

Araştırma Makalesi

Trichogramma pinto Voegelé'nin Parazitlenme Etkinliğinin Farklı Besinlerde Üretilen *Ephesia kuehniella* Zeller Yumurtaları Üzerinde Belirlenmesi

Ali Özpınar^{1*}  Besime Gür¹ 

¹Çanakkale Onsekiz Mart üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 17100 Çanakkale
*Sorumlu yazar: aozpınar@comu.edu.tr

Geliş Tarihi: 28.02.2024

Kabul Tarihi: 26.04.2024

Öz

Ephesia kuehniella Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nin kitle üretiminde kullanılan buğday unu+buğday kepeğine (1:1), farklı miktarda tatlı mısır unu ve balık unu karıştırılarak 5 farklı larva besini elde edilmiştir. Bu besinlerinde gelişen 2. dölle ait 1500'er adet *E. kuehniella* yumurtası 1000 g'lık besinler üzerinde kültüre alınmıştır. Test edilen 5 larva besininden gelişen erginlerin bıraktıkları 3. dölle ait *E. kuehniella* yumurtalarında *Trichogramma pinto* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin performansı incelenmiştir. Buğday unu+buğday kepeğiyle 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu larva besinlerinde kültüre alınan 1500'er adet yumurtadan sırasıyla; 1475 ile 1441, 1470, 1457, 1500 ve 1445 ergin gelişmiş ve ergin uçuşu boyunca toplam 3.869 ile 2.599, 3.346, 3.914, 3.608 ve 2.812 g yumurta bırakılmıştır. En fazla ergin sayısı ve yumurta miktarı sırasıyla 4 ve 3 nolu besinde gerçekleşmiştir. *T. pinto* erginleri, buğday unu + buğday kepeği ile 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu larva besinlerinden elde edilen *E. kuehniella*'ya ait 113.6 ile 118, 117.20, 123.70, 114.3 ve 115.6 adet yumurtayı parazitlenmiştir. Parazitlenen yumurta sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak, en fazla parazitlenmiş yumurta sayısı, *E. kuehniella* yumurta miktarının da en fazla olduğu 3 nolu besinde gerçekleşmiştir. *T. pinto* ömrünün ilk gününde parazitlediği yumurta sayısı 2. ve 3. güne göre düşük düzeyde kalmıştır. En fazla yumurta sayısı ergin ömrünün 2. gününde gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ephesia kuehniella*, *Trichogramma pinto*, kitle üretimi, larva besinleri

Determination of the Parasitization Effectiveness of *Trichogramma pinto* Voegelé on Eggs of *Ephesia kuehniella* Zeller Produced on Different Foods

Abstract

In this research, wheat flour+wheat bran (1:1), which is traditionally used in the production of *Ephesia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), and 5 larval foods developed by adding different amounts of sweet corn flour and fish meal to this food were compared. *E. kuehniella* 1500 eggs obtained from the second generation, which developed from 5 larval food, were cultured on 1000 g food. The parasitism activity of *Trichogramma pinto* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae) was examined on the 3rd generation of *E. kuehniella* eggs laid by adults developing from wheat flour + wheat bran (1:1) and 5 larvae feed. From 1500 eggs each cultured on larvae feeds 1, 2, 3, 4 and 5 with wheat flour + wheat bran, 1475 and 1441, 1470, 1457, 1500 and 1445 adult flights took place, and a total of 3.869, 2.599, 3.346, 3.914, 3.608 and 2.812 g of eggs were laid during the adult flight, respectively. The highest number of adults and amount of egg were found in food numbers 4 and 3, respectively. *T. pinto* adults parasitized an average of 113.6, 118, 117.20, 123.70, 114.3 and 115.6 eggs of *E. kuehniella* obtained from wheat flour + wheat bran and larval food numbers of 1, 2, 3, 4 and 5, respectively. The difference between the number of parasitized eggs was not statistically significant. However, the highest number of parasitized eggs occurred in food number 3, where the highest amount of *E. kuehniella* eggs were laid. The eggs parasitized by *T. pinto* on the first day of his life remained low compared to the 2nd and 3rd days. The highest number of eggs occurred on the 2nd day.

Keywords: *Ephesia kuehniella*, *Trichogramma pinto*, Mass rearing, Larvae diets

Giriş

Yaklaşık 100 yıldır tarım ve orman alanlarında ekonomik ürün kaybına neden olan Lepidoptera takımındaki zararlılarla biyolojik mücadelede kullanılan *Trichogramma* türleri depo zararlısı Un güvesi (*Ephestia kuehniella* Zeller, (Lepidoptera; Pyralidae) yumurtalarında üretilmektedir. Zararlıyı henüz yumurta döneminde iken parazitleyerek öldüren ve bitkiye zarar vermesini engelleyen *Trichogramma* türleri 20'den fazla kültür bitkisinde en az 30'a yakın zararlı türün mücadelesinde başarıyla kullanılmaktadır (Smith, 1996; Wu ve ark., 2015). Türkiye'de ise farklı kültür bitkilerinde ve konukçularda 8 *Trichogramma* türü tespit edilmiştir (Öztemiz ve ark., 2013). Bu türler ağırlıklı olarak buğday unu ve buğday kepeği kullanılarak *E. kuehniella* yumurtalarında kitle halinde üretilmektedir (Tunca Cosic ve ark., 2016; Özder ve Tayat, 2019; Pehlivan, 2021; Özpınar ve ark., 2023). Kitle üretiminin sürdürülebilirliği konukçu için uygun, ekonomik ve ulaşılabilir larva besininin varlığına bağlıdır. Böceklerin üreme ve gelişmelerini devam ettirmeleri için larva besinleri optimal oranda protein, yağ, karbonhidrat ve mineral maddeler içermelidir (Gonzalez-Teuber ve ark., 2008). Herbivor böcekler, protein ihtiyacını azot içeriği yüksek olan bitkilerle beslenerek karşılamaktadır (Firidin ve ark., 2013). Yağ ihtiyacını ise doğrudan besinlerden sağladıkları gibi, vücutta depoladığı karbonhidrat ve proteinleri sentezleyerek elde edebilirler. Bu nedenle protein böcek besininde önemli bir işleve sahiptir (Jervis ve ark., 2008).

Geleneksel besin üzerinde üretilen *E. kuehniella* yumurta miktarının protein ve karbonhidrat içeriği düşük olan buğday kepeğinde azaldığı (Ayvaz ve Karabörklü, 2008) ve yüksek oranda protein içeren mısır ununda ise yumurta veriminin arttığı bildirilmiştir (Magrini ve ark., 1995). Ancak, besinde protein miktarının yüksek olmasının tek başına yeterli olmadığı, zira *E. kuehniella*'nın yumurta verimi, yağ ve protein oranı yüksek olan fındık unu yerine karbonhidrat oranı yüksek olan mısır ununda arttığı bildirilmiştir (Polat, 2008). Anlaşıldığı üzere, üretimin sürdürülebilirliği ve kalitesinin devamı açısından kullanılan besin içeriklerinin optimal düzeyde olması gerekmektedir.

Diğer taraftan, *E. kuehniella* kitle üretim maliyetinin düşürülmesi amacıyla da pek çok sayıda larva diyeti test edilmiştir (Moghaddassi ve ark., 2019; Kurtuluş ve ark., 2020; Zadeh ve ark., 2020; Türkoğlu ve Özpınar 2021; Pehlivan, 2021; Karayar, 2023; Pashaei ve ark., 2023). Son yıllardan içerdiği yüksek protein miktarı nedeniyle hayvan beslenmesinde önerilen balık unununun (Özek, 2016) farklı oranlarda yer aldığı larva diyetleri *E. kuehniella*'nın üretiminde ele alınmış ve bu amaçla kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır (Türkoğlu ve Özpınar 2021).

Bu çalışmada ise *E. kuehniella*'nın kitle üretiminde %50 oranında buğday unu ve farklı oranlarda buğday kepeği, tatlı mısır unu ile balık unu içeren 5 larva diyeti test edilmiş ve larva diyetlerinde elde edilen konukçu yumurtaları üzerinde *T. pintoi*'nin parazitlenme etkinliği incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Biyolojik materyal

Çalışmanın biyolojik materyalini, kitle üretim konukçusu *E. kuehniella* ve yumurta parazitoiti *T. pintoi*'nin farklı biyolojik dönemleri oluşturmuştur.

Larva besinleri

Ephestia kuehniella'nın üretiminde kullanılan geleneksel besin olan (kontrol) buğday unu (%50)+buğday kepeğine (%50) farklı miktarlarda tatlı mısır unu ve balık unu ilave edilerek geliştirilen larva besinleri ve bu besinlerin kimyasal analizleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Ephestia kuehniella'nın üretimi

Üretim, 24 ±1°C sıcaklıkta %60-70 oransal nemde uzun gün (16:8) aydınlatmalı Böcek Üretim Odasında gerçekleştirilmiştir. Çizelge 1'deki kontrol ve larva besinleri Sartorius marka hassas terazide 1000'er g olarak tartılmış ve bulaşmaları önlemek amacıyla 60 °C'ye ayarlanmış etüvde 6 saat tutulmuştur. Soğumadan sonra 32 ×26 ×10 cm ebatlarındaki plastik küvetlere alınan besinlerin üst yüzeyine 2. döle ait aynı yaştaki 1500'er adet *E. kuehniella*'nın yumurtası ekilmiştir. Kültüre alınan yumurtalardan gelişen larvaların kannibalizm nedeniyle birbirine zarar vermemesi ve pupa olmaları için barınabilecekleri 5'er cm enindeki oluklu kartonlar besinlerin üzerine yerleştirilmiştir. Gelişmeye bırakılan küvetlerdeki yumurtaları dış etkilerden korumak için, bir lastik yardımıyla küvetlerin kenarına sabitlenen amerikan beziyle kapatılmıştır.

Table 1. Diets used in the production of *Ephestia kuehniella* and their chemical analysis valuesÇizelge 1. *Ephestia kuehniella*'nın üretiminde kullanılan besinler ve besinlerin kimyasal analiz değerleri

Besinler	Buğday unu	Buğday kepeği	Tatlı mısır unu	Balık unu	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Kuru madde (%)
Kontrol	%50	%50	-	-	53.90	2.30	9.51	89.41
1 nolu	%50	%25	%25	-	57.80	2.10	7.95	89.71
2 nolu	%50	%22.5	%22.5	%5	51.10	2.20	10.17	89.50
3 nolu	%50	%20	%20	%10	39.00	2.70	11.60	89.96
4 nolu	%50	%17.5	%17.5	%15	34.20	3.10	14.52	90.52
5 nolu	%50	%15	%15	%20	25.80	3.10	17.03	90.71

***Ephestia kuehniella*'nın bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi**

Larva besinlerine göre kültüre alınan yumurtalardan gelişen *E. kuehniella* erginleri vakumlu pompa ile toplanarak karbondioksit gazı ile bayılmaları sağlandıktan sonra sayılarak her besin için ayrı ayrı yumurtalama kafeslerine aktarılmıştır. Günlük bırakılan yumurtalar, bir fırça yardımıyla kafeslerin yer aldığı kabın tabanına süpürülmüş ve yabancı maddelerden temizlenerek plastik petri kaplarına alınmış ve hassas terazide tartılmıştır. Günlük çıkış yapan erginler bu kafeslere aktarılarak ergin sayısı, ergin uçuş periyodu ve günlük bırakılan yumurta miktarı (g) belirlenmiştir.

Ephestia kuehniella'nın uçuş yapan günlük ergin sayısı ile bırakılan yumurta miktarı (g) arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Minitab 17 istatistiksel paket programında Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

***Trichogramma pintoi*'nin parazitlenme etkinliğinin belirlenmesi**

Trichogramma pintoi'nin parazitlenme etkinliği 3. döl *E. kuehniella* erginlerinden elde edilen yumurtalar üzerinde 24±1°C sıcaklık, %60-70 orantılı nemde uzun gün aydınlatmalı (16:8 saat) iklim dolabında incelenmiştir. UV cihazı (450 nm) altında 30 dakika tutularak embriyoları öldürülen 50'şer adet *E. kuehniella* yumurtası A4 kağıdından kesilmiş, 1x10 cm ebadındaki kağıtlara %10'luk arap zambakı yardımıyla yapıştırılmıştır. Larva diyetlerine göre cam tüplere (16x1.5 cm) alınan yumurtalar üzerine ve yeni çıkış yapmış 2 erkek ve 1 dişi *T. pintoi* salınmıştır. Erginlerin beslenmesi için tüpün iç çeperine bal sürülmüştür. Cam tüplerin ağzı pamuk ile kapatılmış ve erginlerin yumurtalara yönelmeleri için tüplerin dip kısmı ışığa gelecek şekilde, konumlandırılmıştır (Bulut ve Kılınçer, 1987; Özpinar, 1994). Parazitlenen yumurtalar 24 saat arayla aynı özellikteki yeni bırakılmış yumurtalarla değiştirilmiş ve 3 gün parazitlenme devam etmiştir. Deneme her besin için 10 tekrarlı olarak kurulmuş ve parazitlenen yumurta sayısı, parazitlenme oranı, parazitlenmiş yumurtalarda çıkış yapan ergin sayısı ve ergin çıkış oranı besinlere göre belirlenmiştir.

Araştırmanın sonuçları, her larva besini için SPSS 23 paket programıyla analiz edilmiş, larva besinlerine ait değerler arasındaki farkı tek yönlü ANOVA ve Fisher's LSD çoklu testi ile karşılaştırılmıştır (p<0.05).

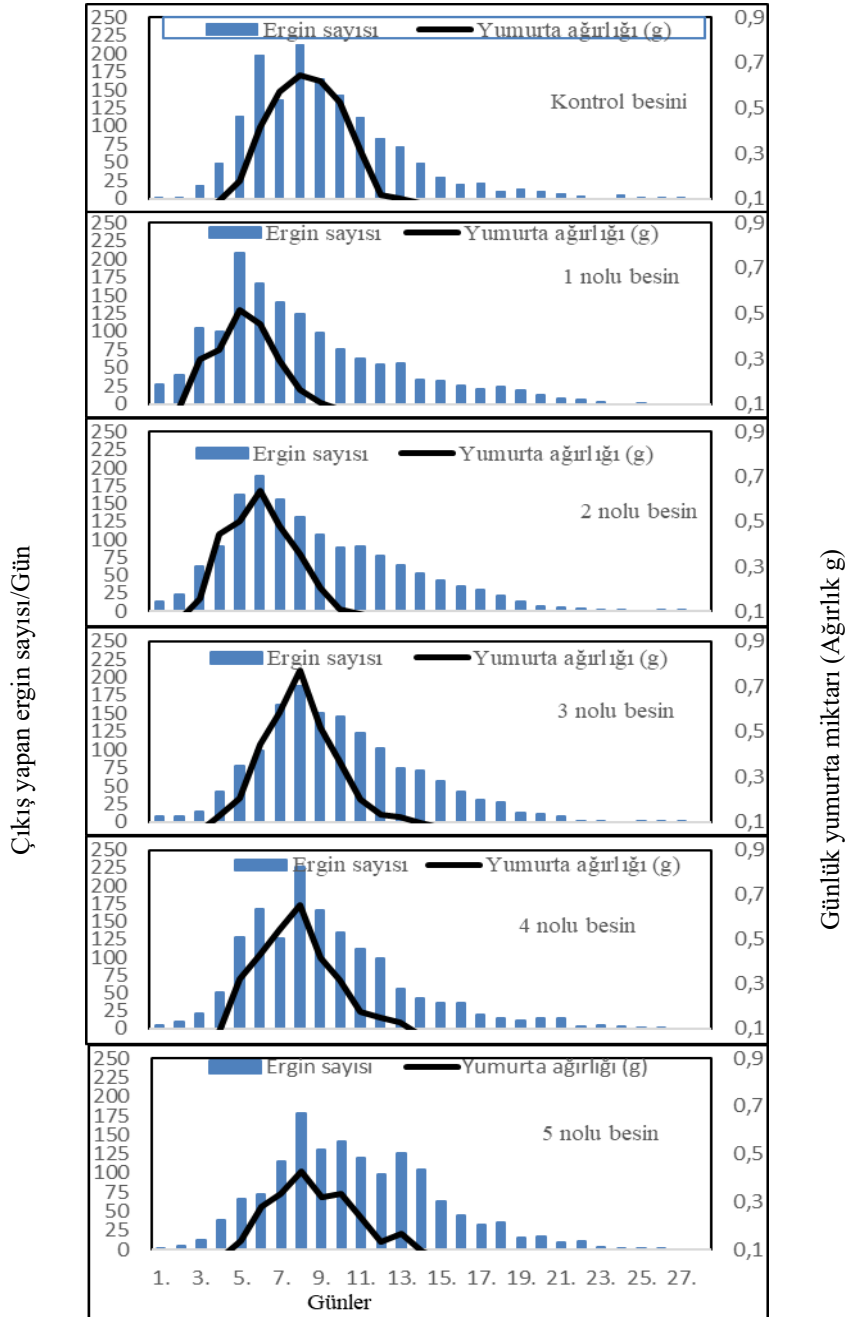
Bulgular ve Tartışma

***Ephestia kuehniella*'nın ergin uçuşu ve günlük bırakılan yumurta miktarı**

Kontrol ve 5 farklı larva besini (1000 g) üzerinde gelişmeye bırakılan 1500 adet *E. kuehniella* yumurtasından elde edilen 3. dölde ait erginlerin günlük uçuşu ve bıraktıkları yumurta miktarı (g) Şekil 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Test edilen farklı larva besinleri üzerinde gelişen *E. kuehniella* ergin uçuş periyodu, tatlı mısır unu oranının (%25) en fazla olduğu 1 nolu besinde 28 gün, 2 ve 3 nolu besinler ile kontrol besininde 27 gün, 4 ve 5 nolu besinlerde ise 26 gün sürmüştür. Besinlerdeki balık unu miktarındaki artış; kontrol ve diğer besinlere göre ergin uçuş periyodunu kısaltmıştır. Kontrol ve test edilen larva besinlerine göre ergin uçuş periyodunda meydana gelen tepe noktalarının gerçekleştiği günler karşılaştırıldığında (Şekil 1 ve Çizelge 2) ergin uçuşu en yüksek sayıya 1 nolu besinde 5. günde, 2 nolu besinde 6. ve diğer besinlerde ise 8. günde ulaşmıştır. Uçuş yapan erginlerin bıraktığı en fazla yumurta miktarı ergin uçuş sayısının en yüksek olduğu tepe noktalarında gerçekleşmiştir. Kontrol besininde en yüksek yumurta miktarı 8. günde olmasına rağmen, besinlerde balık unu miktarındaki

artış, erginlerin yumurt bırakmasında bir gecikmeye sebebiyet vermiş olabileceği kanısını uyandırmıştır. Diğer taraftan, yumurtalama periyodu ile ergin uçuş periyodu bire bir örtüşmemiştir. Yumurta miktarı ergin uçuşunun 15. gününden itibaren azalmıştır. Yumurta miktarındaki bu azalma ovipozisyon periyodundan sonra postovipozisyon dönemindeki ergin varlığına bağlanmıştır. Ancak, ergin uçuşunun ilk 15 gününde kontrol ve 5 larva besininde gelişmesini tamamlayarak uçuş yapan günlük ergin sayısı ile bırakılan günlük yumurta miktarı (g) arasında anlamlı ($P=0.000$), pozitif ve güçlü bir korelasyon olduğu görülmüştür. Korelasyon katsayısı kontrol besini ile 1, 2, 3, 4 ve 5 nolu besinlerde sırasıyla 0.940 ile ve 0.930, 0.914, 0.956, 0.923 ve 0.915 olarak bulunmuştur. En yüksek korelasyon 0.956 ile 3 nolu besinde gerçekleşmiş ve bu değeri 0.940 ile kontrol besini izlemiştir.



Şekil 1. Kontrol ve 5 larva besininde kültüre alınan yumurtalardan gelişen *Ephestia kuehniella* ergin sayısı, ergin uçuş periyodu ve bırakılan yumurta miktarı

Figure 1. Number of *Ephestia kuehniella* adults developed from eggs cultured on control and 5 larval food, adult flight period and amount of egg laid

Table 2. Total number of *Ephestia kuehniella* adults hatched from 1500 eggs cultured on control and 5 larvae food, amount of eggs laid during the adult flight period
Çizelge 2. Kontrol ve 5 larva besininde kültüre alınan 1500 yumurtadan çıkan toplam *Ephestia kuehniella* ergin sayısı, ergin uçuş periyodu bıraktıkları yumurta miktarı

	Kontrol	1 nolu besin	2 nolu besin	3 nolu besin	4 nolu besin	5 nolu besin
Uçuş periyodu (gün)	27	28	27	27	26	26
Ergin uçuş periyodunun tepe noktası (gün)	8.	5.	6.	8.	8.	8.
Tepe noktasındaki ergin sayısı (adet)	212	209	188	188	226	128
Tepe noktasındaki yumurta miktarı (g)	0.645	0.516	0.638	0.771	0.655	0.429
Uçan toplam ergin sayısı (adet)	1475	1441	1470	1457	1500	1445
Toplam yumurta miktarı (g)	3.869	2.599	3.346	3.914	3.608	2.812

Diğer taraftan, en yüksek ergin sayısı 1500 adet ile 4 nolu larva besininde ve en az ergin ise 1441 adet ile %25 buğday kepeği ve %25 oranında en fazla tatlı mısır ununun yer aldığı 1 nolu besinde gerçekleşmiştir. Aynı zamanda 2.599 g ile en düşük yumurta miktarı da 1 nolu besinde elde edilmiştir. En yüksek yumurta miktarı ise 3.914 g ile 3 nolu besinde gelişen *E. kuehniella* erginleri tarafından bırakılmış ve bunu 3.869 g ile kontrol besini takip etmiştir (Çizelge 2). Görüldüğü üzere yumurta miktarı ergin uçuşunun en yüksek olduğu 4 nolu besin yerine daha düşük sayıda ergin uçuşunun gerçekleştiği 3 nolu besinde gerçekleşmiştir. Karışımında %10 balık unu içeren 3 nolu besinde en yüksek yumurta sayısı elde edilmiş olmasına rağmen, besinlerde balık unu miktarındaki artışa karşın, 4 ve 5 nolu besinlerde yumurta miktarı gittikçe azalmıştır. Hatta 4 ve 5 nolu besindeki yumurta miktarı kontrol besinin gerisinde kalmıştır.

Besinlerde protein oranının yüksek olmasının tek başına yeterli olmadığı; nitekim Polat (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, en düşük *E. kuehniella* yumurta miktarını, mısır unu ve buğday ununa göre daha yüksek oranda protein içeren fındık ununda tespit ederek teyit edilmiştir. Zira karışımında balık ununun yüksek olduğu 4 ve 5 nolu besinlerde elde edilen 3.608 g ve 2.812 g yumurta miktarı kontrol besininde elde edilen 3.869 g yumurta miktarının gerisinde kalmıştır. Diğer taraftan Zadeh ve ark., (2020) buğday ve arpa ununa göre mısır ununun uygun bir *E. kuehniella* besini olmadığını, buna karşın; Pehlivan (2021) mısır ununun yüksek oranda yer aldığı diyetlerin buğday ununa göre daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir. Benzer şekilde; Pashaei ve ark., (2023) buğday unu, pirinç unu, arpa unu ve mısır ununu inceledikleri çalışmada, en yüksek yumurta sayısının mısır unu üzerinde gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Görüldüğü üzere besinlerin yumurta verimi üzerine etkisi farklı araştırmalarda değişiklik göstermiştir.

Kitle üretim konukçusunun seçiminde önemli parametrelerden birisi olan konukçunun bıraktığı yumurta sayısı; %39.00 karbonhidrat, %2.70 oranında yağ, %11.60 protein ve %89.96 oranında kurumada bulunan 1457 adet ergin bireyin uçuş yaptığı 3 nolu besinde gerçekleşmiştir. 4 nolu besinde yüksek sayıda ergin uçuşuna rağmen, yumurta sayısının düşük olması popülasyondaki erkek birey sayısının yüksek olması ihtimaline bağlanmıştır. Bu bağlamda yumurta miktarıyla uçuş yapan ergin sayısı arasındaki ilişkiyi değerlendirmede popülasyondaki erkek ve dişi oranının da dikkate alınması gereği ortaya çıkmıştır.

***Trichogramma pintoii*'nin parazitleme etkinliği**

Kontrol ve 5 farklı larva besininde gelişen *E. kuehniella* yumurtalarının *T. pintoii* tarafından parazitleme etkinliğine ilişkin bazı biyolojik özellikler Çizelge 3'de verilmiştir. Test edilen larva besinlerinde gelişen 3. döle ait 150 adet *E. kuehniella* yumurtası *T. pintoii* dişileri tarafından ilk 3 günde sırasıyla, ortalama 113.60, 118.00, 117.20, 123.70, 114.30 ve 115.60 adet olarak parazitlemiştir.

Table 3. Parasitism effectiveness of eggs belonging to the 3rd generation of *Ephestia kuehniella* mass reared on the larval diets by *Trichogramma pintoi* (Mean±Standard Error)
Çizelge 3. Farklı larva diyetlerinde yetiştirilen *Ephestia kuehniella* 'nın 3. dölüne ait yumurtaların *Trichogramma pintoi* tarafından parazitlenme etkinliği (Ortalama±Standart Hata)

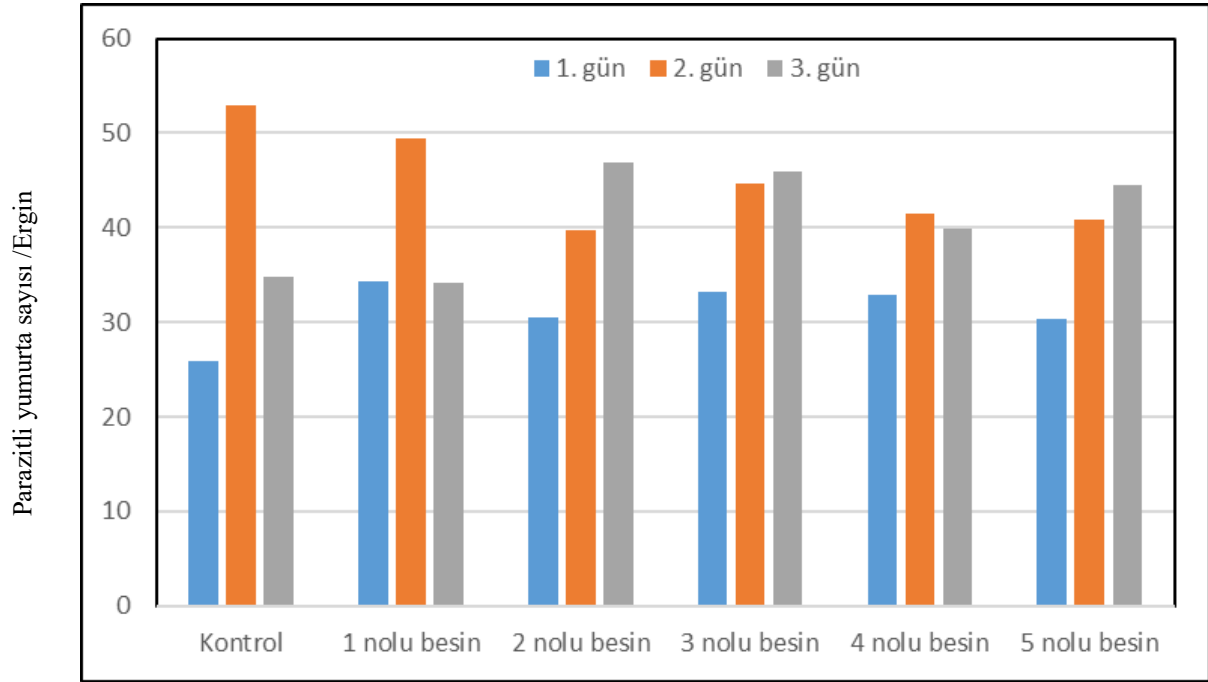
	Kontrol	1 nolu besin	2 nolu besin	3 nolu besin	4 nolu besin	5 nolu besin	P değeri
Parazitli yumurta sayısı	113.60±3.54a	118.00±3.88a	117.20±3.01a	123.70±5.51a	114.30±3.80a	115.60±2.84a	0.491
Parazitlenme oranı	75.73±2.36 a	78.67±2.59a	78.13±2.01a	82.47±3.67a	76.20±2.53a	77.07±1.90a	0.491
Çıkan ergin sayısı	103.90±4.45a	102.30±2.84a	104.30±2.91a	109.70±4.39a	100.10±3.18a	104.60±3.50a	0.566
Ergin çıkış oranı	91.22±1.80a	86.94±1.53a	89.08±1.77a	89.00±1.69a	87.68±1.11a	90.36±1.31a	0.394

Not: Aynı satırda aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p<0.05)

Parazitlenen yumurta sayısı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak, larva besinlerinden elde edilen *E. kuehniella* yumurtaları kontrol besinine göre daha fazla sayıda parazitlenmiştir. En yüksek parazitli yumurta sayısı aynı zamanda üzerinde en fazla *E. kuehniella* yumurtasının elde edildiği 3 nolu besinde 123.70 adet olarak gerçekleşmiştir. Bu durumda içeriğinde %39 karbonhidrat, %2.7 yağ, %11.60 protein ve %89.96 kuru maddeye sahip olan 3 nolu besin öne çıkmıştır. Parazitlenen yumurta sayısı ile diyetlerdeki balık unu miktarı arasında doğrusal bir ilişki kurulamamıştır. İşören (2021) *T. pintoi*'nin buğday unu, buğday kepeği ve mısır kırmacı üzerinde üretilen 120.65 adet *E. kuehniella* yumurtasının parazitlendiğini bildirmiştir. Bu çalışmanın içeriği ile, bu çalışmada, test edilen 1 nolu besin içerikleri benzer olup, elde edilen sonuçlar birbirine yakın çıkmıştır. Ancak, Özpınar ve ark., (2023) incelenen larva diyetleri üzerinde 150 adet *E. kuehniella*'nın yumurtasının *T. evanescens* tarafından parazitlenme oranını, kontrol besininde %25.13 (37.69 adet) ve içeriğinde %7.5 ile %15 oranında balık unu bulunan larva diyetlerinde ise %21.40-%21.20 oranında gerçekleştiğini bildirmişler. Benzer içerekteki larva besinlerinde, birbirinden oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir. Zira farklı larva diyetlerinin *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarının *T. chilonis* tarafından parazitlenme oranında bir değişiklik yaratmadığı bildirilmiştir (Nathan ve ark., (2006). Bunun yanında kaliteli diyetlerde üretilen *E. kuehniella*'nın büyük yumurtalarının *T. brassicae* tarafından tercih edilmesi, besinin kalitesiyle ilişkilendirmiştir (Moghaddassi ve ark., 2019). Besinin kalitesindeki iyileşme parazitoitin etkinliğini arttırdığı saonucuna varılmıştır (Farahani ve ark., (2016). Böylece, *Trichogramma* türlerinin parazitlenme performansı üzerinde kitle üretim konukçusunun uygun besinler üzerinde üretilmesi ile ilişkili olduğu görülmüştür.

Diğer taraftan *T. pintoi*'nin parazitlenme etkinliğini belirlemede esas alınan diğer parametrelerden biri olan, ergin çıkış oranı en az parazitli yumurta sayısına sahip kontrol besininde en yüksek oranda gerçekleşmiştir. Parazitli yumurtalardan en düşük ergin çıkış oranı içeriğinde %15 oranında balık unu içeren 4 nolu besinde görülmüştür. Özpınar ve ark., (2023) benzer içerikte larva diyetlerinin test edildiği çalışmada *T. evanescens*'in en yüksek çıkış oranının kontrolde ve en düşük oranın ise içeriğinde %12.5 oranında balık unu bulunan diyetlerde gerçekleşmiştir. Her iki çalışmada ergin çıkış oranının söz konusu besinlerde benzer olması bu yönüyle dikkat çekmiştir.

Test edilen larva besinlerinde gelişen ve *T. pintoi* ergin ömrünün ilk 3 gününde parazitlenen *E. kuehniella* yumurta sayısı Şekil 2'de verilmiştir. Kontrol ve 5 larva besininde ilk günde parazitlenen yumurta sayısı 2. ve 3. güne göre geride kalmış ve toplamda 187.1 adet yumurta parazitlenmiştir. En fazla parazitli yumurta sayısı 269.1 adet ile 2 günde gerçekleşmiştir. Ergin ömrünün 3. gününde ise toplam 246.2 yumurta parazitlenmiştir. Ancak, tüm besinlerde parazitlenen yumurta sayısının günlere dağılımı benzer olmayıp, kontrol ile 1 nolu besinde 2. günde parazitlenen yumurta sayısı 1. ve 3. günden parazitlenen yumurta sayısından oldukça fazla olduğu görülmüştür.



Şekil 2. *Trichogramma pintoii* tarafından parazitlenmiş farklı besinlere ait *Ephestia kuehniella* yumurta sayısı
Figure 2. Number of *Ephestia kuehniella* eggs from different foods parasitized by *Trichogramma pintoii*

Besinlerin karışımında balık unu oranı arttıkça kısmen de olsa 3. günde parazitlenen yumurta sayısı artmıştır. Bu durum bilinenin aksine olup, Bayat ve Ashouri, (2022)'nin yaptığı çalışmada *T. brassicae*'nin en fazla *E. kuehniella* yumurtasını ömrünün ilk gününde parazitlediği ve ömrün sonuna doğru parazitlenen yumurta sayısının azaldığı bildirilmiştir. Özder ve Tayat (2019), *T. pintoii* ergin ömrünün ilk gününde 159.89 adet *E. kuehniella* yumurtası parazitlenmiş iken 7. gün de bu sayı 27.30 adete düşmüştür. Pehlivan (2021) yaptığı çalışmada 1. ve 2. döle ait *T. evanescens* dişilerinin ilk günde parazitlediği konukçu yumurta sayısının 2. günden daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Özpınar (1999), *T. ostrinia* ve *T. evanescens*'in ömrü boyunca parazitlediği *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarının sırasıyla %30 ve %45'ni ilk günde parazitlendiğini tespit etmiştir. Görüldüğü üzere genel olarak *Trichogramma* türlerinin ömrünün ilk günlerinde daha fazla yumurta bıraktığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Ancak, bu çalışmada kontrol besini de dahil olmak üzere, test edilen diğer besinlerde de erginlerin 2. günde daha fazla yumurta parazitledikleri belirlenmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, *E. kuehniella* larva besinlerine ilave edilen balık unu karışımdaki protein miktarını artırmıştır. İçeriğinde protein oranı %11.60 olan 3 nolu besinde en fazla *E. kuehniella* yumurtası elde edilmiştir. Aynı zamanda bu besinde elde edilen yumurtalar *T. pintoii* tarafından da yüksek sayıda parazitlenmiştir. Ancak, protein miktarındaki artışa rağmen, 4 ve 5 nolu besinlerde *E. kuehniella* yumurta sayısında bir artış gerçekleşmemiş, bağlantılı olarak besinlerde artan balık unu miktarı parazitlenen yumurta sayısında bir artış sağlamadığı görülmüştür.

Bunun yanında *E. kuehniella* larva besinlerindeki protein oranını arttıran balık unu, gerek konukçu üretiminde ve gerekse konukçu yumurtalarını parazitlemeye *T. pintoii* üzerinde olumsuz bir etki de yaratmamıştır. Diğer taraftan, kitle üretim konukçusunun verimliliğini ölçmede kullanılan kriterlerden biri olan günlük uçuş yapan ergin sayısı ile bırakılan yumurta miktarı arasında kontrol ve 5 larva besini arasında güçlü bir korelasyon olduğu görülmüştür. Ergin uçuşunun en yüksek olduğu dönemde en fazla yumurta miktarı elde edilmiştir.

Sonuç olarak *E. kuehniella* kitle üretiminde kullanılan larva besinlerine hangi oranlarda balık unun katılacağı ayrıntılı çalışmalarla ortaya konulmalıdır. Bu amaçla kullanılmak üzere balık işletmelerindeki atıkların geri dönüşüm yoluyla ekonomiye kazandırılma potansiyelinin mevcut olduğu görülmüştür.

Teşekkür: Bu çalışma Besime Gür'ün yüksek lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını yazarlar beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını makale yazarları beyan eder.

Kaynaklar

- Ayvaz, A., Karabörklü, S., 2008. Effect of cold storage and different diets on *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Pest Sciences. 81(1): 57–62.
- Bayat, E., Ashouri A., 2022. Age-specific oviposition behaviour of *Trichogramma brassicae* on *Ephestia kuehniella* under laboratory conditions. Journal of Entomological Society of İran. 42 (1): 55-65.
- Bulut, H., Kılınçer, N., 1987. Yumurta parazitoidi *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'in un güvesi (*Ephestia kuehniella* Zell.) (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtalarında üretimi ve konukçu-parazit ilişkileri. Türkiye I. Entomoloji Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 563-572, 13- 16 Ekim, 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.
- Firidin, B., Yanar, O., Yılmaz, Y., 2023. Herbivor böceklerin besin dengeleme mekanizmaları. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi. 6 (2): 103-105.
- Gonzalez-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.
- İşgören, 2021. *Ephestia kuehniella* Zell., *Cadra (Ephestia) cautella* Walk. ve *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae) ile yumurta parazitoidi *Trichogramma pinto* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae) arasındaki bazı biyolojik ilişkiler üzerine araştırma. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 59 s.
- Jervis, M., Ellers, J., Harvey, J., 2008. Resource acquisition, allocation, and utilization in parasitoid reproductive strategies. Annual Review of Entomology. (53): 361-385.
- Karayar, Ş., 2023. Değirmen güvesi, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae)'nın bazı glutensiz unlarda popülasyon parametrelerinin karşılaştırılması. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 55 s.
- Kurtuluş, A., Pehlivan, S., Achiri, T. D., Atakan, E., 2020. 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.
- Magrini, E. A., Parra, J. R. P., Haddad, M. L., Botelho, P. S. M., 1995. Comparison of artificial diets and different varieties of maize, for rearing *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). Scientia Agricola. 52(1): 60–64.
- 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., Tayat, E., 2019. Parazitoit yaşının *Trichogramma pinto* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae) performansı üzerine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 7 (1):169-174.
- Özek, K., 2016. Böcek kökenli protein kaynaklarının yem değeri ve kanatlıların beslenmesinde kullanılabilirlik olanakları. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Doğa Bilimleri Dergisi. 19 (3): 272-278.
- Özpinar, A., 1994. *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera:Trichogrammatidae)'in iki farklı konukçudaki yaşam çizelgesi. Türkiye Entomoloji Dergisi. 18 (2): 83-88.
- Özpinar, A., 1999. *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)'in yumurtaları üzerinde *Trichogramma* tür ve ekotiplerinin laboratuvar koşullarında karşılaştırılması. Türkiye 4. Biyolojik Mücadele Kongresi 19-30, 26-29 Ocak 1999. Adana.
- 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.

- Öztemiz, S., Sümer Ercan, F., Tunçbilek, A. Ş., 2013. Türkiye’de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türleri, konukçuları ve sistematikteki son gelişmeler. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 29 (3): 240-246
- Pashaei, S., Razmjou, J., Rafiee Dastjerdi, H., Ebadollahi, A., Naseri, B., 2023. Effect of various cereal hosts on population growth traits of the mediterranean flour moth, *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Agriculture. 45(4): 1-17.
- Pehlivan, S., 2021. Role of host diet on the fitness of the egg parasitoid species, *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Egyptian Journal of Biological Pest Control. 31(10):1-8.
- Polat, P., 2008. Larval dönemde üç farklı doğal besinle beslenen *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)’da ergin ömür uzunluğu, verim ve eşey oranı .Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 26 s.
- Smith, S. M., 1996. Biological control with *Trichogramma*: Advances, successes and potential of their use. Annual Review of Entomology. 41: 375- 406.
- Tunca Cosic H., Uğur A., Özkan C., Durlu M., Moran H. H., 2016. Effects of low temperature on the immature stage of *Trichogramma pintoii* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on different host eggs. Fresenius Environmental Bulletin. 25 (11):4724-4731.
- Türkoğlu, A. Özpınar, A., 2021. *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) ’nın yumurta üretiminde farklı besinlerin karşılaştırılması. Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences. 7(4):570-581.
- Wu, L. H., Hoffmann, A. A, Thomson, L. J., 2015. *Trichogramma* parasitoids for control of lepidopteran borers in Taiwan: species, life-history traits and Wolbachia infections. Journal Applied Entomology. 140 (5): 353–363.
- Zadeh, V. M., Pourabad, R. F., Ashouri, S., Hosseini, N., 2020. Impact of four diets on pupal and larval total protein and digestive α -amylase activity in *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal Crop Protection. 9 (4): 615-624.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution CC BY 4.0 International License.