



Daphnia magna'nın Popülasyon Artışına Farklı Kültür Ortamlarının Etkisi

The Effect of Different Culture Environments on the Population Growth of *Daphnia magna*

Hasan Batuhan Emre Özdoğan^{1,*}, Muhammet Eren Tekin¹

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi, Isparta-TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar: hasanozdogan@isparta.edu.tr

Geliş: 16.10.2023

Kabul: 04.04.2024

Yayın: 01.09.2024

Alıntılama: Özdoğan, H. B. E., & Tekin, M. E. (2024). *Daphnia magna*'nın popülasyon artışına farklı kültür ortamlarının etkisi. *Acta Aquatica Turcica*, 20(3), 208-217. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.1376690>

Özet: Bu çalışmada, *Daphnia magna* kültürüne 3 farklı besinin (*Chlorella vulgaris*, Toz *Spirulina*, Ekmek mayası) tek tek ve kombine şekilde kullanımının popülasyon artışı üzerine etkisi araştırılmıştır. Deneme grupları sırasıyla; Besin olmayan grup (Kontrol/I. Grup), Toz *Spirulina* (II. Grup), *Chlorella vulgaris* (III. Grup), Ekmek mayası (IV. Grup), Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* (V. Grup), Toz *Spirulina* + Ekmek mayası (VI. Grup), *C. vulgaris* + Ekmek mayası (VII. Grup), Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + Ekmek mayası (VIII. Grup) olarak belirlenmiştir. Deneme 1 litre hacimli balon joje içinde 700 mL'lik su hacminde başlangıç yoğunluğu 25 adet birey olacak şekilde başlamış, 21 gün boyunca günlük olarak birey sayımları yapılmıştır. Araştırmanın sonunda *D. magna* kültürlerindeki popülasyon artışında en yüksek toplam birey sayısı Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + Ekmek mayası ile beslenen grupta $5541,33 \pm 57,83$ birey/700ml olarak 16. günde belirlenmiştir. Çalışmada 16 gün sonundaki en yüksek birey sayısı Toz *Spirulina* + Ekmek mayası ile beslenen grup ile istatistiki olarak benzerlik göstermiş olsa da diğer gruplar arasında istatistik olarak fark tespit edilmiştir ($P < 0,05$). *D. magna*'ya uygulanan besleme rejimine göre en yüksek büyüme hızı 14. gün sonunda Toz *Spirulina* + ekmek mayası ile beslenen grupta $0,87 \pm 0,02$ bölünme/gün olarak belirlenmiş olup bu sonuç istatistiki olarak *C. vulgaris* ile beslenen gruba istatistiki olarak benzerlik gösterse de diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($P < 0,05$). Çalışmada Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + Ekmek mayası ilavesinin *D. magna*'nın popülasyon artışı ve büyüme hızını olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler

- *Daphnia magna*
- *Chlorella vulgaris*
- Toz *Spirulina*
- Ekmek mayası
- Popülasyon artışı

Abstract: In this study, the effect of 3 different ingredients (*Chlorella vulgaris*, Powder *Spirulina*, Baker's yeast) individually and in combination on the population growth of *Daphnia magna* was investigated. Experimental groups were non-fed or starvation group (Control/Group I), Powder *Spirulina* (Group II), *Chlorella vulgaris* (Group III), Baker's yeast (Group IV), Powder *Spirulina* + *C. vulgaris* (Group V), Powder *Spirulina* + Baker's yeast (Group VI), *C. vulgaris* + Baker's yeast (Group VII), Powder *Spirulina* + *C. vulgaris* + Baker's yeast (Group VIII). The treatments were tested using volumetric flasks of 1 liter with a volume of 700 ml of water. The initial density in each flask was 25 individuals, and daily individual counts were made for 21 days. At the end of the study, the highest total number of individuals was determined on the 16th day as 5541.33 ± 57.83 individuals/700 ml in the group fed with Powder *Spirulina* + *C. vulgaris* + Baker's yeast. Although the highest number of individuals on day 16 was statistically similar to the group fed with Powdered *Spirulina* + Baker's yeast, there were statistical differences among other groups ($P < 0.05$). According to the feeding regimens applied to *D. magna*, the highest growth rate was determined as 0.87 ± 0.02 divisions/day in the group fed with Powdered *Spirulina* + Baker's yeast on day 14. This treatment was statistically comparable to the group fed with *C. Vulgaris* but significantly higher than the other groups ($P < 0.05$). In

Keywords

- *Daphnia magna*
- *Chlorella vulgaris*
- Powder *Spirulina*
- Baker's yeast
- Population growth



conclusion, it was determined that the addition of Powder *Spirulina* + *C. vulgaris* + Baker's yeast positively affected the population increase and growth rate of *D. magna*. Future studies in this area should focus on water quality and nutrient compositions of *D. magna* along with the population increase and growth rate.

1. GİRİŞ

Damızlık balıkların gamet üretimi sürecinde kullanılan yemlerin kalitesi üreme performansları üzerine belirleyici role sahiptir (Kruger vd., 2001; Lim vd., 2003). Balıklar daha iyi büyüme, üreme ve yüksek yaşama oranı için protein başta olmak üzere besin maddeleri açısından yeterli ve dengeli canlı yemlere ihtiyaç duyar (Lall & Tibbetts, 2009). Balığın erken yaşam evrelerinde canlı yemlerle beslenmesi ile büyüme için gerekli olan amino asitler, doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve diğer bileşenlerin vücuda alınımını sağlar (Das vd., 2012, Tuchapska & Krazhan, 2014). Günümüzde balık larvalarının erken dönemlerinde ticari yem kullanımı amaçlanmakla birlikte, larvaların besin maddesi gereksinimlerinin karşılanması, hayatta kalma oranları ve deformasyon oranları bakımından hala alınması gereken çok yol vardır (Fouzi vd., 2021). Canlı yemler protein, aminoasit, mineral, vitamin ve endojen enzim içeriği açısından önemli bir besin kaynağıdır (Kandathil Radhakrishnan vd., 2020). Artemia, Rotifer ve Daphnia gibi canlı yemler yaygın olarak kültürü yapılan balık ve kabuklu larvalarının ilk beslenme periyodunda kullanılmaktadır (Conceição vd., 2010; Hamre vd., 2013; Hossain & Yoshimatsu, 2014; Hagiwara & Marcial, 2019). *Daphnia magna* özellikle tatlı su balıklarının larva üretiminde başarıyla kullanılmaktadır (Hoff & Snell, 1987). *D. magna*, %45-70 oranında protein ve %11-27 oranında lipit içeren oldukça besleyici bir canlı yemdir (German vd., 2016). Balıklar için *D. magna* yetiştirilmesinin ve tedarik etmenin temel faydası, hızlı üremeleri, aktif olarak hareket edebilmeleri ve larvaların ağız açıklığına uygun olmasıdır (Cheban vd., 2017). Artemia su ürünleri yetiştiriciliği sektöründe yaygın olarak kullanılmasına rağmen çok pahalı ve tedariki zor bir canlı yemdir. Bu nedenle, ekonomik olarak daha avantajlı olabilecek benzer besin kalitesine sahip daha ucuz alternatiflerine ihtiyaç vardır (Khan vd., 2020). *D. magna*, düşük maliyetleri ve tedarikinin kolay olması nedeniyle Artemia'ya alternatif canlı yem kaynağıdır. Ayrıca, larvaların beslenmesinde *D. magna* kullanımı besleme maliyetini düşürerek yetiştiriciliğin karlılığını artırmaktadır (Fouzi vd., 2021). *D. magna*'nın larva beslemede kullanımında besinsel içeriğinin zenginleştirilmesi, Artemia ve Rotiferlerde olduğu gibi sindirilen besinlere göre değişmektedir. Yapılan çalışmalar genellikle *D. magna*'nın besinsel içeriğinin artırılmasına yönelik olup popülasyon artışı ile ilgili çalışmalar sınırlıdır (Ferrão-Filho vd., 2003; Kang vd., 2006). Bu nedenle *D. magna*'nın büyüme performansı ve fekondite oranını optimize etmek için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Bu çalışma hem balık hem de kabuklu yetiştiriciliğinde canlı yem olarak önemli bir yeri olan *D. Magna*'nın farklı besleme rejimlerinin (kurutulmuş mikrolag olarak toz *Spirulina*, canlı mikroalg *C. vulgaris* ve ekmek mayası) popülasyon artışı ve büyüme oranı üzerine etkilerini belirlemek amacı ile planlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Araştırma yeri

Araştırma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Canlı Yem Laboratuvarı'nda 01 Ekim 2022 – 01 Kasım 2022 tarihleri arasında yürütülmüştür.

2.2. Deneme materyali

Denemede kullanılan *D. magna* (Crustacea: Cladocera) Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Canlı Yem Laboratuvarında uzun yıllardır tutulan stok kültüründen temin edilmiştir.

2.3. Kültür koşulları

D. magna kültürü için artezyen suyu kullanılmıştır. Denemede *D. magna* üretimi 20±1°C su sıcaklığı ve 6,5-8,00 pH'da gerçekleştirilmiştir. Deneme grupları araştırma boyunca doğal aydınlatmaya tabi tutulmuştur. Muameleler havalandırma destekli 1 L'lik balon jöjelerde test edilmiştir.

2.4. Besin kaynakları

D. magna'nın beslenmesinde Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Canlı Yem Laboratuvarı stok kültüründe bulunan *Chlorophyta* filumuna ait tatlı su mikroalgi *C. vulgaris*, piyasadan satın alınmış olan toz formdaki *Spirulina* ve ekmekek mayası (e-ticaret firmasından alınmış, Türkiye Firması) kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan toz formdaki *Spirulina* ve ekmekek mayası 15 g/L, *C. vulgaris* ise 1.5x10⁶ h/ml konsantrasyonunda sabit oranda ortama ilave edilmiştir.

2.5. Besleme rejimi

Bu çalışmada üç farklı besin (kurutulmuş mikrolag ürünü toz *Spirulina*, canlı mikroalg *C. vulgaris* ve ekmekek mayası) ile kültüre alınan *D. magna*'nın en yüksek popülasyon artışı ve büyüme hızının belirlenmesi hedeflenmiştir. 1 litrelik kültür hacminde 700 mL'lik su hacminde gerçekleştirilen denemelerde 25 adet birey stoklanarak denemelere başlanmış ve 21 gün boyunca her gün birey sayımları gerçekleştirilmiştir.

D. magna'ya uygulanan besleme rejimleri aşağıda özetlenmiştir;

- I. Besin olmayan ya da aç bırakılan grup
- II. Sadece toz spirulina
- III. Sadece *Chlorella vulgaris*
- IV. Sadece ekmekek mayası
- V. Toz *Spirulina* + *C. vulgaris*
- VI. Toz *Spirulina* + ekmekek mayası
- VII. *C. vulgaris* + ekmekek mayası
- VIII. Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekmekek mayası

Buna göre kontrol grubu dahil olmak üzere 8 besleme rejimi 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre test edilmiştir. Denemede *D. magna*'nın stoklandığı balon jöjelerdeki su günlük olarak %100 oranında değiştirilmiştir.

2.6. Birey sayımları

Deneme gruplarına göre *D. magna*'nın toplam birey sayımları her bir tekerrür için bireyler yeni ortamlarına aktarılmadan önce tespit edilmiştir. Deneme boyunca günlük olarak yapılan birey sayımlarına göre popülasyondaki büyüme hızı (r) aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Naylor vd., 1992);

$$r = (\ln N_t - \ln N_0) / t$$

N₀=Başlangıçtaki birey yoğunluğu

N_t= t zamanı sonundaki birey yoğunluğu

t=birim hacimde (ml) maksimum birey sayısına ulaşma süresi (gün)

2.7. İstatistiksel analizler

İstatistiksel değerlendirmelerin tümü SPSS 21,00 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Varyans homojenlik testleri (Levene testi) uygulandıktan sonra tek yönlü ANOVA testi yapılmış ve grup ortalaması arasındaki farklılıklar Tukey'in çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. İstatistiksel analizlerde önem seviyesi p = 0,05 düzeyi olarak dikkate alınmıştır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada *D. magna*'nın toplam birey sayısı, büyüme hızı ve fekondite oranı üzerine farklı besin ortamlarının etkisi araştırılmıştır. *D. magna* kültüründe elde edilen birey sayısına ait bulgular Tablo 1'de, büyüme hızına ait bulgular ise Tablo 2'de verilmiştir.

D. magna kültürlerindeki popülasyon artışına ait en yüksek toplam birey sayısı Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekmekek mayası ile beslenen grupta $5541,33 \pm 57,83$ birey/700 mL olarak 16. günde belirlenmiştir. Çalışmada 16 gün sonundaki en yüksek birey sayısı Toz *Spirulina* + ekmekek mayası ile beslenen grup ile istatistiki olarak benzerlik göstermiş olsa da diğer gruplar arasında istatistik olarak fark tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Uygulanan besleme rejimine göre 16. gün sonundaki en düşük birey sayısı kontrol grubunda $32,33 \pm 2,33$ birey/700 mL olarak belirlenmiştir.

Çalışmada 21 gün sonundaki en yüksek birey sayısı $3186,67 \pm 80,58$ birey/700 mL olarak Toz *Spirulina* + ekmekek mayası ile beslenen grupta belirlenmiş olup istatistiki olarak Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekmekek mayası ile beslenen gruba benzerlik göstermesine rağmen diğer gruplardan istatistiki olarak farklıdır ($P < 0,05$).

D. magna'ya uygulanan besleme rejimine göre en yüksek büyüme hızı 14. gün sonunda Toz *Spirulina* + ekmekek mayası ile beslenen grupta $0,87 \pm 0,02$ bölünme/gün olarak belirlenmiş olup bu sonuç istatistiki olarak *C. vulgaris* ile beslenen gruba istatistiki olarak benzerlik gösterse de diğer gruplardan farklı bulunmuştur ($P < 0,05$). Çalışmada herhangi bir besin verilmeyen kontrol grubuna ait büyüme hızı değerleri diğer gruplardan istatistiki olarak önemli oranda düşük bulunmuştur ($P < 0,05$).

Tablo1. *Daphnia magna* kültürlerindeki popülasyon artışı (birey/700ml).

Gün	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00	25,00 ± 0,00
2	36,66 ± 1,67 ^c	45,67 ± 0,67 ^{abc}	42,33 ± 1,45 ^{bc}	42,33 ± 2,67 ^{bc}	47,33 ± 1,45 ^{ab}	50,33 ± 2,91 ^{ab}	46,67 ± 1,66 ^{ab}	53,33 ± 1,67 ^a
3	118,33 ± 3,76 ^{ab}	131,67 ± 2,91 ^a	117,67 ± 3,76 ^{ab}	107,33 ± 4,33 ^b	105,00 ± 4,93 ^b	103,00 ± 4,04 ^b	133,33 ± 6,39 ^a	133,33 ± 4,41 ^a
4	123,33 ± 4,91 ^{bc}	143,00 ± 5,20 ^b	141,00 ± 1,73 ^b	132,33 ± 4,33 ^{bc}	116,67 ± 4,84 ^c	121,67 ± 2,03 ^{bc}	174,66 ± 4,80 ^a	192,00 ± 7,21 ^a
5	123,00 ± 2,51 ^d	161,00 ± 8,89 ^c	159,33 ± 2,91 ^c	174,00 ± 5,51 ^c	148,67 ± 7,54 ^{cd}	154,33 ± 6,06 ^{cd}	218,00 ± 3,06 ^b	255,00 ± 11,55 ^a
6	120,33 ± 3,18 ^e	182,00 ± 2,00 ^d	180,00 ± 8,33 ^d	190,33 ± 9,13 ^{cd}	199,33 ± 2,91 ^{bcd}	223,00 ± 4,73 ^{bc}	232,67 ± 5,93 ^b	350,00 ± 13,23 ^a
7	111,00 ± 2,65 ^e	273,00 ± 4,04 ^{bcd}	235,00 ± 13,00 ^d	253,33 ± 5,36 ^{cd}	240,33 ± 3,76 ^d	287,67 ± 10,40 ^{bc}	298,33 ± 6,57 ^b	405,67 ± 16,70 ^a
8	100,33 ± 4,91 ^c	295,67 ± 6,06 ^b	289,67 ± 8,95 ^b	285,33 ± 11,05 ^b	274,00 ± 6,66 ^b	368,00 ± 13,70 ^{ab}	352,33 ± 8,99 ^{ab}	450,00 ± 15,50 ^a
9	93,00 ± 5,20 ^e	373,67 ± 16,76 ^{bc}	338,00 ± 11,36 ^{cd}	313,33 ± 10,09 ^d	394,33 ± 4,98 ^{bc}	601,67 ± 15,30 ^a	421,67 ± 8,67 ^b	649,00 ± 15,62 ^a
10	85,00 ± 3,79 ^e	431,33 ± 8,11 ^{bcd}	407,00 ± 5,77 ^{cd}	378,00 ± 10,97 ^d	504,00 ± 8,50 ^b	812,33 ± 23,79 ^a	488,00 ± 10,97 ^{bc}	821,33 ± 9,13 ^a
11	72,33 ± 5,81 ^d	501,00 ± 6,08 ^{bc}	473,33 ± 16,05 ^c	432,67 ± 6,44 ^c	626,00 ± 9,87 ^b	1220,67 ± 57,03 ^a	537,00 ± 5,86 ^{bc}	1304,33 ± 56,63 ^a
12	63,33 ± 3,53 ^d	553,67 ± 13,35 ^{bc}	566,33 ± 25,98 ^{bc}	518,67 ± 8,95 ^c	743,33 ± 8,67 ^b	1580,00 ± 90,67 ^a	648,00 ± 5,51 ^{bc}	1535,67 ± 73,79 ^a
13	51,67 ± 1,20 ^c	742,33 ± 28,30 ^b	752,33 ± 60,73 ^b	593,00 ± 8,39 ^b	818,67 ± 13,28 ^b	2134,33 ± 150,96 ^a	811,00 ± 12,77 ^b	1998,33 ± 16,90 ^a
14	44,33 ± 1,20 ^d	1240,67 ± 48,21 ^{bc}	1075,33 ± 44,60 ^c	978,33 ± 19,43 ^c	1453,67 ± 40,52 ^b	3295,00 ± 85,99 ^a	1170,67 ± 11,62 ^{bc}	3437,00 ± 161,52 ^a
15	39,33 ± 0,67 ^c	2646,67 ± 40,13 ^b	2504,33 ± 31,97 ^b	2527,67 ± 62,37 ^b	2739,67 ± 58,89 ^b	4659,00 ± 127,99 ^a	2840,00 ± 40,93 ^b	4644,00 ± 184,93 ^a
16	32,33 ± 2,33 ^d	3656,33 ± 42,36 ^{bc}	3393,33 ± 130,84 ^c	3457,00 ± 103,73 ^{bc}	3797,33 ± 39,33 ^b	5206,33 ± 96,89 ^a	3523,00 ± 87,20 ^{bc}	5541,33 ± 57,83 ^a
17	25,33 ± 2,91 ^e	2670,33 ± 18,21 ^d	2807,67 ± 11,78 ^d	2715,67 ± 40,91 ^d	2864,00 ± 17,35 ^{cd}	4223,00 ± 150,40 ^b	3147,33 ± 34,85 ^c	4612,67 ± 52,23 ^a
18	21,33 ± 3,38 ^d	2517,67 ± 16,80 ^c	2573,67 ± 24,06 ^c	2556,67 ± 8,29 ^c	2727,00 ± 20,81 ^{bc}	4031,37 ± 140,87 ^a	2879,67 ± 20,34 ^b	1471,00 ± 50,59 ^a
19	14,00 ± 0,58 ^c	2292,67 ± 93,12 ^b	2272,67 ± 62,46 ^b	2450,00 ± 25,01 ^b	2506,33 ± 40,46 ^b	3752,00 ± 85,51 ^a	2542,33 ± 81,96 ^b	3715,00 ± 52,25 ^a
20	11,33 ± 0,88 ^c	2202,33 ± 89,64 ^b	2138,00 ± 39,68 ^b	2398,33 ± 10,53 ^b	2177,33 ± 41,98 ^b	3409,00 ± 62,48 ^a	2281,33 ± 36,33 ^b	3443,67 ± 80,22 ^a
21	10,00 ± 0,58 ^e	2144,67 ± 88,02 ^{bc}	1834,67 ± 40,01 ^d	2353,67 ± 17,13 ^b	2001,67 ± 24,88 ^{cd}	3186,67 ± 80,58 ^a	2106,00 ± 75,64 ^{bc}	3168,00 ± 37,29 ^a

I. Besin olmayan grup, II. Toz *Spirulina*, III. *C. vulgaris*, IV. Ekmek mayası, V. Toz *Spirulina* + *C. vulgaris*, VI. Toz *Spirulina* + ekmek mayası, VII. *C. vulgaris* + ekmek mayası, VIII. Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekmek mayası.

*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir ($P < 0,05$).

Tablo 2. *Daphnia magna* kültürlerindeki büyüme hızı (bölünme/gün)

Gün	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	0,19 ± 0,02 ^c	0,30 ± 0,01 ^{ab}	0,26 ± 0,02 ^{bc}	0,26 ± 0,03 ^{bc}	0,32 ± 0,02 ^{ab}	0,35 ± 0,03 ^{ab}	0,31 ± 0,02 ^{ab}	0,38 ± 0,02 ^a
2	0,39 ± 0,02 ^a	0,35 ± 0,01 ^{ab}	0,34 ± 0,02 ^{abc}	0,31 ± 0,01 ^{abcd}	0,26 ± 0,01 ^{cd}	0,24 ± 0,03 ^d	0,35 ± 0,02 ^{ab}	0,31 ± 0,00 ^{bcd}
3	0,04 ± 0,01 ^d	0,08 ± 0,02 ^{cd}	0,18 ± 0,03 ^{bcd}	0,21 ± 0,04 ^{bc}	0,11 ± 0,03 ^{cd}	0,17 ± 0,05 ^{bcd}	0,27 ± 0,03 ^{ab}	0,36 ± 0,01 ^a
4	0,02 ± 0,03 ^b	0,12 ± 0,04 ^{ab}	0,12 ± 0,02 ^{ab}	0,27 ± 0,04 ^a	0,24 ± 0,08 ^a	0,24 ± 0,04 ^a	0,22 ± 0,04 ^a	0,28 ± 0,03 ^a
5	0,02 ± 0,03 ^c	0,13 ± 0,05 ^{abc}	0,12 ± 0,06 ^{abc}	0,09 ± 0,07 ^{bc}	0,30 ± 0,04 ^{ab}	0,37 ± 0,04 ^a	0,06 ± 0,01 ^{bc}	0,32 ± 0,08 ^{ab}
6	0,08 ± 0,03 ^c	0,41 ± 0,02 ^a	0,27 ± 0,10 ^{ab}	0,29 ± 0,07 ^{ab}	0,19 ± 0,02 ^{ab}	0,25 ± 0,04 ^{ab}	0,25 ± 0,00 ^{ab}	0,15 ± 0,01 ^{bc}
7	0,10 ± 0,04 ^b	0,08 ± 0,02 ^{ab}	0,21 ± 0,05 ^a	0,12 ± 0,03 ^{ab}	0,13 ± 0,03 ^{ab}	0,23 ± 0,12 ^a	0,17 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,01 ^{ab}
8	0,08 ± 0,01 ^c	0,23 ± 0,06 ^{ab}	0,15 ± 0,06 ^{bc}	0,09 ± 0,01 ^{bc}	0,36 ± 0,01 ^{ab}	0,51 ± 0,12 ^a	0,18 ± 0,05 ^{bc}	0,37 ± 0,06 ^{ab}
9	0,09 ± 0,01 ^c	0,15 ± 0,03 ^b	0,19 ± 0,02 ^{ab}	0,19 ± 0,06 ^{ab}	0,25 ± 0,02 ^{ab}	0,30 ± 0,03 ^a	0,15 ± 0,02 ^b	0,24 ± 0,02 ^{ab}
10	0,17 ± 0,04 ^b	0,15 ± 0,02 ^b	0,15 ± 0,02 ^b	0,14 ± 0,04 ^b	0,22 ± 0,03 ^b	0,41 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,01 ^b	0,46 ± 0,05 ^a
11	0,13 ± 0,03 ^{ab}	0,10 ± 0,01 ^b	0,18 ± 0,06 ^{ab}	0,18 ± 0,03 ^{ab}	0,17 ± 0,00 ^{ab}	0,26 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,02 ^{ab}	0,16 ± 0,00 ^{ab}
12	0,20 ± 0,04 ^{ab}	0,29 ± 0,06 ^a	0,28 ± 0,04 ^a	0,13 ± 0,03 ^{ab}	0,10 ± 0,00 ^b	0,30 ± 0,01 ^a	0,22 ± 0,02 ^{ab}	0,27 ± 0,04 ^{ab}
13	0,15 ± 0,03 ^c	0,51 ± 0,02 ^{ab}	0,36 ± 0,06 ^b	0,50 ± 0,01 ^{ab}	0,57 ± 0,01 ^a	0,44 ± 0,04 ^{ab}	0,37 ± 0,01 ^b	0,54 ± 0,04 ^a
14	0,12 ± 0,04 ^d	0,76 ± 0,05 ^{ab}	0,85 ± 0,05 ^a	0,51 ± 0,01 ^b	0,63 ± 0,02 ^b	0,35 ± 0,03 ^c	0,87 ± 0,02 ^a	0,30 ± 0,04 ^c
15	0,20 ± 0,08 ^{ab}	0,32 ± 0,00 ^a	0,30 ± 0,03 ^a	0,31 ± 0,01 ^a	0,33 ± 0,03 ^a	0,11 ± 0,02 ^b	0,22 ± 0,01 ^{ab}	0,18 ± 0,03 ^{ab}
16	0,25 ± 0,05 ^{ab}	0,31 ± 0,02 ^a	0,19 ± 0,03 ^{bc}	0,24 ± 0,02 ^{ab}	0,28 ± 0,00 ^{ab}	0,21 ± 0,02 ^{bc}	0,11 ± 0,03 ^c	0,18 ± 0,01 ^{bc}
17	0,13 ± 0,07	0,06 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,09 ± 0,02	0,10 ± 0,01
18	0,04 ± 0,12	0,10 ± 0,04	0,13 ± 0,04	0,04 ± 0,02	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,13 ± 0,04	0,12 ± 0,02
19	0,03 ± 0,07 ^b	0,04 ± 0,02 ^b	0,06 ± 0,01 ^b	0,02 ± 0,01 ^b	0,14 ± 0,02 ^a	0,10 ± 0,01 ^{ab}	0,10 ± 0,02 ^{ab}	0,08 ± 0,02 ^{ab}
20	0,02 ± 0,02 ^b	0,03 ± 0,00 ^b	0,15 ± 0,00 ^a	0,02 ± 0,00 ^b	0,08 ± 0,03 ^{ab}	0,07 ± 0,01 ^{ab}	0,08 ± 0,02 ^{ab}	0,08 ± 0,01 ^{ab}
21	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,00	0,03 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,02

I. Besin olmayan grup, II. Toz *Spirulina*, III. *C. vulgaris*, IV. Ekmek mayası, V. Toz *Spirulina* + *C. vulgaris*, VI. Toz *Spirulina* + ekmek mayası, VII. *C. vulgaris* + ekmek mayası, VIII. Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekmek mayası

*Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık istatistikî olarak önemlidir ($P < 0,05$).

4. TARTIŞMA

D. magna'nın popülasyon artışı tükettiği besine göre değişiklik gösterdiğini tespit eden çok sayıda araştırma mevcuttur. Örneğin Antunes vd. (2016), *D. magna* ve *D. longispina*'nın özellikle *Rhodospirellula rubra* ile beslendiğinde popülasyon artışının olumsuz yönde olduğunu bildirmiştir. Ancak su pirelerinin tek besin ile değil de iki besin kaynağıyla beslendiğinde popülasyon artış hızında herhangi bir değişiklik kaydedilmediği belirtilmiştir. Benzer şekilde Da Conceição Marinho vd. (2019), tarafından *R. rubra*'nın, *D. magna*'ya tamamlayıcı besin kaynağı olarak günlük kullanımı ve nesiller arası popülasyonların beslenmesindeki fizibilitesi araştırılmıştır. *R. rubra*'nın hücre konsantrasyonunun artmasıyla birlikte *D. magna* veriminde bir artış olduğu görülmüş ancak genel olarak tek besin kaynağı olarak sağlandığındaki analiz edilen tüm parametreler *R. rubra*'nın besin açısından yetersiz olduğunu göstermiştir. Dahası Marinho vd. (2018) tarafından *Daphnia magna* için alternatif veya tamamlayıcı besin kaynağı olarak *Gemmata obscuriglobus* ve *Rhodospirellula rubra*'nın potansiyeli incelenmiştir. Yalnızca bakterilerle beslenme, tek besin kaynağı olarak hem planktomisetlerin hem de aktinobakterilerin etkisizliğini göstermiştir. Ancak, *R. subcapitata*'ya takviye olarak kullanıldığında, test edilen bakterilerin en yüksek hücre yoğunluklarında ilk üreme yaşında azalma, üreme, somatik büyüme ve popülasyon artış hızında ise önemli bir artış bulunmuştur. Ayrıca farklı besinler ile beslenen *D. magna*'nın yağ asidi içeriği incelendiğinde gruplar arasında herhangi bir ilişki farkı bulunmamıştır. Martin-Creuzburg vd. (2011) yüksek konsantrasyonlarda tek besin ile *D. magna*'nın beslenmesinin de olumsuz etkilere neden olduğunu belirtilmiştir. Bizim çalışmamızda da *D. magna*'nın karma besin ile beslenmesinin tekli besine göre daha iyi performans gösterdiğini kanıtlamıştır. Benzer şekilde Wenzel vd. (2012), Khan vd. (2020) ve Fouzi vd. (2021) yaptıkları çalışmada *D. magna*'nın üretimini laboratuvar koşullarında incelemiş ve *D. magna*'nın tek besin yerine kombine besini tercih ettiğini bildirmiştir. *D. magna* kültürlerindeki popülasyon artışına ait en yüksek toplam birey sayısı Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekme mayası ile beslenen grupta $5541,33 \pm 57,83$ birey/700mL olarak 16. günde belirlenmiştir. Uygulanan besleme rejimine göre 16. gün sonundaki en düşük birey sayısı kontrol grubunda $32,33 \pm 2,33$ birey/700mL olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda belirlediğimiz en yüksek birey sayısının elde edildiği gruba benzer şekilde Fouzi vd. (2021)'de *D. magna*'da en yüksek popülasyon artışını ekme mayası + kurutulmuş balık içeren besin ile beslenen grupta belirlemiştir.

Ölmez vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada *Scenedesmus acuminatus* ile beslenen *D. magna*'da en yüksek birey sayısını $3600,00 \pm 41,00$ birey/500 mL olarak belirlemiş olup söz konusu değer bizim çalışmamızda yalnızca mikroalg (*C. vulgaris*) ile beslenen gruptan elde edilen birey sayısı ($3393,33 \pm 130,84$ birey/700 mL) ile benzerlik göstermiştir.

D. magna'ya uygulanan besleme rejimine göre en yüksek büyüme hızı 14. gün sonunda Toz *Spirulina* + ekme mayası ile beslenen grupta $0,87 \pm 0,02$ bölünme/gün olarak belirlenmiş olup bu sonuç istatistiki olarak *C. vulgaris* ile beslenen gruba (0,85) istatistiki olarak benzerlik göstermiştir. Çalışmamızın sonucu German vd. (2016)'nin *C. vulgaris* ile beslenen *D. magna*'nın büyüme oranı verileri (0,82) ile paralellik göstermektedir. Ayrıca çalışmamızdaki en yüksek büyüme hızı verisi Repka (1997)'nin *S. obliquusla* beslenen *D. galeatada* elde ettiği değerden (0,34) ve Ölmez vd. (2009)'nin *S. acuminatus* ile beslenen *D. magna*'dan elde ettiği değerden (0,36) daha yüksektir. Yetiştirilen hedef tür farklı olmasına rağmen beslenme türüne bağlı olarak, *Ceriodaphnia dubia*'nin popülasyon artış hızı 0,07 - 0,26 gün, *Moina macrocopa*'nın ise 0,14 - 0,61 arasında olduğu Alva-Martínez vd. (2007) tarafından bildirilmiş ve söz konusu sonuçlar bizim sonuçlarımız ile benzerlik göstermiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların araştırmacılardan daha yüksek olmasının nedeninin ise kültür koşullarındaki farklılıklar veya araştırmacıların *D. magna*'yı tek bir tür ile beslemesi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Sonuç olarak, bu çalışmada *D. magna* üretimi açısından en iyi sonuçlar Toz *Spirulina* + *C. vulgaris* + ekmekek mayası ile beslenen grupta bulunmuştur. Ürünlerin tek tek kullanılmasının yerine kombine şekilde kullanılması hem popülasyon artışını hem de büyüme hızını olumlu yönde etki etmiştir. Çalışmanın kuluçkahanelerde larval yetiştiricilikte önemli yere sahip olan *D. magna*'nın popülasyon artışı ile ilgili yapılacak ileriki araştırmalara ışık tutulacağı ve yetiştiricilik sektörüne katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, laboratuvar çalışmalarında yardımlarından dolayı Prof. Dr. Sevgi SAVAŞ'a (Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye) teşekkür etmektedir.

FİNANS

Bu çalışma TÜBİTAK 2209/A Öğrenci projesi (2021/2) tarafından desteklenmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Yazarlar, bu çalışmayı etkileyebilecek finansal çıkarlar veya kişisel ilişkiler olmadığını beyan etmektedir.

YAZAR KATKILARI

Kurgu: HBEÖ, MET; Metodoloji: HBEÖ, MET; Deneyin gerçekleştirilmesi: HBEÖ, MET; Veri analizi: HBEÖ, MET; Makale yazımı: HBEÖ, MET; Denetleme: HBEÖ. Tüm yazarlar nihai taslağı onaylamıştır.

ETİK ONAY BEYANI

Bu çalışmada deney hayvanları kullanılmaması nedeniyle Yerel Etik Kurul Onayı alınmamıştır.

VERİ KULLANILABİLİRLİK BEYANI

Bu çalışmada kullanılan veriler makul talep üzerine ilgili yazardan temin edilebilir.

KAYNAKLAR

- Antunes, S. C., Almeida, R. A., Carvalho, T., & Lage, O. M. (2016). Feasibility of planctomycetes as a nutritional or supplementary food source for *Daphnia* spp. *In Annales de Limnologie-International Journal of Limnology*, 52, 317-325. <http://dx.doi.org/10.1051/limn/2016019>
- Alva-Martínez, A. F., Sarma, S. S. S., & Nandini, S. (2007). Effect of mixed diets (cyanobacteria and green algae) on the population growth of the cladocerans *Ceriodaphnia dubia* and *Moina macrocopa*. *Aquatic Ecology*, 41, 579-585. <https://doi.org/10.1007/s10452-007-9115-1>
- Cheban, L. M., Grynko, O. E., M. M., & Marchenko, M. M. (2017). Nutritional value of *Daphnia magna* (straus, 1820) under conditions of co-cultivation with fodder microalgae. *Biological systems*, 9(2), 166-170.
- Conceição, L. E., Yúfera, M., Makridis, P., Morais, S., & Dinis, M. T. (2010). Live feeds for early stages of fish rearing. *Aquaculture Research*, 41(5), 613-640. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2009.02242.x>
- Da Conceição Marinho, M., Lage, O. M., Sousa, C. D., Catita, J., & Antunes, S. C. (2019). Assessment of *Rhodospirellula rubra* as a supplementary and nutritional food source to the microcrustacean *Daphnia magna*. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 112, 1231-1243. <https://doi.org/10.1007/s10482-019-01255-x>

- Das, P., Mandal, S. C., Bhagabati, S. K., Akhtar, M. S., & Singh, S. K. (2012). Important live food organisms and their role in aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, 5(4), 69-86.
- Ferrão-Filho, A. S., Fileto, C., Lopes, N. P., & Arcifa, M. S. (2003). Effects of essential fatty acids and N and P-limited algae on the growth rate of tropical cladocerans. *Freshwater Biology*, 48(5), 759-767. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.2003.01048.x>
- Fouzi, M. N. M., Surakshima, H. A. B., & Withanage, P. M. (2021). Influence of fish meal, yeast and maize on the growth and survival of freshwater zooplankton *Daphnia Magna*. *Sri Lankan Journal of Technology*, 46-52.
- German, C. C. I., del Carmen, M. D. M., & Daniel, B. C. (2016). Laboratory production of *Daphnia magna* (Straus 1820) fed with microalgae and active dry yeast. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4, 548-553.
- Hamre, K., Yufera, M., Rønnestad, I., Boglione, C., Conceição, L. E., & Izquierdo, M. (2013). Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*, 5, S26-S58. <https://doi.org/10.1111/j.1753-5131.2012.01086.x>
- Hagiwara, A., & Marcial, H. S. (2019). The use of non-*Brachionus plicatilis* species complex rotifer in larviculture. *Hydrobiologia*, 844(1), 163-172. <https://doi.org/10.1007/s10750-018-3837-z>
- Hoff, F. H., & Snell, T. W. (1987). Plankton culture manual Florida Aqua Farms. Inc, Florida.
- Hossain, M. A., & Yoshimatsu, T. (2014). Dietary calcium requirement in fishes. *Aquaculture Nutrition*, 20(1), 1-11. <https://doi.org/10.1111/anu.12135>
- Kandathil Radhakrishnan, D., AkbarAli, I., Schmidt, B. V., John, E. M., Sivanpillai, S., & Thazhakot Vasunambesan, S. (2020). Improvement of nutritional quality of live feed for aquaculture: An overview. *Aquaculture Research*, 51(1), 1-17. <https://doi.org/10.1111/are.14357>
- Kang, C. K., Park, H. Y., Kim, M. C., & Lee, W. J. (2006). Use of marine yeasts as an available diet for mass cultures of *Moina macrocopa*. *Aquaculture Research*, 37(12), 1227-1237. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2006.01553.x>
- Khan, M. A., Hasan, M. M., Sumon, K. A., & Rashid, H. (2020). Culture of freshwater zooplankton *Daphnia magna* fed with different feed combination. *Bangladesh Journal of Fisheries*, 32(1), 55-59.
- Kruger, D. P., Britz, P. J., & Sales, J. (2001). The influence of livefeed supplementation on growth and reproductive performance of swordtail (*Xiphophorus helleri* Heckel 1848) broodstock. *Aquarium Sciences and Conservation*, 3(4), 265-273. <https://doi.org/10.1023/A:1013109128120>
- Lall, S. P., & Tibbetts, S. M. (2009). Nutrition, feeding, and behavior of fish. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, 12(2), 361-372. <https://doi.org/10.1016/j.cvex.2009.01.005>
- Lim, L. C., Dhert, P., & Sorgeloos, P. (2003). Recent developments in the application of live feeds in the freshwater ornamental fish culture. *Aquaculture*, 227(1-4), 319-331. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(03\)00512-X](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(03)00512-X)
- Marinho, M. C., Lage, O. M., Catita, J., & Antunes, S. C. (2018). Adequacy of planctomycetes as supplementary food source for *Daphnia magna*. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 111, 825-840. <https://doi.org/10.1007/s10482-017-0997-1>
- Martin-Creuzburg, D., Beck, B., & Freese, H. M. (2011). Food quality of heterotrophic bacteria for *Daphnia magna*: evidence for a limitation by sterols. *FEMS Microbiology Ecology*, 76(3), 592-601. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2011.01076.x>
- Naylor, C., Bradley, M. C., & Calow, P. (1992). Effect of algal ration-quality and method of quantification-on growth and reproduction of *Daphnia magna*. *Archiv für Hydrobiologie*, 311-321.
- Ölmez, M., Savaş, S., Güçlü, Z., Demir, O., & Gümüş, E. (2009). Farklı Ortamlarda Üretilmiş *Scenedesmus acuminatus* Alginin ve Ekmek Mayasının (*Saccharomyces cerevisiae*) *Daphnia*
-

- magna'nın Populasyon Artışına Etkisi. Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 26(1), 49-53.*
- Repka, S. (1997). Effects of food type on the life history of *Daphnia* clones from lakes differing in trophic state. I. *Daphnia galeata* feeding on *Scenedesmus* and *Oscillatoria*. *Freshwater Biology, 38(3), 675-683.* <https://doi.org/10.1046/j.1365-2427.1997.00236.x>
- Tuchapska, A., & Krazan, S. (2014). Cultivation of Cladoceran (cladocera) for increasing provision of young-of-the-year carp (*Cyprinus carpio*) with natural feeds (review). *Ribogospodars'ka Nauka, Ukraini, 2(28), 55- 68.*
- Wenzel, A., Bergström, A. K., Jansson, M., & Vrede, T. (2012). Survival, growth and reproduction of *Daphnia galeata* feeding on single and mixed *Pseudomonas* and *Rhodomonas* diets. *Freshwater Biology, 57(4), 835-846.* <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02751.x>
-