



Araştırma Makalesi/Research Article

Farklı Yapay Besin Ortamlarının *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Galleriidae)'nın Canlı Kalma Oranlarına ve Büyüklüklerine Etkileri

Meltem Avan^{1*}

Avni Uğur²

^{1,2}Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 06120 Dışkapı/Ankara

*Sorumlu yazar: meltem_avn@hotmail.com

¹<https://orcid.org/0000-0002-2939-8177>, ²<https://orcid.org/0000-0001-9002-2163>

Geliş Tarihi: 25.04.2019

Kabul Tarihi: 02.07.2020

Öz

Bu çalışmada *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Galleriidae) Wiesner, Deseo ve ark., Marston ve Ertle, Haydak, ilk kez denemeye alınan A ve B adı verilen yapay besin ortamlarında yetiştirilerek, bu besin ortamlarının larva gelişimini tamamlama oranı, pupa gelişimini tamamlama oranı ergin olma oranı, pupa boyu, pupa ağırlığı, ergin boyu, ergin kanat açıklığı bakımından etkisi araştırılmıştır. Denemeler $29 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve %60-70 orantılı neme sahip inkübatörde yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre çalışmada ele alınan besin ortamlarından, Deseo'nun besin ortamı ile A besin ortamı hem en iyi gelişimi sağlayan, hem de en düşük maliyetli en iyi iki besin ortamı olarak anlaşılmaktadır. Bu iki besin ortamının, *G. mellonella*'nın özellikle gelişimi ve canlılığı bakımından diğer ortamlara göre daha uygun olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Balmumu güvesi, Biyoloji, Canlı kalma oranı, *Galleria mellonella*, Yapay besin etkisi

Effects of Different Artificial Diets on the Survival Rates and Size of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Galleriidae)

Abstract

In this study, *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Galleriidae) has been reared on two different artificial diets by indicating them as Wiesner, Deseo, Marston and Ertle, Haydak, A and B artificial diets, and effects of these diets have been investigated on the duration of larval development, pupal development, adult longevity, the ratio of emergence, pupal length, pupal weight, adult size and adult wing length. Experiments have been carried out at $29 \pm 2^\circ\text{C}$ and 60% R.H. under controlled laboratory conditions. In conclusion, Deseo and A's diets are observed the best among the other artificial diets, because these two diets are cheaper and more suitable in terms of the mass production and biological parameters of *Galleria mellonella*.

Keywords: Artificial diet effect, Biology, Greater wax moth, *Galleria mellonella*, Survival rate

Giriş

Galleria mellonella (L.) (Lepidoptera: Galleriidae) tüm dünyada ve ülkemizde arı kovanlarında, peteklerde ve balmumunda oldukça büyük zararlar yapmış olduğu bilinmektedir. Fakat yetiştiriciler arılarını sepet çubuğu ile örülmüş, üzeri toprakla sıvalı, kontrolü, bakımı güç ama zararlı böceklerin gelişmesine elverişli kovanlarda yetiştirmeleri zararın artmasına olanak tanımıştır (Özer, 1962).

Paddock (1913), Zacher (1927), Whitcomb (1936), Phillips (1947), Allegret (1948), Roy (1949), Gülşahin (1955) ve Della Beffa (1961) tarafından *G. mellonella*'nın biyolojisi, zararları ve yayılış alanları hakkında çalışmalar yaparak zararlı hakkında yeni tespitlerde bulunmuşlardır.

Zacher (1927) zararlının biyoloji ve yayılışı hakkında çalışmalar yaparak zararlının özellikle Avrupa, Kuzey Amerika, Avustralya, Yeni Zelanda, Hindistan'da rastlandığını bildirmişlerdir.

Haydak (1936) laboratuvar böceklerinin yetiştirilmesinde kullanılan besinlerden bahseden eserinde, *G. mellonella* üretimi için de bal, gliserin, süt tozu, maya, buğday kepeği, buğday unundan meydana gelen zararlının kitle üretimi için alternatif olabilecek yeni bir besin ortamından bahsetmiştir.

Roy (1949) *G. mellonella*'nın biyolojisi, zararları ve yayılış alanlarını araştırmıştır ve bu araştırma sonucunda, ergin boyunu ortalama 19 mm, kanat açıklığını 25,4-32 mm olarak, larva boyunu ise almış olduğu besine ve miktarına göre 21,7-31,7 mm arasında değiştiğini ve bir dişinin ortalama 102 adet yumurtayı çok kısa zamanda koyduğunu, larvanın pupa oluncaya kadar 28 gün-4 ay kadar hatta bazen 140 gün ya da 5 ay kadar bir zamana ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir.



Gülşahin (1955) *G. mellonella*'nın biyolojisi, zararları ve yayılışı üzerinde durmuştur ve eserinde, ergin kelebek boyunu 15-20 mm, kanat açıklığının 30-35 mm larva boyunun 20-28 mm olduğunu ifade etmiştir.

Della Beffa (1961) *G. mellonella*'nın biyolojisi, zararları ve yayılışı hakkında araştırmalar yapmıştır ve ergin kanat açıklığını 20-30 mm olarak bildirmiştir ve bu zararlının ülkemizin yanı sıra Kuzey Amerika, Merkezi Amerika, bütün Avrupa ve İtalya'da yaygın olduğunu kaydetmektedir.

Özer (1962) *G. mellonella*'nın morfoloji, biyoloji ve yayılışı üzerine araştırmalar yapmıştır. Yazar *G. mellonella*'nın morfoloji, biyoloji, zararları ve coğrafi yayılışı hakkında bilgi vermiştir. Araştırmacı dişi ergin boyunu 10,6 (8-13,5) mm, kanat açıklığını 26-32 mm, erkek erginin boyunu 9,3 (7,5-12) mm, kanat açıklığını 21-28 mm olarak ifade etmiştir. Araştırmacının gözlemlerine göre *G. mellonella* arı kovanlarında peteklerde ve depolanmış balmumunda oldukça büyük tahribatlar yapmaktadır ve daha çok Ankara, Erzincan, Bursa ve İstanbul'da arı peteklerinde ergin, larva zararları bulunmaktadır. Bu tür ülkemizde arı yetiştirilen bölgelerde hemen hemen yaygındır.

Marston ve Ertle (1973) *G. mellonella* üretimi için buğday kepeği, maya, buğday unu, mısır unu, gliserinden oluşan besin ortamından bahsetmiştir.

Wyniger (1974) *G. mellonella*'nın yetiştirilme teknikleri ve besinleri hakkındaki bilgilerini anlatan eserinde, 500 g mısır unu, 500 g köpek maması ya da civciv yemi, 125 g kuru maya, 75 g buğday embriyosu, 125 g bal, 125 g gliserinden meydana gelen bir besin ortamından bahsetmiştir.

Uygun (1975), besin çeşitliliğinin böceklerin gelişme süresi, ölüm, çoğalma gücü, vücut yapısı, cinsiyet ve renk üzerindeki etkilerini açıklamaktadır.

Deseo ve ark. (1990) yaptığı çalışmada *G. mellonella*'nın kitle üretimi için gliserin, buğday kepeği, su, bal ve petekten oluşan bir besin ortamından söz etmiştir.

Birçok parazitoid böceklerin laboratuvar şartlarında çoğaltılabilmesi için *G. mellonella* larva ve pupaları kullanılmakta olduğu bildirilmiştir (Wiedenmann ve ark. 1992; Büyükgüzel 2001). Bu nedenle kolay yetiştirildiği için çok fazla tercih edilen bir tür olmuştur.

Wiesner (1993) yaptığı çalışmada *G. mellonella* üretimi için mısır unu, buğday kepeği, süt tozu, bal, gliserin, maya, balmumundan oluşan bir besin ortamından bahsetmiştir.

Ergin dişiler yumurtalarını kovanların içerisinde yer alan çatlaklar, yarıklar arasında ve bazen de peteklerin üzerine koyarlar ve çıkan larvaları da petekte zarar yaparak gözleri tahrip eder, pisliklerini bırakır ve ağlar örerler. Zararlının miktarı arttıkça da kovan zayıflar ve arılar canlı kalıp nesillerini sürdürebilmek için kovanlarını terk ederler (Aslan, 1993).

Aleman ve ark. (1999) *G. mellonella*'nın yetiştirilmesinde kullanılan bir besin ortamından söz etmişlerdir, bu besin ortamı mısır unu, maya, şeker kamışı şurubu, buğday kepeği ve baldan meydana gelmiştir.

Nurulloğlu ve Susurluk (2001) *G. mellonella* larva döneminde gelişimi için bal, polen ve bal arılarının ürettiği balmumuna ihtiyaç duyduklarını bildirmişlerdir.

Çağlar ve ark. (2001) *G. mellonella* tarafından zarara uğramış birçok arı kolonisinin olduğunu ifade etmiştir.

Sanford (2003) arı peteklerine ciddi zararlar yapan *G. mellonella*'ya karşı ciddi sorunlar yaşadıklarını ifade etmiştir.

Avan ve Uğur (2019a) yapmış olduğu çalışmalarında farklı besin ortamlarında yetiştirilen balmumu güvelerinin toplam cinsiyetler oranına ve günlük ve toplam yumurta sayısına etkilerinin araştırılması sonucunda, bu besin ortamlarının cinsiyetler arasındaki farklarda önemsiz olduklarını, günlük ve yumurta sayısı üzerine isse bu etkinin önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

Avan ve Uğur (2019b) yine bu farklı ortamlarda yetiştirilen *G. mellonella*'ların gelişimleri üzerine araştırmaları sonucunda, bu besin ortamlarının ergin yaşama sürelerinin, larva, pupa gelişme süreleri üzerinde etkili olduğunu bildirirken, ergin yaşama süreleri bakımından cinsiyetler arasındaki farkı da önemsiz bulmuşlardır.

Bu çalışmada *G. mellonella*'nın 6 değişik besin ortamında larva gelişimini tamamlama oranı, ergin olma oranı, pupa boyu, pupa ağırlığı, ergin boyu, ergin kanat açıklığı belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonunda zararlı için hangi besin ortamının ya da ortamlarının daha uygun olduğu sonucuna varmak amaçlanmıştır.



Materyal ve Yöntem

Materyal

Araştırmada kullanılan *Galleria mellonella*'nın yumurtaları Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nün stok kültüründen alınmıştır.

Yumurtalar pembe, krem ve beyazımtrak olup, 0,4 mm uzunluğunda ve çapındadır. Ağırlığı 0.028 mg kadardır. Yumurtalar çok küçüktür ve yeni çıkan larvalar krem renğinde, oldukça hareketlidir. Ergin kelebekler ise açık kahverengi-gridir (Özer, 1962).

Bu çalışmada *G. mellonella*'nın yetiştirilmesinde Wiesner (1993)'in besin ortamı kullanılmıştır. Denemelerde ise besin ortamı olarak Wiesner (1993)'in, Deseo ve ark. (1990)'nın, Marston ve Ertle (1973)'un, Haydak (1936)'ın ve ilk kez denemeye alınan A ve B harfleriyle ifade edilen 2 besin ortamını daha kullanılmıştır. Bu besin ortamları ve içerikleri aşağıdaki gibidir:

Haydak (1936) tarafından bildirilen besin ortamı: 500 g bal, 500 g gliserin, 445 g süt tozu, 222 g kuru ekmek mayası, 445 g buğday kepeği, 890 g buğday unu.

Marston ve Ertle (1973) tarafından bildirilen besin ortamı: 260 g buğday kepeği, 65 g maya, 162 g buğday unu, 162 g mısır unu, 193 g gliserin.

Deseo ve ark. (1990) tarafından bildirilen besin ortamı: 378 g gliserin, 800 g buğday kepeği, 148 g su, 288 g süzme bal, 200 g balmumu.

Wiesner (1993) tarafından bildirilen besin ortamı: %22 mısır unu, %22 buğday kepeği,%11 süt tozu, %11 bal,%11 gliserin,%5,5 maya,%17,5 balmumu.

A: 125g mısır unu, 125 g buğday kepeği, 62g süt tozu, 70g pekmez, 62g gliserin, 30g maya.

B: 125g mısır unu, 125g buğday kepeği, 62g süt tozu, 200g balmumu, 62g gliserin, 30g maya.

Yöntem

Denemelerde Haydak (1936), Marston ve Ertle (1973), Deseo ve ark. (1990) ve Wiesner (1993) tarafından önerilen besin ortamları ile ilk kez denemeye alınan A ve B adı verilen iki besin ortamı daha kullanılmıştır. Çalışma Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde yürütülmüştür.

Galleria mellonella'nın yetiştirilmesinde mısır unu, kepek, süt tozu, bal, gliserin, maya, petek (4:4:2:2:2:1:3)'den oluşan besin ortamı kullanılmıştır. Bunun için balmumu güvesi yumurtaları önce 1/3' ü besinle doldurulmuş 1 litrelik cam kavanozlara alınıp ve ağzı sineklik teli ve metal kelepçe ile kapatılmıştır. Bu kavanozlardaki larvalar 8 günlük olduktan sonra yine 1/3'ü besinle dolu 330 ml'lik 10 ayrı cam kavanozun içerisine 20'şer tane 8 günlük larvalar pensle alınıp konulmuştur. Kullanılan inkübatörün sıcaklığı $29\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve ortalama orantılı nemi ise %60-70'e ayarlanmıştır.

Denemeler her gün kontrol edilerek besini azalanlara besin ilave edilmiştir. Pupa olanlar alınarak pupa oluş tarihleriyle beraber ölenler ve gelişimini tamamlayamayan larvalar da kaydedilmiştir. Pupalardan boyları ölçülmüş, ağırlıkları saptanmış ve cinsiyet ayrımı yapıldıktan sonra aynı etiket numaralı kavanozlara alınmıştır.

Pupalarda cinsiyet ayrımı abdomenin son segmentlerine bakılarak yapılmıştır. Dişi pupalarda cinsiyet ayrımı, 8. abdomen segmentinin ventralinde ve segmentin hemen başlangıcında boyuna uzanan bir çizginin olduğu yerde 7. ile 8. segmenti birleştiren çizginin 8. segmente doğru bir çıkıntı meydana getirmesi ile yapılırken, erkek pupalarda ise 7. ve 8. segmenti birleştiren çizgi düzgün oluşu ve genital açıklığın 9. segmentte bulunuşu ve bir çift kabartı şeklinde oluşuna göre ayrılmıştır.

Galleria mellonella pupaları boy ve ağırlıklarının saptanması amacıyla besin ortamı içerisinden yumuşak pens yardımıyla çıkarılmıştır. Kokon içerisinden makas yardımıyla çıkarılan bir günlük pupalar hassas terazide tartılmış ve stereoskopik mikroskop altında boylan ölçülmüştür. Cinsiyetleri ayrılan pupaların içinde bulunduğu kavanozlar her gün kontrol edilerek ergin oluş tarihleriyle beraber ölenler ve gelişimini tamamlayamayan pupalar da kaydedilmiştir. Çıkan erginler aynı etiket numaralı kavanozlara tekrar alınmış ve erginlerin yaşama süresinin takibi için bekletilmiştir. Daha sonra da ergin boyu, kanat açıklığı ölçülmüştür ve cinsiyet tayini yapılmıştır.

Tüm besin ortamları ve cam malzemeler kullanımdan önce 60°C sıcaklıkta 3 saat tutularak sterilize edilmiştir (Güçlü, 1976). Diğer araçlar %'lik sodyum hipoklorit ile dezenfekte edilmiştir.



Çizelge 1. Çalışmada ele alınan her bir besin ortamı için denemelerde farklı parametrelerin tespitinde kullanılan *Galleria mellonella*'ya ait birey sayıları

Denemeler	Kullanılan birey sayıları (adet)					
	Wiesner (1993)	Deseo ve ark. (1990)	Marston ve Ertle (1973)	Haydak (1936)	A	B
Larva gelişimini tamamlama oranı	185	182	180	196	184	184
Pupa gelişimini tamamlama oranı	173	149	170	190	180	180
Ergin olma oranı	146	120	162	181	167	171
Pupa boyu	173	149	170	190	180	180
Pupa ağırlığı	173	149	170	190	180	180
Ergin boyu	146	120	162	181	167	171
Ergin kanat açıklığı	146	120	162	181	167	171

Besin ortamları arasında larva gelişimini tamamlama oranı, pupa gelişimini tamamlama oranı, ergin olma oranı, cinsiyetler oranı bakımından fark olup olmadığını belirlemek için açı transformasyonu ve tek faktörlü varyans analiz tekniği uygulanmıştır. Pupa boyu, pupa ağırlığı, ergin boyu, ergin kanat açıklığı özellikleri bakımından besin ortamları ve cinsiyetlerin karşılaştırılması amacıyla tek faktörlü varyans analiz tekniği uygulanmış, farklı besinlerin etkilerinin belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda "Minitab" ve "İstatistica" istatistik paket programları kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella*'nın larva gelişimini tamamlama oranına etkisi

Larva gelişimini tamamlama oranı en yüksek %98 oranıyla Haydak (1936)'ın besin ortamında gözlemlenirken, en düşük larva gelişimini tamamlama oranı da %90 oranıyla Deseo ve ark. (1990)'nın, Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamında kaydedilmiştir. Diğer besin ortamları arasında ise larva gelişimini tamamlama oranı bakımından önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. *Galleria mellonella*'nın farklı yapay besin ortamlarındaki larva ve pupa gelişimini tamamlama oranları ile ergin olma oranları

Besin Ortamları	Larva Gelişimini Tamamlama Oranları (%)	Pupa Gelişimini Tamamlama Oranları (%)	Ergin Olma Oranları (%)
Wiesner (1993)	92,5 a*	93,4 b	85,8 c
Deseo ve ark. (1990)	90 c	81,6 c	86,7 c
Marston ve Ertle (1973)	90 c	94,1 ab	93,5 ab
Haydak (1936)	98 a	96,9 ab	95,1 a
A	92 b	97,2 ab	93,9 ab
B	92 b	97,8 a	94,9 ab

* Aynı sütündeki farklı harfler ortalamalar arası farklılığı göstermektedir.

Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella*'nın pupa gelişimini tamamlama oranına etkisi

Pupa gelişimini tamamlama oranı bakımından besin ortamları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Pupa gelişimini tamamlama oranı en yüksek %97,8 oranıyla B besin ortamında sonra sırası ile %97,2 oranıyla A'da, %96,9 oranıyla Haydak (1936)'ta, %94,1 oranıyla



Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamında gözlemlenirken, en düşük pupa gelişimini tamamlama oranı da %81,6 oranıyla Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamında gözlemlenmiştir (Çizelge 2).

Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella*'nın ergin olma oranına etkisi

Ergin olma oranı bakımından besin ortamları arasında önemli fark olduğu tespit edilmiştir ($P<0,01$). En yüksek ergin olma oranı %95,1 oranıyla Haydak (1936)' ın besin ortamında gözlemlenirken, en düşük ergin olma oranı ise %85,8 oranıyla Wiesner (1993) ile %86,7 oranıyla Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamlarında kaydedilmiştir (Çizelge 2).

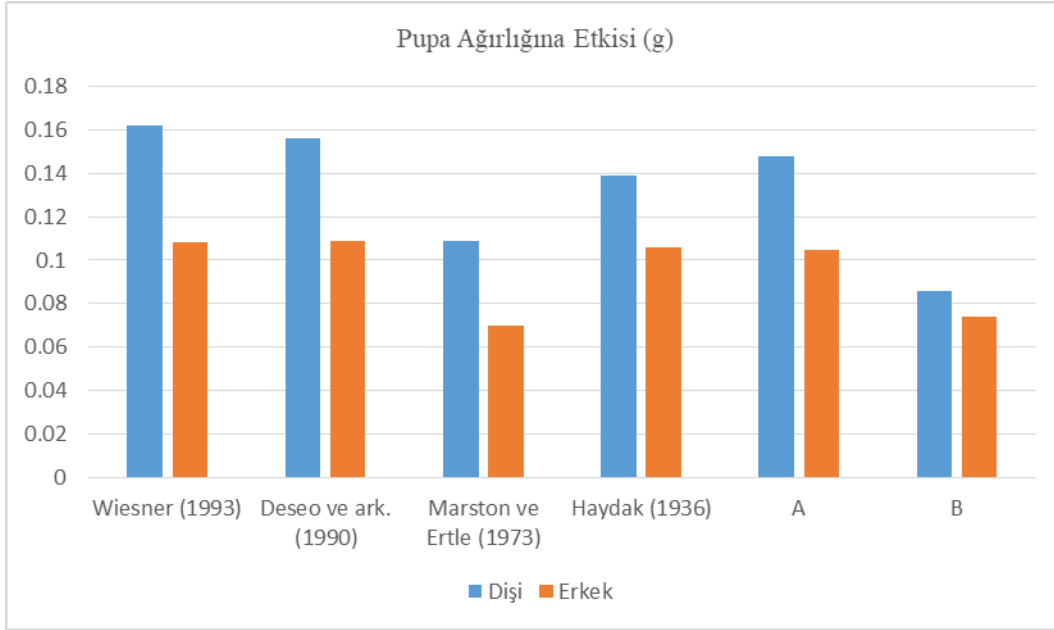
Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella* büyüklüklerine etkisi Pupa ağırlığı

Yapılan değerlendirmeler sonucunda cinsiyetler arasında ve besin ortamları arasında pupa ağırlığı bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Ayrıca aralarındaki interaksiyon da (besin x cinsiyet) önemli bulunmuş yani besin ortamları arasındaki farklılık cinsiyetlere göre ya da cinsiyetler arasındaki farklılık besin ortamlarına göre değişmektedir. Bunun için de Duncan testi uygulanmıştır. Her bir besin grubunda dişilerin pupa ağırlığı, erkeklerinkinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0,01$). Dişilerde en yüksek pupa ağırlığı $0,162 \pm 0,0004$ g ortalamasıyla Wiesner (1993)'in ve $0,156 \pm 0,0004$ g ortalamasıyla Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamlarında gözlemlenirken, en düşük pupa ağırlığı ise $0,086 \pm 0,0004$ g ortalamasıyla B besin ortamında gözlemlenmiştir. Erkeklerde ise en yüksek pupa ağırlığı $0,108 \pm 0,0004$ g ortalamasıyla Wiesner (1993)'in, $0,109 \pm 0,0005$ g ortalamasıyla Deseo ve ark. (1990), $0,106 \pm 0,0004$ g ortalamasıyla Haydak (1936)'ın, $0,105 \pm 0,0004$ g ortalamasıyla A besin ortamlarında gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı yapay besin ortamlarında yetiştirilen *Galleria mellonella*'nın dişi ve erkek pupa ağırlıkları

Besin Ortamları	Pupa Ağırlıkları (g)						
	Dişi (♀)			Erkek (♂)			Genel
	En az	En çok	Ort. \pm SH	En az	En çok	Ort. \pm SH	Ort. \pm SH
Wiesner (1993)	0,097	0,212	$0,162 \pm 0,0004$ a*	0,059	0,180	$0,108 \pm 0,0005$ a	$0,137 \pm 0,003$
Deseo ve ark. (1990)	0,087	0,229	$0,156 \pm 0,0004$ ab	0,053	0,198	$0,109 \pm 0,0005$ a	$0,137 \pm 0,003$
Marston ve Ertle (1973)	0,044	0,136	$0,109 \pm 0,0004$ d	0,042	0,121	$0,070 \pm 0,0004$ b	$0,090 \pm 0,002$
Haydak (1936)	0,081	0,215	$0,139 \pm 0,0004$ c	0,058	0,186	$0,106 \pm 0,0004$ a	$0,124 \pm 0,002$
A	0,081	0,205	$0,148 \pm 0,0004$ bc	0,205	0,205	$0,105 \pm 0,0004$ a	$0,127 \pm 0,002$
B	0,046	0,182	$0,086 \pm 0,0004$ c	0,104	0,104	$0,074 \pm 0,0004$ b	$0,080 \pm 0,001$

*Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arası farklılığı göstermektedir.



Şekil 1. Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella*'nin dişi ve erkek pupa ağırlıklarına etkisi

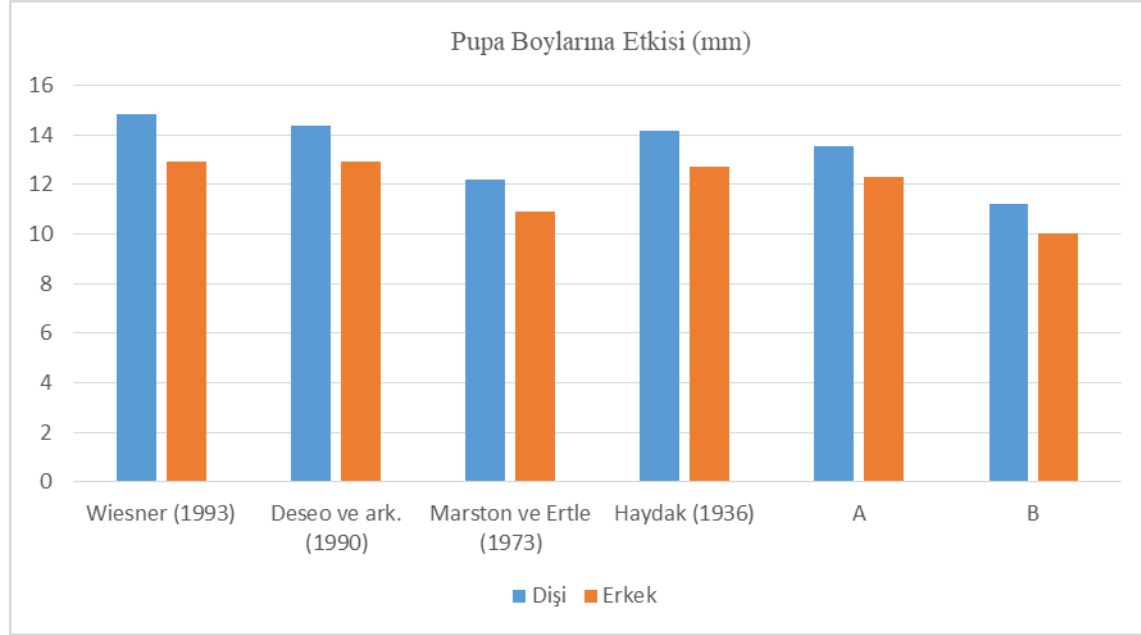
Pupa boyu

Yapılan değerlendirmeler sonucu cinsiyetler arasında ve besin ortamları arasında pupa boyu bakımından farklılık olduğu belirlenmiştir. Denemelerde kullanılan farklı besin ortamları arasındaki fark da önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Dişilerde en yüksek pupa boyu $14,861 \pm 0,010$ mm ortalama ile Wiesner (1993)'in besin ortamında gözlemlenirken, daha sonra da $14,360 \pm 0,011$ mm ortalama ile Deseo ve ark. (1990)'nın ve $14,164 \pm 0,009$ mm ortalama ile Haydak (1936)'ın besin ortamında gözlemlenmiştir. Dişilerde en düşük pupa boyuna $11,203 \pm 0,010$ mm ortalama ile B besin ortamında ve daha sonra da $12,212 \pm 0,011$ mm ortalama ile Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamında gözlemlenmiştir. Erkeklerde ise en yüksek pupa boyu $12,910 \pm 0,015$ mm ortalama ile Wiesner (1993)'in, $12,952 \pm 0,015$ mm ortalama ile Deseo ve ark. (1990)'nın ve $12,743 \pm 0,011$ mm ortalama ile de Haydak (1936)'ın besin ortamında tespit edilmiştir. Erkeklerde en düşük pupa boyu ise $10,931 \pm 0,011$ mm ortalama ile Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamında kaydedilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı yapay besin ortamlarında yetiştirilen *Galleria mellonella*'nin dişi ve erkek pupa boyları

Besin Ortamları	Pupa Boyları (mm)						
	Dişi (♀)			Erkek (♂)			Genel
	En az	En çok	Ort. \pm SH	En az	En çok	Ort. \pm SH	Ort. \pm SH
Wiesner (1993)	12	17	$14,861 \pm 0,010$ a*	10	15	$12,910 \pm 0,015$ a	$13,936 \pm 0,120$
Deseo ve ark. (1990)	13	16	$14,360 \pm 0,011$ b	12	14	$12,952 \pm 0,015$ a	$13,772 \pm 0,085$
Marston ve Ertle (1973)	12	14	$12,212 \pm 0,011$ d	9	12	$10,931 \pm 0,011$ c	$11,582 \pm 0,081$
Haydak (1936)	13	16	$14,164 \pm 0,009$ b	10	14	$12,743 \pm 0,011$ a	$13,513 \pm 0,083$
A	11	16	$13,531 \pm 0,010$ c	10	15	$12,332 \pm 0,011$ b	$12,944 \pm 0,101$
B	8	13	$11,203 \pm 0,010$ e	8	12	$10,011 \pm 0,011$ d	$10,620 \pm 0,088$

*Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arası farklılığı göstermektedir.



Şekil 2. Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella*'nın dişi ve erkek pupalarının boyları

Ergin boyu

Farklı besin ortamlarında yetiştirilen *G. mellonella* erginleri arasında fark olup olmadığını belirlemek için yapılan istatistikî analizler sonucunda ortalama ergin boyu bakımından besin ortamları arasında ve her bir besin ortamında cinsiyetler arasında fark olduğu saptanmıştır ($P < 0,01$). Cinsiyetler arasındaki fark besin gruplarına göre değişmemektedir. Yani interaksiyon (besin x cinsiyet) önemli bulunmamıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlara göre en yüksek ergin boyu $11,707 \pm 0,127$ ile Wiesner (1993) ve $11,410 \pm 0,097$ mm ile A besin ortamlarında, en düşük ergin boyu ise $9,864 \pm 0,073$ mm ile Marston ve Ertle (1973) ve $9,900 \pm 0,073$ mm B besin ortamında gözlemlenmiştir (Çizelge 5). Her bir besin grubunda ergin dişi boyu, ergin erkek boyu ortalamasından yüksek bulunmuştur.

Çizelge 5. Farklı yapay besin ortamlarında yetiştirilen *Galleria mellonella*'nın ergin boyları

Besin Ortamları	Ergin Boyları (mm)		
	En az	En çok	Ort. \pm SH
Wiesner(1993)	8	16	$11,707 \pm 0,127$ a*
Deseo ve ark.(1990)	8	14	$11,042 \pm 0,117$ b
Marston ve Ertle(1973)	8	12	$9,864 \pm 0,073$ c
Haydak(1936)	8	13	$10,744 \pm 0,101$ b
A	8	15	$11,410 \pm 0,097$ a
B	8	12	$9,900 \pm 0,073$ c

*Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arası farklılığı göstermektedir.



Ergin kanat açıklığı

Her bir besin ortamında cinsiyetler arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Yapılan analiz sonunda cinsiyetler arasındaki fark besin gruplarına göre değişmemektedir. Yani interaksiyon (besin x cinsiyet) önemli bulunmamıştır. Ergin kanat açıklığı en yüksek $26,245 \pm 0,261$ mm ile Wiesner (1993), $27,006 \pm 0,236$ mm ile Haydak (1936), $23,142 \pm 0,141$ mm ile B besin ortamında gözlemlenirken, en düşük kanat açıklığı ise $20,938 \pm 0,111$ mm ile Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamında gözlemlenmiştir (Çizelge 6).

Ergin kanat açıklığı özelliği bakımından cinsiyetler arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur. Dişilerin kanat açıklığı, erkeklerin kanat açıklığından daha yüksek olarak saptanmıştır.

Çizelge 6. Farklı yapay besin ortamlarının *Galleria mellonella*'nın ergin kanat açıklığına etkisi

Besin Ortamları	Ergin Kanat Açıklığı (mm)		
	En az	En çok	Ort. \pm SH
Wiesner(1993)	18	33	$26,245 \pm 0,216$ ab*
Deseo ve ark.(1990)	19	31	$25,217 \pm 0,273$ c
Marston ve Ertle(1973)	18	26	$20,938 \pm 0,111$ d
Haydak(1936)	21	32	$27,006 \pm 0,236$ a
A	20	32	$26,048 \pm 0,200$ bc
B	18	30	$23,142 \pm 0,141$ a

*Aynı sütundaki farklı harfler ortalamalar arası farklılığı göstermektedir.

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan *G. mellonella*'nın yetiştirilmesi için önerilen diğer besin karmaları ise şunlardır: Beck ve Stanley (1960), 25 g bal, 22 g gliserin, 10 g su, 34 g tahıl, 10 g maya, 5 g balmumu; Dutley ve ark. (1962) 255 g tahıl, 319 g sükröz + gliserin + su (1 ölçü sükröz, 1,19 ölçü gliserin, 0,94 ölçü saf su), 0,6 ml vitamin Deca Vi Sol); Wyniger (1974) 500 g mısır unu, 500 g köpek maması ya da civciv yemi, 125 g kuru maya, 75 g buğday embriyosu, 125 g bal, 125 g gliserin; Glazer (1931) 200 g bal, 183 g gliserin, 47 g maya, 4 g fungusit (nipajin), 320 g kepek; Mohammed ve Coppel (1983) 100 ml saf su, 150 ml bal, 50 ml gliserin, 3 g balmumu, 1 g yağ, 4 ml polyvisol multivitamin, 454 g bebek maması.

Wyniger (1974) kendi besin ortamını kullanırken 28°C sıcaklık ve %60-70 orantılı nem kullanırken, Beck ve Stanley (1960), yaptığı stok kültürün gelişimi için 35°C sıcaklık kullanmıştır. Çalışmada stok kültür yetiştirmek için Wiesner (1993)'in besin ortamı kullanılmıştır. Denemeler $29 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve %60-70 orantılı neme ayarlı inkübatörde yürütülmüştür.

Kansu (1962), böceklerin en uygun besinlerde, kısa zamanda gelişmeyi sağlamalarına rağmen en iri bireyler meydana getirdikleri ve en fazla sayıda bireyin canlılığını sürdürdüğünü belirtmektedir.

Galleria mellonella yetiştirilmesinde kullanılan 6 besin ortamının 100 g'larının besinden kaynaklanan maliyetleri en maliyeti yüksek olandan aza doğru ;

Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamı : 6,650 TL/100g

B besin ortamı : 5,450 TL/100g

Wiesner (1993)'in besin ortamı : 5,310 TL/100g

Deseo ve ark.(1990)'nın besin ortamı : 5,190 TL/100g

A besin ortamı : 5,040 TL/100g

Haydak (1936)'in besin ortamı : 3,350 TL/100g olarak hesaplanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Galleria mellonella 6 farklı besin ortamında yetiştirilerek besin çeşitliliğinin böceklerin gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Besin ortamı olarak Wiesner (1993), Deseo ve ark. (1990),



Marston ve Ertle (1973), Haydak (1936) ve yeni denenen A ve B harfleriyle adlandırılan 2 besin ortamı daha kullanılmıştır. Farklı besin ortamlarında yetiştirilen balmumu larva gelişimini tamamlama oranı, ergin olma oranı, pupa ağırlığı, pupa boyu, ergin boyu, ergin kanat açıklığı bakımından fark olup olmadığı araştırılmıştır.

Yapılan laboratuvar denemeleri sonucunda en uzun larva gelişme süresi ise Marston ve Ertle (1973) ve Haydak (1936)'ın besin ortamında olduğu tespit edilmiştir (ortalama $27,529 \pm 0,304$ gün, $28,328 \pm 0,171$ gün).

Larva gelişimini tamamlama oranı en yüksek %98 oranıyla Haydak (1936)'ın besin ortamında, en düşük ise %90 oranıyla Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamında tespit edilmiştir.

Avan ve Uğur (2019b) yine bu 6 besin ortamıyla yapmış oldukları çalışmalarında en kısa larva döneminin Deseo ve ark.(1990)'a ait besin ortamıyla elde ettiklerini, A besin ortamında bu tespitte çok iyi sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir.

Pupa gelişimini tamamlama oranı en yüksek %97,8 oranıyla B besin ortamında, en düşük %81,6 oranıyla Deseo ve ark. (1990)'nun besin ortamında bulunmuştur.

Avan ve Uğur (2019b) bu 6 besin ortamında pupa gelişme süresi için en uygun besin ortamlarından birinin de A besin ortamı olduğunu tespit etmişlerdir.

Ergin olma oranı ise en yüksek %95,1 oranıyla Haydak (1936)'ın besin ortamında, en düşük ise % 85,8 oranıyla Wiesner (1993)'in besin ortamında gözlemlenmiştir.

Pupa ağırlığı bakımından dişilerin pupa ağırlığı ortalaması, erkeklerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Dişilerde en yüksek pupa ağırlığı 0,1627 g ortalamasıyla Wiesner (1993) ve 0,1568 g ortalamasıyla Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamında gözlemlenirken, en düşük pupa ağırlığı ise 0,0865 g ortalamasıyla B besin ortamında gözlemlenmiştir. Erkeklerde ise en yüksek pupa ağırlığı 0,1086 g ortalamasıyla Wiesner (1993), 0,1094 g ortalamasıyla Deseo ve ark. (1990), 0,1067 g ortalamasıyla Haydak (1936), 0,1056 g ortalamasıyla A besin ortamında olduğu bulunmuştur.

Galleria mellonella'nın farklı besin ortamlarında pupa boyu bakımından karşılaştırıldığında dişilerde en yüksek pupa boyu 14,861 mm ortalama ile Wiesner (1993)'in besin ortamında gözlemlenirken, daha sonra da 14,360 mm ortalama ile Deseo ve ark. (1990)'nın, 14,164 mm ortalama ile Haydak (1936)'ın besin ortamında gözlemlenmiştir. Dişilerde en düşük pupa boyuna 11,203 mm ortalama ile B'nin besin ortamında, daha sonra da 12,212 mm ortalama ile Marston ve Ertle (1973)'un besin ortamında gözlemlenmiştir. Erkeklerde ise en yüksek pupa boyu 12,910 mm ortalama ile Wiesner (1993)'in, 12,952 mm ortalama ile Deseo ve ark. (1990)'nın, 12,744 mm ortalama ile Haydak (1936)'ın besin ortamında gözlemlenmiştir. Erkeklerde en düşük pupa boyu ise 10,931 mm ortalama ile Marston ve Ertle (1973)'in besin ortamında kaydedilmiştir. Özer (1962)'in araştırmasına göre pupa boyu 10-16 mm olarak kaydedilmiştir.

Ergin boyu bakımından cinsiyetler arasındaki fark besin gruplarına göre değişmemektedir. Yani interaksyon önemli bulunmamıştır. En yüksek ergin boyu $11,439 \pm 0,059$ mm, en düşük ergin boyu ise $9,9709 \pm 0,0526$ mm olarak gözlemlenmiştir. Her bir besin grubunda ergin dişi boyu, ergin erkek boyu ortalamasından daha yüksek bulunmuştur. Dişilerde ergin boyu $11,439 \pm 0,0549$ mm, erkeklerde ise $9,971 \pm 0,0580$ mm olarak kaydedilmiştir. Roy (1949) eserinde ergin boyunu takriben 19 mm, Gülşahin (1955) ise ergin kelebek boyunu 15-20 mm olarak saptamıştır. Özer (1962) ise dişinin min. 8 mm, max. 13,5 mm, ortalama 10,6 mm ve erkeğin min. 7,5 mm, max. 9,3 mm boyunda olduğunu saptamıştır.

Ergin kanat açıklığı bakımından cinsiyetler arasındaki fark besin gruplarına göre değişmemektedir. Yani interaksyon önemli bulunmamıştır. Ergin kanat açıklığı en yüksek 26,914 mm, en düşük kanat açıklığı ise 23,914 mm olarak gözlemlenmiştir. Ergin kanat açıklığı bakımından cinsiyetler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Dişilerin kanat açıklığı, erkeklerin kanat açıklığından daha yüksek bulunmuştur. Dişilerin ortalama kanat açıklığı 26,91 mm, erkeklerde ise 23,82 mm olarak kaydedilmiştir. Roy (1949) eserinde ergin kanat açıklığını 25,4-32 mm olarak, Gülşahin (1955), ergin kanat açıklığını 30-35 mm olarak, Della Beffa (1961), ise 20-30 mm olarak, Özer (1962) ise dişi kanat açıklığını 26-32 mm olarak, erkek kanat açıklığını ise 21-28 mm olarak tespit etmiştir.

Bu çalışmada kullanılan besin ortamlarında larva gelişme süresinin en kısa olduğu besin ortamları Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamı daha sonra ise B ve Wiesner (1993)'in besin ortamıdır (Çizelge 1). Pupa gelişme süresinin en kısa olduğu besin ortamları Wiesner (1993), Haydak (1936) ve



A besin ortamlarıdır (Çizelge 1). Larva ve pupa gelişimini birlikte dikkate alırsak Wiesner (1993)'in besin ortamındaki gelişiminin daha hızlı olduğunu görülmektedir.

Ergin yaşama süresi bakımından en yüksek ergin yaşama değerleri Wiesner (1993), Deseo ve ark. (1990), A ve B besin ortamlarında gözlemlenmiştir (Çizelge 1). Larva gelişimini tamamlama oranı bakımından en yüksek değer Haydak (1936)'ın besin ortamında gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Pupa gelişimini tamamlama oranı en yüksek B besin ortamında kaydedilmiştir (Çizelge 2). Ergin olma oranı bakımından, en yüksek ergin olma oranı Haydak (1936)'ın besin ortamında gözlemlenmiştir (Çizelge 2). Her üç özellik bakımından değerlendirecek olursak da yani larva ve pupa gelişimini tamamlama oranı ve ergin olma oranı bakımından en yüksek Haydak (1936)'ın besin ortamında kaydedilmiştir.

Pupa ağırlığı bakımından dişilerde en yüksek Wiesner (1993) ve Deseo ve ark. (1990)'nın besin ortamlarında rastlanırken, erkeklerde ise en yüksek pupa ağırlığı Wiesner (1993), Deseo ve ark. (1990), Haydak (1936) ve A besin ortamlarında gözlemlenmiştir (Çizelge 3). Pupa boyu dişilerde en yüksek Wiesner (1993)'in ortamında, daha sonra ise Deseo ve ark. (1990) ve Haydak (1936)'ın besin ortamlarında, erkeklerde ise en yüksek pupa boyu Wiesner (1993), Deseo ve ark. (1990) ve Haydak (1936)'ın besin ortamlarında kaydedilmiştir (Çizelge 4). Ergin boyu ve ergin kanat açıklığı bakımından besin ortamları arasında farka rastlanmamıştır (Çizelge 5, Çizelge 6).

Sonuç olarak *G. mellonella*'nın denemelerde ele alınan farklı besin ortamlarından Deseo ve ark. (1990)'nın kullandığı besin ortamı ile çalışma için hazırlanmış yeni besin ortamı olan A ile isimlendirilen besin ortamının zararlının canlı kalma oranları ve büyüklüklerinin yanı sıra, besinden kaynaklanan maliyetleri de göz önüne alındığında, kitle üretiminde kullanılabilir en uygun besin ortamları olduğu anlaşılmıştır.

Not: Bu çalışma Meltem Avan'ın yüksek lisans tezinin bir kısmından hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Alemán, J., Munoz, L., Plana, L., Llanes, G., Fernandez, M., Vidal, M. and Garcia, G.A. 1999. Effect of artificial recycled diet on some indicators of quality in the *Galleria mellonella* Linneo (Lepidoptera: Pyralidae) and *Lixophaga diatraeae* Townsend (Diptera: Tachinidae) rearing. *Revista de Protección Vegetal* 14(3): 161-166.
- Allegret, P., 1948. Rapport III. -Anatomie Microscopique des glandes sericigenes de la fausse Teigne des Ruches (*Galleria mellonella* L.) au cours du développement larvaire. Actes du VII^e Congrès Sericicole International Ales-France. pp. 10- 12.
- Aslan, A., 1993. Arı hastalıkları ve zararlıları. Teknik arıcılık. Ankara. 27- 29.
- Avan, M., Uğur, A., 2019a. Farklı Yapay Besin Ortamlarının *Galleria mellonella* (L.)(Lepidoptera: Galleriidae)'nın Üreme Gücüne Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(2): 335-341.
- Avan, M., Uğur, A. 2019b. Farklı Yapay Besin Ortamlarının *Galleria mellonella* (L.)(Lepidoptera: Galleriidae)'nın Gelişimine Etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1): 39-46.
- Beck, D. Stanley, 1960. Growth and development of the greater wax moth. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Vol 49: 137-149.
- Büyükgüzel, K., 2001. Positive effects of some gyrase inhibitors on survival and development of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) larvae reared on an artificial diet, *Journal of Economic Entomology*, 94: 21-26.
- Çağlar, Y., Tutkun E., Tutar, A., Yılmaz B., 2001. Balmumu Güvesi Mücadelesinde Kullanılan Kükürtdioksitin (SO₂) Farklı Dozlarının Etkisi Üzerine Araştırmalar. Türkiye 3. Arıcılık Kongresi Adana.
- Della Beffa, G., 1961. Gli insetti dannosi all' Agricoltura, ed 1, Modemi Metodi E.Mezzidi lotta Ulrica Hoepli Milano. pp. 407-409.
- Deseo, K.V., Ruggeri, L., Lazzari, G., 1990. Mass- production and quality control of entomopathogenic nematodes in *Galleria mellonella* L. larva. Proceeding of the fifth. Int. Colloquium on invertebrate pathology and microbial control, Adelia, Avustralia, August 1990, p. 250.
- Dutley, S.R., Thompson J.V., Contwell G.E., 1962. A technique for mass rearing the greater wax moth. (Lepidoptera; Pyralidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash* 64: 56- 58.
- Glazer, R.W., 1931. The cultivation of a nematode parasite of an insect, *Science* 73: 614-615.
- Güçlü, Ş., 1976. Un güvesinin (*Anagasta kuehniella* (Zeller): Lepidoptera-Pyralidae) laboratuvar koşullarında biyo-ekolojisi, gamına radyasyonunun gelişme dönemlerine etkileri üzerinde araştırmalar. Doktora tezi, s: 1-222, Ankara.



- Gülşahin, H., 1955. Balarısı hastalıkları ve zararlıları. T.C. Ziraat Vekaleti, Nesriyat ve Haberler Md. Teknik Enformasyon Servisi, Sayı: 721, Gürsoy Basımevi, Ankara.
- Haydak, M.H., 1936. A food for rearing laboratory insects. J. Econ. Ent. 29, 1026.
- Kansu, A. 1962. Besin çeşidinin tırtılların gelişmesine etkileri ve bu konuda *Lymantria dispar* L. (kırtırtılı) üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı Sayı 2'den ayrı basım: 116-138.
- Marston, N., Ertle, L.R. 1973. Host influence on the bionomics of "*Trichogramma minutum*". Ann. Ent. Soc. Amer. 66: 1155-1162.
- Mohammed, M.A., Coppel, H.C., 1983. Mass rearing of the greater wax moth, *Galleria mellonella* L., for small-scale laboratory studies. The great lakes Entomologist. 139-143.
- Nurullahoğlu, U.Z., Susurluk, A.İ., 2001. Fecundity of Turkish and German strains of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) reared on two different diets. S.U. Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, 18: 39–44.
- Özer, M., 1962. Arı kovanlarında önemli zarar yapan balmumu güvesi *Galleria mellonella* L.'nin morfoloji, biyoloji ve yayılışı üzerine araştırmalar. Tarım Bakanlığı Zir. Müc. ve Zir. Kar. Gn. Md.'lüğü Bitki Koruma Bült., 2(12), 26- 35.
- Paddock, F.B., 1913. The life history and control of the Bee-moth or Wax-moth in Bull. 1 ~8 investigations Pertaining to Texas Beekeeping, Tex. Agr. Exp. Sta.
- Phillips, F.E., 1947. Beekeeping a discussion of the life of the Honey Bee and of the Production of honey. The Macmillan Company New-York. pp. 437-439.
- Roy, A.G., 1949. The Hive and the Honey Bee, Publ. of the American Bee Journal, Printed in the U.S.A by RR Donnelly- Sons Company, Chicago, and Crawfordsville, Indiana. p. 621.
- Sanford, M.T., 2003. Controlling Wax moth, one of a series of the Entomology and Nematology Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. EDIS Web Site at <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Uygun, N., 1975. Besinin böcekler üzerindeki etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı ayrı baskı sayı 2: 99-115, Adana.
- Whitcomb, W.J.R., 1936. The wax moth and its control, U.S.D.A. Circ. 386.
- Wiedenmann, R.N., Smith, J.W., Darnell, P.O., 1992. Laboratory rearing and biology of the parasite *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) using *Diatraea saccharalis*. (Lepidoptera: Pyralidae) as a host, Environmental Entomology, 21: 1160-1167.
- Wiesner, J., 1993. *Neoplectana carpocapsae*, n.sp. (Anguillulata; Steinemematinae). Novy cizopasník housenek obalece japlecne'ho. *Carpocapsa pomonella* L. Vestník eskoslovenske společnosti 19: 44- 51.
- Wyniger, R., 1974. Insectenzucht. Methoden der zucht und haltung von insekten und Milben im Laboratorium. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 368: 228-229.
- Zacher, F., 1927. Die vorrants; Speicher- und Material- Schadline und ihre Bekämpfung. Verlagsbuch handlung, Paul Parey, Berlin. p. 366.