

T. C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



*URESIPHITA GILVATA* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)'NİN  
BÜYÜME ve GELİŞMESİNE FARKLI KARBONHİDRATLAR ve  
BAZI FENOLİK MADDELERİN ETKİSİ

ENDER ALTUN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

***URESIPHITA GILVATA* (LEPIDOPTERA: CRAMBIDAE)'NİN BÜYÜME ve  
GELİŞMESİNE FARKLI KARBONHİDRATLAR ve  
BAZI FENOLİK MADDELERİN ETKİSİ**

**ENDER ALTUN**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**SAMSUN  
2017**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Ender Altun tarafından hazırlanan “*Uresiphita gilvata* (Lepidoptera:Crambidae)’nın Büyüme ve Gelişmesine Farklı Karbonhidratlar ve Bazı Fenolik Maddelerin Etkisi” adlı tez çalışması ...../ ...../ 2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** Prof. Dr. Mahmut BİLGENER  
Biyoloji Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri

**Başkan** Prof. Dr.  
..... Üniversitesi  
..... Anabilim Dalı

**Üye** .....  
..... Üniversitesi  
..... Anabilim Dalı

**Üye** ..... Üniversitesi  
..... Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım. .... / ..... / 2017

**Prof. Dr. Bahtiyar ÖZTÜRK**  
**Enstitü Müdürü**

## **ETİK BEYAN**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

Tarih

İmza

Ender ALTUN



## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi  
*Uresiphita gilvata* (Lepidoptera: Crambidae)'nın Büyüme ve Gelişmesine Farklı  
Karbonhidratlar ve Bazı Fenolik Maddelerin Etkisi

Ender ALTUN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mahmut BİLGENER

Bu çalışma farklı karbonhidratları ve tanenlerin *U. gilvata* larvalarının gelişimi, pupa ağırlığı, pupa lipit ve protein miktarları ile larva gelişim süresi üzerine olan etkisini incelemek amacıyla 2014 yılında yapılmıştır. Bu amaç için 13 farklı yapay besin hazırlanmıştır. Yapay besinlerin herbiri aynı konsantrasyonda (% 3) sakkaroz, glikoz, galaktoz, maltoz, früktoz, arabinoz, mannoz veya nişasta ihtiva etmektedir. Tanik asidin farklı karbonhidrat içeren besinlerdeki etkisini inceleyebilmek için aynı konsantrasyonda sakkaroz, nişasta, glikoz, maltoz ihtiva eden besinlere % 5 tanik asit eklenmiştir. Karbonhidrat ihtiva etmeyen bir besin de hazırlanmıştır. En fazla besin tüketiminin arabinoz içeren besinle (590,03 mg) en az tüketim miktarının ise mannoz içeren besinle (44,88 mg) olduğu belirlenmiştir. En yüksek pupa kuru ağırlığı mannoz içeren besinlerle beslenen larvalarda (71,53 mg); en düşük pupa kuru ağırlığı galaktoz içeren besinle beslenen larvaların pupalarında (29,44 mg) tespit edilmiştir. En yüksek pupa lipit miktarı, glikoz içeren besinle (12,30 mg); en düşük lipit miktarı ise galaktoz (2,41 mg) içeren besinle beslenen larvaların pupalarında tespit edilmiştir. En yüksek pupa protein miktarları nişasta içeren (9,53 mg) besinle beslenen larvaların pupalarında, en düşük değer ise karbonhidrat içermeyen besinle (4,26 mg) beslenen larvaların pupalarında gözlenmiştir. *U. gilvata* larvalarının gelişim süreleri incelendiğinde en uzun larva dönemi % 3 sakkaroz ve % 5 tanik asit ihtiva eden besinlerle beslenen larvalarda tespit edilmiştir. En kısa larva dönemi ise mannoz ihtiva eden besinlerle beslenen larvalarda belirlenmiştir.

Mayıs 2017, 53 sayfa

Anahtar Kelimeler: Karbonhidrat, Beslenme tercihi, Tanen, *Uresiphita gilvata*

## ABSTRACT

Master's Thesis

The Effects of Different Carbohydrates and Some Phenolic Materials on the Growth and Development of *Uresiphita gilvata* (Lepidoptera: Crambidae)

Ender ALTUN

Ondokuz Mayıs University

Graduate School of Sciences

Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Mahmut BİLGENER

This study was conducted to investigate the effects of different carbohydrates and tannins on the development of *U. gilvata* larvae, pupa weight, pupa lipid and protein content, and larval developmental period in 2014. For these goals, 13 different artificial foods were prepared. Artificial diets contained the same concentration (3 %) of saccharose, glucose, galactose, maltose, fructose, arabinose, mannose or starch. To investigate the effect of tannic acid on diets containing different carbohydrates, 5% tannic acid was added to diets containing saccharose, starch, glucose, maltose at the same concentration. A diet containing no carbohydrates was also prepared. It was determined that the highest food consumption was on arabinose containing diet (590,03 mg) and the least consumption was on mannose containing diet (44,88 mg). It was determined that the highest dry pupae weight was obtained with the larvae fed on mannose-containing foods (71,53 mg) and the lowest pupa dry weight were obtained with the larvae fed on galactose-containing (29,44 mg) diet. The highest amount of pupae lipid was obtained with the larvae fed on glucose (12,30 mg) diet and the lowest amount of pupae lipid was obtained with the larvae fed on containing galactose (2,41 mg) diet. When the pupae protein contents were examined, the highest value was observed for the pupae of the larvae fed on containing starch diet (9,53 mg), and the lowest value was observed for the pupae of the larvae fed on the carbohydrate-free diet (4,26 mg). The longest larval developmental stage of *U. gilvata* larvae was detected with the larvae fed on the diet containing 3 % sucrose and 5 % tannic acid. The shortest larval developmental period was determined with larvae fed on mannose-containing diet.

May 2017, 53 pages

Key words: Carbohydrate, Feeding preference, Tannin, *Uresiphita gilvata*

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez çalışmalarım boyunca desteklerini ve yardımlarını benden esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Mahmut BİLGENER'e teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarında ilgisini ve yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Oğuzhan YANAR ve Dr. Elif TOPKARA'ya teşekkür ederim.

Hayat boyunca yanımda olan eşim Emine Okşan ALTUN ve annem Fatma ALTUN'a da teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2017, Samsun

Ender ALTUN



## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

TEZ ONAYI.....	i
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vi
1. GİRİŞ .....	1
1.1. <i>Uresiphita gilvata</i> 'nın Biyolojik Özellikleri.....	2
1.2. Böcek Beslenmesini Etkileyen Kimyasal Faktörler .....	3
1.2.1. Böcek beslenmesinde makrogıdaların önemi .....	3
1.2.2. Böcek beslenmesinde sekonder maddelerin etkisi.....	7
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	10
3. ÇALIŞMANIN AMACI .....	16
4. MATERYAL METOT .....	17
4.1. Larvaların Ergin Hale Getirilmesi .....	17
4.2. Sentetik Besin İçerikleri.....	17
4.3. Beslenme Deneyleri.....	19
4.4. Kloroform ile Lipit Analizi .....	20
4.5. Pupaların Protein Analizi .....	20
4.6. İstatistik Analizler .....	21
5. BULGULAR .....	22
6. TARTIŞMA ve SONUÇ .....	35
7. ÖNERİLER .....	39
8. KAYNAKLAR .....	40
ÖZGEÇMİŞ .....	48

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. <i>U. gilvata</i> larvası (Sancar, 2015).....	8
Şekil 1.2. <i>U. gilvata</i> pupa (Karadeniz, 2011).....	2
Şekil .5.1 Besin tiplerine göre ortalama tüketim miktarı (mg).....	23
Şekil 5.2. Besin tiplerine göre pupa ağırlıkları.....	24
Şekil 5.3. Besin tiplerine göre pupa lipit miktarı.....	25
Şekil 5.4. Besin tiplerine göre pupa protein miktarı.....	25
Şekil 5.5. Besin tiplerine göre <i>U. gilvata</i> larvalarının gelişim süresi .....	26

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Yamamoto (1969) tarafından geliştirilen sentetik besindeki madde miktarları (1kg için).....	18
Çizelge 4.2. Beslenme deneylerinde kullanılan karbonhidratlar .....	19
Çizelge 5.1. Farklı besin tiplerinde beslenen larvaların larva ağırlıkları (mg), kuru pupa ağırlıkları (mg), pupa lipit miktarları (mg), pupa protein miktarları (mg), gelişim süresi ortalama değerleri .....	22
Çizelge 5.2. Tüketim miktarı TUKEY testi sonuçları .....	28
Çizelge 5.3. Pupa Kuru Ağırlığı TUKEY testi sonuçları.....	29
Çizelge 5. 4. Pupa protein miktarı TUKEY testi sonuçları.....	30
Çizelge 5. 5. Pupa lipit miktarı TUKEY testi sonuçları.....	31
Çizelge 5. 6. Gelişim süresi TUKEY testi sonuçları .....	32
Çizelge 5.7. Tüketim miktarı, pupa protein miktarı, pupa kuru ağırlığı, pupa protein miktarı ve pupa lipit miktarı arasındaki Pearson korelasyon testi katsayıları .....	33

## 1.GİRİŞ

Bitkiler ve böcekler 400 milyon yılı aşkın süredir birlikte var olmaktadır. Bu süre içerisinde bu organizmalar birbirlerini populasyon ve biyokimyasal seviyelerde etkilemişlerdir. İlişkilerin bir kısmı tozlaşma gibi bitkiler için yararlı olabileceği gibi böceklerin beslenme yoluyla bitkilere zarar veren şekillerde de olabilir (Fürstenberg-Hagg vd, 2013).

Böcekler, ototrof organizmalar gibi kendi besinlerini sentezleyemedikleri için gelişmek, büyümek ve hayatlarını devam ettirmek için ihtiyaçları olan besin maddelerini ve enerji ihtiyaçlarını besinlerinden karşılarlar (Gall ve Behmer, 2014). Besin seçme, elde etme ve yenecek hale getirme zorunluluktan dolayı hayvanlar ve onların beslendikleri organizmalar arasında karmaşık ve kapsamlı ilişkiler ağı meydana gelir. Herbivor böceklerin neler yiyebileceklerine ve besinlerini nasıl elde edebileceklerine ilişkin pek çok davranış biçimi evrimleşmiştir. Bu davranış biçimlerinin tamamı *besin elde etme davranışı* olarak adlandırılır. Besin elde etme davranışıyla iki önemli şeyi başarmalıdır. Birincisi büyüme, gelişme ve üreme için gerekli olan yeterli enerjinin elde edilmesidir. İkincisi ise gerekli ve uygun gıdaların kazanılmasıdır (Raubenheimer ve Simpson, 1993).

Herbivorların besin seçmesiyle ilgili genel kabul gören üç yaklaşım vardır.

- 1) Herbivorlar ihtiyaç duydukları besin maddelerini kendileri için uygun besinlerden elde edip zehirli ve caydırıcı sekonder maddelerden kaçınırlar (Freeland ve Janzen, 1974).
- 2) *Optimal besin arama ve elde etme* teorisine göre hayvanlar birim zamanda en fazla enerjiyi elde edebilecek şekilde beslenirler (Belovsky, 1984)
- 3) Self –Seleksiyon modelinde canlıların birim zamanda en fazla enerji elde etmelerinde bazı sınırlayıcıların olduğu ileri sürülmektedir. Bu modele göre bir hayvan ihtiyaç duyduğu besin maddelerini dengeleyecek şekilde beslenir (Waldbauer ve Friedman, 1991).

### 1.1. *Uresiphita gilvata* 'nın Biyolojik Özellikleri

*Uresiphita gilvata* Avrupa'da ve Kuzey Afrika'da ve Güney Afrika'da Namibya'da yaygın olarak bulunmaktadır (Karadeniz, 2011; Monteys, 2002; Piress ve Corley 2007; Walsh vd, 2010; Karadeniz ve Bilgener, 2011; Kopij, 2014). Kuzey Yarımkürede Eylül ve Ekim aylarında görülen ve göç eden bir güvedir.

*U. gilvata* larvaları baş kısmından uca doğru her iki yanda parlak sarı ve siyah şeritlere, dorsal kısımda ise parlak mavi bir şeride sahiptir (Şekil 1.1.). Larvaların boyları 2,5–3 cm uzunluğa ulaşabilmektedir. Larvalar *Genista*, *Cytisus*, *Sophora* ve *Ulex* cinslerine ait otsu bitkilerle beslenmektedirler (Monteys, 2002). Pupalarda kahverengi renginde ve 1 cm boyutlarında olup, pupaların etrafı beyaz pamuksu koza ile örtülüdür (Şekil 1.2.). Erginlerde kanat genişliği 29–37 mm'dir. Arka kanatlar parlak turuncu renkte olup kanatların uçları siyahtır. Ön kanatlar birkaç küçük lekeyle birlikte grimsi kahverengidir (Şekil 1. 3) (Karadeniz, 2011).

*Uresiphita gilvata* taksonomide Insecta sınıfının: Lepidoptera takımının: Crambidae familyasının *Uresiphita* cinsine ait bir türdür.



Şekil 1. 1. *U. gilvata* larvası (Sancar, 2015)



Şekil 1.2. *U. gilvata* pupa (Karadeniz, 2011)



Şekil 1.3 *U. gilvata* ergini (URL 2)

## 1.2. Böcek Beslenmesini Etkileyen Kimyasal Faktörler

Böcek beslenme çalışmaları sadece temel gıda ihtiyaçlarını belirlemeye yönelik değil aynı zamanda tüketilen, sindirilen besinlerin doku gelişimine dönüştürülebilen miktarları belirlemeye de yöneliktir. Tüketilen besinin kullanılabilirliği, temel gıdalar ile sekonder maddeler gibi gıda olarak kabul edilmeyen bileşikler tarafından etkilenir (Slansky, 1982; Friedman, 1985).

Herbivor böceklerin konak tercihini ve performansını konak bitkilerin kalitesi belirler (Stam *vd.*, 2014). Herbivorlar için bitki kalitesi, sekonder maddelere ek olarak bitki dokusunun su içeriği ve gıda miktarı tarafından belirlenir (Leimu *vd.*, 2005; Lee, 2007; Coyle *vd.*, 2011, Gordon, 1968). Böcekler, protein, karbonhidrat, lipit, su, mineral madde ihtiyaçlarını için çok geniş bir besin çeşitliliğiyle karşılayabilirler (Chapman, 2003; Sterner ve Elser, 2002). Bitki populasyonları içerisinde bitki kalitesi çevresel ve genetik faktörler tarafından etkilenir. Konak bitkide yüksek konsantrasyonda bulunan bir bileşik konağı tanımadaki kullanılabilir fakat beslenmeyi bitki dokularındaki gıdalar belirler (Leimu *vd.*, 2005).

Herbivor böceklerin büyük çoğunluğu sınırlı çeşitlilikte bitki türleriyle beslenirler. Bitki kimyası, böceklerin bitkiler hakkında bilgi sahibi olmasını, bitkilerin konak olarak kabul edilip edilemeyeceğini belirler (Renwick, 2001). Tek bir bitki türü ya da cinsiyle beslenen herbivorlara monofaj, özel bir familyaya ait birden çok bitki türüyle beslenenlere ise oligofaj denir. Birden fazla familyaya ait türlerle beslenenlere polifaj denir. Bitki kalitesi polifaj ve monofaj türleri farklı şekilde etkileyebilir (Leimu *vd.*, 2005). Canlıların yaşam devrelerinde beslenme şekilleri farklı olabilir. *Diabrotica longicornis* larvaları monofaj olarak beslenirken erginleri polifaj bireylere dönüşürler (Ryan, 2002).

### 1.2.1. Böcek beslenmesinde makrogıdaların önemi

Karbonhidratlar ve proteinler herbivorlar için pek önemli besinsel gıdalardır (Nash ve Chapman, 2014). Azot içeriği ise besinlerin protein içeriğinin bir ölçüsü olduğundan hayati öneme sahiptir. Besinlerin protein miktarı herbivorların hayatta kalmasını, büyümesini, fekonditesini sınırlayan bir faktördür. Miktarın yanında protein kalitesi de kritik bir öneme sahiptir. Protein kalitesi aminoasit kompozisyonunun bir fonksiyonudur (Lee, 2007, Barbehenn *vd.*, 2013; Zhou *vd.*,

2015). Besinlerdeki proteinler yeni dokuların yapılması, enzimler ve proteinler için gerekli olan aminoasitleri sağlarlar (Gall ve Behmer, 2014; Lee, 2007). Nükleoproteinler, enzimler, hormonlar olarak bulunabildikleri gibi hücre metabolizmasındaki kimyasal reaksiyonları kontrol ederler. Böceklerin kaslarında, kütikül yapılarında bulunabildikleri gibi taşıyıcı proteinler olarak da fonksiyon görürler (Rockstein, 1978).

Karbonhidratlar, böcekler ve diğer organizmalardaki organik bileşiklerin temel bir sınıfıdır. Karbonhidratlar böcek dokularının bütün yapı ve fonksiyonlarına katılırlar. Hücre dışı hemolenf ve destek dokulara ek olarak çekirdek, sitoplazma ve hücre membranında glikoproteinler halinde bulunur (Rockstein, 1978). Şekerler özellikle son larva evrelerinde genel enerji kaynağı olarak kullanılmalarının yanı sıra (Panzuto *vd.*, 2002) gıda kaynağı olarak da kullanılırlar ve glikojen ya da lipit olarak depo edilirler. Böceklerin uçuş performansını artırdığı gibi (Kaufmann ve Briegel, 2004), erkek bireylerin çiftleşme oranlarını ve tüm bireylerin üreme başarısını artırır. Diapozaya giren erginlerin hayatta kalma şanslarının ve genel ömrünün uzamasına katkıda bulunur (Kaufman *vd.*, 2015). Karbonhidratlar böcekler için beslenme uyarıcısı olarak da rol oynamaktadır (Detrain ve Prieur, 2014; Sollai *vd.*, 2014; Martin ve Shields, 2012; Panzuto *vd.*, 2002; Thomas, 1986).

Karbonhidratlar, moleküllerindeki şeker sayısına göre monosakkaritler, disakkaritler, oligosakkaritler ve polisakkaritler olarak sınıflandırılmıştır. Böcekler karbonhidratları serbest olarak bulunabilecekleri gibi pürinler, pirimidinler, proteinlere ve lipitlere bağlanmış olarak da bulunabilirler. Böceklerdeki karbonhidrat metabolizması omurgalılardaki gibidir. Farklı olarak böcekler kitin adı verilen aminopolisakkaritlerce zengin dış iskelete sahiptirler. Glikozun depo formu olan trehaloz ihtiva ederler. Böcek karbonhidratları;

- i. Saf karbonhidratlar; monomer ya da polimer (di-, oligo- ve polisakkaritler) olarak mevcut olan polihidroksi aldehitler ve ketonlar.
- ii. Karbonhidrat türevleri.
- iii. Karbonhidrat olmayan moleküllere bağ yapmış karbonhidratlar olarak sınıflandırılabilir (Rockstein, 1978).

Saf karbonhidratlar; basit şekerler (monosakkaritler) ve farklı monosakkaritler, ya da belirli şeker köklerine sahip polimerleri içerir. Ksiloz, riboz (pentoz), glikoz,

früktoz (heksoz) gibi monosakkaritler  $C_nH_{2n}O_n$  basit formülüne sahiptir ve daha basit moleküllere hidroliz olamazlar. Yapılarında aldehit veya keton taşımalarına göre de iki gruba ayrılır (Rockstein, 1978).

Disakkaritler, iki monosakkarit monomerine sahiplerdir. Monomerler aynı veya farklı olabilir. Oligosakkaritler, ikiden ona kadar monosakkarit monomerine sahiptir. En yaygın oligosakkaritler, di-, tri- ve tetrasakkaritlerdir. İki şeker kökünden daha fazla monosakkarit ihtiva eden oligosakkaritlere böceklerde nadiren rastlanır. Polisakkaritler ya da glikanlar, yüksek moleküler ağırlığa sahiptir ve çok sayıda monosakkarit türevi içerir. Böcek polisakkaritlerine kitin, glikozaminoglikanlar ve mukopolisakkaritler örnek verilebilir (Rockstein, 1978).

Böcek hücrelerinde çok sayıda karbonhidrat türevi bulunabilir. Çünkü, monosakkaritler oksidasyon, indirgenme, esterleşme, yer değiştirme reaksiyonları gibi enzimatik reaksiyonlara uğrar. Bu türevlere deoksişekerler (2-deoksi-*D*-riboz), fosforik asit esterleri (*D*-glikoz-1-fosfat), aminoşekerler (2-amino-2-deoksi-*D*-glikoz), şeker asitleri (glikoronik asit, askorbik asit), alditoller (gliserol, threitol, ribitol, sorbitol, mannitol) ve ksilitoller (inositol izomerleri, özellikle myoinositol) örnek verilebilir. Böcek karbonhidratları ve türevleri nükleik asitlerde (DNA, RNA), nükleozitlerde (adenozin, üridin), nükleotitlerde (ATP, UTP), koenzimlerde (CoA, FAD, FMN,  $NAD^+$ ,  $NADP^+$ ), fosfolipitlerde (serebrosit, fosfatidilinositol), glikoproteinlerde ve glikozitlerde diğer moleküllere bağlı olarak bulunabilir (Rockstein, 1978).

Karbonhidratlar üreme aktivitelerinde ve yaşamı sürdürmede rol oynar. Çoğu tür için glikoz, früktoz, sakkaroz gıda bakımından yeterli şekerlerdir. Fakat, besinsel karbonhidratların kullanımında türler arasında farklılıklar mevcuttur. Bazı karbonhidratlar gıda bakımından etkisiz olup beslenme caydırıcısı olarak görev yaparlar. Çünkü tamamen hidroliz olamazlar ya da sindirim sisteminde emilemezler. Bazı karbonhidratlar sindirim sisteminde emilebilirler fakat metabolize edilemezler. Böyle karbonhidratlar Yüksek konsantrasyonlarda glikoliz, glikogenez gibi enzimatik reaksiyonları inhibe edebilirler. Arabinoz, riboz ve ksiloz gibi pentozların besinlerle alımı *Diatraea grandiosella* ve *Tenebrio molitor*'un larvaların gelişimini inhibe ettiği belirlenmiştir (Rockstein, 1978). Bu larvalar, pek çok böcek türleri gibi 5 karbonlu şekerleri kullanamazlar. Benzer şekilde besinlerindeki heksozlar ve



galaktoz *Anthonomus grandis* larvaları ve erginleri tarafından kullanılamaz (Rockstein, 1978). İlginç olan heksozlar ve galaktoz bu tür için beslenme uyarıcısıdır ve absorbe edilebilir. *A. grandis* sadece az miktarlarda galaktozu trehaloz ve glikojene dönüştürür. Çünkü, galaktoz galaktitole dönüştürülür. Bu alkol metabolize edilemez ve hemolenfte birikir. Ek olarak; heksoz, sorboz doğada çeşitli üzüm meyvelerinde sorbitol şekerinin fermantasyon ürünü olarak bulunur fakat glikoz ve trehaloza çok fazla dönüştürülemez (Rockstein, 1978).

Bazı larvalar besinlerinde karbonhidrat olmadan da gelişebilirler. Bazı türler ise kuru ağırlığın % 15-30'u kadar bir oranda glikoz, früktoz ya da sakkarozu ihtiyaç duyarlar. Bazı türler galaktozu, mannozu, oligosakkaritleri ve polisakkaritleri kullanamadıklarından bu türler için pentoz ve sorbozun herhangi bir gıda değeri bulunmamaktadır. Çoğu tür için besinsel karbonhidratların optimum konsantrasyonu çok dar aralıktadır. Mesela, *D. grandiosella* larvalarının besininde karbonhidrat olmadığına gelişme hızları önemli oranda yavaşlamıştır. % 3,3 oranında glikoz ilavesiyle optimum gelişme hızı görülmüştür (Rockstein, 1978). Benzer sonuçlar *Locusta migratoria* ve *Schistocerca gregaria* için de tespit edilmiştir (Rockstein, 1978). Normalde nişasta depolayan besinlerle beslenen larvaların gelişimi yüksek karbonhidrat ihtiyaçlarından dolayı besindeki karbonhidrat miktarıyla sınırlanmaktadır. Bu larvalar, kuru ağırlığın % 70'i kadar karbonhidrata ihtiyaç duyarlar (Rockstein, 1978). Bazı şekerlerin besindeki oranlarının artmasıyla larva gelişme oranı ve ergin ağırlığı arasında doğru orantılı bir ilişki mevcuttur (Harvey, 1974). Fakat, bu durum bazı şartlarda geçerli değildir (Clancy, 1992), *Choristoneura occidentalis*'in konak bitki yapraklarında % 6 gibi düşük oranda sakkaroz içerdiği durumlarda en iyi beslenme performansını gösterdiğini belirlemiştir.

Herbivorların gıda ihtiyaçlarıyla kıyaslandığında bitkilerin gıda içeriği ve elemanları arasında büyük bir dengesizlik mevcuttur. Fakat, herbivorlar optimal gıda ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde protein ve karbonhidrat alımlarını dengeleme yeteneğine sahiptirler (Fagan *vd.*, 2002; Sterner ve Elser, 2002; Persson *vd.*, 2010; Jonas ve Joern, 2013; Lee, 2007; Simpson ve Raubenheimer, 2000; Raubenheimer ve Simpson, 2004). Gelişimleri için gerekli gıda miktarları *alım hedefi* olarak adlandırılır. Alım hedefine ulaşmadaki başarısızlık gıdalardan birinin çok fazla yenmesi ve diğer gıdanın çok az yenmesinin bir sonucu olarak önemli bir performans maliyetine yol açar (Simpson *vd.*, 2004). Gıda düzenlenmesi besin seçimi esnasında

kaynakların değiştirilmesiyle ya da telafi edici beslenme ve beslenme sonrası aşamalarla başarılıdır (Lee, 2007).

### **1.2.2. Böcek beslenmesinde sekonder maddelerin etkisi**

Her ekolojik komünitede predatör (avcı)-konak ilişkileri pek yaygındır ve her bitki türüyle en az bir böcek türü beslenir. Bu durum *birlikte evrimleşme teorisinin* ortaya çıkmasına neden olmuştur (Rosenthal ve Berenbaum, 1991). Bu teori, böceklerin binlerce yıldır bitkilerle beslenmesine karşın hem bitki hem de herbivorların tür sayısındaki artışı açıklamaya yöneliktir. Bitkilerin kendilerini herbivorlardan korumaya yönelik stratejileri oldukça çeşitlidir. Bazı bitki türleri konak bitki seçimi ve beslenme davranışı gibi böcek tercihini etkileyecek şekilde kendilerini savunurken, bazı bitki türleri de gelişimi ve gelişme oranını etkileyecek savunma mekanizmaları geliştirirler. Bu mekanizmalar, fiziksel savunma için morfolojik özellikler olabileceği gibi herbivorlara ve mikrobiyal patojen bulaşmasına karşı kendilerini korumak için çeşitli sekonder bileşiklerin üretildiği kimyasal savunma mekanizması şeklinde de olabilir.

Bitki sekonder maddeleri bitkilerin primer metabolizmalarından türeyen, gıda değeri taşımayan fakat bitkilerle patojenler ve diğer herbivorlar arasında savunma dahil birçok ilişkide aracılık eden maddelerdir (Rosenthal ve Berenbaum, 1991). Daha önceki yıllarda bitki fizyologlarının çoğu bitki hayatına hiçbir etkisi bulunmayan bu kimyasalları primer metabolizmanın atık ürünleri olarak kabul etmişlerdir. Bitkiler ve böcekler arasındaki karmaşık ilişkiler incelendikçe bu fikir çürütülmüştür. Sekonder maddeler, genellikle yüksek bitkilerde özellikle dikotiledonlarda üretilir ve pek çeşitlidirler. Pek çoğu hayvanlarda sindirimi inhibe eder (Robbins *vd.*, 1987), organ ve dokulara karşı toksiktir (Cheeke, 1989; Fenwick, 1989), asidoza (Foley *vd.*, 1995), sodyum dengesizliğine (Pehrson, 1983) ve diürece (Dearing *vd.*, 2001) neden olabilir (Iason ve Villalba, 2006). Biyoaktif olarak özelleşmiş olan bileşikler sinir, sindirim sistemlerine ve endokrin organlar gibi herbivorlar için önemli kısımlara etkilidirler. Genellikle, polifaj böcekler için caydırıcı, monofaj böcekler için de cezbedici olabilir. Monofaj böcekler, başkalarına toksik bileşiklerin detoksifikasyonu için kaynaklarını kullandıkları için gelişimleri ve büyümeleri yavaşlayabilir (Fürstenberg-Hagg *vd.*, 2013). Bu kimyasal maddeler,

bitki-bitki ilişkisinde ve bitki-mikroorganizma simbiyotik ilişkilerinde aracı olarak tohum toplayan herbivorları ve tozlaştırıcıları bitkiye cezbedebilir (Fürstenberg-Hagg vd, 2013).

Bitki savunma maddeleri önceleri doz bağımlı yoğunlaşmış tanenler, düşük moleküler ağırlıklı doza bağılı olmayan bileşikler olarak (Feeny, 1976; Rhoades ve Cates, 1976) sınıflandırılmıştır. Şimdi ise tüm sekonder maddelerin doz bağımlı olduğu, eşik değerinin ve tolere edilebilmesinin farklılıklar gösterdiği kabul edilmektedir. Bitki sekonder maddeleri küçük dozlarda bile çok toksik olmasına karşın herbivorlar zararlı etkilerinden kaçınabilirler (Manson *vd.*, 2013).

### **1.2.2.1. Beslenmede tanenlerin etkisi**

Tanenler, bitkiler tarafından sentezlenen fenollerin bir grubudur (Ilijin *vd.*, 2016) ve bitkilerde bulunan en yaygın sekonder maddelerdir (Ilijin *vd.*, 2016; Barbehenn ve Constabel, 2011). Kuru ağırlık olarak tanenlerin bitki yapraklarındaki miktarı %2-20 arasında ve mevsimsel olarak değişmektedir (Haslam, 1979; Laitinen *vd.*, 2000). Tanenler, azotlu bir fonksiyonel gruba sahip olmayan ve birden fazla fenolik halkası bulunan sekonder maddelerdir (Mrkadovic *vd.*, 2013). Molekül yapılarına göre hidroliz olabilen tanenler ve kondans tanenler olarak iki gruba ayrılır. Hidroliz olabilenler merkezde karbonhidrat (genellikle *D*-glukoz) ve fenolik gruplarla esterleşmiş hidroksil grupları içerirler. Bitkilerde genellikle meyve tohumlarında düşük miktarlarda bulunurlar; Kimyasal yapılarından dolayı genellikle kondans tanenler (KT) olarak da bilinen tanen grupları ise yem bitkisi olarak kullanılan ağaç ve çalılarda en yaygın olarak bulunan tanen grubudur. Bunlar merkezde karbonhidrat taşımaz; hidrolizle parçalanmaya dayanıklı karbon-karbon bağılı flavonoid ünitelerin (flavan-3-ol) oligomer veya polimerleridir (Aydın ve Üstün, 2007).

Tanenler herbivor böceklere karşı bitkilerin savunma maddeleridir (Ilijin *vd.*, 2016; Agrawal *vd.*, 2012; Barbehenn ve Constabel, 2011). Beslenmeyi caydırıcı ya da toksik etki gösterirler ve etkileri kimyasal yapılarına ve konak bitki türüne bağılı olarak değişir. Tanen-böcek ilişkileriyle ilgili çalışmalar en azından 50 yıllık bir geçmişe dayanmaktadır ve ilk çalışmalar Feeny (1970, 1976) ve Rhoades ve Cates (1976) tarafından yapılmıştır. Odunsu dikotiledon bitkilerin yapraklarında yüksek konsantrasyonlarda (% 5-10 kuru ağırlık) üretilen tanenlerle otsu bitkilerde daha

düşük konsantrasyonlarda (< % 2 kuru ağırlık) biriktirilen toksinler arasında bir ayırımın olduğunu ileri sürmüşlerdir (Barbehenn ve Constabel, 2011).

Tanenler, proteinler dahil geniş bir molekül grubuna bağlanabilme kapasitesine sahiptir (Haslam, 2007). Besin proteinlerine ek olarak böcek sindirim enzimlerinin aktivitelerini engelleyerek de herbivorları etkiler (Robbins *vd.*, 1987). Feeny (1968), yapay besine meşe tanenlerinin ilavesiyle protein sindirilebilirliğinin azaldığını ve buna bağlı olarak da larva performansının azaldığını belirlemiştir. Bernays *vd.*, (1981), buğday yapraklarına kuebaço veya tanik asit muamelesiyle çekirgelerin protein veya azot kullanma verimliliğinin azalmadığını belirtmişlerdir. Bazı memeli hayvanlarda ise yemlere yüksek oranda tanen ilavesiyle protein kullanılabilirliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu mekanizma tanence zengin bitkilerde proteinlerin çökmesiyle açıklanabilir. Dışkıda tanen bağlı tükürük proteinlerinin miktarının artışı protein kullanma verimliliğinin azalmasına katkıda bulunabilir (Skopec *vd.*, 2004). Tanenler, sadece proteinlere değil karbonhidratlara ve lipitlere de bağlanabilirler. Tanenler surfaktantlara bağlanarak önemli oranda yağ asitlerinin kaybına neden olabilirler. Kayganlığın azalması yapay besinlerde larvaların orta bağırsak sıvılarında gözlenmiştir. Protein-tanen kompleksi böcek gıdasında çok fazla etkili olmasa bile oksitlenmiş tanenler oldukça etkilidir (Barbehenn ve Constabel, 2011). Elagitanenler, hidroliz olabilen tanenler içerisinde en iyi çalışılan tanen sınıfıdır ve böcek bağırsağında oksidatif etkiyle herbivor böceklerde olumsuz bir sonuca neden olurlar. Tanen oksidasyonunun bir sonucu olarak; toksik reaktif oksijen türleri ortaya çıkar ve herbivor böceklerin orta bağırsak epitel dokusuna zarar verirler (Mrdakovic *vd.*, 2013).

Tanenler toksin ya da caydırıcı özelliklerinin yanı sıra fagostimulant olarak da görev yapabilirler. Spesiyalist herbivorlar, konak bitkilerini belirlemek için bitki savunma maddelerine adapte olmuşlardır ya da savunma sistemlerini bitkilerin savunma sistemleriyle eşleştirmişlerdir (Nishida, 2002). Yapay besinlere tanenlerin ilavesiyle yapılan çalışmalar tanenlerin düşük konsantrasyonlarda besin tercihini ve tüketim oranını artırdığını göstermiştir (Barbehenn ve Constabel, 2011).

## 2.LİTERATÜR ÖZETİ

Farklı karbonhidratların larvaların beslenme, büyüme ve ergin yumurta bırakımı, ergin protein ve glikojen miktarı üzerine etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir.

Cornelius vd. (1996), üç karınca türünde, *Pheidole megacephala* (Fab.), *Ochetellus glaber* (Mayr) ve *Paratrechina longicornis* (Latr.) 6 farklı şeker türünün kabul edilebilirliğini araştırmışlardır. *P. megacephala* için melezitozun glikoz ve maltozdan daha fazla tercih edildiği, fakat trehalozun früktoz ve sakkrozdan daha çok tercih edilmediği belirlenmiştir. *O. glaber* sakkarozu maltoza tercih etmiştir. *P. longicornis* türünde ise karbonhidratlar arasında tercih edilebilirlik açısından önemli bir fark tespit edilememiştir.

Canato ve Zucoloto (1998), *Ceratitis capitata* larva ve erginlerinin beslenme davranışında glikoz ve sakkaroz alımının etkilerini incelemiştir. Glikoz ya da sakkaroz içeren besin tercihinin karbonhidrat mahrumiyetiyle ya da önceki tecrübelerle bir ilişkisi olmadığı belirlenmiştir. Yine karbonhidrat mahrumiyetinin sakkaroz için kabul edilebilirlik eşik değerini değiştirmediği tespit edilmiştir.

Özalp ve Emre (1998), *Pimpla turionellae* L. dişilerinin toplam glikojen ve protein miktarlarına 22 farklı karbonhidratın etkisini incelemiştir. Denenen karbonhidratlar arasından ksiloz, riboz, ramnoz, mannoz, maltoz, sellobioz, melezitoz, rafinoz, glikojen, dulsitol ve mannitolün böceğin toplam glikojen miktarını önemli derecede düşürdüğü; arabinoz, früktoz, galaktoz, glikoz, sorboz, laktoz, melibioz, trehaloz, nişasta, sorbitol ve  $\alpha$ -metil *d*-glikozitin ise önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir. Ergin dişilerinin toplam protein miktarını ksiloz arttırmış, glikoz ise azaltmıştır.

Fontellas ve Zucoloto (1999), meyveyle beslenen *Anastrepha obliqua* erginlerinin farklı karbonhidratlar içeren besinlerdeki yumurta bırakıma, verimliliğini, besin tüketimini ve hayatı sürdürebilme oranlarını incelemiştir. Besin tüketimi, yumurta üretimi ve verimliliğin en yüksek nişasta içeren besinlerde beslenen erginlerde olduğu; hayatı sürdürebilme değerinin ise sakkaroz içeren besinlerle beslenen erginlerde olduğu tespit edilmiştir.

Mehmetoğlu ve Başhan (1999), *Melanogryllus desertus*'un karbonhidrat ihtiyaını saptamak için beğin büyüme, hayatta kalma ve ergin evreye ulaşma süresine 24 farklı karbonhidratın etkisini incelemişlerdir. Denenen karbonhidratların, beğin büyümesi ve yaşaması üzerine farklı etkilere sahip olduğu gözlenmiştir. Ramnoz ve laktoz inhibitör bir etkiye sahiptir. Riboz, arabinoz, ksiloz, galaktoz, sorboz, sellobioz, inülin ve dulsitol ise etkisizdir. Bununla birlikte, sakkaroz, maltoz, glikoz, mannoz, trehaloz, dekstrin, glikojen, nişasta, sorbitol ve mannitolün ise pozitif bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir. Rafinoz, mellibioz ve inositolun, kara ekirge tarafından çok düşük düzeyde kullanıldığı gözlenmiştir. Monosakkaritler arasında en iyi etkiyi glikoz; disakkaritler arasında sakkaroz ve polisakkaritler arasında dekstrinin oluşturduğu grlmştir.

Tunca vd. (2002), farklı besin eşitlerinin *Clielonus oculator* Panzer (Hymenoptera: Braconidae)'in ergin yaşam süresine etkilerini incelemişlerdir. *C. Oculator* türü *Ephestia kuehniella* trrnn parazitoididir. Denemelerde ergin hale ulaşalı henüz 0-6 saat olmuş olan ergin erkek ve ergin dişi parazitoidler kullanılmıştır. Ergin parazitoidlere besin olarak; bal, glikoz, früktoz, laktoz (% 10 oranında çözelti) ve sakkaroz (% 10 oranında çözelti) sunulmuştur. Sakkaroz ve laktoz ergin yaşam süresini etkilemezken; bal, glikoz ve früktoz ergin yaşam süresini önemli ölçüde artırmıştır. Ayrıca denenen besin çeşidine bağlı olarak çiftleşme ve konukçu yumurtası sunulmasının erkek ve dişi parazitoidin yaşam süresini önemli ölçüde etkilediği grlmştir.

Nektarivor karınca kolonilerinin beslenme tercihleri Blüthgen ve Fiedler (2004) tarafından araştırılmıştır. Karınca türlerinin karbonhidrat tercihleri birbiriyle uyumludur. Tercihli beslenme deneylerinde sakkarozun sırayla früktoz, glikoz, maltoz, melezitoz, rafinoz ve ksiloza tercih edildiği tespit edilmiştir. Sakkarozun cezp ediciliğinin karbonhidrat konsantrasyona bağlı olarak arttığı belirlenmiştir.

Saljoği ve Khajjak (2007), *Sitotroga cerealella* yumurtalarında *Trichogramma chilonis*'in gelişim ve üreme periyotlarını, eşey oranını, parazitleme yüzdelerini, ömür uzunluklarını incelemişlerdir. Bu alışma için farklı karbonhidratlar içeren yapay besinler kullanmışlardır. Yapay besinlerde % 50'lik bal, % 20 oranında glikoz, % 20 oranında früktoz, % 20 oranında sakkaroz ve saf suyun etkisini incelemişlerdir. Bal zeltisiyle beslenen dişiler 3,6 gün ömür uzunluğuna sahipti olup konak

yumurtalarını % 89,6 oranında parazitlemişlerdir. Glikoz, früktoz ve sakkarozla beslenen *T. chilonis* dişilerinin bu besinlerle beslenmeyenlere kıyasla ömür uzunluğu ve parazitlenme yüzdelerinin önemli oranda artış gösterdiği fakat bal ile beslenen dişilerinkinden daha az olduğu tespit edilmiştir. En kısa gelişme ve yumurtadan çıkış süresi bal ve glikoz solüsyonlarıyla beslenen bireylerde gözlenmiştir. En uzun gelişme ve yumurtadan çıkış süresi ise saf su ve kontrol grubunda tespit edilmiştir.

Hu vd. (2010), *Bemisia tabaci*'nin hayatını sürdürebilmesinde 16 farklı karbonhidratın etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; arabinoz, mannoz, riboz ve ksiloz hem nimf hem de ergin bireylerin hayatı sürdürmelerinde inhibitör etkiye sahip oldukları gösterilmiştir. % 10 Konsantrasyonunda mannoz nimf diyetine eklendiğinde sırasıyla % 10,5; % 1 ve % 0 oranda birey 2., 3. ve 4. instara ulaşabilmiştir. % 10 oranında arabinoz besine eklendiğinde ise bireyler 4. Evreye ulaşamamıştır. % 10 oranında konsantrasyonda ksiloz ya da ribozun eklenmesiyle *B. tabaci* nimfleri gelişmelerini 2. evreye kadar sürdürebilmişlerdir. Şeker konsantrasyonunun azalmasıyla inhibitör etkinin azaldığı tespit edilmiştir. Ergin bireylerde; arabinoz, galaktoz, inositol, maltoz, mannoz, melibioz, sorbitol, trehaloz ve ksiloz ortalama hayatı sürdürebilme süresini kısaltmıştır. En yüksek ölüm oranı arabinoz, mannitol, mannoz, riboz ve ksiloz içeren besinlerle beslenen erginlerde tespit edilmiştir.

Smith (2012), *Chilo suppressalis* larvalarının früktoz, mannoz, glikoz, sakkaroz ve maltoz içeren besinlerle beslendiklerinde başarılı olarak büyüdüklerini; *L*-arabinoz, mannoz ve galaktozu iyi kullanamadıklarını belirtmiştir.

Nash ve Chapman (2014), *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) larvalarında besin bileşenlerinin etkisini araştırmak için diyetle nişasta yerine basit şekerleri kullanmışlardır. Pupa safhasında ölüm oranlarının glikoz ve maltoz için sırasıyla % 28,2±8 ve % 26,2±9 oranında arttığını tespit etmişlerdir. Laktoz varlığında gelişim başarıyla tamamlanmıştır fakat nişasta içeren besine kıyasla ortalama pupa ağırlığı 29,8±1,6 mikrogram azalmıştır.

Li vd. (2015), *Hermetia illucens*'in lipit depolamasında farklı konsantrasyonlarda ksiloz ve glikozun etkisini incelemişlerdir. En yüksek lipit seviyesinin besindeki % 6 oranında ksiloz ilavesiyle erişildiği belirlenmiştir.

Gonzalez *vd.* (2016), bal ve polenin 1:1 oranında karıştırılıp yapay besine eklenmesiyle doğal olarak elde edilen 10 farklı karbonhidratın *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)'nın ömür uzunluğuna ve üreme başarısına etkisini araştırmışlardır. Besinlerin karbonhidrat içeriklerinin eşeyler arasındaki etkileri farklı olduğunu tespit etmişlerdir. Früktozla beslenen her iki eşeyden bireyler sakkaroz, melezitoz ya da rafinozla beslenen bireylerden daha uzun yaşamışlardır. Dişi bireyler yumurta bırakmak için rafinoz, galaktoz ya da mannozu tercih etmemişlerdir.

Kılıcı (2016), *Ephestia kuehniella* larvalarının besin tercihi ve gelişiminde farklı karbonhidratların etkisini incelemiştir. En fazla besin tüketiminin % 2 glikoz:% 1 früktoz içeren besinde; en az besin tüketiminin ise % 3 konsantrasyonda mannoz içeren besinde olduğu tespit edilmiştir. % 2 Glikoz:% 1 früktoz oranında karbonhidrat karışımı içeren besinde beslenen larvaların pupa kuru ağırlığı, lipid miktarı ve protein miktarlarının en fazla olduğu, gelişim sürelerinin de daha kısa olduğu belirlenmiştir.

Böcek beslenmesine tanik asidin etkileriyle ilgili olarak literatürde çok sayıda örnekler mevcuttur. Çalışmalarda, beslenme ve gelişme üzerine tanik asidin etkisiyle ilgili olduğu gibi, enzim kinetiği, parazitoidlerin gelişimi üzerine olan dolaylı etkilerini incelenmiştir.

Panzuto *vd.* (2002), *Choristoneuro rosaceane*'nin gelişiminde tanik asit ve glikozun etkisini araştırmışlardır. *C. rosaceane* larvalarını 4 farklı yapay besinle beslemişlerdir. Besinlerden biri glikoz ve tanik asit ihtiva etmeyen kontrol besini, ikinci besin kontrol besinine % 5 glikoz ilavesiyle oluşan besin; üçüncü besin kontrol ve % 0,5 konsantrasyonda tanik asit ilave edilen besin; 4. besin ise kontrol besinine % 0,5 tanik asit ve % 5 glikoz ihtiva edilen besindir. Larvalar 14 gün süresince kontrol+% 5'lik glikoz besiniyle beslenmişler ve 4. larva dönemine geçememişlerdir. Kontrol besini ve % 0,5 tanik asit ihtiva eden besinle beslenen larvalar pupa olmuştur. Kontrol besini veya kontrol besini+tanik asit+glikoz ihtiva eden besinlerle beslenen larvaların çoğu 5. larva evresine ulaşmışlardır. Tanik asit ve glikoz içeren besinler şeker hassasiyetli hücrelerde hiçbir uyarı meydana getirmemiştir. 300 mM Glikoz önemli derecede uyarı oluşturmuştur. *C. rosaceana* larvaları en hızlı tanik asit içeren besinlerde gelişmiştir. Fakat, tanik asit larvalar için fagostimulant değildir.



6. larva evresindeki larvalara besinler arasında tercih şansı sunulduğunda larvalar glikoz içeren besinlerle beslenmeyi tercih etmişlerdir. Fakat, tanik asit larvalar için caydırıcı değildir.

Kubo *vd.* (2008), doğal bir ilaç olarak kullanılan *Galla rhois*'ten izole ettikleri tanik asidi yapay besin içerisine katmışlar ve tanik asidin *Pectinophora gossypiella* larvalarının gelişimindeki inhibitör etkisini incelemişlerdir. Aynı kaynaktan izole ettikleri gallik asit de larvalara karşı inhibitör etki göstermiştir. Fakat, bu etki tanik asidin etkisine kıyasla daha zayıftır.

Barbehenn *vd.* (2009), hibrit kavak ağaçlarında beslenen *Lymantria dispar* larvalarının gelişiminde hidroliz olabilen tanenlerin etkisini incelemişlerdir. Ağaçların yapraklarındaki yüksek miktardaki tanenler yüksek konsantrasyonda semikinon radikallerinin üretilmesine neden olarak böceğin performansını azaltır. Yapraklara % 7,5 hidroliz olabilen tanen ilavesiyle düşük miktarda radikal üretimi gerçekleşirken, % 15 tanen ilavesiyle üretilen radikallerin miktarı artmıştır. Tanen tüketimi metabolik maliyeti artırmış ve tüketilen besinin vücutta biyokütleyle dönüştürülebilirliğini azaltmıştır.

Liu *vd.* (2010), *Spodoptera exigua* (Hübner) larvalarının gelişiminde tanik asidin toksik etkisini beslenme ile toksisite metoduyla incelemişlerdir ve larvaların fenoloksidaz enziminin inhibisyon kinetiğini çalışmışlardır. Sonuçlar, farklı konsantrasyonlardaki tanik asidin yumurtadan yeni çıkmış *S. exigua* larvalarına pek toksik bir etki gösterdiğini, 3. larva evresindeki ağırlığa ve pupa ağırlığına inhibitör bir etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Artan tanik asit konsantrasyonu ve muamele zamanının uzamasıyla yumurtadan yeni çıkan larvalardaki ölüm oranı artmıştır.

Karadeniz ve Bilgener (2011), *U. gilvata*'nın besin tercihine etki eden kimyasal faktörleri incelemişlerdir. Tanik asit konsantrasyonunun artışıyla larvaların beslenme miktarının ve pupa kuru ağırlıklarının ve pupa lipit miktarlarının azaldığı belirlenmiştir.

Mrdakovic *vd.* (2013); *L. dispar*'ın 5. larva evresinde fitness ile ilişkili nisbi büyüme, kütle artışı gibi değerlerle sindirim enzimlerinin spesifik aktivitelerine tanik asidin etkisini incelemişlerdir. Farklı konak bitkilerde beslenen iki farklı *L. dispar*

larvalarını çalışmalarında kullanmışlardır. Tanik aside tepki olarak yüksek lipaz ve düşük  $\alpha$ -glikosidaz tepkisi gözlenmiştir.

Yang vd. (2016), tanik asit içeren besinlerle beslenen *Helicoverpa armigera*'nın parazitoid *Microplitis mediator* (Haliday) (Hymenoptera: Braconidae)'un gelişiminde tanik asidin doğrudan ve dolaylı etkilerini araştırmışlardır. Çeşitli konsantasyonlarda tanik asit içeren bal çözeltisiyle beslenen *M. mediator* dişi ve erkeklerinin ömür uzunluğunun kısaltığı; tanik asit içeren besinle beslenen *H. armigera* larvalarında gelişen *M. mediator* larvalarının kokon kütlelerinin, kokon olma zamanlarının olumsuz olarak etkilendiği belirlenmiştir. İlginç bir şekilde % 5 konsantrasyonda tanik asit içeren besinde erkek ve dişi parazitoidlerin yaşam uzunluklarının uzadığı tespit edilmiştir.

### 3. ÇALIŞMANIN AMACI

Bu tez çalışmasının amacı; farklı karbonhidratları ve herbiri glikoz, nişasta, sakkaroz veya maltoz içeren besinlere % 5 konsantrasyonunda tanik asidin ilave edilmesinin *U. gilvata* larvalarının gelişimi, pupa ağırlığı, pupa lipit ve protein miktarları ile larva gelişim süresi üzerine olan etkisini incelemektir.

Protein ve karbonhidrat gıdalarının dengeleme çalışmaları literatürde farklı böcek türleriyle incelenmiştir (Stochoff, 1993; Lee *vd.*, 2002; Simpson ve Raubenheimer, 2001; Rho ve Lee, 2014; Roeder ve Behmer, 2014). *U. gilvata*'nın gıda ihtiyacını belirlemeye yönelik çalışma ise Karadeniz (2011) tarafından yapılmıştır. Fakat, Karadeniz (2011)'in yapmış olduğu çalışmada farklı karbonhidratların etkisi incelenmemiştir. *U. gilvata* ile ilgili yapılan diğer çalışmalar daha ziyade yayılım alanını belirlemeye yöneliktir (Monteys, 2002; Corley, 2007; Walsh ve Nash, 2008; Karadeniz ve Bilgener, 2011; Kopij, 2014).

Karbonhidratlar böceklerde fagostimulant olarak rol oynadığı, üreme ve gelişimlerinde de enerji sağlayıcı olduğu için etkilerinin incelenmesi pek önemlidir. *U. gilvata* tarım zararlısı olarak kabul edilmemesine rağmen ekolojik besin zincirinde rol oynamaktadır. Dolayısıyla da bu türün farklı karbonhidratlarla beslendiğinde gelişimini, tanik asitle farklı karbonhidratların etkileşimini incelemek literatüre ışık tutacaktır.

## 4. MATERYAL METOT

### 4.1. Larvaların Ergin Hale Getirilmesi

*U. gilvata* larvaları, 2014 yılında Kızılırmak Deltası'ndan konak bitkileri *Sophora alopecuroides* L. (Fabaceae) üzerinde beslenirken toplanarak taşıma kaplarına alınmış ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Biyokimyasal Ekoloji Araştırma laboratuvarına getirilmişlerdir. Larvalar, son larva evresine kadar Yamamoto (1969)'dan modifiye edilen, incelenecekleri sentetik besin üzerinde toplu halde beslenmişlerdir.

### 4.2. Sentetik Besin İçerikleri

Bu çalışmada *U. gilvata*'nın besin tüketiminde ve gelişiminde farklı karbonhidratlar ve tanik asidin etkisini belirleyebilmek için Yamamoto (1969) (Çizelge 4.1.) tarafından geliştirilen sentetik besin modifiye edilerek kullanılmıştır. Besin grubundaki karbonhidrat kaynağı olan sakkaroz yerine aynı konsantrasyonda glikoz, galaktoz, maltoz, früktoz, arabinoz, mannoz ve nişasta konulmuştur. Bu karbonhidratların yapay besinlerdeki konsantrasyonları % 3'tür. % 5 oranındaki tanik asidin farklı karbonhidrat içeren besinlerdeki etkisini inceleyebilmek için de % 3 sakkaroz+% 5 tanik asit, % 3 nişasta+% 5 tanik asit, % 3 glikoz+% 5 tanik asit ve % 3 maltoz+% 5 tanik asit besinleri hazırlanmıştır. Bu besinlerin dışında hiç karbonhidrat ihtiva etmeyen bir besin de hazırlanarak toplam 13 sentetik besinde beslenme deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Beslenme deneylerinde kullanılan karbonhidratlar Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yamamoto (1969) tarafından geliştirilen sentetik besindeki madde miktarları (1 kg için)

Besin maddesi	Miktar
Buğday Ruşeymi (Wheat germ )	80 g
Kazein (Sigma (C-6554))	36 g
Sakkaroz	32 g
Torula mayası (Sigma (Y-4625))	16 g
Vitamin karışımı (Vanderzant vitamin mixture Sigma (V-1007))	10 g
Tuz karışımı (Wesson salt mixture Sigma ( W-1374))	8 g
Kolesterol (Sigma (C-2044))	0.2 g
Sorbik asit (Sigma (S-1626))	2 g
Metil paraben (Sigma (H- 3647))	1 g
Keten yağı (Sigma (L-3026))	1 ml
Agar	20 g
Su	800 ml

## Çizelge 4.2. Beslenme deneylerinde kullanılan karbonhidratlar

---

### **Pentoz**

---

L(+) Arabinoz Sigma (A3256-100G)

### **Heksozlar**

D(+) Glukoz Sigma (G7021-1KG ( LOT II SLBG2661V))

D(-) Früktoz Sigma (F3510-100G (SLBH 4314V))

D(+) Galaktoz Sigma (G5388-100G (LOT BCM1928V))

D(+) Mannoz Sigma (M2069-100G (LOT II SLBG2661V))

### **Disakkaritler**

Sakkaroz (1888-500G (LOT SLBJ4983V))

D-(+) Maltoz ( M5895-500G (LOT SLBD5965V))

### **Polisakkarit**

Nişasta (insoluble).

---

## **4.3. Beslenme Deneyleri**

*U. gilvata* larvaları beslenme deneylerinin gerçekleştirileceği besin tiplerinde son larva evresine gelinceye kadar toplu halde beslenmişlerdir. Son larva evresinde her bir besin tipinden 10'ar tane olmak üzere tekli besleme kaplarına alınmışlar ve beslenme deneylerine başlanmıştır. Beslenme deneylerinde her bir besin tipi için kullanılan larva sayısı sonuçları belirlemek için idealdir. Her besin tipinde verilen günlük besin miktarı ve larva ağırlığı gün aşırı olarak 0,001 g hassasiyetli terazide

tartılmışlardır. Tüketilmeden kalan besin miktarı ise üzerinde tarih ve ağırlığı not edilmiş, etiketli alüminyum folyolara sarılarak etüvde kurutulmuştur. Böylece kalan besin miktarı kuru ağırlık olarak hesaplanmıştır. Beslenme deneyleri larvalar pupa evresine ulaşmaya kadar devam etmiştir. Pupalar, kuru ağırlıklarının belirlenebilmesi için 50° C'deki etüvde sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutulmuştur.

#### **4.4. Kloroform ile Lipit Analizi**

Sabit ağırlığa erişen pupaların depo lipit analizi, pupaların kloroform ile ekstraksiyonuyla belirlenmiştir (Simpson ve Raubenheimer, 2001). Kuru ağırlıkları not edilmiş olan pupaların her biri ağzı kapaklı tüplere konulmuş ve üzerleri geçinceye kadar kloroform ilave edilmiş ve tüplerin kapakları kapatılmıştır. Otomatik çalkalatıcı üzerine yerleştirilen tüplerin 24 saat sonra kapakları açılmış ve tüplerdeki kloroform dökülmüştür. Tüplere yeniden kloroform ilave edilmiştir. Bu işlem toplamda 3 kez tekrarlanmıştır. Böylece, pupa örneklerinden depo lipit içeriği uzaklaştırılmıştır. Pupalar, 50° C'deki etüve konularak sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Lipitsiz kuru ağırlıkları da tartılarak pupalardaki depo lipit miktarı hesaplanmıştır.

#### **4.5. Pupaların Protein Analizi**

Depo lipitleri uzaklaştırılmış olan *U. gilvata* pupalarının azot tayini Dumas yönteminin temel alındığı Thermo Scientific FLASH 2000 Series - NCS Analyzers cihazıyla yapılmıştır (Allen *vd.*, 1986).

Yaklaşık 2,0 mg ağırlığında tartılan öğütülmüş kuru örnekler ince kalay kapsül içine konur ve kapsül kapatılır. Kapsüller daha sonra cihazın autosampler kısmına yerleştirilir. Örnek, yanma reaktörüne girdiğinde 900–1000° C' ye kadar ısıtılmış özel fırın içerisine girer ve az miktarda saf Oksijen ve Helyum gazı sisteme eklenerek örneklerin yanması sağlanır. Bu durumda örnekler elementel (basit) gaz haline dönüşürler. Kolondaki ayrılma ve TCD detektör yardımıyla kompleks bir ayırma sistemine gerek kalmadan element konsantrasyonu belirlenir. TCD detektör sayesinde oluşan gaz kolon üzerine aktarılır ve kolonda oluşan pikler yardımıyla N değerleri hesaplanır. Bu işlem sonunda bulunan % N (Azot) miktarları 6,25 sabitiyle çarpılarak % protein miktarları bulunmuştur (Monk, 1987).

#### **4.6. İstatistik Analizler**

*U. gilvata* larvalarının farklı sentetik besinlerdeki tüketim miktarları, pupa kuru ağırlıklarını, pupa lipit ve pupa protein miktarlarında çoklu karşılaştırmalar yapmak için TUKEY testi yapılmıştır. TUKEY testi ile grupların birbirleriyle olan farklılık ve benzerlikleri belirlenmiştir. Bu testler için SPSS 23 versiyonu kullanılmıştır.



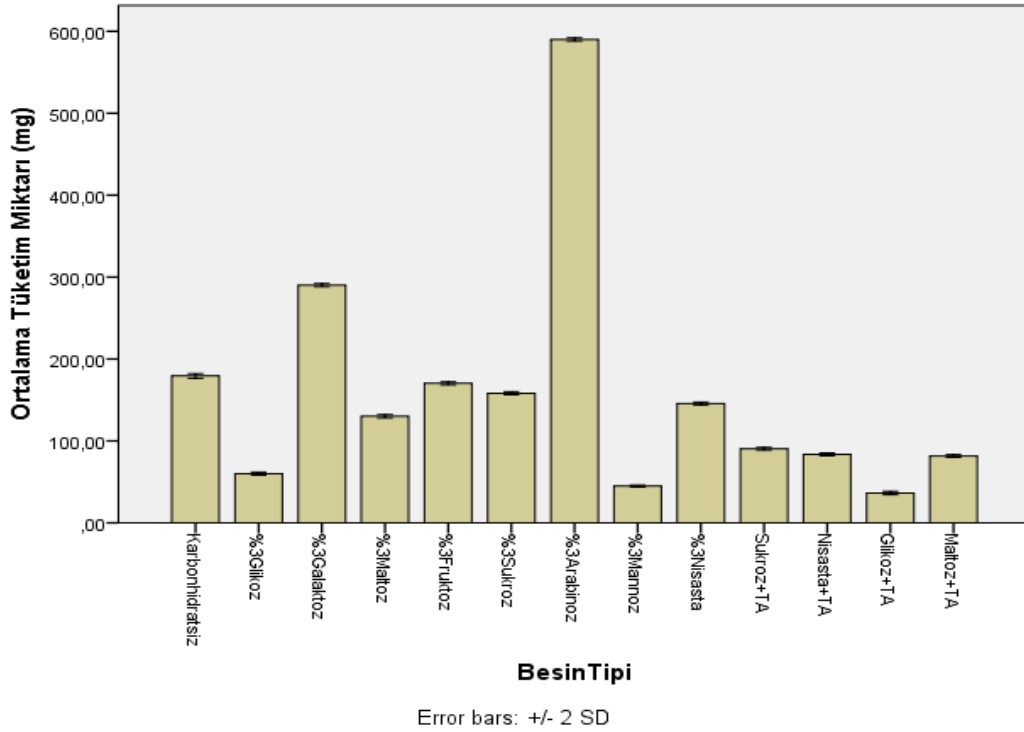
## 5. BULGULAR

Farklı karbonhidrat ve tanik asit ihtiva eden besinlerde beslenen *U. gilvata* larvalarının son larva dönemindeki besin tüketim miktarları, pupa kuru ağırlıkları, pupa lipit ve pupa protein miktarlarının ortalama değerleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Farklı besin tiplerinde beslenen larvaların larva ağırlıkları (mg), kuru pupa ağırlıkları (mg), pupa lipit miktarları (mg), pupa protein miktarları (mg), gelişim süresi ortalama değerleri

Besin Tipi	Tüketim Miktarı (mg)	Pupa Kuru Ağırlığı (mg)	Pupa Lipit Miktarı (mg)	Pupa Protein Miktarı (mg)	Gelişim süresi (gün)	
Disakkarit	% 3 Sakkaroz	158,22 ± 0,31	56,18 ± 0,22	9,34 ± 0,11	7,20 ± 0,13	
	% 3 Maltoz	130,22 ± 0,32	51,35 ± 0,22	10,50 ± 0,11	5,80 ± 0,13	
	% 3 Glikoz	60,04 ± 0,30	44,77 ± 0,21	12,30 ± 0,13	6,2 ± 0,13	
Heksozlar	% 3 Früktoz	170,36 ± 0,31	62,84 ± 0,19	10,44 ± 0,11	6,5 ± 0,17	
	% 3 Galaktoz	290,19 ± 0,30	29,44 ± 0,25	2,41 ± 0,12	4,20 ± 0,13	
	% 3 Mannoz	44,88 ± 0,19	71,53 ± 0,22	8,50 ± 0,11	7,53 ± 0,09	3,3 ± 0,15
Pentoz	% 3 Arabinoz	590,03 ± 0,33	68,54 ± 0,27	8,46 ± 0,12	9,50 ± 0,12	3,60 ± 0,16
Polisakkarit	% 3 Nişasta	145,64 ± 0,30	58,50 ± 0,26	10,58 ± 0,11	9,53 ± 0,09	5,00
	Karbonhidratsz	179,37 ± 0,45	30,66 ± 0,20	5,47 ± 0,15	4,26 ± 0,14	7,5 ± 0,17
Sekonder madde ilaveli	%3Sakkaroz + % 5 TA	90,35 ± 0,29	23,41 ± 0,32	6,55 ± 0,11	8,73 ± 0,11	9,20 ± 0,13
	%3 Glikoz+% 5 TA	36,40 ± 0,33	16,60 ± 0,26	8,56 ± 0,15	8,38 ± 0,11	7,90 ± 0,10
	%3Maltoz+% 5 TA	81,64 ± 0,27	22,58 ± 0,28	7,62 ± 0,11	9,57 ± 0,09	7,80 ± 0,13
	%3Nişasta+% 5 TA	83,66 ± 0,29	24,57 ± 0,32	7,67 ± 0,11	10,57 ± 0,13	6,60 ± 0,16

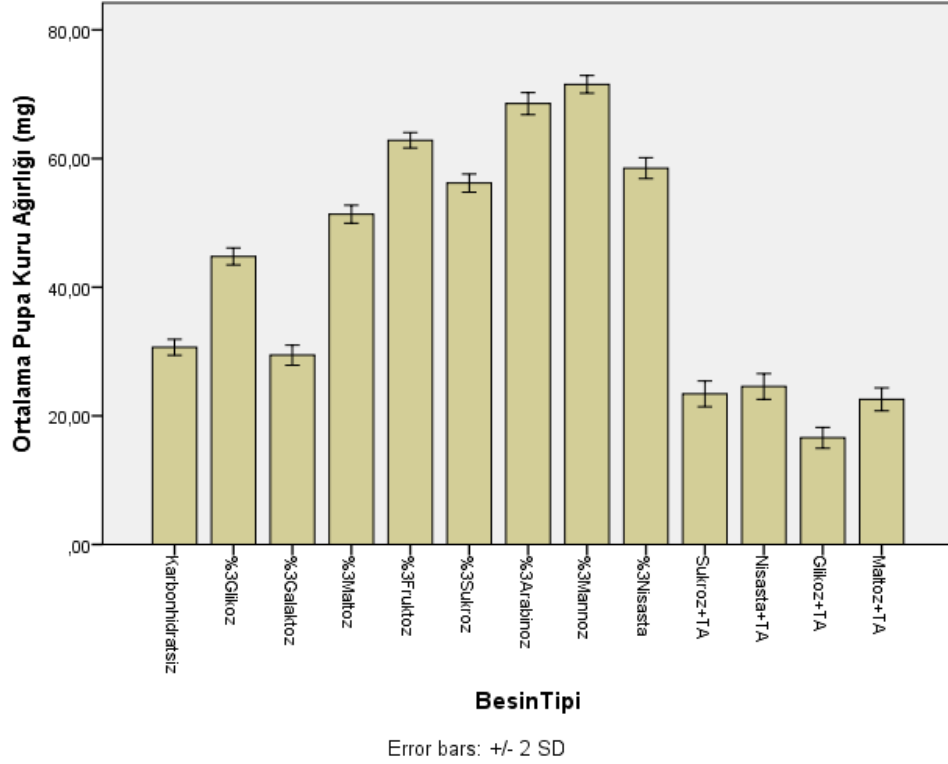
Farklı karbonhidrat içeren yapay besinlerle beslenen larvaların son larva dönemindeki tüketim miktarları incelendiğinde en fazla besin tüketiminin bir pentoz olan arabinoz içeren besinde, en az tüketim miktarının ise heksozlardan mannoz içeren besinde olduğu belirlenmiştir. Disakkaritler içerisinde en az besin tüketiminin maltozda, en fazla besin tüketiminin ise sakkaroz içeren besinde olduğu tespit edilmiştir. Heksozlar içerisinde en az besin tüketiminin mannoz içeren besinde, en fazla besin tüketiminin ise galaktoz içeren besinde olduğu belirlenmiştir. Sekonder madde içeren besinler içerisinde en az besin tüketiminin karbonhidrat olarak glikoz içeren besin tipinde olduğu, en fazla besin tüketiminin ise karbonhidrat olarak sakkaroz içeren besinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.1, Şekil 5.1).



Şekil .5.1 Besin tiplerine göre ortalama tüketim miktarı (mg)

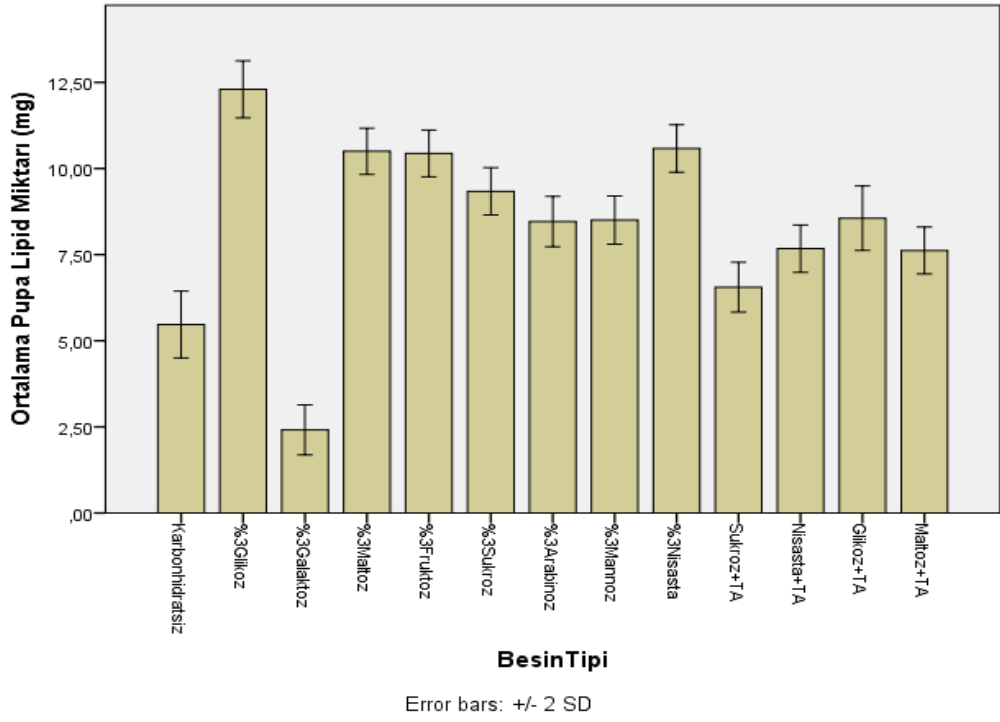
En yüksek pupa kuru ağırlığı, bir heksoz olan mannoz içeren besinlerle beslenen larvalarda tespit edilmişken; en düşük pupa kuru ağırlığı heksozlardan galaktoz içeren besinde beslenen larvaların pupalarında tespit edilmiştir. Disakkaritler arasında en yüksek pupa kuru ağırlığı sakkaroz içeren besinle beslenen larvaların pupalarında, en düşük pupa kuru ağırlığı ise maltoz içeren besinlerle beslenen larvaların pupalarında belirlenmiştir. Tanik asit içeren besinlerle ise en yüksek pupa ağırlığının nişasta ve sakkaroz içeren besinde olduğu, en düşük pupa

kuru ağırlığının ise glikoz içeren besinde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.1 ve Çizelge 5.3., Şekil 5.2).

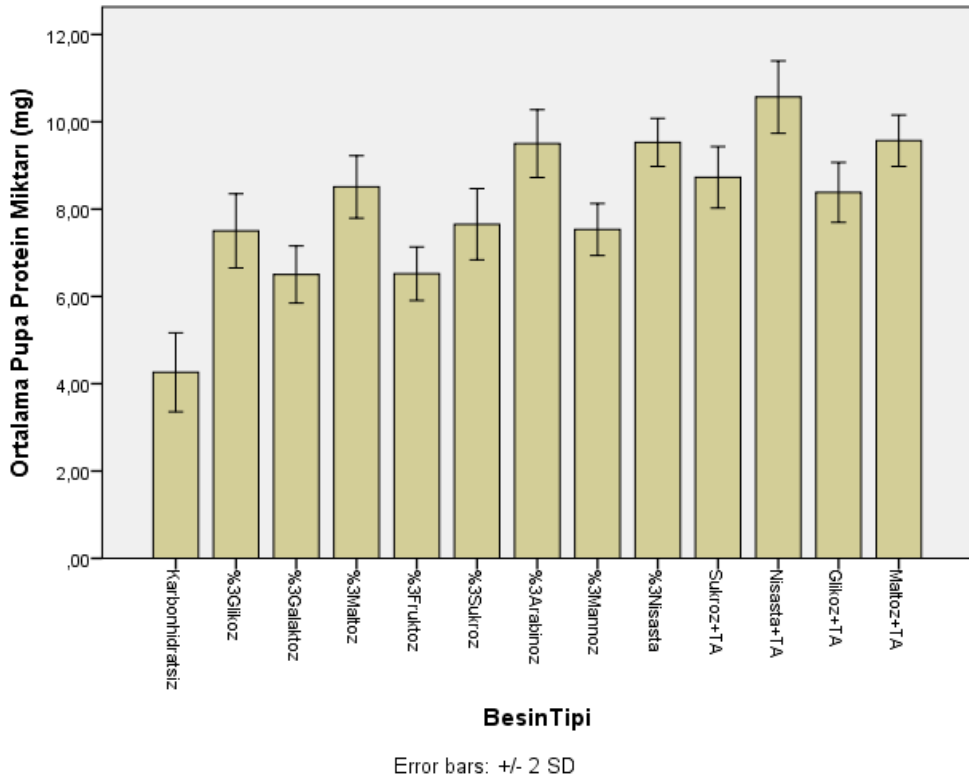


Şekil 5.2. Besin tiplerine göre pupa ağırlıkları

Pupa protein miktarları incelendiğinde en yüksek değer nişasta içeren besinde beslenen larvaların pupalarında, en düşük değer ise karbonhidrat içermeyen besinde beslenen larvaların pupalarında gözlenmiştir. Disakkaritler arasında, en yüksek değer maltoz içeren besinle beslenen larvaların pupalarında, en düşük değer ise sakkaroz içeren besinle beslenen larvaların pupalarında belirlenmiştir. Heksozlar içerisinde en yüksek değer, mannozla beslenen larvalarda görülmüşken; en düşük değer, galaktozla beslenen larvaların pupalarında belirlenmiştir. Tanen içeren besinler arasında en yüksek değer, nişasta içeren besinlerde tespit edilmiştir. En düşük değer ise, glikoz içeren besinde tespit edilmiştir (Çizelge 5.1; Şekil 5.4).



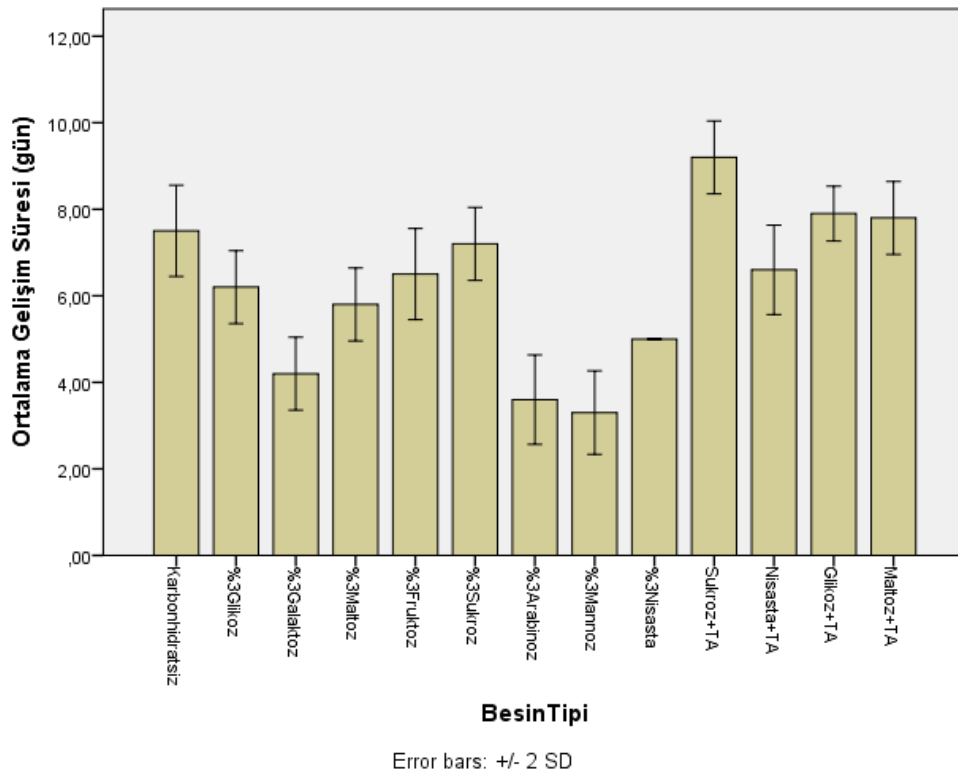
Şekil 5.3. Besin tiplerine göre pupa lipid miktarı



Şekil 5.4. Besin tiplerine göre pupa protein miktarı

En yüksek pupa lipit miktarı, glikoz içeren besinde; en düşük lipit miktarı ise galaktoz içeren besinde tespit edilmiştir. Disakkaritler içerisinde en yüksek pupa lipit miktarı maltoz içeren besinde, en düşük pupa lipit miktarı ise sakkaroz içeren besinde belirlenmiştir. Heksozlar içerisinde en yüksek değer glikoz içeren besinde beslenen larvalarda, en düşük değer ise galaktoz içeren besinlerde belirlenmiştir. Tanik asit içeren besinlerde ise en yüksek pupa lipit miktarı glikoz ihtiva eden besinde, en düşük değer ise sakkaroz ihtiva eden besinde tespit edilmiştir (Çizelge 5.1; Şekil 5.3).

*U. gilvata* larvalarının gelişim süreleri incelendiğinde en uzun larva dönemi % 3 sakkaroz ve % 5 tanik asit ihtiva eden besinlerle beslenen larvalarda tespit edilmiştir. Sekonder madde ihtiva etmeyen besinlerde beslenen larvalar arasındaki en uzun larva süresi ise karbonhidrat içermeyen besinlerde beslenen larvalarda belirlenmiştir. En kısa larva dönemi ise mannoz ihtiva eden besinlerle beslenen larvalarda belirlenmiştir. Sekonder madde içeren besinlerde minimum larva döneminin nişasta ile birlikte Tanik asit içeren besinlerde olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 5.1 ve Şekil 5.5).



Şekil 5.5. Besin tiplerine göre *U. gilvata* larvalarının gelişim süresi

*U. gilvata* larvalarının son larva dönemlerindeki tüketim miktarları arasında farklı besin tipleri açısından farklılık olup olmadığının belirlenmesi için TUKEY testi uygulanmıştır. TUKEY testi sonuçlarına göre tüm besin tiplerindeki tüketim miktarları birbirlerinden farklılık göstermektedir (Çizelge 5.2).

Pupa kuru ağırlığı TUKEY testi sonuçlarına göre; maltoz+TA besini ile sakkaroz+TA besininde beslenen larvaların pupa kuru ağırlıklarının aynı grupta olduğu yani birbirlerinden farklılık göstermediği, sakkaroz+TA besini ile nişasta+TA besininde beslenen larvaların pupa ağırlıklarının da aynı grupta olduğu belirlenmiştir. Diğer besinlerle beslenen larvaların pupa ağırlıklarının ise birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.2. Tüketim miktarı TUKEY testi sonuçları

Besin Tipi	Subset for alpha=0.05													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Glikoz+TA	10	36,40n												
% 3 Mannoza	10		44,80m											
% 3 Glikoz	10			60,04k										
Maltoz+TA	10				81,64j									
Nişasta+TA	10					83,66i								
Sakkaroz+TA	10						90,35h							
% 3 Maltoz	10							130,22g						
% 3 Nişasta	10								145,64f					
% 3 Sakkaroz	10									158,22e				
% 3 Früktoz	10										170,36d			
Karbonhidratsız	10											179,37c		
% 3 Galaktoz	10												179,37b	
% 3 Arabinoz														590,03a
Sig.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Çizelge 5.3. Pupa Kuru Ağırlığı TUKEY testi sonuçları

Besin Tipi	N	Subset for alpha=0.05											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Glikoz+TA	10	16.60											
Maltoz+TA	10		22.58										
Sakkaroz+TA	10		23.41	23.41									
Nişasta+TA	10			24.57									
% 3 Galaktoz	10				29.44								
Karbonhidratsız	10					30.66							
% 3 Glikoz	10						44.77						
% 3 Maltoz	10							51.35					
% 3 Sakkaroz	10								56.18				
% 3 Nişasta	10									58.50			
% 3 Früktoz	10										62.84		
% 3 Arabinoz	10											68.54	
% 3 Mannoz	10												71.53
Sig.		1	0.47	0.067	1	1	1	1	1	1	1	1	1



Pupa protein miktarı TUKEY testi sonuçlarına göre galaktoz ve früktoz besinlerinin bir grup oluşturduğu yani birbirlerinden önemli derecede bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir. Benzer şekilde glikoz, mannoz ve sakkaroz besinlerinin bir grup; glikoz+TA, maltoz ve sakkaroz+TA besinlerinin bir grup; arabinoz, nişasta ve maltoz+TA besinlerinin bir grup, nişasta+TA besininin ayrı bir grup; karbonhidrat ihtiva etmeyen besinin ise bir başka grup oluşturduğu belirlenmiştir (Çizelge 5.4).

Çizelge 5. 4. Pupa protein miktarı TUKEY testi sonuçları

Besin Tipi	N	Subset for alpha=0.05					
		1	2	3	4	5	6
Karbonhidratsız	10	4.26					
% 3 Galaktoz	10		6.50				
% 3 Früktoz	10		6.52				
% 3 Glikoz	10			7.50			
% 3 MannoZ	10			7.53			
% 3 Sakkaroz	10			7.65			
Glikoz+TA	10				8.38		
% 3 maltoz	10				8.51		
Sakkaroz+TA	10				8.73		
% 3 Arabinoz	10					9.50	
% 3 Nişasta	10					9.53	
Maltoz+TA	10					9.56	
Nişasta+TA	10						10.57
Sig		1.00	1.00	0.99	0.64	1.00	1.00

Pupa lipit miktarı TUKEY testi sonuçlarına göre 8 farklı grup meydana gelmiştir. 1. grubu galaktoz ihtiva eden besin; 2. grubu karbonhidrat içermeyen besin; 3. grubu sakkaroz+TA besini; 4. grubu maltoz+TA ve nişasta+TA besini; 5. grubu arabinoz, mannoz ve glikoz+TA besinleri; 6. grubu sakkaroz ihtiva eden besin; 7. grubu früktoz, maltoz ve nişasta besinleri; 8. grubu ise glikoz içeren besin oluşturmuştur (Çizelge 5.5).

Çizelge 5. 5. Pupa lipit miktarı TUKEY testi sonuçları

Besin Tipi	Subset for alpha=0.05							
	1	2	3	4	5	6	7	8
% 3 Galaktoz	10	2.41						
Karbonhidratsız	10	5.47						
Sakkaroz+TA	10		6.55					
Maltoz+TA	10			7.62				
Nişasta+TA	10			7.67				
% 3 Arabinoz	10				8.46			
% 3 MannoZ	10				8.50			
Glikoz+TA	10				8.58			
% 3 Sakkaroz	10					9.34		
% 3 Früktoz	10						10.44	
% 3 Maltoz	10						10.50	
% 3 Nişasta	10						10.58	
% 3 Glikoz	10							12.30
Sig		1	1	1	1	1	1	1

Çizelge 5. 6. Gelişim süresi TUKEY testi sonuçları

Besin Tipi	Subset for alpha=0.05									
% 3 Mannoz	10	3.30								
% 3 Arabinoz	10	3.60	3.60							
% 3 Galaktoz	10		4.20							
% 3 Nişasta	10			5.00						
% 3 Maltoz	10				5.80					
% 3 Glikoz	10				6.20	6.20				
% 3 Früktoz	10					6.50				
Nişasta+TA	10					6.60	6.60			
% 3 Sakkaroz	10						7.20	7.20		
Karbonhidratsız	10							7.50	7.50	
Maltoz+TA	10							7.80	7.80	
Glikoz+TA	10								7.90	
Sakkaroz+TA	10								9.20	
Sig		0.95	9.12	1.00	0.70	0.70	0.12	0.12	0.70	1.00

Farklı karbonhidrat çeşitlerini içeren besinlerle beslenen *U. gilvata* larvalarının larva süreleri arasında farklılık olup olmadığı TUKEY testi ile incelenmiştir. Test sonuçları Çizelge 5.6'da verilmiştir. TUKEY testi sonuçlarına göre 9 farklı grup oluşmuştur. Mannoz ve arabinoz içeren besinlerle beslenen larvaların gelişim süresi bir grubu, arabinoz ve galaktoz içeren besinlerle beslenen larvaların gelişim süresi bir başka grubu oluşturmuştur. Bu sonuca göre mannoz ve arabinozla beslenen larvaların gelişim süresi birbirinden farklılık göstermemektedir. Benzer şekilde arabinoz ve galaktozla beslenen larvaların gelişim süresi de birbirinden farklılık göstermemektedir. Mannoz ve galaktozla beslenen larvaların gelişim süreleri ise birbirinden farklıdır. Nişasta ile beslenen larvalar bir grubu oluştururken maltoz ve

glikozla beslenen larvalar da bir diğ er grubu oluşturmuştur. koz Glikoz, früktoz ve nişasta+Tanik asit karışımını içeren larvaların gelişim süresi de birbirlerinden farklılık göstermemektedir. Benzer şekilde nişasta+Tanik asit karışımlı besinle beslenen larvaların gelişim süresiyle sakkaroz içeren besinle beslenen larvaların gelişim sürelerinin de birbirinden önemli derecede farklılık göstermediğ i tespit edilmiştir. Sakkaroz, karbonhidrat ihtiva etmeyen besin grubu ve maltoz+Tanik asit karışımlı besinler aynı grupta yer alırken maltoz+Tanik asit karışımlı besin, glikoz+Tanik asit karışımlı besin ve sakkaroz+Tanik asit karışımlı besin bir başka grupta yer almıştır (Çizelge 5.6).

Çizelge 5.7. Tüketim miktarı, pupa protein miktarı, pupa kuru ağırlığı, pupa protein miktarı ve pupa lipit miktarı arasındaki Pearson korelasyon testi katsayıları

Değişken	Tüketim Miktarı	Pupa Protein Miktarı	Pupa Lipit Miktarı	Gelişim Süresi
Pupa Protein Miktarı	0.05			
Pupa Lipit Miktarı	-0.233**	0.280**		
Gelişim Süresi	-0.484**	-0.022	-0.018	
Pupa Ağırlığı	0.376**	-0.049	0.489**	-0.665**

\*\* . Korelasyon 0.01 seviyesinde önemlidir (2-kuyruklu)

Tüketim miktarı ile pupa kuru ağırlığı, pupa protein ve lipit miktarı ve larva gelişim süresi arasında bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek için Pearson korelasyon testi yapılmıştır. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayıları Çizelge 5.7’de verilmiştir. Korelasyon testi sonuçlarına göre; tüketim miktarı ile pupa lipit miktarı ve gelişim süresi arasında negatif yönde yani ters orantılı bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 5.7). Tüketim miktarı azaldıkça gelişim süresinin ve pupa lipit miktarının arttığı tespit edilmiştir. Tüketim miktarıyla pupa ağırlığı arasında ise pozitif yönde bir korelasyon mevcuttur. Tüketim miktarı arttıkça pupa kuru ağırlığı da artmaktadır (Çizelge 5.7).

Pupa protein miktarı ile pupa lipit miktarı arasında ve pupa ağırlığı ile pupa lipit miktarı arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Pupa ağırlığıyla pupa protein miktarı arasında ise bir ilişki belirlenmemiştir. Pupa ağırlığıyla gelişim süresi arasında ise negatif yönde bir korelasyon mevcuttur. Pupa ağırlığı azaldıkça gelişim süresi uzamaktadır (Çizelge 5.7).

## 6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Literatürde farklı karbonhidratların canlıların ömür uzunluğunu yani hayatı sürdürebilirliklerini, yumurta bırakımını, erginlerin glikojen ve lipit depolamasına etkileri incelenmiştir (Cornelius *vd.*, 1996; Canato ve Zucoloto, 1998; Özalp ve Emre, 1998; Mehmetoğlu ve Başhan, 1999; Fontellas ve Zucoloto, 1999; Blüthgen ve Fiedler, 2004; Hu *vd.*, 2010; Smith, 2012; Nash ve Chapman, 2014; Li *vd.*, 2015; Gonzales *vd.*, 2016).

Çalışmamızın sonuçlarına göre farklı karbonhidratlar içeren yapay besinlerle beslenen larvaların, son larva dönemindeki en fazla besin tüketiminin arabinoz, en az besin tüketiminin ise mannoz içeren besinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3. 1; Şekil 5.1) ve tüketim miktarları açısından tüm karbonhidratlar birbirinden farklılık göstermektedir (Çizelge 5.2). Cornelius *vd.* (1996), *O. glaber*'in sakkarozu maltoza tercih ettiğini; *P. megacephala*'nın ise besin tercihinde karbonhidratlar arasında bir fark olmadığını belirlemişlerdir. Blüthgen ve Fiedler (2004)'de sakkarozun sırasıyla früktoz, glikoz, maltoz, melezitoz, rafinoz ve ksiloza tercih edildiğini belirtmişlerdir. Fontellas ve Zucolloto (1999); *Anastrepha obliqua*'nın besin tüketiminin nişasta içeren besinde fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Juma *vd.* (2013), *Busseola fusca* için sakkarozun glikoz, früktoz ve maltoza göre tercih edilebilirliğinin daha fazla olduğunu ve sakkaroz ile früktozun glikoz ve maltoza göre daha çok tüketildiğini belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarımız *U. gilvata* larvalarının sakkarozu glikoz ve maltozdan daha çok tükettiğini destekler niteliktedir. Fakat, früktoz ve arabinoz içeren besinlerde besin tüketimi sakkaroz içeren besine kıyasla fazla olduğu için literatürden farklılık göstermektedir. Karbonhidratlar beslenme uyarıcısı olarak görev yaparlar (Bernays *vd.* 2004; Smith, 2012; Juma *vd.*, 2013). Beslenmenin devamı ise beslenme uyarıcılarının devamına bağlıdır (Bernays *vd.*, 2004). Uyarıcı etki ne kadar fazla ise besin tüketimi o kadar fazla olacaktır (Bernays *vd.*, 2004). Dolayısıyla *U. gilvata* için arabinoz, glikoz ve früktozun uyarıcı etkisi sakkarozdan daha fazla olabilir. Bu sonuç Kılıcı (2016)'nın *E.kuehniella* ile yapmış olduğu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bazı karbonhidratlar beslenme caydırıcısıdır. Hidroliz olamazlar ya da sindirim sisteminden emilemeyen edilemezler. Bazı karbonhidratlar ise sindirim sisteminden emilebilirler fakat vücut dokularında metabolize edilemezler. Besinsel heksoz ve

galaktoz *Anthonomus grandis* larvaları ve erginleri tarafından kullanılamaz. İlginç olan kısım ise galaktoz ve heksozlar bu tür için beslenme uyarıcısıdır (Rockstein, 1978). *U. gilvata*'nın besin tüketimi incelendiğinde en fazla besin tüketiminin arabinozdan sonra galaktoz içeren besinde gerçekleştiği tespit edilmiştir (Çizelge 5.2). Fakat, galaktoz içeren besinde besin tüketimi fazla olmasına karşılık pupa kuru ağırlığı, pupa protein ve pupa lipid miktarının en düşük miktarda olduğu görülmektedir (Çizelge 5.3; Çizelge 5.4; Çizelge 5.5). Galaktoz, *U. gilvata* türü için beslenme uyarıcısı olabilir fakat metabolize edilemeyebilir. Benzer şekilde; *A. grandis* sadece küçük miktarlarda galaktozu trehaloz ve glikojene dönüştürür. Çünkü, galaktoz galaktitole dönüştürülür. Bu alkol metabolize edilemez ve hemolenfte birikir (Rockstein, 1978).

Arabinoz, bir çok böcek türü için toksik etki gösteren ve insektisit olarak kullanılabilen bir şekerdir (Hu vd., 2010). Smith (2012), *Chilo suppressalis* larvalarının *L*-arabinozu iyi kullanamadıklarını belirtmiştir. Arabinoz ile beslenen *U. gilvata* larvalarının tüketim miktarı, pupa kuru ağırlığı ve pupa protein miktarının fazla olması dikkat çekicidir ve literatürden farklılık göstermektedir.

*U. gilvata* larvalarının mannozu az tüketmiş olmasına rağmen pupa kuru ağırlığı en yüksek değere sahiptir (Çizelge 5.2; Çizelge 5.3). Dikkate değer bir diğer sonuç ise gelişim süresinin en fazla tüketim miktarına sahip olan arabinozla beslenen larvaların sonucundan farklılık göstermemesidir (Çizelge 5.6). Mannoz az tüketilmesine karşın larvalar tarafından sindirim sisteminden emilip kullanılabilmiş olabilir.

Glikoz ihtiva eden yapay besinin *U. gilvata* larvaları tarafından tüketim miktarı az olmasına karşılık özellikle pupa lipid miktarının yüksek olması dikkat çekicidir (Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.5). *Drosophila*'da olduğu gibi birçok böceğin hemolenfindeki şeker glikoz ve trehalozdur. Dolaşan glikoz yağ gövdesinde trehaloza dönüştürülür (Chng vd., 2017, Arrese ve Soulages, 2010). Lipit yağ gövdesinin ana bileşenidir (Arrese ve Soulages, 2010). Dolayısıyla glikozla beslenen larvalardaki pupa lipid miktarının fazla olması glikozun yağ dokusunda dönüştürülmesi olabilir. Özalp ve Emre (1998), yapmış oldukları çalışmada glikozun *Pimpla turionellae*'nin toplam protein miktarının glikoz ile azalmış olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamız bu yönüyle Özalp ve Emre (1998)'nin çalışmasından farklılık göstermektedir.

Karbonhidrat ihtiva etmeyen yapay besinlerle beslenen *U. gilvata* larvalarının tüketim miktarının arabinoz ve galaktoz içeren besinlerden sonra 3. sırada olduğu görülmektedir (Çizelge 5.2). Pupa kuru ağırlığı, pupa protein ve lipit miktarının düşük olduğu, gelişim süresinin ise uzun olduğu dikkati çekmektedir (Çizelge 5.3; Çizelge 5.4; Çizelge 5.5; Çizelge 5.6). Çizelge 5.7’de görüldüğü üzere tüketim miktarı ile gelişim süresi arasında negatif yönde bir korelasyon mevcuttur. Böcekler, gıda konsantrasyonundaki azalmaya karşı genellikle hoşgörülü olabilme kapasitesine sahiptirler. Gıda konsantrasyonundaki düşüşü ya besin tüketimini artırarak (Timmins *vd.*, 1988; Slansky ve Wheeler, 1989; Wheeler ve Slansky, 1991; Raubenheimer, 1992; Raubenheimer ve Simpson, 1993) ya da gıda kullanım verimini değiştirerek kalıtsal olmayacak şekilde hoşgörüyü tepki verirler. *U. gilvata* larvalarının karbonhidratsız besinlerde ihtiyacı olan gıdaları sağlayabilmek için tüketim miktarını artırmış olabilir. Pupa kuru ağırlığı, protein ve lipit miktarının düşük olması ise larvaların karbonhidrat ihtiyacını karşılamak için glikogenez yoluyla besinden aldıkları proteini enerji kaynağı olarak kullanmış olmasından kaynaklanabilir (Lee *vd.*, 2002, Thompson ve Redak, 2000).

Nash ve Chapman (2014); karbonhidratların özellikle nişasta, laktoz, maltoz ve glikozun *C. capitata* larvalarının gelişim süresi üzerinde bir etkisi olmadığını ileri sürmüşlerdir. Çalışmamız bu yönüyle Nash ve Chapman’ın çalışmasından farklılık göstermektedir (Çizelge 5.6). Korelasyon testi sonuçlarına göre gelişim süresi ile pupa ağırlığı arasında negatif yönlü bir ilişki mevcuttur (Çizelge 5.7). Larvalar, gelişim süresi uzadıkça beslenme için daha fazla enerji harcayacaklardır. Bu durum da pupa ağırlığında azalmaya neden olmuş olabilir.

Farklı karbonhidratlar içeren yapay besinlere % 5 konsantrasyonda tanik asit ilave edildiğinde tüketim miktarının tanik asit ihtiva etmeyen aynı karbonhidratlara nazaran azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 5.2). Besinlerindeki tanenlere adapte olamayan herbivorlarda, tanenlerin olumsuz etkileri; beslenme caydırıcısı olarak, besinlerin ve hayvanların bağırsaklarındaki sindirim enzimlerine bağlanarak, bağırsak epitelinde lezyonlar oluşturarak, oksidatif strese neden olarak, semikinon radikallerinin oluşmasına neden olarak, mikrobiyal simbiyontları yok ederek ve farmakolojik toksik etki göstererek olabilir (Mole ve Waterman, 1987; Bernays *vd.*, 1989; Schultz *vd.*, 1992; Barbehenn *vd.*, 2009). Dolayısıyla tanik asit ilavesiyle tüketim miktarının azalması literatürle uygunluk gösteren bir durumdur (Kubo *vd.*,



2008; Karadeniz ve Bilgener, 2011; Altun, 2008). Tanik asitle beslenen larvaların pupa kuru ağırlıkları ve pupa lipit miktarlarının da azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 5.3 ve Çizelge 5.5). Tanik asit ilavesiyle pupa kuru ağırlığının azaldığına ilişkin sonuçlar pupa ağırlığının azalmasına ilişkin benzer sonuçlar, *L. migratoria* ve *M. disstria*, *U. gilvata* ve *Spodoptera exigua* (Karadeniz ve Bilgener, 2011; Liu vd., 2010; Barbehenn vd., 2009; Simpson ve Raubenheimer, 2001; Hemming ve Lindroth, 1995) ile yapılan çalışmaları destekler niteliktedir. Tanik asit tüketimiyle semikinon radikallerinin ortaya çıkması, metabolik maliyeti artırmış ve tüketilen besinin vücut indeksine dönüştürülebilirliğini azaltmış olabilir (Barbehenn, 2009). Mrdakovic vd. (2013), *L. dispar* larvalarında tanik aside tepki olarak yüksek lipaz aktivitesinin görüldüğü tespit edilmiştir. *U. gilvata* larvalarında tanik asit ilavesiyle pupa lipit miktarının azalması; yüksek lipaz aktivitesinden kaynaklanabilir. Tanik asit ilavesiyle pupa protein miktarında artış tespit edilmiştir (Çizelge 5.4). Pupa protein miktarının artışı Simpson ve Raubenheimer (2001) ve Yanar (2007)'nin çalışmalarını destekler niteliktedir. Sekonder maddelerle karşılaşma, bitki-herbivor ortak evrimleşme sürecinde, herbivor canlıda protein depolamayı tetiklemiş olabilir (Bernays, 1998). Tanik asit ilavesiyle larvaların gelişim sürelerinin uzadığı da çalışma sonuçlarımıza göre tespit edilmiştir (Çizelge 5.6). Tanik asit, sindirim enzimlerinin inhibisyonuna neden olarak, sindirim kanalında lezyonlara neden olarak gıdaların kullanılabilirliğini ve dönüştürülebilirliğini etkilediği için larvaların gelişim süresi de uzamış olabilir.

Sonuç olarak; pek çok böcek türünde toksik etki gösteren arabinozun *U. gilvata* larvaları için toksik bir etki göstermediği; galaktozun tüketim miktarının fazla olduğu dolayısıyla bu tür için beslenme uyarıcısı olabileceği fakat pupa kuru ağırlığı, lipit miktarı ve protein miktarının az olmasından dolayı larvalar tarafından metabolize edilememiş olabileceği; glikozun lipit depolamayı tetiklediği; tanik asit ilavesiyle tüketim miktarı, pupa kuru ağırlığı ve pupa lipit miktarının azaldığı fakat pupa protein miktarının artış gösterdiği tespit edilmiştir.

## 7. ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında yapay besinlere farklı karbonhidratların ve tanik asit ilavesinin *U. gilvata* larvaların besin tüketimini ve gelişimini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Bu deney sonuçları böcek türlerinin karbonhidratlarla ilgili fizyolojik ve biyokimyasal çalışmalarına ışık tutacaktır. Çalışma sonuçlarına göre ilerideki çalışmalarda karbonhidratların sinir sistemindeki uyarıcı etkileri incelenebilir. Ayrıca tanik asidin *U. gilvata* larvalarının lipaz aktiviteleri; besin tüketimine bağlı olarak saatlik olarak hemolenfteki trehaloz seviyesindeki değişiklikler incelenebilir. Bu nedenle de literatüre ışık tutabilecek bir çalışma niteliğindedir. Farklı konsantrasyonlardaki karbonhidratların ve tanik asidin; karbonhidrat karışımlarının larvaların gelişimleri üzerindeki etkisi de incelenebilir.

*U. gilvata* larvalarının tarım ya da orman zararlısı bir tür değildir. Fakat, zararlı türler için de karbonhidratlar insektisit olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla zararlı türler üzerinde karbonhidratların etkisi incelenerek zararlılarla mücadelede etkili olunabilir.

## 8. KAYNAKLAR

- Agrawal A A, Hastings A P, Johnson M T J, Maron J L and Salminen J P (2012). Insect herbivores drive real-time ecological and evolutionary change in plant populations. *Science*, 338:113–116.
- Allen S E, Grimshaw H M, Parkinson J A, Quarmby C and Roberts JD (1986). Chemical Analysis. In: Champman, S.B. (eds) *Methods in plant Ecology* pp. 411-466. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Altun N (2008). *Malacosoma neustria* L. (Lepidoptera:Lasiocampidae)'nın besin seçimi ve gelişmesine etki eden kimyasal faktörlerin geometrik analizlerle belirlenmesi. Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun, 78 s.
- Arrese E L and Soulages J L (2010). Insect fat body: Energy, Metabolism and Regulation. *Annual Review of Entomology*, 55: 207-225. doi: 10.1146 / annurev-ento-112408-085356.
- Aydın S A and Üstün F (2007). Tanenler, kimyasal yapıları, farmokolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 33 (1): 21-31.
- Barbehenn R V and Constabel P C (2011). Tannins in plant herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72 (13): 1551-1564. doi: 10.1016/j.phytochem.2011.01.040.
- Barbehenn R V, Jaros A, Lee G, Mozola C, Weir Q and Salminen J P (2009). Hydrolyzable tannins as “quantitative defenses”: limited impact against *Lymantria dispar* caterpillars on hybrid poplar. *Journal of Insect Physiology*, 55:297–304. doi: 10.1016/j.jinsphys.2008.12.001.
- Barbehenn R V, Niewiadomski J, Pecci C and Salminen J H (2013). Physiological benefits of feeding in the spring by *Lymantria dispar* caterpillars on red oak and sugar maple leaves: nutrition versus oxidative stress. *Chemoecology*, 23: 59-70. doi: 10.1007/s00049-012-0119-5.
- Belovsky, G E (1984). Herbivore optimal foraging: a comparative test of three models. *American Naturalist*, 97-115.
- Bernays E A (1998). Evolution of feeding behaviour in insect herbivores. *Bioscience*, 48 (1): 35-44.
- Bernays E A, Chamberlain D J and Leather E M (1981). The tolerance of acridids to condensed tannin. *Journal of Chemical Ecology*, 7: 242-256.
- Bernays E A, Cooper Driver G and Bilgener M (1989): Herbivores and plant tannins. *Advances in Ecological Research*, 19:263–302.
- Bernays E A, Chapman R F and Singer M S (2004). Changes in taste receptor cell sensitivity in a polyphagous caterpillar reflect carbohydrate but not protein imbalance. *J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural. Behav. Physiol.* 190 (1): 39-48.
- Blüthgen N and Fiedler K (2004). Preferences for sugars and amino acids and their conditionality in a diverse nectar-feeding ant community. *Journal of Animal Ecology*, 73 (1): 155-166.

- Canato C M and Zucoloto F S (1998). Feeding behavior of *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae): influence of carbohydrate ingestion. *Journal of Insect Physiology*, 44 (2): 149-155.
- Chapman R F (2003). Contact chemoreception in feeding by phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 48: 455–84.
- Cheeke P R (1989). *Toxicants of Plant Origin, Volume IV, Phenolics*. Boca Raton CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
- Chng V A, Hietakangas V and Bruno L (2017). Physiological Adaptations to Sugar Intake: New Paradigms from *Drosophila melanogaster*. *Trends in Endocrinology & Metabolism*, 28 (2): 131-142. doi: 10.1016/j.tem.2016.11.003
- Clancy K M (1992). The role of sugars in western spruce budworm nutritional ecology. *Ecological Entomology*. 17: 189-197.
- Cornelius M L, Grace J K and Yates J R (1996). Acceptability of different sugars and oils to three tropical ant species (Hymen., Formicidae). *Anzeiger für Schädlingskunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 69: 41 – 43.
- Coyle D R, Clark K E, Raffa K F and Johnson, S N (2011). Prior host feeding experience influences ovipositional but not feeding preference in a polyphagous insect herbivore. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 138 (2): 137-145. doi: 10.1111/j.1570-7458.2010.01083.x
- Dearing M D, Mangione A M and Karasov W H (2001). Plant secondary compounds as diuretics: An overlooked consequence. *American Zoologist*, 41: 890–901.
- Detrain C and Prieur J (2014). Sensitivity and feeding efficiency of the black garden ant *Lasius niger* to sugar resources. *Journal of Insect Physiology*, 64: 74-80. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.03.010>
- Fagan W F, Siemann E, Mitter C, Denno R F and Huberty A (2002). Nitrogen in insects: implications for trophic complexity and species diversification. *American Naturalist*, 160: 784–802.
- Feeny P P (1968). Effect of oak leaf tannins on larval growth of the winter moth *Operophtera brumata*. *Journal of Insect Physiology*. 14: 805–817.
- Feeny P (1970). Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology*, 51:565-581
- Feeny P P (1976). Plant apparency and chemical defence, pp. in J.W.Wallace and R. L. Mansell (eds.). *Biochemical Interactions between Plants and Insects*. Plenum Press, 23-26, New York.
- Fenwick G R (1989). Bracken (*Pteridium aquilinum*)—toxic effects and toxic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 46:147–173.
- Foley W J, Mclean S and Cork S J (1995). Consequences of biotransformation of plantsecondary metabolites on acid–base metabolism in mammals—A final common pathway. *Journal of Chemical Ecology*, 21: 721–743.
- Fontellas T M L and Zucoloto F S (1999). Nutritive value of diets with different carbohydrates for adult *Anastrepha obliqua* (Macquart) (Diptera, Tephritidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 16 (4): 1135 -1147.

- Freeland W J and Janzen D H (1974). Strategies in Herbivory by Mammals: The Role of Plant Secondary Compounds. *The American Naturalist*, 108 (961): 269-289.
- Friedman, S (1985). Carbohydrate metabolism, 43-77. in: *Comprehensive insect physiology, biochemistry, and pharmacology*. Eds. Kerkut G A & Gilbert L I New York : Pergamon Press.
- Fürstenberg-Hagg J, Zagrobelny M and Bak S (2013). Plant defense against insect herbivores. *International Journal of Molecular Sciences*, 14 (5): 10242-10297. doi: 10.3390/ijms140510242.
- Gall M L and Behmer S T (2014). Integrative and Comparative Biology Effects of Protein and Carbohydrate on an Insect Herbivore: The Vista from a Fitness Landscape. *Integrative and Comparative Biology*, 54 (5): 942-954. doi: 10.1093/icb/icu102.
- Gonzalez D, Nave A, Gonçalves F, Nunes F M, Campos M and Torres L (2016). Effects of ten naturally occurring sugars on the reproductive success of the green lacewing, *Chrysoperla carnea*. *BioControl*, 61(1): 57-67.
- Gordon H (1968). Quantitative aspects of insect nutrition. *Integrative and Comparative Biology*, 8 (1): 131-138.
- Haslam E (1979). Vegetable tannins. In: Swain T, Harborne J B, Van Sumere C F, editors. *Biochemistry of plant phenolics: Recent advances in phytochemistry*. New York, NY: Plenum Press. pp. 475–523.
- Haslam E (2007). Vegetable tannins – Lessons of a phytochemical lifetime. *Phytochemistry*, 68: 2713–2721.
- Harvey G T (1974). Nutritional studies of eastern spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae) I Soluble sugars. *The Canadian Entomologist*, 106:353–365.
- Hemming J D C and Lindroth R L (1995). Intraspecific variation in aspen phytochemistry: effects on performance of gypsy moths and forest tent caterpillars. *Oecologia*, 103: 79–88.
- Hu J S, Gelman D B, Salvucci M E, Chen Y P and Blackburn M B (2010). Insecticidal activity of some reducing sugars against the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*, Biotype B. *Journal of Insect Science*, 10 (203): 1-22.
- Iason G R and Villalba J J (2006). Behavioral strategies of mammal herbivores against plant secondary metabolites: The avoidance – Tolerance continuum. *Journal of Chemical Ecology*, 32: 1115-1132. doi: 10.1007/s10886-006-9075-2.
- Ilijin L, Vlahović M, Mrdaković M, Gavrilović A, Matić D, Lazarević J and Mataruga V P (2016). Tannic acid modulates the activity of bombyxin- and PTH producing neurons in *Lymantria dispar* L. (Insecta: Lepidoptera) caterpillars. *Italian Journal of Zoology*, 83 (2): 153-161. doi: 10.1080/11250003.2016.1151563.
- Jonas J and Joern A (2013). Dietary selection and nutritional regulation in a common mixed-feeding insect herbivore. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 148: 20-26. doi: 10.1111/eea.12065.

- Juma G, Thiongo M, Dutaur L, Rharrabe K, Marion-Poll F, Le Ru, B, Magoma G, Silvain J F and Calatayud P A (2013). Two sugar isomers influence host plant acceptance by a cereal caterpillar pest. *Bulletin of Entomological Research*, 103: 20-28. doi: 10.1017/S0007485312000387.
- Karadeniz H (2011). *Uresiphita gilvata* Fabricius 1794 (Crambidae) larvalarının beslenmesini ve gelişmesini etkileyen kimyasal etkenlerin yapay besinlerle belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 33, Samsun.
- Karadeniz H and Bilgener M (2011). *Uresiphita gilvata* (Crambidae) larvalarının beslenmesini ve gelişmesini etkileyen kimyasal etkenlerin yapay besinlerle belirlenmesi. 21. Ulusal Biyoloji Kongresi, 3-7 Eylül, Bildiri Özetleri Kitabı, 905-906, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye.
- Kaufmann C and Briegel H (2004). Flight performance of the malaria vectors *Anopheles gambiae* and *Anopheles atroparvus*. *Journal of Vector Ecology*, 29:140–53.
- Kaufmann C, Mathis A and Vorburger C (2015). Sugar-feeding behaviour and longevity of European Culicoides biting midges. *Medical and Veterinary Entomology*, 29: 17-25. doi: 10.1111/mve.12086.
- Kılıcı L (2016). Değirmen güvesi *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae)'nin besin tercihi ve pupa kuru ağırlığında farklı karbonhidratların etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, 71, Rize.
- Kopij G (2014). Lepidoptera fauna of Namibia. I. Seasonal distribution of moths of the Koakoland (Mopane) Savanna in Ogongo, northern Namibia. *Fragmenta Faunistica*, 57 (2): 117–129. doi: 10.3161/00159301FF2014.57.2.117.
- Kubo I, Hori I, Nihei K-I, Satooka H, Céspedes C L and Calderon J (2008). Insect growth inhibitory activity and cytotoxicity of tannic acid from *Gallae rhois*. *Biopesticides International*, 4 (1): 6-14.
- Laitinen M, Julkunen-Tiitto R, Rousi M (2000). Variation in phenolic compounds within a birch (*Betula pendula*) population. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 1609–1622. doi:10.1023/ A:1005582611863.
- Lee K P (2007). The interactive effects of protein quality and macronutrient imbalance on nutrient balancing in an insect herbivore. *The Journal of Experimental Biology*, 210: 3236-3244. doi: 10.1242/jeb.008060.
- Lee K P, Behmer S T, Simpson S J and Raubenheimer, D (2002). A geometric analysis of nutrient regulation in the generalist caterpillar *Spodoptera littoralis* (Boisduval). *Journal of Insect Physiology*, 48 (6): 655-665.
- Leimu R, Riipi M and Stærk D (2005). Food preference and performance of the larvae of a specialist herbivore: variation among and within host-plant populations. *Acta Oecologica*, 28: 325-330. doi: 10.1016/j.actao.2005.06.004.
- Li W, Li M, Zheng L, Liu Y, Zhang Y, Yu Z, Ma Z and Li Q (2015). Simultaneous utilization of glucose and xylose for lipid accumulation in black soldier fly. *Biotechnology for Biofuels*, 8 (117):1-6.

- Liu, W., C. B. Xue, J. J. Zhang, J. F. Yu, and W. C. Luo. 2010. Inhibitory effect of tannic acid on growth, development and phenoloxidase activity of *Spodoptera exigua* larva. *Journal of Plant Resources and Environment*, 19 (1): 32–37.
- Manson J S, Cook D, Gardner D R and Irwin R E (2013). Dose-dependent effects of nectar alkaloids in a montane plant–pollinator community. *Journal of Ecology*, 101: 1604-1612.
- Martin T L and Shields V D C (2012). Detection of alkaloids and carbohydrates by taste receptor cells of the galea of gypsy moth larvae, *Lymantria dispar* (L.). *Arthropod-Plant Interactions*, 6: 519-529. doi: 10.1007/s11829-012-9209-0.
- Mehmetoğlu R ve Başhan M (1999). The Carbohydrate Requirements of *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae). *Turkish Journal of Biology*, 23(1): 91-100.
- Mole S and Waterman P G (1987). Tannins as antifeedants to mammalian herbivores—still an open question? Pages 572–587 in G. R. Waller, editor. *Allelochemicals: role in agriculture and forestry*. ACS Symposium Series 330. American Chemical Society, Washington, D.C., USA
- Monk C D (1987). Sclerophylly in *Quercus virginiana* Mill. *Castanea*, 52 (4): 256-261.
- Monteys V S (2002). Nueva planta alimenticia para *Uresiphita gilvata* (Lep. Crambidae) y nuevo parasitoide braconido (Hym.) de ésta. *Phytoma*, 138: 43-45. doi: 10.13140/2.1.1066.6882
- Mrkadovic M, Peric Mataruga V, Ilijin L, Vlahovic M, Jankovic Tomanic M, Mircic D and Lazarevic J (2013). Response of *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) larvae from differently adapted populations to allelochemical stress: Effects of tannic acid. *European Journal of Entomology*, 110 (1): 55-63.
- Nash W J and Chapman T (2014). Effect of dietary components on larval life history characteristics in the Medfly (*Ceratitis capitata*: Diptera, Tephritidae). *Plos one*, 9(1): e86029. doi:10.1371/journal.pone.0086029.
- Nishida R (2002). Sequestration of defensive substances from plants by Lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 47:57–92.
- Özalp P ve Emre İ (1998). Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. ergin dişilerinde total glikojen ve protein miktarına etkileri. *Turkish Journal of Biology*, 22: 15-19.
- Panzuto M, Mauffette Y and Albert P J (2002). Developmental, gustatory, and behavioral responses of leafroller larvae, *Choristoneura rosaceana*, to tannic acid and glucose. *Journal of Chemical Ecology*, 28 (1): 145-160.
- Pehrson A (1983). Digestibility and retention of food components in caged mountain hares *Lepus timidus* during the winter. *Holarctic Ecology*, 6:395–403.
- Persson J, Fink P, Goto A, Hood J M, Jonas J and Kato S (2010). To be or not to be what you eat: regulation of stoichiometric homeostasis among autotrophs and heterotrophs. *Oikos*, 119: 741–751.
- Piress P and Corley M F V (2007). The Lepidoptera of Baixo Mondego (Beira Litoral, Portugal) (Insecta: Lepidoptera). *SHILAP: Revista de Lepidopterología*, 35 (138): 187-230.

- Raubenheimer D (1992). Tannic acid, protein and digestible carbohydrate: dietary imbalance and nutritional compensation in the African migratory locust. *Ecology*, 73: 1012-1027.
- Raubenheimer D and Simpson S J (1993). The geometry of compensatory feeding in the locust. *Animal Behaviour*. 45: 953-964.
- Raubenheimer D and Simpson S J (2004). Organismal stoichiometry: quantifying non-independence among food components. *Ecology*, 85 (5): 1203-1216. doi: 10.1890/02-0248
- Renwick J A A (2001). Variable Diets and Changing Taste in Plant–Insect Relationships. *Journal of Chemical Ecology*, 27 (6): 1063-1076. doi: 10.1023/A:1010381509601.
- Rho M S and Lee K P (2014). Geometric analysis of nutrient balancing in the mealworm beetle, *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Insect Physiology*, 71: 37-45.
- Rhoades D F and Cates R G (1976). Toward a general theory of plant antiherbivore chemistry. *Recent Advances in Phytochemistry*, 10: 168–213.
- Robbins CT, Hanley T A, Hagerman A E, Hjeljord O, Baker D L, Schwartz C C and Mautz W W (1987). Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. *Ecology*, 68: 98–107.
- Roeder K A and Behmer S T (2014). Lifetime consequences of food protein-carbohydrate content for an insect herbivore. *Functional Ecology*, 28 (5): 1135-1143. doi: 10.1111/1365-2435.12262.
- Rockstein M (Editor) (1978). *Biochemistry of Insects*. Academic Press (1. Press), 1-55, New York.
- Rosenthal G A and Berenbaum M R (1991). Herbivores—their interactions with plant secondary metabolites. Vol. II. Ecological and Evolutionary Processes, 2nd edn. Academic Press, San Diego.
- Ryan M F (2002). *Insect Chemoreception. Fundamental and Applied*. Kluwer Academic Publishers.
- Saljoqi A U R and Khajjak S K (2007). Effect of different artificial diets on the efficiency and development of *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Sarhad Journal of Agriculture*, 23 (1): 129-133.
- Schultz J C, Hunter M D and Appel H M (1992). Antimicrobial activity of polyphenols mediates plant–herbivore interactions. In: Hemingway R W & Laks P E (Eds.), *Plant Polyphenols*. Plenum Press, New York, pp. 621–637.
- Skopec M M, Hagerman A E and Karasov W H (2004). Do salivary proline-rich proteins counteract dietary hydrolyzable tannin in laboratory rats? *Journal of Chemical Ecology*, 30: 1679–1692.
- Simpson S J, Sibly R M, Lee K P, Behmer S T and Raubenheimer D (2004). Optimal foraging when regulating intake of multiple nutrients. *Animal Behaviour*, 68 (6): 1299-1311.
- Simpson S J and Raubenheimer D (2000). The hungry locust. *Advances in the Study of Behavior*, 29: 1-44. Doi: 10.1016 /S0065-3454(08)60102-3.



- Simpson S J and Raubenheimer D (2001). The geometric analysis of nutrient–allelochemical interactions: a case study using locusts. *Ecology* 82, 422–439
- Slansky Jr F (1982). Insect nutrition: an adaptationist’s perspective. *Florida Entomologist*, 65: 45-71.
- Slansky S F and Wheeler G S (1989). Compensatory increases in food consumption and utilization efficiencies by velvetbean caterpillars mitigate impact of diluted diets on growth. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 51: 175-187.
- Smith C (2012). *Insect colonization and mass production*. Elsevier.
- Sollai G, Barbarossa I T, Masala C, Solari P and Crnjar R (2014). Gustatory sensitivity and food acceptance in two phylogenetically closely related papilionid species: *Papilio hospiton* and *Papilio machaon*. *Plos One*, 9 (6): 1-17.
- Stam J M, Kroes A, Li Y, Gols R, van Loon J J A, Poelman E H and Dicke M (2014). Plant interactions with multiple insect herbivores: from community to genes. *Annual Review of Plant Biology*, 65 (1): 689-713. doi: 10.1146/annurev-arplant-050213-035937.
- Sterner R W and Esler J J (2002). *Ecological Stoichiometry*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- Stockhoff B A (1993). Ontogenic in dietary selection for protein and lipid by gypsy moth larvae. *Journal of Insect Physiology*, 39: 677-686.
- Thomas J D (1986). The chemical ecology of *Biomphalaria glabrata* (Say): Sugars as attractants and arrestants. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 83 A (3): 457-460.
- Thompson S N and Redak RA (2000). Interactions of dietary protein and carbohydrate determine blood sugar level and regulate nutrient selection in the insect *Manduca sexta* L. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1523:91–102.
- Timmins W A, Belward K, Stamp A J and Reynolds S E (1988). Food intake conversion efficiency and feeding behaviour of tobacco hornworm caterpillars given artificial diet varying nutrient and water content. *Physiological Entomology*, 13: 303-314.
- Tunca H, Gokcek N ve Ozkan C (2002). The effects of different nutrients on the longevity of parasitoid *Chelonus oculator* Panzer (Hymenoptera: Braconidae). In *Proceeding of the 5th Turkish National Congress of Biological Control*, pp. 4-7.
- Waldbauer G P and Friedman S (1991). Self- selection of optimal diets by insects. *Annual Review of Entomology*, 36: 43-63.
- Walsh P M, Nash D W, Rolston E, Tyner A and Boyd T (2010). Report on migrant and notable Lepidoptera in Ireland. *The Irish Naturalists' Journal*, 31(2): 100-107.
- Wheeler G S and Slansky F (1991). Compensatory responses of the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) when fed water- and cellulose-diluted diets. *Physiological Entomology*, 16 (3): 361-374. doi: 10.1111/j.1365-3032.1991.tb00574.x.

- Yamamoto R T (1969). Mass rearing of tobacco hornworm. II. Larval rearing and pupation. *Journal of Economic Entomology*, 62: 1427-1431.
- Yanar O (2007). Meşe güvesi *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Lymantriidae) ve Amerikan beyaz kelebeği *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera: Arctiidae)'de besin seçimi ve gelişimine etki eden kimyasal faktörlerin geometrik analizlerle belirlenmesi. Doktora Tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 84, Samsun, Türkiye.
- Yang Y H, Michaud J P, Guan X M, Cao J J, Li Z, Yang Q P, Yang Q W and Liu X X (2016). Direct and indirect consumption of tannic acid impedes the development and survival of parasitoid when parasitizing cotton bollworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 2016, 1–6. doi: 10.1093/aesa/saw062
- Zhou S, Lou Y-R, Tzin V and Jander G (2015). Alteration of Plant Primary Metabolism in Response to Insect Herbivory. *American Society of Plant Biologists*, 169: 1488-1498.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Ender ALTUN

Doğum Yeri: Samsun

Doğum Tarihi: 13/12/1980

Yabancı Dili: İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise: Namık Kemal Lisesi (1997)

Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü ( 2004)

Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji  
Anabilim Dalı (Giriş: 17.09.2012)

### Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Atakum Anadolu Lisesi (11.10.2016 - ...)

Adeka İlaç Sn. (2006-2016)

### Yayınlar

Altun E, Altun N, Bilgener M (2015). *Uresiphita gilvata* F. (Lepidoptera: Crambidae)'nın Besin Tercih ve Gelişimine Farklı karbonhidratların ve Tanik Asidin Etkisi. XII. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi, 14-17 Eylül, Bildiri Özetleri Kitabı, Muğla, Türkiye.