

## ***Agelastica alni* L. (Coleoptera:Chrysomelidae) Larvalarının Besin Tüketimi ve Gelişiminde Mikrogıdaların Etkisi**

*The Effect of Micronutrients on The Development and Food Consumption of Agelastica alni (Coleoptera:Chrysomelidae) Larvae*

**Mustafa TOKGÖZ<sup>a</sup>, Nurver ALTUN<sup>\*b</sup>**

*Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 53100, Rize*

• Geliş tarihi / Received: 06.03.2018 • Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 30.05.2018 • Kabul tarihi / Accepted: 14.06.2018

### **Öz**

Bu çalışmada *Agelastica alni* larvalarının besin tüketim miktarı ve gelişimi üzerine mikrogıdaların etkisi araştırılmıştır. Larvaların gelişimini inceleyebilmek için pupa kuru ağırlığı, pupa ham protein miktarı, pupa lipit miktarı ve gelişim süreleri dikkate alınmıştır. Vitamin karışımı (V) ve tuz karışımı (T) konsantrasyonları %100, %50 oranlarında artırılarak veya azaltılarak, bazı diyetlerden ise tuz karışımı veya vitamin karışımı çıkarılarak sekiz farklı yapay diyet hazırlanmıştır. Larvalar her bir diyet grubunda teker teker beslenmişlerdir ve 10 tekrar olacak şekilde beslenme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Diyetler arasında en fazla tüketim miktarının V/0.5T içeren diyetinde, en az tüketim miktarının ise 0.5V/T içeren diyetinde olduğu tespit edilmiştir. Diyetteki tuz konsantrasyonu ile besin tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü bir ilişki, vitamin konsantrasyonu arasında ise pozitif yönlü bir ilişki belirlenmiştir. Diyetin tuz ya da vitamin konsantrasyonları ile pupa kuru ağırlığı arasında bir ilişki belirlenmemiştir. Tüketim miktarı ile pupa ham protein miktarı arasında ise zayıf bir ilişki tespit edilmiştir. Diyetteki tuz konsantrasyonu pupa lipit miktarını negatif yönde etkilerken, vitamin konsantrasyonu pozitif yönde etkilemektedir. Larvaların farklı diyetlerdeki gelişim süreleri incelendiğinde en uzun larva dönemi V/-T diyetinde beslenen larvalarda, en kısa larva dönemi ise 2V/T diyetinde beslenen larvalarda gözlenmiştir. Diyetin vitamin konsantrasyonu arttıkça gelişim süresinin kısaldığı belirlenmiştir. Gelişim süresi uzadıkça pupa kuru ağırlığı ve pupa lipit miktarı azalmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** *Agelastica alni*, Beslenme, Tuz karışımı, Vitamin, Yapay diyet

### **Abstract**

*In this study, the effect of micronutrients on food consumption and development of Agelastica alni larvae was investigated. The pupa dry weight, the amount of pupa crude protein, the amount of pupa lipid and the developmental periods were taken into consideration in order to examine the development of larvae. Eight different artificial diets were prepared by increasing or decreasing the concentrations of the vitamin mixture (V) and salt mixture (T) by 100%, 50%, and removing the salt mixture or vitamin mixture from some diets. The larvae were fed individually in each dietary group and feeding experiments were performed in 10 replications. It has been determined that the highest consumption of diets is V/0.5T and the lowest consumption is 0.5V/T. A statistically significant negative correlation was found between salt concentration of diet and consumption and a positive correlation was found between vitamin concentrations of diet. A relationship between salt or vitamin concentrations of diet and pupa dry weight has not been established. A weak relationship was found between consumption amount and pupa crude protein amount. The salt concentration of the diet affects the amount of pupa lipid in the negative correlation, while the vitamin concentration affects the positive correlation. When the developmental stages of larvae for different diets were examined, the longest larval period was observed for the larvae fed on the V/-T diet and the shortest larval period was observed for the larvae fed on the 2V/T diet. As the vitamin concentration of the diet increases, the duration of development is shortened. As the length of development increases, the pupa dry weight and pupa lipid amount decrease.*

**Keywords:** *Agelastica alni*, Feeding, Salt mixture, Vitamin, Artificial diet

\*b Nurver ALTUN; nurver.altun@erdogan.edu.tr; Tel: (0464) 223 61 26 (dâhili: 1836); orcid.org/0000-0002-2657-9263

a orcid.org/0000-0001-7234-5719

## 1. Giriş

Gıda kalitesi; herbivorların büyümesini, gelişmesini, son ağırlıklarını ve üreme başarılarını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelir (Gordon, 1968; Genç, 2006; Jensen vd., 2010; Jensen vd., 2012; Barbehenn vd., 2015; Senior vd., 2015). Gıda kalitesi protein, karbonhidrat, su, tuz ve vitamin miktarları, sekonder maddeler (tanen, alkaloidler v.b.) gibi birçok faktör tarafından belirlenir (Genç, 2006; Barbehen vd., 2015).

Mikroğıdalar ya sadece metal iyonundan ibaret ya da metal bağlı inorganik bileşiklerdir (Jose vd., 2014). Vitamin ve tuzlar mikroğıdaları oluşturmaktadır. İnsanlarda olduğu gibi tüm hayvanlar büyümek, gelişmek üremek ve hayatlarını sürdürebilmek için diyetlerinde yeterli miktarda vitamin ve tuzlara ihtiyaç duymaktadırlar (Chang vd., 2000; Genç, 2006; Jose vd., 2014). Hücre içi reaksiyonlarda metabolik yolu katalizleyen koenzim olarak görev yaparak hayati rol oynarlar (Chang vd., 2000; Genç, 2006). Birçok Lepidoptera (Kelebekler) üyesinin diyetinde mikroğıdaların bulunması ya da bulunmaması böceklerin davranışlarını ve bağışıklık sistemini etkilemektedir (Jose vd., 2014). Böcekler, diyetlerinden özellikle tiamin, riboflavin, nikotinik asit, piridoksin, pantotenik asit, folik asit ve biotin gibi 7 temel vitamini elde etmek ihtiyacındadırlar (Genç, 2006). Özellikle tuz herbivor böcekler için sınırlayıcı bir etmendir (Trumper ve Simpson, 1993). Bu nedenle hayati fonksiyonları için gerekli potasyum, magnezyum, klor ve fosfat gibi temel mineralleri diyetlerinden alırlar. Demir ve kalsiyum gibi minerallere iz miktarlarda ihtiyaç duyarken potasyum gibi minerallere daha fazla miktarlarda ihtiyaçları olmaktadır (Genç, 2006). Vücutlarında iyon dengesini sağlamak için fizyolojik kontrol mekanizmaları geliştirmişlerdir. Lepidoptera takımı üyelerinin çamur emme davranışları için sodyum iyonu anahtar bir uyarıcıdır (Trumper ve Simpson, 1993).

Mikroğıdaların herbivor böceklerin gelişimine etkisiyle ilgili oldukça az sayıda çalışma mevcuttur. Mikroğıdaların böceklerin beslenme davranışları, bağışıklık sistemi, hayatı sürdürebilme ve üreme başarısı üzerine etkileri göz önüne alındığında konu ile ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır. *Agelastica alni* L. Rusya'nın güneyi ve ülkemizde Doğu Karadeniz sahil şeridi boyunca kızılâğaç yapraklarıyla beslenerek ağaçlara oldukça fazla zarar veren bir böcek türüdür (Firidin ve Mutlu, 2009). *A. alni*

türünün biyolojisiyle ilgili az sayıda çalışma mevcuttur (Firidin ve Mutlu, 2009; Yanar, 2013). Bu nedenle çalışmamızda bitkilerin yer yer kurumasına neden olan *A. alni* larvalarının büyüme ve gelişmesine farklı konsantrasyonlarda vitamin ve tuz karışımlarının etkisi incelenmiştir. Zararlı türlerle mücadelede türün biyolojisinin bilinmesi önemlidir. Vitamin ve tuz karışımlarının besin tüketimi ve larvaların gelişimi üzerine olan etkisi belirlenerek elde edilecek veriler türle mücadelede kullanılabilir.

## 2. Gereç ve Yöntem

### 2.1. Böcek Kültürünün Yetiştirilmesi

*A. alni* yumurtaları 2016 yılı Mayıs ayında Trabzon ili Kızılcık beldesindeki kızılâğaç (*Alnus* sp) yaprakları üzerinden toplanarak Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zooloji Araştırma Laboratuvarına getirilmiştir. Yumurtalar 25 °C'de ve 12s:12s foto periyotta bekletilerek larvaların yumurtadan çıkışı sağlanmış ve daha sonra beslenme deneylerinin gerçekleştirileceği kaplara alınmıştır.

### 2.2. Yapay Diyet İçerikleri

Beslenme deneylerinde Yamamoto (1969) tarafından geliştirilen yapay diyet içeriğinde değişiklik yapılarak hazırlanan diyetler kullanılmıştır. Diyet içeriğindeki vitamin karışımı (V) ve tuz karışımı (T) konsantrasyonları %100, %50 oranlarında artırılarak veya azaltılarak, bazı diyetlerden ise tuz karışımı veya vitamin karışımı çıkarılarak sekiz farklı yapay diyet hazırlanmıştır (Tablo 1). Vitamin karışımı olarak Vanderzant vitamin karışımı (Sigma,V-1007) ve tuz karışımı olarak Wesson's tuz karışımı (Sigma W-1374) kullanılmıştır.

**Tablo 1.** Yapay diyetlerin vitamin ve tuz karışımı oranları

Kullanılan Yapay Diyetlerin Vitamin/Tuz Oranları
V/T
0.5V/T
2V/T
V/0.5T
V/2T
0.5V/0.5T
V/-T
-V/T

### 2.3. Beslenme Deneyleri

Yumurtadan çıkan *A. alni* larvaları şeffaf plastik kaplara (17 x 12 x 6 cm) alınarak beslenme

deneylerinin gerçekleştirileceği besin tiplerinde tekli besleme kaplarına alınarak her bir besin tipinden 10 tekrar olacak şekilde beslenme deneylerine başlanmıştır. Her besin tipinde verilen günlük besin miktarı ve larva ağırlığı gün aşırı olarak 0.001 g hassasiyetli terazide tartılmıştır. 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 ulaşınca kadar devam etmiştir. Larvaların ilk ve son ağırlıkları gelişim performanslarının değerlendirileceği ağırlık kazancının belirlenebilmesi için not edilmiştir. Pupalara, kuru ağırlıklarının belirlenebilmesi için 50°C'deki etüvde sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutulmuştur.

#### 2.4. 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 çalkalayıcı üzerine yerleştirilen tüplerin 24 saat sonra kapakları açılmış ve tüplerdeki kloroform dökülmüştür. Tüplere yeniden kloroform ilave edilerek bu işlem 3 kez tekrarlanmıştır. Böylece, pupa örneklerinden depo lipit içeriği uzaklaştırılmıştır. Pupalara, 50°C'deki etüvde konularak sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Lipitsiz kuru ağırlıkları da tartılarak pupalardaki depo lipit miktarı hesaplanmıştır.

#### 2.5. Pupalarda Ham Protein Analizi

Depo lipitleri uzaklaştırılmış olan *A. alni* pupalarının azot miktarı tayini Dumas yönteminin temel alındığı Thermo Scientific FLASH 2000 Series - NCS Analyzers cihazıyla yapılmıştır (Allen vd., 1986). Bu işlem sonunda bulunan %N (Azot) miktarları 6.25 sabitiyle çarpılarak % ham protein miktarları bulunmuştur (Oonincx vd., 2015).

#### 2.6. İstatistiksel Analizler

*A. alni* larvalarının farklı vitamin ve tuz konsantrasyonları içeren yapay diyetlerdeki tüketim miktarları, pupa kuru ağırlıklarını, pupa

lipit ve pupa ham protein miktarları ve diyetlerdeki gelişim süreleri için normalite testi yapılmıştır. 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 farklılığını belirlemek için Kruskal Wallis ve ardından Man Whitney U testi yapılmıştır. Bu testler için SPSS 23 versiyonu kullanılmıştır.

### 3. Bulgular

Farklı diyetlerde beslenen *A. alni* larvalarının tüketim miktarları Şekil 1'de görülmektedir. Larvaların tüketim miktarları incelendiğinde en fazla tüketim miktarının V/0.5T içeren diyetle, en az tüketim miktarının ise 0.5V/T içeren diyetle olduğu tespit edilmiştir. Korelasyon testi sonuçlarına göre diyetteki tuz konsantrasyonu ile besin tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı negatif yönlü bir ilişki belirlenmiştir ( $r=-0.71$ ,  $p<0.01$ ). Ayrıca 8 grupla yapılan ANOVA testi sonuçlarına göre; tüketim miktarı bakımından gruplar arasında önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir (ANOVA  $F= 12.24$ ;  $p<0.01$ ).

TUKEY testi sonuçlarına göre; V/-T diyeti ile V/0.5T diyeti arasında önemli bir farklılık görülmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 2). Diyetteki vitamin konsantrasyonu ile tüketim miktarı arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir ( $r=0.69$ ,  $p<0.01$ ). Ayrıca TUKEY testi sonuçlarına göre -V/T diyetindeki tüketim miktarı 2V/T diyetindeki tüketim miktarından farklılık göstermemektedir ( $p>0.05$ ) (Tablo 2).

**Tablo 2.** Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının tüketim miktarı ve pupa ham protein miktarları ve TUKEY testi sonucu\*

Besin Tipi	Tüketim Miktarı (mg) (Ortalama±Standart Hata)	Pupa Ham Protein Miktarı (mg) (Ortalama±Standart Hata)
V/T	37.76±1.05 <sup>bcd*</sup>	1.51±0.09 <sup>ab</sup>
0.5V/T	32.12±1.19 <sup>a</sup>	1.34±0.09 <sup>a</sup>
2V/T	42.00±1.62 <sup>de</sup>	1.90±0.15 <sup>b</sup>
V/0.5T	43.85±1.56 <sup>e</sup>	1.62±0.05 <sup>ab</sup>
V/2T	33.98±0.58 <sup>ab</sup>	1.47±0.10 <sup>ab</sup>
0.5V/0.5T	35.43±1.23 <sup>abc</sup>	1.47±0.10 <sup>a</sup>
V/-T	42.19±0.72 <sup>de</sup>	1.50±0.07 <sup>ab</sup>
-V/T	39.41±1.36 <sup>cd</sup>	1.30±0.11 <sup>a</sup>

\*Harfler, gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir ( $p<0,05$ )

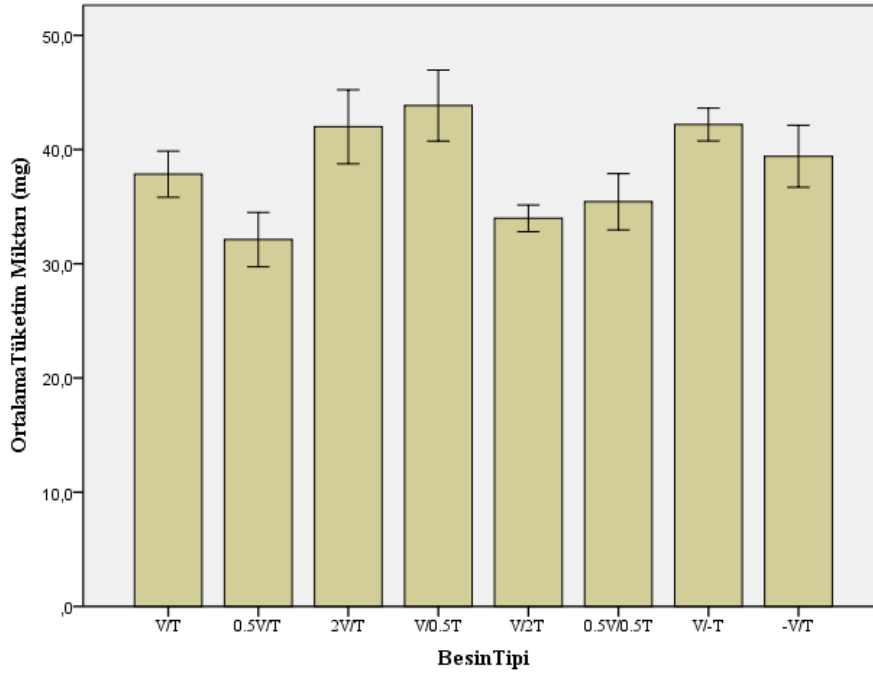
**Tablo 3.** Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının pupa kuru ağırlığı, pupa lipit miktarı, gelişim süreleri ve Man Whitney U testi sonucu

Besin Tipi	Pupa Kuru Ağırlığı (Ortalama $\pm$ Standart Hata)	Pupa Lipit Miktarı (Ortalama $\pm$ Standart Hata)	Gelişim Süresi (gün) (Ortalama $\pm$ Standart Hata)
V/T	2.92 <sup>a*</sup>	0.82 <sup>a</sup>	16.6 $\pm$ 0.92 <sup>a</sup>
0.5V/T	2.87 <sup>ab</sup>	0.65 <sup>a</sup>	11.5 $\pm$ 0.67 <sup>b</sup>
2V/T	3.64 <sup>c</sup>	1.06 <sup>d</sup>	8.7 $\pm$ 0.47 <sup>c</sup>
V/0.5T	2.73 <sup>b</sup>	0.76 <sup>a</sup>	11.9 $\pm$ 1.14 <sup>bc</sup>
V/2T	2.30 <sup>b</sup>	0.3 <sup>c</sup>	16.4 $\pm$ 0.65 <sup>a</sup>
0.5V/0.5T	2.75 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	8.9 $\pm$ 0.35 <sup>c</sup>
V/-T	2.64 <sup>a</sup>	0.61 <sup>b</sup>	22.7 $\pm$ 0.78 <sup>d</sup>
-V/T	3.24 <sup>a</sup>	0.75 <sup>b</sup>	14.8 $\pm$ 0.25 <sup>a</sup>

\*Harfler, gruplar arasındaki farklılığı göstermektedir (p<0,05)

En fazla pupa kuru ağırlığı 2V/T diyetinde, en düşük ağırlık ise V/2T diyetinde beslenen larvaların pupalarında gerçekleşmiştir (Şekil 2). 2V/T diyetiyle beslenen larvaların tüketim

miktarlarının yüksek olduğu, V/2T diyetinde beslenen larvaların tüketim miktarının da düşük olduğu görülmektedir (Tablo 2). Korelasyon testi sonucunda pupa kuru ağırlığı ile diyetdeki tuz ve vitamin konsantrasyonları arasında bir ilişki tespit edilememiştir. Farklı diyetlerdeki tüketilen gıdaların larvalar tarafından kullanılabilirliği incelendiğinde pupa ham protein miktarının en fazla 2V/T diyetinde beslenen larvalarda, en düşük miktarın ise -V/T diyetinde beslenen larvalarda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2, Şekil 4). Tüketim miktarı ile pupa ham protein miktarı arasında bir ilişki tespit edilememiştir. Pupa kuru ağırlığı ile pupa ham protein miktarı arasında ise pozitif yönde zayıf bir ilişki vardır (r=0.44, p<0.001). Diyetin vitamin konsantrasyonu ile pupa toplam protein miktarı arasında da bir ilişki tespit edilmiştir (r=0.564, p<0.001). Ayrıca tüketilen vitamin konsantrasyonunun pupa ham protein miktarını etkilediği belirlenmiştir (r=0.47, p<0.001). Fakat, diyetdeki tuz konsantrasyonu ya da tüketilen tuz miktarıyla pupa ham protein miktarı arasında bir ilişki tespit edilememiştir.



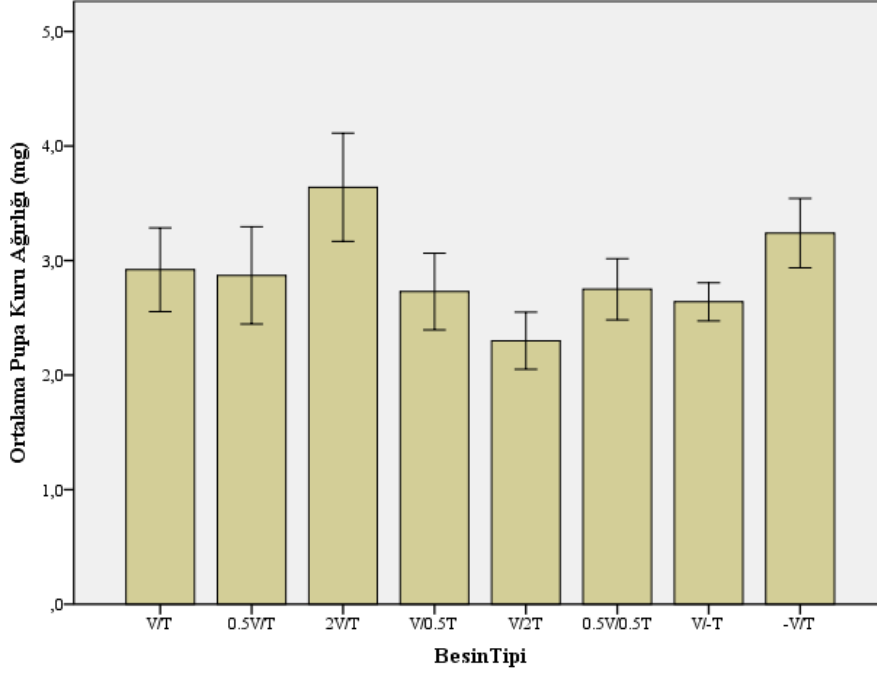
**Şekil 1.** Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının tüketim miktarı

Pupa lipit miktarı incelendiğinde, en yüksek değer 2V/T diyetinde beslenen larvaların pupalarında, en düşük değerin ise V/2T diyetinde beslenen larvaların pupalarında olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Pupa lipit miktarı bakımından 8 farklı grupta yapılan Kruskal Wallis testi anlamlı sonuç vermiştir ve Man Whitney U

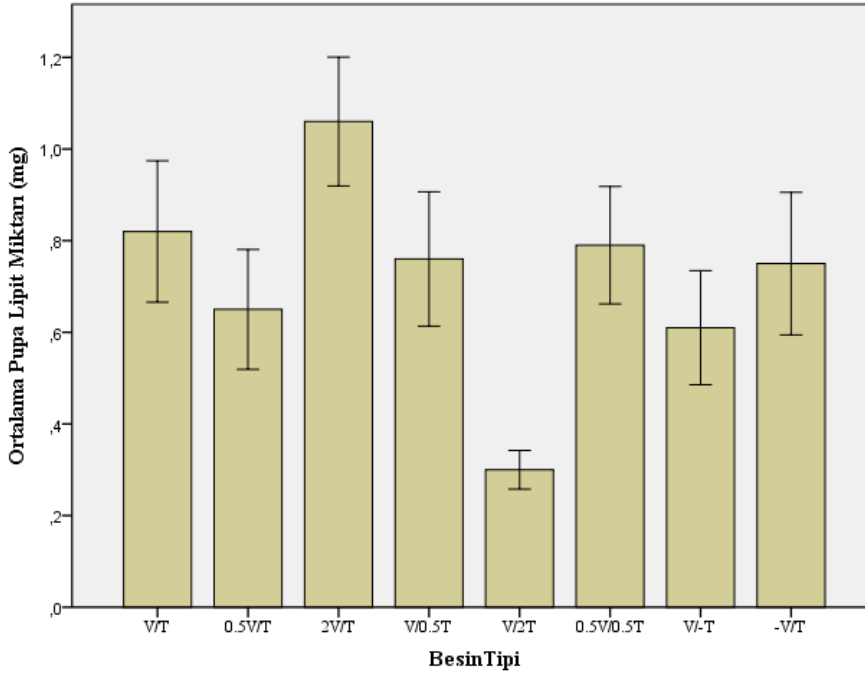
testi sonuçlarına göre 2V/T diyetinde beslenen larvalarla V/2T diyetinde beslenen larvaların pupa lipit değerleri birbirinden farklılık göstermektedir (Tablo 3). Korelasyon testi sonuçlarına göre ise larvaların tüketim miktarının pupa lipit miktarını zayıf da olsa etkilediği belirlenmiştir (r=0.30; p<0.001). Pupa kuru ağırlığı ile pupa lipit miktarı

arasında da bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ( $r=0.54$ ,  $p<0.001$ ). Ayrıca tüketilen vitamin miktarı pupa lipit miktarını zayıf da olsa etkilemektedir ( $r=0.29$ ,  $p<0.005$ ). Fakat, tüketilen tuz miktarıyla pupa lipit miktarı arasında bir korelasyon tespit edilememiştir. Korelasyon testi sonuçlarına göre hem diyetlerin vitamin

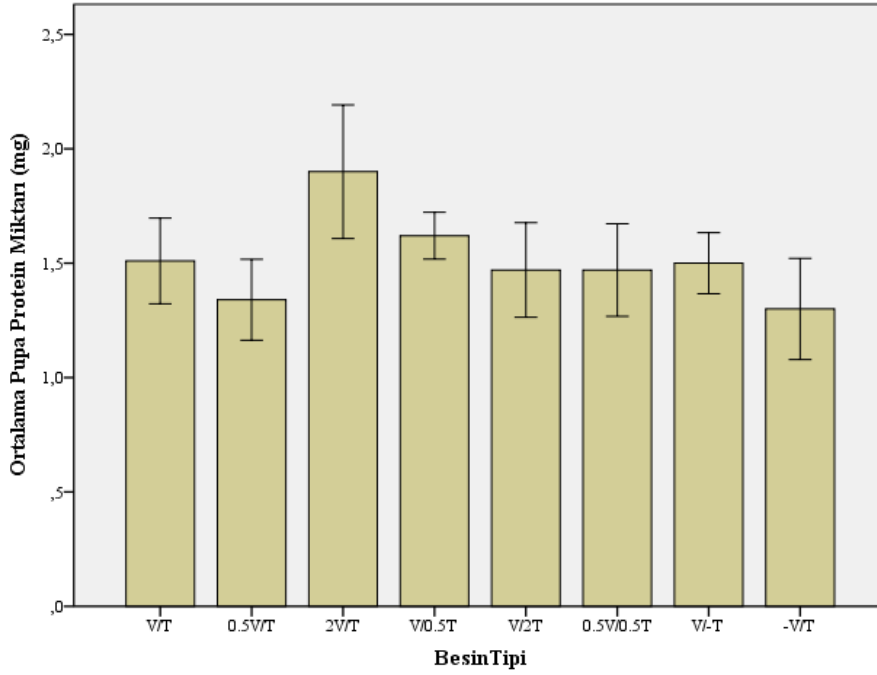
konsantrasyonunun ( $r=0.5$ ,  $p<0.001$ ) hem de tuz konsantrasyonunun ( $r=-0.47$ ;  $p<0.001$ ) pupa lipit miktarını etkilediği belirlenmiştir. Fakat tuz konsantrasyonu ile pupa lipit miktarı arasında negatif yönde bir ilişki mevcuttur ( $r=-0.47$ ;  $p<0.01$ ).



Şekil 2. Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının pupa kuru ağırlıkları



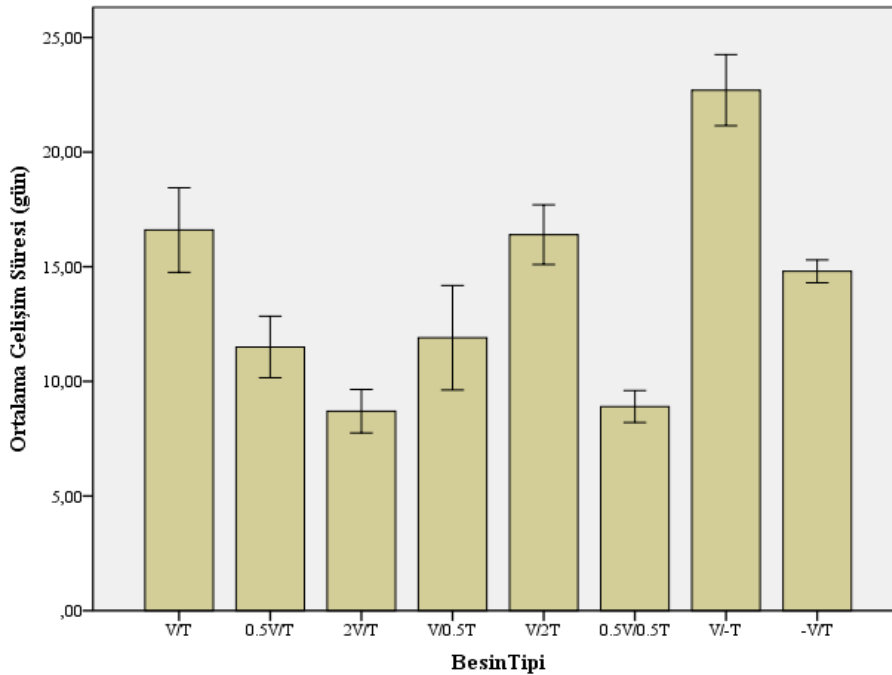
Şekil 3. Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının pupa lipit miktarları (mg)



**Şekil 4.** Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının pupa ham protein miktarları (mg)

Larvaların farklı diyetlerdeki gelişim süreleri incelendiğinde en uzun larva dönemi V-/T diyetinde beslenen larvalarda, en kısa larva dönemi ise 2V/T diyetinde beslenen larvalarda gözlenmiştir (Şekil 5). İlginç olan husus 2V/T diyetinde beslenen larvaların gelişim süresiyle 0.5V/0.5T ve V/0.5T diyetinde beslenen larvaların

gelişim süreleri birbirlerinden farklılık göstermemektedir (Tablo 3) ve diyetlerin vitamin konsantrasyonu ile gelişim süresi arasında negatif yönde bir korelasyon belirlenmiştir ( $r=-0.51$ ,  $p<0.001$ ). Ayrıca gelişim süresi uzadıkça pupa kuru ağırlıkları ( $r=-0.415$ ,  $p<0.001$ ) ve pupa lipit miktarlarının ( $r=-0.329$ ,  $p<0.05$ ) azalmaktadır.



**Şekil 5.** Farklı diyetlerde beslenen *Agelastica alni* larvalarının gelişim süreleri (gün)

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada en fazla tüketim miktarı V/0.5T diyetinde beslenen larvalarda, en az tüketim miktarı ise 0.5V/T diyetinde beslenen larvalarda tespit edilmiştir. V/2T diyetindeki tüketim miktarı da 0.5V/T diyetinden farklılık göstermemektedir. Diyetteki tuz konsantrasyonunun artışıyla larvaların tüketim miktarı azalmaktadır. Çünkü, tuzlar farklı konsantrasyonlarda herbivor saldırılarına karşı caydırıcı etki göstermektedir. Tuzlar, hayvanların yaşamı devam ettirmesinde oldukça önemli rol oynayan beslenmede temel rol oynamaktadırlar. Bir besinin kabul edilebilirliği sürecinde tat reseptörlerinin görevini yerine getirebilmesinde temel maddelerdir. Düşük konsantrasyonlarda hayvanlar için gerekli fakat yüksek konsantrasyonlarda zararlı olabilirler (Pontes vd., 2017). LoPresti (2014), Chenopodiaceae familyasındaki bitki türlerinin tuz keseciklerinin *Platyrepia virginalis*, *Heliothis virescens*, *Diabrotica undecimpunctata* türlerine karşı caydırıcı olduğunu tespit etmişlerdir. Böceklerde belirli tuzları algılayan tat reseptörleri beslenmede fagostimulant olarak önemli rol oynamaktadır. Schoonhoven vd. (1992), düşük konsantrasyonda tuzların et sineklerinin tuz reseptörlerini uyardığı fakat yüksek konsantrasyonlarda caydırıcı olduğunu belirtmişlerdir. Tuz yoksunluğu bitkinin daha az tercih edilmesine neden olabilir. Tuz tek başına beslenme caydırıcısı olarak da görev yapabilir (Trumper ve Simpson, 1993). Deletre vd. (2016), böceklerde yüksek tuz konsantrasyonu ve acılığın aynı reseptör tarafından uyarıldığını ileri sürmüşlerdir. Acılık ve yüksek tuz konsantrasyonu böcekler için beslenme engelleyicisidir. Dolayısıyla tuz konsantrasyonu miktarı besinin kabul edilebilirliğinde oldukça önemlidir. Pontes vd. (2017), tuz yoksunluğunun böceklerin besini reddetmesine neden olabileceğini ileri sürmektedir. Çalışmamızda ise *A. alni* larvaları tuzun olmadığı diyeti oldukça fazla miktarda tüketmiştir. Bu durum, vitamin karışımlarının besin tüketimi üzerindeki olumlu etkisinden kaynaklanabilir. Etebari ve Matindoost (2005), *Bombyx mori* ile yapmış oldukları çalışmada diyetdeki vitamin miktarının türün tüketim miktarını artırdığını belirlemişlerdir.

En fazla pupa kuru ağırlığı 2V/T diyetinde beslenen larvaların pupalarında, en düşük pupa kuru ağırlığı ise V/2T diyetinde beslenen larvalarda tespit edilmiştir. En düşük pupa kuru ağırlığının V/2T diyetinde olmasının nedeni tüketim miktarının da ilgili diyetle az olmasından kaynaklanabilir V/2T diyetinde beslenen

larvaların pupalarında pupa lipit miktarının da en az miktarda olması bu sonucu desteklemektedir. Tuz konsantrasyonu ile pupa lipit miktarı ters ilişkilidir. Bunun nedeni tuz konsantrasyonunun tüketim miktarını olumsuz etkilemesi ve larvaların az tüketim miktarından dolayı pupa kuru ağırlığının ve lipit miktarının az oluşundan kaynaklanabilir. En fazla pupa kuru ağırlığının görüldüğü 2V/T diyetinde pupa lipit ve pupa ham protein miktarlarının da en fazla miktarda oluştu tüketilen besinlerin larvalar tarafından biyokütleyle dönüştürüle-ildiğini göstermektedir. Çalışmamızda diyetdeki vitamin konsantrasyonunun pupa lipit ve ham protein miktarlarını pozitif yönde etkilediği ve tüketilen vitamin miktarının da pupa lipit miktarını etkilediği belirlenmiştir. İlginç olan durum, tüketilen vitamin miktarı ya da diyetin vitamin konsantrasyonu pupa kuru ağırlığı arasında bir ilişkinin tespit edilememesidir. *Bombyx mori* ve *Ceratitis capitata* türleri ile yapılan çalışmalar diyetdeki vitamin konsantrasyonunun belirli bir konsantrasyona kadar pupa kuru ağırlığını olumlu yönde etkilediğini (Chang ve Li, 2004; Etebari ve Matindoost, 2005), belirli bir konsantrasyondan sonra ise pupa kuru ağırlığının azaldığını (Etebari ve Matindoost, 2004) ortaya koymuştur. *A. alni* türünde ise diyetin vitamin konsantrasyonu pupa kuru ağırlığını etkilememektedir. Vitaminler, böceklerde spesifik metabolik reaksiyonlar ve gelişim için gerekli olan bileşenlerdir (Ahsan vd., 2013). Bazı vitaminler besinlerin sindirilebilirliğini ve vücutta kullanılabilirliğini artırır (Etebari ve Matindoost, 2005). Dolayısıyla *A. alni* larvalarında diyetdeki vitamin konsantrasyonunun artışıyla gıdaların kullanılabilirliği artmış olabilir. Böylece, vitamin konsantrasyonu ile birlikte pupa ağırlığında istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmesi de diyetten alınan gıdalar daha fazla kullanılabilir hale gelmiş, pupa lipit ve ham protein miktarlarında da artış gözlenmiş olabilir.

*A. alni* larvalarında diyetdeki vitamin konsantrasyonu arttıkça gelişim süresinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca gelişim süresi uzadıkça pupa kuru ağırlığı ve pupa lipit miktarında da düşüş kaydedilmiştir. Wang vd. (2014), *Cnaphalocrocis medinalis* larvalarının vitamin eksikliğinde gelişemediğini belirtmiştir. Gelişim süresi diyetdeki gıdaların kullanılabilirliğiyle ilişkilidir. Sonuç olarak, *A. alni* larvaları için vitamin besinlerin sindirilebilirliğini ve kullanılabilirliğini artırdığından diyetdeki vitamin konsantrasyonu arttıkça gelişim süresi kısaltmakta ve buna bağlı olarak da pupa kuru ağırlığı ve pupa ham protein miktarları da artış göstermektedir.

## Katkı Belirtme

Bu çalışma Mustafa TOKGÖZ'ün Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

## Kaynaklar

- Ahsan, M.K., Khan, A.R. ve 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.
- Allen, S.E., Grimshaw, H.M., Parkinson, J.A., Quarmby, C. ve Roberts, J.D., 1986. Chemical Analysis, in: Chapman, S.B. (Ed), Methods in plant Ecology, Oxford, Blackwell Scientific Publications., pp. 411-466.
- Barbehenn, R.V., Knister, J., Marsik, F., Jahant-Miller, C. ve Nham, W., 2015. Nutrients are assimilated efficiently by *Lymantria dispar* caterpillars from the mature leaves of trees in the Salicaceae. Physiological Entomology, 40, 72-81.
- Chang, C.L ve Li, Q.X., 2004. Dosage effects between dietary niacin and other B vitamins on larval development of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). Annals of The Entomological Society of America, 97(3), 536-540.
- Chang, C.L., Kurashima, R. ve Albrecht, C., 2000. Effect of limiting concentrations of growth factors in mass rearing diets for *Ceratitis capitata* larvae (Diptera: Tephritidae). Annals of The Entomological Society of America, 93(4), 898-903.
- Deletre, E., Schatz, B., Bourguet, D., Chandre, F., Williams, L., Ratnadass, A. ve Martin, T., 2016. Prospects for repellent in pest control: current developments and future challenges. Chemoecology, 26, 127-142.
- Etebari, K. ve Matindoost, L., 2004. Effects of hypervitaminosis of vitamin B3 on silkworm biology. Journal of Biosciences, 29(4), 417-422.
- Etebari, K. ve Matindoost, L., 2005. Application of multi-vitamins as supplementary nutrients on biological and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. Journal of Asia-Pacific Entomology, 8(1), 107-112.
- 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, 11(2), 1-15.
- Genç, H., 2006. General principles of insect nutritional ecology. Trakya University Journal of Natural Sciences, 7(1), 53-57.
- Gordon, H.T., 1968. Quantitative aspects of insect nutrition. American Zoologist, 8, 131-138.
- Jensen, K., Mayntz, D., Toft, S., Clissold, F.J., Hunt, J. Raubenheimer, D. ve Simpson, S.J., 2012. Optimal foraging for specific nutrients in predatory beetles. Proceedings of The Royal Society B / Biological Sciences, 279, 2212-2218.
- Jensen, K., Mayntz, D., Wang, T., Simpson, S.J., ve Overgaard, J., 2010. Metabolic consequences of feeding and fasting on nutritionally different diets in the wolf spider *Pardosa prativaga*. Journal of Insect Physiology, 56, 1095-1100.
- Jose, B.K., Sudheendrakumar, V.V. ve Sajeev, T.V., 2014. Micronutrients - Significance and function in growth and survival of insects – A case study. Entomology and Applied Science Letters, 1(3), 1-4.
- LoPresti, E.F., 2014. Chenopod salt bladders deter insect herbivores. Oecologia, 174, 921-930.
- Oonincx, D.A.G.B., van Broekhoven, S. van Huis, A. ve van Loon, J.J.A., 2015. Feed conversion, survival and development and composition of four insect species on diets composed of food by-products. PLoS One, 10(12), 1-20.
- Pontes, G., Pereira, M.H. ve Barrozo, R.B., 2017. Salt controls feeding decisions in a blood-sucking insect. Journal of Insect Physiology, 98, 93-100.
- Schoonhoven, L.M., Blaney, W.M. ve Simmonds, M.S.J., 1992. Sensory coding of feeding deterrents in phytophagous insects, in: Bernays, E.A. (Ed), Insect-Plant Interactions, Boca Raton, FL: CRC, 4, 59-79.



- Senior, A.M., Charleston, M.A., Lihoreau, M., Buhl, J., Raubenheimer, D. ve Simpson, S.J., 2015. Evolving nutritional strategies in the presence of competition: A geometric agent based model. *PLOS Computational Biology*, 11, 3, 1-24.
- Simpson, S.J. ve Raubenheimer, D., 2001. The geometric analysis of nutrient–allelochemical interactions: a case study using locusts. *Ecology*, 82, 422–439.
- Trumper, S. ve Simpson, S.J., 1993. Regulation of salt intake by nymphs of *Locusta migratoria*. *Journal of Insect Physiology*, 39(10), 857-864.
- Wang, Y.C., Zhang, S.K., Ren, X.B. ve Su, J., 2014. Effects of dietary additives in artificial diets on survival and larval development of *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Florida Entomologist Society*, 97(3), 1041-1048.
- Yamamoto, R. T., 1969. Mass rearing of tobacco hornworm. II. Larval rearing and pupation. *Journal of Economic Entomology*, 62, 1427-1431.
- Yanar, O., 2013. *Agelastica alni* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvalarının Beslenme ve Gelişimine Besin Kalitesi ve Tanık Asitin Etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi/The Black Sea Journal of Sciences*, 3(9), 81-90.