

T.C.
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Agelastica alni (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)
LARVALARININ GELİŞİMİNDE MİKROGİDALARIN ETKİSİ

MUSTAFA TOKGÖZ

TEZ DANIŞMANI

DR. ÖĞR. ÜYESİ NURVER ALTUN

TEZ JÜRİLERİ

DR. ÖĞR. ÜYESİ BERAN FİRİDİN

DR. ÖĞR. ÜYESİ NESRİN KARAALİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

RİZE-2019

Her Hakkı Saklıdır

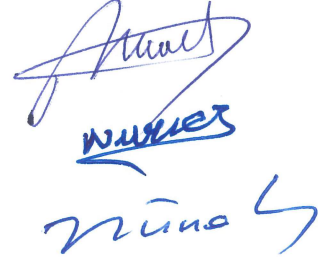
T.C
RECEP TAYYIP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Agelastica alni (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) LARVALARININ
GELİŞİMİNDE MİKROGİDALARIN ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Nurver ALTUN danışmanlığında, Mustafa TOKGÖZ tarafından hazırlanan bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla oluşturulan jüri tarafından 18/07/2019 tarihinde Biyoloji Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı
Başkan	: Dr. Öğr. Üyesi Beran FİRİDİN
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Nurver ALTUN
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Nesrin KARAALİ

İmzası




Doç. Dr. Ferhat KALAYCI
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRÜ

ÖNSÖZ

Agelastica alni (Coleoptera: Chrysomelidae) larvalarının, besin tüketimine, gelişim süresine, pupa kuru ağırlıklarına, protein miktarlarına ve lipit miktarlarına mikrogıdaların etkisinin araştırıldığı bu çalışma, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı'nda "Yüksek Lisans Tezi" olarak hazırlanmıştır. Tez çalışma süresinde ve öncesinde bilgi, öngörüşlerini ve değerli zamanını benim için harcayan Dr. Öğr. Üyesi Nurver ALTUN'a en içten dileklerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisans tezi çalışmamda her aşamasında manevi olarak desteğini benden esirgemeyen sevgili eşim Derya TOKGÖZ'e bana katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Mustafa TOKGÖZ

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Tarafımdan hazırlanan “*Agelastica alni* (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvalarının Gelişmesinde Mikrogıdaların Etkisi” başlıklı bu tezin, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesindeki hususlara uygun olarak hazırladığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal işlemi kabul ettiğimi beyan ederim.

18.07.2019


Mustafa TOKGÖZ

Uyarı: Bu tezde kullanılan özgün ve/veya başka kaynaklardan sunulan içeriğin kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

ÖZET

Agelastica alni (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE) LARVALARIN GELİŞMESİNDE MİKROGIDALARIN ETKİSİ

Mustafa TOKGÖZ

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Nurver ALTUN

Bu çalışmada farklı tuz ve vitamin oranlarına sahip 8 farklı diyetin *Agelastica alni* larvalarının besin tüketimine ve gelişimine etkisi araştırılmıştır. Beslenme deneylerinde kullanılan diyetlerin vitamin ve tuz oranları şu şekildedir: V/T, 0,5V/T, 2V/T, V/0,5T, V/2T, 0,5V/0,5T, V/-T, -V/T. Çalışma sonuçlarına göre; en fazla tüketim miktarı D (V/0,5T), en az E (V/2T) diyeti ile beslenen larvalarda tespit edilmiştir. Diyetteki tuz oranı ile besin tüketimi arasında negatif yönlü bir ilişki, vitamin oranı ve alınan vitamin miktarı ile tüketim miktarı arasında ise pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. En yüksek kuru pupa ağırlığı C (2V/T), en az E (V/2T) diyeti ile beslenen larvalarda belirlenmiştir. Diyetin tuz ve vitamin oranı ile kuru pupa ağırlığı arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir. En fazla pupa lipit miktarı C (2V/T), en az lipit miktarı ise E (V/2T) diyeti ile beslenen larvalarda görülmüştür. Diyetin vitamin oranı ve vitamin miktarı ile pupa lipit miktarı arasında pozitif yönlü, diyetin tuz oranı ile pupa lipit miktarı arasında ise negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Diyetin vitamin oranı ve alınan vitamin miktarı, ham pupa protein miktarını pozitif yönde etkilerken, diyetin tuz oranı ve alınan tuz miktarı ile ham pupa protein miktarı arasında bir ilişki bulunmamaktadır. Vitamin oranı arttıkça larvaların gelişim süresi azalmaktadır.

2019, 45 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Agelastica alni*, Beslenme, Mikrogıda, Vitamin karışımı, Tuz karışımı

ABSTRACT

THE EFFECT OF MICRONUTRIENTS ON THE DEVELOPMENT OF *Agelastica alni* (COLEOPTERA: CHRYSOMELIDAE)

Mustafa TOKGÖZ

Recep Tayyip Erdogan University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology
Master Thesis
Supervisor: Assist. Prof. Dr. Nurver ALTUN

In this study, the effect of 8 different artificial diets with different salt and vitamin ratios on food consumption and development of *Agelastica alni* larvae were investigated. Vitamin and salt ratios of diets used in feeding experiments are as follows: V/T, 0,5V/T, 2V/T, V/0,5T, V/2T, 0,5V/0,5T, V/-T, -V/T. According to the results of the study; maximum consumption was determined for larvae fed on D (V / 0.5T) and minimum food consumption was determined for larvae fed on E (V / 2T) diet. There was a negative relationship between dietary salt content and food consumption, and a positive relationship between vitamin content and vitamin intake and food consumption. The highest dry pupae mass was determined for larvae fed on C (2V / T) diet and minimum pupa mass was determined for larvae fed on E (V / 2T) diet. No correlation was found between the salt or vitamin content of the diet and dry pupae mass. The highest amount of pupa lipid was found for larvae fed on C (2V / T) and the least amount of lipid was fed on E (V / 2T) diet. There was a positive correlation between the vitamin content and vitamin content of the diet and the amount of pupa lipid, while a negative correlation was found between the salt content of the diet and the amount of pupa lipid. While the vitamin content of the diet and the amount of vitamins taken affect the amount of crude pupa protein; the salt ratio of the diet and the amount of salt taken does not affect the amount of crude pupa protein. As the vitamin content increases, the developmental period of the larvae decreases.

2019, 45 pages

Key Words: *Agelastica alni*, Feeding, Micronutrient, Vitamine mixture, Salt mixture

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	VIII
SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. <i>Agelastica alni</i> L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Karakteristik ve Ekolojik Özellikleri.....	2
1.1.2. Böcekler ve Bitkiler Arasındaki İlişki.....	4
1.1.3. Konak İçin Bitki Seçimi.....	5
1.2. Gıdaların Beslenmedeki Rolü ve Önemi.....	6
1.2.1. Proteinler.....	7
1.2.2. Karbonhidratlar.....	7
1.2.3. Lipitler.....	8
1.2.4. Sekonder Maddeler.....	8
1.2.5. Mikrogıdalar.....	9
1.3. Literatür Özeti.....	12
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	16
2.1. Türün Sistematikteki Yeri.....	16
2.2. Larvaların Toplanması ve Laboratuvarında Yetiştirilmesi.....	16
2.3. Beslenme Deneyleri.....	16
2.4. Yapay Besin İçeriği.....	17
2.5. Kloroform ile Lipit Analizi.....	20
2.6. Pupa Ham Protein Analizi.....	20
2.7. İstatistik Analizler.....	21

3.	BULGULAR	22
3.1.	Besin Tüketimi ve Larva Gelişimi.....	22
4.	TARTIŞMA ve SONUÇLAR	36
	KAYNAKLAR	40
	ÖZGEÇMİŞ	45



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>A. alni</i> ergin.....	2
Şekil 2. <i>A. alni</i> larva.....	3
Şekil 3. <i>A. alni</i> ergin birey beslenmesi.....	3
Şekil 4. <i>A. alni</i> larva ve yumurtası.....	4
Şekil 5. Herbivor böceklerin konak bitkisi ile yaşamsal döngüsü.....	5
Şekil 6. <i>A. alni</i> besleme kabı.	17
Şekil 7. Farklı diyetlerle beslenen larvaların tüketim miktarları (mg).....	23
Şekil 8. Farklı diyetlerle beslenen larvaların pupa kuru ağırlıkları (mg).	30
Şekil 9. Farklı diyetlerle beslenen larvaların ham pupa protein miktarları (mg).....	32
Şekil 10. Farklı besinlerle beslenen larvaların kuru pupa lipit miktarları (mg).	33
Şekil 11. Farklı diyetlerle beslenen larvaların gelişme süreleri (gün).	34

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Yapay diyet içeriği (100 gr için).....	18
Tablo 2. Wesson tuz karışım içeriği ve Vanderzant vitamin karışım içeriği (1kg)....	19
Tablo 3. Yapay besinlerin adlandırılması	20
Tablo 4. Farklı diyetlerle beslenen <i>Agelastica alni</i> larvalarının, tüketilen besin miktarı (mg), pupa ham protein miktarı (mg) pupa kuru ağırlığı (mg), pupa lipit miktarları (mg) ve gelişim süreleri (gün).....	22
Tablo 5. Farklı diyetlerle beslenen larvaların Anova testi sonuçları.	23
Tablo 6. Farklı oranlarda tuz karışımı ve vitamin karışımları içeren diyetlerle beslenen larvaların son larva dönemindeki tüketim miktarı (mg) Tukey testi sonuçları.	24
Tablo 7. Farklı diyetlerle beslenen <i>Agelastica alni</i> larvalarının diyetteki tuz oranı ve tüketim miktarı korelasyon sonucu	24
Tablo 8. <i>Agelastica alni</i> farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; alınan vitamin miktarı, tüketim miktarı (mg) kuru pupa miktarı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları.....	25
Tablo 9. <i>Agelastica alni</i> farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; diyetin vitamin oranı, tüketim miktarı (mg) kuru pupa miktarı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları	26
Tablo 10. <i>Agelastica alni</i> farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; alınan tuz miktarı, tüketim miktarı (mg) kuru pupa miktarı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları	27
Tablo 11. <i>Agelastica alni</i> farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; diyetin tuz oranı, kuru pupa ağırlığı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları	28
Tablo 12. <i>Agelastica alni</i> farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; tüketilen besin miktarı (mg), pupa kuru ağırlığı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları	29
Tablo 13. Farklı diyetlerde beslenen <i>Agelastica alni</i> larvalarının pupa kuru ağırlığı (mg), pupa lipit miktarı (mg), gelişim süreleri (gün) ve Man Whitney U testi sonuçları (p<0.05).....	31
Tablo 14. Farklı diyetlerle beslenen larvaların ham pupa protein miktarı tukey testi sonuçları (p<0.05).....	32

SEMBOLLER ve KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
mg	Miligram
g	Gram
kg	Kilogram
V	Vitamin Karışımı (Vanderzant vitamin karışımı Sigma (V-1007))
T	Tuz karışımı (Wesson tuz karışımı Sigma (W-1374))
-V	Vitamin karışımı içermeyen diyet
-T	Tuz karışımı içermeyen diyet
vd	Ve diğerleri
Dr. Öğr. Üyesi	Doktor Öğretim Üyesi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Böcekler, yeşil bitki dokularıyla, nektarlarla, polenlerle ya da tohumlar gibi özelleşmiş bitki kısımlarıyla beslenirler (Bernays ve Lee, 1988). Beslenirken gerekli içeriğe sahip gıdaların seçilmesi, yenilmesi ve kullanımının dengelenmesi, böcekler için bir doğal beslenme problemidir. Besin içeriğinin değişikliğinin böceğin üzerindeki etkisini de anlamak zordur (Simpson ve Raubenheimer, 1995). Böceklerin gıda bakımından dengesiz diyetlerle beslendiklerinde bazı gıdaları daha çok bazı gıdaları daha az tercih ettiklerine ve bu durum karşısında çeşitli mekanizmalar geliştirdikleri ilişkin kanıtlanmış çalışmalar mevcuttur (Simpson vd., 1995).

Gıda kalitesi, herbivor böceklerin beslenmesini, gelişimini, üreme sürecini ve üreme başarılarını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelir. Gıda gereksinimleri türden türe, bireyden bireye, bireyin cinsiyetine, yaşına göre değişiklik gösterse de aynı türün besinsel ihtiyaçları birbirine yakındır. Herbivorların tükettikleri besin kalitesi, besinin içerdiği; protein, karbonhidrat, toplam azot, sterol, su, mineral ve vitamin gibi makrogıda ve mikrogıdaların oranına göre değişir (Chapman, 1971).

Mikrogıdalar, vücudun düzenli olarak büyümesi, gelişmesi ve üremenin devamı için gerekli olan metabolik süreçlerin neredeyse tamamına kofaktör olarak katılan önemli organik moleküllerin yapısına katılan, bazı bileşik enzimleri aktive eden, sinirsel uyarıların iletilmesinde, böcek vücut osmotik basıncını dengelenmesinde görev yapan, hormonların yapısına katılan maddelerdir (Jose vd., 2014). Mikrogıdalar dışardan diyetleriyle birlikte alınması gereken metal iyonunda ibaret ya da metal bağlı inorganik bileşiklerdir (Jose vd., 2014). Metabolik faaliyetlerin sürdürülebilmesi için tuz, su ve vitamin gibi mikrogıda maddelerine gereksinim duyulur, diyetlerinde bunlardan biri eksik olması durumunda, yemeyi caydırıcı etki ettiği yada tat resöptörlerini olumsuz yönde etki ettiği ve besin seçiminde böceklerin zorlandıkları bilinmektedir (Dethier, 1976).

Mikrogıdaların herbivor böceklerin gelişimine etkisi ile alakalı az sayıda çalışma yapılmıştır. Bu nedenle mikrogıdaların; böceklerin beslenme davranışlarına, üreme,

gelişme ve hayatta kalma sürelerine etkileri dikkate alındığında, bu konu ile ilgili çalışma önem kazanmaktadır. *Agelastica alni* L. Karadeniz'i çevreleyen sahil şeridinde bulunur (Firidin ve Mutlu, 2009). Kızılağaç ormanları dışında ikincil konak olarak fındık ve söğüt ağaçları üzerinde de görülür. Bu nedenle hem orman zararı hem de zirai zararı ile mücadele açısından türün biyolojisinin bilinmesi önem arz etmektedir. Vitamin ve tuz karışımlarının besin tüketimi ve larvaların gelişimi üzerine etkisi belirlenerek elde edilecek veriler, bu türle mücadelede kullanılabilir.

1.1.1. *Agelastica alni* L. (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin Karakteristik ve Ekolojik Özellikleri

A. alni erginleri parlak mor görünümlü, mavi renkte 7 mm. boyundadır (Şekil 1). Larvalar siyah renkte az tüylü ve 12 mm'ye kadar büyüebilmektedir (Tischler, 1977) (Şekil 2). Kışı, toprakta ya da korunaklı yerlerde geçiren erginler ilkbaharda genellikle kızılağaç (*Alnus* sp) olmakla birlikte, söğüt (*Salix* sp.) ve fındık (*Corylus*) gibi türlerinin tepe yapraklarında görülürler. Mayıs ayından sonra ağacın daha çok gölge almayan, dip kısımlarını tercih ederler. 15-20 gün bu kısımlarda beslendikten sonra olgunlaşırlar Yumurtlama süreleri ortalama 45 gündür. Bu sürede ortalama 600 yumurta bırakırlar (Tischler, 1977).



Şekil 1. *A. alni* ergin (URL-1)



Şekil 2. *A. alni* larva (URL-2)

Yılda bir döl veren *A. alni* türünün hem ergin bireyleri hem de larvaları konak bitki yapraklarıyla beslenir (Şekil 1 ve 2). Erginler kızılâğaç yapraklarında 3-5 mm çapında delikler açarak beslenir (Şekil 3). Larvalar ise yaprağın ince damarları ile beslenmeyi tercih etmek yerine alt yüzeylerinden beslenmeye başlayarak yaprağı genel görünüş olarak dantel şekline benzetirler (Şekil 4).



Şekil 3. *A. alni* ergin birey beslenmesi (URL-3)



Şekil 4. *A. alni* larva ve yumurtası (Kıyıcık/Of/Trabzon/M. TOKGÖZ)

A. alni, herhangi bir bölgesel bitki koruma organizasyonu tarafından ilan edilen bir zararlı değildir. Fakat daha önce birçok Kafkas ülkesi ve Rusya’da zararlı olarak kabul edilmiştir. Özellikle Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu (EPPO) için Avrupa kısmının doğu ve güney alanlarındaki birçok orman ve meyve bitkilerini korumak oldukça önemlidir. Potansiyel EPPO (Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Örgütü) üyesi olarak kabul edilen ülkeler; Kırgızistan, Kazakistan, Kırgızistan, Özbekistan, Tacikistan, Türkmenistan, Çin, İran ve Afganistan’dır (Orlinski, 2016). Ülkemizde ise genellikle Karadeniz bölgesinde yayılım göstermektedir (Firidin, 2008). Kavak, söğüt ve fındık gibi ormanların genel toplam varlıklarını azaltarak başta zirai ve ticari zarar vermekle birlikte; dağ erozyonları gibi önemli ortam değişikliklerine sebep olur (Kolk ve Starzyk, 1996). Popülasyon yoğunluğunun üst sınıra ulaştığı dönemlerde yörede kültürü yapılan fındık bitkisinin de zarar görmesi, zararlının ekonomik önemini artırmaktadır (Firidin, 2008).

1.1.2. Böcekler ve Bitkiler Arasındaki İlişki

Böceklerin bitkililerle olan ilişkisinin, karbonifer kömür yataklarında bulunan fosiller sayesinde yaklaşık 300 milyon yıllık bir geçmişe sahip oldukları bilinmektedir. Böcekler sürekli olarak bitkilerle ilişki içerisinde bulunurlar. Örneğin; bitkilerden besin sağlarken, polen taşıma, uygun çimlenme bölgesine tohum taşıma gibi özelliklerden dolayı bitkilerin üremesine yardımcı olurlar (Gullan ve Cranston, 2005). Böceklerle bitkiler arasındaki ilişkiler; uyumsuzluk, birlikte yaşam, tek yönlü yararlanma, çekişmeli, tek yönlü zarar görme, birlikte yararlanma ve etkisizlik olmak üzere yedi farklı tipte

kütikulasının kalın olması, sap ve gövde dokularının kalın olması ve yaprak yüzeyinin mumlu olması gibi özelliklerle tepki gösterirler (Pehlivan, 1978). Bitkilerin savunma yollarından bir diğeri ise sekonder maddelerdir. Savunma maddesi olarak görev yapan sekonder maddeler, ona uyum sağlayan böcekler ise için konak bitkilerini bulma, beslenme, çiftleşme, yumurta bırakma, bıraktıkları yumurtanın embriyosunun gelişmesinde etkilidirler (Hilker ve Meiners, 2011).

Bitkilerin konak bitkiyi seçmelerindeki asıl unsurlardan biri ise protein ve karbonhidratlar gibi makrogıdalar ile tuz, vitamin gibi mikrogıdalardır. Bitki mikrogıda içeriği böceğin konak seçimi için birincil seçim sebebi olmamakla birlikte; bitki ile beslenen böceğin, konak bitki seçiminden sonra bitki yapılarıyla beslenmesinde etkiye sahiptir. Bitkinin mineral içeriği topraktaki mikrogıda ile ilişkilidir. Topraklardaki mineral içeriği ve bitkilerin mineral içerik seviyeleri coğrafik varyasyonlara göre büyük farklılıklar göstermektedir (Baxter, 2009). Ayrıca en küçükten en büyüğe doğru değişik mineral seviyelerinde varyasyona sahip bitkiler ile bunları yiyen böceklere fırsat verildiğinde, böceklerin seçme ve yeme davranış mekanizmasına sahip oldukları çalışmalarla desteklenmektedir (Trumper ve Simpson, 1993).

1.2. Gıdaların Beslenmedeki Rolü ve Önemi

Böcekler, büyüme ve gelişmeleri için gerekli besin maddelerini beslenme ile almak zorundadırlar. Böcek türlerinin çoğu ergin evrede gereksinim duydukları besin bileşenlerini larva döneminde depo etmektedir (House, 1974). Bu evrede depoladıkları gıdaları üremek ve gelişimlerini devam ettirmek için kullanmaktadır. Gelişmeleri sürdürmek için gerekli temel besin maddeleri; protein, karbonhidrat ve lipittir (Tomic-Carruthers, 2007). Bunun dışında büyüme ve gelişmeleri için aminoasitler, kolesterol, B vitamini, fosfor, potasyum, kalsiyum, sodyum gibi inorganik maddelere de ihtiyaç duyarlar. Gıda gereksinimleri değişken olmakla birlikte, besin miktarı, besinin içeriği; vitamin, sterol, protein, toplam azot miktarı oranına göre değişir (Champman, 1971).

Tüm canlılarda olduğu gibi herbivor böceklerin hayatlarını devam ettirebilmek için suya da ihtiyaçları vardır. Hücrelerin görevlerini yerine getirebilmeleri için gerekli olan katı maddelerin çözünmesini sağlama, metabolik faaliyetler sonucu hücrelerde oluşan

atık maddeleri boşaltım organlarına taşıyarak vücut dışına atılımını sağlama, vücut ısısını dengede tutma, kan hacmini dengeleme, besinlerin sindirimine yardımcı olma suyun görevlerindedir. Besinin içerisindeki su miktarı arttıkça larva tarafından o besinin kullanılabilirliği de artmaktadır (Gelperin, 1966). Besin yeterli miktarda bulunmadığı durumlarda, gelişme ve çoğalmayı sınırlayıcı birçok sınırlayıcı faktör ortaya çıkmağı bilinmektedir (Ueno, 1999).

1.2.1. Proteinler

Böceklerin gelişmelerinde de yüksek organizasyonlu hayvanlarda olduğu gibi proteine ihtiyaç vardır. Herbivorların hayatlarını sürdürmelerinde karbonhidratların ve proteinlerin etkisi oldukça fazladır. Böceklerin performansında ve besin seçiminde etkili bir gıdadır (Simpson, 1990). Protein bileşinleri metabolik enerji kaynağıdır. Bunun dışında yapısal amaçlar için de kullanılır. Herbivorlar için azot içeriği de çok önemli olmakla birlikte, zar yapısı ve genetik kodlama gibi metabolik faaliyetlerin sürdürülmesin de ana bileşik olarak görev alır (Mattson, 1980).

1.2.2. Karbonhidratlar

Böceklerin başlıca enerji kaynağı karbonhidratlardır ve en böcekler için en çok ihtiyaç duyulan besin ögesidir (Lee vd., 2006; Chen ve Fadamiro, 2006). Stres anında böceklerde enerji ihtiyacının arttığı ve bunun da karbonhidrat alım miktarını önemli ölçüde artırdığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir Beslenme uyarıcısı olarak da görev yapan karbonhidratlar, fotosentez sonucu ilk meydana gelen bileşiklerdir (Dursun, 2009).

Karbonhidratlar bütün canlı hücrelerde bulunan bileşiklerdir. DNA, RNA ve ATP' nin yapısına katılır (O'Brien, 2002). Genellikle yağ doku ve uçuş kasları gibi metabolik ve fizyolojik aktiviteleri yüksek dokularda depolanmaktadır. Metabolik enerji kaynağı olarak kullanılmaları yanında vücut yağlarının ve bazı temel olmayan aminoasitlerin üretilmesi için de kullanılabilir (O'Brien, 2002). Vücuda alınan glikozun bir kısmı glikojene dönüştürülerek depo edilmekte ve gerektiğinde glikojenden glikoza dönüştürmek yerine bir disakkarit olan, trehaloza dönüştürerek böceklerin hemolenfinde gerekli fonksiyonlar için kullanılmaktadır. Trehaloz özellikle Diptera ve Hymenoptera

gibi uçabilen böceklerin uçuş kaslarının çalışması için gerekli enerjinin elde edilmesinde rol almaktadır (Aksoy vd., 2015).

1.2.3. Lipitler

Lipitlerin böcek biyokimyasında hormonlar, yapısal bileşikler ve enerji kaynağı olarak rol oynadıkları bilinmektedir. Biyolojide önemi büyük olan yağ asitlerinin enerji depolama, mobilizasyon, taşıma ve biyomembranların yapısal bileşenlerinde bulunma ve büyüme ve gelişme gibi bütün organizmalarda, genel olarak görülen fonksiyonları mevcuttur (Arrese ve Soulages 2010). Ayrıca; yağ asitleri mumların ve feromonların biyosentezinde de öncü rol oynamaktadır. (Wakayama vd., 1980).

Böceklerde yağ gövdesi işlev yönüyle omurgalıların karaciğer dokusuna benzemektedir; hormonal ve büyüme fonksiyonlarında da metabolik olarak harekete geçirmekte, depolamakta ve sentezlemektedir (Wyatt 1980).

1.2.4. Sekonder Maddeler

Bitkiler gelişmelerinin bir aşamasında sekonder madde üretirler (Hartman, 1996). Savunma amaçlı üretilen sekonder maddeler de bitki- hayvan ilişkilerinde önemli rol oynamaktadır (Ryan, 2002). Bitki-hayvan ilişkilerinde rol oynayan sekonder maddeler; tanen, kinon ihtiva eden flavonoidler, basit fenoller gibi fenolik maddeler, alkaloidler, aminler, non-protein aminoasitler, siyanojenik glikozitler, glikosinolatlar gibi azotlu bileşikler, terpenoidler, saponinler, kukurbitasinler, limonoidler, kardenolidler, karotenoidler ve poliasetilenlerdir (Ryan, 2002). Bu maddelerin çoğu böcek cezbedici özelliği olmakla birlikte bazıları da bitki dokusunda, toksik, nahoş veya caydırıcı bir tat ya da kokuya sebep olarak herbivor böceklerin besin tercihlerini etkiler. Tanenler; proteinler, mineraller, nişasta, lipitler ve sindirim enzimleriyle kompleks oluşturarak gıdaların besleyici değerinde azalmaya neden olan fenol grubudur (Murdiati vd., 1992). Sindirim enzimlerinin tanenler tarafından inhibe edilmesi; besindeki tanenlerin kimyasal yapısına, ortamın pH derecesine ve ortamda bulunan selüloz gibi diğer besin polimerlerine bağlıdır. Tanenlerin olumsuz etkileri sadece besin bileşenlerine bağlanarak, onların kullanılabilirliğini azaltma şeklinde değildir. Hidroliz olabilen tanenlerden olan

elagitanenler, böcek bağırsağında oksidatif etkiyle herbivor böceklerin orta bağırsak epitelinde lezyonlara neden olurlar (Mrdakovic vd., 2013)

Bitkilerde böcek beslenmesi üzerinde caydırıcı etkide bulunan bir diğer grup ise alkaloidlerdir. Alkaloidler amin yapısında kimyasal bileşiklerdir. Ayrıca hayvanlar ve mantarlar tarafından üretilen aminlere de alkaloidler denir. Doğal olarak birçok bitki türünde ve yalnızca birkaç hayvanda bulunan, yapısındaki karbon hidrojen ve azot atomlarının varlığıyla nitelenen organik maddeler sınıfıdır. Birçok alkaloid hayvanlara karşı toksik etki gösterir. Acı tadıyla beslenme caydırıcısıdır. Dolayısıyla da herbivorların beslenmesini etkiler (Harrison vd., 2012).

1.2.5. Mikroğdalar

Mikroğdalar, vücudun düzenli olarak büyümesi, gelişmesi ve üremenin devamı için gerekli olan metabolik süreçlerin neredeyse tamamına kofaktör olarak katılan önemli maddelerdir. Vitamin ve mineraller; mikroğdaların başlıca öğelerini oluşturur. Mikroğdalar; organik moleküllerin yapısına katılan, bazı bileşik enzimleri aktive eden, sinirsel uyarıların iletilmesinde, böcek vücut osmotik basıncını ayarlama görev yapan ve hormonların yapısına katılan maddelerdir (Jose vd., 2014). Eksikliklerinin ve fazlalıklarının çeşitli metabolik faaliyetlere zarar verdiği bilinmektedir. Mikroğdalar, bitkilerin yapısında çok az miktarda bulunur. Bu nedenle herbivor vücudundaki eksikliklerin başka bir mineral veya vitamin ile giderilmesi mümkün değildir. Böceklerdeki beslenme eksiklikleri; zayıf büyüme oranları, düşük fekondite oranları, düşük vücut ağırlığı veya belirli bir yetersizliğin belirlenmesine yardımcı olmayan diğer koşullar gibi semptomlarla ilişkilendirilmiştir (Cohen 2015).

Başlıca mikroğda öğeleri; tiamin, folik asit, riboflavin, nikotinik asit, piridoksin, pantotetik asit, biyotin gibi vitaminler ile demir, çinko bakır, mangan, bor, molibden, klor gibi minerallerdir (Jose vd., 2014). Vitaminler yağda çözünenler ve suda çözünenler olarak ikiye ayrılır. Böcekler yağda çözünen vitaminleri (A, D, E ve K) sentezleyebilir. Fakat tiamin (B1), riboflavin (B2), pridoksin (B6), nikotinik asit (B3), pantotetik asit B(5), askorbik asit (C) ve biotin (H) gibi suda çözünen vitaminleri besinleriyle almak zorundadır (URL-4, 2016).

Böceklerin gelişiminde temel ihtiyaç duyulan vitaminlerden olan biotin; yağ asidi sentezindeki enzimatik olaylarda kofaktör olarak görev almaktadır ve pirüvat karboksilazın bir bileşeni olduğu bilinmektedir (Hagedorn, 1992). Biotin eksikliği larva büyümesini yavaşlatır yetişkinlerin bireylerin üreme verimliliğini azaltır (Cohen, 2015). Pantotenik asit, tüm böcek türleri için gerekli bir vitamindir ve en önemli görevi karbonhidratların, lipitlerin ve amino asitlerin ara metabolizmasını içeren metabolik yollardaki transferinde rol alan, bir koenzim A kofaktörü olarak görev almasıdır (Cohen, 2015). *Schistocera gregaria* larva gelişimi ve vücut renklenmesinde A vitamini ve β -karotene ihtiyaç duyulmaktadır (McFarlane, 1992). Karoten eksikliğinde, normal sarı ve yeşil renkleri geliştiremez ve melanizasyon da azalır (Chapman, 1998). Yine *Musca domestica* ve *Manduca sexta*, böcekleri görme fonksiyonu için A vitamini ve β -karotene ihtiyaçları duymaktadır. Karoten içermeyen bir diyetle beslendiklerinde, büyüme veya gelişme süreleri normal diyetle beslenen böceğe göre daha fazla sürmektedir ve daha az kuru ağırlığa sahip olmaktadır. Ayrıca gelişim sürelerince daha hareketsiz olmaktadır (Hagedorn, 1992). Karnitin eksikliği, böcek larvalarındaki, yağ asitlerinin depolanmasını etkiler ve lipit yapısının bozulmasına neden olur (House, 1965). Kolin, hücre zarlarının üretimi de dahil olmak üzere, polar lipit metabolizmasında rol oynayan bir bileşendir (Cohen, 2015). Askorbik asit, özellikle fitofaj böceklerin normal büyümesini ve gelişimini sağlamak için gereklidir (Nation, 2001).

Bütün hayvanlar diyetlerinde fosfor, klorür, kalsiyum, potasyum, sodyum, manganez, magnezyum, demir, bakır ve çinko gibi minerallere ihtiyaç duymaktadır. Demir ve bakıra sitokromlarda ihtiyaç duyulur. Potasyum, çok sayıda kimyasal reaksiyona girer. Ayrıca, lipitler, bazı proteinler ve nükleik asitler dahil birçok maddenin yapısında bulunur. Kas dokularının hareketi için de gerekli bir mineraldir. Klorür de kas hücreleri ve nöronlar gibi hücrelerin çalışması için gereklidir. Bu iki mineral, hücrelerde ve böceklerin vücut sıvılarında ve hemen hemen tüm diğer organizmalarda pH'ın düzenlenmesinde görev alır (Cohen, 2015). Kalsiyum karbonat, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dihidrojen fosfat, suda çözünerek hidrasyona uğrar. Böceklerin kullanabileceği forma dönerek vücut osmotik basıncının dengelemesinden, diğer minerallerin alınmasına kadar birçok metabolik fonksiyonda kullanılır (Cohen 2015). Klorür, potasyum ve sodyum; birlikte suyun tutulması ve düzenlenmesi işlevinde görev

alır. Sodyum miktarı düşürülmüş diyetle beslenen *Helicoverpa armigera* böceğinin uçuşunda çeşitli problemler oluştuğu, düşük sodyum miktarının telafisi için besin tüketim miktarının arttığı görüşmüştür (Kai vd., 2010). Magnezyum, karbonhidratların enerji üretmek üzere dönüşümünde rol oynayan glikoliz yolunda ve heksokinaz, glukoz6-fosfataz ve piruvat kinaz dahil diğer yollarda birçok enzimin fonksiyonunun gerçekleştirilmesinde rol oynar (Lehninger ve Nelson, 1993). Manganez, özellikle arginaz ve ribonükleotit redüktaz gibi metaloenzimler, kofaktördür (Lehninger ve Nelson, 1993). Çinko, karboksipeptidaz, karbonik anhidraz ve alkol dehidrojenaz dahil birçok enzimde (Lehninger ve Nelson, 1993); bakır, sitokrom oksidaz içerenler de dahil olmak üzere birçok enzimin kofaktörüdür. Fosfor, hücre zarlarının bir bileşenidir. Sülfür, proteinlerin üç boyutlu yapısının ortaya çıkmasında ve ekzoiskeletin değişiminde veya ekzoiskeletin atılmasında önemli rol oynar (Nation , 2001). Demir, genel metabolik ve fizyolojik fonksiyonlar da önemli rollere sahip olmasına rağmen, demirin fazla oranda bulunması toksikolojik etki gösterebilir (Cohen, 2015). Selenyum gibi çok az miktarda bulunan maddelerin antioksidan özelliği olduğu bilinmektedir. Tüm mineraller vücutta sentez edilemediği için dışardan diyetlerle birlikte alınmak zorundadır (Cohen, 2015).

Minerallerin az veya gereğinden çok alınması olumsuzluklara yol açar. Örneğin; dengesiz tuz konsantrasyonu ile beslenen *Rhodnius prolixus* böceğinin yeme dürtüsünün azaldığı, yine tuzun böcek diyetinde hiç olmaması durumunda aynı şekilde, böceğin yemesi ve büyümesi olumsuz yönde etkilenmektedir (Pontes vd., 2017). Başka bir çalışmada Dethier (1976), tuz gibi mikrogıdaların eksikliğinde tat alma reseptörlerinin işlevini yapamadığı ve besin seçiminde böceklerin zorlandıklarını tespit etmiştir.

1.3. Literatür Özeti

Firidin (2008), Salkım söğüt, kızılağaç ve fındık bitkilerinin değişik besin kalitesine sahip yaprakları ile beslenen *A. alni* larvalarının gelişmiş bir azot homeostazisine sahip olduğunu belirtmiştir. Muhtemelen konak bitkilerindeki caydırıcı sekonder kimyasallara karşı sindirim metabolizmasında önemli dengeleyici mekanizmalar geliştirdiğini çözümlenmiştir.

Yanar ve Bilgener (2012), Amerikan beyaz kelebeği *Hyphantria cunea* larvalarının beslenme ve gelişimine mikrogıdaların etkisini araştırmışlardır. Tuz karışımının dengesiz olduğu diyetlerle beslenen larvaların tuz varlığının eksik olduğu durumlarda telafi edici beslenme davranışı sergiledikleri tespit edilmiştir.

Dethier (1976), Böceklerde beslenme davranışı üzerine tuzun etkisi araştırmışlardır. Tuzsuz diyetlerin böceklerin beslenmesini azalttığı tespit edilmiştir. Tuzun, uyarıcı etkisi olduğunu ve tuz yokluğunda tat alma reseptörlerinin cevap vermesini azalttığı belirlenmiştir.

Trumper ve Simpson (1993), *Locusta migratoria*'nın tuz alımını dengelemesiyle ilgili çalışma yapmışlardır. İçerikleri değişen gıdalara karşı verdikleri tepkileri araştırdıkları çalışmada; *L. migratoria*'nın besinler arasında seçme şansı verildiğinde, protein, karbonhidratların ve tuzun alımını ayarladıkları, yalnız dengesiz bir besin ile sınırlandırıldığında ise tuz alımını ayarlamaktan vazgeçerek öncelikli protein ve karbonhidrat alımını ayarladıkları tespit edilmiştir.

Bowdish ve Stiling (1997), bataklık bitkisi içeriğindeki tuz ve azot miktarının Delphacidae familyasının bazı üyelerinin beslenme davranışları üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarında; bataklık bitkisinde azot miktarının artışıyla Delphacidae familyasına ait bazı türlerin yumurta sayılarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Tuz ilavesi yapıldığında ise belirgin bir değişme olmadığı gözlemlenmiştir.

Jose vd. (2014), mikrogıdaların, *Hyblaea puera*'nin büyüme ve hayatta kalmasına ilişkin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada Wesson tuz karışımının pupa ağırlığını düşük düzeyde artırdığını, fakat larva büyümesine, hayatta kalma süresine, sağ kalım ve üreme üzerine bir etkisi olmadığını tespit edilmiştir. Vitamin konsantrasyonu ise tüm verilerde istatistiksel olarak artışa neden olmuştur.

Pontes vd. (2017), tuz konsantrasyonunun *Rhodnius prolixus* böceğinin beslenme mekanizması üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Tuz konsantrasyonunun değişmesinin yeme içgüdüsünü tetiklediği ya da azalttığı yönünde sonuçlar almışlardır. Tuz konsantrasyonunun 0,1-0,15 molar aralığında olması optimal beslenme ve optimal büyümeyi sağlamaktadır. Tuz konsantrasyonunun 0,3 molardan fazla olması ya da tuzun besin içerisinde hiç bulunmamasının beslenmeyi ve büyümeyi inhibe ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

McFarlane (1992), vitaminin böceklerin beslenmesi ve üremesi üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda; β -Karoten eksikliğinde yağ sentezlenmesinin durduğu ve sonucunda larvaların öldüğünü tespit etmiştir.

Lindroth (1994), askorbik asit ve toplam vitamin eksikliğinin *Lymantria dispar* üzerine etkisini araştırmış. Askorbik asit içermeyen yapay diyetle beslenen larvalarda sağkalım oranlarında anlamlı değişiklik olmadığını, fakat toplam vitamin eksikliği olan diyetle beslenen larvalarda sağkalım oranının çok fazla düştüğü görülmüştür.

Chang ve Li (2004), *Ceratitis capitata* bireylerinin gelişimi üzerine niasin ve B vitaminin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; niasin oranının artışının gelişimi inhibe edici etkisi olduğu, niasin oranı azaltılıp vitamin oranı artırıldığında ise sağ kalım oranlarının artışı ve gelişim sürelerinin kısaldığı görülmüştür.

Etebari ve Matindoost (2004), B₃ hipervitaminozun ipek böceği biyolojisine etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda; B₃ hipervitaminozun tüm larva evresinde deri değiştirme işlemine olumsuz yönde etki ettiği ve ölüm oranının artışına sebep olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sağ kalan bireylerde; şişkinlik, derilerinin koyulaşması, normal dışkılayamama ve anüsten sıvı gelmesi gibi olumsuz etkileri olmuştur. Yüksek miktarda

B3 vitamininin büyüme, gelişme ve hayatta kalım oranlarını sınırlayıcı özelliği olduğu tespit edilmiştir.

Etebari ve Matindoost (2005), *Bombyx mori* bireylerinin biyolojik ve ekolojik özelliklerine ek besin olarak; vitamin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; kontrol besinine göre yüksek vitamin oranının larva ve pupa ağırlığında artışa neden olduğu; ayrıca yumurta veriminin de arttığı tespit edilmiştir.

Kai ve vd. (2010), *Helicoverpa armigera* bireylerinin performansına, uçuşuna ve telafi stratejisine sodyumun etkisini araştırmışlardır. Sodyum miktarı düşük olan diyetlerle beslenen larvaların daha kısa sürede gelişimlerini tamamladıkları ve uçuş hızlarının düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca yetişkin bireylerin düşük sodyum düzeylerini telafi etmek için tüketim miktarını artırdığı belirlenmiştir.

Ahsan vd. (2013), *Bombyx mori*'nin büyüme ve gelişimine B ve C vitaminin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda düşük konsantrasyonlarda verilen B ve C vitaminlerinin larvaların büyüme ve gelişimini artırdıkları görülmüştür.

Ye-Cheng Wang vd. (2014), *Cnaphalocrocis medinalis* pirinç zararlısı üzerinde vitamin, askorbik asit ve antibiyotiklerin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada vitamin oranını artırılması durumunda gelişim süresinin kısaldığı ve larva ağırlığının arttığı tespit edilmiştir.

Böceklerin beslenme ekolojilerinin ve davranışlarının bilinmesi, zirai zararların önüne geçilmesi, orman toplam kütle ve bütünlüğünün korunması için ön koşulu oluşturmaktadır. Orman ağaçlarında zarar yapan türlerin büyük bir bölümü ağaçların vejetatif kısımlarında tekrarlanan zararıyla ağacın gelişimini engelleyen bu yolla da konakçı olduğu bitkide zarara neden olan böceklerdir. Konak seçiminde besin kalitesinin ya da içeriğinin, zarar verme potansiyeli ile ilişkisini öğrenmede katkısı olacağı bir gerçektir. *A. alni* böceğinin birincil konak bitkisinin kızılâğaç olduğu bilinmektedir. Böceklerin büyümeleri ve üremeleri için gerekli beslenme koşullarının nasıl olması gerektiği hakkında çok sayıda çalışma yapılarak, birçok bilgiye sahip olunmuştur. Fakat tuz ve vitamin miktarının böcek beslenmesi üzerine etkisi konusunda son derece az sayıda çalışma mevcuttur. Çalışmamızda; Yamamoto, (1969) hazır besininde değişkenler tuz ve vitamin karışımı olarak seçilmiş ve tuz, vitamin konsantrasyonunun pupa, besin tüketim miktarı, pupa lipit, pupa protein, pupa kuru ağırlık ve larva gelişim süresi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Birçok mikroğdanın etkisinin bilinmesine karşı tuz ve vitamin etkisinin araştırılmamış olması literatürde eksiklik yaratmaktadır. Çalışmamızın bu alandaki eksikliği doldurmaya yardımcı olacağı öngörülmektedir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Türün Sistematikteki Yeri

Regnum: Animalia

Phylum: Arthropoda

Classis: Insecta

Ordo: Coleoptera

Familia: Chrysomelidae

Genus: *Agelastica*

Species: *A. alni*

2.2. Larvaların Toplanması ve Laboratuvarında Yetiştirilmesi

Çalışmamızda kullanılan *A. alni* larvaları, Trabzon ilinin Kıyıcık beldesinde toplanmıştır. 2016 yılı mayıs ayının ikinci-üçüncü haftasında birincil konukçu olarak bulunduğu kızılâğaç (*Alnus sp.*) bitkisi üzerinde ve çeşitli yaprak katmanlarında beslenirken; yeterince geniş, şeffaf olan kaplara alınarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Biyoloji Bölümü Zooloji Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir.

2.3. Beslenme Deneyleri

Her grup için 10 larva seçilerek sekiz farklı grup oluşturulmuştur. Her larva tekli olacak şekilde plastik kaplara alınarak verilen besin miktarı not edilmiştir (Şekil 6). Besinler, gün aşırı 0,0001 hassasiyetli terazide tartılarak yenilenmiştir. Tüketilmeden kalan besinlerin ağırlığı kaydedilmiş folyolara sarılarak etüvde 50°C’de sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutulmuştur. Her besin yenileme gününde de larvaların ağırlığındaki değişiklikler kaydedilmiştir. Larvalar pupa oluncaya kadar bu işleme devam edilmiştir.



Şekil 6. *A. alni* besleme kabı.

2.4. Yapay Besin İçeriği

Bu çalışmada *A. alni* türüne ait besin tercihini tespit etmek için Yamamoto (1969) tarafından geliştirilen yapay besin içeriği modifiye edilerek kullanılmıştır. Diyetlerdeki vitamin karışımı (Vanderzant vitamin karışımı, Sigma) ve tuz karışımının (Wesson tuz karışımı, Sigma) diyetteki oranları değiştirilerek 8 farklı yapay besin hazırlanmıştır. Yamamoto (1969) tarafından geliştirilen ve modifiye edilen yapay diyetin içeriği Tablo 1’ de gösterilmiştir. Vanderzant vitamin karışımı ve Wesson tuz karışımı içeriği Tablo 2’ de gösterilmiştir.

Tablo 1.Yapay diyet içeriği (100 gr için)

Besin İçeriği	Miktar
Buđday tohum kabuđu (Wheatgerm)	8 g
Kazein (Sigma (C-6554))	3 g
Sükroz	3 g
Torula mayası (Sigma (Y-4625))	1,6 g
Vitamin karışımı (Vanderzant vitamin karışımı Sigma (V-1007))	1 g
Tuz karışımı (Wesson tuz karışımı Sigma (W-1374))	0,8 g
Kolesterol (Sigma (C-2044))	0,02 g
Sorbik asit (Sigma (S-1626))	0,2 g
Metil paraben (Sigma (H- 3647))	0,1 g
Keten yađı (Sigma (L-3026))	0,1 g
Agar	2 g
Su	80 ml

Tablo 2. Wesson tuz karışım içeriği ve Vanderzant vitamin karışım içeriği (1000 gr için)

Wesson tuz içeriği	mg/kg	Vanderzant vitamin içeriği	g/kg
Alüminyum potasyum sülfat	0,061	Alfa-tokoferol	8
Kalsiyum karbonat	210,000	Askorbik asit	270
Kalsiyum fosfat	149,000	Biyotin	0,02
Bakır sülfat pentahidrat	0,39	Kalsiyum pantotenat	1
Ferrik fosfat susuz	9,950	Kolin klorür	50
Magnezyum sülfat susuz	90,000	Folik asit	0,25
Manganez sülfat	0,200	İnositol	20
Potasyum klorür	120,000	Niacinamide	1
Potasyum dihidrojen fosfat	310,000	Piridoksin hidroklorür	0,25
Potasyum iyodür	0,050	Riboflavin	0,50
Sodyum klorür	105,000	Tiamin	0,25
Sodyum florür	0,570	B12	2

Kullanılan diyetleri birbirinden ayırabilmek için her diyet bir harf ile kodlanmıştır. Kontrol diyeti A ile diğer diyetler ise B, C, D, E, F, G ve H olarak sembolize edilmiştir. Çalışmada kullanılan yapay diyetler ve içerdikleri tuz:vitamin oranları Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Yapay besinlerin adlandırılması

Besin Adı	Besin İçeriği
A (Kontrol Diyeti)	V/T
B	0,5V/T
C	2V/T
D	V/0,5T
E	V/2T
F	0,5V/0,5T
G	V/-T
H	-V/T

2.5. Kloroform ile Lipit Analizi

Yapılan beslenme çalışmaları sonucunda *A. alni* türüne ait pupalar sabit ağırlığa erişinceye kadar 50°C'ye kurutulmuştur ve kuru ağırlıkları not edilmiştir. Lipit miktarları tespiti Simpson ve Raubenheimer (2001), protokolüne göre yapılmıştır. Her pupa kapaklı tüplere tek tek konularak üzerlerine kloroform eklenmiştir ve otomatik çalkalayıcı üzerine alınarak 24 saat boyunca çalkalama işlemi yapılmıştır. Bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. İşlem sonucu depo lipitleri uzaklaştırılan pupalar tekrar 50 °C'ye ayarlanmış etüvde kurutularak lipitsiz ağırlıkları kaydedilmiştir ve lipit miktarı hesaplanmıştır.

2.6. Pupa Ham Protein Analizi

Lipitleri gerekli işlemler yapılarak uzaklaştırılmış *A. alni* pupalarının azot tayini Dumas yönteminin temel aldığı Thermo Scientific FLASH 2000 Series - NCS Analyzers cihazıyla yapılmıştır (Allen vd., 1986). Yaklaşık 2,5 mg ağırlığında tartılan öğütülmüş kuru örnekler ince kalay kapsül içine konup, kapsüle kapatılmıştır. Kapsüller daha sonra cihazın autosampler kısmına yerleştirilmiştir. Kolondaki ayrılma ve TCD detektör yardımıyla kompleks bir ayırma sistemine ihtiyaç duymadan element konsantrasyonu belirlenir. TCD detektör yardımıyla oluşan gaz kolon üzerine aktarılır ve kolonda oluşan pikler yardımıyla azot (N) değeri hesaplanır. u işlem sonucunda bulunan % N (Azot) miktarları 6,25 sabitiyle çarpılarak % protein miktarları bulunmuştur (Ooninx vd, 2015).

2.7. İstatistik Analizler

Normal dağılım gösteren tüketim miktarı, kuru pupa ağırlığı ve pupa ham protein miktarlarının gruplar arasında farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için ANOVA ve ardından TUKEY testi, normal dağılım göstermeyen pupa lipit miktarı ve gelişim süresi değerlerinin gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için Kruskal Wallis ve ardından Man Whitney U testi yapılmıştır. Bu analizler için de SPSS 22,0 versiyonu kullanılmıştır.



3. BULGULAR

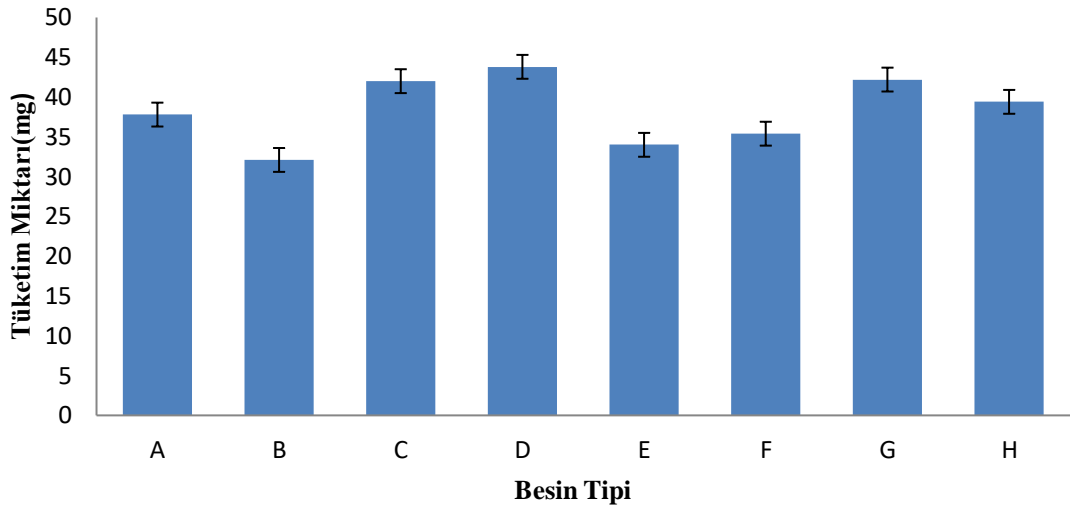
3.1. Besin Tüketimi ve Larva Gelişimi

A. alni larvaları, her besin grubu için 10 larva olacak şekilde 8 farklı besin grubunda beslenmiştir. Farklı diyetlerle beslenen *A. alni* larvalarının, tüketilen besin miktarı (mg), pupa ham protein miktarı (mg) pupa kuru ağırlıkları (mg), pupa lipit miktarları (mg) ve gelişim süreleri (gün) ile standart hataları Tablo 4'te görülmektedir.

Tablo 4. Farklı diyetlerle beslenen *Agelastica alni* larvalarının, tüketim miktarı (mg), pupa ham protein miktarı (mg) pupa kuru ağırlığı (mg), pupa lipit miktarları(mg) ve gelişim süreleri(gün)

Besin Tipi	Tüketim Miktarı (mg) (Ort.±St.Hata)	Pupa Ham Protein Miktarı (mg) (Ort.±St.Hata)	Pupa Kuru Ağırlığı (Ort.±St.Hata)	Pupa Lipit Miktarı (mg) (Ort.±St.Hata)	Gelişme Süresi(gün) (Ort.±St.Hata)
A (V/T)	37,76 ±1,05	1,51 ± 0,09	2,92± 0,18	0,82± 0,08	16,6 ±0,92
B (0.5V/T)	32,12 ±1,19	1,34 ± 0,09	2,87± 0,21	0,65± 0,07	11,5±0,67
C (2V/T)	42,00 ± 1,62	1,90 ± 0,15	3,64± 0,24	1,06± 0,07	8,7±0,47
D (V/0.5T)	43,85 ± 1,56	1,62 ± 0,05	2,73± 0,17	0,76± 0,07	11,9±1,14
E (V/2T)	33,98 ± 0,58	1,47 ± 0,10	2,30± 0,12	0,3± 0,02	16,4±0,65
F(0.5V/0.5T)	35,43 ±1,23	1,47 ± 0,10	2,75± 0,13	0,79± 0,06	8,9±0,35
G (V/-T)	42,19 ±0,72	1,50 ± 0,07	2,64± 0,08	0,61± 0,06	22,7±0,78
H (-V/T)	39,41 ±1,36	1,30 ± 0,11	3,24± 0,15	0,75± 0,08	14,8±0,25

Larvaların tükettikleri diyet miktarları incelendiğinde, en fazla tüketim miktarı D (V/0.5T) diyetinde, en az tüketim miktarının ise B (0.5V/T) diyetinde olduğu görülmektedir (Şekil 7, Tablo 4).



Şekil 7. Farklı diyetlerle beslenen larvaların tüketim miktarları (mg).

Farklı diyetlerde beslenen larvaların tüketim miktarları arasında önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir (ANOVA $F= 12.32$; $p < 0.01$) (Tablo 5). Tüketim miktarı TUKEY testi sonuçlarına göre H (-V/T), C (2V/T) diyetlerinin tüketim miktarları ile A (V/T) diyetinin tüketim miktarları arasında bir fark tespit edilmemiştir. Fakat B(0.5V/T) diyetinin tüketim miktarı A (V/T), H (-V/T), C (2V/T) ve G (V/-T) diyetlerinin tüketim miktarlarından farklıdır (Tablo 6).

Tablo 5. Farklı diyetlerle beslenen larvaların anova testi sonuçları.

Değişkenler		Serbestlik derecesi	Frekans	Anlamlılık
Tüketim Miktarı	Gruplar arası	7	12,320	,000
	Gruplar içi	72		
	Toplam	79		
Pupa Protein Miktarı	Gruplar arası	7	3,517	,003
	Gruplar İçi	72		
	Toplam	79		

Tablo 6. Farklı oranlarda tuz karışımı ve vitamin karışımları içeren diyetlerle beslenen larvaların son larva dönemindeki tüketim miktarı (mg) tukey testi sonuçları (p<0.05).

Diyet	N	1	2	3	4	5
B (0,5V/T)	10	32,120				
E (V/2T)	10	33,980	33,980			
F (0,5V/0,5T)	10	35,430	35,430	35,430		
A (V/T)	10		37,760	37,760	37,760	
H (-V/T)	10			39,410	39,410	39,410
C (2V/T)	10				42,000	42,000
G (V/-T)	10				42,190	42,190
D (V/0.5T)	10					43,850

Diyetin tuz oranı, vitamin oranı, diyetle alınan vitamin miktarı larvaların tüketim miktarını etkilemektedir (Tablo 7, Tablo 8 ve Tablo 9). Fakat diyetle alınan tuz miktarı larvaların besin tüketimini etkilememektedir (Tablo 10). Diyetteki tuz oranı larvaların tüketim miktarını negatif yönde etkilerken ($r=-0.71$, $p<0.01$), (Tablo 7), diyetteki vitamin oranı tüketim miktarını pozitif yönde etkilemektedir ($r=0.34$, $p<0.05$, Tablo 9). Alınan vitamin miktarı da larvaların tüketim miktarını artırmaktadır ($r=0.50$, $p<0.01$), (Tablo 9).

Tablo 7. Farklı diyetlerle beslenen *Agelastica alni* larvalarının diyetteki tuz oranı ve tüketim miktarı korelasyon sonucu (**p<0.01).

Değişkenler	Diyetin Tuz Oranı	Tüketim Miktarı
Diyetin Tuz Oranı	Pearson Korelasyonu	1
	Anlamlılık (2- kuyruklu)	-,707**
	N	,000
		40

Tablo 8. *Agelastica alni* farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; alınan vitamin miktarı, tüketim miktarı (mg) kuru pupa miktarı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları (*p<0.05, **p<0.01).

Değişkenler		Alınan Vitamin Miktarı	Diyet Tüketim Miktarı	Pupa Kuru Ağırlığı	Pupa Lipit Miktarı	Ham Pupa Protein Miktarı	Gelişme Süresi
Alınan Vitamin Miktarı	Pearson Korelasyonu	1	,494**	,178	,285*	,473**	-,077
	Anlamlılık (2-kuyruklu)		,000	,115	,010	,000	,496
	N	80	80	80	80	80	80
Diyet Tüketim Miktarı	Pearson Korelasyonu		1	,187	,301**	,192	,157
	Anlamlılık (2-kuyruklu)			,097	,007	,088	,164
	N		80	80	80	80	80
Pupa Kuru Ağırlığı	Pearson Korelasyonu			1	,544**	,439**	-,305**
	Anlamlılık (2-kuyruklu)				,000	,000	,006
	N			80	80	80	80
Pupa Lipit Miktarı	Pearson Korelasyonu				1	,168	-,368**
	Anlamlılık (2-kuyruklu)					,135	,001
	N				80	80	80
Ham Pupa Protein Miktarı	Pearson Korelasyonu					1	-,171
	Anlamlılık (2-kuyruklu)						,129
	N					80	80
Gelişme Süresi	Pearson Korelasyonu						1
	Anlamlılık (2-kuyruklu)						
	N						80

Tablo 9. *Agelastica alni* farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; diyetin vitamin oranı, tüketim miktarı (mg) kuru pupa miktarı(mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları (*p<0.05, **p<0.01).

Değişken		Diyet Vitamin Oranı	Diyet Tüketim Miktarı	Pupa Kuru Ağırlığı	Ham Pupa Lipit Miktarı	Pupa Protein Miktarı	Gelişme Süresi
Diyet Vitamin Oranı	Pearson Korelasyonu	1	,342*	,277	,503**	,564**	-,510**
	Anlamlılık (2-kuyruklu)		,031	,084	,001	,000	,001
	N	40	40	40	40	40	40
Diyet Tüketim Miktarı	Pearson Korelasyonu		1	,336*	,380*	,293	,019
	Anlamlılık (2-kuyruklu)			,034	,016	,066	,909
	N		40	40	40	40	40
Pupa Kuru Ağırlığı	Pearson Korelasyonu			1	,346*	,524**	-,415**
	Anlamlılık (2-kuyruklu)				,029	,001	,008
	N			40	40	40	40
Pupa Lipit Miktarı	Pearson Korelasyonu				1	,286	-,248
	Anlamlılık (2-kuyruklu)					,074	,123
	N				40	40	40
Ham Pupa Protein Miktarı	Pearson Korelasyonu					1	-,329*
	Anlamlılık (2-kuyruklu)						,038
	N					40	40
Gelişme Süresi	Pearson Korelasyonu						1
	Anlamlılık (2-kuyruklu)						
	N						40

Tablo 10. *Agelastica alni* farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; alınan tuz miktarı, tüketim miktarı (mg) kuru pupa miktarı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişim süresi (gün) korelasyon sonuçları (*p<0.05, **p<0.01).

Değişkenler		Diyet Tüketim Miktarı	Pupa Kuru Ağırlığı	Pupa Lipit Miktarı	Ham Pupa Protein Miktarı	Gelişme Süresi	Alınan Tuz Miktarı
Diyet Tüketim Miktarı	Pearson Korelasyonu	1	,187	,301**	,192	,157	-,210
	Anlamlılık (2-kuyruklu)		,097	,007	,088	,164	,062
	N	80	80	80	80	80	80
Pupa Kuru Ağırlığı	Pearson Korelasyonu		1	,544**	,439**	-,305**	,019
	Anlamlılık (2-kuyruklu)			,000	,000	,006	,868
	N		80	80	80	80	80
Pupa Lipit Miktarı	Pearson Korelasyonu			1	,168	-,368**	-,192
	Anlamlılık (2-kuyruklu)				,135	,001	,088
	N			80	80	80	80
Ham Pupa Protein Miktarı	Pearson Korelasyonu				1	-,171	-,007
	Anlamlılık (2-kuyruklu)					,129	,954
	N				80	80	80
Gelişme Süresi	Pearson Korelasyonu					1	-,170
	Anlamlılık (2-kuyruklu)						,131
	N					80	80
Alınan Tuz Miktarı	Pearson Korelasyonu						1
	Anlamlılık (2-kuyruklu)						
	N						80

Tablo 11. *Agelastica alni* farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; diyetin tuz oranı, kuru pupa ağırlığı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), ve gelişme süresi (gün) korelasyon sonuçları (*p<0.05, **p<0.01).

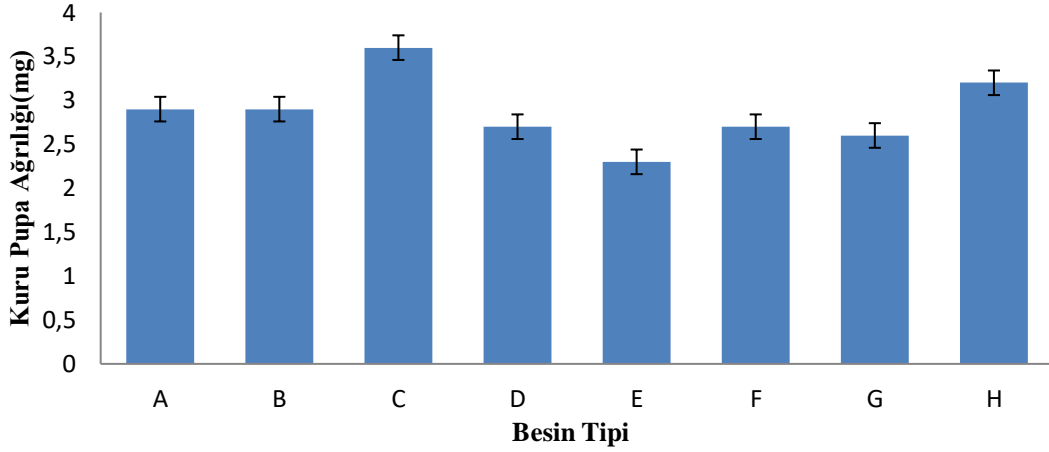
Değişkenler		Diyetin Tuz Oranı	Pupa Kuru Ağırlığı	Pupa Lipit Miktarı	Ham Pupa Protein Miktarı	Gelişme Süresi
Diyetin Tuz Oranı	Pearson	1	-,263	-,465**	-,104	-,275
	Korelasyonu					
	Anlamlılık (2-kuyruklu)		,101	,002	,521	,086
	N	40	40	40	40	40
Pupa Kuru Ağırlığı	Pearson		1	,601**	,221	-,163
	Korelasyonu					
	Anlamlılık (2-kuyruklu)			,000	,171	,316
	N		40	40	40	40
Pupa Lipit Miktarı	Pearson			1	-,001	-,179
	Korelasyonu					
	Anlamlılık (2-kuyruklu)				,996	,270
	N			40	40	40
Ham Pupa Protein Miktarı	Pearson				1	-,145
	Korelasyonu					
	Anlamlılık (2-kuyruklu)					,372
	N				40	40
Gelişme Süresi	Pearson					1
	Korelasyonu					
	Anlamlılık (2-kuyruklu)					
	N					40

Korelasyon testi sonuçlarına göre larvaların tüketim miktarı, pupa kuru ağırlığını etkilememektedir ve gelişim süresini etkilememektedir ($p>0.05$, Tablo 12).

Tablo 12. *Agelastica alni* farklı diyetlerle beslenmesi sonucu; tüketilen besin miktarı (mg), pupa kuru ağırlığı (mg), pupa lipit miktarı (mg), ham pupa protein miktarı (mg), gelişme süresi (gün) korelasyon sonuçları (* $p<0.05$, ** $p<0.01$).

Değişkenler		Tüketim Miktarı	Pupa Kuru Ağırlığı	Pupa Lipit Miktarı	Ham Pupa Protein Miktarı	Gelişme Süresi
Tüketim Miktarı	Pearson	1	,187	,301**	,192	,157
	Korelasyonu Anlamlılık (2-kuyruklu)		,097	,007	,088	,164
	N	80	80	80	80	80
Pupa Kuru Ağırlığı	Pearson		1	,544**	,439**	-,305**
	Korelasyonu Anlamlılık (2-kuyruklu)			,000	,000	,006
	N		80	80	80	80
Pupa Lipit Miktarı	Pearson			1	,168	-,368**
	Korelasyonu Anlamlılık (2-kuyruklu)				,135	,001
	N			80	80	80
Pupa Protein Miktarı	Pearson				1	-,171
	Korelasyonu Anlamlılık (2-kuyruklu)					,129
	N				80	80
Gelişme Süresi	Pearson					1
	Korelasyonu Anlamlılık (2-kuyruklu)					
	N					80

Farklı konsantrasyonlarda tuz ve vitamin karışımı içeren diyetlerle beslenen larvaların kuru pupa ağırlıkları Şekil 8’da görülmektedir. En yüksek kuru pupa ağırlığı C(2V/T) diyetiyle beslenen larvalarda, en az kuru pupa ağırlığı ise E (V/2T) diyetiyle beslenen larvalarda tespit edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Farklı diyetlerle beslenen larvaların pupa kuru ağırlıkları (mg).

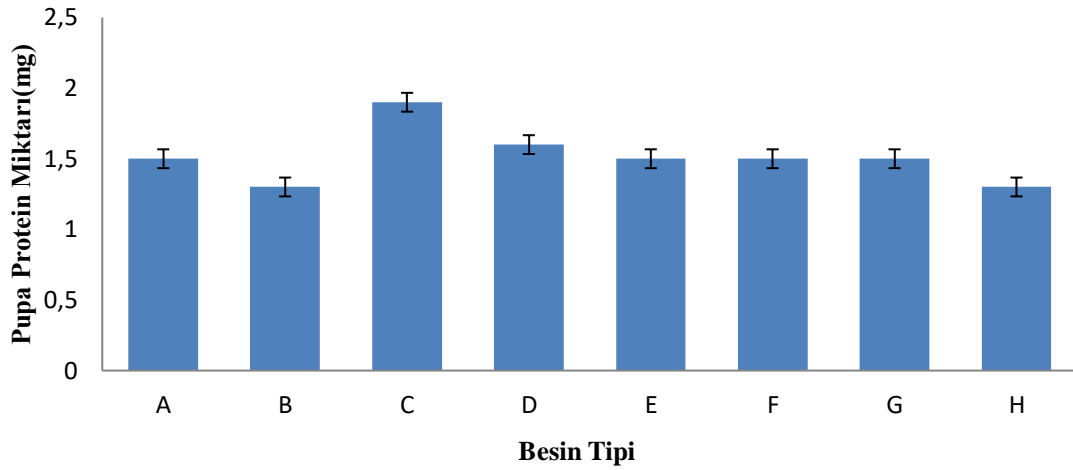
Pupa kuru ağırlığı, pupa lipit miktarı ve gelişim süresi değerleri normal dağılım göstermediği için gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için Man Whitney U testi yapılmıştır. Man Whitney U testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir. Analiz sonucuna göre; farklı diyetlerle beslenen larvaların pupa kuru ağırlıkları birbirinden farklılık göstermektedir ($p < 0.05$). A (V/T) diyetiyle beslenen larvaların pupa ağırlıkları B(0,5V/T), F (0,5V/0,5T), G (V/-T) ve H (-V/T) diyetindeki pupa ağırlıklarından önemli derecede farklılık göstermemektedir. Benzer şekilde B (0,5V/T) diyetindeki kuru pupa ağırlıkları da D (V/0,5T) ve E(V/2T) diyetinden farklı değildir (Tablo 13).

Tablo 13. Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının pupa kuru ağırlığı (mg), pupa lipit miktarı (mg), gelişim süreleri (gün) ve Man Whitney U testi sonuçları(*p<0.05)

Besin Tipi	Pupa Kuru Ağırlığı (Ort.±St.Hata)	Pupa Lipit Miktarı (mg) (Ort.±St.Hata)	Gelişme Süresi(gün) (Ort.±St.Hata)
A (V/T)	2,92± 0,18	0,82± 0,08	16,6 ±0,92
B (0.5V/T)	2,87± 0,21	0,65± 0,07	11,5±0,67
C (2V/T)	3,64± 0,24	1,06± 0,07	8,7±0,47
D (V/0.5T)	2,73± 0,17	0,76± 0,07	11,9±1,14
E (V/2T)	2,30± 0,12	0,3± 0,02	16,4±0,65
F (0.5V/0.5T)	2,75± 0,13	0,79± 0,06	8,9±0,35
G (V/-T)	2,64± 0,08	0,61± 0,06	22,7±0,78
H (-V/T)	3,24± 0,15	0,75± 0,08	14,8±0,25

Korelasyon testi sonuçlarına göre; diyetin tuz oranı, vitamin oranı, alınan tuz ve vitamin miktarları, larvaların pupa kuru ağırlığını etkilememektedir (Tablo 8, Tablo 9, Tablo 10 ve Tablo 11).

Farklı diyetlerle beslenen larvaların ham pupa protein miktarları (mg) Şekil 9'de verilmiştir. En fazla pupa protein miktarı C (2V/T) diyeti ile beslenen larvalarda, en az pupa protein miktarı ise B (0,5V/T) diyetinde beslenen larvalarda tespit edilmiştir.



Şekil 9. Farklı diyetlerle beslenen larvaların ham pupa protein miktarları (mg)

Farklı diyetlerdeki pupa protein miktarları birbirinden farklılık göstermektedir (ANOVA, $F=3,52$, $p<0.05$). Diğer diyetlerle beslenen larvaların pupa protein miktarları; A (V/T) diyetinde beslenen larvaların pupa protein miktarından önemli derecede farklılık göstermemektedir. Sadece B (0,5V/T) ve H (-V/T) diyetlerinde beslenen larvaların pupa protein miktarı C (2V/T) diyetinden farklıdır (Tablo 14).

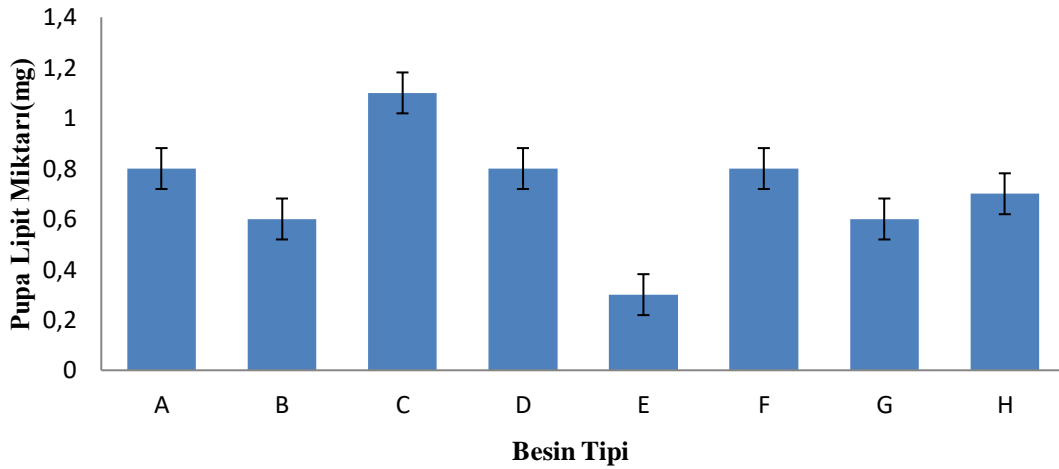
Tablo 14. Farklı diyetlerle beslenen larvaların ham pupa protein miktarı TUKEY testi sonuçları ($p<0.05$).

Diyet	N	1	2
H (-V/T)	10	1,30	
B (0,5V/T)	10	1,34	
E (V/2T)	10	1,47	1,47
F (0,5V/0,5T)	10	1,47	1,47
G (V/-T)	10	1,50	1,50
A (V/T)	10	1,51	1,51
D (V/0,5T)	10	1,62	1,62
C (2V/T)	10		1,90

Diyetin vitamin oranı ve alınan vitamin miktarı pupa ham protein miktarını etkilerken (Tablo 8 ve Tablo 9), diyetin tuz oranı ve alınan tuz miktarı pupa protein miktarını etkilememektedir (Tablo 10 ve Tablo 11). Hem diyetin vitamin oranının ($p<0,01$), hem de alınan vitamin miktarının artışıyla ($p<0,01$), pupa ham protein miktarı

artış göstermiştir. Korelasyon testi sonuçlarına göre, tüketim miktarı ile pupa ham protein miktarı arasında bir ilişki tespit edilememiştir ($p>0,05$, Tablo 12). Fakat pupa kuru ağırlığı artışı ile pupa ham protein miktarı artmaktadır (Tablo 12).

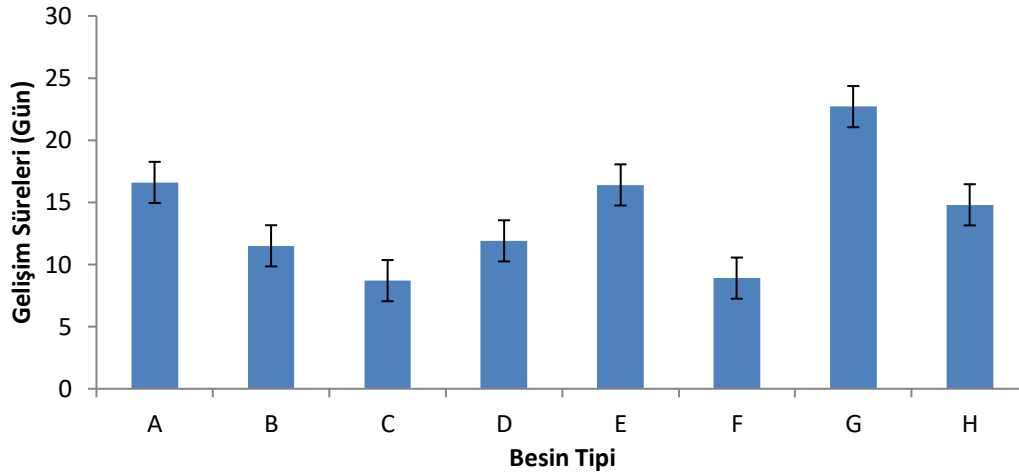
Farklı diyetlerdeki pupa lipit miktarı incelendiğinde, en yüksek miktar C (2V/T) diyetinde, en düşük miktar ise E (V/2T) diyetinde tespit edilmiştir (Şekil 10). Pupa lipit miktarı verileri normal dağılım göstermemektedir.



Şekil 10. Farklı besinlerle beslenen larvaların kuru pupa lipit miktarları (mg).

Bu nedenle önce Kruskal Wallis testi yapılmış ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Diyetler arasında farklılık olup olmadığını belirlemek için yapılan Man Whitney U testi sonuçlarına göre C (2V/T) diyetinde beslenen larvalarla E (V/2T) diyetinde beslenen larvaların pupa lipit değerleri birbirinden farklılık göstermektedir (Tablo 13). Alınan vitamin miktarı, diyetin vitamin oranı ve diyetin tuz oranı pupa lipit miktarını etkilemektedir (Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 11). Fakat alınan tuz miktarının pupa lipit miktarını etkilemediği tespit edilmiştir (Tablo 10). Diyetin vitamin oranı ($r=0,503$, $p<0,01$) ve alınan vitamin miktarının ($r=0,285$, $p<0,05$) artışı ile pupa lipit miktarı artmaktayken; diyetin tuz oranıyla pupa lipit miktarı azalmaktadır ($r=-0,465$). Tüketim miktarının artışıyla pupa lipit miktarı artış göstermektedir ($r=0,302$, $p<0,01$, Tablo 12). Benzer şekilde pupa kuru ağırlığı ile pupa lipit miktarı arasında da pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir ($r=0,544$, $p<0,01$) (Tablo 12). Fakat pupa lipit miktarı ile pupa protein miktarı arasında bir ilişki tespit edilememiştir (Tablo 12).

Larvaların farklı diyetlerdeki gelişim süreleri incelendiğinde; en uzun gelişim süresi G(V/-T) diyetleriyle beslenen larvalarda belirlenmiş, en kısa gelişim süresi ise C (2V/T) diyetleriyle beslenen larvalarda belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Farklı diyetlerle beslenen larvaların gelişme süreleri (gün).

Gelişim süreleri verileri normal dağılım göstermediği için Kruskal Wallis testi yapılmış ve anlamlı sonuçlara ulaşılmıştır. Man Whitney U testi sonuçlarına göre A(V/T), E (V/2T) ve H (-V/T) diyetlerinde larvaların gelişim süreleri arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. D (V/0,5T) ve F (0,5V/0,5T) diyetlerindeki gelişim süresi de birbirlerinden önemli derecede farklılık göstermemektedir (Tablo 13). Alınan vitamin miktarı, alınan tuz miktarı ve diyetin tuz oranı larvaların gelişim süresini etkilememektedir (Tablo 8, Tablo 10 ve Tablo 11). Fakat diyetin vitamin oranı arttıkça larvaların gelişim süresi kısalmaktadır ($r=-0,510$, $p<0,01$), (Tablo 9). Pupa kuru ağırlığı ($r=-0,305$, $p<0,01$) ve pupa lipit miktarı ($r=-0,368$, $p<0,01$) arasında da negatif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 12). Fakat tüketim miktarı ve pupa protein miktarı ile gelişim süresi arasında herhangi bir ilişki yoktur (Tablo 12).

Sonuç olarak; farklı vitamin ve tuz oranlarına sahip diyetlerle beslenen larvaların tüketim miktarlarında ve gelişim düzeylerinde farklılıklar belirlenmiştir. Diyetin tuz oranı larvaların tüketim miktarını olumsuz yönde etkilerken, diyetin vitamin oranı ve alınan vitamin miktarı pozitif yönde etkilemektedir. Pupa kuru ağırlığını etkileyen tek faktör olarak tüketim miktarı tespit edilmiştir. Pupa lipit miktarı, alınan vitamin miktarından ve diyetin vitamin oranından pozitif şekilde etkilenirken; diyetin tuz oranı tüketim

miktarında olduğu gibi lipit miktarını da negatif yönde etkilemiştir. Diyetin vitamin oranının artışı gelişim süresini de kısaltmaktadır. Gelişim süresi uzadıkça, kuru pupa ağırlığı ve ham pupa protein miktarı azalmaktadır.



4. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışmamızda; *A. alni* larvalarının besin tüketim miktarına, ham pupa protein miktarına, pupa lipit miktarına, pupa kuru ağırlığına ve larva gelişim süresine vitamin ve tuz karışımlarının etkisi araştırılmıştır. Tuz ve vitamin başta olmak üzere mikrogıdaların böcekler için önemli rollere sahip oldukları bilinmektedir (Yanar ve Bilgener, 2012) Mikrogıdalar doğrudan doğruya larvalar üzerinde depo ve yaşamsal faaliyet maddesi olarak değil, makrogıdaların alımına, işlenmesini ve metabolizmaya katılması üzerinde etkileri olduğu bilinmektedir (Behmer ve Joern, 1993).

Çalışma sonuçlarına göre; diyetteki tuz oranının artmasıyla larvaların tüketim miktarı azalmaktadır. Davranışsal ve fizyolojik çalışmalar; herbivor böceklerin farklı tuz konsantrasyonuna sahip besinleri kolayca ayırt edebildiklerini desteklemektedir. Düşük tuz konsantrasyonları hayvanlar için gereklidir; lakin yüksek konsantrasyonlar zararlı olabilirler (Pontes vd., 2017, Wang vd., 2014). Diyetteki tuz oranının artışı larvalar için diyeti caydırıcı hale getirmiş olabilir. Dolayısıyla da larvanın tüketim miktarı tuz oranının artışıyla birlikte tüketim miktarı azalmış olabilir. Yine dengeli diyete göre C (2V/T), D(V/0,5T) ve G (V/-T) diyetleriyle larvaların daha fazla besin tükettiği görülmektedir. Bu durumda larvanın yaşamsal ve eşeysel faaliyetlerini tamamlamak için tuz karışımı oranı kısıtlanmış besinlerle daha fazla beslenme eğilimine girmiş olduğu düşünülebilir. Bernays, (1998), tuzların, hayvanların yaşamı devam ettirmesinde ve beslenmesinde önemli rol oynayan madde olduklarını, bir besinin kabul edilebilirliğinde tat reseptörlerinin görevini yerine getirebilmesinde temel madde olduklarını tespit etmiştir. Düşük konsantrasyonda ise böcekler için gereklidir. Fakat yüksek konsantrasyonda zararlı olabildiğini tespit etmişlerdir (Pontes vd., 2017). Çalışma sonuçlarımıza göre; larvaların tüketim miktarı, düşük oranda tuz içeren veya hiç tuz içermeyen diyetlerde daha fazladır. Diyetinde düşük oranda bulunan tuz miktarı beslenmeyi uyarıcı etki yapmış olabilir. Fakat bu durum Pontes vd. (2017)'nin çalışmasından farklılık göstermektedir. Pontes vd. (2017), diyetinde tuz eksikliğinin diyetin reddine neden olabileceğini ileri sürmüştür. Bizim sonucumuza göre; kontrol diyetine göre daha az miktarda tuz içeren diyet daha fazla tüketilmiştir.

Vitamin oranı tuzdan fazla olan diyetlerin, kontrol diyetine göre fazla tüketilmesi, vitaminin beslenmeyi artırıcı etkisi olduğu varsayımı ile açıklanabilir. Etebari ve Matindoost (2004), *Bombyx mori* ile yapmış oldukları çalışmada vitamin miktarının bu türün tüketim miktarını artırdığını tespit etmiştir. Hiç vitamin karışımı içermeyen H (-V/T) diyetinin de dengeli besinden fazla tüketilmiş olması “*telafi edici beslenme*” nin sonucu olarak düşünülebilir. Telafi edici beslenmede; hayvanlar gerekli gıdaların düşük konsantrasyonda bulunması durumunda açığı kapatmak için tüketim miktarını artırabilir (Bernays, 1998). Yine *Helicoverpa armigera* larvalarının telafi edici beslenme ile eksik olan sodyum ihtiyaçlarını giderdiklerini belirlemişlerdir (Kai, 2010).

Çalışmada kuru pupa ağırlığı en fazla olan, tüketim miktarını da en fazla gerçekleştiren D(V/0,5T) ve C (2V/T) diyeti ile beslenen larvalarda olduğu görülmektedir. En fazla kuru pupa ağırlığının en fazla tüketim gerçekleştiren D(V/0,5T) yerine C (2V/T) diyeti ile beslenen larvalarda görülmesi, literatür ile uygunluk içerisinde. Bu sonuç, tüketilen besinlerin larvalar tarafından biyokütleye dönüştürülebildiğinin göstergesidir. Bazı vitaminler, besinlerin sindirilebilirliğini; dolayısıyla da kütle artırmaktadır (Etebari ve Matindoost, 2004). Benzer şekilde Evangelista vd. (1997), multivitamin uygulaması ile larva pupa ağırlıklarının artırdığını tespit etmişlerdir. Multivitamin; vitamin, mineralleri ve diğer besin elementleri ile birlikte bir besin takviyesi olarak kullanılmak üzere hazırlanmış bir içeriştir. En az kuru pupa ağırlığı, yine en az tüketim gösteren E (V/2T) diyeti ile beslenen larvalarda görülmüştür. Bu diyetle beslenen larvaların pupa lipit miktarının da az oluşu bu sonucu desteklemektedir. İlginç olan durum, tüketilen vitamin miktarı ya da diyetin vitamin oranı ile aynı şekilde tüketilen tuz miktarı ya da diyetin tuz oranı ile pupa kuru ağırlığı arasında bir ilişkinin tespit edilememesidir. Bu sonuç, literatürden farklılık göstermektedir. (Chang ve Li, 2004). B vitaminlerinin kuru pupa ağırlığını artırdığını belirtmiştir. Larvaların pupa kuru ağırlıklarının artmamasının nedeni fazla miktarda alınan diyetin dışarı atılmasından kaynaklanabilir.

Pupa lipit miktarı incelediği zaman, kontrol diyeti olan A (V/T) diyetine göre en fazla lipit miktarı C (2V/T) diyeti ile beslenen larvalarda görülmektedir. Bu durum tüketim miktarının da fazla olmasıyla desteklenebilir. Aynı zamanda en düşük lipit miktarının, en düşük tüketim gösterilen E (V/2T) diyetiyle beslenen larvalarda olması

kuru pupa ağırlığında olduğu gibi bu durumu da desteklemektedir. Literatürle uygunluk gösteren çalışmada, Chang ve Li (2004), *Ceratitis capitata* ile Etebari ve Matindoost (2004), *Bombyx mori* ile yaptıkları çalışmada vitamin oranının artıkça lipit miktarının arttığını tespit etmişlerdir. Bu durum, alınan vitamin miktarının diyetin kullanılabilirliğini artırması ile ilgili olabilir. Fakat tüketilen tuz miktarı lipit miktarına etki etmese de diyetin tuz oranı, vitamin oranından farklı olarak pupa lipit miktarını negatif yönde etkilemektedir. Tuz oranı larvanın diyeti reddetmesine neden olduğu için, tüketim miktarının azalmasına dolayısıyla diyetin yeterli miktarda kullanılmamasına neden olmuş olabilir. Bu durum da lipit miktarının azalmasına neden olmuş olabilir.

Larvaların, diyetdeki vitamin oranı artıkça tüketim miktarı, pupa protein, pupa lipit miktarı artmaktadır. Bu nedenle *A. alni* larvalarının ilkbaharda yeni filizlenen yaprakları besin unsuru olarak seçmelerinin bir nedeni vitamin ve diğer minerallerin artışı olabilir (Tischler, 1977). Bitkilerde vitaminler ya oldukları gibi ya da provitamin şeklinde bulunurlar. Provitaminler, organik bileşiktir, ihtiyaç durumunda vitamene dönüştürürler. Bitkiler, basit bileşenlerden uygun karbon, azot, mineral ve enerji kaynağı olarak ihtiyaç duyulan tüm maddeleri sentezleyebilir (Tischler, 1977). Mayıs-Haziran döneminde larvaların pik yapması bu durumla açıklanabilir

Pupa ham protein miktarı, alınan vitamin miktarı ve diyetin vitamin oranının artması ile artış göstermektedir. A (V/T), E (V/2T), G (V/-T) ve F(0,5V/0,5T) diyetleri ile beslenen larvaların aynı protein miktarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Tüketilen besin miktarları arasında farklılıklar olmasına rağmen protein miktarlarının yakın değerler göstermesi azot ve proteinin yaşamsal öneminden kaynaklanabilir. Benzer çalışmalarda pupa protein miktarı çok fazla incelenmemektedir. Fakat gıda içeriği farklı olan diyetlerle beslenen canlılarda pupa protein içeriğine bakılması, gıda düzenlemesinin anlaşılması açısından oldukça önemlidir (Raubenheimer ve Simpson, 2003). Protein, organizmalar için enzim üretimi, savunma mekanizması ve büyüme için önemli bir azot ve metabolik enerji kaynağıdır (Nestel vd., 2004). Bunun dışında yapısal amaçlar için de kullanılırlar. Azot proteinlerin zar yapısına katılır ve genetik kodlama gibi metabolik faaliyetlerde görev yaptığı için canlıların gelişiminde rol oynayan önemli bir elementtir (Mattson, 1980). Ayrıca, pupa protein miktarının ve ergin bireyin sayısının fazla olması, bireyin fekonditesi hakkında da fikir verebilir.

En uzun gelişim süresi tuz içermeyen G (V/-T) diyeti ile beslenen larvalarda olduğu görülmüştür. En kısa gelişim süresi ise C(2V/T) diyeti ile beslenen larvalarda görülmüştür. Fakat alınan vitamin miktarı, alınan tuz miktarı ve diyetin tuz oranı larvaların gelişim süresini etkilememektedir. Diyetin vitamin oranı arttıkça, larvaların gelişim süresi kısalmaktadır. Bu sonuç, tuz oranı ve miktarı bakımından literatür ile farklılık göstermektedir. Pontes vd. (2017), *Rhodnius prolixus* böceğine, tuz konsantrasyonunun 0,1-0,15 molar en optimal beslenme ve büyümeyi sağladığını belirtmiştir. Tuz konsantrasyonunun 0,3 molardan fazla olması ya da tuzun diyet içerisinde hiç bulunmamasının beslenme ve gelişmeyi inhibe ettiğini belirtmiştir. Bunun sonucunda, larvaların pupa olmadan öldüğü belirlenmiştir. Bu sonuçtan farklı olarak çalışmamızda; tuzdan yoksun diyetlerle beslenen larvaların gelişimleri, kontrol larvalarına daha göre uzun sürmesine rağmen gelişimlerini tamamlayabilmişlerdir. G (V/-T) diyeti ile beslenen larvaların pupa lipit miktarı ve kuru pupa ağırlığı bakımından E (V/2T) diyeti ile birlikte çalışma grubunun en az ağırlıklarına sahip larvalar olması gelişim sürelerinin uzun olmasından dolayı olduğu düşünülebilir. Tuzun gelişimi tamamlamak için gerekli olmadığı anlaşılmıştır. Bu durum Jose ve vd. (2014), yayınladığı bulgular ile uygunluk göstermektedir. *Hyblaea puera* larvaları ile yaptıkları çalışmada, tuz karışımının kuru pupa ağırlığını az miktarda artırmış olduğu; fakat hayatta kalma, gelişim süresine ve sağkalım oranına etkisi olmadığını tespit etmişlerdir.

Sonuç olarak; farklı vitamin ve tuz oranlarına sahip diyetlerle beslenen larvaların tüketim miktarlarında ve gelişim performanslarında farklılıklar belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Ahsan, M., Khan, A. and Ferdous, T., 2013.** Growth and development of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. on vitamin B and C supplemented diet. Bangladesh Journal of Zoology, 41(2), 199-206.
- Aksoy, H.A., Bahadıroğlu, C. ve Kayabaşı, R., 2015.** X-ışınının *Sesamia nonagrioides Lefebvre* (Lepidoptera: Noctuidae)'nın Pupalarında Toplam Protein, Karbonhidrat ve Lipit Miktarına Etkileri Üzerine Araştırmalar. Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 5 (1) , 14-23.
- Allen, S.G., 1986.** Blackwell Scientific Publications, Oxford. Chemical AnalysisIn: Champman, S.B.(Eds) Methods in plant Ecology, 411-466.
- Arrese, E. and Soulages, J., 2010.** Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. Department of Biochemistry and Molecular Biology, 55, 207-25.
- Baxter, I., 2009.** Ionomics: studying the social network of mineral nutrients. Curr Opin Plant Biol, 12, 381–386.
- Behmer, S. and Joern, A., 1993.** Diet choice by a grass-feeding grasshopper based on the need for a limiting nutrient. Functional Ecology, 522-527.
- Bernays, E., 1998.** Evolution of feeding behaviour in insect herbivores. Bioscience, 48, 35-45.
- Bernays, E. and Lee, J.C., 1988.** Food aversion learning in the polyphagous grasshopper *Schistocerca Americana*. Physiol. Entomol, 13, 127-131.
- Bowdish, T. and Stiling, P., 1997.** The influence of salt and nitrogen on herbivore abundance: direct and indirect effects. Department of Biology, University of South Florida, 403-404.
- Chang, C.L. and Li, Q.X., 2004.** Dosage effects between dietary niacin and other B vitamins on. Entomological Society of America, 536-540.
- Chapman, R., 1971.** The insect: structure and function. New York, American Elsevier Publishing Company Inc, s. 819.
- Chapman, R., 1998.** The Insects. Structure and Function. 4th edition. Cambridge University Press, s. 770.
- Chen, L. and Fadamiro, H.Y., 2006.** Comparing the effects of five naturally occurring monosaccharide and oligosaccharide sugars on londevity and carbohydrate nutrient levels of a parasitic phorid fly. Physiol. Entomol, 31, 6-56.

- Cohen, A.C., 2015.** Insect diets. Insect diets and technology, 36-45.
- Dethier, V., 1976.** The importance of stimulus patterns for host-plants recognition and acceptance. Symp. Biol. Hung. Department of Biology Princeton University. Princeton. USA, 16, 67-70.
- Dursun, O., 2009.** DDVP' nin (Dichlorvos) subletal dozlarının *Galleria mellonella* L.' nin protein, lipid ve karbohidrat düzeyine etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Adana, Türkiye, 20-30.
- Etebari, K. and Matindoost, L., 2004.** Effects of hypervitaminosis of vitamin B3 on silkworm biology. Department of Entomology, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran, 417-422.
- Etebari, K. and Matindoost, L., 2005.** Application of multi-vitamins as supplementary nutrients on biological and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. Asia-Pacific Entomol, 107-112.
- Evangelista, A., Carvalho, A. and Takahashi, R., 1997.** Performance of silkworm (*Bombyx mori* L.) fed with vitamin c and mineral. Revista de Agriculture 72(2), 199-202.
- Firidin, B. ve Mutlu, C., 2009.** Nitrogen utilization pattern and degradation capability of some plant secondary metabolites by *Agelastica alni* L. (Coleoptera: Chrysomelidae). Journal of Entomological Research Society, 1(2), 1-15.
- Firidin, B., 2008.** Değişik besin kalitesindeki kızılbaş, salkım söğüt ve fındık yapraklarının *Agelastica alni* (Coleoptera: Chrysomelidae)'nin beslenme ve gelişimine etkisi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Trabzon, Türkiye. 112 s., 96-111.
- Gelperin, A., 1966.** Control of crop emptying in the blow fly. Journal of Insect Physiology 12, 331-345.
- Gullan, P. and Cranston, P.S., 2005.** The Insects: An Outline of Entomology. 3rd ed., Blackwell Publishing Ltd., 511.
- Hagedorn, H. H., 1992.** Purification and characterization of pyruvate carboxylase from the honey bee and some properties of related biotin-containing proteins in other insects. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 19, 53-65.
- Harrison, J., Woods, H.A. and Roberts, S.P., 2012.** 2 Ecological and Environmental Physiology of Insect. Oxford University Press, USA.
- Hartman, T., 1996.** Diversity and variability of plant secondary metabolism. A mechanistic Entomol, 80, 177-188.

- Hilker, M. and Meiners, T., 2011.** Plantandinsecteggs: How do they affect each other .
Phytochemistry, 72, 1612-1622.
- House, H., 1965.** Insect Nutrition. in M. Rockstein (Ed.), Physiology of Insecta,
Academic Press, 1(2), 769-812.
- House, H., 1974.** Insect Nutrition. in M. Rockstein (Ed.), Physiology of Insecta,
Academic Press, 1(2), 1-61.
- Jose, B., Sudheendrakumar, V. and Sajeev, T., 2014.** Micronutrients - Significance
and function in growth and survival of insects-A cese study. Entomology and
Applied Science Letters, 1(3), 1-6.
- Kai, X., Ke, S., Jian-Feng, Z. and Guo-Oing, L., 2010.** Effect of dietary sodium on
performance, flight and compensation strategies in the cotton, *Helicoverpa
armigera* (Hübner). Frontiers in Zoology, 7-11.
- Kolk, A. and Starzyk, J., 1996.** Atlas of harmful forest insects. Warsaw, Poland.
- Lee, K.P., Cory, J.S., Wilson, K., Raubenheimer, D. and Simpson S.J., 2006.** Flexible
diet choice offsets protein costs of pathogen resistance in a caterpillar.
Proceedings of the Royal Society of London Series B, 823–829.
- Lehninger, A. and Nelson, D., 1993.** MM Cox. Principles of Biochemistry. New York:
Worth Publisher.
- Lindroth, R., 1994.** Effects of ascorbic acid deficiencies on larvae of *Lymantria dispar*
(Lepidoptera: Lymantriidae). The Great Lakes Entomologist, 4-5.
- Mattson W.J Jr., 1980.** Herbivory in relation to plant nitrogen content. Annual Review
of Ecology and Systematics, 11, 119-161.
- McFarlane, J., 1992.** Can ascorbic acid or β -carotene substitute for vitamin E in
spermiogenesis in the house cricket. Comparative Biochemistry and Physiology,
179-181.
- Mrdakovic, M., Mataruga, V. P., Ijin, L. and Vlahovic, M., 2013.** Effects of tannic
acid on trypsin and leucine aminopeptidase activities in gypsy moth larval midgut.
Department of Insect Physiology and Biochemistry, Institute for Biological
Research, Siniša Stanković, University of Belgrade, 1410-1412.
DOI:10.2298/ABS1304405.
- Murdiati, T., Mc Sweeney, C. and Lowry, J., 1992.** Metabolism in sheep of gallic acid,
tannic acid and hydrolysable tannin from *Terminalia oblongata*. Australian
Journal of Agricultural Research. 43, 1307-1319.

- Nation, J., 2001.** Insect Physiology and Biochemistry. Boca Raton, Florida, CRC Press, s. 485.
- Nestel, D., Nemny-Lavy, E. and Chang, C., 2004.** Lipid and protein loads in pupating larvae and emerging adults as affected by the composition of mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*) meridic larval diets. Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 56, 97-109.
- O'Brien, N.M., Aherne, S.A., 2002.** Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. Nutrition, 18(1), 75-81. DOI: 10.1016/S0899-9007(01)00695-5.
- Oonincx, D., Van Broekhoven, S. and Van Loon, J., 2015.** Feed conversion, survival and development and composition of four insect on diets composed of food by-products. Plos One, 10(12), 1-20.
- Orlinski, A., 2016.** Outcomes of the EPPO project on quarantine pests for forestry. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2006.01050.x.
- Önder, F., 2004.** Bitki Zararlılarının Ekolojisi ve Epidemiyolojisi. Meta Basım Matbaacılık, Bornova-İzmir, 81.
- Pehlivan, E., 1978.** Kültür bitkilerinin zararlı böceklerle karşı dayanıklılığının prensipleri. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 44-52.
- Pehlivan, E., 1981.** Böceklerde çeşitli davranış şekilleri ve bunlardan yararlanma olanakları. Türkiye Bitki Koruma Dergisi, 243-247.
- Pontes, G., Pereira, M. and Barrozo, R., 2017.** Salt controls feeding decisions in a blood-sucking insect. Journal of Insect Physiology, 98, 93-100, DOI: 10.1016/j.jinsphys.2016.12.002 0022-1910.
- Raubenheimer, D. and Simpson, S., 2003.** Unravelling the tangle of nutritional complexity. Wissenschafts kolleg zu Berlin Jahrbuch. Vorträge und Schwerpunkte, 275-283.
- Ryan, M. F., 2002.** Insect Chemoreception Fundamental and Applied. Kluwer Academic Publisher.
- Simpson, S. and Raubenheimer, D., 1995.** The geometric analysis of feeding and nutrition: a user's guide. Journal of Insect Physiology, 41, 545-553.
- Simpson, S. and Raubenheimer, D., 2001.** The geometric analysis of nutrient allelochemical interactions: a case study using locusts. Ecology, 82, 422-439.
- Simpson, S., Raubenheimer, D. and Chambers, P., 1995.** The mechanisms of nutritional homeostasis In: Regulatory Mechanisms of Biosystems, 62-66.

- Simpson, S.J. and Simpson, C.L., 1990.** The mechanism of nutritional compensation by the phyto phagous insects. In: Bernays, E. A. (ed), *Insect-Plant Interactions*, CRC Pres, Boca Raton, 2, 111-160.
- Tischler, W., 1977.** Kontinuitat, Des Biosystems Erle (Alnus) Erlenblattkafer (*Agelastica alni*). *Zeitschrift fuer Angewandte Zoologia*, 64, 69 -92.
- Tomic-Carruthers, N., 2007.** Development of meridic diet for *Hylobiustrans versovittatus* (Coleoptera: Curculionidae) and role of carbohydrates in feeding, growth and survival of larvae. *Journal of Economic Entomology*, 100,1062-1070.
- Trumper, S. and Simpson, S., 1993.** Regulation and salt intake by nymphs of *Locusta migratoria*. *Journal of Incest Physiol.* 39, 857-863.
- Ueno, T., 1999.** Reproduction and host-feeding in the solitary parasitoid wasp *Pimpla nipponica* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Invertebrate Reproduction and Development*, 35 (3), 231-23.
- URL-1, 2016.** <https://www.zin.ru/ANIMALIA/COLEOPTERA/RUS/gumen13d.htm>. (17 Ağustos 2016).
- URL-2, 2016.** https://arthropodafotos.de/dbgesp.php?lang=deu&sc=0&ta= t_35_coleo_pol_chr&act=0. (21 Eylül 2016).
- URL-3, 2018.** <https://nerdica.net/search?tag=alderleafbeetle>. (18 Aralık 2018).
- URL-4, 2018.** <https://genent.cals.ncsu.edu/bug-bytes/nutrition/>. (28 Şubat 2018).
- Wakayama, E., Dillwith, J. and Blomoquist, G., 1980.** In vitro biosynthesis of prostaglandins in there productivetissues of themalehousefly, *Musca domestica* (L.). *Insect Biochemistry*, 16, 1010.
- Wang, Y.C., Zhang, S.K., Xiu-Bei, R., and Su, J., 2014.** Effects of dietary additives in artificial diets on survival and larval development of *Cnaphalocrocis medinalis*, 97(3), 1041-1048. DOI: 10.1653/024.097.0306.
- Wyat, G., 1980.** The fat body as a protein factory, in *Insect Biology in the Future* (Edby Locke M. and smith D.S.). Academic Pres, 201-226.
- Yamamoto, R.T., 1969.** Mass rearing of tobacco hornworm. II. Larval rearing and pupation. *Journal of Economic Entomology*, 62, 1427-1431.
- Yanar, O. ve Bilgener, M., 2012.** *Hyphantria cunea* (Drury) (Lepidoptera:Arctiidae) larvalarının beslenme ve gelişiminde mikronutrientlerin etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, ISSN: 1309-4726, 118s., 52-56.

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa TOKGÖZ, 1989 tarihinde Trabzon ilinin Of ilçesinde doğdu. İlköğretim eğitimini 28 Şubat İlköğretim okulunda, lise eğitimini Şehit Ahmet Türkkan Çok Programlı Lisesinde tamamladı. 2008 Yılında başladığı lisans eğitimini Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde 2012 yılında tamamladı. Aynı yıl içerisinde, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı'nda başladığı yüksek lisans eğitimine hala devam etmektedir. 2013 yılında Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığında İş ve Meslek Danışmanı olarak görev aldıktan sonra; 2014 yılından bu yana Sağlık Bakanlığı, İstanbul Halk Sağlığı Müdürlüğünde, Su Mikrobiyoloji Laboratuvarında ve Sıtma Tanı ve Tespit Laboratuvarında, analist olarak görevine devam etmektedir.

Bilimsel Çalışma ve Yayınları;

Tokgöz, M. ve Altun, N., 2019. *Agelastica alni* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvalarının Besin Tüketimi ve Gelişiminde Mikroorganizmaların Etkisi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9 (1), 55-63.