

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Merve Saffet DURA

FARKLI SENTETİK VE DOĞAL BESİN BİLEŞENLERİNİN *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) LARVALARININ GELİŞME VE PROTEİN SENTEZİNE ETKİLERİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2011

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

FARKLI SENTETİK VE DOĞAL BESİN BİLEŞENLERİNİN *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae) LARVALARININ GELİŞME VE PROTEİN SENTEZİNE ETKİLERİ

Merve Saffet DURA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 13/12/2011 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Yrd. Doç. Dr. Mehmet SULANÇ
DANIŞMAN

.....
Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZALP
ÜYE

.....
Doç. Dr. Ramazan BİLGİN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Biyoloji Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: FEF2010YL02

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI SENTETİK VE DOĞAL BESİN BİLEŞENLERİNİN *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) LARVALARININ GELİŞME VE PROTEİN SENTEZİNE ETKİLERİ

Merve Saffet DURA

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Mehmet SULANÇ
Yıl: 2011, Sayfa: 31
Jüri : Yrd. Doç. Dr. Mehmet SULANÇ
: Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZALP
: Doç. Dr. Ramazan BİLGİN

Bu çalışmada, *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae)'nın besinsel bileşenlerinden bal, petek ve böcek hemolenf sıvısının farklı oranlarının böcek larvalarının gelişme oranı ve protein sentezi üzerine olan etkileri yarı-sentetik besin kullanılarak incelenmiştir. *G. mellonella* larvalarının beslenmesi kontrol besin dahil olmak üzere, hemolenfin 45 ml, 30 ml ve 15 ml' lik farklı oranlarıyla toplam dört besin kullanılmıştır. Hemolenf oranının 45 ml olduğu besin kontrol besine göre, larvaların gelişme hızı ve sentezlediği protein yüzdesini önemli derecede arttırmıştır. Hemolenf oranının 30 ml ve 15 ml olduğu besinler ise larvaların hem gelişim hem de protein sentezi üzerine etkili olmamıştır. Denenen besin bileşenlerinden 45 ml hemolenf içerikli besinin *G. mellonella* için kantitatif bakımdan kritik önemi olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Galleria mellonella*, protein sentezi, hemolenf

ABSTRACT

MSc THESIS

THE EFFECT OF DIFFERENT SYNTHETIC AND NATURAL DIETARY COMPONENTS ON THE RATE OF DEVELOPMENT AND SYNTHESISED PROTEIN OF THE LARVAE OF *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)

Merve Saffet DURA

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOLOGY**

Supervisor : Assist. Prof. Dr. Mehmet SULANÇ

Year: 2011, Pages: 31

Jury : Asst. Prof. Dr. Mehmet SULANÇ

: Asst. Prof. Dr. Pınar ÖZALP

: Assoc. Prof. Dr. Ramazan BİLGİN

In the study, the effects of different ratios of dietary nutrients such as honey, bran and insect hemolymph fluid on the rate of development and protein synthesis of the larvae of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) were investigated by using semi-synthetic diet. *G. mellonella* for feeding larvae, including the control of diet and hemolymph three different rate (45 ml, 30 ml and 15 ml) a total of four different diets rates were used. According to diet that control the rate of Hemolymph 45 ml, larvae, growth rate and significantly increased the percentage of protein synthesized. Hemolymph rate is 30 ml and 15 ml in diets and protein synthesis on the growth of the larvae was not effective. The tried-nutrient components of diet containing 45 ml hemolymph *G. mellonella* was found to be of critical importance for the quantitative aspects.

Key Words: *Galleria mellonella*, protein synthesis, hemolymph

TEŞEKKÜR

Bana bu araştırma konusunu veren ve hiçbir desteğini esirgemeyen danışman hocam Ç.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Sayın Yrd. Doç. Dr. Mehmet SULANÇ' a teşekkür ederim. Ayrıca Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim üyelerinden Prof. Dr. İskender EMRE ve Yrd. Doç. Dr. Pınar ÖZALP' e yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince aynı laboratuvarı paylaştığım çalışma arkadaşlarım Benay SEZER, Süheyla İNKAYA, Yrd. Doç. Dr. Tamer KAYIŞ, Osman DURSUN, Nilay YILMAZ' a ve bölüm arkadaşım Mustafa TUNÇSOY' a teşekkür ederim.

Hayatımın tüm safhalarında olduğu gibi yüksek lisans öğrenimim süresince de her koşulda, maddi manevi yanımda olan babam Ziver DURA, annem Nemciye DURA, abim B. Bilal DURA' ya ve son olarak hiçbir konuda desteğini esirgemeyen nişanlım Aytaç ELMACI' ya teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1.Stok Kültürün Hazırlanması, <i>G.mellonella</i> Larvalarının Elde Edilmesi .	9
3.1.2. Deney Besinlerinin Hazırlanması.....	9
3.1.3. Deneyde Kullanılan Larvaların Elde Edilmesi.....	10
3.2. Yöntem	10
3.2.1 Yaş Ağırlığa Göre Total Protein Yüzdesi Tayini.....	10
3.2.2. Proteinin Özütlenmesi.....	11
3.2.3 Protein Tayini.....	11
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	11
4. BULGULAR	13
5. TARTIŞMA	17
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	21
KAYNAKLAR.....	23
ÖZGEÇMİŞ	31

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının beslenmesinde kullanılan besin bileşimi.....	10
Çizelge 4.1. Farklı besin bileşenlerinin <i>Galleria mellonella</i> larvalarının gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkisi.....	13
Çizelge 4.2. <i>Galleria mellonella</i> larvalarının yaş ağırlığına göre sentezledikleri protein miktarına etkisi.....	15

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	Ergin <i>Pimpla turionellae</i>	1
Şekil 1.2.	<i>Pimpla Turionellae</i> ' nın parazitleme görüntüsü	1
Şekil 1.3.	Ergin <i>Galleria mellonella</i>	2
Şekil 1.4.	Larva evresinde <i>Galleria mellonella</i>	2
Şekil 1.5.	<i>Galleria mellonella</i> ' nın bal petekleri üzerindeki görüntüsü.....	3
Şekil 4.1.	Farklı Besin Bileşenlerinin <i>Galleria mellonella</i> Larvalarının Gelişim ve Sentezledikleri Protein Miktarına Etkileri	14
Şekil 4.2.	<i>Galleria mellonlla</i> Larvalarının Yaş Ağırlığa Göre Sentezledikleri Protein Miktarına Etkileri	16

1. GİRİŞ

Dünyada yaygın olarak görülmeye başlanan olumsuz değişimler ve çeşitli hastalıklar doğaya ve doğal yaşama olan ilgiyi oldukça arttırmaktadır. Yıllardır kimyasallar ile çözülen tüm sorunlardan, doğal yollarla kurtulma isteği, biyolojik savaşım yöntemleri üzerindeki çalışmalara dikkat çekmektedir. Birçok sektörde olduğu gibi tarımda ve arıcılıkta da biyolojik kontrol önem kazanmaktadır.

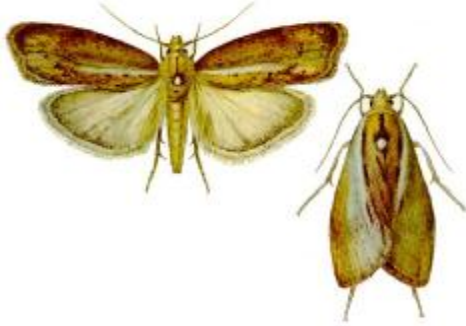


Şekil 1.1. Ergin *Pimpla turionellae*



Şekil 1.2. *P. turionellae*'nin parazitleme görüntüsü

Ekosistem içerisindeki zararlı böcek türlerinin yok edilmesi veya kontrol altında tutulabilmesi için kimyasal savaşım tekniklerinden ziyade doğal düşmanları olan predatör ve parazitoitlerden yararlanılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sıklıkla kullanılan Hymenoptera ordosu türleri gerek tür çeşitliliği gerekse parazitoid türler açısından en zengin ordo'yu oluştururlar (Hassell ve Waage, 1984). Lepidoptera takımına ait zararlı türlerin biyolojik mücadelesinde Hymenopter parazitoitler kullanılmaktadır. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera, Ichneumonidae) birkaç Lepidopter türünün pupal endoparazitoididir ve kolaylıkla kültüre alınabilen parazitik Hymenopterlerin ilk temsilcisidir (Yazgan, 1981).

Şekil 1. 3. Ergin *G. mellonella*Şekil 1. 4. Larva evresinde *G. mellonella*

Parazitoit türler, zararlı böcekleri hem beslemek hem de üretmek için kullanılırlar. Bu özelliklerinden dolayı, biyolojik kontrolde oldukça önemli bir role sahiptirler (Vinson, 1976). Büyük bal mumu güvesi *G. mellonella* besinsel ihtiyaçları, ekolojik adaptasyonu ve gelişme özellikleri ile entomolojik araştırmalarda tercih edilen bir türdür. Başta *Pimpla turionella* olmak üzere birçok Hymenopter türünün yetiştirilmesinde konak olarak kullanılmaktadır (Akyol ve ark., 2009). *G. mellonella* arı kovanlarında petekler üzerine yerleşerek verimin düşmesine neden olan zararlı bir türdür (Aktümsek ve ark., 2005). Büyük balmumu güvesine karşı peteklerin korunmasında değişik ülkelerde çeşitli kimyasalların, ısıtma, soğutma ve biyolojik insektisitlerin yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Ahmad ve ark., 1997). Ekonomik yönden zararlı Lepidopter larvaları için kullanılan kimyasal mücadele yöntemlerinden, gelişen çevre bilinci ve diğer canlılara olan olumsuz etkilerinden dolayı vazgeçilmeye başlanmaktadır. Denetimsiz ve düzensiz kullanım, zaman içinde zararlının direnç kazanmasına neden olarak, dozun her geçen gün daha da artırılmasına sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak hem çevre kirlenmesi hızlanmakta hem de ekonomik kayıp artmaktadır (Sak ve Uçkan, 2009).

Parazitoid türlerin laboratuvar koşullarında kültüre alınması, besinsel ihtiyaçlarının araştırılması, üreme performansı, yumurta verimi ve eşey oranlarını gözlemlemek açısından çok önemlidir. *G. mellonella* laboratuvar şartlarında, parazitoid türün üzerinde yetiştigi ve kültürün devamında kullanılan bir türdür (Aktümsek ve ark., 2005). Bunun için laboratuvar şartlarında kültüre alınan bir böceğin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir (Thompson ve Barlow, 1971). Besinsel ihtiyaçlarının kolay elde edilebilir olması

nedeni ile en fazla kültüre alınan böcek türlerinden olan *Galleria mellonella* için kültüre alınma amacı ile farklı sentetik besinler geliştirilmiştir (Yendol, 1970; Dadd, 1983; Stanley- Samuelson ve Dadd, 1984; Stanley-Samuelson, 1984; Bronskill, 1961; Beck, 1960; Campadelli, 1976; Mohamed veCoppel 1983; Alrubeai ve Al-izzi, 1986; Weisner, 1993).



Şekil 1.5. *G. mellonella*'nın bal petekleri üzerindeki görüntüsü

Sentetik besinler kısa sürede daha verimli bir kültür elde etmek açısından önemlidir. Diğer hayvan gruplarında olduğu gibi böceklerde büyüme ve gelişme için proteinler, karbonhidratlar, lipidler, vitaminler, madensel tuzlar ve diğer besin bileşenlerine gereksinim duymaktadırlar (House, 1962, 1972, 1974; Dadd, 1966; Jacob ve Morugan, 1989; Tsiropoulos, 1992; Thompson ve Hagen, 1999). Genel kültür için kullanılmakta olan kepek, bal, petek, gliserin, su karışımından oluşan (Bronskill, 1961) *G. mellonella* besini böceğin gelişim, üreme, yumurta verimi gibi fizyolojik ihtiyaçlarını tam olarak karşılamaktadır. Sentetik besin hazırlarken en büyük sorunlardan biri kullanılan peteğin bulunma zorluğu olduğu için petek ve gliserinin yerini tutacak yarı-sentetik veya hemolenf gibi doğal besin bileşenleri kullanılarak daha başarılı kültür besinleri hazırlama, çalışmalarda kullanılacak sentetik besinlerin rahat bulunabilmesi ve uygun fiyatlı olması, düşük bütçeyle çalışabilme avantajı sağlayacaktır.

Büyük balmumu güvesi olarak bilinen *G. mellonella* larvalarının hemolenf içeriklerinin moleküler düzeyde araştırıldığı tüm çalışmalarda (Lee ,2003 ; Joe ve Yun,2004 ; Dunphy ve ark., 2002 ; Yu ve ark., 2002; Dunphy ve Halwanı., 1997), hemolenf içeriğinde bulunan lizozim enzimlerinin özellikle mikroorganizmalar gibi patojen bakterilere karşı koyup, immün sistemde yer alan önemli hemolenf proteinleri olduğu; aynı zamanda böceğin diyapozu sırasında hemolenf’de yer alan iki farklı genin diyapozun başlamasını ve sonlandırılmasını sağlaması (Godlewski ve ark., 2001; Park ve ark., 2005) ve hemolenf’de bulunan başlıca önemli protein ve antioxidant enzimlerin ksenobiotiklere karşı koyan özellik göstermesi de (Choı ve ark., 2006 ; Büyükgüzel ve ark., 2010) böceğin vücut sıvısının (hemolenf) çok önemli bileşenler içermesinin bir kanıtı olarak gösterilmektedir.

Bir hayvanın gelişme ve büyümesi sentezlediği protein miktarı ile eş anlamlı olması kalitatif ve kantitatif bakımdan doyurucu olması oldukça önemlidir. Sunulan çalışmada *G. mellonella* (*L.*) larvalarının en iyi şekilde gelişebileceği besin bileşenlerinin oranlarını bulmak ve bu bileşenlerin doğruluğunu nicel olarak böceğin sentezlemiş olduğu protein miktarı ile karşılaştırmak suretiyle hayvanın ideal besin bileşenleri araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Beck (1960), *G. mellonella* ile ilgili yaptığı bir çalışmada, bu böceğin besinsel ihtiyaçları, ekolojik adaptasyonu ve gelişme özellikleri ile entomolojik araştırmalarda çok tercih edilen bir tür olduğunu, *G. mellonella* için hazırladığı sentetik besinde değişiklikler yaparak etkilerini incelediği çalışmasında, besine kolesterol ilavesinin larval evre sayısını azalttığını da tespit etmiştir.

Bronskill (1961), Petek, kepek, bal, gliserol ve su karışımından oluşan besin ile beslediği *G. mellonella*'nın değişik larva evreleri ve pup evrelerinin değişik besin bileşenleri ile ilgili bir çalışması olmuştur.

Yendol (1970), *G. mellonella* ile ilgili çalışmasında, besin bileşiminin ve besin yağ asitlerinin ilavesinin larvaların yağ asidi bileşimine etkilerini incelemiştir.

Thompson ve Barlow (1971), pek çok böcek türünde besinin yağ asidi bileşiminden sınırlı ölçüde etkilendiğini ve doku lipidlerinin bileşimine *G. mellonella*'nın besininin etkilerinin çok değişken olduğunu yaptıkları çalışmada tespit etmişlerdir.

House (1972), böceklerde ergin evrede besin bileşenlerinin özellikle ömür uzunluğunu ve yumurta verimini etkilediğini, besinsel ihtiyaçların türler arasında olduğu gibi şartlara bağlı olarak aynı tür içinde bile farklı olabileceğini açıklayarak, aynı türe ait farklı coğrafik ırklar arasında bile fizyolojik adaptasyonların bulunabileceğini belirtmiştir.

Martson ve Brown (1974), *G. mellonella*'nın yumurta verimini arttırmak ve maliyeti düşürmek amacı ile farklı sentetik besin bileşenleri ile yaptığı çalışmada; petek ve balın yumurta verimini arttırdığını, maliyeti ise çok yükselttiğini, mayanın ise yumurta verimini arttırmada önemli bir besin bileşeni olduğunu bulmuştur.

Vinson (1976, 1981), *G. mellonella* ile yaptığı çalışmalarında farklı besin kaynaklarında beslenen konaklar ile beslenen parazitoitin başarısını etkilediğini göstermiştir.

Vinson ve Iwantsch (1980), parazitoit türlerin ergin öncesi ve sonrası hayatının, konaktan kaynaklanan besinsel faktörlerle etkilendiğinin, parazitoitlerin kitle halinde yetiştirilmeleri için doğada üzerinde yetiştikleri konaklarından aldıkları besinin yerini tutabilecek sentetik besinlerin geliştirilmesinin önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

Howell (1981), Lepidoptera ordosuna ait türlerde genellikle ergin evrede beslenme ihtiyacının olmadığını, ergin evrede beslenmeyen böceklerde, larval evredeki besin bileşenlerinin yumurta verimini etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermiştir.

Leather ve Mackenzie (1994), Lepidoptera ordosuna ait türler ile yaptıkları çalışmalarda, böcek vücut büyüklüğünün yumurta verimini belirleyen önemli bir faktör olduğunu belirtip, *Yponomeuta evonymella* türünde ergin ağırlığı ile bırakılan yumurta sayısı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bulmuşlardır.

Eischen ve Dietz (1987), yaptıkları çalışmada; bütün canlı gruplarında olduğu gibi böceklerinde büyüme ve gelişmelerini sağlamaları için ihtiyaç duydukları besinin kalitatif ve kantitatif yönden yeterli olmasının da gerekli olduğunu, duyulan gereksinimlerin böcek türleri arasında farklılıklar göstermekle birlikte, aynı böceğin gelişim evreleri arasında da büyük farklılıklar gösterebildiğini belirtmişlerdir.

Gülel (1991), parazitoid türlerde konak türünün ve bunlardan elde edilen parazitoit erginlerinin hayat uzunluklarında önemli rol oynadığını, bu durumun değişik konak türlerinin veya evrelerinin parazitoid larvalarına sağladığı besinin kalite veya kantitesindeki farklılıklardan ortaya çıkabileceğini ortaya çıkarmıştır.

Dunphy ve Halwanı (1997), *G. mellonella* larvalarının hemolenf proteinleri ile böcek patojen bakterisi *Xenorhabdus nematophilus* (Enterobacteriaceae) ‘un endotoksinlerinin detoksifikasyonunu yaptığı çalışmada, hemolenf proteinlerinin endotoksinleri inhibe ettiğini açıklamışlardır.

Uçkan ve Gülel (2000), erken evre larva endoparazitoidi olan *Apanteles galleriae* Wilkinson; büyük balmumu güvesi *G. mellonella* ve küçük balmumu güvesi *Achroia grisella* Fabr; konakları üzerinde yetiştirilmiş, parazitoit gelişimini *G. mellonella*’ da 26-28, *Achroia grisella*’ da 25-27 günde tamamlamıştır. Parazitoitin ergin boy büyüklüğü, yetiştigi konak türüne göre, ergin hayat

uzunluğunun erginlerin çiftleşmiş olup olmamasına ve cinsiyetine göre değiştiğini göstermişlerdir.

Godlewski ve ark., (2001), balmumu Güvesi *Galleria mellonella*'nın diyapoz sırasında yağ dokusundaki protein sentezi ve larval hemolenf protein (Lhp) genlerinin tanımlamasını yaptıkları çalışmada, diyapoz'un başlamasını ve diyapoz'un sonlandırılmasını sağlayan Lhp 76 ve Lhp 82 koduyla iki farklı genin rol oynadığını açıklamışlardır.

Dunphy (2002), demir'in *Galleria mellonella* hemolenfinin antibakteriyal işlevlerine yaptığı katkılarını açıklayan çalışmada, demir ve demir içerikli (FeCl₃) bileşiklerin böceğin antimikrobiyal savunma mekanizmasında önemli yeri olduğunu tespit etmiştir.

Yu ve ark., (2002), üç Lepidopter larvasının (*Galleria mellonella*, *Bombix mori*, *Agrius convolvuli*) hemolenfinden elde etikleri karakteristik lizozim enzimlerinin, bağışıklık sisteminin önemli bir enzimi olduğunu tespit etmişlerdir.

Lee (2003) , *G. mellonella* hemolenfinde bulunan özellikle mikro-organizmalar gibi patojenlere karşı koyan lizozim enzimlerinin hücre membranında immün sistemde yer alan önemli hemolenf proteini olduğunu tespit etmiştir.

Joe ve Yun (2004), yaptıkları çalışmada, büyük balmumu güvesi *G. mellonella* larvasının başlıca hemolenf proteinlerinin (MHP), iyon kromatografisi ile saflaştırılması sonucunda farklı işlevlere sahip olan depo proteinler ve lipoforin olduğunu açıklamışlardır.

Park ve ark., (2005), balmumu güvesi *G. mellonella* 'nın hormonal (humoral) savunma reaksiyonlarında, Apolipoforin-III (apolp-III) ve Gm protein 24 adını verdikleri iki hemolenf proteinin böcekde kritik immün reaksiyonlarda birinci derecede rol oynadığını açıklamışlardır.

Choi ve ark., (2006), büyük balmumu güvesi *G. mellonella* 'da besinsel civa klorür'le (HgCl₂), hemolenf ve doku ferritin'in ekspresyonunu yaptıkları çalışmada, hemolenfin biyokimyasal özelliklerini tespit etmişlerdir.

Büyükgüzel ve ark., (2010), *G. mellonella* larvalarında antioxidant enzimlerin ksenobiotiklere (xenobiotics) karşı birinci derece de oksidatif olarak karşı koyan enzimler olduğunu açıklamışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Stok Kültürün Hazırlanması, *Galleria mellonella* Larvalarının Elde Edilmesi

Sentetik besin içeriği değiştirilen *Galleria mellonella* (L.) larvalarının gelişime ve protein sentezine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kullanılacak olan larvalar, cam kavanozlarda, yarı sentetik besin kullanılarak (Bronskill, 1961) $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 60 ± 5 bağıl neme sahip karanlık laboratuvar ortamında yetiştirildi. Stok kültür ve hemolenf kaynağı olarak kullanılan kültürün devamlılığı, *G. mellonella* ergin dişi ve erkeklerinin taze besin bulunan kavanozlarda çiftleşmelerinden sonra dişilerin yumurta bırakmasıyla açılan yumurtalardan gelişen larvalarla sağlandı.

3.1.2. Deney Besinlerinin Hazırlanması

Deneyde kullanılan besinlerin içerikleri Çizelge 3.1. de verilen ölçülerde hazırlandı. Kontrol besininin içeriği stok kültürler için kullanılan yarı sentetik besine bağlı kalarak diğer besin içeriklerine uygun miktarlarda hazırlandı. Her besin içeriğinde 300 ml kepek sabit tutuldu, diğer besin içerikleri üzerinde oynamalar yapıldı. Kontrol grupları dışındaki besinlerde öncelikle kepekler eşit miktarda tartılarak üzerlerine bal ilave edildikten sonra her besin için ayarlanmış olan saf su, bal ölçümü yapılan kabı yıkadıktan sonra kepek üzerine ilave edildi. Hemolenf kaynağı olarak kullanılan larvalar önceden stok kültürlerden toplanıp -20°C derin dondurucuda saklandı. Kullanılmadan önce $+4^{\circ}\text{C}$ ' de bekletilip yumuşamaları sağlandı. Kullanılacak olan miktardaki larva tartıldıktan sonra herhangi bir parçalama işlemi yapılmadan direkt besine eklendi ve homojen hale gelene kadar karıştırıldı. Kontrol besini dahil olmak üzere toplam dört besin içeriği kullanıldı.

Çizelge 3. 1. *Galleria mellonella* larvalarının beslenmesinde kullanılan besin bileşimi

Besinler	Kepek	Bal	Gliserin	Petek	Saf su	Hemolenf
Kontrol	300 ml	15 ml	37,5 ml	52,5 ml	15ml	----
Diet- 1	300 ml	45 ml	---	---	15 ml	45 ml
Diet- 2	300 ml	60 ml	---	---	15 ml	30 ml
Diet- 3	300 ml	75 ml	---	---	15 ml	15 ml

3.1.3. Deneyde Kullanılan Larvaların Elde Edilmesi

Galleria mellonella ergin dişi ve erkekleri stok kültür bulunan cam kavanozlara alınarak 28°C ve %60 bağıl neme sahip odada üremeleri sağlandı. Yumurtalardan çıkan larvalar 5. evreye geldiğinde boş bir kavanoza alınarak -20°C derin dondurucuda saklandı. Biriktirilen larvaların hemolenfleri kullanılarak çizelgede verilen besinler hazırlandı ve etiketlenmiş kavanozlara alındı. Her kavanoza ergin dişi ve erkek *Galleria mellonella*’ dan konularak çiftleşmeleri ve yumurta bırakmaları için 28°C ve %60 bağıl neme sahip odalara bırakıldı. Her besin içeriği için yapılan 3’er tekrarlı denemeler sonucunda gelişen larvalar 5. evreye geldiğinde, besin içinden alınarak 5 ml %10’luk TCA (Triklorasetik asit) çözeltisi içeren deney tüplerine 10 adet larva öncelikle yaş ağırlıkları tartılarak ilave edildi. Tüpler homojenizasyon işlemine kadar +4°C’de buzdolabında muhafaza edildi.

3.2. Yöntem

3.2.1. Yaş Ağırlığa Göre Total Protein Yüzdesi Tayini

Total protein tayini besinlerden çıkan yumurtaların 5. evre larva haline geldikten sonra 5ml %10’luk TCA içeren tüplerdeki larvalarda yapıldı. Yaş ağırlıkları alındıktan sonra %10’luk TCA içerisine alınan larvalar +4°C’de saklandı. TCA içindeki larvalar parçalama işlemi için homojenizatör kabına alındıktan sonra üzerine 5 ml daha TCA eklenerek 24,000 devir/dakikada Ultra Turrax (IKA-T25) homojenizatörde 5-10 dk süre ile homojenize edildi. Homojenleştiricinin ucu ve

kariştırma kabı da 5'er ml TCA ile yıkandı ve toplamda 20 ml TCA içeren karişım 10 ml' lik 2 tüpe eşit olarak paylaştırıldı.

3. 2. 2. Protein Özütleme

Homojenleştirme işleminden sonra elde edilen homojenat 3500 devir/ dakikada 15'er dk santrifüj edildi (Hettich: Üniversal-1200). Tüplerdeki sıvı miktarının eşit olması santrifüj cihazının sağlıklı çalışabilmesi için önemlidir. Santrifüj işleminden sonra tüplerin dip kısmında kalan çökelti protein, üstte kalan süpernatant ise glikojeni içermektedir. Süpernatant başka bir tüpe aktarıldı, böylece glikojen uzaklaştırılmış oldu (ROE ve ark., 1961). Dipte kalan çökelti protein ve lipid içermektedir. Daha sonra çökeltiye %95' lik etil alkolden 5 ml ilave edilerek 3500devir/ dakika' da 15 dk 2 kez santrifüj edildi. Bu işlem sonunda oluşan çökelti protein, süpernatant ise lipid içermektedir. Süpernatant dökülerek lipid ortamdan uzaklaştırıldı. Tüplerde kalan çökelti 37°C' deki etüvde alkol uçup çökelti tamamen kuruyana kadar bekletildi.

3. 2. 3. Protein Tayini

Kuruyan çökelti ince bir spatula ile iyice ezilerek toz haline getirildi. Ezilmiş olan çökelti 5 ml' ye saf su ile tamamlandıktan sonra iyice kariştırıldı. Örneklerdeki proteinin varlığını tayin etmek için "Kantitatif Biüret Testi" (PLUMMER, 1971) uygulandı. Bu amaçla 5ml' lik örnekten 2 ml alınıp üzerine 3 ml biüret çözeltilisi ilave edilerek toplam hacim 5ml ye tamamlandı. Etüvde 37°C' de 10 dk. bekletilerek renk değişimi gözlemlendi. Biüret çözeltilisi ortamda protein olması durumunda mor menekşe renk vermektedir. Mor renk almış karişımlar spektrofotometre tüplerine alındı. Ölçümler CE 5502 marka spektrofotometrede 540 nm dalga boyunda köre (saf su) karşı okundu. Okunan formülden ($y = \text{absorbance}$) $x = y - 0,04 / 0,09$ yerine konularak mg/ml değeri bulundu. Bulunan değerler, toplam hacim 5 ml olduğu için, 5 ile çarpılarak tamamındaki protein miktarı bulundu.

3. 2. 4. Verilerin Değerlendirilmesi

Denemeler kontrol grubundan elde edilen sonuçlara kıyasla, hemolenfin besinden çekilen petek ve gliserin yerine geçtiğinde, bireylerde oluşacak protein yüzde farkları üzerine olan etkilerini saptamak adına yapıldı. Denemeler birbirini takiben üç kez tekrarlandı. Verilerin değerlendirilmesinde “ Varyans Analizi” yöntemi (Snedecor ve Cochran, 1967) kullanıldı. Ortalamalar arasındaki farkın kontrolünde ise “Student Newman Keul” (SNK) testi (Sokal ve Rohlf, 1969; Rohlf ve Sokal, 1969) bilgisayar üzerinde SPSS 17.0 istatistik veri paketi kullanılarak uygulandı.

4. BULGULAR

Kontrol besini ve farklı hemolenf içerikli besinlerle (45 ml, 30 ml ve 15 ml) beslenen *G. mellonella* larvalarının gelişimi ve sentezledikleri protein miktarına etkileri Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1. de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Farklı Besin Bileşenlerinin *G. mellonella* larvalarının gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkisi

Besinler	Başlangıç Larva Sayısı	Gelişim Süresi (gün)	Ort. Yaş Ağırlık (mg)	Yaş Ağırlığa göre protein yüzdesi ($\bar{X} \pm s\bar{x}$)*
Kontrol §	10	23	127.93	12.86 $\pm$ 42 a
Besin 1	10	23	96.90	23.91 $\pm$ 23 b
Besin 2	10	23	91.63	17.76 $\pm$ 36 a
Besin 3	10	23	125.16	10.0 $\pm$ 28 a

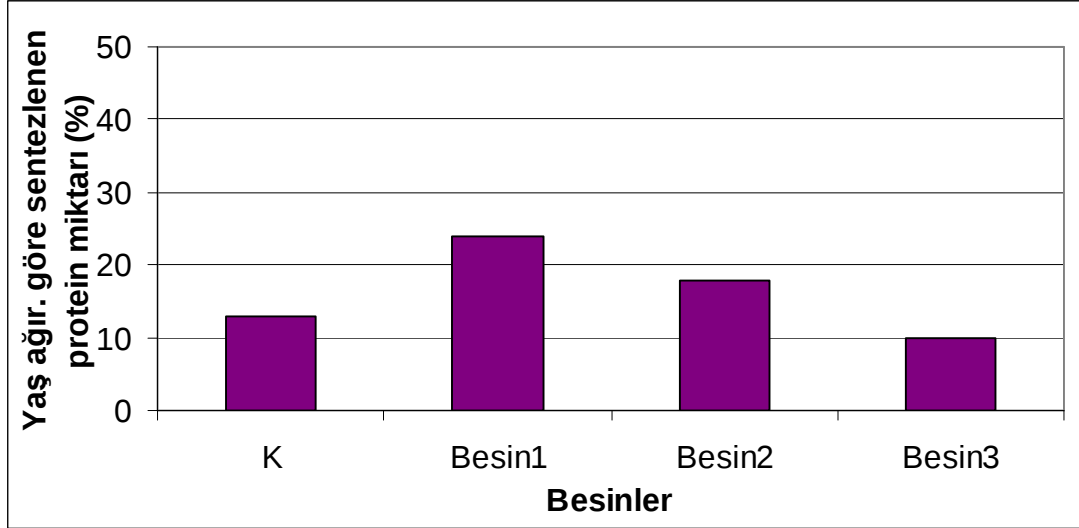
* : SNK: Aynı sütunda aynı harfi içeren veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım yoktur.

$\bar{X} \pm s\bar{x}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata.

§ : Kontrol Besini

Kontrol besindeki gliserin ve petek yerine farklı oranlardaki hemolenf oranlarının kademeli bir şekilde azaltılması veya arttırılması larvaların ortalama yaş ağırlıklarında düşüş ve artışa neden olmakla birlikte, yaş ağırlığın düşmesine bağlı olarak sentezlenen protein yüzdesini önemli düzeyde etkilemiştir. Besin1’de kontrol besinindeki yaş ağırlık düşüşüne bağlı olarak kontrol besinindeki larvaların sentezlediği protein yüzdesi 12.86’dan 23.91’e yükselmiştir. Bu yükseliş istatistik olarak oldukça önemli olduğu halde, Besin2’de yaş ağırlık düşüşüne rağmen sentezlenen protein yüzdesi kontrole göre artış gösterse de istatistik bakımından

önemli çıkmamıştır. Besin3’de kontrole göre ne yaş ağırlık artışı ne de sentezlenen protein yüzdesinde herhangi bir önemli artış veya düşüş görülmemiştir. (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Farklı Besin Bileşenlerinin *G.mellonella* Larvalarının Gelişim ve Sentezledikleri Protein Miktarına Etkileri

G. mellonella larvalarının farklı hemolenf oranlarındaki besinlerde (45 ml, 30 ml ve 15 ml) beslenmesiyle elde edilen larvaların yaş ağırlığa göre gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkileri Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2. de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. *G. mellonella* larvalarının yaş ağırlığa göre sentezledikleri protein miktarına etkisi

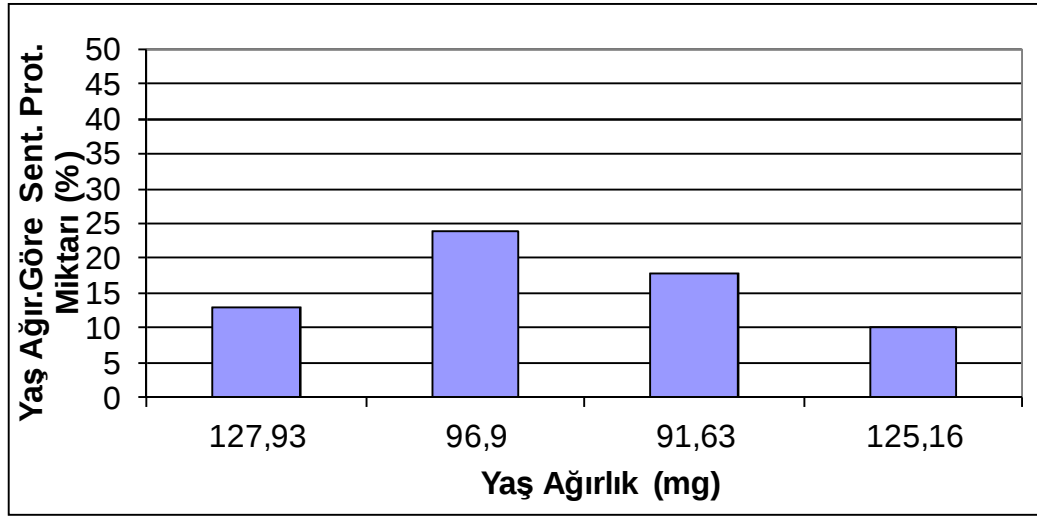
Besinler	Kullanılan Hemolenf Miktarları (ml)	Ort. Yaş Ağırlık (mg)	Yaş Ağırlığa göre protein yüzdesi ($\bar{X} \pm s\bar{x}$)*
Kontrol §	-	127.93	12.86 $\pm$ 42 a
Besin 1	45	96.90	23.91 $\pm$ 23 b
Besin 2	30	91.63	17.76 $\pm$ 36 a
Besin 3	15	125.16	10.00 $\pm$ 28 a

* : SNK: Aynı sütunda aynı harfi içeren veriler arasında $P < 0.05$ düzeyinde istatistik ayırım yoktur.

$\bar{X} \pm s\bar{x}$: Aritmetik ortalama $\pm$ Standart hata.

§ : Kontrol Besini

Hemolenf miktarının 45 ml olduğu Besin1’de yaş ağırlık, kontrol besine göre düşüş ile birlikte larvaların sentezlediği protein yüzdesinin de 12.86’dan 23.91’e yükselmesine neden olmuştur. Gelişme hızı ve sentezlenen protein yüzdesi bakımından bu besinden elde edilen veriler ile kontrol besininden elde edilen veriler arasında istatistik bakımdan fark bulunmaktadır. Hemolenf miktarının 30 ml olduğu Besin2’de yaş ağırlık düşüşü ile birlikte sentezlenen protein yüzdesi de 12.86’dan 17.76’a yükselmesine neden olmuştur. Bu artış kontrol besinindekine göre önemli olmamakla beraber, hemolenf miktarının 15 ml olduğu Besin3’de ise kontrol besinindeki benzer yaş ağırlık ve sentezlenen protein yüzdesinde de istatistiksel olarak bir artış olmamakla birlikte, Besin1’deki larvaların yaş ağırlık düşüşü ile birlikte larvalardaki protein yüzdesinde ki artış önemlidir.(Çizelge 4.2).



Şekil 4.2. *G. mellonella* Larvalarının Yaş Ağırlığına Göre Sentezledikleri Protein Miktarına Etkileri

5. TARTIŞMA

Sunulan çalışmada *G. mellonella* besinindeki petek ve gliserin' in yerine farklı oranlarda hemolenf içerikleri ile hazırlanan besinlerle beslenen larvaların, gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkileri araştırılmıştır.

G. mellonella' nın besinindeki gliserin ve petek gibi bileşenlerin ortamdan çekilerek, bunların yerine benzer oranlarda hemolenf içeren üç değişik besinden hemolenf oranlarını 30 ml ve 15 ml içeren Besin 2 ve Besin 3' de beslenen larvaların sentezlemiş olduğu protein yüzdelerinde, kontrol besine göre istatistiki bakımdan önemli sayılabilecek bir artış veya eksiliş olmamıştır. Buna karşın hemolenf oranının 45 ml olduğu Besin 1' de kontrole göre protein yüzdesinde önemli bir artış olmuştur. Bu artışın yaş ağırlık düşüşü ile birlikte arttığı dikkat çekicidir. Özellikle Besin 1 ve Besin 2' deki yaş ağırlık düşüşü ile birlikte protein yüzdesindeki artış bunu göstermektedir. Sonuç olarak birey başına yaş ağırlık düşmesine rağmen, sentezlenen protein yüzdesi artış göstermiştir. Kantitatif olarak bulunan bu değerler *Galleria mellonella*' nın yaş ağırlık düşüşünün sentezlenen protein miktarı ile ters orantılı olarak değiştiğini göstermektedir. Böceğin larval evrede beslendiği besinin bileşenleri, özellikle böceğin gelişme süresini, erginleşme oranını ve ergin büyüklüğünü önemli derecede etkilemektedir. Benzer şekilde ergin evrede beslenmeyen lepidoptera ordosuna ait türlerde, larval evredeki besin bileşenlerinin yumurta verimi ve protein sentez mekanizmasını etkileyen önemli bir faktör oluşu bir lepidopter olan *Lymantria dispar* ile yapılan çalışmada besin bileşenlerinin böceğin gelişmesini etkilediği tespit edilmiştir (Schopf,1991; Howell,1981). Aynı şekilde iki farklı besin ortamında yetiştirilen *Galleria mellonella* (L.) Türk ve Alman ırkının yumurta verimi ve larvaların protein sentez mekanizmasının besin etkisinde oldukça önemli olduğu (Nurulloğlu ve Susurluk, 2001) besin bileşenlerinde yapılan değişikliklerde tespit edilmiştir.

Bütün canlı gruplarında olduğu gibi böceklerin büyüme ve gelişmelerini sağlamaları için gerekli olan besinin kalitatif ve kantitatif yönden yeterli olmasının gerekliliği yanısıra (Eischen ve Dietz, 1987; Gülel, 1991), ihtiyaç duyulan gereksinimlerin böcek türleri arasında farklılıklar gösterdiği, hatta aynı böceğin

gelişim evreleri arasında da büyük farklılıklar gösterebildiği (Hagley ve Barber, 1992) tespit edilmiştir. Diğer taraftan birçok böcek, ergin öncesi evrede ergin dönemde kullanılmak üzere besin depolar. Böylece ergin öncesi evrelerde alınan besinin kalitesi, böceğin ergin evredeki besinsel gereksinimini de önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Sulanç, 1991; Emre ve Yazgan, 1990; Özalp ve Emre, 1992).

Böceklerin besinsel ihtiyaçları ve protein sentez mekanizmaları ile ilgili tüm çalışmalar (Skals ve Surlykke, 2000; Fröbuis ve ark., 2000; Klingen ve ark., 2002)'da ; Genel olarak çeşitli böcek türlerinin nicel besinsel ihtiyaçlarının bir çok spesifik faktörlere rağmen oldukça birbirine benzer olduğu, larval evrelerde biriktirilen besin maddelerinin ergin evredeki besinsel ihtiyaçları büyük ölçüde etkilediğini ve bir böceğin besinsel ihtiyaçlarının sentez yapabilme yeteneklerine bağlı olduğu bulunmuştur. Benzer şekilde optimum bir beslenme için yalnız besin maddelerinin alınmasının gerekli olmadığı, aynı zamanda bunların metabolizma bakımından tatmin edici oranlarda yani dengeli olması gerektiği de bilinmektedir (Harvey ve Gols., 1998; Taylor,1988). Aynı zamanda böceklerde besinsel dengenin önemi ister larval ve isterse ergin düzeyde olsun oldukça önemlidir. Çünkü bir böceğin gelişmesi sentezlemiş olduğu protein miktarıyla eş anlamlıdır (Sulanç, 1991; Emre ve Yazgan, 1990).

G. mellonella üzerine yapılan tüm çalışmalarda, besinin nicel özelliklerinin kantitatif bakımdan önemi, hemolenf içeriğinin moleküler yapısının açıklanması ile ilgili olduğu (Lee.,2003; Yu ve ark., 2002; Joe ve Yun., 2004), özellikle böceğin vücut sıvısı olarak bilinen hemolenfin yapısı içerisinde bulunan antibakteriyel koruyucu protein ve enzimlerin önemli rol oynadığı (Dunphy ve ark., 2002; Dunphy ve Halwanı., 1997; Park ve ark., 2005), aynı zamanda larval hemolenf proteinlerinin böceğin gelişme periyodunda, protein sentezi ile birlikte hem diyapozun başlaması ve bitirilmesinden sorumlu olduğu (Godlewski ve ark., 2001), larval hemolenf' deki antioxidant enzimlerin de zararlı ksenobiotiklere karşı koyan birinci derecede önemli enzimler olduğunun belirtilmesi (Büyükgüzel ve ark., 2010) hemolenf yapısının ne kadar önemli olduğunu göstermesi bakımından oldukça önemlidir.

G.mellonella besinine gliserin ve petek yerine aynı oranlarda hemolenf ilave edilmesi (45 ml) ile hazırlanan besinle (Besin 1) beslenen larvalarda sentezlenen protein yüzdesi önemli derecede arttırmıştır. Benzer şekilde hemolenf oranının 30 ml ilave edilmesi ile hazırlanan besinle (Besin 2) beslenen larvaların sentezlediği protein yüzdesini istatistiksel bakımdan önemli derecede etkilemediği halde, gözle görülür bir artış olmuştur. Diğer 15 ml hemolenf içeren besin (Besin 3) sentezlenen protein yüzdeleri üzerinde önemli bir etki yapmamıştır. Elde edilen bu veriler *G. mellonella* besininde yapılan kalitatif ve kantitatif değişikliklerin bir sonucu olarak hemolenfin besinsel değişikliğine neden olabileceğini açıkça ortaya koymaktadır. Sulanç ve Emre (2000) tarafından vitaminlerin *Pimpla turionellae* L. (Hym. Ichneumonidae)'nın erkek larvalarının gelişme ve protein sentezi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, larvaların yaş ağırlık düşüşüne bağlı olarak daha fazla protein sentezi yaptıklarının bulunması, bizim *G. mellonella* larvalarının yaş ağırlığının düşmesine bağlı olarak da daha yüksek değerlerde protein sentezlenmesine neden olması ile paralellik göstermektedir. Benzer sonuçlar Gross ve ark., (1996)'ları tarafından *G. mellonella* besini üzerinde yapılan çalışmada da gösterilmiştir. Büyük bir olasılıkla yaş ağırlık düşüşü larvanın sentezlediği protein miktarı ile ters orantılı olduğu fikrini yaratmaktadır.

Çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiği zaman, yapılan çalışmanın *G. mellonella'*nın besinsel ihtiyaçlarının tam olarak ortaya çıkartılması ve kültüre alındıktan sonra kültürün hemolenfli besinlerle devamının mümkün olabileceğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Aynı zamanda böceğin besin bileşenlerinin sadece kepek, bal ve hemolenf'den oluşabileceğini ve bu besin bileşenlerinin böcek üzerindeki etkilerini ortaya çıkartan bu sonuçların, kantitatif beslenme çalışmalarında bir ilk olması bakımından büyük önem taşımaktadır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada konak besinindeki gliserin ve petek yerine kullanılan hemolenf içerikli (45 ml) besinle beslenen larvaların sentezlediği protein yüzdesi kontrole göre önemli derecede artmıştır. Elde edilen bu sonuçlar kültüre alınarak üretimi yapılan *G. mellonella*'nın besinindeki gliserin ve petek hariç, kepek ve hemolenf kullanılmasının ekonomik olacağı sonucuna varılmıştır. Böceklerde besinsel dengenin oldukça önemli olması nedeniyle yapılan çalışmanın *G. mellonella*'nın besinsel ihtiyaçlarının ortaya çıkarılması ve biyolojik mücadelede kullanılan böcekler için konak olarak kullanılması çalışmanın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Kitle halinde böcek kültürü çalışmalarında, pahalı olmayan sentetik besinlerin kullanılması üretim masraflarını önemli ölçüde düşürecektir. Ayrıca besinin kullanım kolaylığı ve bileşenlerinin kolay bulunabilir olması (çalışmamız da kullanılan kepek, bal ve hemolenf gibi) da önemlidir. Çünkü böcek türleri için en uygun sentetik besinlerin geliştirilmesi biyolojik mücadelede kullanılacak türlerin laboratuvar şartlarında geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Sonuç olarak; Bir böceğin besinsel ihtiyaçları sentez yapabilme yeteneklerine bağlı olduğundan, optimum bir beslenme için yalnız besin maddelerinin alınmasının gerekmediği, aynı zamanda bunların metabolizma bakımından tatmin edici oranda olmasının yani dengeli olmasının gerekliliği, yapılan bu çalışma ile ilk defa gösterilmesi bakımından önemli olup bu ve buna benzer yeni hemolenf çalışmalarıyla daha da netlik kazanacaktır.

KAYNAKLAR

- AHMAD, M., ARİF, M.I. and ATTIQUE, M.R., 1997. Pyrethroid resistance of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) in Pakistan. *Bull. ent. Res.*, 87: 343-347.
- AKMAN ŞEKER, D., ve YANIKOĞLU, A., 1999. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Açlık, Beslenme, Parazitleme ve Yaşlılık Durumlarında Glikojen Seviyesindeki Değişmeler. *Tr. J. of Zoology* 23(1), 289-296.
- AKTÜMSEK, A., ve Ark., 2005. Farklı Sıcaklık Derecelerinde *Galleria mellonella* (L.) Puplarının Açılma Oranına Etkileri. *S. Ü. Fen-Ed. Fak. Dergisi* 26, 71-74.
- AKYOL, E., ve Ark., 2009. Büyük Balmumu Güvesi *Galleria mellonella* L.'nın (Lepidoptera: Pyralidae) Kontrolünde Karbondioksitin (CO₂) Kullanımı. *Uludağ Arıcılık Dergisi* 9(1), 26-31.
- ALRUBEAI ,H.F and AL-İZZİ ,M.A.J., 1986. Laboratory Rearing of *Galleria mellonella* on Artificial Diet.*J.Biol.Sci.Res.*, 17:1,57-64.
- ARTHUR, A. P.and WYLİE, H. G., 1959. Effects of host size on sex ratio, development time and size of *Pimpla turionellae* (Linnaeus) (Hymenoptera: Ichneumonidae), *Entomophaga*, 4, 297-301.
- BECK , S.D., 1960. Growth and Development of The Greater Wax Moth, *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae) *Visconsin Academy of Sciences, Arts and Letters* , 49, 137-148.
- BRONSKİLL , J.F. 1961. A Cage to Simplify The Rearing of The Greater Wax Moth , *Galleria mellonella* (Pyralidae) .*J. Lep.Soc.*,102-104.
- BÜYÜKGÜZEL, E., HYRSL, P and BÜYÜKGÜZEL, K., 2010. Eicosanoids mediate hemolymph oxidative and antioxidative response in larvae of *Galleria mellonella* L. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A*. Vol.156, pp ; 176-183.

- CAMPADELLI , G., 1976. Raising *Galleria mellonella* Lepidoptera Galleriidae with A Semi Artificial Diet. Boll. Ist. Entomol. Univ. Studi. Bologna, 32, 11-25.
- CHOI,C.W.,SEO,D.H., YUK, J.E., PARK, J.B., HWANG, S.Y., KOH, S.K and YUN,C.Y., 2006. Upregulation of hemolymph and tissue ferritin by dietary HgCl₂ in the wax moth *Galleria mellonella*. Entomological Research, vol,36, pp; 185-190
- DADD , R.H., 1966. Beeswax in Nutrition of the Wax Moth , *Galleria mellonella* (L.). Insect Physiol., 12.1479-1492.
- DADD , R.H., 1983. Long-chain Polyenoics and The Essential Dietary Fatty Acid Requirement of The Wax Moth , *Galleria mellonella*. J. Insect Physiol., 29, 779-786.
- DUNPHY , G and HALWANI , A., 1997. Haemolymph Proteins of Larvae of *Galleria mellonella* Detoxify Endotoxins of the Insect Pathogenic Bacteria *Xenorhabdus nematophilus* (Enterobacteriaceae). J. Insect Physiol. Vol.43, pp; 1023-1029.
- DUNPHY, G.B.,NIVEN, D.F and CHADWICK, J. S.,2002. Iron contributes to the antibacterial functions of the haemolymph of *Galleria mellonella* .Journal of Insect Phsiology,Vol.48, pp ; 903-914.
- EISCHEN, F. and DIETZ, A., 1987. Growth and Survival of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larva Fed diets Containing Honey Bee-Collected Plant Resins. Ann. Entomol. Soc. Am., 80, 74-77.
- EMRE, İ. ve YAZGAN, Ş., 1990. Besin Bileşenlerinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Üremesi Üzerine Etkileri. Doğa-Tr. J. Of Biology, 14; 96-104.
- FRÖBIUS, A.C, KANOST, M.R, GÖTZ, P. and VILČINSKAS, A., 2000. Isolation and characterization of novel inducible serine protease inhibitors from larval hemolymph of the greater wax moth *Galleria mellonella*. Eur. J. Biochem., 267, 2046-2053.

- GODLEWSKI, J., KLUDKIEWICZ, B., GRZELAK, K and CYMBOROWSKI, B. 2001. Expression of larval hemolymph protein (Lhp) genes and protein synthesis in the fat body of greater wax moth (*Galleria mellonella*) larvae during diapause. Journal of Insect Physiology, vol.47, pp; 759-766.
- GÜL, M. and GÜLEL, A., 1995a. Parasitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un Biyolojisi ve Konak Larva Büyüklüğünün Verim ve Eşey Oranı Üzerine Etkisi. T. J. of Zool., 19:231-235.
- GÜLEL, A., 1982. Studies on the Biology of the *Dibrachys boarmiae* (Warker) (Hymenoptera: Pteromalidae) Parasitic on *Galleria mellonella* (L.). Z. Ang. Ent., 94:138-149.
- GÜLEL, A., 1991. Doğal Besin Kalitesindeki Değişikliklerin Parazitoit *Dibrachys boarmiae*' nın Verim ve Ergin Boyuna Etkileri. Doğa Tr. J. of Zoology., 15, 289-295.
- HAGLEY, E.A.C. and BARBER, D.R., 1992. Effect of Food Sources on the Longevity and Fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hymenoptera: Braconidae). Can. Entomol., 124, 341-346.
- HARVEY, J.A and GOLS, G.J.Z., 1998. The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoparasitoid, *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae). Bulletin of Entomological Research, 88: 299- 304.
- HASSELL, M. P. and WAAGE, J. K., 1984. Host- Parasitoid Population Interactions. Ann. Rev. Entomol., 29, 89-114, .
- HOUSE, H.L., 1972. Insect Nutrition, In "Biology of Nutrition" , Ed by T-W-Fiennes, R.N. Pergamon Press, Oxford ,513-575.
- HOUSE, H.L., 1974. Nutrition. In the Physiology of Insecta. Vol. V, Ed by M.
- HOUSE, H.L., 1962. Insect Nutrition. Ann. Rev. Biochem., 31, 653-672.
- HOWELL, J.F., 1981. Codling Moth: the Effect of Adult Diet on Longevity, Fecundity, Fertility and Mating. J. Econ. Entomol., 74:1, 13-18.
- JACOB, P.J. and MORUGAN, K., 1989. Impact of Natural and Artificial Diet on the Feeding and Reproduction in two Species of Acridids (Orthoptera: Insecta), Entomon., 15, (3), 221-226.

- JOE , J.H., and YUN , H.Y., 2004. Purification of Major Protein of Great Wax Moth, *Galleria mellonella*. Entomological Research., vol.34, pp ; 173-176.
- KAZMER, D. J. and LUCK, R. F., 1995. Field tests of the size-fitness hypothesis in the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*, Ecology., 76, 412–425.
- KING, B. H., 1987. Offspring sex ratios in parasitoid wasps. Quarterly Review of Biology, 62, 367–396.
- KING, B. H., 1989. Host-size-dependent sex ratios among parasitoid wasps: Does host growth matter?. Oecologia , (Berlin), 78, 420–426.
- KLINGEN, I. MEADOW ,R. and AANDAL, T., 2002. Mortality of *Delia floradis*, *Galleria mellonella* and *Mamestra brassicae* treated with insect pathogenic hyphomycetous fungi. J. Appl. Ent. 126, 231-237.
- LEATHER, S.R. and MACKENZIE ,G.A., 1994. Factors Affecting the Population Development of the Bird Cherry Ermine Moth, *Yponomeuta evonymella* (L.) Entomologist, 113:2, 86-105.
- LEE, I.H., 2003. Lysozyme as Pathogen-Recognition Protein in the Hemolymph of *Galleria mellonella*. Korean Journal of Entomology, Vol.33, pp; 145-149.
- LUCK, R. F. , PODOLER, H., and Kfir, R. 1982. Host selection and egg allocation behavior by *Aphytis melinus* and *A. Lingnanensis*: Comparison of two facultatively gregarious parasitoids. Ecology and entomology, 7, 397–408.
- MACKAUER, M., and SEQUEIRA. R. 1993. Patterns of development in insect parasites. In N. E. Beckage, S. N. Thompson, 6 B. A. Federici (Eds.), Parasites and pathogens of insects. New York: Academic Pres, Vol. 1, pp.1-23.
- MACKAUER, M., SEQUEIRA, R., and OTTO, M. 1997. Growth and development in parasitoid wasps: Adaptation to variable resources. In Dettner, *et al.* (Eds.), Ecological studies_ Berlin:Springer-Verlag, Vol. 1, pp. 191-203.
- MARTSON, N. and BROWN, B. 1974. Constituents in Diets for *Galleria mellonella*. J. of Economic Entomology, 67:4, 497-500.

- MOHAMED M.A and COPPEL, H.C. 1983. Mass Rearing of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae), for Small-Scale Laboratory Studies.the Great Lakes Entomologist , 16:4 ,139-142.
- NOZATO, K., 1969. The effect of host size on the sex ratio of *Itopectis cristatae* Momoi (Hymenoptera: Ichneumonidae), a pupal parasite of the Japanese pine shoot moth, *Petrova* (=Evetria) cristata (Walsingham) (Lepidopterae: Olethreutidae). Kontyu, 37, 134-146.
- ÖZALP, P. ve EMRE, İ., 1992. Suda Çözünen Vitaminlerin Ergin *Pimpla turionellae* L.'nın Yumurta Üretimi ve Açılımı Üzerine Etkileri. Doğa-Tr. J. of Zoology, 16; 78-83.
- PARK , S.Y., KİM, C.H.,JEONG, W.H., LEE, J.H., SEO, S.J., HAN, Y.S and LEE, I.H., 2005. Effects of two hemolymph proteins on humoral defense reactions in the wax moth, *Galleria mellonella*. Developmental and Comparative Immunology. vol,29. pp ; 43-51.
- PLUMMER ,D.T., 1971. An Introduction of Practical Biochemistry , Mc Graunw – Hill Book Comp; U.K., pp369. Rockstein, pages 1-61, Academic Press, New York.
- ROE, H.J., BATLEY, J.M.,GARY, R.R., and ROBINSON, J.N., 1961. Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroasetic asid solution., J.Biol,Chem., 236,1224-1246.
- ROHLF ,J.F and SOKAL ,R.R., 1969. ''Statistical Tables'' W.H. Freeman and Company. San Francisco. 253 pp
- SAK, O., UÇKAN, F., 2009. Cypermethrinin *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)'nın Puplaşma ve Ölüm Oranlarına Etkisi. Uludağ Arıcılık Dergisi 9(3): 88-96.
- SANDLAN, K. P., 1979a. Sex ratio in *Coccygomimus turionellae* Linnaeus (Hymenoptera: Ichneumonidae) and its ecological implications. Ecological Entomology, 41,365-378.
- SANDLAN, K. P., 1979b. Host-feeding and its effects on the physiology and behavior of the ichneumonid parasitoid, *Coccygomimus turionellae*. Physiology and Entomology, 4, 383-392.

- SANDLAN, K. P., 1982. Host suitability and its effects on parasitoid biology in *Coccygomimus turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Annals of the Entomological Society of America, 75, 217-221.
- SCHOPF, A., 1991, The Effect of Host Age of *Lymantria dispar* Larvae (Lep: Lymantriidae) on the Development of *Glyptapanteles liparidis* (Hym: Braconidae) Entomophaga, 36:4, 593-604.
- SKALS, N. and SURLYKKE, A., 2000. Hearing and evasive behaviour in the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). Phys.Entomol., 25,354-362.
- SNEDECOR ,G.W and COCHRAN ,W.G., 1967. Statistical Methods, 6th Ed. Ames, Iowa, USA., Iowa State University Press.
- SOKAL ,R.R., and ROHLF ,J.F., 1969. Biometry ,W.H.Freeman and Company. San Francisco,776 pp.
- STANLEY-SAMUELSON ,D.W. and DADD ,R.H., 1984. Polyunsaturated Fatty Acids in The Lipids From Adult *Galleria mellonella* Reared on Diets to Which Only One Unsaturated Fatty Acid Had Been Added.Insect Biochem .,14, 321-327
- STANLEY-SAMUELSON ,D.W., 1984. 9-Eicosenoic Acid:A Predominantly Male Triacylglycerol Fatty Acid in The Wax Moth, *Galleria mellonella*.Comp. Physiol., 77B , 443-445.
- SULANÇ, M., 1991. Çeşitli Besin Bileşenlerinin Erkek *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Gelişmesine ve Sentezlenen Protein Miktarına Kalitatif ve Kantitatif Etkileri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- TAYLOR, A.D., 1988. Host effect on larval competition in the gregarious parasitoid *Bracon hebetor*. Fournal of Animal Ecology, 57: 163-172.
- THOMPSON , S.N. and BARLOW ,J.S., 1971. Aspects of Fatty Acids Metabolism in *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera:Pyralidae) isolation of The Elongation System. Comp. Biochem.Physiol. 388, 333-346.

- THOMPSON, S.N. and HAGEN, K.S., 1999. Nutrition of Entomophagous Insect and Other Arthropods, in the Handbook of Biological Control, ed. by Thomas et al., Chapter 22, 594-652, Academic Press, New York
- TSIROPOULOS, G.J., 1992. Feeding and Dietary Requirements of the Tephritid Fruit Flies, Advances in Insect Rearing For Research and Pest Management. Edited by Thomas E. A. and Norman C. L., in Westview Press. Chapter 7, 93-118
- UÇKAN, F. and GÜLEL. A., 2000. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym. Braconidae)' nin Bazı Biyolojik Özelliklerine Konak Türünün Etkileri. Türk J. Zool., 24, 105-113.
- VET, L. E. M. 1983. Host-habitat location through olfactory cues by *Leptopilina clavipes* 8Hartig) (Hym.. Eucoilidae), a parasitoid of fungivorous *Drosophila*. The influence of conditioning. Netherlands Journal of Zool, 33, 225-248.
- VET, L. E. M., and DİCKE, M. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. Annual Review of Entomology, 37, 141-172.
- VINSON, S. B., 1976. Host Selection by Insect Parasitoids. Ann. Entomol., 21, 109–133.
- VINSON, S. B., 1981. Habitat Location. In W. J. Bell and R. T. Carde (Eds.), Semiochemicals, their Role in Pest Control, 51–77. New York: John Wiley & Sons.
- VINSON, S. B. 1976. Host selection by insect parasitoids. Ann. Entomol. 21, 109-133
- WAAGE, J. K, and HASSELL, M.P. 1982. Parasitoids as biological control agents a fundamental approach. Parasitol. 84, 241-268.
- WEISNER, A. 1993. Die Induktion Der Immunabwehr Eines Insekts (*Galleria mellonella*, Lep.). Durch Synthetische Materialien Und Arteigene Haemolymphfaktoren. PhD thesis, FU Berlin.

- YAZGAN , Ş., 1981. A Meridic Diet and Quantitative Effects of Tween 80, Fatty Acid Mixtures, Inorganic Salts on Development and Survival of the Endoparasitoid *Pimpla turionellae* L., Z, ang. Ent., 91, 433-441.
- YENDOL, W.G. 1970. Fatty Acid Composition of Galleria Larvae, Hemolymph, and Diet (Lepidoptera:Galleridae). Ann. Ent. Soc. Amer. 63, 339-341.
- YU, K.H., KİM,K.N., LEE, J.H., LEE,H.S., KİM,S.H., CHO,K.Y., NAM,M.H and LEE,IH., 2002. Comparative study on characteristics of Lysozymes from the hemolymph of three lepidopteran larvae, *Galleria mellonella*, *Bombyx mori*, *Agrius convolvuli*. Developmental and Comporative Immunology. Vol,26.pp; 707-713.

ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Ankara’da doğdu. İlköğretimini 1997 yılında Batıkent İlkokulunda, ortaöğretimini 2000 yılında Maltepe İlköğretim Okulunda ve Lise öğretimini 2003 yılında Batıkent Lisesinde tamamladı. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi Biyoloji Bölümünü kazandı. 2008 yılında lisans eğitimini tamamladıktan sonra, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı.