

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

The Effect Of Dietary Components On The Rate Of Development And Synthesised Protein Of The Larvae Of Galleria mellonella (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae)

İbrahim Rahmi ALKAŞ
Biyoloji Anabilim Dalı

Mehmet SULANÇ
Biyoloji Anabilim Dalı

ÖZET

Bu çalışmada, *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pyralidae)'nın besinsel bileşenlerinden bal, petek, gliserin ve kepeğin farklı oranlarının böcek larvalarının gelişme oranı ve protein sentezi üzerine olan etkileri sentetik besin kullanılarak incelenmiştir. *G.mellonella* larvalarının beslenmesi kontrol besinindeki bal,petek,gliserin ve kepeğin %50 oranında azaltılması ve artırılmasıyla sekiz besin kullanılmıştır.Kontrol besinindeki petek oranının %50 azaltılması ve kepek oranının %50 artırılması,larvaların gelişme hızı ve sentezlediği protein yüzdesini önemli derecede arttırmıştır.Bal ve gliserin oranının %50 oranında azaltılması ve artırılması ise larvaların hem gelişim hem de protein sentezi üzerine etkisi olmamıştır.Denenen besin bileşenlerinden petek ve kepeğin *G.mellonella* için kantitatif bakımdan kritik önemi olduğu, bal ve gliserinin kalitatif ve kantitatif bakımdan kritik önemi olmadığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Galleria mellonella*, protein sentezi

ABSTARCT

In the study, the effects of different ratios of dietary nutrients such as honey, beeswax, glycerol and bran on the rate of development and protein synthesis of the larvae of *Galleria mellonella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae) were investigated by using synthetic diet. Totally eight diets were used and these diets were produced by increasing and decreasing with a ratio of 50%, honey, beeswax, glycerol and bran in control diet. The rate of development and protein synthesis increased after decreasing the rate of beeswax by 50% and increased the rate of bran by 50 per cent. Decreasing and increasing the rates of honey and glycerol by 50%,however, did not effect on the larvae both the development date and protein synthesis. Among the diets component beeswax and bran were found to have quantitatively critical importance for *G. mellonella* , honey and glycerol did not have qualitative or quantitative critical importance for the larvae.

Key Words: *Galleria mellonella*, protein synthesis

* Yüksek Lisans Tezi -MSc Thesis

Giriş

Günümüzde parazitik hymenopter türleri, biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılmaktadır.Bu tür parazitik böceklerin laboratuvarında kültüre alınarak besinsel ihtiyaçlarının araştırılması son derece önemlidir.Zararlılarla mücadelede mücadele yöntemlerinin neden olduğu doğal dengedeki bozulma,çevre kirliliği gibi olumsuz sonuçlar,son yıllarda mücadelede biyolojik kontrolün ve biyolojik kontrol ajanlarının önemini ortaya çıkarmış ve biyolojik kontrol ajanı olarak değişik mikro ve makro organizma türleri kullanılmaya başlanmıştır.(Gould ve Jeanne,1984).Parazitoid türler zararlı böcekleri hem beslenmek hem de üremek için kullanırlar.Bu özelliklerinden dolayı parazitoid türler,biyolojik kontrolde oldukça önemli bir role sahiptirler (Vinson,1976).Bütün bu bilgilerin yanı sıra parazitoid bir türün biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılabilmesi için konak türden bağımsız kültürünün yapılması ve laboratuvar şartlarında kitle halinde üretilmesi gerekmektedir.Örneğin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) birkaç Lepidoptera türünün pupal endoparaziti olup kolaylıkla kültüre alınabilen parazitik hymenopterlerin ilk temsilcisidir (Yazgan,1981).

Biyolojik kontroldeki başarı herşeyden önce konak ve parazitoide ait biyolojik özelliklerin, konak ile parazitoit arasındaki davranışsal ve fizyolojik ilişkilerin, bu ilişkilerde etkili olan fiziksel, kimyasal ve mekanik etkileşimlerin bilinmesine bağlı olacaktır.Bunun için laboratuvar şartlarında kültüre alınan bir böceğin fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir(Thompson ve Barlow,1971).Besinsel ihtiyaçlarının kolay elde edilebilir olması nedeni ile en fazla kültüre alınan böcek türlerinden biri olan *G. mellonella* için farklı sentetik besinler geliştirilmiştir.(Yendol ,1970;Dadd ,1973; Stanley-Samuelson ve Dadd ,1984;Mohamed ve Coppel,1983) .

G.mellonella ile ilgili besinsel çalışmalarda; yumurtadan larvaya,larvadan ergin oluşana kadar meydana gelen evrelere ait yarı sentetik besin bileşenleri (Campadelli,1976) ve değişik yağ asidi içeren besin bileşenlerinin (Stanley-Samuelson,1984;Weisner,1993) larval gelişme ve pup oluşumuna etkileri araştırılmıştır.Petek,kepek,bal,gliserol ve su karışımından oluşan besin (Bronskill,1961) ile beslenen *G.mellonella'nın* larval evrelerinin gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkileri ile ilgili hiçbir çalışmaya rastlanmamıştır.Değişik oranlardaki besin bileşenlerinin *G.mellonella'nın* gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkilerinin tespit edildiği bu çalışmada aynı zamanda pahalı olmayan sentetik besinlerin kullanılmasının üretim maliyetinin düşürülmesi ,besinin kullanım kolaylığı ve bileşenlerinin kolay bulunabilir olması da düşünülen kriterlerden biridir.

Parazitik böceklerin laboratuvarında kitle halinde üretilmesinde kültüre alınacak böceğin besinsel gereksinimlerinin ve buna bağlı olarak da üreme performansı, yumurta verimi ve eşey oranlarının tespiti gibi konuların öncelikli olarak araştırılması son derece önemlidir. Diğer hayvan gruplarında olduğu gibi böcekler de büyüme ve gelişmeleri için proteinler, karbonhidratlar, lipitler, vitaminler, madensel tuzlar ve diğer besin bileşenlerine gereksinim duymaktadırlar (House, 1962, 1972, 1974; Dadd, 1973; Jacob ve Morugan 1989; Tsiropoulos 1992; Thompson ve Hagen, 1999). Larval dönemini başka bir canlı içinde geçiren böceklerde konağın kalitatif ve kantitatif besinsel kalitesi, ergin böceklerin ömür

uzunluğunu, eşey oranını, üreme, gelişim ve büyüme hızını etkilediği bilinmektedir. (Charnov ve ark., 1981; Charnov, 1982; Luck ve ark., 1982; Werren, 1984; Mackauer, 1986; Opp ve Luck, 1986; Strand ve ark., 1986; Waage, 1986; Mackauer ve Sequeria, 1993; King, 1987, 1989; Kazmer ve Luck, 1995; Mackauer ve ark., 1997).

Materyal ve Metot

Farklı besinlerle yetiştirilen *Galleria mellonella* (L.) larvalarının gelişme ve protein sentezine etkilerinin araştırıldığı çalışmada kullanılan larvalar, cam kavanozlarda ,yarı sentetik besin kullanılarak (Bronskill,1961) 28°C ± 2°C, %60 ± 5 bağıl neme sahip karanlık laboratuvar ortamında yetiştirilmiştir.Stok kültürün devamlılığı *G.mellonella* ergin dişi ve erkek böceklerin çiftleşmeleri sonucu ,besin konulan kavanozlara dişilerin bıraktığı yumurtaların açılması sonucu sağlanmıştır.

Deneylerde kullanılan *G. mellonella* larvalarının beslenmesi için bileşimi Çizelge 3.1 de verilen besinler hazırlanmıştır. Bu amaçla besin bileşenlerinden kepek, gliserin, bal ve su bir kap içine konulmuş ve iyice homojen bir hale gelinceye kadar karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışıma petek küçük parçalar halinde ilave edilerek karışım homojenliği sağlanmıştır. Çizelgede verilen kontrol besin dahil toplam dokuz besin hazırlanmıştır.

G. mellonella ergin dişi ve erkeği laboratuvar koşullarında 28°C de ve %60 bağıl neme sahip karanlık ortamda kavanozların içerisine konulan, bileşimleri Çizelge 3.1 de verilen dokuz adet besine yumurta bırakmaları sağlandı.Yumurtadan çıkan larvalar aynı besin ortamlarında bırakılarak beslenmeleri sağlandı. Gelişim evrelerini deney besinlerinde geçiren larvalar son larval evreye geldiklerinde, buldukları besin ortamından alınarak tartılan larvalar 5 ml'lik %10 'luk TCA (triklorasetik asit) çözeltisi içeren deney tüplerine aktararak homojenizasyon olayına kadar +4°C de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

Total protein tayini besinlere bırakılan yumurtaların açılması ve açılmaya takiben 23.günde geçtikleri evreye bakılmaksızın deney tüplerine alınan larvalarda yapıldı.Besinlerden alınan larvalar tartılarak 5 ml %10'luk triklorasetik asit (TCA:Merck,extra pure) çözeltisi içeren deney tüplerine aktararak öldürüldü ve homejenizasyona kadar +4°C 'de saklandı.

Larvalar 24,000 devir/dakikada Ultra Turrax (IKA-T25) homojenizatörde 10 dakika süre ile homojenleştirildi.Elde edilen homojenat 3500 devir/dakikada her biri 15 dakika olmak üzere iki defa santrifüjlendi(Hettich:Üniversal-1200).Her santrifüjleme sonunda ayrılan süpernetant atılarak ortamdaki glikojenin uzaklaştırılması sağlandı (Roe ve ark.,1961). Daha sonra elde edilen çökelti üzerine 5 ml etil alkol (%96) ilave edilerek 3500 devir/dakikada santrifüjlendi ve süpernetant uzaklaştırıldı.Lipidlerin uzaklaştırılması için yapılan bu işlem üç defa tekrarlandı. Son santrifüjleme işleminden sonra protein içerikli çökelti,etüvde 37°C de 24 saat süre ile bekletilerek alkolü uçuruldu.

Elde edilen protein içerikli örnek bir saat camında ezilerek karıştırıldı ve saf su ile toplam hacim 5 ml olacak şekilde bir çözelti hazırlandı. Örneklerdeki protein miktarını tayin etmek için "Kantitatif Biüret Testi" (Plummer ,1971) uygulandı.Bu amaçla 2 ml örnek üzerine 3 ml biüret ayırıcı eklendi ve oluşan karışım etüvde 37 °C de 15 dakika bekletildi.Daha sonra örnekler 3500 devir/dakika da

santrifüjlenerek süpernetant kısım spektrofotometre tüplerine aktarıldı ve ölçümler CE 5502 Scanning Double Beam UV Spectrophotometer 5000 Series marka spektrofotometrede 540 nm dalga boyunda yapıldı.Örnekte bulunan total protein konsantrasyonunu hesaplamak için, saf yumurta albumini ile hazırlanan standartlardan elde edilen $Y=0,086X+0,038$ "Regrasyon" doğrusu kullanıldı.

Denenen besinlerin etkileri,23. günde yaş ağırlığa göre birey başına düşen ortalama protein yüzdesi saptanmak suretiyle hesaplandı.Deneyler değişik zamanlarda üçer kez tekrar edildi.Bir deney serisinde elde edilen veriler kontrol besini ile kendi aralarında karşılaştırılmak suretiyle değerlendirildi.Verilerin değerlendirilmesinde "Varyans Analizi" yöntemi (Snedecor ve Cochran ,1967), ortalamalar arası farkın önemi kontrolünde ise Student Newman Keul's (SNK) testi (Sokal ve Rohlf 1969; Rohlf ve Sokal ,1969) bilgisayarda SPSS 12.0 istatistik veri paketi kullanılarak uygulandı.Ortalamalar arası fark 0.01 olasılık seviyesinde "F"değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edildi.

Araştırma Bulguları

Kontrol besinindeki bal, petek, gliserin ve kepek oranlarında yapılan değişiklikler sonunda elde edilen besinlerle beslenen *G. mellonella* larvalarının gelişimine ve sentezledikleri protein miktarına etkileri Şekil 1 de sunulmuştur.

Şekil 1. Farklı besin bileşenlerinin *G. mellonella* larvalarının gelişme hızı ve sentezlenen protein yüzdelere etkileri

Besin Bileşeni (g veya ml)	Başlangıç Larva Sayısı	Gelişim Süresi (gün)	Ort. Yaş Ağırlık (mg)	Yaş Ağırlığa göre protein yüzdesi (Ort*± S.H **)¶
BAL				
50.00	10	23	123.22	11.93 ± 66 a
100.00 µ	10	23	138.54	10.96 ± 72 a
150.00	10	23	148.11	9.86 ± 36 a
PETEK				
150.00	10	23	123.53	16.09 ± 76 b
300.00 µ	10	23	138.54	10.96 ± 72 a
450.00	10	23	155.87	9.49 ± 31 a
GLİSERİN				
150.00	10	23	132.26	11.83 ± 13 a
300.00 µ	10	23	138.54	10.96 ± 72 a
450.00	10	23	151.87	10.47 ± 91 a
KEPEK				
250.00	10	23	116.02	9.55 ± 82 a
500.00 µ	10	23	138.54	10.96 ± 72 a

* : Üç tekrarın ortalaması

** : Standart Hata

µ : Kontrol besini

¶ : S.N.K : Her besin bileşeninin istatistik analizleri ayrı ayrı yapılmıştır.Aynı sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, P < 0.01

Kontrol besindeki bal oranının %50 azaltılması veya aynı oranda artırılması larvaların ortalama yaş ağırlıklarında düşüş ve artışa neden olmakla birlikte, yaş ağırlığa göre protein yüzdesini önemli düzeyde etkilememiştir. Petek miktarının kontrol besindeki oranının yarı yarıya indirilmesi yaş ağırlık düşüşü ile birlikte larvaların sentezlediği protein yüzdesinin de 10.96'dan 16.09'a yükselmesine neden olmuştur. Gelişme hızı ve sentezlenen protein yüzdesi bakımından bu besinden elde edilen veriler ile kontrol besininden elde edilen veriler arasında istatistik bakımdan fark bulunmaktadır. Besindeki petek miktarının %50 oranında artırılması yaş ağırlık artışı ile birlikte sentezlenen protein yüzdesini de 10.96 'dan 9.49'a düşmesine neden olmuştur. Bu düşüş kontrol besinindeki göre önemli olmamakla beraber, petek oranının azaltılmasıyla elde edilen larvalardaki protein yüzdesinde ki artış önemlidir.

Kontrol besindeki gliserinin %50 oranında azaltılması veya aynı oranda artırılması gelişme hızına bağlı olarak gerek yaş ağırlık gerekse sentezlenen protein yüzdesini önemli düzeyde etkilememiştir. Besindeki kepek miktarının %50 oranında azaltılması ve aynı oranda artırılması larvaların yaş ağırlıklarında düşüşe neden olmakla beraber, kepeğin %50 oranında arttırıldığı besinle beslenen larvalarda sentezlenen protein yüzdesini kontrol besinine göre önemli düzeyde etkilemiştir. Bu etki 10.96'dan 18.22'ye yükselme şeklindedir. Bu yükselmeye karşın yaş ağırlığın 138.54'den 89.04'e düşüşü dikkat çekicidir.

Tartışma ve Sonuçlar

Sunulan çalışmada *G. mellonella* besindeki bal, petek, gliserin ve kepek oranlarında yapılan değişiklik sonucu oluşturulan besinlerde beslenen larvaların gelişim ve sentezledikleri protein miktarına etkileri araştırılmıştır.

Bütün canlı gruplarında olduğu gibi böceklerin büyüme ve gelişmelerini sağlamaları için gerekli olan besinin kalitatif ve kantitatif yönden yeterli olmasının gerekliliği yanısıra (Eischen ve Dietz, 1987; Gülel, 1991), ihtiyaç duyulan gereksinimlerin böcek türleri arasında farklılıklar gösterdiği, hatta aynı böceğin gelişim evreleri arasında da büyük farklılıklar gösterebildiği (Hagley ve Barber, 1992) tespit edilmiştir. Diğer taraftan birçok böcek, ergin öncesi evrede ergin yaşantılarında kullanılmak üzere besin depolar. Böylece ergin öncesi evrelerde alınan besinin kalitesi, böceğin ergin evredeki besinsel gereksinimini de önemli ölçüde etkileyebilmektedir (Sulanç, 1991; Emre ve Yazgan, 1990; Özalp ve Emre, 1992).

G.mellonella'nın besindeki bal ve gliserin oranlarının %50 eksiltmesi ve %50 arttırılmasında larvaların sentezlemiş olduğu protein yüzdelinde kontrol besine göre istatistiki bakımdan önemli sayılabilecek bir artış veya eksiliş olmamıştır. Buna karşın petek oranının %50 eksiltmesiyle oluşturulan besinde kontrole göre protein yüzdesinde önemli bir artış olmuştur. Benzer şekilde kepek oranının %50 arttırılması ile oluşturulan besinde gelişen larvaların sentezledikleri protein miktarı da kontrol besine göre oldukça yüksek çıkmıştır. Kantitatif olarak bulunan bu değerler *G.mellonella* temel besininin besin bileşenlerinin dengeli ve ölçülü olmadığını göstermekle birlikte yaş ağırlık artışının sentezlenen protein miktarı ile ters orantılı olarak değiştiğini göstermektedir. Çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiği zaman, yapılan çalışmanın *G.mellonella*'nın besinsel

ihtiyaçlarının tam olarak ortaya çıkartılması ve biyolojik mücadelede kullanılan böcekler için konak olarak kullanılmasının önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Aynı zamanda denenen besin bileşenlerinin besindeki azalış ve artış oranlarının böcek üzerindeki etkilerini ortaya çıkartan bu sonuçların, kantitatif beslenme çalışmalarında sadece bir kriterden elde edilen verilerin değerlendirilmesinin yanıltıcı sonuçlar ortaya çıkartabileceğini vurgulaması açısından da büyük önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- BECK, S.D., 1960. Growth and Development of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*(L.) (Lepitoptera:Galleriidae). Wisconsin Academy of Sciences.Arts and Letters.49.137-149.
- BRONSKİLL, J.F., 1961. A Cage To Simplify The Rearing of The Greater Wax Moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). J.Lep.Soc.,102-104.
- CAMPADELLİ, G., 1976. Raising *Galleria mellonella* Lepidoptera Galleriidae With A Semi Artificial Diet. Boll. Ist. Entomol. Studi. Bologna, 32, 11-25.
- CHARNOV, E. L., 1982. The Theory of Sex Allocation. Princeton, NJ: Princeton University Pres.
- CHARNOV, E. L., HARTOGH LOS-DEN, R. L., JONES, W. T. and VAN DEN ASSEM, J., 1981. Sex Ratio Evolution in a Variable Environment. *Nature* (London), 289, 27-33.
- DADD, R.H., 1973. Long-chain Polyenoics and The Essential Dieatary Fatty Acid Requirement of The Wax Moth, *Galleria mellonella* J.Insect Physiol ,29,779-786..
- EISCHEN, F. and DIETZ, A., 1987. Growth and Survival of *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larva Fed Diets Containing Honey Bee- Collected Plant Resins. Ann. Entomol. Soc. Am., 80, 74-77.
- EMRE, İ. ve YAZGAN, Ş., 1990. Besin Bileşenlerinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Üremesi Üzerine Etkileri. Doğa-Tr. J. of Biology, 14; 96-104.
- FRÖBIUS, A.C, KANOST, M.R, GÖTZ, P. and VÍLCİNSKAS, A., 2000 Isolation and characterization of novel inducible serine protease inhibitors from larval hemolymph of the greater wax moth *Galleria mellonella* .Eur .J. Biochem.267,2046-2053.
- GOULD, W.P and JEANNE, R.L., 1984. Polistes Wasps as Control Agents for Lepidopterous Cabbage Pests.Environ.Ent.,13.150-156.
- GROSS, H.R., ROGERS, C.E. and CARPENTER, J.E., 1996. Development of *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae) Reared in *Galleria mellonella* Larvae (Lepidoptera: Pyralidae) Feeding on Selected Diets. Biological Control, 6, 158-163

- GÜLEL, A., 1991. Doğal Besin Kalitesindeki Değişikliklerin Parazitoit *Dibrachys boarmiae*'nin Verim ve Ergin Boyuna Etkileri. Doğa Tr. J. of Zoology, 15, 289-295.
- HAGLEY, E.A.C. and BARBER, D.R., 1992. Effect of Food Sources on the Longevity and Fecundity of *Pholetesor ornigis* (Weed) (Hymenoptera: Braconidae). Can. Entomol., 124, 341-346.
- HARVEY, J.A and GOLS, G.J.Z., 1998. The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoparasitoid, *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae). Bulletin of Entomological Research, 88:299-304
- HOUSE, H.L., 1962. Insect Nutrition. Ann. Rev. Biochem., 31, 653-672.
- HOUSE, H.L., 1972. Insect Nutrition, In "Biology of Nutrition" , Ed by T-W-Fiennes, R.N.Pergamon Press, Oxford ,513-575.
- HOUSE, H.L., 1974. Nutrition. In the Physiology of Insecta. Vol. V, Ed by M. Rockstein, pages 1-61, Academic Press, New York.
- HOWELL, J.F., 1981. Codling Moth: the Effect of Adult Diet on Longevity, Fecundity, Fertility and Mating. J. Econ. Entomol., 74:1, 13-18
- JACOB, P.J. and MORUGAN, K., 1989. Impact of Natural and Artificial Diet on the Feeding and Reproduction in two Species of Acridids (Orthoptera: Insecta), Entomon, 15, (3), 221-226
- KAZMER, D. J. and LUCK, R. F., 1995. Field Tests of the Size-Fitness Hypothesis in the Egg Parasitoid *Trichogramma pretiosum*, Ecology, 76, 412-425.
- KING, B. H., 1987. Offspring Sex Ratios in Parasitoid Wasps. Q. Rev. Biol., 62, 367-396.
- KING, B. H., 1989. Host-Size-Dependent Sex Ratios Among Parasitoid Wasps: Does host growth matter?. Oecologia ,(Berlin), 78, 420-426.
- KLINGEN, I. MEADOW, R. and AANDAL, T., 2002. Mortality of *Delia floralis*, *Galleria mellonella* and *Mamestra brassicae* treated with insect pathogenic hyphomycetous fungi .J. Appl. Ent. 126, 231-237.
- LEATHER, S.R. and MACKENZIE, G.A., 1994. Factors Affecting the Population Development of the Bird Cherry Ermine Moth, *Yponomeuta evonymella* (L.) Entomologist, 113:2, 86-105.
- LUCK, R. F., PODOLER, H. and KFIR, R. 1982. Host Selection and Egg Allocation Behavior by *Aphytis melinus* and *A. Lingnanensis*: Comparison of two Facultatively Gregarious Parasitoids. Ecol. Entomol., 7, 397-408.
- MACKAUER, M., 1986. Growth and Developmental Interactions in Some Aphids and Their Hymenopterous Parasites. J. Insect Physiol., 32, 275-280.

- MARTSON, N. and BROWN, B. 1974. Constituents in Diets for *Galleria mellonella*. *J. of Economic Entomology*,67:4,497-500.
- MACKAUER, M. and SEQUEIRA, R., 1993. Patterns of Development in Insect Parasites. In N. E. Beckage, S. N. Thompson, 6 B. A. Federici (Eds.), *Parasites and Pathogens of Insects*. New York: Academic Pres, Vol. 1,pp. 1–23.
- MACKAUER, M., SEQUEIRA, R. and OTTO, M., 1997. Growth and Development in Parasitoid Wasps: Adaptation to Variable Resources. In Dettner, *et al.* (Eds.), *Ecological studies*, Berlin: Springer–Verlag, Vol. 1, pp. 191–203.
- MOHAMED, M.A and COPPEL, H.C., 1983. Mass Rearing of the Greater Wax Moth , *Galleria mellonella* (L.) (Lepitoptera:Pyralidae) for Small-Scale Laboratory Studies, *The Great Lakes Entomologist*, 16:4,139-142.
- NURULLAHOĞLU, Z.U. and SUSURLUK, I.A., 2001. İki Farklı Besin Ortamında Yetiştirilen *Galleria mellonella* (L.) (Lepitoptera:Pyralidae) Türk ve Alman Irkının Yumurta Verimi S.Ü.Fen-Ed.Fakültesi Fen Dergisi,18:39-44.
- OPP, S. B. and LUCK, R. F., 1986. Effects of Host Size on Selected Fitness Components of *Aphytis melinus* and *A. lingnanensis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 79, 700–704.
- 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.
- PLUMMER, D.T., 1971. *An Introduction of Practical Biochemistry*, McGraww-Hill Book Comp.,U.K.,pp.369.
- ROE, H.J., BATLEY, J.M.,GARY, R.R., and ROBINSON, J.N., 1961. Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroasetic asid solution.,*J.Biol,Chem.*,236,1224-1246.
- ROHLF, J.F. and SOKAL, R.R., 1969. "Statistical Tables" W.H.Freeman and Company.San Francisco,253 pp.
- SCHOPF, A., 1991, The Effect of Host Age of *Lymantria dispar* Larvae (Lep:Lymantriidae) on the Development of *Glyptapanteles liparidis* (Hym:Braconidae) *Entomophaga*,36:4,593-604.
- SKALS, N. and SURLYKKE, A., 2000. Hearing and evasive behaviour in the greater wax moth, *Galleria mellonella* (Pyralidae). *Phys.Entomol.*,25,354-362.
- SNEDECOR ,G.W and COCHRAN ,W.G., 1967. *Statistical Methods*,6th Ed.Ames,Iowa,USA.,Iowa State University Press.
- SOKAL, R.R and ROHLF, F.J., 1969. *Biometry*. W.H.Freeman and Company, San Francisco,253pp.

- STANLEY-SAMUELSON, D.W., 1984. Eosonic Acid:A Predominantly Male Triacylglycerol Fatty Acid in The Wax Moth, *Galleria mellonella* .Comp. Physiol., 77B, 443-445.
- STANLEY-SAMUELSON, D.W. and DADD, R.H., 1984. Polyunsaturated Fatty Acids in The Lipids from Adult *Galleria mellonella* Reared on Diets to Which only one Unsaturated Fatty Acid Had Been Added.Insect Biochem.,14,321-327.
- STRAND, M. R., MEOLA, S. M. and VINSON, S. B., 1986. Correlating pathological symptoms in *Heliothis virescens* eggs with development of the parasitoid *Telenomus heliothidis*. J. Insect Physiol., 32, 389–402.
- SULANÇ, M., 1991. Çeşitli Besin Bileşenlerinin Erkek *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Gelişmesine ve Sentezlenen Protein Miktarına Kalitatif ve Kantitatif Etkileri. Doktora Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- SULANÇ, M. and EMRE, İ., 2000. Effects of Bgroup itamins and choline chloride on the development and protein synthesis in the male larvae of *Pimpla turionellae* L.(Hym:Ichneumonidae) J. Appl.Ent. 124,151-153.
- TAYLOR, A.D., 1988. Host effect on larval competition in the gregarious parasitoid *Bracon hebetor*.Fournal of Animal Ecology,57:163-172.
- THOMPSON, S.N. and BARLOW, J.S., 1971. Aspects of Fatty Acids Metabolism in *Galleria mellonella* (L.) (Lepitoptera:Pyralidae) isolation of The Elongation System.Comp.Biochem.Physiol.,388,333-346.
- THOMPSON, S.N. and BARLOW, J.S., 1972. The consistency of the fatty acid pattern of *Galleria mellonella* , reared on the fatty acid supplemented diets.Can.J.Zool.,50,1033-1034.
- 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 all., Chapter 22, 594-652, Academic Press, NewYork
- TSIROPOULOS, G.J., 1992. Feeding and Dietary Requirements of the Tephritid Fruit Flies, Advances in Insect Rearing For Research and Pest Management. Edited by Thomas E. A. and Norman C. L., in Westview Press. Chapter 7, 93-118
- UÇKAN, F. and GÜLEL. A., 2000. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym., Braconidae)'nin Bazı Biyolojik Özelliklerine Konak Türünün Etkileri. Türk J. Zool., 24, 105-113.
- VINSON, S. B., 1976.Host Selection by Insect Parasitoids. Ann.Entomol., 21, 109–133.

- VINSON, S. B., 1981. Habitat Location. In W. J. Bell and R. T. Carde (Eds.), *Semiochemicals, their Role in Pest Control*, 51–77. New York: John Wiley & Sons.
- WAAGE, J. K., 1986. Family Planning in Parasitoids: Adaptive Patterns of Progeny and Sex Allocation. In J. K. Waage & D. Greathead (Eds.), *Insect parasitoids*, 63–96. New York: Academic Pres.
- WEISNER, A., 1993. Die Induktion Der Immunabwehr Eines Insekts (*Galleria mellonella* ,Lep.) Durch Synthetische Materialien Und Arteriyene Haemolympfaktoren. PhD thesis, FU Berlin.
- WERREN, J. H., 1984. A Model for Sex Ratio Selection in Parasitic Wasps: Local Mate Competition and Host Quality Effects. *Netherlands Journal of Zoology*, 34, 81–96.
- YAZGAN, S., 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.
- YENDOL, W.G., 1970. Fatty Acid Composition of Galleria larvae, Hemolymph and Diet (Lepidoptera:Galleridae).*Ann. Ent. Soc. Amer.*, 63, 339-341,