olarak belirlenmiştir [34]. Hangi tür yemlerin ve beslenme kombinasyonlarının zebra balığı için en iyi büyüme ve üreme performansını sağladığı tartışma konusu olmuştur. Laboratuvar koşullarında, zebra balığının diyeti, yavrudan yetişkine doğru büyüdükçe değişecektir ve diyetteki değişiklik, besin maddelerindeki farklılıklar nedeniyle büyük olasılıkla gelişim ve üreme performanslarında da değişecektir [35]. Diyetteki yüksek protein seviyesinin, tatlı su süs balıkları mavi çizgili hap (*Labidochromis caeruleus*)' ta daha düşük diyet proteini ile beslenen balıklara göre daha yüksek ortalama ağırlık artışı ve spesifik büyüme oranı ile sonuçlandığını göstermiştir. Diğer taraftan balıkların düşük proteinli yemlerle beslenmesi durumunda canlı ağırlıkta azalma meydana geldiği rapor edilmiştir [36].

Bu çalışmada yaşama oranı (%) olarak gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubunda %87 ile diğer gruplara göre yaşama oranı daha fazladır. Bunları sırasıyla; %82 yaşama oranı ile 3. Grup: *Spirulina garlic* yemi, %78 yaşama oranı ile 4. Grup: Tropical mix yemi ve %71 yaşama oranı ile 1. Grup: Tetra Pro yemi takip etmiştir. Yaşama oranı en yüksek %87 ile Tetra Min Pul yemi ile beslenen 2. deneme grubu oluştururken, en düşük yaşama oranı %71 ile Tetra Pro yemi ile beslenen birinci gruptaki balıklar oluşturmıştır. Başka bir çalışmada



ise, 300, 350 ve 400 g kg<sup>-1</sup> ham protein içeren üç diyet arasında, en yüksek protein düzeyine (400 g kg<sup>-1</sup> CP) sahip olan diyetlerin, *Clarias gariepinus*'ta daha yüksek hayatta kalma oranıyla sonuçlandığını göstermiştir [37].

Balığın gerçek diyet protein ihtiyacı aynı zamanda protein kalitesi, protein/enerji oranı, lipid seviyeleri, diyet proteininin sindirilebilirliği ve protein dışı enerji kaynaklarının miktarı gibi faktörlerden de etkilendiğinden, bu faktörlerin dikkate alındığı ileri çalışmalara ihtiyaç duyulacaktır. Daha kesin bir tespit ile yüksek proteinli yemlerin daha iyi büyüme ve hayatta kalma oranı gösterdiği sonucuna varılabilir. Çalışmada kullanılan ticari yemlerin ham protein oranları %46-50 olup, bu da diğer çalışmalarla kıyaslandığında büyüme performansı açısından olumlu sonuçlar alınmıştır.

Zebra balığı yetiştiricileri, zaman zaman yaş yemlerden oluşan diyetlerle balıklarını beslemektedirler. Ancak yaş yemin üretilmesi kolay olmamakla birlikte saklaması ve uygulaması son derece zor olmakta ve balıkların sağlıklarını olumsuz yönde etkileyip akvaryum ya da tank ortamının daha hızlı bir şekilde kirlenmesini neden olup iş yükünü arttırmaktadır.

##### **5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)**

Bu çalışmada hem kullanım açısından hem de maliyeti olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde farklı ticari yemlerin kullanılabilirliği ve piyasada ticari olarak bulunan zebra akvaryum yemlerine karşı büyüme performansları incelenmiştir. Çalışmada temel olarak büyüme performansı yem dönüşüm oranı değerlendirilirken renklenme göz ardı edilmiştir. Çalışma sonunda farklı ticari akvaryum yemleri ile beslenen grupların büyüme ve yem değerlendirme performanslarının farklılık gösterdiği istatistiksel olarak tespit edilmiştir. Yemler; balık sağlığını, balık üreme performansını, işgücü ve tesis işletme maliyetlerini, hatta araştırma sonuçlarını etkileyen önemli bir faktördür. Zebra balığının popülaritesi arttıkça, bu amaca yönelik araştırmalarda bir artış olmasına rağmen, besinlerin temel önemine ilişkin temel anlayışımız hala belirsizliğini korumaktadır. Bu çalışmada, besleme uygulamalarını optimize etmek amacıyla ticari olarak temin edilebilen çeşitli yemlerin zebra balıklarında büyüme ve yem değerlendirme performanslarını açıklamaya çalışılmıştır.

##### **NOT (NOTICE)**

Bu çalışma Remzi Ergin tarafından hazırlanan "Farklı Ticari Yemler ile Beslenen Zebra Balıkları (*Danio rerio*)' nda Büyüme Performansı" başlıklı ve Prof.Dr. Mevlüt Şener Ural danışmanlığındaki yüksek lisans tezinden türetilmiştir.

##### **ÇIKAR ÇATIŞMASI (CONFLICT OF INTEREST)**

Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir.

##### **FİNANSAL AÇIKLAMA (FINANCIAL DISCLOSURE)**

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir mali destek almadığını beyan etmiştir.

##### **ETİK STANDARTLAR BEYANI (DECLARATION OF ETHICAL STANDARDS)**

Makalenin yazarları bu çalışmada kullanılan materyal ve yöntemlerin etik kurul izni ve/veya yasal-özel izin gerektirmediğini beyan eder.

##### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

- [1] Grunwald, D.J. and Eisen J.S., (2002). Headwaters of the zebrafish emergence of a new model vertebrate. 3(9):717-724.





- [2] Muller, B. and Grossniklaus, U., (2010). Model organisms - A historical perspective. *J. Proteomics.*, 73(11):2054-2063. doi: 10.1016/j.jprot.2010.08.002.
- [3] Atasayar, Z., (2011). Zebra balığı'nda (*denio rerio*) peroksiredoksin 6 geni rs 41055489 polimorfizminin antioksidatif göstergeler ve ağır metal düzeyleriyle ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [4] Nusslein-Volhard, C., (2012). The zebrafish issue of Development. *Development*, 139(22):4099-4103. doi: 10.1242/dev.085217.
- [5] Richard, J., Njiwa, K., Muller, P., and Klein, R., (2004). Life cycle stages and length of zebrafish (*Danio rerio*). Exposed to DDT Introduction, 50(3):220-225.
- [6] Boyle, D., Amlund, H., Lundebye, A.K., Hogstrand, C., and Bury, N.R., (2010). Bioavailability of a natural lead-contaminated invertebrate diet to zebrafish. *Environ Toxicol Chem.*, 29(3):708-714. doi: 10.1002/ etc.61.
- [7] Leung, L.C., Wang, G.X., and Mourrain, P., (2013). Imaging zebrafish neural circuitry from whole brain to synapse. *Front. Neural Circuits*, 7:76. doi: 10.3389/fncir.2013.00076.
- [8] Arrenberg, A.B. and Driever, W., (2013). Integrating anatomy and function for zebrafish circuit analysis. *Front Neural Circuits*, 7:74. doi: 10.3389/fncir.2013.000748.
- [9] Kermen, F., Franco, L.M., Wyatt, C., and Yaksi, E., (2013). Neural circuits mediating olfactory-driven behavior in fish. *Front Neural Circuits*, 7:62. doi: 10.3389/fncir.2013.00062.
- [10] Maaswinkel, H., Le, N., He, L., Zhu, L., and Weng, W., (2013). Dissociating the effects of habituation, black walls, buspirone and ethanol on anxiety-like behavioral responses in shoaling zebrafish. A 3D approach to social behavior. *Pharmacol Biochem Behav.*, 108:16-27. doi:10.1016/j.pbb.2013.04.009.
- [11] Morin, C., de Souza Silva, M.A., Muller, C.P., Hardigan, P., and Spieler, R.E., (2013). Active avoidance learning in zebrafish (*Danio rerio*) - the role of sensory modality and inter-stimulus interval. *Behav Brain Res.*, 248:141-143. doi:10.1016/j.bbr.2013.04.009.
- [12] Portugues, R., Feierstein, C.E., Engert, F., and Orger, M.B., (2014). Whole-Brain Activity Maps Reveal Stereotyped, Distributed Networks for Visuomotor Behavior. *Neuron.*, 81(6):1328-1343. doi: 10.1016/j.neuron.2014.01.019.
- [13] Goessling, W., North, T.E., and Zon, L.I., (2007). New waves of discovery: modeling cancer in zebrafish. *J. Clin Oncol.*, 25(17):2473-2479.
- [14] Moshal, K.S., Ferri Lagneau, K.F., and Leung, T., (2010). Zebrafish model: worth considering in defining tumor angiogenesis. *Trends Cardiovasc Med.*, 20(4):114-119. doi: 10.1016/j.tcm.2010.10.001.
- [15] Ma, A.C.H., Guo, Y., He, A.B.L., and Leung, A.Y.H., (2011). Modeling tumor angiogenesis with zebrafish. In *vasculogenesis and angiogenesis - from embryonic development to regenerative medicine*. Chapter 7. Dan T. Simionescu and Agneta Simionescu Eds, 133-144. DOI: 10.5772/28763
- [16] Howe, K., Clark, M.D., Torroja, C.F., Torrance, J., Berthelot, C., Muffato, M., and McLaren, S., (2013). The zebrafish reference genome sequence and its relationship to the human genome. *Nature*, 496(7446):498-503. doi: 10.1038/nature12111.
- [17] Flynn, E.J., Trent, C.M., and Rawls, J.F., (2009). Ontogeny and nutritional control of adipogenesis in zebrafish (*Danio rerio*). *J. Lipid Res.*, 50(8):1641-1652. doi: 10.1194/jlr.M800590-JLR200.



- [18] Ulloa, P.E., Iturra, P., Neira, R., and Araneda, C., (2011). Zebrafish as a model organism for nutrition and growth: towards comparative studies of nutritional genomics applied to aquacultured fishes. *Rev Fish Biol Fish.*, 21:649-666.
- [19] Maddison, L.A. and Chen, W., (2012). Nutrient Excess Stimulates Cell Neogenesis in Zebrafish. *Diabetes* 61910:2517-2524.
- [20] Yokobori, E., Azuma, M., Nishiguchi, R., Kang, K.S., Kamiyo, M., Uchiyama, M., and Matsuda, K., (2012). Neuropeptide Y stimulates food intake in the Zebrafish, *Danio rerio*. *J. Neuroendocrinol*, 24(5):766-73. doi: 10.1111/j.1365-2826.2012.02281.x.
- [21] Ulloa, P.E., Medrano, J.F., and Feijoo, C.J., (2014). Zebrafish as animal model for aquaculture nutrition research. *Front. Genet.*, 5:313. doi: 10.3389/fgene.2014.00313
- [22] Dahm, R. and Geisler, R., (2006). Learning from small fry: the zebrafish as a genetic model organism for aquaculture fish species. *Mar Biotechnol. (NY)*, 8(4):329-345.
- [23] Lieschke, G.J. and Currie, P.D., (2007). Animal models of human disease: zebrafish swim into view. *Nature Reviews Genetics*, 8(5):353-367.
- [24] Willemsen, R., Hasselaar, W., Linde, H., and Van Der Bonifati, V., (2008). Zebrafish as a new model organism for Parkinson's disease. In *Proceedings of Measuring Behavior*. Spink AJ, Ballintijn MR, Bogers ND, et al. Eds. 50-51.
- [25] You, M.S. and Jiang, Y.J., (2007). Drug Discovery Using Zebrafish. *Drug Discov.*;1-2.
- [26] Song, Z., Zhang, X., Jia, S., Yelick, P.C., and Zhao, C., (2016). Zebrafish as a model for humanciliopathies. *Journal of Genetics and Genomics*. doi.org/10.1016/j.jgg.2016.02.001.
- [27] Dede, K., (2020). Kontrollü laboratuvar koşullarında zebra balığı (*Danio rerio*, hamilton 1822) yapay üretimi ve cinsiyet oranı. Yüksek Lisans Tezi, İskenderun Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [28] Çetinkaya, O., (2005). Balık biyolojisi araştırma yöntemleri. Ankara, Nobel Kitap, pp:239-276.
- [29] Arıman, H. ve Aras, M.N., (2003). Çeşitli yem gruplarının alabalık (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) yavrularının büyüme performansına ve et verimi özelliklerine etkileri. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 20(3-4):405-411.
- [30] Özdamar, K., (2001). Paket programlar ve istatistiksel veri analizi çok değişkenli analizler (4. Baskı). Eskişehir, Kaan Yayınları.
- [31] Jaya-Ram, A., Kuah, M.K., Lim, P.S., Kolkovski, S., and Shu-Chien, A.C., (2008). Influence of dietary HUFA levels on reproductive performance, tissue fatty acid profile and desaturase and elongase mRNAs expression in female zebrafish *Danio rerio*. *Aquaculture*, 277:275-281. Doi:10.1016/j.aquaculture.2008.02.027
- [32] Diogo, P., Martins, G., Gavaia, P., Pinto, W., Dias, J., Cancela, L., and Martinez-Paramo, S., (2015). Assessment of nutritional supplementation in phospholipids on the reproductive performance of zebrafish, *Danio rerio* (Hamilton 1822). *J. Appl. Ichthyol.*, 31(Suppl. 1):3-9. Doi: 10.1111/jai.12733
- [33] Gonzales, J.M.J., (2012). Preliminary evaluation on the effects of feeds on the growth and early reproductive performance of zebrafish (*Danio rerio*). *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, 51(4):412-417.
- [34] Izquierdo, M., Fernandez-Palacios, H., and Tacon, A., (2001). Effect of broodstock nutrition on reproductive performance of fish. *Aquaculture*, 197:25-42. doi:10.1016/S0044-8486(01)00581-6



- 
- [35] Paull, G.C., Filby, A., Giddins, H., Coe, T., Hamilton, P., and Tyler, C., (2010). Dominance hierarchies in zebrafish (*Danio rerio*) and their relationship with reproductive success. *Zebrafish*, 7:109-117. doi:10.1089/zeb.2009.0618
- [36] Dabrowski, K., (1977). Protein requirements of grass carp fry (*Ctenopharyngodon idella* Val.). *Aquaculture*, 12:63-67. Doi:10.1016/0044-8486(77)90047-3.
- [37] Sotolu, A.O., (2010). Effects of varying dietary protein levels on the breeding performance of *Clarias gariepinus* broodstocks and fry growth rate. *Livest. Res. Rur. Dev.*, 22, Article #6. Retrieved May 13, 2013. <http://www.lrrd.org/lrrd22/4/soto22067.htm>.