

Trichogramma evanescens Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Tarafından Parazitlenen *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) Yumurtaları Üzerinde Larva Diyetlerinin Etkisi

Ali ÖZPINAR*, Asude TÜRKOĞLU, Ali Kürşat ŞAHİN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 20.07.2023

Kabul Tarihi/Accepted: 06.11.2023

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0003-4512-8027 orcid.org/0000-0001-6587-4778 orcid.org/0000-0002-2721-8822

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: aozpinar@comu.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) üretiminde 6 farklı larva diyeti test edilmiştir. İçeriklerine göre; 1 (% 25 buğday kepeği +% 25 tatlı mısır unu), 2 (% 22.5 buğday kepeği +% 22.5 tatlı mısır unu + % 5 balık unu), 3 (% 21.25 buğday kepeği +% 21.25 tatlı mısır unu + % 7.5 balık unu), 4 (% 20 buğday kepeği +% 20 tatlı mısır unu + % 10 balık unu), 5 (% 18.75 buğday kepeği +% 18.75 tatlı mısır unu + % 12.5 balık unu) ve 6 (% 17.5 buğday kepeği +% 17.5 tatlı mısır unu + % 15 balık unu) larva diyeti hazırlanmıştır. Larva diyetleri üzerinde *E. kuehniella*'nın bazı biyolojik özellikleri ve üzerinde 3 döl üretilen *E. kuehniella* yumurtalarının *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) tarafından parazitlenme etkinliği incelenmiştir. En uzun *E. kuehniella* ergin ömrü (10.48 gün) 6 nolu diyetle ve dişi başına en fazla yumurta (456.63 yumurta) 5 nolu diyetle gerçekleşmiştir. En kısa yumurta, larva ve pupa gelişme süreleri sırasıyla; 1 nolu (2.15 gün), 3 nolu (25.7 gün) ve 6 nolu (9.6 gün) diyetlerde elde edilmiştir. *E. kuehniella*'nın üretiminde; mısır ve balık unu içeren larva diyetleri, kontrolden daha iyi sonuç vermiştir. Test edilen larva diyetlerinde elde edilen *E. kuehniella* yumurtaları *T. evanescens* tarafından farklı oranlarda parazitlenmiş, ancak larva diyetlerinin parazitlenme etkinliği üzerindeki etkisi istatistiksel olarak kontrol besininden farklı bulunmamıştır. Sonuç olarak ilk kez larva diyetlerinde kullanılan balık ununun *E. kuehniella* yumurtalarının üretiminde kullanılabileceği görülmüştür. *T. evanescens* dışlarının 6 diyetle elde edilen yumurtaları farklı oranlarda parazitlediği, ancak parazitoit erginlerinin yumurtalara alıştırma süresi de dikkate alınarak parazitlenme için en uygun larva diyetinin belirlenmesi için çalışmanın detaylandırılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Ephestia kuehniella*, *Trichogramma evanescens*, larva diyetleri, kitle üretimi

Effect of Larval Diets on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) Eggs Parasitized by *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae)

Abstract: In this study, six different larval diets were tested for the production of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). According to their content; 1 (25% wheat bran + 25% sweet corn flour), 2 (22.5% wheat bran + 22.5% sweet corn flour + 5% fishmeal), 3 (21.25% wheat bran + 21.25% sweet cornmeal + 7.5% fishmeal), 4 (20% wheat bran + 20% sweet corn flour + 10% fishmeal), 5 (18.75% wheat bran + 18.75% sweet corn flour + 12.5% fish meal) and 6 (17.5% wheat bran + 17.5% sweet corn meal + 15% fish meal) larval diets were prepared. Some biological features of *E. kuehniella* on larval diets and the parasitisation efficiency of *E. kuehniella* eggs after 3 generations by *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were investigated. The longest *E. kuehniella* adult life (10.48 days) was in diet 6 and the highest number of eggs per female (456.63 eggs) was in diet 5. The shortest egg, larva and pupa development times are obtained in diets 1 (2.15 days), 3 (25.7 days) and 6 (9.6 days), respectively. In the production of *E. kuehniella*; larval diets containing corn and fish meal performed better than control. *E. kuehniella* eggs obtained from the tested larval diets were parasitized by *T. evanescens* at different rates, but the effect of larval diets on parasitisation efficiency was not statistically different from the

control diet. As a result, it has been observed that fish meal, which was used for the first time in larval diets, can be used in the production of *E. kuehniella* eggs. It was concluded that *T. evanescens* females parasitized the eggs obtained in 6 diets at different rates, but the study should be detailed in order to determine the most suitable larval diet for parasitism, taking into account the acclimatization period of the parasitoid adults to the eggs.

Keywords: *Ephestia kuehniella*, *Trichogramma evanescens*, larval diets, mass production

1. Giriş

Ephestia kuehniella Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) halk arasında Değirmen güvesi veya Un güvesi olarak bilinen bir depo zararlısıdır. Başta tahıl ve ürünleri olmak üzere; kuru meyvelerin yanında, badem ve yerfıstığı gibi depolanmış ürünlerde de zararlı olmaktadır. Ancak, Un güvesi, depo zararlı olmanın ötesinde, biyolojik mücadele etmenlerinin kitle üretiminde kullanılmasıyla önem kazanmıştır. Lepidoptera takımına ait zararlı türlerle mücadelede yumurta parazitoiti, *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin kitle üretimi ülkelere göre değişmekle birlikte; *Sitotroga cerealella* Olivier (Lepidoptera: Gelechiidae), *Corcyra cephalonica* Stainton (Lepidoptera: Pyralidae) ve *E. kuehniella*'nın yumurtaları üzerinde yapılmaktadır (Kılınçer ve ark., 1990; Jalali ve Singh, 1992; Özpınar, 1997; Pitcher ve ark., 2002; Özder ve Kara, 2010).

Günümüzde bu konukçuların birden fazla biyolojik mücadele etmenin kitle üretiminde kullanılıyor olması, ticari değerlerini arttırmıştır. Örneğin Değirmen güvesi yumurtalarında *Anthocoris minki* Wolf (Heteroptera: Anthocoridae), *Orius niger* Wolf (Heteroptera: Anthocoridae) ve *O. laevigatus* (Fieber) (Heteroptera: Anthocoridae) (Karakuş, 2010; Pehlivan ve ark., 2017; Kaygan, 2018) ve larvalarında ise *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) üretilmektedir (Dabbağoğlu, 2004; Tunca ve ark., 2010; Pezzini ve ark., 2020; Demiray, 2021). Biyolojik mücadele etmenlerinin kitle üretimlerinin sürdürülebilirliği; uygun besin ortamında ekonomik olarak üretilen konukçuların varlığına bağlıdır. Bu açıdan kullanılan besinlerin içerikleri, konukçunun gelişmesi ve yüksek üreme gücüne ulaşmasında önemli bir paya sahiptir. Gonzalaez-Teuber ve ark. (2008) tarafından düşük kaliteli besin üzerinde gelişen *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Chrysomelidae) erginlerin, yüksek kaliteli besinler üzerinde gelişen erginlere göre daha küçük yumurta bıraktıkları bildirilmiştir. Bu bağlamda farklı larva diyetleri ile iyileştirme çalışmaları yapılarak kitle üretim konukçusunun verimliliği ve ekonomikliği arttırılmaktadır (Ercan, 1989; Tulaganov, 1995; Tarlack ve ark., 2015; Kılıcı, 2016; Kurtuluş ve ark., 2019; Güncan ve ark., 2023). Nitekim farklı diyetlerde yetiştirilen *E. kuehniella* yumurtalarının

üzerinde *Trichogramma brassicae* Bezdenko (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin parazitlenme etkinliği incelenmiş en uygun larva diyeti belirlenmiştir (Moghaddassi ve ark., 2019).

Böceklerde, karbonhidratlar temel enerji kaynağı olarak, proteinler ise böcek vücudunun yapısında kullanılan temel besin maddeleridir (Simpson ve Raubenheimer, 2012). Proteinlerden elde edilen aminoasitler yeni dokular ve enzimlerin gelişmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca vücutta karbonhidrat miktarının çok düşük olması durumunda aminoasitler enerji kaynağı olarak da işlev görebilmektedir (Thompson ve ark., 2002). Böcek üretiminde kullanılan diyetlerdeki proteinin oranı böcek gelişimi ve üremesi için elzemdir. Son yıllarda tarımsal ürünleri işleyen sanayi tesislerinden çıkan atık maddelerin yeni ürünlere dönüştürülmesiyle çevrenin kirleticilerden arındırılması ve atık maddelerin ekonomiye kazandırılması sürdürülebilirlik temelinde değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, Çanakkale'de "Özel Balık İşleme Fabrikası'nda" balık atıklarının balık unu olarak geri dönüşüme kazandırılması ve tohumluk olarak üretilen ve tohumluk dışı kalan tatlı mısırın, larva diyeti olarak değerlendirilme potansiyeli bulunmaktadır. Bu amaçla, uzun yıllardır Değirmen güvesi üretiminde kullanılan buğday unu+buğday kepeği (1:1) karışımında; azaltılan buğday kepeğine karşılık farklı oranlarda tatlı mısır unu ve balık unu ilave edilerek elde edilen 6 farklı larva diyetinin üzerinde üretilen Değirmen güvesi yumurtalarının *T. evanescens* tarafından parazitlenme etkinliği test edilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada Değirmen güvesi ve *T. evanescens*'in farklı biyolojik dönemleri ile kontrol besini ve 6 larva diyeti materyal olarak kullanılmıştır (Tablo 1). Hazırlanan larva diyetleri kullanılmadan önce dış bulaşmalardan korumak için 60 °C sıcaklığa ayarlı etüvde 4 saat tutulmuştur. Diyetlerde kullanılan tatlı mısır ve buğday, uygun partikül elde etmek için besin öğütme değirmeninde öğütülmüştür. İçeriğinde % 60-70 oranında protein ve % 5-12 oranında yağ bulunan balık unu hazır halde özel bir kuruluştan temin edilmiştir. Ayrıca, *E. kuehniella*'nın üretiminde farklı ebatlardaki plastik küvetler, ergin toplamada vakumlu pompa ve ergin yumurtalama kafesleri kullanılmıştır.

Tablo 1. *Ephestia kuehniella* larva üretiminde kullanılan farklı diyetlerin oranı (%) ve miktarı (g)
Table 1. Ratio (%) and amount (g) of different diets used in *Ephestia kuehniella* larvae production

| Larva diyetleri | Buğday unu | Buğday kepeği | Tatlı mısır unu | Balık unu | Toplam |
|-----------------|--------------|-------------------|-------------------|----------------|--------|
| Kontrol | % 50 (500 g) | % 50.00 (500 g) | - | - | 1000 g |
| 1 | % 50 (500 g) | % 25.00 (250 g) | % 25.00 (250 g) | - | 1000 g |
| 2 | % 50 (500 g) | % 22.50 (225 g) | % 22.50 (225 g) | % 5 (50 g) | 1000 g |
| 3 | % 50 (500 g) | % 21.25 (212.5 g) | % 21.25 (212.5 g) | % 7.5 (75 g) | 1000 g |
| 4 | % 50 (500 g) | % 20.00 (200 g) | % 20.00 (200 g) | % 10 (100 g) | 1000 g |
| 5 | % 50 (500 g) | % 18.75 (187.5 g) | % 18.75 (187.5 g) | % 12.5 (125 g) | 1000 g |
| 6 | % 50 (500 g) | % 17.50 (175 g) | % 17.50 (175 g) | % 15 (150 g) | 1000 g |

Değirmen güvesi üretimi, 24±1 °C sıcaklık ve % 60 oranlı nemde uzun gün (16:8) koşullarında yürütülmüştür. Kültür 32×26×10 cm ebatlarındaki küvetlere 1000 gram larva diyeti konularak üzerine 2000 adet Değirmen güvesi yumurtası ekilmiştir. Değirmen güvesi yumurtalarından çıkış yapan larvaların içinde pupa olmaları için besinin üst yüzeyine 5'er cm eninde oluklu karton şeritler yerleştirilmiştir. Kültürde gelişen erginlerin dağılmasını önlemek için küvetlerin üzerine örtülen Amerikan bezi bir lastik yardımıyla küvetin kenarlarına sabitlenmiştir. Gelişmeye bırakılan kültür günlük kontrol edilerek, çıkış yapan Değirmen güvesi erginleri vakumlu pompayla toplanarak yumurtlama kafeslerine alınmış ve diyetlere göre çıkış yapan erginler kaydedilerek ilk ve son ergin çıkışına göre ergin uçuş periyodu belirlenmiştir. Yumurtalama kafeslerinde günlük olarak toplanan yumurtaların bir kısmı denemelerde ve diğerleri ise yeni kültürler için kullanılmıştır.

Larva diyetlerinde gelişen Değirmen güvesi pupaları streobinoküler mikroskop altında incelenerek erkek ve dişi ayrımı yapılmış ve 1 dişiye 2 erkek gelecek şekilde pet bardaklara alınmıştır. Deneme 10 tekrarlı olarak kurulmuş ve günlük kontrol edilen pupalardan çıkış yapan erginler kaydedilerek pupa gelişme süresi belirlenmiştir. Ergin çıkışı tamamlandıktan sonra erkek ve dişi ömrü, dişi başına bırakılan günlük yumurta sayısı not edilmiştir. Her besin için aynı yaştaki yumurtalardan çıkış yapan 15'er adet larva her birinde 5 gramlık larva diyetleri bulunan plastik Petri kaplarına alınmış ve günlük kontroller yapılarak Değirmen güvesi larva gelişme süresi belirlenmiştir (Bulut ve Kılınçer, 1987; Özder, 2004).

Farklı larva diyetlerinden elde edilen Değirmen güvesi yumurtalarının *T. evanescens* tarafından parazitlenme etkinliği 24±1 °C sıcaklık, % 65±5 oransal nem uzun gün koşullarına ayarlı iklim dolabında incelenmiştir (Özder, 2004). Farklı diyetlerde günlük olarak elde edilen 50 Değirmen güvesi yumurtası kağıt şeritlere yapıştırılmış ve 1x10 cm boyutundaki cam tüplere alınarak üzerine yumurtadan yeni çıkmış 1 dişi 2 erkek

T. evanescens ergini salınmıştır. Parazitoidlerin beslenmesi, tüpün iç çeperine ince çizgiler halinde sürülen seyreltilmiş bal ile sağlanmıştır. Tüplerin ağzı pamukla kapatılmış ve yumurtalar 24 saat parazitlenmeye bırakılmıştır. Parazitlenme aynı koşullarda 3 gün tekrarlanmıştır. İlk üç gün bir dişi bireyin parazitlediği yumurtalar, parazitlenme oranı, çıkış yapan erkek ve dişi parazitoid sayısı kaydedilmiştir. Her larva diyeti için deneme 10 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, parazitlenen yumurta sayıları belirlenmiştir. Ergin antenlerindeki morfolojik farklılıklardan yararlanılarak stereo binoküler mikroskop altında cinsiyetlerine ayrılmıştır.

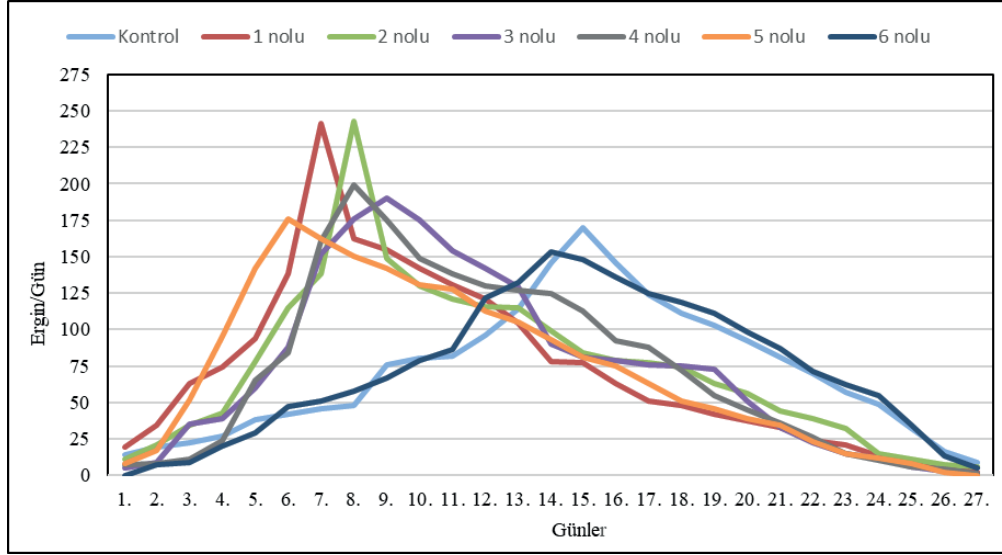
Araştırmadan elde edilen bulgularla her larva diyeti esas alınarak SPSS 23 paket programında ortalamalar arasındaki fark tek yönlü ANOVA ve Fisher's LSD (Least Significant Difference) çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (p≤0.05).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. *Ephestia kuehniella* gelişmesinde larva diyetlerinin etkisi

Farklı larva diyetlerinde gelişen Değirmen güvesi ergin uçuş periyodu Şekil 1'de verilmiştir. Larva diyetlerinde ergin uçuş süresi benzer olup, kontrol ile balık ununun en yüksek oranda yer aldığı 6 nolu besinde ergin uçuş piki 15.-17. günlerde, diğer besinlerde ise 8.-10. günlerde gerçekleşmiştir. Balık unu oranının en yüksek olduğu 6 nolu diyet (% 15) ile kontrol besininde ergin gelişmesi diğer larva diyetlerinin gerisinde kalmıştır. Balık unu içermeyen ve mısır unu oranının yüksek olduğu 1 nolu diyet ile düşük oranda balık unu içeren 2 nolu diyetle ergin piki daha erken dönemde gerçekleşmiştir (Şekil 1).

Diğer taraftan, kültüre alınan yumurtalardan (2000 adet) gelişen erginlerin oranı; kontrol ve 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 nolu larva diyetlerinde sırasıyla; % 95.5, % 99.1, % 100, % 98.5, % 93.3, % 98.1 ve % 96.2 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek ergin çıkış oranı 2 nolu diyetle (% 100) ve en düşük ergin çıkış oranı ise kontrolde (% 95.5) meydana gelmiştir. Balık unu içeren diyetlerde çıkış yapan ergin sayısı



Şekil 1. Farklı larva diyetlerinde gelişen *Ephestia kuehniella* ergin uçuş periyodu
Figure 1. Adult flight period of *Ephestia kuehniella* developing on different larval diets

kontrole göre yüksek çıkmıştır. Ancak, ergin sayısındaki artış diyetlerin içerdiği mısır ve balık unu miktarıyla ilişkili bulunmamıştır. Çalışmada, 2 nolu larva diyetinde erginlerin daha erken tarihlerde gelişmelerini tamamlamış olması bakımından en iyi sonucu vermiştir. Balık ununun en fazla olduğu 6 nolu diyetin kontrol besini ile eşdeğer sonuçlar vermesi, karışımda balık unu miktarının artışının olumlu bir katkı sağlamadığı şeklinde değerlendirilmiştir.

Farklı besinlerde yetiştirilen *E. kuehniella* erginlerinin ömrü boyunca günlük bıraktıkları yumurta sayısı Tablo 2’de verilmiştir. *E. kuehniella* dişileri ömrü boyunca en fazla yumurtayı 465.6 adet ile 5 nolu larva diyetinde bırakmıştır. Bu diyeti 409 adet ile 6 nolu diyet takip etmiştir. En düşük yumurta sayısı ise ergin çıkış oranının en yüksek olduğu 2 nolu (235.3 adet) diyetinde tespit edilmiştir. Balık unu miktarının en düşük olduğu 2 nolu diyet kontrol besinin gerisinde kalmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı larva diyetleri üzerinde gelişen *Ephestia kuehniella* dişilerinin 24±1 °C sıcaklık ve % 60 orantılı nemde ömrü boyunca günlük bıraktıkları ortalama yumurta sayıları

Table 2. Average number of eggs laid per day lifespan of *Ephestia kuehniella* females developing on different larval diets at 24±1 °C temperature and 60% relative humidity

| Ergin ömrü (gün) | Kontrol | 1 nolu | 2 nolu | 3 nolu | 4 nolu | 5 nolu | 6 nolu |
|------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. | 25.3 | 22.4 | 0.0 | 29.3 | 0.0 | 13.9 | 6.6 |
| 2. | 71.3 | 85.8 | 8.2 | 56.4 | 58.1 | 31.0 | 18.1 |
| 3. | 87.2 | 82.1 | 66.5 | 96.4 | 37.7 | 108.5 | 64.2 |
| 4. | 53.6 | 71.4 | 61.0 | 68.5 | 119.6 | 127.1 | 78.2 |
| 5. | 50.1 | 59.2 | 42.0 | 35.6 | 87.5 | 83.6 | 105.2 |
| 6. | 16.3 | 25.3 | 26.8 | 35.0 | 43.8 | 57.5 | 67.7 |
| 7. | 7.8 | 9.5 | 20.3 | 15.6 | 23.1 | 27.9 | 43.6 |
| 8. | 1.2 | 0.7 | 6.3 | 2.6 | 8.2 | 14.3 | 14.8 |
| 9. | 0.1 | 0.2 | 4.2 | 0.0 | 2.0 | 1.9 | 8.7 |
| 10. | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2.0 |
| Toplam | 313.0 | 356.6 | 235.3 | 339.4 | 380.0 | 465.6 | 409.1 |

Değirmen güvesi erginleri tarafından günlük bırakılan ortalama yumurta sayısı larva diyetlerine göre değişmiş ve en fazla yumurta sayısı tüm diyetlerde dişi ömrünün 3. ve 4. günlerinde elde edilmiştir. Kitle üretim çalışmalarında yumurta veriminin ergin ömrünün ilk günlerinde elde edilmesi, üretimin sürdürülebilirliği ve ekonomikliği açısından arzu edilen bir durumdur.

Sayısal olarak bakıldığında erginlerin ömrü boyunca bıraktıkları toplam yumurtaların ilk 5 günde oranları; kontrolde ve 1, 2, 3, 4, 5, 6 nolu larva diyetlerinde sırasıyla; % 89.98, % 75.49, % 84.30, % 79.71, % 78.20 ve % 66.56 olarak gerçekleşmiştir. Buğday kepeği yerine diyetlerde balık ve mısır unundaki artış ergin ömrünün ilk günlerinde yumurta bırakmada bir avantaj

sağlamamıştır. Kontrole göre bir gecikme söz konusu olmuştur. Diyetlere katılacak olan balık unu ve mısır unu miktarı diğer değişkenlerde göz önüne alınarak gözden geçirilmelidir. Kitle üretimde ergin ömrünün ilk günlerinde yumurta veriminin yüksek olması maliyeti düşüren bir değişken olarak değerlendirildiğinde, diyetlerde balık unundaki artış bu doğrultuda bir sonuç vermemiştir.

Tablo 3'te Değirmen güvesine ait biyolojik parametrelerin larva diyetlerine göre değişiklik gösterdiği ve bu değişikliği sağlayan farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. En uzun ortalama dişi ömrü 11.30 gün ile dişi başına bırakılan yumurta sayısının en düşük olduğu 2 nolu diyetle gerçekleşmiştir. Ergin ömrü ile bırakılan yumurta sayısı paralellik göstermemiştir. En kısa ergin ömrü ise 9.20 gün ile 3 nolu diyetle tespit edilmiştir. Dişi ömrünün farklı grupta yer aldığı 2 ve 3 nolu diyetler mısır ununa ilave olarak içinde balık unu bulunan besinlerden oluşmaktadır (Tablo 3). Tarlack ve ark. (2015)'na göre farklı diyetlerde dişi ömrünü 8.00-9.46 gün arasında değiştirmiştir. Moghaddassi ve ark. (2019) ise dişi ömrünü ortalama 8.7 gün olarak tespit etmişlerdir. Karabörklü ve Ayvaz (2007) ise mısır ununda dişi ömrünün en fazla 8.30 gün olduğunu belirlemişlerdir. Görüldüğü üzere dişi ömrüne ait değerler biri birine yakın olmasına rağmen, üzerinde geliştiği diyetlere göre de değişiklik göstermektedir.

En uzun erkek ömrü 10.80 gün ile balık unu içermeyen 1 nolu diyetle ve en kısası ise 8.00 gün ile kontrol besininde gerçekleşmiştir (Tablo 3). Tarlack ve ark. (2015)'na göre erkek ömrünün 9.10-10.05 gün arasında değiştiğini, Karabörklü ve Ayvaz (2007) ise erkek ömrünün en fazla buğday ununda (9.92 gün) gerçekleştiğini belirlemişlerdir.

Kitle üretiminin önemli parametrelerinden olan dişi başına bırakılan yumurta sayısı larva diyetlerine göre değişiklik göstermiş ve diyetlerin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dişi başına en fazla yumurta 465.63 adet ile 5 nolu diyetle gerçekleşmiştir. Bunu 409.10 adet yumurta ile aynı grupta yer alan 6 nolu diyet izlemiştir. Larva diyetlerinde balık ve mısır ununun oransal olarak yüksek olduğu 5 ve 6 nolu diyetler bu yönüyle dikkati çekmiştir. En uzun dişi ömrüne sahip 2 nolu diyetle yumurta sayısı 235.33 adet ile en düşük olup, kontrol besinin gerisinde kalmıştır (Tablo 3).

Moghaddassi ve ark. (2019)'na göre dişi başına bırakılan yumurta sayısının 264.5-279.5 adet arasında değiştiğini, Kurtuluş ve ark. (2019) ise buğday unu, buğday kepeği, gliserin ve maya karışımından oluşan diyetle 293.3 adet olarak bildirmişlerdir. Tarlack ve ark. (2015) ise farklı besinlerde bir dişinin ömrü boyunca bıraktığı

toplam yumurta sayısının 220.00 adet ile 284.60 adet arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Karabörklü ve Ayvaz (2007) yaptıkları çalışmada en fazla yumurtayı (248.20 adet) yulaf ununda ve en az yumurtayı (97.72) ise buğday kepeğinde elde etmişlerdir. *E. kuehniella*'nın kitle üretiminde dişi başına bırakılan yumurta sayısının yüksek olması önemli hedeflerden birisidir. Dişi başına bırakılan yumurta miktarı kültürün uzun süreli aynı ortamda devam etmesine göre de değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda besinlere alışma süresinin de yumurta veriminde önemli bir payı olduğunu göz önünde bulundurmak gerekir. Zira bu çalışma sırasında da 2. ve 3. dölle ait yumurta sayısı arasında da bariz bir fark olduğu görülmüştür. Diğer taraftan yumurta gelişme süresi, üzerinde diyetlerin etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yumurta gelişme süresi en fazla 5.6 günle 2 nolu diyetle ve en az gelişme süresi ise 3.8 gün ile 3 nolu diyetle tespit edilmiştir. Yine larva diyetlerine göre larva gelişme süresi arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. En uzun larva gelişme süresi 28 gün ile 6 nolu besinde iken, en kısa 25.7 gün ile 3 nolu besinde ortaya çıkmıştır (Tablo 3). Tarlack ve ark. (2015), larva gelişme süresini farklı besinlerde 38.60-49.60 gün arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada, pupa gelişme süresi arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Pupa gelişme süresinde ise en uzun değere 12.8 gün ile 1 nolu diyetle ulaşılmış, en kısa pupa gelişme süresi ise 9.60 gün ile 6 nolu diyetle görülmüştür (Tablo 3). Tarlack ve ark. (2015)'na göre, farklı besinlerde pupa gelişme süresi 8.40-9.10 gün arasında değişmiştir.

Farklı larva diyetleri üzerinde Değirmen güvesi ergin öncesi dönemlerinin toplam gelişme süresi 40.3-43.5 gün arasında değişmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkılarak Değirmen güvesinin döl süresi yaklaşık olarak 41-44 gün arasında değiştiği görülmüştür. Bu süre kontrol diyeti ile içinde balık unu olmayan 1 nolu diyetle birbirine yakın çıkmıştır (Tablo 3). Ergin öncesi gelişme süresinin kısalması diyetlerdeki balık unu oranındaki artıştan kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Ancak balık unu oranındaki artış ile ergin öncesi dönemlerin gelişme süresi arasında doğrusal bir ilişki kurulamamıştır. Görüldüğü üzere Değirmen güvesi üretiminde larva diyetlerinin etkisi bazı biyolojik parametrelerde arzu edilen sonuçları sağlarken, tümü için bir genelleme yapılamamaktadır.

3.2. *Trichogramma evanescens*'in *Ephestia kuehniella* yumurtalarını parazitlenmede larva diyetlerinin etkisi

Yapılan çalışmada farklı larva diyetlerinde elde edilen Değirmen güvesi yumurtaları *T. evanescens* dişileri tarafından farklı sayıda parazitlenmiştir.

Tablo 3. Larva diyetlerinin *Ephesia kuehniella*'nın 3. dölüne ait bazı biyolojik parametrelere etkisi (n= 10) (Ortalama±standart hata)*
Table 3. Effect of larval diets on some biological parameters of the 3rd generation of *Ephesia kuehniella* (n= 10) (Mean±standard error)*

| Biyolojik parametreler | Kontrol | 1 nolu | 2 nolu | 3 nolu | 4 nolu | 5 nolu | 6 nolu | P |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-------|
| Dişi ömrü (gün) | 9.30±0.58 ab | 9.30±0.62 ab | 11.30±0.90 a | 9.20±0.98 b | 9.80±0.49 ab | 9.60±0.43 ab | 10.30±0.86 ab | 0.043 |
| Erkek ömrü (gün) | 8.00±0.18 b | 10.80±0.19 a | 8.40±0.28 ab | 8.60±0.31 ab | 9.60±0.15 ab | 8.35±0.13 ab | 10.65±0.27 ab | 0.045 |
| Yumurta / Dişi (adet) | 313.00±34.81 ab | 356.60±46.08 ab | 235.33±31.29 b | 339.38±52.78 ab | 380.00±30.55 a | 465.63±56.38 a | 409.10±38.18 a | 0.008 |
| Yumurta (Y) gelişme süresi (gün) | 4±047 ab | 2.15±0.68 ab | 5.60±0.58 a | 3.80±0.55 b | 5.10±0.60 ab | 3.90±0.80 ab | 4.80±0.61 ab | 0.042 |
| Larva (L) gelişme süresi (gün) | 26.6±0.48 abc | 26.20±0.53 bc | 26.80±0.61 abc | 25.70±0.50 c | 27.40±0.54 ab | 26.50±0.58 abc | 28.00±0.67 a | 0.038 |
| Pupa (P) gelişme süresi (gün) | 10.8±0.55 ab | 12.80±0.51 a | 11.10±0.48 ab | 11.10±0.53 ab | 10.50±0.45 b | 9.90±0.53 b | 9.60±0.45 b | 0.001 |
| Y+L+P gelişme süresi (gün) | 41.14 | 41.15 | 43.50 | 40.60 | 43.00 | 40.30 | 42.40 | |

*: Aynı satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p>0.05)

Ancak larva diyetlerinin *T. evanescens*'in parazitlediği yumurta sayısı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Parazitli yumurta sayısı arasındaki farkın istatistiksel olarak önemsiz olmasına rağmen, en düşük parazitli yumurta sayısı 3 nolu larva diyetinde ve en yüksek parazitli yumurta sayısı ise 4 nolu larva diyetinde gerçekleşmiştir. Diğer taraftan 3, 5 ve 6 nolu larva diyetlerinde elde edilen Değirmen güvesi yumurtalarının *T. evanescens* tarafından parazitlenmesi kontrol besinin gerisinde kalmıştır (Tablo 4). Diyetlerde balık unu ve mısır unundaki artış oranı ile *T. evanescens* parazitlenme etkinliği arasında doğrusal bir ilişki kurulamamıştır.

Değirmen güvesi erginlerinin uzun yıllardır üzerinde üretildiği kontrol besinindeki dişi sayısının diğer diyetlerden daha fazla olması göz önüne alındığında parazitoit dişilerinin yumurtalara yeterince alışmadığı kanaatine varılmıştır. Nathan ve ark. (2006) farklı larva diyetlerinde yetiştirilen *Corcyra cephalonica* yumurtaları ile üzerinde *Trichogramma chilonis*'in parazitlenme oranında hiçbir farklılık olmadığını bildirmiştir. Ancak, Moghaddassi ve ark. (2019), yüksek kaliteli diyetler üzerinde elde edilen *E. kuehniella*'nın büyük yumurtalarına *T. brassicae*'nin daha fazla yumurta bırakmış olmasını da besinle ilişkilendirmişlerdir.

Tablo 4. Farklı larva diyetlerinde elde edilen *Ephestia kuehniella* yumurtalarının *Trichogramma evanescens* tarafından parazitlenme etkinliği (n= 10) (Ortalama±standart hata)*

Table 4. Parasitism efficiency by *Trichogramma evanescens* eggs of *Ephestia kuehniella* obtained from different larval diets (n= 10) (Mean±standard error)*

| | Parazitlenme oranı** | Parazitoit çıkış oranı (%) | Erkek sayısı (Adet) | Dişi sayısı (Adet) |
|---------|----------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|
| Kontrol | 25.13±3.90 | 98.95± 0.60 | 18.40±2.67 ab | 20.30±3.37 a |
| 1 nolu | 27.47±1.72 | 98.37± 0.82 | 22.40±1.97 a | 17.10±1.44 ab |
| 2 nolu | 27.67±3.36 | 87.20± 9.72 | 26.40±3.67 a | 13.70±2.18 b |
| 3 nolu | 21.40±3.86 | 86.92± 9.70 | 19.00±3.72 a b | 11.90±2.67 b |
| 4 nou | 27.80±3.67 | 88.35± 9.84 | 24.40±3.22 a | 16.40±2.50 ab |
| 5 nolu | 25.10±4.91 | 80.10±13.40 | 23.90±4.51 a | 13.20±2.86 b |
| 6 nolu | 21.20±1.72 | 94.23± 3.24 | 13.80±2.10 b | 16.10±1.96 ab |
| P | 0.669 | 0.653 | 0.049 | 0.047 |

*: Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (p<0.05). **: Değirmen güvesi dişilerinin parazitlenme etkinliği ilk 3 günde toplam 150 yumurta üzerinde değerlendirilmiştir.

Farklı diyetlerde gelişen Değirmen güvesi yumurtalarından *T. evanescens*'in parazitoit çıkış oranı arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak, diğer diyetlere göre en fazla ergin çıkışı kontrol besininde gerçekleşmiştir. *E. kuehniella* yumurtalarından *T. evanescens*'in dişi bireylerinin çıkış sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Dişi çıkış sayısı en fazla 20.30 adetle kontrol besininde, en az çıkış ise 3 nolu diyetinde elde edilmiştir (Tablo 4). Konukçunun besin kalitesindeki iyileştirme, parazitoitin doğurganlığı, birey büyüklüğünü ve cinsiyet oranlarını optimal düzeye getirerek ergin parazitoitin etkinliğini arttırdığı bildirilmiştir (Farahani ve ark., 2016). Görüldüğü üzere parazitoit erginlerinin alışık olduğu kontrol besininde elde edilen yumurtalar üzerindeki performansı daha yüksek çıkmıştır. Larva diyetlerindeki karışımın içeriği ve hangi oranlarda böcek besini olarak etkili olabileceği yanında; besine alışma ve adaptasyonunda önemi ortaya çıkmıştır.

4. Sonuçlar

Değirmen güvesinin yumurta verimi üzerinde mısır ve balık unu ilave edilerek oluşturulan diyetlerin

etkisi kontrole göre yüksek bulunmuştur. Karışımında balık unu miktarının yüksek olduğu 5 ve 6 no'lu besinlerden elde edilen yumurta sayılarının diğer diyetlerden yüksek olduğu belirlenmiştir. Değirmen güvesinin kitle üretiminde balık unu veya balık atıklarının larva diyetlerine karıştırılarak değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır. Ancak, hangi oranda balık unu ve mısır unu karışımının en iyi sonucu verebileceği ile ilgili detaylı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada ilk kez *E. kuehniella*'nın üretiminde larva diyetlerine karıştırılan balık unu *T. evanescens* dişilerinin parazitlenme tercihinde olumsuz bir etki de bulunmamıştır. Larva diyetleri üzerinde gelişen Değirmen güvesinin yumurtaları kontrole yakın bir oranda *T. evanescens* tarafından parazitlenmiştir. Kullanılan larva diyetleri *T. evanescens* tarafından parazitlenen Değirmen güvesi yumurtalarından; ergin çıkış oranı ve dişi birey sayısı arasında fark istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Ancak, parazitlenme etkinliği gibi değişkenlerin açıklığa kavuşturulması için besine alışma dönemini tamamlanması için incelemenin birkaç döl devam etmesine ihtiyaç olduğu kanaatine varılmıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar; makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan ederler.

Finansman

Bu araştırma, hiçbir dış finansman almamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Bulut, H., Kılınçer, N., 1987. Yumurta paraziti *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'in un güvesi (*Ephestia kuehniella* Zell.) (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarında üretimi ve konukçu-parazit ilişkileri. *Türkiye I. Entomoloji Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 13-16 Ekim, İzmir, s. 563-572.
- Dabbağoğlu, S., 2004. Parazitoit *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) ile konukçuları *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Ephestia kuehniella* Zeller. (Lepidoptera: Pyralidae) arasındaki biyolojik ilişkiler üzerine araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demiray, E., 2021. Farklı besinlerde yetiştirilen *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) üzerinde parazitoit *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae)'un bazı biyolojik özellikleri üzerine araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ercan, G., 1989. Laboratuvarında üretilen *Anagasta (=Ephestia) kuehniella* zeller (Lep.. Pyralidae)'nın biyolojisine farklı dört besinin etkisi üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Farahani, H.K., Ashouri, A., Zibae, A., Abroon, P., Alford, L., 2016. The effect of host nutritional quality on multiple components of *Trichogramma brassicae* fitness. *Bulletin of Entomological Research*, 106(5): 633-641.
- Gonzalaez-Teuber, M., Segovia, R., Gianoli, E., 2008. Effects of maternal diet and host quality on oviposition patterns and offspring performance in a seed beetle (Coleoptera: Bruchidae). *Naturwissenschaften*, 95(7): 609-615.
- Güncan, A., Karayar, Ş., Altunç, Y.E., 2023. Comparative life history and demographic parameters of *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) on maize and oat flours. *International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences*, 7(2): 417-427.
- Jalali, S.K., Singh, S.P., 1992. Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. *Entomophaga*, 37(1): 159-165.
- Karabörklü, S., Ayvaz, A., 2007. Soğukta depolamanın farklı konukçularda yetişen *Trichogramma evanescens* Westwood (Hym.:Trichogrammatidae)'in farklı evreleri üzerine etkileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(1-2): 30-36.
- Karakuş, F., 2010. Farklı miktarda verilen *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtasının *Anthocoris minki* Dohrn. (Heteroptera: Anthocoridae)'nin biyolojik özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Kaygan, E., 2018. Farklı miktarda verilen *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtasının *Orius laevigatus* Fieber (Heteroptera: Anthocoridae)'un biyolojik özellikleri üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kılıcı, L., 2016. Değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)'nin besin tercihi ve pupa kuru ağırlığında farklı karbonhidratların etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Kılınçer, N.M., Gürkan, O., Bulut, H., 1990. *Trichogramma turkeiensis* Kostadinov ve *T. embryophagum* (Hartig) tarafından asaklanmamış Un güvesi (*Ephestia kuehniella* Zeller) yumurtalarının depolanması üzerine araştırmalar. *Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 26-29 Eylül, Ankara, s. 15-23.
- Kurtuluş, A., Pehlivan, S., Achiri, T.D., Atakan, E., 2019. Influence of different diets on some biological parameters of the Mediterranean flour moth. *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Products Research*, 85(1): 1-6.
- Moghaddassi, Y., Ashouri, A., Bandani, A.R., Leppla, L.C., Shirk, P.D., 2019. Effect of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) larval diet on egg quality and parasitism by *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Insect Science*, 19(4): 1-7.
- Nathan, S.S., Kalaivani, K., Mankin, R.W., Murugan, K., 2006. Effects of millet wheat, rice and sorghum diets on development of *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Galleriidae) and its suitability as a host for *Trichogramma chilonis* Ishii (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Environmental Entomology*, 35(3): 784-788.
- Özder, N., 2004. Effect of different cold storage periods on parasitisation performance of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Biocontrol Science and Technology*, 14(5): 441-447.
- Özder, N., Kara, G., 2010. Comparative biology and life tables of *Trichogramma cacoeciae*, *T. brassicae* and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with *Ephestia kuehniella* and *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) as hosts at three constant temperatures. *Biocontrol Science and Technology*, 20(3): 245-255.

- Özpinar, A., 1997. *Ephestia kuehniella* Zeller ve *Sitotroga cerealella* (Olivier) yumurtaları üzerinde *Trichogramma evanescens* Westwood'un etkisinin karşılaştırılması. *Bitki Koruma Bülteni*, 37(1-2): 59-65.
- Pehlivan, S., Alınç, T., Atakan, E., 2017. Avcı böcekler *Orius niger* Wolff ve *Orius vicinus* (Ribaut) (Hemiptera: Anthocoridae)'un bazı biyolojik özelliklerinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(1): 49-58.
- Pezzini, C., Jahnke, S., Köhler, A., 2020. Influence of a diet containing tobacco on the biology of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and its parasitoid *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal Entomology*, 117(3): 190-198.
- Pitcher, S.A., Hofmann, M.P., Gardner, J., Wright, M.G., Kuhar, T.P., 2002. Cold storage of *Trichogramma ostrinae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *Biological Control*, 47(5): 525-535.
- Simpson, S.J., Raubenheimer, D., 2012. The Nature of Nutrition: A Unifying Framework from Animal Adaptation to Human Obesity. Princeton University Press, New Jersey.
- Tarlack, P., Mehrkhou, F., Mousavi, M., 2015. Life history and fecundity rate of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on different wheat flour varieties. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 48(1): 95-103.
- Thompson, S.N., Redak, R.A., Borchardt, D.B., 2002. The glucogenic response of a parasitized insect *Manduca sexta* L. is partially mediated by differential nutrient intake. *Biochimica et Biophysica Acta, Generale Subjects*, 1571(2): 138-150.
- Tulaganov, S., 1995. Değişik besinlerin *Ephestia kuehniella* zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nın gelişme ve morfolojisine etkisi üzerine gözlemler. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tunca, H., Özkan, C., Kılınçer, N., 2010. Temperature dependent development of the egg-larval parasitoid *Chelonus oculator* on the factitious host, *Ephestia cautella*. *Turkish Journal Agriculture Forestry*, 34(5): 421-428.

ALINTI: Özpinar, A., Türkoğlu, A., Şahin, A.K., 2023. *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) Tarafından Parazitlenen *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) Yumurtaları Üzerinde Larva Diyetlerinin Etkisi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 10(3): 320-328.

CITATION: Özpinar, A., Türkoğlu, A., Şahin, A.K., 2023. Effect of Larval Diets on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) Eggs Parasitized by *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Turkish Journal of Agricultural Research*, 10(3): 320-328. (In Turkish).