

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Mustafa DURMUŞCAN

**TEMEL VE TEMEL OLMAYAN AMİNO ASİTLERİN *Pimpla
turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ERGİN
DİŞİLERİNİN YUMURTA VERİMİ VE AÇILIMI ÜZERİNE
ETKİLERİ**

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2021

ÖZ

DOKTORA TEZİ

TEMEL VE TEMEL OLMAYAN AMİNO ASİTLERİN *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) ERGİN DİŞİLERİNİN YUMURTA VERİMİ VE AÇILIMI ÜZERİNE ETKİLERİ

Mustafa DURMUŞCAN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SULANÇ
Yıl: 2021, Sayfa: 87
Juri : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet SULANÇ
: Prof. Dr. Bedii CİCİK
: Prof. Dr. Mustafa COŞKUN
: Dr. Öğr. Üyesi Pınar ÖZALP
: Dr. Öğr. Üyesi Benay TUNÇSOY

Bu çalışmada, *Pimpla turionellae*'nin yapay ortamlarda kitlesel ve devamlı olarak yetiştirilebilmesi için kullanılacak besinlerdeki amino asit ihtiyaç ve oranlarının belirlenmesi amacıyla temel ve temel olmayan amino asitlerin tek tek ve grup olarak yumurta üretimi ve açılma oranına etkileri araştırıldı.

Temel amino asitlerin tek tek veya grup olarak besinden çıkarılması toplam yumurta sayısında anlamlı derecede azalmaya sebep oldu. Temel olmayan amino asitlerin besinden tek tek çıkarılması böceğin toplam yumurta sayısını anlamlı derecede değiştirmezken, grup olarak besinden eksiltilmesi veya besinin amino asit içeriğinin sadece temel olmayan amino asitlerden oluşması yumurta sayısında anlamlı derecede azalmaya sebep oldu. İzolösin ve fenilalaninin böceğin yumurta üretimini etkileyen kritik önemi olan temel amino asitler olduğu saptandı. Prolinin erişkin böcekler için temel olmayan amino asit olmasına rağmen üremeyi destekleyen önemli bir besin bileşeni olduğu sonucuna varıldı. Besindeki amino asitlerin grup olarak birbirinin tersi yönde olacak şekilde %50 arttırılıp azaltılması böceklerin yumurta sayısını anlamlı derecede etkilemedi. Sentetik besin ile beslenen böceğin en iyi yumurta üretim performansının 12. ve 24. günler arasında olduğu saptandı. Temel ve temel olmayan amino asitlerin tek tek veya grup olarak besinden çıkarılması veya farklı karışım oranları böceklerin yumurta açılım oranlarını anlamlı derecede değiştirmedi.

Anahtar Kelimeler: *Pimpla turionellae*, Temel ve temel olmayan amino asitler, Yumurta üretimi ve açılımı

ABSTRACT

PhD THESIS

THE EFFECTS OF ESSENTIAL and NON-ESSENTIAL AMINO ACIDS ON THE EGG PRODUCTION and HATCHABILITY OF ADULT *Pimpla* *turionellae* L. (Hymenoptera, Ichneumonidae)

MUSTAFA DURMUŞCAN

DEPARTMENT OF BIOLOGY
INSTITUTE OF NATURAL and APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA

Supervisor : Asst. Prof. Dr. Mehmet SULANÇ
Year: 2021, Pages: 87
Jury : Asst. Prof. Dr. Mehmet SULANÇ
Prof.Dr. Bedii CİCİK
: Prof.Dr. Mustafa COŞKUN
: Asst. Prof. Dr. Pınar ÖZALP
: Asst. Prof. Dr. Benay TUNÇSOY

In this study, the effects of essential and non-essential amino acids on the egg production and hatch rate as individual and group were investigated in order to determine the amino acid needs and ratios of the chemically defined synthetic diets that will be used to feed *Pimpla turionellae* in mass and continuous rearing in artificial environments.

The omission of essential amino acids from the diet, either individually or as a group, resulted in a significant decrease in the total number of eggs. While the omission of non-essential amino acids from the diet individually did not significantly change the insect's total number of eggs, the omission of non-essential amino acids as a group from the diet or the fact that the amino acid content of the diet consists of only non-essential amino acids caused a significant decrease in the number of eggs. Isoleucine and phenylalanine were found to be critical essential amino acids affecting egg production of the insect. Although proline is a non-essential amino acid for adult insects, it was concluded that it is an important nutrient component that supports reproduction. Increasing and decreasing the amino acids in the diet by 50% as a group opposite to each other did not significantly affect the number of eggs of the insects. It was determined that the best egg production performance of the insect fed with synthetic diet was between the 12th and 24th days. Omission of essential and non-essential amino acids, either individually or as a group, or their different mix ratios in the diet did not significantly alter the insects' egg hatching rates.

Key Words: *Pimpla turionellae*, Essential and non-essential amino acids, Egg production and hatch.

GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

Biyolojik mücadelede kullanılan ajanlar içinde en uygunu, en az risk taşıyanı ve en spesifik etki yapanı ekolojik can simitleri olarak da nitelendirilebilen parazitoidlerdir. Parazitoidler, ergin öncesi gelişim dönemlerini tamamlamak ve/veya ergin dönemde beslenmek için zararlı türlerin değişik dönemlerini kullanan ve son yıllarda oldukça fazla tercih edilen etmen gruplarından birini oluşturmaktadır. Ayrıca parazitoidler, konukçularını arama ve bulma yetenekleri ile doğada zararlıları baskı altına almada ve doğrudan savaşım amacıyla biyolojik mücadelede kullanımı açısından vazgeçilmez organizmalardır. İlave olarak parazitoidler genellikle sadece bir konukçu türe veya akraba birkaç türe saldırırlar. Bu durumlar parazitoidlerin biyolojik mücadelede kullanılabilecek en uygun etmen olmasını sağlamıştır. Birçok Lepidoptera pupunu parazitleyebilen parazitik entomofaj hymenopterlerin ilk temsilcisi *Pimpla turionellae* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın kolaylıkla kültüre alınabilmesinden dolayı biyolojik mücadele unsuru olarak önemi her geçen gün artmaktadır. Bu bakımdan biyolojik kontrol programlarında kullanılan bu parazitoidlerin, kitle halinde üretilmesinde üzerinde önemle durulması gereken konulardan biri de, ergin bireylerin yaşam süreleri boyunca maksimum yumurta bırakma performansını ve larva çıkışıını sağlayacak besinlerin geliştirilmesidir.

Sunulan çalışmada endoparazitoid bir hymenopter türü olan *P. turionellae* ergin dişilerinin yapay ortamlarda optimum düzeyde sağlıklı yumurta üretebilmelerini sağlayacak dengeli sentetik besinlerdeki kalitatif aminoasit ihtiyaç ve oranlarının belirlenmesi amacıyla, kimyasal yapısı bilinen sentetik ergin besininden 10 temel ve 9 temel olmayan amino asidin tek tek ve grup olarak çıkarılmalarıyla elde edilen besinlerin ve amino asitlerin grup olarak farklı oranlardaki karışımını içeren besinlerin parazitoidin yumurta üretimi ve yumurta açılma oranına etkileri incelenmiştir.

Amino asitlerin *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretimlerine etkilerini araştırdığımız çalışmamızda, böceğin optimum sayıda yumurta üretimi

için önemi olduğu saptanan amino asitler arjinin, histidin, izolösin, lizin, lösin, metiyonin, fenilalanin, triptofan, treonin ve valin olarak tespit edildi. Bu amino asitlerin sentetik meridik besinden tek tek veya gurup olarak çıkarılmaları halinde, deney periyodu boyunca (10. ve 28. günler arası) böceğin ergin dişilerinin ortalama toplam yumurta sayıları, kontrol besini olarak kullanılan Emre (1988) tarafından geliştirilen kimyasal yapısı belirli sentetik besinle beslenen böceklerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı saptandı.

P. turionellae erginlerinin yumurta üretimleri üzerine yaptıkları etkiler bakımından böcek için temel olmadığı saptanan amino asitler alanin, aspartik asit, glisin, glutamik asit, hidroksiprolin, prolin, serin, sistein ve tirozin olarak belirlendi. Bu amino asitlerinin *P. turionellae* ergin dişilerinin sentetik meridik besininden tek tek çıkarılmaları halinde deney periyodu boyunca (10. ve 28. günler arası) böceğin ortalama toplam yumurta sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları kontrol besini ile karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı derecede bir farklılığın olmadığı gözlemlendi.

Besinin total amino asit içeriğinin tamamının (3,0 g/dL) temel amino asitlerden oluşması durumunda, yani besin temel olmayan amino asitleri içermese de böcekler kontrol grubuna benzer miktarlarda yumurta üretebilmişlerdir. Buna karşılık *P. turionellae* erginleri 10 temel amino asitin grup olarak eksikliğinde ise, besindeki temel olmayan amino asit oranı yaklaşık olarak iki katına çıkarılsa da böceğin yumurta üretimi istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı saptandı.

P. turionellae'nın polifaj bir endoparazitoid olma özelliği ile uyumlu olarak, besinin total amino asit içeriğindeki temel amino asitlerin %50 arttırılıp temel olmayan amino asitlerin %50 azaltılması veya tersi olacak şekilde temel amino asitlerin %50 azaltılıp temel olmayan amino asitlerin % 50 arttırılması durumlarında toplam yumurta sayısında ve bu yumurtaların açılım oranlarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif veya pozitif yönde bir fark tespit edilmedi.

Sonuç olarak, temel ve temel olmayan amino asitlerin ayrı ayrı eksik olduğu besinlerle beslenmiş *P. turionellae* ergin dişilerinin günlük ortalama

yumurta üretimleri incelendiğinde, metiyonin hariç temel amino asitlerin genel olarak 14. 16. ve 18. günlerdeki ortalama yumurta sayıları kontrol grubu böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayılarına göre anlamlı derecede daha düşük olduğu, temel olmayan amino asitlerde ise anlamlı derecede bir farklılığın olmadığı gözlemlendi.





TEŞEKKÜR

Biyolojik mücadelede doğal düşmanların kitlesel üretiminde faydalanılabileceği gerekçesiyle, bana bu tez konusunu veren, çalışmalarım sırasında katkılarıyla beni yönlendiren, bilgisini, sabrını, hoşgörüsünü yardım ve desteğini hiç esirgemeyen danışman hocam Dr.Öğr. Üyesi Mehmet SULANÇ'a içtenlikle teşekkür ederim.

Ayrıca bilgi ve tecrübeleriyle bizlere büyük katkılar sağlamış olan rahmetli hocamız Prof.Dr. İskender EMRE'yi saygıyla anarak, laboratuvar çalışmalarım sırasında bilgi, tecrübe, yardım ve desteklerini esirgemeyen Dr.Öğr. Üyesi Pınar ÖZALP, Prof.Dr. Mustafa COŞKUN ve Doç.Dr. Tamer KAYIŞ'a teşekkür etmeyi borç bilirim.

Eğitimin önemini, doğruluğu ve doğru yolda özverili ve ilkeli çalışmayı bana aşılayan rahmetli babam Kemal DURMUŞCAN'ı sevgi ve saygıyla anarak, varlığı ile dünyayı renklendiren kızım Nazlı Sultan DURMUŞCAN'a, manevi desteğini daima hissettiğim annem Sultan DURMUŞCAN'a ve aileme sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ	I
ABSTRACT.....	II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET	III
TEŞEKKÜR.....	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ	X
ŞEKİLLER DİZİNİ	XII
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	11
3. MATERYAL VE METOD	21
3.1. Böcek Kültürünün Devamlılığı ve Beslenmesi.....	21
3.2. Deney Besinlerinin Hazırlanması	21
3.2.1. Kontrol Besinin Hazırlanması	22
3.2.2. Amino Asit Çözeltilerinin Hazırlanması ve Besin Serilerine Uygulanması.....	25
3.3. Deney Böceklerinin Beslenmesi	26
3.4. Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi	27
4. BULGULAR.....	31
4.1. Temel ve Temel Olmayan Amino Asitlerin Toplam Yumurta Üretimi ve Açılımı Üzerine Etkileri.....	31
4.2. Temel ve Temel Olmayan Amino Asitlerin Günlere Göre Yumurta Üretimi ve Açılımı Üzerine Etkileri.	35
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	65
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	87



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. <i>Pimpla turionellae</i> ergin bireylerini beslemede kullanılan temel besinin bileşimi (Emre, 1988).	23
Çizelge 4.1. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.	31
Çizelge 4.2. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.	33
Çizelge 4.3. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları	36
Çizelge 4.4. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları	39
Çizelge 4.5. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları	44
Çizelge 4.6. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları	46



ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. <i>Pimpla turionellae</i> erginleri	21
Şekil 4.1. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.....	32
Şekil 4.2. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.	34
Şekil 4.3. Temel amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları	37
Şekil 4.4. Temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları	38
Şekil 4.5. Temel amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları	40
Şekil 4.6. Temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları	41
Şekil 4.7. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları	45
Şekil 4.8. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen <i>Pimpla turionellae</i> ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları	47



1. GİRİŞ

Besin zincirimizdeki doğal kaynakların korunması amacıyla, zararlı böceklerin ortadan kaldırılması için kullanılan kimyasal mücadele uygulamaları, 1940'lı yıllarda sentetik pestisitlerin keşfedilmesinden sonra hızla artmış ve 1950'li yıllara kadar da uzun süreli olumsuz etkileri fark edilmemiştir. Kimyasalların uzun vadede çevreye yaptıkları geriye dönüşümsüz olumsuz etkileri ilk olarak Carson (1962) tarafından “Sessiz İlkbahar” (Silent Spring) adlı kitapta anlatılmıştır. Bu kitapta biyologlara, ekoloğlara, araştırmacılara, çevrecilere vb. birçok kesime çok önemli mesajlar verilmiş ve bundan sonra da bu konudaki çalışmalar hızla artmıştır.

Kimyasal mücadelenin günden güne artarak ve bilinçsizce yapılıyor olması ekosistem için zararlı bireylerin yanında faydalı bireylerin de yok edilmesine ve sonuçta biyolojik dengenin bozulmasına yol açmıştır. Günümüzde insanlar kimyasal maddelerin oluşturduğu bir okyanus içinde yaşamaktadır. Bilinçsiz ve kontrolsüz uygulanan kimyasal mücadele kanserojen, teratojen ve mutajen kimyasalların bu okyanustaki birikim hızını arttırmaktadır (Sternberg, 1979; Schuytema ve ark., 1994; Shukla ve ark., 2002).

Besin zincirindeki zararlılarda ilaçlara karşı dayanıklılığın artması, potansiyel zararlıların ekonomik zararlı durumuna geçmesi, doğal düşmanların öldürülmesiyle doğal dengenin bozulması, gıda maddelerindeki ilaç kalıntıları ve çevre kirlenmesi ile insan ve hayvan sağlığının tehdit edilmesi ve bunlara yüksek ilaç fiyatları da eklenince kimyasal mücadeleye alternatif çevre dostu ve daha ucuz mücadele yöntemlerine geçilmesi zorunlu hale gelmiştir. (Greathead ve Waage, 1983; Andow ve ark., 1997; Hagler, 2000).

Doğal kaynakların korunması, bozulan ekolojik dengenin yeniden tesisi, sürdürülebilir tarım ile biyolojik çeşitliliğin devamı, toprağın yaşatılması ve kimyasal kirliliğin sonlandırılması için “Biyolojik Mücadele” olarak bilinen yöntem, doğal düşman popülasyonlarının arttırılıp zararlı böceklerin ekonomik

zarar düzeyinin altında tutulmasında önemli bir rol oynar (Rosen, 1985; Kansu, 1986; Andow ve ark., 1997; Gurr ve Wratten, 2000; Simmons ve ark., 2002; Kılınçer ve ark., 2010; Uygun ve ark., 2010). Biyolojik mücadele terimi, doğadaki canlılar arasındaki ilişkilerin ekolojik, biyolojik ve sistematik açıdan incelenmesinden sonra doğmuş olup ilk kez 1919 yılında Smith tarafından kullanılmış ve biyolojik mücadeleyi basit olarak “zararlı popülasyonlarını doğal düşmanları vasıtasıyla baskı altına alma ve düzenleme” şeklinde tanımlamıştır (Smith, 1919). Canlı veya cansız ortama hiçbir zararı olmayan, çevre kirliliğine yol açmayan ve ekolojik dengenin korunması veya düzenlenmesine katkı sağlayan biyolojik kontrol yöntemlerinin kullanımı son yıllarda daha da hız kazanmıştır (Uygun ve ark., 2010; Büyükgüzel ve ark., 2017). Biyolojik mücadelede ya zararlının doğal düşmanları (parazitler, parazitoidler, patojen bakteriler, virüsler ve predatörler) doğrudan doğruya kullanılır ya da diğer stratejiler (kısırlaştırma, feromon tuzakları ile toplama, beslenmeyi önleyici maddelerle beslenmenin önlenmesi) uygulanır (Xu ve ark. 2001).

Biyolojik mücadelede kullanılan ajanlar içinde en uygunu, en az risk taşıyanı ve en spesifik etki yapanı ekolojik can simitleri olarak da nitelendirilebilen parazitoidlerdir (Andow ve ark., 1997). Çin'de 11. yüzyılda ve Avrupa'da 17. yüzyılda böcek parazitizminin keşfi, günümüzde biyolojik kontrolde yüzlerce parazitoid türünün başarılı ve çevresel olarak güvenli bir şekilde kullanılmasına yol açmıştır (Gurr ve Wratten, 2000; Van Lenteren, 2003; Van Lenteren ve ark., 2006). Parazitoidler, ergin öncesi gelişim dönemlerini tamamlamak ve/veya ergin dönemde beslenmek için zararlı türlerin değişik dönemlerini kullanan ve son yıllarda oldukça fazla tercih edilen etmen gruplarından birini oluşturmaktadır. Ayrıca parazitoidler, konukçularını arama ve bulma yetenekleri ile doğada zararlıları baskı altına almada ve doğrudan savaşım amacıyla biyolojik mücadelede kullanımı açısından vazgeçilmez organizmalardır. İlave olarak parazitoidler genellikle sadece bir konukçu türe veya akraba birkaç türe saldırırlar. Bu durumlar parazitoidlerin biyolojik mücadelede kullanılabilecek en uygun etmen olmasını

sağlamıştır. Günümüzde farklı böcek takımlarına ait, bilimsel olarak tanımlanmış hemen hemen atmış sekiz bin parazitoid türü bilinmektedir. Bu tanımlanmış olan türler içerisinde yaklaşık elli bin tanesi Hymenoptera takımına aittir (Gaston, 1991; Eggleton ve Belshaw, 1992). Hymenopter parazitoidler, biyolojik mücadelede özellikle Lepidoptera takımına ait zararlı türlerin mücadelesinde kullanılmaktadır (Tunçyürek, 1972; Gülel, 1982; Şengonca ve Peter, 1993; Sétamou ve ark., 2002).

Doğal düşmanlar olan parazitoidler salındıkları faunaya yerleşip, çoğalıp ertesi yıla geçemiyorsa, doğada mevcut parazitoidler zararlıyı baskı altına alabilecek popülasyon düzeyinde değilse, parazitoidler periyodik olarak ve mücadelesi yapılacak zararlının en yaygın olduğu zamanda kitle halinde üretilerek yeterli sayıda zararlının bulunduğu alana salınmalıdırlar (Van Lenteren, 1986a; Andow ve ark., 1997; Morales-Ramos ve ark., 2014). Yirminci yüzyılın başından beri doğal düşmanların seri üretimi biyolojik kontrol programlarını iyileştirmenin bir aracı olarak görülmekte ve bu amaçla kullanılan kontrol ajanlarının yüksek kalitede ve yeterli sayıda üretilmesi ile ilgili çalışmalar (Smith, 1919; Morrison ve King, 1977; Singh, 1977, 1984; Yazgan, 1972, 1981; Singh ve Moore, 1985; Emre, 1988; Emre ve Yazgan, 1990; Sulanç, 1991; Özalp ve Emre, 1992, 1998, 2001; Kalyoncu ve Aksoylar, 2000; Sulanç ve Emre, 1998, 2000; Van Lenteren, 1986a, 1986b, 2003; Gürbüz ve ark., 2007; Grenier, 2009, 2012; Mercimek ve ark., 2010; Dikkaya ve Sulanç, 2011; Kayış ve Emre, 2012; Kayış ve ark, 2012; Morales-Ramos 2014; Coşkun ve Emre, 2015, 2017) biyolojik mücadelenin en önemli özelliğini oluşturmaktadır.

Her hayvan grubunda olduğu gibi böceklerin de büyüme ve gelişmelerini tamamlamak için karbonhidratlar, proteinler, lipitler, vitaminler, madensel tuzlar ve diğer besin bileşenlerine ihtiyaç duymaktadırlar (Bronskill ve House, 1957; House, 1962, 1972, 1974, 1977; Dadd, 1973; Jacob ve Morugan 1989; Emre, 1988; Emre ve Yazgan, 1990; Sulanç, 1991; Tsiropoulos 1992; Thompson ve Hagen, 1999). Bu besinsel ihtiyaçlar böcek türleri arasında farklılıklar göstermekle beraber, aynı böceğin gelişim evreleri arasında da büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Ergin

hayat devresi oldukça uzun olan biyolojik kontrol ajanı entomofaj hymenopter türlerinin hayatta kalabilmeleri ve üreyebilmeleri için gerekli olan protein, lipid, karbonhidrat, vitamin, madensel tuzlar ve diğer besin bileşenlerini bitki özsuğu, nektar, polen veya konak hemolenfinden karşılamaları gerekmektedir (Lewis 1961; Emre 1988; Benelli ve ark. 2017).

Birçok Lepidoptera pupunu parazitleyebilen parazitik entomofaj hymenopterlerin ilk temsilcisi *Pimpla turionellae* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın kolaylıkla kültüre alınabilmesinden dolayı biyolojik mücadele unsuru olarak önemi her geçen gün artmaktadır (Bronskill ve House, 1957; Yazgan, 1981; Kansu ve Uğur 1984, Grenier 2009, 2012 ; Büyükgözel ve ark., 2017).

Bu çalışmada kullanılan *P. turionellae* soliter idiobiont endoparazitoid bir türdür. Ergin parazitoid dişi konağını felçleştirdikten sonra yumurtalarını konak içine bırakır ve bu yumurtalardan çıkan larvalar konak materyali ile beslenir. Larval gelişimini tamamlayan parazitoid, sonraki gelişim evreleri olan prepup ve pup evrelerini de tamamladıktan sonra ergin olarak konaktan ayrılır.

P. turionellae'nın laboratuvar şartlarında yetiştirilmesinde, konak olarak kullanılan büyük balmumu güvesi (kovan güvesi), *Galleria mellonella* L. Lepidoptera ordosu, Pyralidae familyasına mensup arıcılıkta peteklere zarar veren, ekonomik yönden zararlı bir türdür. Güvenin larvaları, polen ve petekle beslenerek arı kovanlarına büyük zarar verirler.

Parazitoid böceklerin kullanıldığı biyolojik mücadele yöntemlerinde beklenen sonuçların elde edilmesi için, bu böceklerin laboratuvarlarda kültüre alınarak besinsel gereksinimlerinin ve buna bağlı olarak da üreme performansı, yumurta verimi ve eşey oranlarının araştırıldığı çalışmalar, son yıllarda dikkat çekici bir şekilde hız kazanmıştır (Thompson 1986, 1999; Nettles 1990; Hentz ve ark., 1997; Hentz ve ark., 1998; Şeker ve Yanıkoğlu 1999; Uçkan ve Gülel, 2000; Meats ve Leighton 2004; Coşkun ve ark., 2005, Coşkun ve ark., 2005; Coşkun ve ark., 2009; Consoli ve Grenier 2009; Grenier 2009, 2012; Dikkaya ve Sulanç,

2011; Morales-Ramos ve ark, 2014; Benelli ve ark., 2017; Coşkun ve Emre, 2015, 2017; Coşkun ve Kayış, 2017).

Parazitik hymenopter türleri için kimyasal yapısı belirli ucuz ve pratik sentetik besinlerin ve yetiştirme tekniklerinin geliştirilmesi, bu böceklerin kalitatif ve kantitatif besinsel gereksinimlerinin tam ve karşılaştırmalı olarak araştırılmasına olanak sağladığı gibi, bilinmeyen besin bileşenlerinin de metabolik olaylar üzerine yaptığı ve açıklaması zor olan etkileri minimuma indirip, biyolojik kontrol programları için gereksinim duyulan bu böceklerin laboratuvarında kitle halinde üretiminde belli başlı basamakları çözmede yardımcı olacaktır.

Böceklerin laboratuvar ortamında beslenmeleri için çok az sayıda sentetik besin tanımlanmış olup, hymenopter parazitoid türlerle ilgili ilk olarak Yazgan (1972) tarafından *Itopectis conquisitor* için bazı bileşenlerin yapısı tam olarak tanımlanmamış olsa bile (nükleik asitler, proteinler) sentetik bir besin geliştirilmiştir. Ayrıca *P. turionellae* L.'nin doğal konak *G. mellonella* (Linnaeus, 1758) pupaları veya herhangi bir konağa gereksinim duymadan larval ve ergin evredeki metabolik ve fizyolojik gereksinimlerini karşılayabilen kimyasal yapısı belirli, sentetik besinlerle (Yazgan, 1981; Emre, 1988; Emre ve Yazgan, 1990) laboratuvar şartlarında kitle üretiminin yapılabilmesi önemli bir adımdır. Emre (1988) *P. turionellae* ergin dişileri için hazırlanan sentetik besinle beslenen dişilerde yumurta veriminin en iyi 25-31. günler arasında iken, doğal besin ile beslenen dişilerde 19-25. günlerde olduğunu bildirmiştir. Böylece her iki besininde deney periyodu süresince böceğin yaşaması üzerine olumsuz etkisi olmadığını göstermiştir.

Diğer tüm hayvanlarda olduğu gibi hymenopter böceklerde gelişme, büyüme, üreme gibi yaşamsal faaliyetleri için proteinlere gereksinim duymaktadırlar. Bunun yanında proteinlerin yapı taşı olan amino asitler sinirsel iletimde, fosfolipitlerin sentezinde, enerji üretiminde ve morfolojik gelişim işlemlerinde önemli biyolojik rollere sahiptirler (Friend ve ark, 1957; Davis, 1975; Thompson, 1976a, 1976b; Dadd, 1973, 1985; Chen, 1985; Ferro ve Zucoloto,

1990, 1991; Chang, 2004). Proteinlerin yapısında bulunan amino asitlerden sadece 10 tanesi (Arjinin, Histidin, İzolösin, Lizin, Lösin, Metiyonin, Fenilalanin, Triptofan, Treonin ve Valin) böcekler tarafından sentezlenemediğinden temel amino asittir. Diğerleri bu on amino asitten sentezlenebildiği için böcekler için temel besin bileşeni değildir. Genel olarak besindeki temel amino asitlerden herhangi birinin eksikliği veya bazı böcek türlerinde (örn: *Bombyx mori* için prolin) bazı temel olmayan amino asitlerin eksikliği büyüme ve gelişmeyi engeller. Bu nedenle bazı özel durumlarda, böceklerde optimal büyüme için geliştirilen sentetik besinlerin temel olmayan amino asit oranı, toplam amino asit havuzunun % 50'sini aşabilir. Ayrıca böceklerde kitikül sklerizasyonu için gerekli aromatik bir halkaya sahip temel olmayan bir amino asit olan tirozinin, sadece benzer yapıya sahip temel amino asit olan fenilalaninden metabolize edilebildiği gibi özel durumlar da vardır.

Böceğin sindirim sistemi besinsel proteinleri amino asitlere hidroliz eder. Bu nedenle besinsel proteinlerin ve sentetik besinlerin böcekler için değeri, sindirilebilirliğine ve özellikle temel amino asit içerik ve dengesine bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. Farklı oranlardaki amino asitlerin böceklerin gelişimi üzerine olan etkileri birçok araştırmacı tarafından ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir (Davis, 1975; Thompson, 1976a,1976b; Tsiropoulos, 1983; Çelik, 1984; Chen 1985; Dadd, 1985; Nettles, 1986a, 1986b, 1987; Ferro ve Zucoloto, 1990; Anand ve Anand 1994; Cangussu ve Zucoloto, 1997; Zografou ve ark., 1998; Hu ve ark., 2001; Romeis ve Wackers, 2002; Consoli ve Vinson, 2002; Chang, 2004; Dikkaya ve Sulanç, 2011; Pan ve ark., 2014; Coşkun and Emre, 2015; Piper ve ark., 2017; Ma ve ark., 2020).

Kısa yaşam süresine sahip böceklerin ergin evreleri için gereksinim duyulan bazı besin bileşenleri, larval evrede depo edilen besin bileşenlerinden büyük ölçüde karşılanabilmektedir (Trager, 1953; House, 1977; Dadd, 1973, 1985; Thompson, 1999; Thompson ve Hagen, 1999). Fakat entomofaj hymenopterler gibi ergin hayat evresi uzun olan türlerde larval evrede depo edilen besin bileşenleri yetersiz kalmaktadır (House, 1977; Dadd, 1985). Ayrıca parazitik hymenopter

türlerinde larval ve ergin evrede farklı beslenme yapılarının olmasından dolayı ergin evredeki besinsel gereksinimler larval evrede depo edilen besinlerden önemli ölçüde etkilenmektedir (Cangussu ve Zucoloto, 1992; Chang ve ark., 2001; Chang, 2004). Bu etkileşimin bir hymenopter endoparazitoid olan *P. turionellae*'de ne ölçüde olduğu, ergin öncesi ve sonrası evrelerdeki besinsel gereksinimleri belirleyen çalışmalara (Yazgan, 1981; Çelik, 1984; Emre, 1988; Emre ve Yazgan, 1990; Sulanç ve Yazgan, 1990; Sulanç, 1991; Sulanç ve ark., 1992; Sulanç ve Emre, 1998; Sulanç ve Emre, 2000; Coşkun ve ark., 2005; Coşkun ve ark., 2009; Dikkaya ve Sulanç, 2011; Coşkun ve Emre, 2015, 2017) ilave olarak artan ölçüde ayrıntılı çalışmaların yapılmasıyla ortaya çıkacağı bir gerçektir.

Diğer taraftan besindeki amino asitlerden bazıları, konak parazitoid ilişkilerinde konak seçiminde etkin bir rol oynamaktadır. Örneğin parazitik bir hymenopter türü olan *Devorgilla canescens* (Grav.) ergin dişileri, parazitlenmiş ve parazitlenmemiş konaklar arasındaki ayrımı, bu konakların hemolenfindeki lösin ve diğer bazı amino asit konsantrasyonlarına göre yapabilmektedir (Fisher ve Ganesalingam, 1970). Yine, endoparazitoid *I. conquisitor* (Say) dişilerinin konağı kabul etmeleri ve yumurta bırakmalarında alanin, serin, prolin ve glisin gibi amino asitlerin nötral çözeltileri tek başlarına etkili olduğu gibi ikili kombinasyonlarının nötral çözeltilerinin de etkili olduğu gösterilmiştir (Arthur ve ark. 1972). Diğer taraftan Yazgan (1972) yapay bir ortamda ve laboratuvarında yetiştirilen *I. conquisitor* populasyonunda, eşey oranının besindeki amino asit karışım konsantrasyonuna göre değişebileceğini ileri sürmüştür.

Parazitik hymenopterlerin besinsel amino asit ihtiyaçları, sadece bir ektoparazitoid olan *Exeristes roborator* (Fabricius) (Thompson, 1976b) ve bir endoparazitoid olan *P. turionellae* L. (Çelik, 1984)'de besinsel karışımdaki amino asitler ayrı ayrı ele alınarak incelenmiştir. Her iki türün de kalitatif amino asit ihtiyaçlarının genelde diğer böceklerinkine benzediği ve hayvanlar için temel olan 10 amino asiti sentezleyemedikleri saptanmıştır. Ayrıca bu iki türün yumurtadan yeni çıkmış larvaları sadece temel olan yani böceğin sentezleyemediği amino

asitleri içeren sentetik besin ortamlarında büyüme ve gelişmelerini başaramamışlardır. Gerek *E. roborator* gerekse *P. turionellae* larvaları normal büyüme ve gelişme için besinlerinde belirli oranlarda temel olmayan yani sentezleyebildikleri amino asitlere de ihtiyaç duymaktadırlar. Bu durum böceklerin yapay ortamlarında normal büyüme ve gelişmelerini sağlayacak dengeli besinlerin geliştirilmesi hususunda temel olmayan besin bileşenleri üzerinde de durulması gerektiğini göstermektedir. Bu konuda fitofaj böcekler ile yapılan çok sayıda araştırma bulunduğu halde (Ferro ve Zucoloto , 1990; Nettles, 1986b; Ferkovich ve ark., 2000) entomofaj böcekler ile yapılan çalışmaların sayısı azdır (Thompson, 1986). Entomofaj böceklerin günümüzde gereksinimi giderek artan biyolojik savaşındaki önemleri nedeniyle, bu grubun besinsel gereksinimlerinin iyi bir şekilde anlaşılmasını bir bakıma gerekli kılmaktadır.

Biyolojik kontrol uygulamalarında, zararlı tür populasyonlarının kabul edilebilir düzeylerde tutulması gerekliliğinden dolayı, yeterli sayıda biyolojik kontrol ajanının zararlı türlerin bulunduğu alana bırakılması gerekmektedir. Bu durumdan dolayı başarılı ve etkili kitlesel üretim sisteminde böceğin yumurta veriminin çok büyük önemi vardır (Orr ve Boethel, 1990; Ramadan ve ark., 1995; Hentz ve ark., 1998). Ayrıca endoparazitik hymenopter türlerinde populasyonun devamlılığı, böceğin yumurta bırakma performansı ve bırakılan yumurtalardan ergin böcek çıkış verimliliğinin yüksek olmasıyla mümkün olmaktadır. Bu bakımdan biyolojik kontrol programlarında kullanılan bu parazitoidlerin, kitle halinde üretilmesinde üzerinde önemle durulması gereken konulardan biri de, ergin bireylerin yaşam süreleri boyunca maksimum yumurta bırakma performansını ve larva çıkışı sağlayacak besinlerin geliştirilmesidir.

Bu çalışmada endoparazitoid bir hymenopter türü olan *P. turionellae* ergin dişilerinin yapay ortamlarda optimum düzeyde sağlıklı yumurta üretebilmelerini sağlayacak dengeli sentetik besinlerdeki kalitatif aminoasit ihtiyaç ve oranlarının belirlenmesi amacıyla, kimyasal yapısı bilinen sentetik ergin besininden 10 temel ve 9 temel olmayan amino asidin tek tek ve grup olarak çıkarılmalarıyla elde edilen

besinlerin ve amino asitlerin grup olarak farklı oranlardaki karışımını içeren besinlerin parazitoidin yumurta üretimi ve yumurta açılma oranına etkileri araştırıldı.

Ergin böcekler için kullanılacak kimyasal yapısı belirli sentetik besinlerde, elde ettiğimiz bulguların kullanılmasının yararlı olacağı ve böcek tarafından bırakılan yumurta miktarının bu tür çalışmalarda verilerin değerlendirilmesinde iyi bir kriter olacağı görüşündeyiz.

Besinsel bileşenlerin, özellikle temel olmayan amino asitlerin metabolik olaylara etkileri ile ilgili çalışmaların parazitik hymenopter türlerinde son derece sınırlı olması nedeniyle bu gruba giren böcekler hakkında bazı genellemeler yapabilmek için bu tür çalışmalara gereksinim vardır. Şüphesiz bu tür çalışmaların, böceklerde besin dengesinin anlaşılmasında önemli katkıları olacaktır.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

House (1954), Sarcophagidae familyasından parazitoid *Agria* (*Pseudosarcophage*) *affinis* larvalarının büyümesine 19 amino asitin etkisini araştırdığı çalışmada, aseptik ortamlarda beslenen larvaların besinlerinden arjinin, histidin, lösin, izolösin, lizin, fenilalanin, triptofan, metiyonin, treonin, ve valini içeren amino asitlerin çıkarılması durumunda larvaların ilk aşamayı geçemediğini göstermiştir. Ayrıca besinden glisin çıkarıldığında da larvaların çok azının gelişebildiğini; alanin, glisin, serin veya tirozin amino asitlerinin eksik olduğu besinlerle beslenen larvaların kontrol grubu larvalara göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yavaş geliştiklerini, fakat aspartik asit, sistein, glutamik asit, hidroksiprolin veya prolinin eksikliğinde larval gelişimin etkilenmediğini göstermiştir.

Friend (1957), *Hylemia antiqua* (Mg.) larvalarının amino asit ihtiyaçlarını belirlemek üzere yaptığı çalışmada 10 temel amino asitten herhangi birini içermeyen besinlerle beslenen larvaların gelişemedikleri ve pupa evresine ulaşmadan önce öldüklerini, fakat besinlerde temel olmayan amino asitlerin eksikliğinin larval gelişimi etkilemeyip pupalardan erginlerin çıktığını ve bu erginlerin de normal şekilde yumurta bırakabildiklerini göstermiştir.

Davis (1961b), *Oryzaephilus surinamensis* (L.)'in larval gelişimini tamamlaması için besindeki amino asitler içerisinde lizin'in mutlaka bulunması gerektiğini göstermiştir.

Strong ve Sakamoto (1963), deneysel olarak izotoplu glukoz-U-C¹⁴ içeren besinle beslenen, bir afid türü olan *Myzus persicae* (Sulzer)'nın amino asit sentezini araştırdıkları çalışmada, böceğin treonin, valin, lösin, izolösin, lizin, fenilalanin, metiyonin ve arjinini içeren temel amino asitleri sentezleyemediğini göstermişler, tirozin sentezleyememesinin de fenilalanin sentezlenememesinden kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Rock ve King (1967), bir lepidopter türü olan *Argyrotaenia velutinana* (Walker)'nın hem yumurta verimi hem de larval gelişimi için 18 amino asiti böceğin besininde nitrojen kaynağı olarak tanımlamışlar ve 10 temel amino asitin aseptik ortamdaki larval gelişim için besinde mutlaka bulunması gerektiğini tespit etmişlerdir.

Davis (1968a), *Oryzaephilus surinamensis* (L.)'in besininde glutamik asitin gerekli olmadığını fakat böceğin larval gelişiminde ve ergin döneminde dikarboksilik amino asitlerden aspartik asit ve glutamik asitin beraberce etkili olduğunu göstermiştir.

Fisher ve Ganesalingam (1970), besin bileşenlerindeki amino asitlerin bazılarının konak-parazitoid ilişkilerinde etkin bir rol oynadığını, bazı parazitik hymenopter türlerinin ergin dişilerinin parazitlenmiş ve parazitlenmemiş konaklar arasındaki ayrımı, bu konakların hemolenfindeki lösin, prolin, asparajin ve fenilalanin amino asit konsantrasyonlarına göre yapabildiğini tespit etmişlerdir.

Turner (1971), besindeki sistein ve metiyonin gibi sülfür içerikli amino asitlerin belirli oranlarının pamuk zararlısı *Aphis gossypii*'nin gelişimi sırasındaki metabolik olaylarda önemli rol aldığı için gerekli olduğunu, böceğin sistin yerine sisteini kullanılabildiğinden besinlerinde gereksiz olduğunu belirtmiştir. Ayrıca böceğin hem sistein hemde metiyonine ihtiyacı olmasının, bu böcek türlerinde metiyoninden homosistein üzerinden sistein oluşumunda bir yol olan sistationin yolağının olmadığına işareti olduğunu ileri sürmüştür.

Arthur ve ark. (1972), endoparazitoid *I. conquisitor* (Say) dişilerinin konağı tercih etmeleri ve yumurta bırakmalarında alanin, serin, prolin ve glisin gibi amino asitlerin nötral çözeltilerinin tek başlarına etkili olmasının yanı sıra, diğer amino asitlerin serin ile hazırlanan ikili kombinasyonlarının nötral çözeltilerinin de etkili olduğunu göstermişlerdir.

Yazgan (1972), kimyasal özellikleri bilinen sentetik meridik besin ile aksenik olarak laboratuvar da yetiştirilen *I. conquisitor* (Say) larvalarının doğal konakta gelişenlere göre daha yavaş gelişip daha küçük olsalar da, gelişen

yetişkinlerin üreme yeteneklerinin normal olduğunu, larvaların çok çeşitli oranlardaki glukoz ve amino asit karışımlarını çok iyi tolere edebildiğini, dilüe besinlerde büyük larvalar gelişse de bu larvalardan konsantre besinlerdekinden daha küçük yetişkinlerin çıktığını; besinden glukoz veya yağ asitlerinin çıkarılması larva gelişimini ve hayatta kalmayı etkilemediğini bunun sebebinin de larvaların enerji kaynağı olarak bir dereceye kadar amino asitleri kullanabildiğini, larvalardan gelişen yetişkinlerin eşey oranının hazırlanan besinlerdeki amino asit karışımının konsantrasyonuna göre değişebileceğini ve besindeki amino asit karışım oranının artırılması larvaların gelişimini ve yetişkin çıkışını arttırdığını tespit etmiştir.

Dadd (1973), çeşitli taksonomik sınıflara ait birçok böcek için beslenme alışkanlığı olan proteinlerin yerini tutabilecek besinsel amino asit karışımlarından oluşan sentetik besinlerin peptid bağlarına bağlı olarak her türün besinlerinde gerekli olduğunu tespit etmiştir.

Vanderzant (1973), *Chrysopa carnea*'nın sentetik besinindeki amino asit ihtiyaçlarının araştırıldığı çalışmada, arjinin, histidin, lösin, izolösin, lizin, fenilalanin, triptofan, metiyonin, treonin ve valinin büyüme ve gelişme için mutlaka besinle alınması gerektiğini göstermişlerdir.

House (1974), böceklerin beslenme deneylerinde 10 temel amino asit karışımına özellikle glutamik ve aspartik asit gibi temel olmayan amino asit ilavesinin böceklerde büyüme ve gelişmeyi desteklediğini ve temel olmayan amino asitlerdeki amino gruplarının diğer amino asitlere bağlanarak doku oluşumlarında etkili olduğunu göstermiştir.

Davis (1975), *Tenebrio molitor* L. larvalarının besinsel aminoasit ihtiyaçlarını araştırdığı çalışmasında bu böceklerin besinlerinde de ratlarda ve diğer omurgalı hayvanlarda esansiyel olan 10 amino asidin bulunması gerektiğini göstermiştir. Ayrıca bu böceklerin büyümesi için serin, tirozin, glutamik asit ve glisinin besinde vazgeçilebilir; alanin, sistin, prolin ve aspartik asitin ise yarı vazgeçilebilir olduğunu göstermiştir.

Thompson (1975), bir ektoparazitoid olan *E. roborator* (Fabricius)'un meridik ve holidik besinlerinde temel ve temel olmayan amino asitlerin böceğin beslenmesinde önemli bileşenler olduğunu ve sentetik besinle yetiştirilen böcek larvalarının doğal konaklarında yetiştirilenlere oranla daha yavaş gelişmeler bile ergin hale gelenlerin çoğunluğunun üreme sistemi normal dişilerden oluştuğunu, parazitoidin doğal konaklarında yetiştirilen popülasyonda ise daha çok erkek böceklerin çıktığını göstermiştir.

Thompson (1976a), ektoparazitoid *E. roborator* (Fabricius) larvalarının gelişimi için gerekli amino asitleri araştırdığı çalışmasında arjinin, histidin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valini içeren 10 amino asitin bu böcek larvaları için besinsel olarak mutlaka alınması gereken amino asitler olduğunu belirlemiştir. Ayrıca besinin sadece 10 temel amino asiti içermesi durumunda böceklerin yaşayamadığını da tespit etmiştir.

Thompson (1976b), amino asitlerin parazitik hymenopterlerde sadece proteinlerin yapı taşları olarak iş görmediğini, gerektiğinde larval evrelerde enerji kaynağı olarak da iş gördüğünü tespit etmiştir.

Dadd (1977), besinden çıkarma yöntemiyle böceklerin amino asit ihtiyaçlarını araştırdığı çalışmada listelenen 24 böcek türünün, ratlar için de temel olan 10 amino asite ilave olarak türden türe değişmek üzere diğer amino asitlere de ihtiyaçlarının olduğunu bildirmiştir.

Dadd (1978), bir afid türü olan *Culex pipiens* larvalarının amino asit ihtiyaçlarını araştırdığı çalışmasında, ratlar için belirlenen 10 temel amino asitin bu böcek larvaları için de temel amino asitler olduğunu, bu 10 amino asite ilave olarak prolin ve asparajinin bu böcek türü için temel amino asit olduğunu, böcek larvalarının optimal büyüme ve gelişmesi için besinlerinde bu 12 amino asite ilave olarak özellikle glisin ve serin olmak üzere temel olmayan amino asitlerin de bulunması gerektiğini tespit etmiştir.

Thompson (1981), üç familyayı temsilen *E. roborator*, *Brachymeria lasus*, *Brachymeria ovata* ve *Pachycrepoideus vindemiae*'i içeren dört parazitik

hymenoptera türünde, kimyasal olarak tanımlanmış sentetik besinden çıkarma yöntemi ile belirlediği arginin, histidin, izolösin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valini içeren 10 amino asitin bu böcek türlerinde besinsel olarak temel gereksinim olduğunu göstermiştir. Ayrıca *E. roborator* larvalarının gelişimini desteklemek için temel olmayan amino asitlere ihtiyaç duyduğunu göstermiştir.

Çelik (1984), parazitik hymenopterlerin besinsel amino asit ihtiyaçlarının, bir endoparazitoid olan *P. turionellae* L.'de ele alındığı çalışmasında, böceğin larvalarının büyüme ve gelişmesi için besin bileşeninde sadece temel amino asitlerin değil aynı zamanda temel olmayan amino asitlerin de bulunması gerektiğini saptamıştır.

Nettles (1987), Diptera böcek takımının Tachinidae familyasından parazitoid bir böcek olan *Eucelatoria bryani*'nin büyüme ve gelişmesi için gerekli olan amino asitlerin tespiti için yaptığı çalışmasında, böceğin besininden serbest amino asitlerin çıkarılması durumunda larval gelişimin üçüncü evrede durduğunu, arjinin, histidin, izolösin, lösin, metiyonin, fenilalanin, treonin, tirozin ve valinin böcek için besin ile mutlaka alınması gerekli olan yani temel amino asitler olduğunu, böceğin gelişimi için besininde temel olmayan amino asitlerden prolinin mutlaka bulunması gerektiğini ve temel olmayan amino asitlerden tirozin ve glisininin böceğin gelişimi için etkili olduğunu belirtmiştir.

Emre ve Yazgan (1990) besindeki amino asitlerin tamamen çıkartılması *P. turionellae*'nin yumurta sayısını ve açılımını önemli düzeyde düşürdüğünü belirtmiştir.

Çobanoğlu (1993), amino asit karışımı ve glukoz oranlarının endoparazitoid *Pimpla turionellae* L.'nin larva sonrası gelişimine etkilerinin araştırıldığı yüksek lisans tezinde parazitoid larvalarının yaşama ve gelişme hızının, genel olarak artan amino asit karışımı düzeyi ile arttığını, glukozun etkisinin ergin olma sırasında gözlemlendiğini ve glukoz ve amino asit karışımı

düzeyleri arasındaki dengenin larva sonrası yaşama ve gelişmede önemli rol oynadığını saptamıştır.

Anand ve Anand (1994), *Dacus cucurbitae* (Coquillett) larvalarının besinlerindeki arjinin hariç esansiyel amino asit D-izomerlerinin böceğin larvalarının gelişim ve pupasyondaki etkisini araştırdıkları çalışmalarında, dokuz esansiyel amino asidin D-izomerleriyle beslenen larvaların çoğunun gelişimlerinin olmadığı ve en geç iki hafta içinde öldüklerini, ancak izolösin, triptofan, valin ve histidin'nin D-L izomerlerinin resamik karışımlarında çok az sayıda larvanın pupa evresine ulaşabildiğini göstermişlerdir.

Zografou ve arkadaşları (1998), *Bactrocera oleae*'nin ergin besininde bulunan amino asitlerin yerine, farklı konsantrasyonlarda antagonist etkili yirmi beş amino asit analogunu kullanarak çalışmalarını yapmışlar; sonuç olarak temel amino asit analogları ile beslenen böceklerin, temel olmayan amino asit analogları ile beslenen böceklere göre yaşam sürelerinin ve üreme fonksiyonlarının negatif yönde daha fazla etkilendiğini göstermişlerdir.

Chang ve ark. (2001), *Ceratitis capitata* bireylerinin meridik besinle beslenmesi sırasında, besinden on temel amino asidin veya sekiz temel olmayan amino asidin tamamen çıkartılması böceğin yumurta üretimini önemli derecede azalttığını vurgulamışlardır.

Hu ve ark. (2001), *Edovum puttleri*'nin larva besinindeki amino asit ve karbonhidratların larva gelişimine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, besindeki amino asit ve karbonhidrat oranının artırılmasının larva gelişimini hızlandırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında, endoparazitoid *E. puttleri*'nin böcek evresinden yoksun yapay bir besinle pupa aşamasından başarıyla geçebileceğini göstermişlerdir.

Consoli ve Vinson (2002), *Solenopsis invicta*'nın ergin ve pupa evresindeki serbest amino asit ile total protein ve karbonhidrat konsantrasyonlarının araştırıldığı çalışmada, her iki eşey arasında total protein ve karbonhidrat oranlarının farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Romeis ve Wackers (2002), amino asit ve karbonhidratların ergin *Pieris brassicae*'nin ömür uzunluğu ve yumurta sayısına olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında amino asitlerin tek başına ömür uzunluğuna bir etkisi olmaz iken temel amino asitlerin sükroz ile birlikte verildiğinde ömür uzunluğunda önemli bir artış olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca yumurta sayısına sükrozun bir etkisi bulunmaz iken sükroz ve amino asit karışımının birlikte verilmesinin yumurta sayısını arttırdığı çalışmada vurgulanmıştır.

Mangan (2003), tarafından yapılan çalışmada *Anastrepha ludens* ergin bireylerinin farklı şeker ve protein içerikli besinlerle beslenmesi sonucu çiftleşme sıklığına ve yumurta sayısına bakılmıştır. Dişi bireylerin yüksek içerikli protein ve şeker içeren her iki besinle birden beslenmesi sonucu çiftleşme aktivitelerinde gözle görülür bir artışın olduğu, erkek bireylerin sadece şekerli veya her iki besinle birlikte beslenmesi çiftleşme aktivitesini değiştirmediğini belirtmiştir. Yumurta sayılarında da her iki besin ile beslendiklerinde bir artışın gözlenmediğini ifade etmiştir.

Chang (2004), tarafından yapılan çalışmada temel ve temel olmayan amino asitlerin teker teker ve gruplar halinde *C. capitata* larva ve erginleri için hazırlanan besinden çıkartılması sonucu; on temel ve dokuz temel olmayan amino asiti içermeyen besinle beslenen larvaların tümünün öldüğünü, temel olmayan amino asitleri içermeyen besinle beslenen larvaların yaşasalar da gelişimlerinin önemli derecede geciktiğini; temel ve temel olmayan amino asitleri içermeyen veya sadece temel olmayan amino asitleri içermeyen besinle beslenen yetişkin böceklerin yaşamlarına devam edip yumurta bırakabilseler bile üreme verimliliklerinin çok düşük olduğunu göstermiştir.

Dikkaya ve Sulanç (2011), kimyasal yapısı belirli sentetik besinlerdeki dikarboksilik amino asitlerden aspartik asit, glutamik asit ve amidleri (asparajin, glutamin)'nin farklı miktarlarının bir endoparazitoid hymenopter türü olan *P. turionellae* L. ergin dişilerinde bırakılan yumurta sayısı ve yumurtaların açılma oranına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, besindeki asparajin ve glutaminin

%50 oranında arttırılmasının toplam yumurta sayısı ve yumurta açılım yüzdesine negatif yönde etki ederken, asparajinin %50 azaltılmasının toplam yumurta üretimini ve açılımını pozitif yönde arttırdığını göstermişlerdir.

Pan ve ark. (2014), *Nilaparvata lugens* (STÅL)'in büyüme, gelişme ve üremesine sentetik besindeki amino asitlerin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, amino asitten yoksun sentetik besinle beslenen böceklerin larval periyotlarının kısaldığı, bu larvalardan gelişen yetişkin böceklerin kanat yapılarının bozuk olduğu, ovaryum displazilerinin olduğu ve bu böceklerin normal besinlerle beslenseler bile yumurta sayılarının ve yumurta üretim sürelerinin azaldığı, ayrıca yaşam sürelerinin de kısaldığını göstermişlerdir. Çalışmalarının sonucunda genel bir strateji olarak böceklerin üreme ve hayatta kalma arasında fizyolojik bir denge kurduğunu belirtmişlerdir.

Coşkun and Emre (2015), *P. turionellae* L.'nin sentetik ergin besin bileşenlerinden lipitlerin, amino asitlerin ve şükrozun değişik oranlarının, ergin dişi çıkışı ve böceğin total protein ve glikojen miktarını araştırdıkları çalışmada, kontrol besinindeki aminoasit karışımının %50 arttırılması veya tamamen besinden çıkartılması, toplam ergin çıkışını kontrole göre önemli düzeyde azalttığını ve maksimum ergin çıkışının böceklerin besindeki amino asitin 1.5 g/dL (Kontrol besinindekinin %50'si) olduğu besinle beslenmesi durumunda %85.18 olarak gerçekleştiğini göstermişlerdir.

Teulier ve ark. (2016), hymenopterlerle yaptıkları araştırmada bazı arı ve yaban arısı türlerinin, uçuş için yakıt olarak prolin kullanarak karbonhidratların oksidasyonunu büyük ölçüde arttırabildiğini göstermişlerdir.

Piper ve ark. (2017), bir organizmanın besinsel amino asit gereksinimlerinin genom bilgisine göre belirlenmesinin büyüme ve üremeyi optimize ettiğini göstermişlerdir.

Ma ve ark. (2020), *Drosophila melanogaster*'de besinsel proteinlerin kantitatif kullanılabilirliğinin amino asit kalitesine göre değiştiğini ve besinin

protein kalitesinin, değişen protein ve karbonhidrat konsantrasyonlarının dişilerin üremesini önemli ölçüde değiştirdiğini göstermişlerdir.





3. MATERYAL VE METOD

3.1. Böcek Kültürünün Devamlılığı ve Beslenmesi

Temel ve temel olmayan amino asitlerin endoparazitoid bir hymenoptera türü olan *P. turionellae* L. ergin dişilerinin yumurta verimi ve yumurtaların açılımına etkisinin araştırıldığı çalışma için kullanılan araştırma böceklerinin stok kültürünün devamlılığı, 50 ± 5 bağıl nem içeren $24 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve 12 saat aydınlık fotoperiyodu uygulanan laboratuvar koşullarında %50 bal su çözeltisi ve büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* L. hemolenfi ile beslenmeleriyle sağlanmıştır. Araştırmada kullanılan yeni erginleşmiş, henüz besin almamış ve çiftleşmemiş *P. turionellae* ergin dişileri, stok kültür böceklerinin *G. mellonella* pupalarını parazitlemesi sonucu elde edilen parazitlenmiş pupalardan, aynı laboratuvar koşullarında elde edilmiştir.

Deneylerde kullanılan *P. turionellae* bireylerinin elde edilmesi, beslenmesi, laboratuvar koşullarının belirlenmesi sırasında Emre (1988) tarafından tanımlanan yöntem ve teknikler kullanılmıştır.



Şekil 3.1. *Pimpla turionellae* erginleri

3.2. Deney Besinlerinin Hazırlanması

Çalışmada kimyasal yapısı bilinen, 19 amino asidi kapsayan meridik besin (Emre, 1988) kontrol besini olarak kullanıldı. Amino asitlerin kalitatif etkilerini saptamak için kontrol besininden her defasında bir amino asit çıkarılarak, temel ve temel olmayan amino asitler kontrol besininden grup olarak çıkarılarak ve bir grup

%50 oranında eksiltildiğinde diğer grup % 50 oranında arttırılarak kontrol besini de dahil toplam 26 farklı besin hazırlandı. Hazırlanan bu besinlerle *P. turionellae* ergin dişileri beslendi.

3.2.1. Kontrol Besinin Hazırlanması

Deneyler sırasında kontrol besin olarak Emre (1988) tarafından ergin *P.turionellae* için geliştirilen kimyasal yapısı bilinen sentetik besin kullanıldı. Kantitatif bileşimi Çizelge 3.1.'de verilen kimyasal yapısı belirli sentetik besinin hazırlanması sırasında öncelikle besin bileşenlerinden L-amino asit karışımı, inorganik tuz karışımı, vitamin karışımı ve lipid karışımı stok çözeltiler ve karışımlar halinde hazırlandı. Aşağıda belirtilen yöntem ve madde miktarları ile stok çözelti ve karışımlar kullanıma hazır hale getirildi.

Temel besin bileşenini oluşturan L-amino asit karışımı, inorganik tuz karışımı lipid karışımı ve vitamin çözeltilisinin hazırlanış ve miktarları aşağıda belirli bir sıra içerisinde verilmiştir.

Amino asit karışımı: Bu karışım 100 gramlık stok halinde hazırlanmıştır. Nicel ve nitel bileşimi *G. mellonella* hemolenfi amino asit bileşimine dayanan (Wyatt ve ark., 1956) karışımda yer alan L-amino asit miktarları gram olarak şöyledir: Alanin 7.0 g; arjinin-HCl 5.0 g; aspartik asit 6.5 g; fenilalanin 5.5 g; glisin 6.4 g; glutamik asit 10.5 g; hidroksiprolin 1.9 g; histidin 4.0 g; izolösin 5.2 g; lizin 5.3 g; lösin 7.7 g; metiyonin 3.0 g; prolin 8.2 g; serin 6.5 g; sistein 1.3 g; tirozin 4.0 g; treonin 5.5 g; triptofan 2.0 g; valin 4.5 g. Belirtilen miktarlarda alınan amino asitler porselen havan içinde ezilerek toz haline getirildi ve bu suretle karışımın homojen bir yapı alması sağlandı. Karışım renkli bir şişeye konulup ağzı sıkı şekilde kapatılarak saklandı. 100 mL'lik stok besine bu karışımdan 3 g katıldı.

Çizelge 3.1. *Pimpla turionellae* ergin bireylerini beslemede kullanılan temel besininin bileşimi (Emre, 1988).

Besin Bileşeni	mg/100 ml besin	Besin Bileşeni	mg/100 ml besin
L-Amino asit karışımı	3000.00	Suda çözünen vitamin karışımı	284.38
Alanin	210.00	Askorbik asit	10.6105
Arjinin-HCl	150.00	Biotin	0.0379
Aspartik asit	195.00	Ca-Pantotenat	2.8042
Fenilalanin	165.00	Folik asit	0.1137
Glisin	192.00	İnositol	17.0526
Glutamik asit	315.00	Kolin klorür	246.3158
Hidroksipirolin	57.00	Nikotinik asit	5.6842
Histidin	120.00	Pridoksin -HCl	0.2842
İzolösin	156.00	Riboflavin	1.3263
Lizin	159.00	Tiamin-HCl	0.1516
Lösin	231.00		
Metiyonin	90.00	İnorganik tuz karışımı	75.00
Prolin	246.00	CaCl ₂	3.6684
Serin	195.00	CuSO ₄ 5H ₂ O	0.6721
Sistein	39.00	CoCl ₃ 6H ₂ O	0.5798
Tirozin	120.00	FeCl ₃ 6H ₂ O	2.1583
Treonin	165.00	K ₂ HPO ₄	45.0129
Triptofan	60.00	MgSO ₄ 7H ₂ O	15.7853
Valin	135.00	MnSO ₄ H ₂ O	6.2201
		Na ₂ HPO ₄ 12H ₂ O	0.0479
Lipit karışımı	540.96	ZnCl ₂	0.8552
Kolesterol	138.8430		
Linoleik asit	8.0331	Diğer ilaveler	
Linolenik asit	25.5537	Ribonükleik asit	75.00
Oleik asit	10.5950	Sükroz	14000.00
Palmitik asit	0.6777	2N KOH	280.00
Stearik asit	0.2314	2N K ₂ HPO ₄ *	14.03
Tween 80	357.0248	Saf su	100 mL oluncaya kadar

* Vitamin karışımı çözeltisine ilave edildi.

İnorganik tuz karışımı: Bu karışım için 0.8580 g CaCl₂; 0.1572 g CuSO₄.5H₂O; 0.1356 g CoCl₃.6H₂O; 0.5048 g FeCl₃.6H₂O; 10.5280 g K₂HPO₄; 1.4548 g Na₂HPO₄.12H₂O; 3.6920 g MgSO₄.7H₂O; 0.0112 g MnSO₄.H₂O; 0.2000 g ZnCl₂ bir beher içine alınarak 100 mL sıcak su ilavesiyle tuzların çözülmesi

sağlandı. Hazırlanan bu çözelti 150°C'deki etüvde karışımın ağırlığı sabit oluncaya kadar bekletildi. Bu süre sonunda suyundan tamamen arınan tuz karışımı porselen bir havana konularak dövüldü ve karışımın homojenliği sağlandı. Hazırlanan stok karışım, renkli bir şişede ağzı sıkıca kapatılarak kullanılıncaya kadar muhafaza etmek için, nem içermeyen bir ortamda saklandı. 100 mL'lik stok besine bu tuz karışımından 0.075 g katıldı.

Lipid karışımı: Karışımın yer alan yağ asitleri ve kolesterol miktarları gram olarak şöyledir: Kolesterol 0.840 g; linolenik asit 0.1546 g; linoleik asit 0.0486 g; oleik asit 0.0641 g; palmitik asit 0.0041g; stearik asit 0.0014 g. Yağ asitleri ve kolesterol verilen miktarlarda bir homojenizatör tüpüne konuldu, üzerine 2.16 g Tween 80 ve 32.0 mL sıcak su ilave edilip UltraTurrax T25 marka homojenizatörde 22000 devirde 5 dakika süreyle karıştırıldı. Hazırlanan bu karışım bir erlenmayere konulup ağzı sıkıca kapatılarak -18 °C'de kullanılıncaya kadar saklandı. Lipit karışımı kontrol besinine katılmadan önce +40 °C'deki su banyosuna konularak tekrar sıvı hale gelmesi sağlandı. Sıvılaşan karışım manyetik karıştırıcıda iki dakika süreyle karıştırılarak homojenliği sağlandı. 100 ml'lik stok besine bu emülsiyondan 6.0 mL ilave edildi.

Suda Çözünen Vitamin Çözeltisi: Stok çözeltinin içerdiği vitaminler gram olarak şöyledir: Askorbik asit 0.1120 g; biotin 0.0004 g; Ca-pantotenat 0.0296 g; folik asit 0.0012 g; inozitol 0.1800 g; kolin klorür 2.6000 g; nikotinik asit 0.0600 g; pridoksin-HCl 0.0030 g; riboflavin 0.0140 g; tiamin-HCl 0.0016 g. Belirtilen miktarlarda tartılan vitaminler bir erlenmayer içine konulmuş üzerine 90.0 ml saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda karıştırılarak çözünmeleri sağlanmıştır. Suda çözünen vitaminleri içeren bu çözeltiye pH'sının 6.5 olması için 0.850 ml 2N K₂HPO₄ ilave edildi. Hazırlanan stok çözelti kullanılıncaya kadar -18 °C'de saklandı. Çözelti kontrol besine katılmadan önce çözeltinin oda sıcaklığına gelmesi sağlanıp, manyetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra 100 ml besine 9.0 ml katıldı.

Kontrol besinin hazırlanması: Öncelikle Çizelge 3.1.'de belirtilen miktarlardaki L-aminoasit karışımı, inorganik tuz karışımı, RNA ve süktroz bir behere konulup, üzerine toplam su miktarının yarısı kadar +80°C'de saf su eklenerek bu maddelerin çözünmesi sağlandı. Çözelti soğuduktan sonra üzerine lipid karışımı, vitamin karışımı ve pH'ı 6.5'e ayarlamak için 2N KOH eklendi. Daha sonra elde edilen çözeltinin hacmi, saf su ilavesiyle 100 mL'ye tamamlandı. Hazırlanan bu besin bir erlenmayer içinde ağzı sıkıca kapatılarak kullanılıncaya kadar +4°C'de muhafaza edildi.

3.2.2. Amino Asit Çözeltilerinin Hazırlanması ve Besin Serilerine Uygulanması

Amino asit çözeltilerinin hazırlanmasında 100 mL'lik besinde bulunan miktarlar göz önüne alındı. Deneylerde kullanılmak üzere kontrol besini dışında, bir besin serisinde amino asitlerin kalitatif etkilerini saptamak için kontrol besininden her defasında bir amino asit çıkarılarak 19 farklı besin hazırlandı. Besinin toplam amino asit oranını sabit tutmak amacıyla besine çıkarılan amino asidin miktarı kadar glisin amino asidi ilave edildi. Besinden glisin çıkarıldığı zaman ise alanin kullanıldı.

Bir diğer besin serisinde temel ve temel olmayan amino asitlerin kontrol besinindeki oranı sabit kalacak şekilde ayrı ayrı stok karışımları hazırlandı. Kontrol besininden temel ve temel olmayan amino asitler grup olarak tamamen çıkarılıp, amino asit oranını sabit tutmak amacıyla çıkarılan grubun miktarı kadar glisin ilave edilerek 2 ayrı besin, kontrol besinindeki amino asit oranının (3000 mg) tamamını temel veya temel olmayan amino asit içerecek şekilde 2 farklı besin ve temel ve temel olmayan amino asidin bir grubu %50 oranında eksiltildiğinde diğer grup % 50 oranında arttırılarak 2 farklı besin hazırlandı.

Besinlerin temel ve temel olmayan amino asit miktarları;

- 1431 mg temel amino asit karışımı + 1569 mg glisin,
- 1569 mg temel olmayan amino asit karışımı +1431 mg glisin
- Sadece temel amino asit karışımı (3000 mg)
- Sadece temel olmayan amino asit karışımı (3000 mg)
- %50 fazla (2146.5 mg) temel amino asit karışımı + %50 eksik (784.5 mg) temel olmayan amino asit karışımı;
- %50 eksik (715.5 mg) temel amino asit karışımı + %50 fazla (2353.5 mg) temel olmayan amino asit karışımı,

Sonuç olarak kontrol besini de dahil toplam 26 farklı besin hazırlandı. Hazırlanan bu besinlerle *P. turionellae* ergin dişileri beslendi.

Araştırma yumurtadan yeni çıkmış ve henüz besin almamış ergin dişiler ile yapıldı. Amino asitlerin *P. turionellae* 'nın yumurta üretimi ve yumurta açılımı üzerine olan etkisini araştırmada hazırlanan besin serileri kullanıldı.

3.3. Deney Böceklerinin Beslenmesi

Deneylerde pupalardan yeni çıkmış, henüz besin almamış ve çiftleşmemiş *P. turionellae* ergin dişileri kullanıldı. Her deney serisinin her grubu için bu dişilerden 4 birey alınarak 800 cc'lik behere konulup, ağzı çift kat tülbentle kapatıldı.

Hazırlanan birinci amino asit serisi için kontrol ve deney grubu olmak üzere 20 farklı besin hazırlandı. Kontrol grubu kontrol besiniyle, deney grubu ise her birinde farklı bir amino asidi içermeyen sentetik besinle beslendi.

İkinci seri besin için de birinci seride olduğu gibi kontrol ve deney grubu olmak üzere 5 farklı besin hazırlandı. Kontrol grubu yine kontrol besiniyle, deney grubu ise temel ve temel olmayan amino asitlerin grup olarak ayrı ayrı besinden

eksiltip, eksiltile amino asit grubu miktarı kadar glisin ilave edilerek hazırlanan iki farklı sentetik besin, kontrol besinindeki amino asit oranının tamamını sadece temel veya temel olmayan amino asitleri içeren iki farklı sentetik besinle böcekler beslendi.

Üçüncü seride kontrol ve deney grubu olmak üzere 3 farklı besin hazırlandı. Kontrol grubu kontrol besiniyle, deney grubu ise kontrol besinindeki temel ve temel olmayan amino asitlerin grup olarak %50 oranında eksiltip, diğer grubun aynı oranda artırılması ile elde edilen iki farklı besinle böcekler beslendi.

Böceklerin beslenmesi sırasında, hazırlanan besinler 3 x 3 cm boyutundaki alüminyum kağıt parçaları üzerine eşit miktarlarda damlatılarak deney beherlerinin içine yerleştirildi. Beherlerin içine bırakılan besin 1 saat süre ile tutularak böceklerin beslenmesi sağlandı. Deney periyodu süresince bu işlem her gün aynı saatte tekrarlandı.

Böcek dışkıları ile kirlenen beherler kontaminasyonu engellemek amacıyla belirli periyodlarda temizlendi.

3.4. Verilerin Elde Edilmesi ve Değerlendirilmesi

Çalışmanın amacına yönelik olarak *P. turionellae* dişilerinden yumurta elde edilmesi için stok kültürden elde edilen böceklerin deney ortamına alınmasından sonraki 10. günden itibaren parazitleme işlemine başlandı ve her iki günde bir bu işlem tekrarlanarak 10 parazitleme yapıp işleme 28. güne kadar devam edildi.

Parazitleme sırasında *G. mellonella* pupaları, deney böceklerinin yumurta bırakmalarını sağlamak, aynı zamanda bu pupaların böcekler tarafından yenmesini engellemek amacıyla iki kat kafes teli ile sarıldı. Tel kafesler 25 cm² alana sahip iki kat kafes teli parçasının ortasına pupanın yerleştirilebileceği bir bombenin oluşturulması ile hazırlandı. Parazitleme sırasında hazırlanan bu bombeye *G. mellonella* pupaları yerleştirilip ve açıkta kalan alt kısım alüminyum kağıt parçası

ile kapatıldı. Bu şekliyle deney beherlerine bırakılan pupaya, *P. turionellae* ergin dişi böceklerin ovipozitörlerini kullanarak yumurtalarını bırakmaları sağlandı.

Deney serilerinin her tekrarında *P. turionellae* dişi bireylerinin yumurtalarını bırakması için tel kafesle çevrilmiş 2 adet *G. mellonella* pupası 1 saat süreyle deney beherlerine bırakılıp, bu süre sonunda pupalar beherlerden alındı. Tel kafeslerden çıkartılan pupalar embriyonik gelişimleri için laboratuvar koşullarında 24 saat süreyle ayrı ayrı petri kaplarında bekletildi. Bu süre sonunda pupalar disekte edilerek yumurta sayımı yapıldı.

Diseksiyon işlemi sırasında bir petri kabı içinde % 0.8'lik NaCl çözeltisinde *P. turionellae* tarafından parazitlenmiş *G. mellonella* pupaları ince uçlu bir pens yardımıyla parçalandı. Açığa çıkarılan yumurtalar yumuşak ince uçlu bir fırça yardımıyla yine içinde % 0.8'lik NaCl çözeltisi bulunan saat camlarına alınarak sayıları tespit edildi. Burada 24 saat süreyle bekletilen yumurtalar süre sonunda binoküler mikroskop altında incelenip, açılan yumurta sayısı belirlendi. Her bir deney serisinin her tekrarında aynı işlem uygulanıp her tekrarda bir behere konan iki pupa üzerinde yapılan parazitlenme işleminde bırakılan toplam yumurta sayısı aynı beherdeki canlı dişi böcek sayısına bölünerek dişi birey başına düşen ortalama yumurta sayısı hesaplandı. Bırakılan yumurtaların açılım oranları ise açılan yumurtaların bırakılan toplam yumurta sayısına göre yüzdelerinin hesaplanmasıyla elde edildi.

Bütün deneyler değişik zamanlarda üçer kez tekrarlanıp, elde edilen veriler çizelgeler halinde hazırlandı. Her deney serisi için besinlerin etkileri deney periyodu boyunca bir dişi birey tarafından bırakılan ortalama yumurta sayısı (yumurta üretimi) ve yine aynı periyot süresince dişi bireyin bıraktığı yumurtaların açılma yüzdesi (yumurta açılma oranı) hem o serideki kontrol grubu verileri ile hem de kendi aralarında karşılaştırılmak suretiyle değerlendirildi.

Verilerin karşılaştırılmasında Varyans Analiz Yöntemi (Snedecor ve Cochran, 1967), ortalamalar arası farkın önem kontrolünde ise “Student-Newman Keul's (SNK)” (Sokal ve Rohlf, 1969) testi bilgisayarda SPSS 16.0 istatistik paketi

kullanılarak yapıldı. Ortalamalar arası fark 0.05 olasılık seviyesinde F değeriinden büyük olduğu zaman önemli kabul edildi.





4. BULGULAR

4.1. Temel ve Temel Olmayan Amino Asitlerin Toplam Yumurta Üretimi ve Açılımı Üzerine Etkileri

Toplam on dokuz temel ve temel olmayan amino asitin ayrı ayrı eksik olduğu sentetik besin ile beslenmiş *P. turionellae* ergin dişilerinin deney periyodu boyunca 10. ve 28. günler arasında bıraktığı ortalama toplam yumurta sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları Çizelge 4.1. ve Şekil 4.1.'de gösterilmiştir.

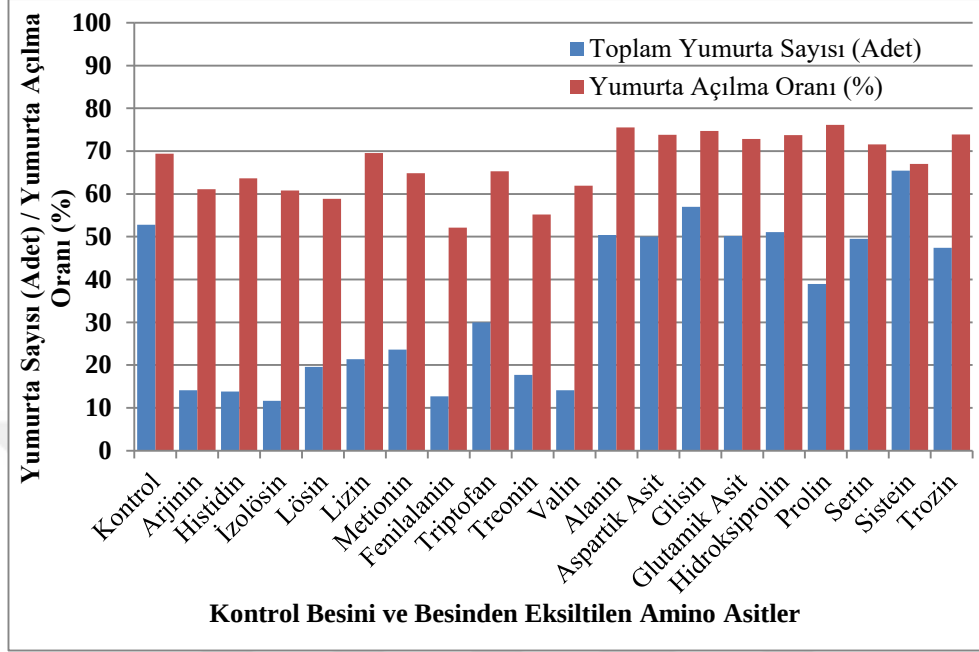
Çizelge 4.1. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.

Besinden Eksiltelen Amino Asitler	Toplam Yumurta Sayısı (ORT*±S.H**)†	Yumurta Açılımı (%) (ORT*±S.H**)†
Kontrol Besini	52.81±7.27 def	69.37±1.79 bcd
Eksiltelen Temel Amino Asitler		
Arjinin	14.08±2.02 ab	61.08±5.71 ab
Histidin	13.83±3.14 ab	63.62±8.11 abcd
İzolösin	11.64±1.45 a	60.75±4.10 abc
Lizin	21.33±4.19 ab	69.52±3.51 bcd
Lösin	19.58±1.59 ab	58.82±4.87 abc
Metiyonin	23.58±5.31 ab	64.80±4.62 bcd
Fenilalanin	12.69±6.07 a	52.13±6.15 a
Triptofan	30.00±0.14 bc	65.31±7.14 bcd
Treonin	17.69±3.49 ab	55.15±4.60 abcd
Valin	14.08±0.74 ab	61.88±3.29 abc
Eksiltelen Temel Olmayan Amino Asitler		
Alanin	50.42±10.83 def	75.50±0.75 d
Aspartik asit	50.00± 7.97 def	73.77±2.27 d
Glisin	56.97±12.10 ef	74.69±0.98 d
Glutamik asit	50.17±15.59 def	72.83±2.33 cd
Hidroksiprolin	51.08±10.10 def	73.74±2.02 d
Prolin	38.97± 8.62 cd	76.14±2.92 d
Serin	49.50± 4.16 def	71.56±5.12 cd
Sistein	65.42± 6.83 f	67.03±1.64 bcd
Tirozin	47.42± 7.52 de	73.89±3.22 d

* : Üç tekrarın ortalaması

** : Standart Hata

† : Amino asitlerden her birinin istatistiksel analizleri ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P<0.05.



Şekil 4.1 Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.

Yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca (10. ve 28. günler arası) temel amino asitlerin (Arjinin, Histidin, İzolösin, Lizin, Lösin, Metiyonin, Fenilalanin, Triptofan, Treonin ve Valin) kontrol besini olarak kullanılan *P. turionellae* sentetik besininden tek tek çıkarılması ile hazırlanan 10 farklı besinle beslenen böceklerin ortalama toplam yumurta sayıları, kontrol besini ile beslenen böceklerin ortalama toplam yumurta sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunurken, temel amino asitlerden sadece fenilalanin'in eksik olduğu besinle beslenen böceklerin yumurta açılım oranı kontrol besiniyle beslenen böceklerin yumurta açılım oranına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Temel olmayan amino asitlerin (Alanin, Aspartik Asit, Glisin, Glutamik Asit, Hidroksiprolin, Prolin, Serin, Sistein ve Trozin) kontrol besininden tek tek çıkarılmasıyla hazırlanan 9 farklı besinle beslenen

böceklerin yumurta elde edilen dönem boyunca ortalama toplam yumurta sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları, kontrol besini ile beslenen böceklerin ortalama toplam yumurta sayıları ve açılım oranlarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı derecede fark bulunmadı (Çizelge 4.1., Şekil 4.1.).

Sentetik besindeki temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranları kullanılarak hazırlanan besinlerle beslenen *P. turionellae* ergin dişilerinin deney periyodu boyunca 10. ve 28. günler arasında bıraktığı toplam yumurta sayısı ve yumurtaların açılım oranları Çizelge 4.2. ve Şekil 4.2.'de gösterilmiştir.

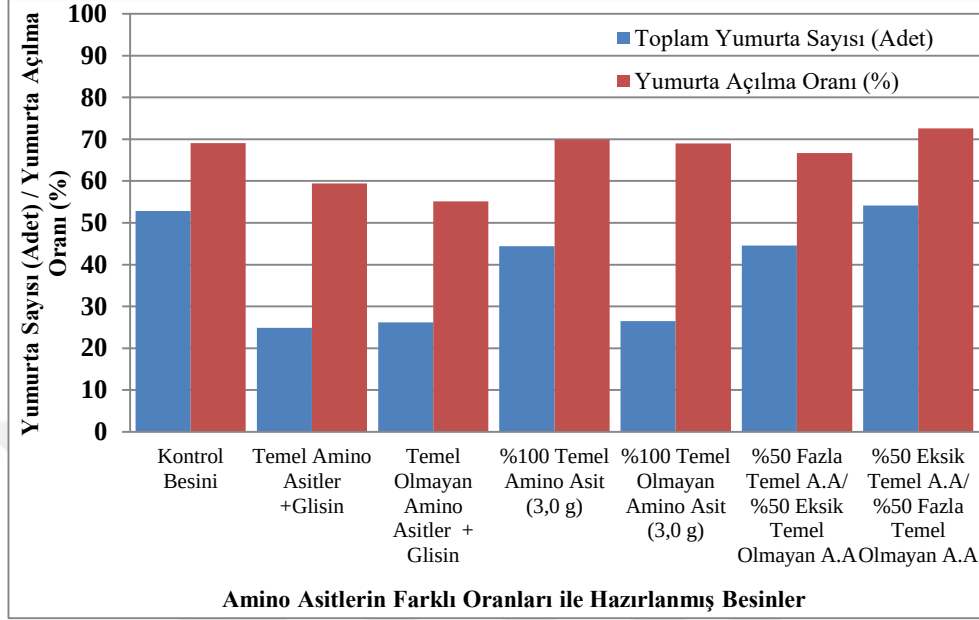
Çizelge 4.2. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.

Besinler ve İçerikleri	Toplam Yumurta Sayısı (ORT $\pm$ S.H ^{**})†	Yumurta Açılımı (%) (ORT $\pm$ S.H ^{**})†
Kontrol Besini	52.81 $\pm$ 7.27 a	69.08 $\pm$ 2.93 ab
Temel Amino Asitler +Glisin	24.89 $\pm$ 7.08 b	59.42 $\pm$ 5.53 ab
Temel Olmayan Amino Asitler +Glisin	26.19 $\pm$ 5.94 b	55.11 $\pm$ 5.65 a
%100 Temel Amino Asit	44.39 $\pm$ 10.48 a	69.94 $\pm$ 4.07 ab
%100 Temel Olmayan Amino Asit	26.50 $\pm$ 2.01 b	68.99 $\pm$ 2.97 ab
%50 Fazla Temel Amino Asit/ %50 Eksik Temel Olmayan Amino Asit	44.58 $\pm$ 10.54 a	66.67 $\pm$ 2.50 ab
%50 Eksik Temel Amino Asit/ %50 Fazla Temel Olmayan Amino Asit	54.17 $\pm$ 6.75 a	72.60 $\pm$ 2.43 b

* : Üç tekrarın ortalaması

** : Standart Hata

† : Amino asitlerden her birinin istatistiksel analizleri ayrı ayrı yapılmıştır. Aynı sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P<0.05.



Şekil 4.2. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretim sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları.

P. turionellae sentetik besininden grup olarak temel veya temel olmayan amino asitlerin çıkarılıp yerine aynı miktarda glisin ilavesi veya besinin amino asit içeriğinin tamamen temel olmayan amino asitlerden oluşması toplam yumurta sayısında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüşe sebep olduğu tespit edildi (Çizelge 4.2., Şekil 4.2.). Fakat besinin amino asit içeriğinin tamamen temel amino asitlerden oluşması, temel amino asitlerin %50 arttırılıp temel olmayan amino asitlerin %50 azaltılması veya tersi olacak şekilde temel amino asitlerin %50 azaltılıp temel olmayan amino asitlerin % 50 arttırılması durumunda toplam yumurta sayısında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı derecede bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.2., Şekil 4.2.). Besindeki temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarının deney periyodu boyunca bırakılan yumurtaların açılım oranında,

kontrol grubuna göre istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı derecede bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.2., Şekil 4.2.).

4.2. Temel ve Temel Olmayan Amino Asitlerin Günlere Göre Yumurta Üretimi ve Açılımı Üzerine Etkileri.

Toplam on dokuz temel ve temel olmayan amino asitin ayrı ayrı eksik olduğu besinlerle beslenmiş *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta bırakmaya başladığı 10. günden itibaren her iki günde bir tekrarlanmak suretiyle 28. güne kadar bıraktığı günlük ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.3., Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.'de, yumurta açılım oranları ise Çizelge 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

Yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca (10. ve 28. günler arası) temel amino asitlerden izolösin'in eksik olduğu besinle beslenen böceklerin 12., 14., 16. ve 18. günlerde; arjinin, histidin, fenilalanin ve treonin'in tek tek kontrol besininden çıkarılması ile hazırlanan besinlerle beslenen böceklerin 14., 16. ve 18. günlerde; lizin, lösin ve valin'in tek tek kontrol besininden çıkarılması ile hazırlanan besinlerle beslenen böceklerin 16. ve 18. günlerde; triptofan'nın eksik olduğu besinle beslenen böceklerin ise sadece 16. gündeki ortalama yumurta sayıları, kontrol besini ile beslenen böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayılarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu (Çizelge 4.3, Şekil 4.3). Temel amino asitlerden sadece metiyonin'in eksik olduğu besinle beslenen böceklerin araştırılan tüm günlerde ortalama yumurta sayılarında, kontrol besini ile beslenen böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayısına göre istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.3., Şekil 4.3.).

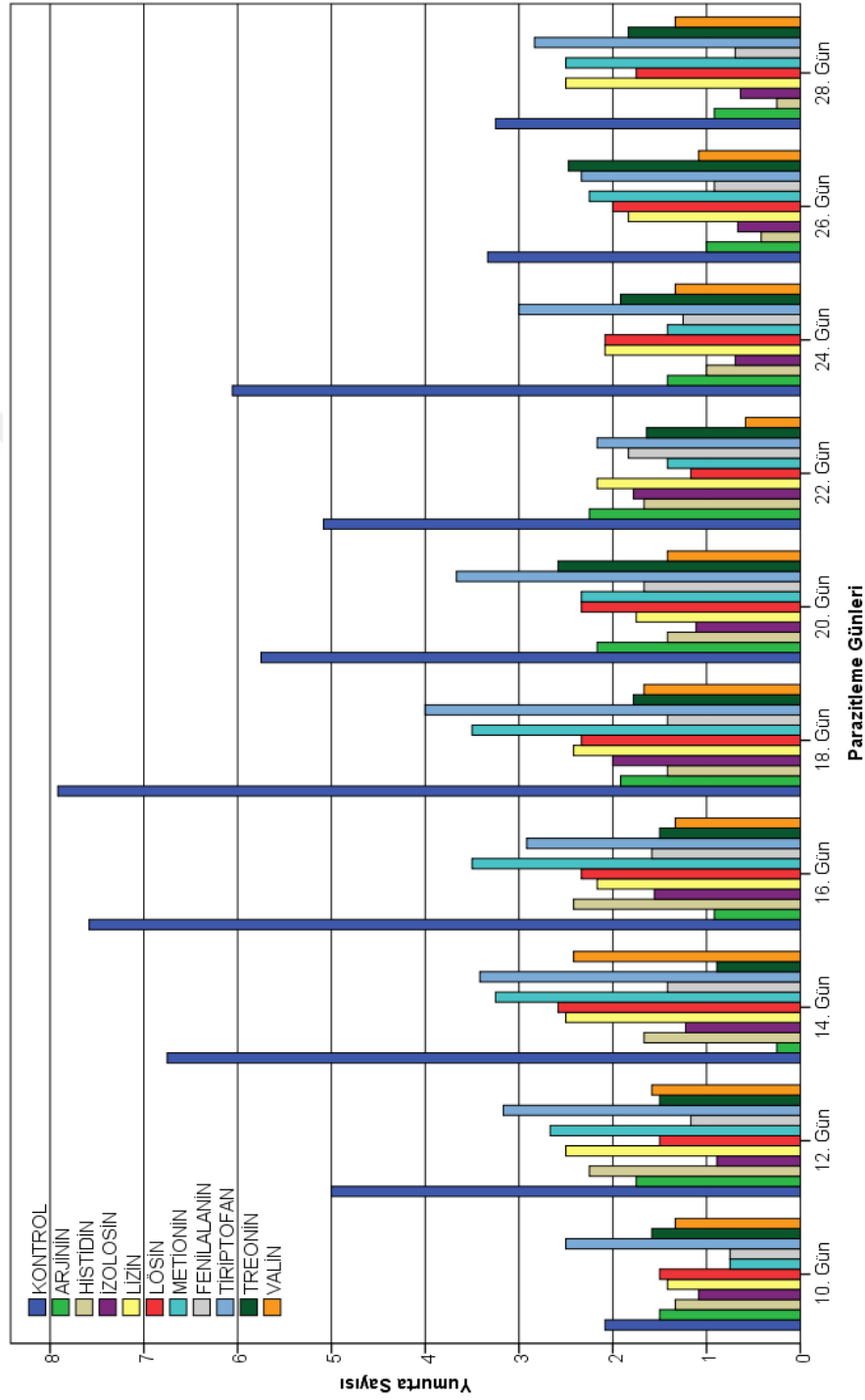
Çizelge 4.3. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişlerinin günlere göre yumurta üretim sayıları.

Besinden Eksitilen Amino Asitler	Parazitleme Günlerine Göre Yumurta Sayıları										
	10. Gün (ORT ^a ±S.H)t	12. Gün (ORT ^a ±S.H)t	14. Gün (ORT ^a ±S.H)t	16. Gün (ORT ^a ±S.H)t	18. Gün (ORT ^a ±S.H)t	20. Gün (ORT ^a ±S.H)t	22. Gün (ORT ^a ±S.H)t	24. Gün (ORT ^a ±S.H)t	26. Gün (ORT ^a ±S.H)t	28. Gün (ORT ^a ±S.H)t	
Kontrol Besini	2.08±0.55 ax	5.00±0.80 acxy	6.75±1.32 afxy	7.58±1.31 ay	7.92±1.59 ay	5.75±1.15 abcy	5.08±1.10 abcdx	6.06±0.82 abxy	3.33±0.17 abcdxy	3.25±1.23 abcdxy	
Eksitilen Temel Amino Asitler											
Arjinin	1.50±0.14 ax	1.75±0.14 abx	0.25±0.14 bx	0.92±0.55 bx	1.92±0.46 bx	2.17±0.60 abcx	2.25±0.43 abcx	1.4±0.60 abx	1.00±0.58 abx	0.92±0.51 abx	
Histidin	1.33±0.22 ax	2.25±0.50 abcx	1.67±0.36 bcdex	2.42±0.65 bcdex	1.42±0.68 bx	1.42±0.58 abx	1.67±0.08 abcx	1.00±0.76 abx	0.42±0.22 ax	0.25±0.14 ax	
İzölösin	1.08±0.30 ax	0.89±0.41 bx	1.22±0.72 bcdx	1.56±0.57 bcy	2.00±0.52 bx	1.11±0.31 ax	1.78±1.02 abcx	0.69±0.28 ax	0.67±0.67 abx	0.64±0.07 abx	
Lizin	1.42±0.17 ax	2.50±1.00 abcx	2.50±0.38 abcdex	2.17±0.58 bcdx	2.42±0.46 bcy	1.75±0.29 abx	2.17±0.36 abcx	2.08±0.94 abx	1.83±0.68 abcx	2.50±0.63 abcx	
Lösin	1.50±0.14 ax	1.50±0.66 abx	2.58±0.22 abcdex	2.33±0.44 bcdex	2.33±0.79 bcy	2.33±0.65 abcx	1.17±0.42 abx	2.08±0.58 abx	2.00±1.00 abcx	1.75±0.66 abcx	
Metiyonin	0.75±0.25 ax	2.67±0.85 abcx	3.25±0.38 abcdex	3.50±0.38 abcdex	3.50±0.38 abcdex	2.33±0.36 abcx	1.42±0.46 abcx	1.42±0.87 abx	2.25±1.09 abcx	2.50±0.95 abcx	
Fenilalanin	0.75±0.14 ax	1.17±0.82 abx	1.42±0.60 bcdex	1.58±0.44 bcy	1.42±0.33 bx	1.67±0.74 abx	1.83±1.08 abcx	1.25±1.25 abx	0.9±0.92 abx	0.69±0.54 abx	
Triptofan	2.50±0.58 ax	3.17±0.36 abcx	3.42±0.30 abcdex	2.92±0.17 bcdex	4.00±0.29 abcx	3.67±1.09 abcx	2.17±0.68 abcx	3.00±0.25 abx	2.33±0.65 abcx	2.83±0.51 abcx	
Treonin	1.58±0.65 ax	1.50±0.52 abx	0.89±0.41 bcy	1.50±0.29 bcy	1.78±0.28 bx	2.58±0.74 abcx	1.64±0.52 abcx	1.92±0.58 abx	2.47±0.80 abcx	1.83±0.58 abcx	
Valin	1.33±0.17 ax	1.58±0.30 abx	2.42±0.51 abcdex	1.33±0.71 bx	1.67±0.30 bx	1.42±0.60 abx	0.58±0.30 ax	1.33±0.30 abx	1.08±0.74 abx	1.33±0.33 abx	
Eksitilen Temel Olmayan Amino Asitler											
Alanin	2.50±0.50 ax	4.08±1.17 abcx	5.92±0.93 adefx	6.92±0.87 atx	7.00±1.01 abcx	5.92±1.06 abcx	5.25±1.89 bcdx	5.50±2.14 abx	4.17±1.01 abcx	3.17±1.48 abcx	
Aspartik Asit	2.17±0.73 ax	3.92±0.87 abcx	6.25±1.18 aefx	5.83±1.20 adefx	5.83±1.31 abcx	5.83±0.30 abcx	5.83±0.79 bcdx	6.17±0.94 abx	4.17±0.60 abcx	4.00±0.88 abcx	
Glisin	1.75±0.58 ax	3.92±0.58 abcx	4.83±1.26 abcdex	6.83±1.23 atx	7.58±1.86 acx	7.58±1.73 cx	6.08±1.02 cdx	6.42±1.97 abx	6.75±2.18 cx	5.22±1.36 bcy	
Glutamik Asit	2.08±0.74 ax	3.75±0.90 abcx	6.33±2.31 aefx	5.92±1.45 adefx	6.58±1.97 abcx	6.25±1.38 abcx	5.33±1.23 bcdx	5.75±2.75 abx	5.00±1.75 abcx	3.17±1.26 abcx	
Hidroksiprolin	1.75±0.88 ax	3.75±1.56 abcx	4.08±1.50 abcdex	5.58±1.18 acdefx	5.42±1.59 abcx	5.67±1.72 abcx	7.42±2.13 dx	6.83±1.01 abx	6.00±0.80 bcy	4.58±0.87 abcy	
Prolin	1.42±0.58 ax	3.08±0.60 abcx	4.25±1.04 abcdex	3.75±0.80 abcdex	4.83±0.82 abcx	4.42±1.17 abcx	5.22±0.40 bcdx	4.75±1.18 abx	4.28±1.48 abcx	2.97±1.21 abcx	
Serin	1.67±0.17 ax	4.08±0.68 abcy	5.42±0.79 acdefx	6.33±0.94 aefx	6.33±1.84 abcy	6.75±1.01 bcy	5.42±0.55 bcdxy	6.33±0.22 aby	4.25±0.88 abcdxy	2.92±0.58 abcdxy	
Sistein	2.92±0.30 ax	5.83±0.71 cxy	7.50±1.00 fxy	7.17±0.60 axy	7.92±0.73 ay	6.83±1.45 bcy	7.25±0.38 dxy	7.17±0.46 bxy	6.83±1.56 cxy	6.00±1.61 cxy	
Tirozin	1.33±0.17 ax	3.25±0.38 abcx	5.00±1.04 abcdex	4.75±1.15 abcdex	6.00±1.01 abcx	6.50±1.95 abcx	4.50±0.38 abcdx	5.75±1.91 abx	5.92±0.51 bcy	4.42±0.44 abcy	

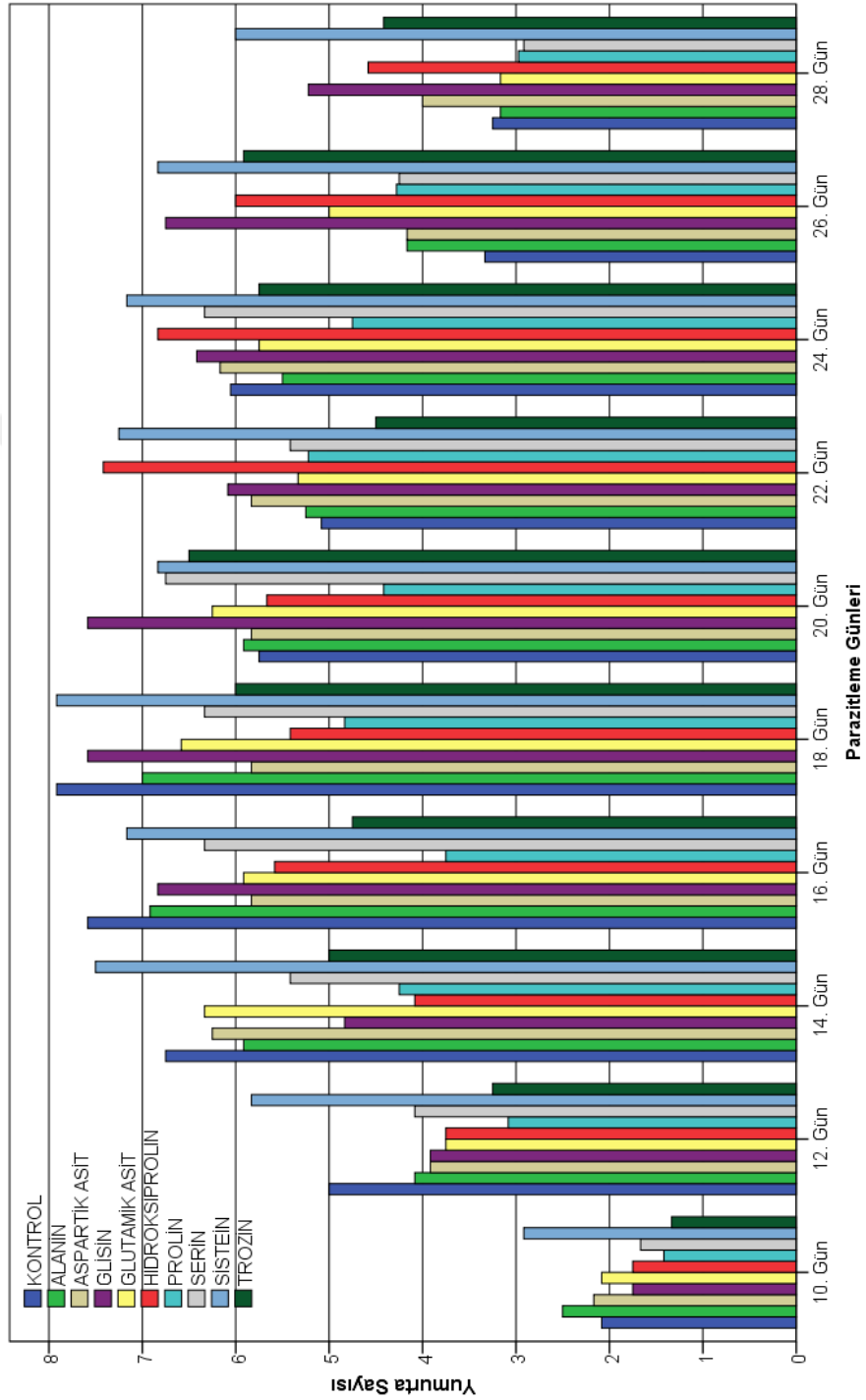
* : Üç Tekrarın Ortalaması

SH : Standart Hata

† : Sütunlardaki a,b,c,d,e,f harfleri o güne ait besin serileri arasındaki farkın belirlenmesi, satırlardaki x,y harfleri ise besin serisine ait günlerarası farkın belirlenmesi içi kullanıldı. Aynı harf içeren değerler birbirinden farklı değildir, P<0.05



Şekil 4.3. Temel amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları.



Şekil 4.4. Temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları.

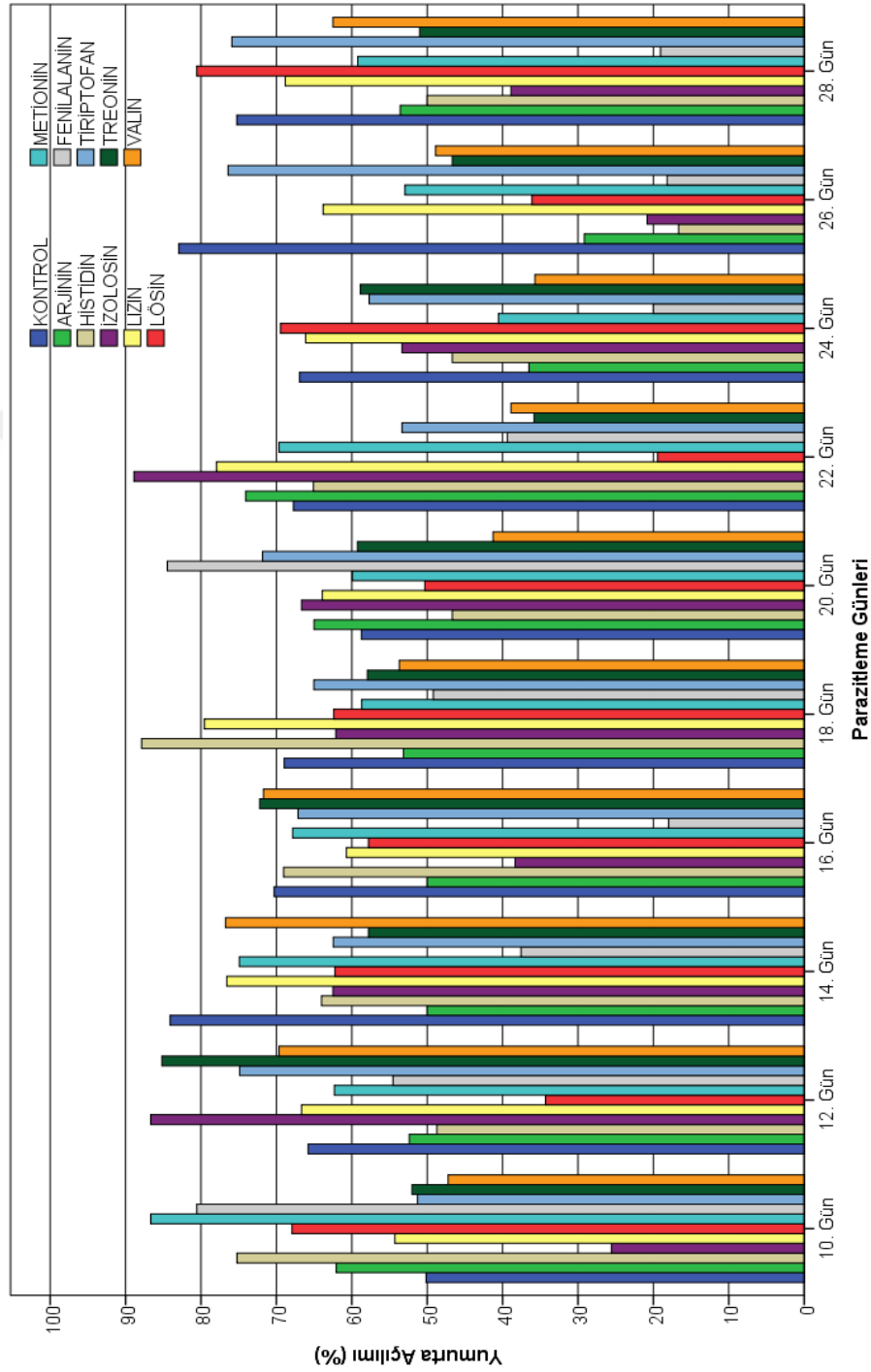
Çizelge 4.4. Temel ve temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları.

Besinden Eksiltilen Amino Asitler		Parazitlenme Günlere Göre Yumurta Açılım Oranları (%)									
		10. Gün (ORT±S.H)†	12. Gün (ORT±S.H)†	14. Gün (ORT±S.H)†	16. Gün (ORT±S.H)†	18. Gün (ORT±S.H)†	20. Gün (ORT±S.H)†	22. Gün (ORT±S.H)†	24. Gün (ORT±S.H)†	26. Gün (ORT±S.H)†	28. Gün (ORT±S.H)†
Kontrol Besini		50.15±16.05 abx	65.81±5.50 ax	84.08±6.32 ax	70.29±0.17 ax	68.96±4.38 ax	58.73±9.78 ax	67.73±5.23 ax	66.91±11.19 ax	82.94±4.37 ax	75.25±12.57 ax
Eksiltilen Temel Amino Asitler											
Arjinin		62.06±11.73 abx	52.38±2.38 ax	50.00±28.87 ax	50.00±28.87 ax	53.15±19.26 ax	65.00±7.64 ax	74.07±7.41 ax	36.51±19.51 ax	29.17±18.16 abx	53.57±26.96 ax
Histidin		75.24±18.10 abx	48.72±20.66 ax	64.02±25.68 ax	69.05±15.61 ax	87.88±12.12 ax	46.67±24.04 ax	65.08±4.20 ax	46.67±26.03 ax	16.67±16.67 bx	50.00±28.87 ax
İzöloşin		25.56±17.88 ax	86.67±13.33 ax	62.50±31.46 ax	38.33±21.67 ax	62.12±16.78 ax	66.67±16.67 ax	88.89±11.11 ax	53.33±29.06 ax	20.83±20.83 abx	38.89±20.03 ax
Lizin		54.29±5.71 abx	66.67±16.67 ax	76.57±0.82 ax	60.71±13.61 ax	79.55±8.31 ax	63.92±13.43 ax	77.95±3.06 ax	66.11±8.07 ax	63.80±8.02 abx	68.81±4.52 ax
Lösin		67.94±6.63 abx	34.29±17.84 ax	62.22±6.19 ax	57.78±13.10 ax	62.39±4.27 ax	50.32±15.17 ax	19.44±10.02 bx	69.44±22.74 ax	36.11±19.44 abx	80.56±10.02 ax
Metiyonin		86.67±13.33 bx	62.31±7.86 ax	74.92±2.60 ax	67.84±11.05 ax	58.69±7.09 ax	59.92±13.33 ax	69.64±10.86 ax	40.55±23.10 ax	52.94±20.94 abx	59.20±8.27 ax
Fenilalanin		80.56±10.02 abx	54.55±29.22 ax	37.57±18.79 ax	17.99±12.84 ax	49.21±7.94 ax	84.47±11.29 ax	39.37±20.94 abx	20.00±20.00 ax	18.18±18.18 bx	19.05±19.5 ax
Triptofan		51.27±10.98 abx	74.87±7.55 ax	62.45±9.81 ax	67.13±16.39 ax	65.01±3.23 ax	71.85±14.13 ax	53.33±20.89 abx	57.69±9.68 ax	76.40±2.57 abx	75.91±2.15 ax
Treonin		52.02±11.42 abx	85.19±14.81 ax	57.78±21.20 ax	72.22±14.70 ax	57.94±4.83 ax	59.26±12.14 ax	35.83±13.41 abx	58.86±8.86 ax	46.67±3.33 abx	51.01±8.76 ax
Valin		47.22±12.11 abx	69.64±3.72 ax	76.75±3.85 ax	71.72±19.90 ax	53.70±24.50 ax	41.27±20.82 ax	38.89±20.03 abx	35.71±17.98 ax	48.89±24.75 abx	62.50±12.50 ax
Eksiltilen Temel Olmayan Amino Asitler											
Alanin		75.00±4.81 abx	85.04±4.52 ax	72.94±2.33 ax	83.12±1.04 ax	62.30±7.02 ax	77.96±7.17 ax	82.35±9.01 ax	67.07±13.92 ax	74.72±2.65 abx	70.28±11.55 ax
Aspartik Asit		80.36±3.72 abx	66.16±9.19 ax	75.15±7.08 ax	80.12±4.44 ax	63.63±5.01 ax	83.05±8.20 ax	78.15±2.56 ax	69.88±1.63 ax	68.70±5.65 abx	67.37±3.59 ax
Glisin		67.24±2.27 abx	85.56±3.38 ax	66.30±5.12 ax	77.32±8.61 ax	75.13±5.35 ax	84.82±2.93 ax	75.80±4.75 ax	71.19±1.95 ax	64.23±5.09 abx	78.59±13.04 ax
Glutamik Asit		67.86±5.46 abx	73.24±4.50 ax	76.18±5.82 ax	82.49±11.15 ax	74.47±8.19 ax	67.12±5.53 ax	72.92±2.02 ax	84.35±8.23 ax	68.29±8.86 abx	51.11±8.89 ax
Hidroksiprolin		68.65±3.25 abx	77.47±12.15 ax	86.54±7.28 ax	77.47±0.55 ax	83.31±3.88 ax	70.05±3.98 ax	80.09±1.72 ax	78.68±8.55 ax	58.67±9.21 abx	67.54±8.87 ax
Prolin		56.67±3.33 abx	84.14±8.57 ay	76.27±4.16 axy	68.41±5.43 axy	71.26±6.78 axy	75.82±1.19 axy	76.07±6.98 axy	79.35±5.30 axy	75.88±3.20 abxy	88.22±6.21 ay
Serin		75.00±4.81 abx	77.04±11.76 ax	74.86±3.52 ax	68.97±3.91 ax	69.55±4.70 ax	75.87±11.07 ax	75.85±7.20 ax	70.14±13.53 ax	64.97±7.24 abx	66.67±9.52 ax
Sistein		60.91±6.58 abx	61.76±2.48 ax	73.08±9.27 ax	66.04±2.18 ax	72.35±3.12 ax	55.00±2.89 ax	74.07±7.59 ax	67.91±4.62 ax	61.47±7.17 abx	69.13±1.99 ax
Tirozin		72.22±14.70 abx	62.54±4.89 ax	72.57±4.68 ax	71.58±0.82 ax	78.17±6.56 ax	77.67±11.20 ax	70.58±1.45 ax	71.19±10.72 ax	77.01±4.26 abx	78.02±10.56 ax

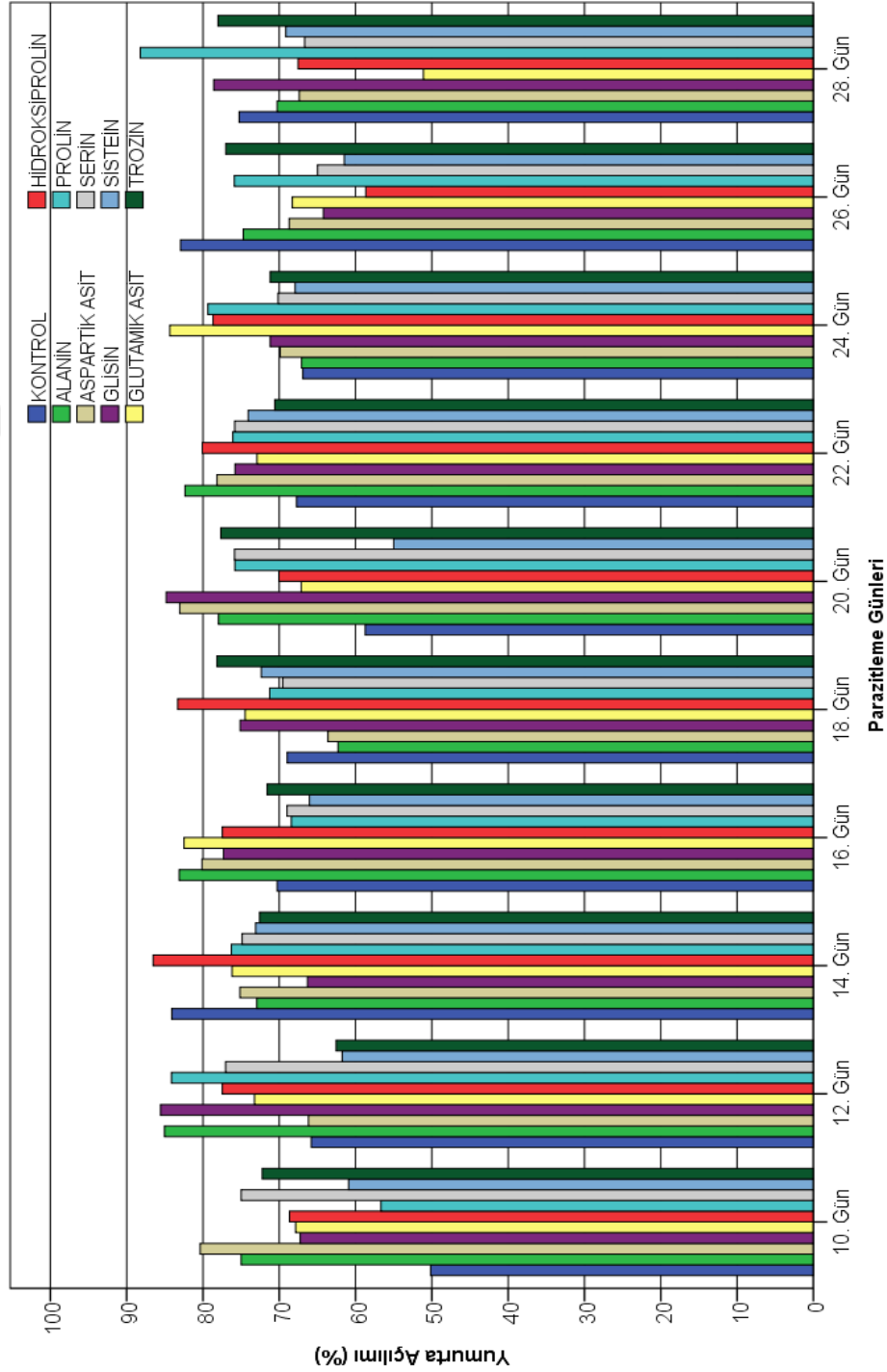
* : Üç Tekrarın Ortalaması

SH : Standart Hata

† : Sütundaki a,b harfleri o güne ait besin serileri arasındaki farkın belirlenmesi, satırlardaki x,y harfleri ise besin serisine ait günlerarası farkın belirlenmesi içi kullanıldı. Aynı harfli içeren değerler birbirinden farklı değildir, P<0.05



Şekil 4.5. Temel amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları.



Şekil 4.6. Temel olmayan amino asitlerin besinsel eksikliğinde *Pimpla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları.

Temel olmayan amino asitlerin (Alanin, Aspartik Asit, Glisin, Glutamik Asit, Hidroksiprolin, Prolin, Serin, Sistein ve Trozin) kontrol besininden tek tek çıkarılmasıyla hazırlanan 9 farklı besinle beslenen böceklerin araştırılan tüm günlerdeki ortalama yumurta sayıları, kontrol besini ile beslenen böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayılarıyla karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.3., Şekil 4.4.).

Kontrol besini olarak kullanılan, *P. turionellae*'nin temel sentetik besini ile beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca günlük ortalama yumurta sayıları grup içi karşılaştırıldığında 16. ve 18. günlerdeki yumurta sayılarının 10. gündeki yumurta sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi (Çizelge 4.3., Şekil 4.3. ve Şekil 4.4.).

Temel olmayan amino asitlerden serin'nin eksik olduğu besinle beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca günlük ortalama yumurta sayıları grup içi karşılaştırıldığında 16., 18., 20. ve 24. günlerdeki, sistein'in eksik olduğu besinle beslenen böceklerin ise sadece 18. gündeki günlük ortalama yumurta sayıları 10. gündeki yumurta sayılarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu belirlendi (Çizelge 4.3., Şekil 4.4.). Serin ve sistein haricinde, diğer temel olmayan amino asitlerin eksik olduğu besinlerle beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca (10. ve 28. günler arası) günlük ortalama yumurta sayıları ayrı ayrı günler arası karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı herhangi bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.3., Şekil 4.4.).

Yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca temel amino asitlerden metiyonin'in eksik olduğu besinle beslenen böceklerin 10. gündeki bırakılan yumurtaların açılım oranının, kontrol besini ve diğer amino asitlerin eksik olduğu besinler ile beslenen böceklerin aynı gündeki bırakılan yumurtaların açılım oranlarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edildi (Çizelge 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.5.). Lösin'in eksik olduğu besinle beslenen

böceklerin 22. gündeki, histidin ve fenilalanin'in eksik olduğu besinlerle beslenen böceklerin 26. gündeki bırakılan yumurtaların açılım oranı, kontrol besini ve diğer amino asitlerin eksik olduğu besinler ile beslenen böceklerin aynı günlerdeki bırakılan yumurtaların açılım oranlarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olduğu tespit edildi (Çizelge 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.). Temel amino asitlerden arjinin, izolösin, lizin, triptofan, treonin ve valin'in tek tek çıkarılması ile hazırlanan besinlerle beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca bırakılan yumurtaların açılım oranlarında kontrol grubunun aynı günlerine denk gelen günlerdeki bırakılan yumurtaların açılım oranlarına göre istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı herhangi bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.).

Sentetik besindeki temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranları kullanılarak hazırlanan besinlerle beslenen *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta bırakmaya başladığı 10. günden itibaren her iki günde bir tekrarlanmak suretiyle 28. güne kadar bıraktığı günlük ortalama yumurta sayıları Çizelge 4.5. ve Şekil 4.7.'de, yumurta açılım oranları ise Çizelge 4.6. ve Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.

Besinden grup olarak temel olmayan amino asitlerin çıkarılması ile hazırlanan besinle beslenen böceklerin 16. ve 18. günlerdeki; amino asit içeriği % 100 temel olmayan amino asitlerden oluşan besinle beslenen böceklerin 18. gündeki ortalama yumurta sayıları kontrol besini ile beslenen böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayılarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulundu (Çizelge 4.5., Şekil 4.7.).

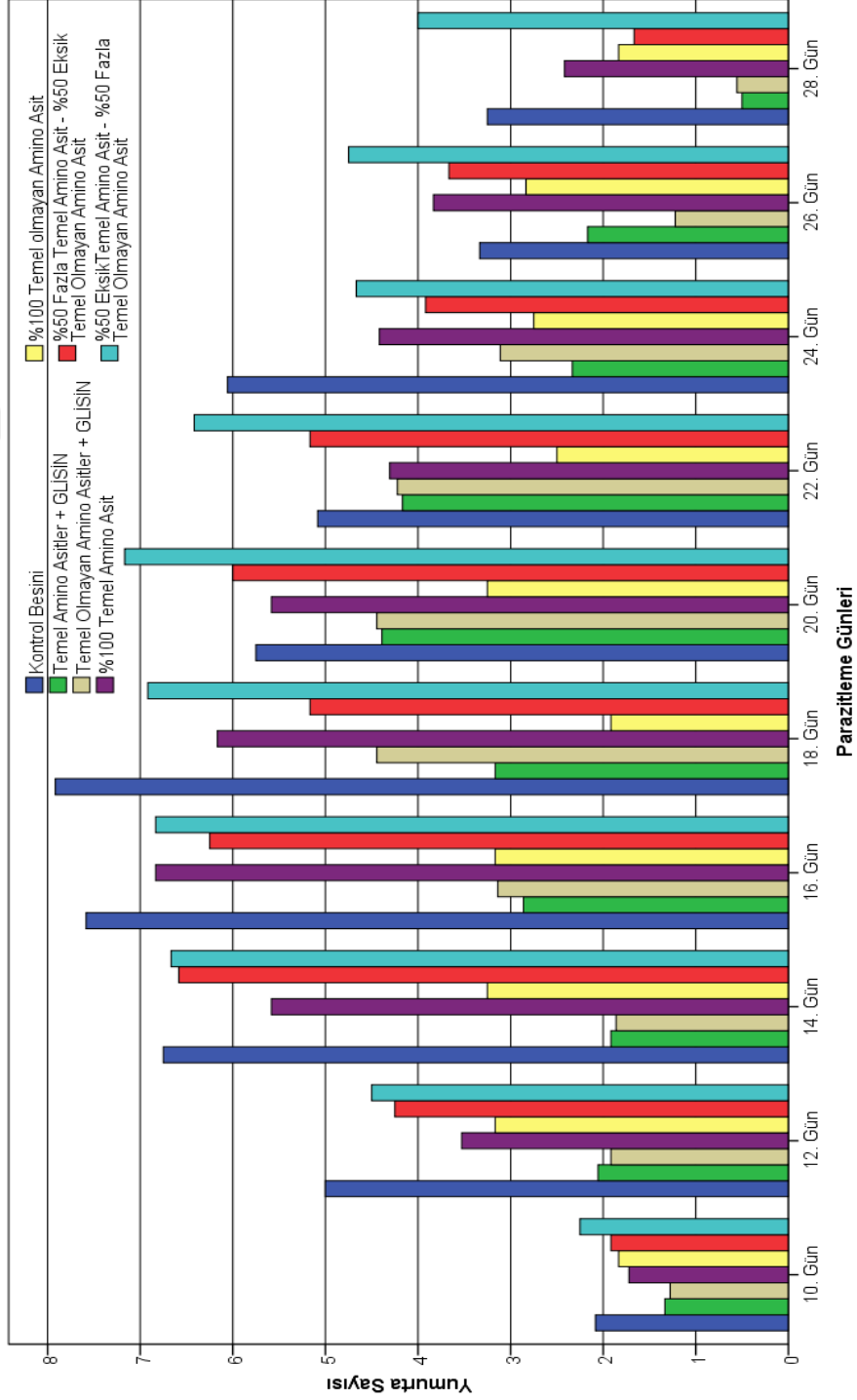
Çizelge 4.5. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen *Pimla turionellae* ergin dişilerinin günlerine göre yumurta üretim sayıları.

Besinler ve Amino Asit İçerikleri	Parazitleme Günlerine Göre Yumurta Sayıları										
	10. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	12. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	14. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	16. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	18. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	20. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	22. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	24. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	26. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	28. Gün (ORT $\pm$ S.H) $\dagger$	
Kontrol Besini	2.08 $\pm$ 0.55 ax	5.00 $\pm$ 0.80 axy	6.75 $\pm$ 1.32 axy	7.58 $\pm$ 1.31 ay	7.92 $\pm$ 1.59 ay	5.75 $\pm$ 1.15 axy	5.08 $\pm$ 1.10 axy	6.06 $\pm$ 0.82 axy	3.33 $\pm$ 0.17 axy	3.25 $\pm$ 1.23 axy	
Temel Amino Asitler +Glisin	1.33 $\pm$ 0.46 ax	2.06 $\pm$ 0.34 ax	1.92 $\pm$ 0.46 ax	2.86 $\pm$ 0.25 bx	3.17 $\pm$ 0.71 bcx	4.39 $\pm$ 1.45 ax	4.17 $\pm$ 2.03 ax	2.33 $\pm$ 1.17 ax	2.17 $\pm$ 1.17 ax	0.50 $\pm$ 0.50 ax	
Temel Olmayan Amino Asitler +Glisin	1.28 $\pm$ 0.29 ax	1.92 $\pm$ 0.22 ax	1.86 $\pm$ 0.77 ax	3.14 $\pm$ 0.32 abx	4.44 $\pm$ 1.35 abcx	4.44 $\pm$ 1.28 ax	4.22 $\pm$ 0.78 ax	3.11 $\pm$ 1.60 ax	1.22 $\pm$ 0.62 ax	0.56 $\pm$ 0.29 ax	
%100 Temel Amino Asit	1.72 $\pm$ 0.43 ax	3.53 $\pm$ 0.94 ax	5.58 $\pm$ 0.68 ax	6.83 $\pm$ 1.36 abx	6.17 $\pm$ 0.82 abcx	5.58 $\pm$ 1.60 ax	4.31 $\pm$ 1.82 ax	4.42 $\pm$ 1.99 ax	3.83 $\pm$ 1.92 ax	2.42 $\pm$ 1.37 ax	
%100 Temel Olmayan Amino Asit	1.83 $\pm$ 0.65 ax	3.17 $\pm$ 0.33 ax	3.25 $\pm$ 0.38 ax	3.17 $\pm$ 0.58 abx	1.92 $\pm$ 0.44 bx	3.25 $\pm$ 0.29 ax	2.50 $\pm$ 0.29 ax	2.75 $\pm$ 0.43 ax	2.83 $\pm$ 0.44 ax	1.83 $\pm$ 0.08 ax	
%50 Fazla Temel Amino Asit/ %50 Elvik Temel Olmayan Amino Asit	1.92 $\pm$ 0.58 ax	4.25 $\pm$ 1.15 ax	6.58 $\pm$ 1.99 ax	6.25 $\pm$ 0.76 abx	5.17 $\pm$ 1.01 abcx	6.00 $\pm$ 1.76 ax	5.17 $\pm$ 1.88 ax	3.92 $\pm$ 1.33 ax	3.67 $\pm$ 1.46 ax	1.67 $\pm$ 0.79 ax	
%50 Elvik Temel Amino Asit/ %50 Fazla Temel Olmayan Amino Asit	2.25 $\pm$ 0.29 ax	4.50 $\pm$ 0.38 ax	6.67 $\pm$ 0.79 ax	6.83 $\pm$ 1.39 abx	6.92 $\pm$ 0.73 acx	7.17 $\pm$ 0.46 ax	6.42 $\pm$ 1.73 ax	4.67 $\pm$ 1.20 ax	4.75 $\pm$ 1.80 ax	4.00 $\pm$ 1.75 ax	

* :Üç Tekrarın Ortalaması

SH : Standart Hata

† : Sütünlardaki a,b,c harfleri o güne ait besin senitleri arasındaki farkın belirlenmesi, satırlardaki x,y harfleri ise besin serisine ait günlerarası farkın belirlenmesi içi kullanıldı. Aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P<0.05



Şekil 4.7. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen *Pimla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre yumurta üretim sayıları.

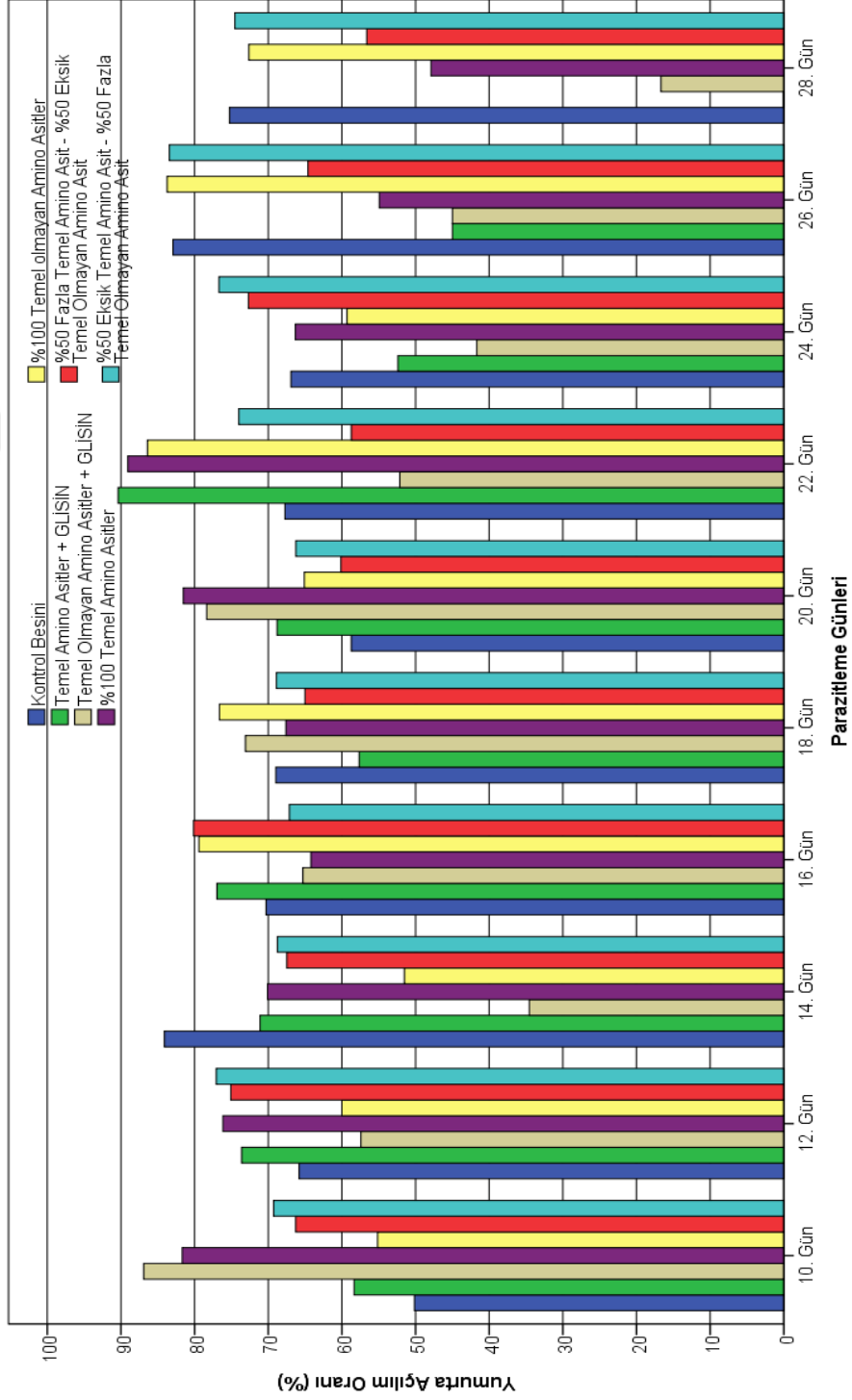
Çizelge 4.6. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen *Pimla turionellae* ergin dişilerinin günlerce göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları.

Besinler ve Amino Asit İçerikleri	Parazitlenme Günlerine Göre Yumurta Açılım Oranları (%)											
	10. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	12. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	14. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	16. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	18. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	20. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	22. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	24. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	26. Gün (ORT $\pm$ S.H)†	28. Gün (ORT $\pm$ S.H)†		
Kontrol Besini	50.15 $\pm$ 16.05 ax	65.81 $\pm$ 5.50 ax	84.08 $\pm$ 6.32 ax	70.29 $\pm$ 0.17 ax	68.96 $\pm$ 4.38 ax	58.73 $\pm$ 9.78 ax	67.73 $\pm$ 5.23 abx	66.91 $\pm$ 11.19 ax	82.94 $\pm$ 4.37 ax	75.25 $\pm$ 12.57 ax		
Temel Amino Asitler +Glisin	58.33 $\pm$ 12.73 ax	73.61 $\pm$ 6.05 ax	71.11 $\pm$ 4.44 abx	76.97 $\pm$ 13.49 ax	57.66 $\pm$ 2.66 ax	68.79 $\pm$ 3.16 ax	90.37 $\pm$ 6.58 bx	52.38 $\pm$ 26.51 ax	45.00 $\pm$ 22.91 ax	0.00 by		
Temel Olmayan Amino Asitler +Glisin	86.90 $\pm$ 7.24 ax	57.41 $\pm$ 14.46 ax	34.55 $\pm$ 18.57 bx	65.28 $\pm$ 15.65 ax	73.10 $\pm$ 13.72 ax	78.36 $\pm$ 10.83 ax	52.12 $\pm$ 9.57 ax	41.67 $\pm$ 22.05 ax	45.00 $\pm$ 22.91 ax	16.67 $\pm$ 16.67 abx		
%100 Temel Amino Asit	81.67 $\pm$ 4.41 ax	76.15 $\pm$ 8.29 ax	70.11 $\pm$ 1.87 abx	64.20 $\pm$ 5.48 ax	67.59 $\pm$ 5.49 ax	81.51 $\pm$ 12.07 ax	89.06 $\pm$ 6.04 bx	66.32 $\pm$ 3.05 ax	54.92 $\pm$ 27.62 ax	47.89 $\pm$ 23.97 abx		
%100 Temel Olmayan Amino Asit	55.16 $\pm$ 7.28 ax	60.00 $\pm$ 12.96 ax	51.52 $\pm$ 1.52 abx	79.41 $\pm$ 6.53 ax	76.62 $\pm$ 12.52 ax	65.70 $\pm$ 5.97 ax	86.39 $\pm$ 3.41 bx	59.31 $\pm$ 4.66 ax	83.73 $\pm$ 5.16 ax	72.62 $\pm$ 8.33 ax		
%50 Fazla Temel Amino Asit/ %50 Eksik Temel Olmayan Amino Asit	66.27 $\pm$ 5.16 ax	75.07 $\pm$ 8.76 ax	67.46 $\pm$ 9.15 abx	80.14 $\pm$ 5.13 ax	65.00 $\pm$ 3.98 ax	60.14 $\pm$ 13.39 ax	58.73 $\pm$ 8.13 ax	72.70 $\pm$ 3.90 ax	64.60 $\pm$ 3.85 ax	56.62 $\pm$ 12.28 ax		
%50 Eksik Temel Amino Asit/ %50 Fazla Temel Olmayan Amino Asit	69.26 $\pm$ 18.40 ax	77.05 $\pm$ 6.66 ax	68.76 $\pm$ 2.90 abx	67.14 $\pm$ 8.01 ax	68.88 $\pm$ 4.47 ax	66.25 $\pm$ 7.01 ax	73.99 $\pm$ 5.69 abx	76.69 $\pm$ 5.02 ax	83.43 $\pm$ 10.62 ax	74.53 $\pm$ 5.13 ax		

* : Üç Tekrarlı Ortalaması

SH : Standart Hata

† : Sütündeki a,b harfleri o güne ait besin serileri arasındaki farkın belirlenmesi, satırdaki x,y harfleri ise besin serisine ait günlerarası farkın belirlenmesi içi kullanıldı. Aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P<0.05.



Şekil 4.8. Temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarıyla beslenen *Pimla turionellae* ergin dişilerinin günlere göre bıraktığı yumurtaların açılım oranları.

Sentetik besinden temel amino asitlerin grup olarak çıkarılıp yerine aynı miktarda glisin ilavesi, besinin amino asit içeriğinin %100'ünün temel amino asitlerden oluşması, besin içeriğindeki temel amino asitlerin %50 arttırılıp temel olmayan amino asitlerin %50 azaltılması veya tersi olacak şekilde temel amino asitlerin %50 azaltılıp temel olmayan amino asitlerin % 50 arttırılması ile hazırlanan besinlerle beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca günlük ortalama yumurta sayılarında, kontrol grubu böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayılarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif veya pozitif yönde herhangi bir farklılık tespit edilmedi (Çizelge 4.5., Şekil 4.7.).

Besinden grup olarak temel olmayan amino asitlerin çıkarılıp yerine aynı miktarda glisin ilavesi ile hazırlanan besinle beslenen böceklerin 28. gündeki; besinden grup olarak temel amino asitlerin çıkarılıp yerine aynı miktarda glisin ilavesi ile hazırlanan besinle beslenen böceklerin ise 14. gündeki bırakılan yumurtaların açılım oranı, kontrol grubu böceklerin aynı günlerdeki bırakılan yumurtaların açılım oranlarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu tespit edildi (Çizelge 4.6., Şekil 4.8.). Besinin amino asit içeriğinin %100'ünün temel veya temel olmayan amino asitlerden oluşması, besin içeriğindeki temel amino asitlerin %50 arttırılıp temel olmayan amino asitlerin %50 azaltılması veya tersi olacak şekilde temel amino asitlerin %50 azaltılıp temel olmayan amino asitlerin % 50 arttırılması ile hazırlanan besinlerle beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca bırakılan yumurtaların açılım oranında, kontrol grubu böceklerin aynı günlerdeki bırakılan yumurtaların açılım oranlarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif veya pozitif yönde bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.6., Şekil 4.8.).

Besinden grup olarak temel olmayan amino asitlerin çıkarılıp yerine aynı miktarda glisin ilavesi ile hazırlanan besinle beslenen böceklerin yumurta elde edilmesinin gerçekleştiği dönem boyunca 10. ve 28. günler arası yumurta açılım

oranları grup içi günler arası karşılaştırıldığında, yumurta açılım oranının 22. günde %90,37 ile maksimum gerçekleşip 24. günde azalarak 28. günde yumurta açılım oranının diğer günlere göre istatistiksel olarak anlamlı düşüşle sıfırlandığı tespit edildi (Çizelge 4.6., Şekil 4.8.). Besinden grup olarak temel olmayan amino asitlerin çıkarılıp yerine aynı miktarda glisin ilavesi ile hazırlanan besin haricinde, sentetik besindeki temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranları kullanılarak hazırlanan besinlerle beslenen *P. turionellae* ergin dişilerinin deney periyodu boyunca 10. ve 28. günler arasında bırakılan yumurtaların açılım oranları aynı besinle beslenen böceklerin kendi içlerinde günler arası bırakılan yumurtaların açılım oranları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif veya pozitif yönde bir farklılığın olmadığı tespit edildi (Çizelge 4.6., Şekil 4.8.).



5. TARTIŞMA

Sunulan çalışmada soliter idiobiont endoparazitik bir hymenopter türü olan *Pimpla turionellae* L. ergin dişilerinin yumurta verimi ve bu yumurtaların açılımına, sentetik meridik besindeki amino asitlerin her birinin ayrı ayrı eksikliklerinin, temel ve temel olmayan amino asitlerin grup olarak eksikliklerinin ve amino asitlerin grup olarak farklı karışım oranlarının etkileri ele alındı.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, *P. turionellae*'nın ergin evredeki kalitatif ve kantitatif besinsel amino asit gereksinimlerinin saptanması bakımından önemli bir adım oluşturacaktır. Çünkü böceklerde besinsel dengenin önemi dikkate alındığında, her bir besin bileşeninin oran ve miktarı da önem kazanmaktadır. Böceklerin ergin evrede gereksinim duydukları bazı besin bileşenlerini larval evrede depo ettikleri besin bileşenlerinden karşılayabilmeleri (House, 1977; Dadd, 1985), parazitik hymenopter türleri gibi larval ve ergin evrede farklı beslenme yapılarına sahip olan böceklerde ergin evredeki besinsel gereksinimlerini önemli ölçüde etkilemektedir (Chang ve ark., 2001; Chang, 2004).

Son yıllarda birçok endoparazitoid türünün in vitro şartlarda, gerek larval gerekse ergin evrede herhangi bir konağa gereksinim duymadan yetiştirilmesine yönelik sentetik besinlerin geliştirilme çabalarının arttığı gözlenmektedir (Emre, 1988; Xie ve ark., 1989; Emre ve Yazgan, 1990; Hu ve ark., 2001; Magro ve Parra, 2002, 2004; Magro ve ark., 2006; Grenier, 2012; Morales-Ramos ve ark., 2014; Pan ve ark., 2014; Benelli ve ark., 2017; Coşkun ve Emre, 2015, 2017). Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar bazı durumlar için tatmin edici olsa da, böceklerin besinsel gereksinimlerinin tam olarak ortaya çıkartılması için, daha fazla sayıda kimyasal yapısı bilinen sentetik besin geliştirme çalışmalarına gereksinim duyulduğu açıkça ortadadır.

Böceklerin büyüme, gelişme ve üreme gibi fizyolojik faaliyetlerini sürdürebilmesi, uygun besinlerin yeterli miktarlarda vücuda alınımı ile yakından ilişkili olup, sağlıklı ergin bireylerin yetiştirilmesi, besini oluşturan besin

bileşenlerinin dengeli ve gereksinimi karşılayabilecek ölçüde olmasını zorunlu hale getirmektedir (Parra, 1991; Magro ve ark., 2006). Diğer taraftan ergin öncesi evrede alınan besinin böceğin gelişme süresine, erginleşme oranına, ergin büyüklüğüne ve ergin evrede kullanılmak üzere depo edilen madde miktarı gibi bazı fizyolojik ve metabolik kriterleri önemli ölçüde etkilediğini de unutmamak gerekir.

Amino asitlerin diğer hayvan gruplarında olduğu gibi böceklerin büyüme, gelişme ve birçok fizyolojik görevde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir. Yapılan çalışmalarda amino asitlerin besindeki nicel ve nitel miktarına göre birçok böcek türünün üreme ve gelişmesini doğrudan etkilediği belirtilmiştir (Hinton ve ark., 1951; Friend ve ark., 1957; Tsiropoulos, 1977, 1978, 1980, 1983; Çelik, 1984; Ferro ve Zucoloto, 1991; Kaur ve Srivastava, 1995; Cangussu ve Zucoloto, 1997; Zografou ve ark., 1998; Chang ve ark., 2001; Chang, 2004; Pan ve ark., 2014).

Amino asitlerin *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretimlerine etkilerini araştırdığımız çalışmamızda, böceğin optimum sayıda yumurta üretimi için önemi olduğu saptanan amino asitler arjinin, histidin, izolösin, lizin, lösin, metiyonin, fenilalanin, triptofan, treonin ve valin olarak tespit edildi. Bu amino asitlerin sentetik merdik besinden tek tek veya gurup olarak çıkarılmaları halinde, deney periyodu boyunca (10. ve 28. günler arası) böceğin ergin dişilerinin ortalama toplam yumurta sayıları, kontrol besini olarak kullanılan Emre (1988) tarafından geliştirilen kimyasal yapısı belirli sentetik besinle beslenen böceklerle karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı derecede azaldığı saptandı. Bu durum bu amino asitlerin *P. turionellae* erginleri tarafından sentezlenemediğini veya larval evrede depo edilen miktarlarının erişkin evrede böceğin ihtiyaçları için yetersiz olduğunu ve bunların besinle mutlaka dışardan alınması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar *P. turionellae*’nın besinsel amino asit ihtiyaçları üzerine yapılan daha önceki araştırmalara (Yazgan, 1981; Çelik, 1984; Emre, 1988;

Emre ve Yazgan, 1990; Çobanoğlu, 1993) benzer şekilde bu 10 amino asitin böcek için temel besin bileşenleri olduğu sonucunu desteklemektedir. Araştırmalar neticesinde, serbest yaşayan birçok böcek türü ile birkaç parazitoid böcek türünün de yukarıda bahsedilen 10 amino asite normal şekilde büyüme gelişme ve üreme faaliyetleri için mutlak suretle ihtiyaç duyduğu gösterilmiştir (House, 1954, 1962, 1972; Vanderzant, 1973; Thompson, 1976a, 1981; Friend and Dadd, 1982; Dadd, 1985; Nettles, 1987; Ferro and Zucoloto, 1990; Chang ve ark., 2001; Chang, 2004). *P. turionellae*'nin kalitatif amino asit ihtiyaçlarının serbest yaşayan böceklerinkine benzemesi, Yazgan (1972)'ın parazitik hymenopterlerin besinsel ihtiyaçlarının kalitatif bakımdan diğer böceklerle benzediği fikrini desteklemektedir.

Çelik (1984) çalışmasında *P. turionellae*'nin polifaj bir tür olmasından dolayı değişen temel amino asit oranlarına genel olarak bir toleransı olmakla birlikte, böceğin büyüme ve gelişmesine etkileri bakımında temel amino asitlerden lösin, metiyonin, izolösin ve lizini kritik önemi olan temel amino asitler; arjinin, histidin, fenilalanin, triptofan, valin ve treonini kritik önemi olmayan temel amino asitler olmak üzere iki gruba ayırmıştır.

Bizim çalışmamızda temel amino asitlerin ayrı ayrı eksik olduğu besinlerle beslenen *P. turionellae* erginlerinin ortalama yumurta sayıları incelendiğinde izolösin ve fenilalanin eksikliğinin böceğin yumurta üretimini diğer temel amino asitlere göre daha fazla azaltması nedeniyle bu iki amino asitin böceğin yumurta üretimi için kritik önemi olan temel amino asitler olduğu, ayrıca fenilalanin eksikliğinde yumurta açılımının anlamlı derecede düşük olması bu amino asitin yumurta açılımında da kritik önemi olan temel amino asit olduğu, triptofan eksikliğinde ise böceğin bu eksiklikten etkilenmeyip, diğer temel amino asitlerin ayrı ayrı eksik olduğu besinle beslenen böceklerle göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha fazla yumurta üretebilmesi dolayısıyla, bu amino asitin böcek için kısmi önemi olan temel amino asit olduğu sonucuna varıldı.

Böceklerde üreme ve gelişme faaliyetlerinde önemli rolü bulunan juvenil hormon sentezinde prekürsör olarak izolösin gibi dallı zincirli amino asitlerin

kullanıldığını Brindle ve ark., (1987), Brindle ve ark., (1988), Brindle ve ark., (1992) ve Halarnkar ve Schooley (1995) çalışmalarında göstermişlerdir. Bizim çalışmamızda izolösinden eksik beslenen *P. turionellae* erginlerinin ortalama yumurta sayılarının düşük olmasının nedeni, yeterli miktarlarda juvenil hormon sentezleyemeyen böceğin bu eksikliğe bağlı olarak vitellüs oluşumunun azalması ve yumurta üretiminin başlatılamamasından kaynaklandığı şeklinde açıklanabilir. Bu sebeple izolösünün *P. turionellae* erginlerinin yumurta üretiminde kritik önemi olan bir amino asit olduğu anlaşılmaktadır.

P. turionellae ergin dişilerinin yumurta üretimi ve yumurtaların açılımı için kritik önemi olduğunu ileri sürdüğümüz temel amino asit olan fenilalaninden hidroksilasyonla oluşan tirozin ve metabolitlerinin böceklerde sklerizasyon, kitikül tabakalanması ve pigmentasyon gibi önemli rollerinin olduğu Hopkins ve Kramer (1992), Brunet (2006), Arakane ve ark. (2016) ve Sterkel ve Oliveira (2017) tarafından açıklanmakla birlikte, Fuchs ve ark. (2014) bu temel amino asitin böceklerde immünizasyonun düzenlenmesinde, oosit maturasyonunda, vitellüs oluşumunda, yumurtaların melanizasyonda ve dolayısıyla yumurta üretimi ve açılımında büyük etkilere sahip olduğu göstererek araştırmalarında fenilalanin ve tirozin amino asitlerine dikkat çekmişlerdir. Ayrıca Nettles (1987), fenilalaninden sentezlenen tirozin eksikliğinde larva ve erişkinlerin yaşam sürelerinin kısaldığını göstererek bu amino asitin önemini belirtmiştir. Dolayısıyla bizim çalışmamızda da besinsel fenilalanin eksikliğinde hem yumurta üretiminin hem de yumurta açılımının düşük olmasının nedeni, böceğin fenilalaninden sentezlenen tirozin amino asiti ve metabolitlerinin eksikliğine bağlı olarak ovaryumda oosit maturasyonun, vitellüs oluşumunun, melanizasyonun, kitikül oluşumunun, sklerizasyonun ve immünizasyonun yetersizliği nedeniyle olduğu şeklinde açıklanabilir. Bu durum besinde halihazırda tirozin bulunsa da üretkenlik için yeterli olmadığını veya böcek tarafından kullanılamadığını, fenilalanin'in *P. turionellae* erginlerinin yumurta üretimi ve yumurtaların açılımı için kritik önemi

olan amino asit olduğunu, böceğin mutlaka dışarıdan yeterli miktarda fenilalanin alması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda triptofan eksikliğinde *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretimleri, diğer temel amino asitlerin eksikliğine göre daha az etkilendi. Dadd ve Krieger (1968), *Myzus persicae* ile yaptıkları çalışmada böceğin triptofan ihtiyacının olamayışını muhtemel hücre içi simbiyotların etkisinden dolayı olabileceğini belirtmişler, daha sonra Douglas ve Prosser (1992) *Acyrtosiphon pisum*'un ile yaptıkları çalışmada simbiyotik bakteri içeren böceklerin iki nesil boyunca besinsel triptofan ihtiyacının olmadığını göstermişlerdir. Dolayısıyla bizim çalışmamızda da *P. turionellae*'nin simbiyotik bakterilere bağlı triptofan ihtiyacının bir dereceye kadar karşılanmış olabileceği açıktır. Davis (1956) çalışmasında triptofanın ihmal edildiği bir sentetik besinde *Oryzaephilus surinamensis* larvaların %42'sinin pupa dönemine kadar gelişimini gösterirken, 1968 yılında farklı bir sentetik besin kullanarak yaptığı çalışmada (Davis, 1968c) ise *O. surinamensis*'in triptofan olmadan gelişemediğini göstermiştir. Bu durum Davis'in 1968 yılında hazırladığı besinde, simbiyotik bakterilerin gelişimini inhibe eden bir ajanın olabileceğini düşündürmektedir.

Dadd ve Krieger (1968) *Myzus persicae* larvalarının büyüme ve gelişimi için metiyoninin diğer temel amino asitlerden daha önemli olduğunu belirtmiş, Dadd (1973)'de yaptığı araştırmasında kükürt içeren metiyoninin böceklerin optimal büyümesi için önemli olduğunu vurgulamıştır. *P. turionellae* ergin dişileri ile yaptığımız çalışmamızda, metiyonin temel amino asitinin eksikliğinde, böceğin ortalama yumurta sayısındaki azalma kontrol grubuna göre anlamlı olsa da, günlük ortalama yumurta sayılarındaki azalmalar anlamlı bulunmadı. Chen (1966) araştırmasında böcek yumurtalarının çeşitli miktarlarda metiyonin içerdiğini, metiyonin miktarının diyapoz öncesi ve sonrasında farklılıklar gösterdiğini ve dişilerin beş kat daha fazla metiyonine sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca detaylı analizler neticesinde yumurtadaki metiyoninin embriyonik proteinlerin yapısında

sistin ve sistein şeklinde dönüşerek yer aldığını belirtmiştir. Bizim çalışmamızda metiyonin eksikliğinin böceğin günlük yumurta üretiminde azalmalara sebep olsa da, azalmanın kontrol grubuna göre anlamlı derecede olmaması, Chen (1966)'in araştırmasındaki bilgilere dayanarak metiyoninin daha çok böceğin embriyonik gelişimi için gerekli olması nedeniyle, embriyonik gelişimini tamamlamış olan ergin *P. turionellae*'nin metiyonine ihtiyacının daha az olması, dolayısıyla yumurta üretimi için larval evrede depo edilen miktarın yeterli olduğu, böceğin bu amino asitin eksikliğini kısmen tolere edebildiği düşünülebilir. Çelik (1984) çalışmasında *P. turionellae* larvalarının gelişiminde metiyoninin miktarının kritik öneme sahip olduğunu vurgulamış, besindeki metiyonin miktarının yarıya indirilmesi durumunda erginleşen larva sayısının kontrol gruba oranla bir misli arttığını dolayısıyla Yazgan (1972, 1981) tarafından geliştirilen kontrol besininde bulunan 187,5 mg/dL'nin optimum miktarın üzerinde olduğunu tespit etmiştir. Görülüyor ki çalışmamız sonucuna göre *P. turionellae* için kontrol besini olarak kullandığımız, Çelik (1984)'in çalışması dikkate alınarak metiyonin içeriği 90 mg/dL olacak şekilde Emre (1988) tarafından geliştirilen besinin, metiyonin amino asit miktarının yeniden düzenlenmesi gerekmektedir. Ayrıca Çelik (1984) çalışmasında her ne kadar *P. turionellae*'nin besinsel metiyonin ihtiyacının larval dönemden daha çok erişkin dönemde olduğunu ileri sürse de, bizim çalışmamızda görüldüğü üzere ergin evrede de yaşamsal ve üreme faaliyetlerinde metiyonin ihtiyacının fazla olmadığı açıkça ortadadır. Bu durumda böcek için metiyoninin en gerekli olduğu zamanlar yumurtadan larva oluşumu ve geç pupa döneminde embriyonik gelişim sırasında olduğu düşünülebilir.

Çalışmamız sonucunda *P. turionellae* erginlerinin yumurta üretimleri üzerine yaptıkları etkiler bakımından böcek için temel olmadığı saptanan amino asitler alanin, aspartik asit, glisin, glutamik asit, hidroksiprolin, prolin, serin, sistein ve tirozin olarak belirlendi. Bu amino asitlerinin *P. turionellae* ergin dışilerinin sentetik meridik besininden tek tek çıkarılmaları halinde deney periyodu

boyunca (10. ve 28. günler arası) böceğin ortalama toplam yumurta sayıları ve bu yumurtaların açılım oranları kontrol besini olarak kullanılan Emre (1988) tarafından geliştirilen kimyasal yapısı belirli sentetik besinle beslenen böceklerle karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak negatif veya pozitif yönde anlamlı derecede bir farklılık görülmedi. Bu sonuca göre *P. turionellae*'nin besinsel amino asit ihtiyaçları üzerine yapılan daha önceki araştırmalara (Çelik, 1984; Emre, 1988) benzer şekilde bu 9 amino asitin böcek için temel besin bileşenleri olmadığı, eksik olan amino asitlerin böceğin sentez yeteneğine bağlı olarak diğer amino asitlerden veya mevcut kaynaklardan sentezlenebildiği veya böceğin larval evrede vücut dokularında biriktirdiği amino asitleri ergin evrede metabolik olaylarında kullanmak sureti ile yumurta üretebileceği ve böceğin beslenmesinde vazgeçilebilir olduğu sonucuna varıldı.

Çelik (1984) *P. turionellae* larvalarının azot kaynağı olarak sadece 10 temel amino asitten oluşan bir karışımı kapsayan besin ile beslenmesi durumunda gelişiminin ve yaşamasının mümkün olmadığını, tirozin başta olmak üzere serin ve sistein dahil üç temel olmayan amino asitin besinsel eksikliklerinde larval gelişme ve büyümenin geciktiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise sadece 10 temel amino asiti içeren (total amino asit miktarının yaklaşık %50'si) besin ile beslenen *P. turionellae* ergin dişileri yaşamlarına devam etmişler, fakat yumurta üretimlerinde kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüş gözlenmiştir. Dadd (1973), Thompson (1981), Chapman (1998), Chang (2004), Pan ve ark. (2014) vb. birçok araştırmacı temel olmayan amino asitlerin besinsel olarak zorunlu olmasalar bile optimal büyüme ve gelişme için gerekli olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar temel olmayan amino asitlerin eksikliğinde organizma ihtiyaç duyduğu amino asitin sentez ve dönüşümü için enerji kullanmak zorunda olup, istenmeyen yan ürünler de oluşabileceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle bazı böcekler 10 temel amino asite ilave olarak, gerek sentezin yavaş ve maliyetli oluşu gerekse istenmeyen ürünler sebebiyle total amino asit miktarının %50'sini aşabilen miktarlarda temel olmayan amino asitlere de ihtiyaç duyarlar.

Bazı durumlarda da sentez için kullanılacak temel amino asit yeterli miktarlarda değilse, sentezlenen veya dönüştürülen temel olmayan amino asitte böcek için temel besin bileşeni olabilmektedir. Örneğin tirozin böcekler için temel besin bileşeni olmamakla birlikte bu aromatik halkalı amino asit sadece kendisi gibi aromatik halkalı, böcekler için temel besin bileşeni olan fenilalaninden sentezlenebilmektedir, benzer şekilde sülfür içeren sistin ve sistein de böcekler için temel amino asit olan sülfür içeren metiyoninden sentezlenmektedir. Dolayısıyla böceğin besininde fenilalanin ve metiyonin yeterli miktarlarda bulunmuyorsa, hem trozin, hemde sistin ve sistein böcek için temel besin bileşeni olabilmektedir (Chapman, 1998).

Bu sebeplerle bazı böceklerde 10 temel amino asite ilave olarak alanin, glisin, prolin, serin ve sistein gibi temel olmayan amino asitlerden bir veya birkaçı ya temel olarak kabul edilmiş yada büyüme ve gelişmeyi arttırdıkları için besine ilave edilmiştir (House, 1958, 1965; Dadd, 1973, 1978). House (1954) da çalışmasında *Pseudosarcophaga affinis*'in temel amino asitlerden başka normal büyüme ve gelişmede alanin, glisin, serin ve tirozinin etkili olduğunu göstermiştir.

Chapman (1998) araştırmasında genel olarak böcekler için temel amino asit olmamakla birlikte eksikliğinde büyüme ve gelişmenin engellendiği gösterilen en yaygın olarak bilinen amino asitin prolin olduğunu belirtmiştir. Örnek olarak House (1962) araştırmasında prolinin *Phormia regina*'da, prolin ve serin amino asitlerinin ise *Blattella germanica*'da temel besin bileşeni olduğunu, Arai ve Ito (1964, 1967) *Bombyx mori*'nin, Dadd (1978) sivrisinek *Culex pipiens* larvalarının büyüme ve gelişmesi için prolin amino asitinin önemli bir besin bileşeni olduğunu, Friend ve Dadd (1982) araştırmalarında sentezinin yavaş olması sebebiyle prolinin bir çok böcek için önemli besin bileşeni olduğunu, Nettles (1987) *Eucelatoria bryani* için temel olmayan amino asitlerden sadece prolinin önemli bir besin bileşeni olduğunu, Morales-Ramos ve ark. (2014)'nın ve Teulier ve ark. (2016)'nın hymenopterlerle yaptıkları araştırmada prolinin önemli bir besin bileşeni olarak uçuş sırasında gereken enerji gereksinimini karşılamak için karbonhidrat

metabolizmasını hızlandırdığını, Consoli ve Vinson (2002) çalışmalarında yeni erginleşen *Solenopsis invicta* (Hymenoptera)'nın pupa evresine göre 2.7 kat prolin amino asidi içerdiğini göstermiştir. Dolayısıyla prolin bir çok hymenoptera ve diptera türü için temel besin bileşeni olduğu açıkça ortadır.

Bizim çalışmamızda da prolinin eksik olduğu besinle beslenen *P. turionellae* ergin dişilerinin ortalama yumurta sayıları, istatistiksel olarak anlamlı derecede olamasa da hem kontrol grubu böceklerle göre hem de diğer temel olmayan amino asitlerin ayrı ayrı eksik olduğu besinle beslenen böceklerle göre daha düşük bulundu. Dolayısıyla prolinin *P. turionellae* ergin dişilerinin optimum sayıda yumurta üretebilmeleri için gerekli olan önemli bir besin bileşeni olduğu sonucuna varıldı.

Çalışmamızda besinin total amino asit içeriğinin tamamının (3,0 g/dL) temel amino asitlerden oluşması durumunda, yani besin temel olmayan amino asitleri içermese de böcekler kontrol grubuna benzer miktarlarda yumurta üretebilmişlerdir. Bu durum çalışmamız dahil bir çok araştırma ve çalışmada temel olmayan amino asitlerin besinde bulunması gerekliliği yönündeki görüşün geçerli olmadığını göstermektedir. Ayrıca bu durum Emre (1988) tarafından geliştirilen besindeki temel amino asit miktar ve oranının artırılması durumunda *P. turionellae* erginlerinin yumurta üretiminin artacağını da düşündürmektedir.

P. turionellae erginleri 10 temel amino asitin grup olarak eksikliğinde ise, besindeki temel olmayan amino asit oranı yaklaşık olarak iki katına çıkarılsa da böceğin yumurta üretimi istatistiksel olarak anlamlı derecede azalmıştır. Bu durum bir çok araştırmacının açıkladığı ve bizim çalışmamızda da görüldüğü üzere *P. turionellae*'nin hiçbir şekilde eksik olan temel amino asitleri sentezleyemediğini, optimal sayıda yumurta üretimi için larval evrede depo ettiği temel amino asit kaynaklarının yetersiz olduğunu, eksik olan temel amino asitlerin mutlaka dışarıdan alınması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca görüldüğü üzere mevcut amino asitlerin miktarından çok ilgili amino asitlerin böcek için temel besin bileşeni olup olmaması daha önemlidir.

Çelik (1984) *P. turionellae* larvalarının 10 temel amino asitin total olarak eksikliğinde gelişmeyerek birinci evrede kaldıklarını belirttiği halde, bizim çalışmamızda *P. turionellae* ergin dişileri 10 temel amino asitin eksikliğinde yaşamaya devam edip azda olsa yumurta üretebilmişlerdir. Bu durum böceklerin larval ve ergin evredeki besinsel gereksinimlerinin farklı olduğu gerçeği yanında, Pan ve ark. (2014)'nın çalışmalarında belirttikleri gibi besinsel yetersizlik durumlarında böceklerin yumurta üretimlerini baskılayarak hayatta kalım ve üreme arasında fizyolojik bir denge kurdukları fikrine benzer şekilde açıklanabilir. Dolayısıyla çalışmamızda da *P. turionellae*'nin besin kalitesinin düşmesine bağlı olarak, mevcut amino asitleri hem yaşamsal faaliyetlerinde hem de üreme için kullanmak üzere bir denge oluşturarak, fizyolojik olarak yumurta üretimini baskıladığını görmekteyiz. Fizyolojik olarak yumurta veriminin azalması durumunda dahi üretilen yumurtalarda anormalliklerin olmayıp yumurtaların kontrol grubuna benzer oranda açılması, böceğin olumsuz şartlarda üretkenliğini baskılasa da üretilen yumurta kalitesini düşürmediğini göstermektedir.

Çalışmamızda *P. turionellae*'nin polifaj bir endoparazitoid olma özelliği ile uyumlu olarak, besinin total amino asit içeriğindeki temel amino asitlerin %50 arttırılıp temel olmayan amino asitlerin %50 azaltılması veya tersi olacak şekilde temel amino asitlerin %50 azaltılıp temel olmayan amino asitlerin % 50 arttırılması durumlarında toplam yumurta sayısında ve bu yumurtaların açılım oranlarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede negatif veya pozitif yönde bir fark tespit edilmedi. Ayrıca böceğin temel ve temel olmayan amino asitlerin farklı oranlarındaki besinsel karışımlarından etkilenmemesi, larval evrede vücut dokularında biriktirdiği amino asitlerin ergin evrede besindeki yetersiz alınan amino asitlerin yerine metabolik olaylarında kullanmak sureti ile yumurta üretebileceğini göstermektedir.

Çelik (1984) çalışmasında *P. turionellae* larvalarının büyüme ve gelişimini destekleyen, kontrol besininden sonraki en iyi amino asit karışım oranının her iki amino asit grubunu eşit olacak şekilde içeren besin olduğunu göstermiştir. Bizim

çalışmamızda ise kontrol besiniyle beslenen böceklerle kıyasla, temel amino asitlerin %50 azaltılıp temel olmayan amino asitlerin % 50 arttırılmasıyla hazırlanan besinle beslenen böceklerin yumurta üretimlerinin ve bu yumurtaların açılım oranlarının azda olsa arttığı gözlemlendi. Bu durum Emre (1988) tarafından *P. turionellae* için geliştirilen meridik besinin temel ve temel olmayan amino asitlerin miktar ve oranlarının larvalar için daha uygun olsa da, erginler için iyi dengelenmemiş olduğu ve besinin geliştirilebilir olduğunu işaret etmektedir.

P. turionellae erginleri ile yaptığımız çalışmada, böceğin amino asit ihtiyaçlarının Yazgan (1981) ve Çelik (1984)'in sonuçlarından farklı olmasının sebebi, böceğin polifaj olmasının yanında böceklerin larval ve ergin evrede farklı beslenme yapılarının olması (Chang ve ark., 2001; Chang, 2004) ve böceklerin sentez yeteneği ile eksik temel olmayan amino asitleri sentezleyerek veya larval evrede vücut dokularında biriktirdiği amino asitlerin ergin evrede besindeki yetersiz alınan amino asitlerin yerine metabolik olaylarda kullanabilmesinden (House, 1977; Dadd, 1985) kaynaklanacağı açıktır.

Çalışma serilerindeki *P. turionellae*'ların günlük ortalama yumurta sayıları incelendiğinde, Emre (1988) tarafından geliştirilen, kontrol besini olarak kullanılan meridik besin ile beslenen böceklerin yumurta elde edilen 10. ve 28. günler arası en düşük yumurta üretiminin 10. günde, en yüksek yumurta üretiminin ise 16. ve 18. günlerde gerçekleştiği gözlemlendi. Amino asitlerin ayrı ayrı eksik olduğu besinlerle beslenmiş *P. turionellae* çalışma serileri incelendiğinde ise kontrol grubu böceklerle benzer şekilde yumurta sayılarının 10. günde en düşük seviyelerde olduğu, genel olarak yumurta üretiminin 12. günden itibaren artarak çoğu seride 16. ve 18. günlerde en yüksek seviyeye ulaştığı, yumurta üretiminin yumurta elde edilen son gün olan 28. güne kadar azalarak devam ettiği ve yine en düşük seviyeye ulaştığı gözlenmektedir. Kalyoncu ve Aksoylar (2000)'in çalışmalarında bizim çalışmamıza benzer şekilde *P. turionellae* ergin dişilerinin 10. gündeki yumurta veriminin sentetik besin ile beslenen böceklerde daha düşük sayıda olmak üzere, doğal besinle (%50 bal su ve *Galleria mellonella* hemolenfi) beslenen böceklerde

ortalama 1,94 olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla bizim çalışmamız ve Kalyoncu ve Aksoylar (2000)'ın çalışmaları incelendiğinde ister doğal ister sentetik besin olsun böceğin 10. günde yumurta üretebilecek olgunluğa yeni ulaştığı açıkça görülmektedir.

Emre (1988) *P. turionellae* ergin dişileri için hazırlanan sentetik besinle beslenen dişilerde en iyi yumurta veriminin 25-31. günler arasında olduğunu, doğal besin ile beslenen dişilerde ise 19-25. günlerde olduğu belirtmiştir. Sentetik besin kullandığımız bizim çalışmamızda en iyi yumurta verimi 12. ve 24. günler arasında, Dikkaya ve Sulanç (2011)'nin çalışmalarında ise 13. ve 31. günler arasında gerçekleşmiştir. Bu farklılığın Emre (1988)'nin çalışmasında bahsettiği gibi böceğin sentetik besine adaptasyon sorunu nedeniyle oluşabileceği gibi, araştırma için rastgele seçilen, pupadan yeni çıkmış *P. turionellae* ergin dişilerinin büyüklük farklarına neden olan, larval dönemde beslenip gelişimini tamamladığı konak *Galleria mellonella*'nın hemolenf miktarlarının farklı olabilmesi veya her ne kadar miktar ve oranları belirli olsa da sentetik besinin hazırlanmasında kullanılan maddelerin kalite farklılığı, hazırlanan besinin saklama koşulları, stabilite farklılığı ve bireysel etkilere bağlı olarak böcekte gelişim farklılığı nedeniyle oluşabileceği açıktır.

Temel ve temel olmayan amino asitlerin ayrı ayrı eksik olduğu besinlerle beslenmiş *P. turionellae* ergin dişilerinin günlük ortalama yumurta üretimleri incelendiğinde, metiyonin hariç temel amino asitlerin genel olarak 14. 16. ve 18. günlerdeki ortalama yumurta sayıları kontrol grubu böceklerin aynı günlerdeki ortalama yumurta sayılarına göre anlamlı derecede daha düşük olduğu, temel olmayan amino asitlerde ise anlamlı derecede bir farklılığın olmadığı gözlemlendi. Çalışmamızda 16. ve 18. günler *P. turionellae* ergin dişilerinin ortalama yumurta üretiminin maksimum olduğu günleri göstermekte olup, bu durum kontrol grubu ile çalışma grupları arasındaki farkları daha fazla belirginleştirip istatistiksel olarak anlamlı kılmaktadır. Diğer günlerdeki ortalama yumurta sayıları kontrol

grubuna göre karşılaştırmalı incelendiğinde, kontrol grubu böceklerin 10. ve 12. günlerde yumurta üretiminin halihazırda düşük olmasından dolayı anlamlı bir fark oluşmadığı, yine kontrol grubu böceklerin 20. günden çalışma yapılan son gün olan 28. güne kadar ortalama yumurta sayılarının günden güne azalarak düştüğü bu nedenle de temel amino asitlerin eksik olduğu besinlerle beslenen böceklerin 20. günden itibaren ortalama yumurta sayıları düşük olsa da kontrol grubuna göre anlamlı derecede fark oluşmadığı görülmektedir.





6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Pimpla turionellae için geliştirilen, kimyasal yapısı belirli sentetik meridik besinden arjinin, histidin, izolösin, lizin, lösin, metiyonin, fenilalanin, triptofan, treonin ve valin amino asitlerinin ayrı ayrı ve grup olarak eksiltilmesi durumunda, böceğin ergin dişilerinin yumurta üretiminin anlamlı derecede azalması sebebiyle bu amino asitlerin böcek için temel besin bileşenleri olduğu sonucuna varıldı. Ayrıca 10 temel amino asitin grup olarak besinsel eksikliğinde, temel olmayan amino asitlerin miktarı grup olarak arttırılsa bile böceğin yumurta üretiminin düşük olması, böceğin optimum sayıda yumurta üretebilmesi için besininde mutlaka temel amino asitlerin bulunması gerekli olduğu sonucuna varıldı.

İzolösin ve fenilalaninin besinsel eksikliğinde *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretimlerinin diğer amino asitlerin eksikliğine göre daha fazla baskılanması ilave olarak fenilalanin eksikliğinde yumurta açılımının da anlamlı derecede azalması nedeniyle bu amino asitlerin böceğin üreme fizyolojisini etkileyen kritik önemi olan temel amino asitler olduğu saptandı.

Metiyonin ve triptofan temel amino asitlerinin eksik olduğu besin ile beslenen böceklerin günlük yumurta üretimleri, diğer temel amino asitlerin eksikliğine göre daha az baskılandığından, bu amino asitlerin böceğin üreme fizyolojisini etkileyen kritik önemi olmayan temel amino asitler olduğu, bu amino asitlerin sentetik besindeki miktarlarının *P. turionellae* ergin dişilerinin gereksiniminden fazla olduğu ve besinin bu amino asitler açısından iyi dengelenmemiş olduğu sonucuna varıldı.

P. turionellae ergin dişilerinin besinsel triptofan eksikliğinde yumurta üretimlerinin diğer temel amino asitlerden daha az etkilenmeleri sebebiyle, simbiyotik bakteriler kaynaklı böceğin triptofan ihtiyacının karşılanmış olabileceği düşünüldüğünden, simbiyotik bakterilerin böceğin besinsel gereksinimlerine etkilerinin araştırılması amacıyla detaylı çalışmaların gerekli olduğu anlaşıldı.

Alanin, glisin, glutamik asit, aspartik asit, hidroksiprolin, prolin, serin, sistein ve tirozin amino asitlerinin besinden tek tek eksilmesi durumunda *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretimlerinde anlamlı derecede bir değişikliğin olmaması nedeni ile bu amino asitlerin böcek için temel besin bileşenleri olmadığı sonucuna varıldı.

Prolinin eksikliğinde *P. turionellae* ergin dişileri diğer temel olmayan amino asitlerin eksikliğine göre daha düşük sayıda yumurta üretebilmesinden dolayı, bu temel olmayan amino asitin ergin böcekler için hazırlanacak sentetik besinde üremeyi destekleyecek önemli bir besin bileşeni olduğu kanaatine varıldı.

Besinin amino asit içeriğinin %100'ünün temel amino asitlerden oluşması, temel amino asitlerin %50 oranında azaltılıp temel olmayan amino asitlerin %50 oranında artırılması veya tersi olacak şekilde temel amino asitlerin %50 oranında artırılıp temel olmayan amino asitlerin %50 oranında azaltılması durumunda *P. turionellae* ergin dişilerinin yumurta üretiminin etkilenmemesinin böceğin polifaj bir tür olmasıyla uyumlu olduğu, böceğin sentez yeteneği ile sentezlediği ve larval evrede depo ettiği amino asitlerin ergin evrede kullanabileceğinin saptanması yanında ergin böceklerin farklı besinlere toleransının larvalardan daha fazla olduğu sonucuna varıldı.

Temel amino asitlerin %50 oranında azaltılıp, temel olmayan amino asitlerin %50 oranında artırılmasıyla hazırlanan besinle beslenen *P. turionellae* ergin dişilerinin kontrol grubuna göre azda olsa daha yüksek sayıda yumurta üretebilmeleri ve bu yumurtaların açılım oranlarının daha yüksek olması nedeniyle, mevcut erişkin besininden temel amino asitlerin oranının azaltıldığı, temel ve temel olmayan amino asitlerin bir karışımını içeren sentetik bir besinle böceğin üreme performansının artırılabilceği kanaatine varıldı.

Temel olmayan amino asitlerin grup olarak eksikliğinde böceğin yumurta üretimi anlamlı derecede azalmış olup, besindeki total amino asit miktarı kadar sadece 10 temel amino asiti içeren besinin *P. turionellae* ergin dişilerinin optimum

sayıda yumurta üretebilmeleri için yeterli olmadığı, dolayısıyla optimum üretkenlik için temel olmayan amino asitlerin de besine ilave edilmesi gerektiği veya temel amino asitlerin besindeki miktarının arttırılması gerektiği sonucuna varıldı.

P. turionellae ergin dişilerinin 10. günde yumurta üretme olgunluğuna henüz ulaştığı, dolayısıyla yumurta sayılarının düşük olduğu, sentetik besin ile beslenen böceğin yumurta üretiminin 16. ve 18. günlerde maksimum olmak üzere en iyi üreme performansının 12. ve 24. günler arasında olduğu saptandı.

Besinsel dengesizlik ve yetersizlik durumlarında böceklerin ölmeyip yumurta üretimlerini baskılayarak hayatta kalım ve üreme arasında fizyolojik bir denge kurmaları da böceğin polifaj bir tür olmasıyla uyumlu olduğu sonucuna varıldı.

Bizim deney bulgularımız ve böceklerle yapılan tüm çalışmalar karşılaştırıldığında, bir böceğin besinsel amino asit ihtiyacının sentez yapabilme yeteneğine bağlı olduğunu, genel olarak çeşitli böcek türlerinin amino asit ihtiyaçlarının birkaç spesifik farka rağmen birbirine benzer olduğunu, genel olarak ergin böceklerin amino asit ihtiyaçlarının larva evresinden daha az olduğunu ve larval evrede biriktirilen besin maddelerinin ergin evredeki amino asit ihtiyacını büyük ölçüde etkilediğini söyleyebiliriz.

Ayrıca kontrol besini olarak kullandığımız Emre (1988) tarafından *P. turionellae* için geliştirilen, kimyasal yapısı belirli sentetik meridik besindeki amino asit miktar ve oranlarının erişkin böceklerin optimum sayıda yumurta üretebilmesi için uygun şekilde dengelenmemiş olabileceği kanısına varılmış olup, böceğin larval ve ergin evreleri dikkate alınarak temel ve temel olmayan amino asitlerin metabolizma bakımından tatmin edici oranlarda dengeli bir karışımını içeren sentetik meridik besinin, erişkinler için yeniden geliştirilmesi gerektiği önerilebilir.



KAYNAKLAR

- Anand, R. and Anand M., 1994. Dietary effect of isomers of essential amino acids on the maggots of *Dacus cucurbitae* (Coquillett). J. Entomol. Res. 18: 109-114
- Andow, D.A., Ragsdale , D.W. and Nyvall, R.F., 1997. Ecological interactions and biological control, Westview Press, Colorado, p. 334.
- Arakane, Y., Noh, M. Y., Asano, T., & Kramer, K. J., 2016. Tyrosine Metabolism for Insect Cuticle Pigmentation and Sclerotization. Extracellular Composite Matrices in Arthropods, 165–220.
- Arai N. and Ito T., 1964. Amino acid requirements of the silkworm, *Bombyx mori* L. J. seric. Sci. Japan 33: 107-110.
- _____. 1967. Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori*- XVI. Quantitative requirements for essential amino acids. (In Japanese with English summary.) Bull. seric. Exp. S&Japan 21: 373-384.
- Arthur, A.P., Hegdekar, B.,M., and Batsch, W.,W., 1972. A chemically defined synthetic medium the host induces oviposition in the parasite *Itoplectis conquisitor* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Can.Ent., 104: 1251-1258.
- Benelli, G., Giunti, G., Tena, A., Desneux, N., Caselli, A. and Canale, A., 2017. The impact of adult diet on parasitoid reproductive performance. J Pest Sci, 90: 807-823.
- Brindle, P. A., Baker, F. C., Tsai, L. W., Reuter, C. C., & Schooley, D. A., 1987. Sources of propionate for the biogenesis of ethyl-branched insect juvenile hormones: Role of isoleucine and valine. Proceedings of the National Academy of Sciences, 84(22): 7906-7910.
- Brindle, PA & Schooley, David & Tsai, L & Baker, F., 1988. Comparative metabolism of branched-chain amino acids to precursors of juvenile hormone biogenesis in corpora allata of lepidopterous vs nonlepidopterous insects. The Journal of biological chemistry, 263: 10653-7.

- Brindle, P.A., Baker, F.C., Tsai, L.W. and Schooley, D.A., 1992. Comparative metabolism of isoleucine by corpora allata of nonlepidopteran insects versus lepidopteran insects, in relation to juvenile hormone biosynthesis. Arch. Insect Biochem. Physiol., 19: 1-15.
- Bronskill, J.F. and House, H.L., 1957. Notes on rearing a pupal endoparasite, *Pimpla turinellae* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae), on unnatural food. Can. Ent., 89: 483.
- Brunet, P. C. J., 2006. Tyrosine Metabolism In Insects. Annals of the New York Academy of Sciences, 100(2): 1020–1034.
- Büyükgüzel, K., Coşkuncu, K.S., Büyükgüzel, E., Erdem, M. ve Küçük, C., 2017. Zonguldak İlinde Orman Zararlıları ile Biyolojik Mücadelede Parazitoid Böcek *Pimpla turionellae*'nın Kullanılması. Karaelmas Fen ve Müh. Derg., 7(1): 341-348.
- Cangussu, J. A., & Zucoloto, F. S., 1992. Nutritional value and selection of different diets by adult *Ceratitis capitata* flies (Diptera, Tephritidae). Journal of Insect Physiology, 38(7): 485–491.
- _____, 1997. Effect of Protein Sources on Fecundity, Food Acceptance and Sexual Choice by *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae). Rev. Bras. Biol., 5: 611-618.
- Carson, R., 1962. Silent Spring. Houghton Mifflin Company, Boston, MA.
- Chang, C.L., Albrecht, C., S.S.A. El-Shall and Kurashima, R., 2001. Adult Reproductive Capacity of *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae) on a chemically defined diet. Ann. Entomol. Soc. Am., 94: 702-706.
- Chang, C.L., 2004. Effect of Amino Acids on Larvae and Adults of *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 9(3): 529-535.
- Chapman, R.F. 1998. The Insects, Nutrition, 69- 93.
- Chen, P. S., 1966. Amino Acid and Protein Metabolism in Insect Development. Advances in Insect Physiology Volume 3: 53–132.

- _____. 1985. Amino Acid and Protein Metabolism In: G. A. Kerkut and L.I., Gilbert (eds), *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, Pergamon press, 10: 177-219.
- Consoli, F.L. and Grenier, S., 2009. In Vitro Rearing of Egg Parasitoids. *Egg Parasitoids in Agroecosystems with Emphasis on Trichogramma*, *Progress in Biological Control* 9: 293-313.
- Consoli, F.L. and Vinson, S.B., 2002. Hemolymph of Reproductives of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) Amino Acids, Proteins and Sugars. *Comparative Biochem. Physiol.*, B132: 711-719.
- Coskun, M., Ozalp, P., Sulanc, M., Emre, I., 2005. Effects of various diets on the oviposition and sex ratio of *Pimpla turionellae* L. *Int. J. Agri. Biol.*, 1: 129-132.
- Coskun, M., Özalp, P. ve Emre, I., 2005. Effects of vitamin E concentrations on sex ratio of *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) Adults. *Annual Entomological Society of America*, 98(3): 336-339.
- Coskun, M., Kayis, T., Ozalp, P., Kocalar, K., Tatlicioglu, C.I and Emre, I., 2009, The effects of a meridic diet on the sex ratio of offspring, on glycogen and protein content, and on productivity and longevity of adult *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) for five generations. *J. Zool.*, 139 (2): 103-108.
- Coskun, M and Emre, I., 2015. Role of Lipids, Amino Acids, and Sucrose on the Total Adult and Female Emergence, and Content of Glycogen and Protein in *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 108(5): 820–826.
- _____. 2017. Effects of dietary salts and RNA on the total adult and female emergence of *Pimpla turionellae* L (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*; 5(6): 1374-1377.

- Coskun M and Kayıs, T., 2017. Change in number of males of Parasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae) Affect Its Progeny Sex Ratio, Longevity and Adult Emergence. *Alatarım*, 16 (1): 59-66.
- Çelik, S., 1984. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın amino asit ihtiyaçları. *Doğa Bilim Dergisi, Biyoloji*, 8(3): 321-329.
- Çobanoğlu, E., 1993. Amino asit karışımı ve Glukoz oranlarının endoparazitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae)'nin larva sonrası gelişimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- Dadd, R. H., and Krieger, D. L., 1968. Dietary amino acid requirements of the aphid, *Myzus persicae*. *Journal of Insect Physiology*, 14(6): 741–764.
- Dadd, R.H., 1973. Insect Nutrition Current Developments and Metabolic Implication. *Ann. Rev. Ent.*, 18: 381-420.
- _____. 1977. Qualitative requirements and utilization of nutrients: Insects, in: *CRC Handbook Series in Nutrition and Food* (M. Rechcigl, Jr., ed.), CRC Press, Cleveland, pp. 305-346.
- _____. 1978. Amino acid requirements of the mosquito *Culex pipiens*: Asparagine essential. *J. Insect Physiol.*, 24: 25-30.
- _____. 1985. Nutrition: Organisms, in *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology*, ed by Kerkut, G.A. and Gilbert, L.I., Pergamon-Press, 8: 313-390.
- Davis, G. R. F., 1956. Amino acid requirements of *Oryzaephilus Surinamensis* (L.) (Coleoptera:Silvanidae) for pupation. *Canadian Journal Of Zoology*, 34(2): 82–85.
- _____. 1961b. Lysine requirements of larvae of *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae), *J. Insect Physiol.*, 6: 122-125.
- _____. 1968a. Glutamic acid requirements of the saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera:Silvanidae), *Comparative Biochemistry and Physiol.*, 24: 395- 401

- _____. 1968c. Quantitative requirements of the saw-toothed grain beetle, *Oryzaephilus surinamensis*, for dietary l-tryptophan. *Journal of Insect Physiology*, 14(12): 1693–1696.
- _____. 1975. Essential Dietary Amino Acids for Growth of Larvae of the Yellow Mealworm, *Tenebrio molitor* L. *The Journal of Nutrition*, 105(8): 1071-1075.
- Dikkaya, S. ve Sulanç, M., 2011. Aspartik Asit, Glutamik Asit ve Amidlerinin (Asparajin, Glutamin) Ergin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin Yumurta Verimi ve Açılımı Üzerine Etkileri. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Dergisi*, 26: 79-88.
- Douglas, A. E. and Prosser, W. A., 1992. Synthesis of the essential amino acid tryptophan in the pea aphid (*Acyrtosiphon pisum*) symbiosis. *Journal of Insect Physiology*, 38(8): 565–568.
- Emre, I., 1988. Effects of meridic diet on fecundity of adult females of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Doğa Tu. Biol.*, 12: 101–105.
- Emre, I. and S. Yazgan, 1990. Effects of dietary components on reproduction of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Doğa-Tr. J. Biol.*, 14: 96–104.
- Eggleton, P., and Belshaw, R., 1992. Insect Parasitoids: An Evolutionary Overview. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 337: 1-20.
- Ferkovich, S.M., Shapiro, J. and Carpenter, J., 2000. Growth of Pupal Ectoparasitoid, *Diapetimorpha introita*, on an Artificial Diet: Stimulation of Growth Rate by a Lipid Extract from Host Pupae. *Bio. Control*, 45: 401-413.
- Ferro, M.I.T. and Zucoloto, F.S., 1990. Effects of the Quantity of Dietary Amino Acids on Egg Production and Layings by *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). *Brasilian J. Med. Biol. Res.*, 23: 525-532.
- _____. 1991. Influence of amino acid deletion on egg production and egg laying by *Ceratitis Capitata*. *Revista Brasileira De Biologia*, 51(2): 407-412.

- Fisher, R.C., and Ganesalingam, V.K., 1970. Change in the composition of host hemolymph after attack by an Insect parasitoid. *Nature*, London, 227: 191-192.
- Friend, D.W.G., Back R. H. and Cass L. M., 1957. Studies on Amino Acid Requirements of Larvae of The Onion Maggot, *Hylemya antiqua* (MG), Under Aseptic Conditions. *Can. J. Zool.* 35: 535-543.
- Friend, W.G and Dadd, R.H., 1982. Insect Nutrition, A comparative perspective. In *Advances in Nutritional Research*, ed. Harold H. Draper, Plenum Publishing Corporation, 4: 205-247.
- Fuchs, S., Behrends, V., Bundy, J. G., Crisanti, A., & Nolan, T., 2014. Phenylalanine Metabolism Regulates Reproduction and Parasite Melanization in the Malaria Mosquito. *PLoS ONE*, 9(1): e84865.
- Gaston, K.J. 1991. The Magnitude of Global Insect Species Richness. *Conserv. Biol.*, 5, 283-296.
- Greathead, D.J. and Waage, J.K., 1983. Opportunities for Biological Control of Agricultural Pests in Developing Countries. World Bank Technical Paper, Number 11, The World Bank, Washington, D.C., U.S.A., 1.
- Grenier S., 2009. In vitro rearing of entomophagous insects - Past and future trends: a minireview. *Bulletin of Insectology* 62 (1): 1-6.
- _____. 2012. Artificial Rearing of Entomophagous Insects, with Emphasis on Nutrition and Parasitoids - General Outlines from Personal Experience. *Karaelmas Science and Engineering Journal* 2 (2): 1-12.
- Gurr, G., and Wratten, S., 2000. Measures of Success in Biological Control. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Gülel, A., 1982. Studies on the Biology of the *Dibrachys boarmiae* (Warker) (Hymenoptera: Pteromalidae) Parasitic on *Galleria mellonella* (L.). *Z. Ang. Ent.*, 94: 138-149
- Gürbüz, M.F., Aksoylar, M.Y. ve Buncukçu, A., 2007. *Pimpla turionellae* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Ichneumonidae)'da bağıl nemin yumurta

- verimi, açılımı ve larval gelişim süresine etkisi. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi), 2(2): 146-151.
- Hagler, J.R., 2000. Biological control of insects (Chapter 7). In: Recheigl, E.S. and N.A. Recheigl Ed., Insect pest management; Techniques for environmental protection. CRC Press LLC.
- Halarıkar, P. P., & Schooley, D. A., 1995. A comparative catabolism study of isoleucine by insect and mammalian tissues. Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 110(2): 357–365
- Hentz, M.G., Ellsworth, P., and Naranjo, S. 1997. Biology and Morphology of *Chelonus* sp. nr. *curvimaculatus* (Hymenoptera: Braconidae) as a Parasitoid of *Pectinophora gossypiella* (Lepidoptera: Gelechiidae). Annals of the Entomological Society of America, 90(5): 631–639.
- Hentz, M.G., Ellsworth, P.C., Naranjo, S.E. and Watson, T.F., 1998. Development, Longevity and Fecundity of *Chelonus* sp. nr. *curvimaculatus* (Hymenoptera: Braconidae), an Egg-Larval Parasitoid of Pink Bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae). Environ. Entomol., 27: 443-449.
- Hinton, T., Noyes, D. T. And Ellis, J., 1951. Amino Acids and Growth Factors in Chemically Defined Medium for *Drosophila*. Physiol. Zool., 24: 335-353.
- Hopkins, T. L., & Kramer, K. J., 1992. Insect Cuticle Sclerotization. Annual Review of Entomology, 37(1): 273–302.
- House, H. L., 1954. Nutritional studies with *Pseudosarcophaga affinis* (Fall.), A dipterous parasite of the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* (Clem.): III. Effects of nineteen amino acids on growth. Can. J. Zool., 32: 351-357.
- _____. 1958. Nutritional requirements of insects associated with animal parasitism. Experimental Parasitology, 7(6): 555–609.
- _____. 1962. Insect Nutrition Ann. Rev. Biochem., 31: 653–672.
- _____. 1965. Insect nutrition. In The Physiology of Insecta, ed. M. Rockstein, II, Academic Press, New York.

- _____. 1972. Insect Nutrition: In Biology of Nutrition, I.E.F.N. Vol. 18. Edited by R.N. Fiennes. Pergamon Press. Oxford and New York, Chapter 17: 517-573.
- _____. 1974. Nutrition in the Physiology of Insecta, ed. M. Rockstein, New York: Academic Press, 5: 1-62.
- _____. 1977. Nutrition of Natural Enemies. p. 151-82. In: R. L. Ridgway S. B. Vinson (eds.), Biological Control by Augmentation of Natural Enemies. Plenum Press, New York
- Hu, J.S., Gelman D. B., and Bell R. A., 2001. In Vitro Rearing of *Edovum puttleri*, an Egg Parasitoid of the Colorado Potato Beetle, From Egg To Pupal Stage in Artificial Diets Devoid of Insect Sources: Effects of Dietary Amino Acid and Carbohydrate Levels. Biol. Control, 46: 43-60.
- Jacob, P.J. and Morugan, K., 1989. Impact of Natural and Artificial Diet on the Feeding and Reproduction in two Species of Acridids (Orthoptera: Insecta), Entomon, 15, (3): 221-226.
- Kalyoncu, L. ve Aksoylar, M.Y., 2000. Besinsel Yağ Asitlerinin Farklı Oranlarının *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae) Ergin Dişilerinin Yumurta Verimine Etkileri. S.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi, Cilt 1: 99-105.
- Kansu, İ.A. ve Uğur, A., 1984. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera:Ichneumonidae) ile konukçusu bazı Lepidopter pupaları arasındaki biyolojik ilişkiler üzerinde araştırmalar. Doğa Bilim Dergisi, D₂, 8(2): 160-173.
- Kansu, İ.A., 1986. Biyolojik mücadelenin geçmişi ve geleceği. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirisi, 12-14 Şubat, Adana, s: 1-23.
- Kaur, S. and Srivastava, B. G., 1995. Evaluated the effect of an artificial diet on various parameters of reproductive potential and the effect of host fruit on preoviposition priod of *Docus cucurbitae* (Coquillett). Indian J. Entomol. 57: 130-134.

- Kayış, T. ve Emre, I., 2012. Ağır Metal Stresinin *Pimpla turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin Protein ve Glikojen Sentezine Etkileri. Ekoloji 21, 83: 61-67.
- Kayış, T., Emre, İ. ve Coşkun, M., 2012. Effects of diazinon on antioxidant enzymes and adult emergence of the parasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Effects of diazinon on antioxidant enzymes and adult emergence of the parasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). Türk. Entomol. Derg., 36 (4): 463-471.
- Kılınçer, N., Yiğit, A., Kazak, C., ER, M.K., Kurtuluş, A. ve Uygun, N., 2010. Teoriden pratiğe zararlılarla biyolojik mücadele. Türk. biyo. müc. derg., 1 (1): 15-60.
- Lewis, K., 1961. Influence of food on fecundity and longevity of adults of *Itopectis conquisitor* (Say) (Hymenoptera: Ichneumonidae). Canadian Entomologist, 93: 771-780.
- Ma, C., Mirth, C.K., Hall, M.D., Piper, M.D.W., 2020. Amino acid quality modifies the quantitative availability of protein for reproduction in *Drosophila melanogaster*. Journal of Insect Physiology. IP 104050, PII S0022-1910 (19): 30471-8.
- Magro, S. R., Dias, A. B., Terra, W. R. And Parra J. R., 2006. Biological, Nutritional, and Histochemical Basis for Improving an Artificial Diet for *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Neotrop. Entomol., 35(2): 215-222.
- Magro, S.R. and Parra, J.R.P., 2002. Criação in vitro de *Bracon hebetor*, p.277-293. In J.R.P. Parra, B.S. Correa-Ferreira, P.S.M. Botelho and J.M.S. Bento (Eds.). Controle biológico no Brasil, parasitóides e predadores. Barueri, Manole, 609p.
- _____. 2004. Comparison of Artificial Diets for Rearing *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). Biol. Control., 29: 341-347.

- Mangan, R. L. 2003. Adult Diet and Male-Female Contact Effects on Female Reproductive Potential in Mexican Fruit Fly (*Anastrepha ludens* Loew) (Diptera Tephritidae). J. Econ. Entomol. 96: 341–347.
- Meats, A. and Leighton M. 2004. Protein consumption by mated, unmated, sterile and fertile adults the Queensland fruit fly, *Bactocera tryoni* and it's relation to egg production. Physiol. Entomol., 29: 176-182.
- Mercimek, S., Ozalp, P. And Coskun, M., 2010. The Effect of Some Sugar Supplemented Diet with Various Sucrose Ratios on the Life Cycle and Egg Productivity of the Adult Females of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). J. Ent. Res. Soc., 12(1): 1-7.
- Morales-Ramos, J. A., Rojas, M. G., and Coudron, T. A., 2014. Artificial Diet Development for Entomophagous Arthropods. Mass Production of Beneficial Organisms, 203–240.
- Morrison, R.K. and King, E.G., 1977. Mass production of natural enemies. In: Ridgway, R.L. and Vinson, S.B. (eds.) Biological Control by Aumentation of Natural Enemies. Plenum, New York, pp. 183-217.
- Nettles, W. C., Jr., 1986a. Asparagine: A Host Chemical Essential for the Growth and Development of *Eucelatoria bryani*, a Tachinid Parasitoid of *Heliothis* spp. Comp. Biochem. Physiol., 85A: 697-701.
- _____. 1986b. Effects of Soy Flour, Bovine Serum Albumin and Three Amino Acid Mixtures on Growth and Development of *Eucelatoria bryani* (Diptera: Tachinidae) Rearing on Artificial Diets. Environ. Ent., 15: 11-15.
- _____. 1987. Amino acid requirements for growth and development of the tachinid, *Eucelatoria bryani*. Comp. Biochem. Physiol., 86A: 349-54.
- _____. 1990. In vitro rearing of parasitoids: role of host factors in nutrition. Archivves of Insect Biochemistry and Physiology, 13: 167-175.
- Orr, D.B. and Boethel, D.J., 1990. Reproductive Potential of *Telenomus cristatus* and *T. podisi* (Hymenoptera: Scelionidae), Two Egg Parasitoids of Pentatomids (Heteroptera). Ann. Entomol. Soc. Am., 83: 902-905.

- Ozalp, P. and Emre, I., 2001. The effects of carbohydrates upon the survival and reproduction of adult female *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). J. Appl. Ent. 125: 177–80.
- Özalp, P. ve Emre, İ., 1992. Suda Çözünen Vitaminlerin Ergin *Pimpla turionellae* L.'nin Yumurta Üretimi ve Açılımı Üzerine Etkileri. Doğa-Tr. J. Of Zoology, 16: 78-83.
- _____, 1998. Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. Ergin Dişilerinde Total Glikojen ve Protein Miktarına Etkileri. Tr. J. of Biology, 22: 15-19.
- Pan, X., Lu, K., Qi, S., Zhou, Q., & Zhou, Q., 2014. The Content of Amino Acids In Artificial Diet Influences The Development And Reproduction Of Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens* (STÅL). Archives of Insect Biochemistry and Physiology, 86(2): 75–84.
- Parra, J.R.P., 1991. Consumo e Utilização de alimentos por insetos, p.9-65. In A.R. Panizzi & J.R.P. Parra (eds.). Ecologia nutricional de insetos e suas aplicações no manejo de pragas. São Paulo/SP, CNPq, Ed. Manole, 359p.
- Piper, M. D. W., Soutoukis, G. A., Blanc, E., Mesaros, A., Herbert, S. L., Juricic, P., He, X., Atanassov, I., Salmonowicz, H., Yang, M., Simpson, S. J., Ribeiro, C. & Partridge, L. 2017. Matching Dietary Amino Acid Balance to the In Silico-Translated Exome Optimizes Growth and Reproduction without Cost to Lifespan. Cell Metabolism, 25: 610-621.
- Ramadan, M.M., Wong, T.T.Y. and Messing, R.H., 1995. Reproductive Biology of *Biosteres vandenboschi* (Hymenoptera: Braconidae), a Parasitoid of Early-Instar Oriental Fruit Fly. Ann. Entomol. Soc. Am., 88: 189-195.
- Rock, G.C and King, K.W., 1967. Qualitative amino acid requirements of the red-banded leaf roller, *Argyrotaenia velutinana* (Lepidoptera:Tortricidae). J. Insect Physiol., 9: 59-68
- Romeis J., and Wackers F. L., 2002. Nutritional Suitability of Individual Carbohydrates and Amino Acids for Adult *Pieris brassicae*. Physiol. Entomol.. 27: 148-156.

- Rosen, D., 1985. Biological Control. In: Comprehensive insect physiology biochemistry and pharmacology, ed. Kerkut, G.A, Gilbert, L.I., 12, Pergamon Press, New York, p. 413-464.
- Sétamou, M., Schulthess, F., Goergen, G., Poehling, H.M. and Borgemeister, C., 2002. Natural Enemies of the Maize Cob Borer, *Mussidia nigrivenella* (Lepidoptera: Pyralidae) in Benin, West Africa. Bull. Entomol. Res., 92: 343-349.
- Schuytema, G.S., Nebeker, A.V. and Griffis, W.L., 1994. Toxicity of guthion and guthion 2S to *Xenopus laevis* embryos. Archh. Environ. Contam. Toxicol., 27: 250-255.
- Shukla, Y., Yadav, A. and Arora, A., 2002. Carcinogenic and cocarcinogenic potential of cypermethrin on Mouse skin. Canser Letters, 182: 33-41.
- Simmons, A.M., Abd-Rabou, S. and Mccutcheon, G.S., 2002. Incidence of parasitoids and parasitism of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in numerous crops. Environ. Entomol., 31(6): 1030-1036.
- Singh, P., 1977. Artificial Diets for Insects. Mites and Spiders, Plenum Press, New York.
- _____, 1984. Insect diets. Historical developments, recent advances, and future prospects. In: King, E.G. and Leppla, N.C. (eds.) Advances and Challenges in Insect Rearing. USDA/ARS, New Orleans, pp. 32-44.
- Singh, P. and Moore, R.F. (eds.) 1985. Handbook of Insect Rearing. Elsevier, Amsterdam, Volume 1, 488 pp., Volume 2, 514 pp.
- Smith, H. S. 1919. On Some Phases of Insect Control by the Biological Method. Journal of Economic Entomology, 12(4): 288–292.
- Snedecor, G.W. and Cochran, W.G., 1967. Statistical Methods. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.
- Sokal, R.R. and Rohlf, F.J., 1969. Biometry. The principles and practices of statistics in biological research. 2nd Edition, W.H. Freeman, San Francisco.

- Sterkel, M., and Oliveira, P. L., 2017. Developmental roles of tyrosine metabolism enzymes in the blood-sucking insect *Rhodnius prolixus* . Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 284(1854): 20162607.
- Sternberg, S.S., 1979. The carcinogenesis, mutagenesis and tetatogenesis of insecticides. Review of studies in animals and man. Parmacology and Therapuetics, 6 (1): 147-166.
- Strong, F.E and Sakamoto S,S., 1963. Some amino acid requirements of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer), determined with glucose – U-C¹⁴ . J.Insect Physiol., 9: 875-879.
- Sulanç, M. ve Yazgan, Ş., 1990. Aspartik asit, Glutamik asit ve amidlerinin (Asparjin ve Glutamin) *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidea) larvalarının gelişmesine ve sentezledikleri protein miktarlarına etkileri. Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Dergisi, 4(2): 97-107.
- Sulanç, M., 1991. Çeşitli besin bileşenlerinin erkek *Pimpla turionellae* L. [Hymenoptera: Ichneumonidea]'nın gelişmesi ve sentezlenen protein miktarına kalitatif ve kantitatif etkileri. Doktora Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye.
- Sulanç, M., Emre. İ. ve Yazgan, Ş., 1992. İnorganik tuzların erkek *Pimpla turionellae* L. . (Hymenoptera: Ichneumonidae) larvalarının gelişmesine ve sentezledikleri protein miktarlarına kalitatif ve kantitatif etkileri. Doğa-Tr. J. of Zoology, 16: 92-100.
- Sulanç, M. ve Emre, İ., 1998 . Amino Asit Karışımı-Glukoz Oranlarının Erkek *Pimpla turionellae* L'nin Gelişmesine ve Sentezledikleri Protein Miktarına Etkileri. Ç.Ü. M.Ü. Müh. Ve Fen Bil. Der., 1: 88-92.
- _____. 2000. Effects of B group vitamins and choline chloride on the development and protein synthesis in the male larvae of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). J. Appl. Entomol., 124: 151–3

- Şeker, D.A. ve Yanıkoğlu, A. 1999. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın açlık, beslenme, parazitlenme ve yaşlılık durumlarında glikojen seviyesindeki değişimler. Tr. J. of Zoology, 23 (1): 289-296.
- Şengonca, Ç. and Peters, G., 1993. Biology and Effectiveness of *Apanteles rubecula* Marsh, Hymenoptera: Braconidae), a Solitary Larval Parasitoid of *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae). J. Appl. Ent., 115: 85-89.
- Teulier, L., Weber, J.-M., Crevier, J., and Darveau, C.A., 2016. Proline as a fuel for insect flight: enhancing carbohydrate oxidation in hymenopterans. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 283(1834): 20160333.
- Thompson, S. N. 1975. Defined Meridic and Holidic Diets and Aseptic Feeding Procedures for Artificially Rearing the Ectoparasitoid *Exeristes roborator* (Fabricius). Annals of the Entomological Society of America, 68(2): 220–226.
- _____. 1976a. The Amino Acid Requirements for Larval Development of the Hymenopterous Parasitoid *Exeristes roborator* Fabricius (Hymenoptera: Ichneumonidae). Comp. Biochem. Physiol., 53A: 211-213.
- _____. 1976b. Effects of Dietary Amino Acid Level and Nutritional Balance on Larval Survival and Development of the Parasite *Exeristes roborator*. Ann. Entomol. Soc. Am., 69 (5): 835-38.
- _____. 1981. Essential amino acid requirements of four species of parasitic Hymenoptera. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 69(1): 173–174.
- _____. 1986. Nutrition and in vitro culture of insect parasitoids. Ann. Rev. Entomol., 31: 197-219.
- _____. 1999. Nutrition and Culture of Entomophagous Insect, Ann. Rev. Entomol., 44: 561-592

- Thompson, S.N. and Hagen, K.S., 1999. Nutrition of Entomophagous Insect and Other Arthropods, in the Handbook of Biological Control, ed. by Thomas et al., Academic Press, New York, Chapter 22: 594-652.
- Trager, W., 1953. Nutrition. in Insect Physiology, ed by Roeder, K.D., Academic Press, New York, 350-386.
- Tsiropoulos, G.J., 1977. Survival and Reproduction of *Dacus olea* (Gmel.) Fed on Chemically Defined Diets. Z. Ang. Ent., 84: 192-197.
- _____. 1978. Holidic Diets and Nutritional Requirements for Survival and Reproduction of the Walnut Husk Fly. J. Insect Physiol., 24: 239-242.
- _____. 1980. The Importance of Vitamins in Adult *Dacus olea* (Gmel.) Nutrition. Ann. Entomol. Soc. Am., 73: 705-707.
- _____. 1983. The Importance of Dietary Amino Acids on the Reproduction and Longevity of Adult *Dacus olea*. Arch. Intern. Physiol. Bioch., 91: 159-164.
- _____. 1992. Feeding and Dietary Requirements of the Tephritid Fruit Flies, Advances in Insect Rearing For Research and Pest Management. Edited by Thomas E. A. and Norman C. L., in Westview Press. Chapter 7: 93-118.
- Tunçyürek, C.M., 1972. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) ile *Cadra cautella* (Walk) ve *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)' ye Karşı Biyolojik Savaş İmkanları Üzerinde Araştırmalar, Teknik Bülten No:20, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Ens., İzmir.
- Turner, R.B., 1971. Dietary amino acid requirements of the cotton aphid, *Aphis gossypii*: The sulphur-containing amino acids. J. Insect Physiol., 17: 2451-2456.
- Uçkan, F. ve Gülel. A., 2000. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae)'nin Bazı Biyolojik Özelliklerine Konak Türünün Etkileri. Türk J. Zool., 24: 105-113.
- Uygun, N., Ulusoy, M.R. ve Satar, S., 2010. Biyolojik Mücadele. Türk. biyo. müc. derg., 1 (1): 1-14.

- Vanderzant, E.S., 1973. Improvements in the rearing diet for *Crysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. J. Econ. Entomol., 66: 336-338.
- Van Lenteren, J.C., 1986a. Evaluation, mass production, quality control and release of entomophagous insects. In: Franz, J.M. (ed.) Biological Plant and Health Protection. Fischer, Stuttgart, pp. 31-56.
- _____. 1986b. Parasitoids in the greenhouse: successes with seasonal inoculative release systems. In: Waage, J.K. and Greathead, D.J. (eds.) Insect Parasitoids. Academic Press, London, pp. 341-374.
- _____. (Ed.), 2003. Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Van Lenteren, J. C., Bale, J., Bigler, F., Hokkanen, H. M. T., & Loomans, A. J. M., 2006. Assessing risks of releasing exotic biological control agents of arthropod pests. Annual Review of Entomology, 51(1): 609–634.
- Wyatt, G. R., Loughheed, T.C. and Wyatt, S.S, 1956. The Chemistry of Insect Hemolymph: Organic Components of The Hemolymph of The Silkworm, *Bombyx Mori*, and Two Other Species. The Journal of General Physiology, 39(6): 853–868.
- Xie, Z., Li, L. and Xie, Y., 1989. In vitro Culture of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). Chin. J. Biol. Control, 5: 49-51.
- Xu, J., Shelton, A.M. and Cheng, X., 2001. Comparison of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and *Microplitis plutellae* (Hymenoptera: Braconidae) as biological control agents of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae): field parasitism, insecticide susceptibility and host searching. J. Econ. Entomol., 94 (1): 14-20.
- Yazgan, S., 1972. A chemically defined synthetic diet and larval nutritional requirements of the endoparasitoid *Itopectis conquisitor* (Hymenoptera). J. Insect Physiol., 18: 2123-413

- _____. 1981. A meridic diet and quantitative effects of tween 80, fatty acid mixtures and inorganic salts on development and survival of endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. Z. Ang. Ent., 91: 433-441.
- Zografou, E. N., Tsiropoulos, G. J., and Margaritis, L. H., 1998. Survival, Fecundity and Fertility of *Bactrocera oleae*, as Affected by Amino Acid Analogues. Entomol. Exp. Appl., 87: 125-132.





ÖZGEÇMİŞ

Osmaniye ili Sumbas ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini doğduğu yerde tamamladı. 1994 yılında Sağlık Meslek Lisesi Laboratuvar Teknisyenliği bölümünden mezun olup aynı yıl Laboratuvar Teknisyeni olarak göreve başladı. 1994 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesinde başladığı Biyoloji lisans eğitimini 1998 yılında tamamlayıp Biyolog olarak mezun oldu. 1998-2000 yılları arasında Adana Jandarma Komando Bölüğünde yedek subay olarak vatani görevini tamamladı. 2000 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalındaki yüksek lisans eğitimini 2003 yılında tamamlayıp, aynı yıl doktora eğitimine başladı. Tıbbi Biyokimya Uzmanlık eğitimi nedeniyle ara verdiği doktora eğitimine 2013 yılında tekrar başladı. Halen Adana Halk Sağlığı Laboratuvarında Tıbbi Biyokimya Uzmanı olarak görev yapmaktadır.