

AYDINLIK BAŞLANGIÇ ZAMANININ DEĞİŞİK YAŞTAKİ *GALLERIA MELLONELLA* (LEPIDOPTERA: PYRALİDAE) ERGİNLERİNİN KARBONHİDRAT MİKTARI ÜZERİNE ETKİSİ

The Effects of Changing the Start Time of the Light on Carbohydrate Levels on *Galleria mellonella* Adults at Different Ages

(Extended Abstract in English can be Found at the end of the Article)

Yeşim Koç, Adem Gülel

Sinop Üniversitesi Eğitim Fakültesi, E-mail: y.siya@hotmail.com

Geliş Tarihi: 01.06.2012; Kabul Tarihi: 05.12.2012

ÖZET: Denemelerde büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* (Linnaeus,1758) (Lepidoptera: Pyralidae) kullanıldı. Çalışmalar, 28±2°C ve %65±5 nispi nem içeren laboratuvar koşullarında yapıldı. Çalışmada kullanılan böcekler, onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K); (1. Kademe) altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K); (1. Kademe),oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (12A;12K) (1. Kademe), onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K); (2. Kademe)altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K); (2. Kademe),oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (12A;12K) (2. Kademe) olmak üzere altı farklı fotoperiyot rejimi içeren ortamda yetiştirildi. Farklı fotoperiyot rejimlerinde, aydınlanma 40 W'lık floresan ampullerle sağlandı. Böceklerin beslenmesinde, balsız petekler kullanıldı.

Analizler için karbonhidrat miktarının hesaplanmasında, van Handel'in (1985) Anthrone testi kullanıldı. İkinci kademe şartlarında tutulan erginlerdeki karbonhidrat miktarı, 1. kademedekilerden daha düşük bulunmuştur. Ayrıca her iki durumda, erginlerdeki karbonhidrat miktarının, yaş arttıkça arttığı gözlemlendi. Bütün fotoperiyot şartlarında, karbohidrat miktarının yaşla birlikte arttığı saptandı. Genel olarak, uzun gün fotoperiyotlarında karbonhidrat miktarının kısa gün fotoperiyotlarındakinden, fazla olduğu görüldü. Aynı fotoperiyot süreli, fakat aydınlanmanın başladığı zamanın farklı olduğu fotoperiyotlarda, bazı yaş gruplarında karbohidrat miktarı bakımından, istatistiksel olarak önemli farklar ortaya çıkarken, bazılarında fark önemsiz bulundu.

Anahtar kelimeler: *Galleria mellonella*, fotoperiyot, karbonhidrat, aydınlık başlangıç zamanı

Key words: *Galleria mellonella*, photoperiod, carbohydrate, start time of the light.

GİRİŞ

Aydınlık ve karanlığın günlük döngüsünün, böcek yaşamına en açık etkisi, onların günlük fiziksel aktivitelerinde görülmektedir. Önemli yaşam faaliyetleri, yumurta veya puptan çıkış, eşlerin birbirini bulması, yumurta bırakma, beslenme faaliyetleri fotoperiyodik uyarı ile günlük periyodik ritimler halinde, günün uygun zamanlarında meydana gelmektedir. Aydınlık ve karanlık periyodun, dönüşümlü olarak birbirini izlemesi kadar, bu sürelerdeki değişimlerde, böceklerin hayatını etkilemektedir (Beck, 1963; Weber ve Weidner, 1974; Canard, 1990; Nunes ve Hardie, 1992; Horton ve ark., 1998; Hong ve ark., 2003; Higaki ve Ando; 2003; Macedo ve ark., 2003; Walton ve ark., 2011; Ashley ve ark., 2012). Chocorosqui ve Panizzi, (2003), *D.*

melacanthus'da, 11A;12K şartlarında, nimfal gelişimin, fotoperiyot 14A;10K şartlarına getirildiği durumdan daha uzun sürdüğünü tespit etmişlerdir. Thompson ve ark., (2002)'nin *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) ile yaptıkları çalışmada ergin böceklerdeki renk değişimi ile fotoperiyot ilişkisi ortaya konulmuştur. Devamlı beyaz ışık altında tutulan böceklerin, kırmızı kahverengiden siyaha doğru çok belirgin bir kütiküler renk değişimi gösterdiği ifade edilmiştir.

Bazı böceklerde görülen diyapoz süresi, fotoperiyot tarafından etkilenmektedir. Diyapoz süresine göre böcekler, uzun gün ya da kısa gün formları olarak sınıflandırılmıştır (Philips, 1975; Deveci, 1996). Uzun gün formlarında, kısa aydınlık periyoda maruz kalma, diyapozu tetiklemektedir. Kısa gün formları

rında ise, uzun aydınlık süreye maruz kalma, diyapozu tetiklemektedir (Kimura, 1990; Kimura ve Masaki, 1992; Hodek, 1996; Deveci, 1996; Nealis ve ark., 1996; Chloridis ve ark., 1997, Saunders, 1997; Denlinger, 2002; Saunders ve ark.,2004; Workman ve ark., 2011; Fonken ve ark., 2012). Hayvan hayatında sadece, fotoperiyottaki aydınlık ve karanlık evrelerin süresi değil, aynı zamanda fotoperiyot evrelerinin başlama ve bitiş saatlerin önemli rol oynadığı bilinmektedir (Arai, 1999; Bossard ve ark., 2000; Kawazu ve ark., 2003; Watari, 2003). Fotoperiyot başlangıç ve bitiş saatlerindeki değişim, hayvan metabolizmasında ve fizyolojisinde önemli değişiklikler yapmaktadır. Bu durum onun yaşam süresi, verim gibi biyolojik aktivitelerini değiştirebilmektedir (Allemand ve ark., 1973; Arai, 1999; Hartman ve ark., 2001).

Büyük kovan güvesi, *Galleria mellonella* L. arıcılıkta peteklere zarar veren bir türdür. Bu türün larvaları, kovan ve depolardaki peteklere zarar vererek, arıcılıkta kayıplara yol açmaktadır (Gürkan, 1985; Casanova - Ostos, 1992). Zararlıların meydana getirdiği zarar ve ziyanın, popülasyon yoğunlukları ile ilgili olduğu bilinmektedir. Popülasyon yoğunluğunun artmasında, dişilerin üreme potansiyelini etkileyen, besin, sıcaklık, nem, fotoperiyot gibi çevresel faktörler yanında, dişilerin yaşı, sahip oldukları total karbonhidrat, lipit ve protein miktarı gibi, iç faktörlerin de önemli rol oynadığı bilinmektedir (Atak,1975; Ramadan ve ark.,1995; England ve Evans, 1997; Hentz ve ark., 1998; Olson ve ark., 2000). Böceklerdeki protein, yağ ve karbonhidrat miktarlarının, gelişim evreleri (Bozkurt,2003; Meats ve Leighton, 2004), cinsiyet (Aktümsek, 1996), fotoperiyot (El-Aw, 2003; Pullin ve Wolda, 1993), beslenme durumu, besin kalite ve miktarı (Yanikoğlu,1985; Warburg ve Yuval, 1996; Olson ve ark., 2000; Büyükgözel, 2002), sıcaklık (Kingsolver ve Woods, 1998; Izumi ve ark., 2005), mevsimsel durum (Socha ve Sula, 1992), gibi faktörlere bağlı olarak değiştiği, değişik türlerle yapılan çalışmalarla tespit edilmiştir. Birçok böcek türü metabolik ihtiyaçlarını gidermek veya öncül bileşik olarak kullanmak üzere, şekerlere ihtiyaç duyar. Bunlar, şeker yokluğuna duyarlıdır (England ve Evans, 1997; Olson ve Andow, 1998). Doğada böceklerin kullandığı nektar, bal özütü, gibi şeker kaynakları metabolik ihtiyaçların kullanılması için, hemen kullanılabilirliği gibi glikojene yada trehaloza çevrilerek, sonra kullanmak üzere depolanabilir (Olson ve ark., 2000). Böceklerdeki karbonhidrat, lipit ve protein metabolizmasında

fotoperiyodun etkisi ile ilgili çalışmalar genellikle belirli aydınlık ve karanlık süreleri uygulanarak teste çalışılmıştır. Aydınlığın başlama zamanını değiştirerek, değişikliğin ergindeki total karbonhidrat, lipit ve protein üzerine olan etkisi ile ilgili çok fazla çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu durum *G. mellonella* içinde geçerlidir. Bu nedenle bu çalışmada, ergin yaşına bağlı olarak sahip oldukları total karbonhidrat miktarına, 24 saatlik bir döngüde, aynı süreli fakat değişik başlangıç zamanlı fotoperiyotların etkileri incelenmiştir. Böylelikle normal fotoperiyot şartları ters çevrilerek, fotoperiyoda ve fotoperiyot başlangıcına bağlı metabolik aktivitedeki değişimler değerlendirilmeye, elde edilen verilere göre, birçok parazitoidin laboratuardaki üretiminde konak olarak kullanılan *G.mellonella* 'nın hangi fotoperiyot rejiminde daha iyi konak görevi yapacağı belirlenmeye çalışılacaktır. Bu durumun, günümüzde önemi her gün daha iyi anlaşılan biyolojik kontrol yönteminde, konak üzerinde yetiştirilen biyolojik kontrol ajanlarının, laboratuvardaki toplu üretiminde, istenilen zamanda, daha çok parazitoid elde etme açısından önemli olacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOD

Denemelerde büyük balmumu güvesi, *Galleria mellonella* (Linnaeus,1758) (Lepidoptera: Pyralidae) kullanıldı. Çalışmalar, 28±2°C ve %65±5 nisbi nem içeren laboratuvar koşullarında yapıldı. Çalışmalara öncelikle *G. mellonella*'nın süksesif laboratuvar stok kültürlerinin kurulmasıyla başlandı. *G. mellonella*'nın stok kültürlerinin çekirdeğini, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesinden sağlanan ve *G. mellonella* ile enfekte olmuş olan, peteklerden elde edilen erginler oluşturdu. Bu erginler ağızları hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ile kapatılan, cam kavanozlara konularak, stok kültürler kuruldu. Böceklerin beslenmesinde, balsız petekler kullanıldı. Her gün kontrol edilerek, gerekli olduğu kadar, petek verildi. Kavanozlarda gelişen larvaların, pup haline geçmesine kolaylık sağlamak için, kavanozların içine, katlanmış kağıt parçaları konuldu.

Çalışmada kullanılan böcekler,

Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K); (1.Kademe)altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K); (1. Kademe), oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (12A;12K) (1. Kademe), onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K); (2. Kademe) altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K); (2.Kademe), oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık

(12A;12K) (2.Kademe) olmak üzere altı farklı fotoperiyot rejimi içeren ortamda yetiştirildi. Aydınlik safhalardaki ışık şiddeti 40 WAT'lık florasan ampullerle sağlandı. Belirli bir fotoperiyot rejimiyle ilgili analizlerde, en az üç jenerasyon o rejimde yetişmiş erginler kullanıldı. Her bir fotoperiyot rejiminde deneme yapılırken, kültürün o fotoperiyotta devamlılığı sağlandı. Denemede kullanılan erginlerin eşey ayırımı, erginlerinin vücut büyüklüğüne ve abdomenlerinin son segmentindeki genital yapıya göre yapıldı.

Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık fotoperiyot rejimleri (18A;6K) 1.Kademede, aydınlık evre sabah 09.30'da başlayıp, gece 03.30'da son buldu. Bu fotoperiyot şartlarında yetiştirilen erginlerle, 1, 5 ve 15 günlük olarak oluşturulan gruplar, stoklandı. Stoklama işi popülasyondan farklı zamanlarda alınan örneklerle, üç defa tekrarlandı.

Altı saat aydınlık, Onsekiz saat karanlık fotoperiyot rejimleri (6A;18K) 1.kademede aydınlık evre sabah 09.30' da başlayıp, öğleden sonra 15.30 da son buldu oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık fotoperiyot rejimleri (12A;12K) 1.kademede aydınlık evre sabah 09.00'da başlayıp, akşam 09.00'da son buldu.

Denemelerin 2. kademesi

Burada, 1. kademede yapılan işlemler, fotoperiyot başlangıç zamanını değiştirerek yapıldı. Böylelikle, 24 saatlik bir döngüde, değişik fotoperiyot başlangıç zamanları uygulandı.

Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık fotoperiyot rejimleri (18A;6K) 2. kademede Aydınlik evre 15.30' da başlayıp, sabah 09.30' a kadar devam etti.

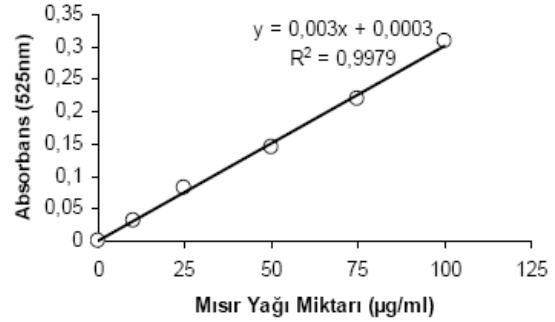
Altı saat aydınlık, Onsekiz saat karanlık fotoperiyot rejimleri (6A;18K) 2. Kademede Aydınlik evre 15.30' da başlayıp, 09.30 da sona erdi. Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık fotoperiyot rejimleri (12A;12K). Aydınlik evre 15.00' da başlayıp, gece 03.00'a kadar devam etti.

Karbonhidrat Analizi

Bazı böcekler yakıt maddesi olarak öncelikle karbonhidratları kullanır, karbonhidrat fazlasını glikojen, lipit ve protein olarak depolar. Genellikle Diptera ve Hymenoptera'da ana enerji kaynağı olarak karbonhidratlar kullanılır (Bailey, 1975).

Karbonhidrat analizleri sonucu elde edilecek karbonhidrat değerinin belirlenmesinde, önce karbonhidrat standart grafiği hazırlandı. Bunun için %0.1'lik glikoz çözeltisi kullanıldı. Daha sonra bu

stok çözeltiden seri seyreltmeler ile glikoz konsantrasyonu 25,50, 75 ve 100 Vg/ml olan çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan bu standart çözeltiler, Anthron reaktifi ile reaksiyona sokulup, 90°C'ta 15 dakika süreyle ısıtılarak. Renk değişiminin olması sağlandı. Daha sonra, tüpler soğutulurken, karıştırıldı ve spektrofotometrede 625 nm dalga boyunda absorbanları okundu. İşlemler üç kere tekrar edildi.



Analizler için stoklanan örneklerdeki karbonhidrat miktarının hesaplanmasında, van Handel (1985) Anthrone Testi kullanıldı. Derin dondurucuda -50°C'ta tutulan örnekler önce bir süre oda sıcaklığında bekletildi ve tek tek 2.5ml %2'lik sodyum sülfat içinde 8000 devir/dakikada yedi dakika homojenize edildi. Karıştırıldıktan sonra 16000 devir/dakikada oda sıcaklığında, iki dakika süreyle santrifüj edilen örneklerden 150ml süpernatant alındı. Bu örneklerin üzerine 2ml anthrone ilave edilip, tüpler 90°C'ta 15 dakika ısıtıldı. Böylelikle renk değişiminin meydana gelmesi sağlandı. Örnekler, buzda soğutulduktan sonra karıştırılıp, 625nm de köre karşı okundu. Standart karbonhidrat grafiğinden yararlanarak, karbonhidrat miktarları bulundu.

BULGULAR

G. mellonella erginlerindeki, ergin yaşına ve eşeyine göre yapılan, karbonhidrat analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K) (1. kademe) şartlarında tutulan *G.mellonella* erginlerinde yaşa ve eşeye göre karbonhidrat miktarıyla ilgili analiz sonuçları Tablo 1' de verilmiştir. Görüldüğü gibi, (Tablo 1) 18 saat aydınlık, 6 saat karanlık (1. kademe) fotoperiyot şartlarında tutulan *G. mellonella* erginlerindeki karbonhidrat miktarı, her iki eşeyde yaş arttıkça artmaktadır. Bir gün yaşlı dişilerde, 100 mg erginde ortalama 6,60 mg karbonhidrat bulunurken, erkekte 5,47 mg, beş gün yaşlılarda dişide 7,69 mg, erkekte 6,03 mg, onbeş

gün yaşlı olanlarda dişide 8,75 mg, erkekte 7,13 mg karbohidrat bulunmaktadır. Üç yaş grubunda, aynı eşeydeki ve farklı eşeylerdeki, erginlerin karbohidrat miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

Tablo 1. Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlıkta (18A; 6K) (1. kademe) *G.mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Karbohidrat Miktarı (mg/100mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	6,60±1,41 a	5,47±0,09 a	P<0,05
5	7,69±0,85 b	6,03±0,04 b	P<0,05
15	8,75±0,08 c	7,13±0,05 c	P<0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın, ortalamasıdır.

** Aynı yaş grubundaki erkek ve dişilerin protein miktarı arasındaki önemlilik derecesi.

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($P>0,05$).

18A;6K fotoperiyot şartlarında tutulan fakat aydınlık başlama zamanı 1. kademedekinden farklı olan 2. kademe şartlarında *G. mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarıyla ilgili analiz sonuçları Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Aydınlık başlama zamanı farklı, onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlıkta (18A; 6K) (2. kademe) *G.mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarı.

Ergin Yaşı (Gün)	Karbohidrat Miktarı (mg/100mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	6,11±0,48 a	5,09±2,42 a	P<0,05
5	7,22±0,76 b	5,75±1,92 b	P<0,05
15	8,49±1,65 c	6,72±1,78 c	P<0,05

* Açıklamalar Tablo 1 de belirtilen şekildedir.

Tablo 2'den, aydınlık başlangıç zamanı farklı 18 saat aydınlık, 6 saat karanlık (2. kademe) fotoperiyot şartlarındaki *G. mellonella* erginlerindeki, karbohidrat miktarının her iki eşeyde yaş arttıkça arttığı görülmektedir. Belli bir yaş grubunda her iki eşeydeki karbohidrat miktarlarında farklılıklar vardır. Bir gün yaşlı dişilerde 100 mg erginde ortalama 6,11 mg karbohidrat bulunurken, erkekte 5,09 mg, beş gün yaşlılarda dişide 7,22 mg, erkekte 5,75 mg, onbeş gün yaşlı olanlarda dişide 8,49 mg, erkekte 6,72 mg karbohidrat bulunmaktadır. Üç yaş grubunda, aynı eşeylerdeki ve farklı eşeylerdeki

erginlerin karbohidrat miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

Karbohidrat miktarı her iki eşeyde de, yaşla birlikte artmaktadır. Ayrıca, 1. kademedekilerde karbohidrat miktarı, 2. kademedekilerden daha fazladır.

Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (12A;12K) (1.kademe) şartlarında tutulan *G. mellonella* erginlerinde, yaşa ve eşeye göre, karbohidrat miktarıyla ilgili analiz sonuçları Tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 3. Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlıkta (12A;12K) (1. kademe) *G. mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarı.

Ergin Yaşı (Gün)	Karbohidrat Miktarı (mg/100mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	6,19±0,07 a	5,11±0,11 a	P<0,05
5	7,36±0,10 b	5,29±0,07 b	P<0,05
15	8,42±0,08 c	6,36±0,08 c	P<0,05

* Açıklamalar Tablo 1' de belirtilen şekildedir.

Görüldüğü gibi, eşit aydınlık ve karanlık şartlarda, Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (1.kademe) fotoperiyot şartlarında, *G. mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarı, her iki eşeyde yaş arttıkça artmaktadır. Aynı yaş grubundaki erginlerden bir gün yaşlı dişilerde 100 mg erginde ortalama 6,19 mg karbohidrat bulunurken, erkekte 5,11 mg, beş gün yaşlılarda dişide 7,36 mg, erkekte 5,29 mg, onbeş gün yaşlı olanlarda dişide 8,42 mg, erkekte 6,36 mg karbohidrat bulunmaktadır. Üç yaş grubunda aynı eşeydeki ve farklı eşeydeki erginlerin karbohidrat miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

12A;12A fotoperiyot şartlarında tutulan fakat aydınlık başlama zamanı 1.kademedekinden farklı olan, 2. kademe şartlarında *G. mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarıyla ilgili analiz sonuçları Tablo 4' de verilmiştir.

Tablo 4. Aydınlık başlama zamanı farklı, oniki saat aydınlık, oniki saat karanlıkta(12A;12K) (2. kademe) *G.mellonella* erginlerindeki karbohidrat miktarı.

Ergin Yaşı (Gün)	Karbohidrat Miktarı (mg/100mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	5,07±0,06 a	4,31±0,05 a	P<0,05
5	6,25±0,05 b	5,20±0,68 b	P<0,05
15	7,38±0,08 c	6,17±0,06 c	P<0,05

* Açıklamalar Tablo 1' de belirtilen şekildedir.

Tablo 4'den, aydınlık başlangıç zamanı farklı olan fakat on iki saat aydınlık, on iki saat karanlık (2. kademe) fotoperiyot şartlarında tutulan, *G. mellonella* erginlerindeki karbonhidrat miktarının, her iki eşeyde yaş arttıkça arttığı görülmektedir. Eşeyler arasında da, karbonhidrat miktarında farklılıklar vardır. Bir gün yaşlı dişilerde, 100 mg erginde ortalama 5,07 mg karbonhidrat bulunurken, erkekte 4,31 mg, beş gün yaşlılarda dişide 6,25 mg, erkekte 5,20 mg, onbeş gün yaşlı olanlarda dişide 7,38 mg, erkekte 6,17 mg karbonhidrat bulunmaktadır. Aynı eşeyde ve farklı eşeylerde, üç yaş grubundaki erginlerin eşeyler arası karbonhidrat miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

Her iki eşeyde 2. kademe şartlarındaki karbonhidrat miktarı, 1. kademedekine göre düşmüştür. Fakat denenen tüm şartlarda, her iki eşeyde yaş artısına paralel olarak, karbonhidrat miktarı artmıştır.

Altı saat aydınlık, on sekiz saat karanlık (6A;18K)(1. kademe) şartlarında tutulan *G. mellonella* erginlerinde, yaşa ve eşeye göre karbonhidrat miktarıyla ilgili analiz sonuçları Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlıkta (6A; 18K) (1. kademe) *G. mellonella* erginlerindeki karbonhidrat miktarı.

Ergin Yaşı (Gün)	Karbonhidrat Miktarı (mg/100mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	5,24±0,10 a	4,80±0,06 a	P<0,05
5	6,53±0,09 b	5,72±0,07 b	P<0,05
15	7,02±0,08 c	6,09±0,06 c	P<0,05

* Açıklamalar Tablo 1' de belirtilen şekildedir.

Tablo 5'de görüldüğü gibi, karanlık evresi daha uzun olacak şekilde altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (1. kademe) fotoperiyot şartlarında *G. mellonella* erginlerindeki karbonhidrat miktarı, her iki eşeyde yaş artışıyla artmaktadır. Bir gün yaşlı dişilerde, 100 mg erginde ortalama 5,24 mg karbonhidrat bulunurken, erkekte 4,80mg beş gün yaşlılarda dişide 6,53 mg, erkekte 5,72 mg, onbeş gün yaşlı olanlarda dişide 7,02 mg, erkekte 6,09 mg karbonhidrat bulunmaktadır. Üç yaş grubunda, aynı eşeydeki ve farklı eşeydeki erginlerin karbonhidrat miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

6A;18K (Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık) fotoperiyot şartlarında tutulan fakat aydınlık başlama zamanı 1. kademedekinden farklı olan 2. kademe şartlarında, *G. mellonella* erginlerindeki karbon-

hidrat miktarıyla ilgili analiz sonuçları Tablo 6' da verilmiştir

Tablo 6. Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlıkta (6A; 18K) (2. kademe) *G. mellonella* erginlerindeki karbonhidrat miktarı.

Ergin Yaşı (Gün)	Karbonhidrat Miktarı (mg/100mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	4,86±0,03 a	4,15±0,47 a	P<0,05
5	5,88±0,08 b	4,61±0,06 b	P<0,05
15	6,87±0,09 c	5,30±0,09 c	P<0,05

* Açıklamalar Tablo 1' de belirtilen şekildedir.

Tablo 6'da görüldüğü gibi, aydınlık başlangıç saati farklı altı saat aydınlık, on sekiz saat karanlık (2.kademe) fotoperiyot şartlarında, *G. mellonella* erginlerindeki karbonhidrat miktarı, her iki eşeyde yaş arttıkça artmaktadır. Bir gün yaşlı dişilerde 100 mg erginde ortalama 4,86 mg karbonhidrat bulunurken, erkekte 4,15 mg, beş gün yaşlılarda dişide 5,88 mg, erkekte 4,61 mg, onbeş gün yaşlı olanlarda dişide 6,87mg, erkekte 5,30 mg karbonhidrat bulunmaktadır. Üç yaş grubunda, aynı eşeydeki ve farklı eşeydeki erginlerin karbonhidrat miktarları arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0,05$).

İkinci kademe şartlarında tutulan erginlerdeki karbonhidrat miktarı, 1. kademedekilerden daha düşüktür. Ayrıca her iki durumda, erginlerdeki karbonhidrat miktarı, yaş arttıkça artmıştır. Bütün fotoperiyot şartlarında, karbonhidrat miktarı yaşla birlikte artmaktadır. Genel olarak, uzun gün fotoperiyotlarındaki karbonhidrat miktarının kısa gün fotoperiyotlarından, fazla olduğu görülmektedir. Aynı fotoperiyot süreli, fakat aydınlanmanın başladığı zamanın farklı olduğu fotoperiyotlarda, bazı yaş gruplarında karbonhidrat miktarı bakımından, istatistiksel olarak önemli farklar ortaya çıkarken, bazılarında fark önemsiz bulunmuştur. Bazı fotoperiyot şartlarında, her iki eşeyde de oldukça yakın sonuçlar ortaya çıkmıştır.

TARTIŞMA

Fotoperiyot canlılardaki temel besin maddelerinin miktarlarını da etkiler (Wassmer ve ark., 1996; Morita ve ark., 1999; Shuxia ve Adams, 2000; Nakasuji ve Mizumoto, 2001; Barsagade ve Tembhare, 2002; Hodkova ve ark., 2002; Chocorosgui ve Panizzi, 2003; El-Aw, 2003; Moribayashi ve ark., 2003). Fotoperiyodun bu etkisi çalışmamızda da açıkça görülmektedir.

Ergin böceklerin yaşama ve üreme faaliyetlerini

gerçekleştirebilmeleri için, belirli miktarda karbonhidrat, protein ve lipite ihtiyaçları vardır (Yanıkoglu, 1985; Özalp ve Emre, 1998). Bu gereksinim büyük oranda alınan besinlerden karşılanmaktadır. Gerekli besinler larva veya pup evresinde depolanabilir veya erginler tarafından ilişkili öncül maddelerin alınmasıyla sentezlenebilir.

Spodopteralittoralis (Lepidoptera: Noctuidae) ile yapılan bir çalışmada da, protein bant sayısı yoğunluğuna, gelişim safhası, fotoperiyot, gün zamanı, eşey, konak bitkisinin etkisi araştırılmış, son evre larvalarda, protein bant sayısının, 16:8 (A:K) şartlarda yetiştirilen kültürlerde, devamlı aydınlık ve karanlıktakilere göre beş kat fazla olduğu tespit edilmiştir (El-Aw, 2003). Shuxia ve Adams, (2000), kolarado patates böceği, *Leptinotarsa decemlineata*'nın, 8;16 (A:K) kısa ve 17;7 (A:K) uzun gün şartlarında tutulduğu zaman, hemolenf serbest aminoasitlerinde ve proteinlerinde yaşa bağlı değişimler olduğunu belirlemişlerdir. Kısa gün şartlarında, hemolenfteki toplam serbest aminoasit konsantrasyonu, ergin hayatın 20. gününe kadar dereceli bir artış, sonra azalma gösterirken, uzun gün böceklerinde ilk on gün içinde belirgin bir artış, sonra azalma gözlenmiştir. *Pyrrhocorisapterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae)'da, diyapoz evresinde, diyapozla ilgili depo proteinlerinin biriktirilmesiyle ilgili bir çalışma yapılmış, ovipozisyona giren dişi yüzdesinin ve verimin düşük olduğu kısa gün durumlarında, diyapozla ilgili proteinler olarak adlandırılan depo proteinlerinin hemolimfte çok fazla olduğu görülmüş, buna karşılık vitellegenin proteininin düşük miktarda olduğu saptanmıştır. Uzun gün durumlarında ise tersi olmuştur (Socha ve Sula, 1992). Niva ve Takeda, (2003). *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae) ile yaptıkları çalışmada, uzun gün fotoperiyot şartlarında 16;8 (A:K), kısa gün şartlarına göre 11;13 (A:K), verimin daha yüksek olduğunu, üreme olgunluğuna ulaşma yüzdesinin arttığını, ergin öncesi nimf gelişimin biraz daha yavaş olmasına rağmen, erginlerde daha hızlı gelişim ve üreme olgunluğu olduğu, kısa gün şartlarına göre daha sık beslendiklerini, lipit birikiminin daha az olduğunu tespit etmişlerdir.

G. mellonella'nın ışığı sevmediği, devamlı karanlıkta daha aktif olduğu, bazı çalışmalarla tespit edilmiştir (Cymborowski ve Kryspin, 1975; Gürkan, 1985; Chang ve Hsieh, 1992). Değişik fotoperiyot şartlarında lipit, protein ve karbonhidrat miktarında ortaya çıkan farklılıklar, gelişim, verim ve üreme farklılıklarıyla ilgilidir. Karanlık şartlarda çok fazla üreyen *G. mellonella*'da bu faaliyetler sonucu kaybedilen ener-

ji, çeşitli besin maddelerinden karşılanmaktadır. Üremenin daha yavaş olduğu aydınlık şartlardaki erginlerde, daha çok besin maddesi bulunmuştur.

Mellini ve Dindo (1982), *G. mellonella*'nın, normal şartlarda karanlık ortamda yaşadığını belirtmişlerdir. Aynı çalışmada, *Goniocinerascens* ve konak *G. mellonella* arasındaki ilişkiler incelenmiştir. *G. mellonella*'ya 16;8 (A:K), devamlı karanlık, devamlı kırmızı ışık ve sabah çok kısa aydınlatmalarla kesilen devamlı karanlık koşulları uygulanmıştır. Konak *G. mellonella* için, optimum şartların devamlı karanlık şartları olduğu tespit edilmiştir. 16,8 (A:K) şartlara göre devamlı karanlık şartlarda, daha hızlı gelişim ve yüksek pup ağırlığı görülmüştür. Kırmızı ışık yerine beyaz ışık kullanılmasının daha iyi olacağı belirtilmiştir. Farklı fotoperiyotların, parazitin gelişiminde çok fazla fark oluşturmadığı ve devamlı karanlık şartlarda, parazitin üreme diyapozuna girmediği tespit edilmiştir. Cymborowski ve Kryspin, (1975) *G. mellonella*'nın pup hemolimfinde ve larvada K ve Na konsantrasyonuna fotoperiyodun etkisiyle ilgili araştırmalarında, farklı fotoperiyot koşullarında iyon konsantrasyonunda değişimler olduğunu tespit etmişlerdir. Buna göre, gelişimin uzadığı, 12;12 (A:K) ve devamlı aydınlık şartlarda sodyum ve potasyum iyonlarının, tüm gelişim aşamalarında, devamlı karanlık şartlara göre, yüksek olduğu görülmüştür. Ve bu iyonların hemolimfteki içeriğinin, ekdizon hormonunun, böcek hücrelerinde membran permeabilitesinde değişikliğe sebep olduğu ifade edilmiştir.

Bogus ve ark, (1987), *G. mellonella*'daki endokrin faaliyete, aydınlanma şartlarının etkisini araştırmışlar, tüm aydınlanma şartlarında dişilerin erkeklerden daha büyük olduğunu, farklı şartların, pup büyüklüğünde önemli bir değişiklik yapmadığını tespit etmişlerdir. Ayrıca hem 12;12(A:K) hem de devamlı karanlık şartların, böcek yetiştirmek için uygun olduğu belirtilmiştir. 12:12 (A:K) şartlarda soğuğa karşı duyarlılığın, daha düşük olduğu belirtilmiştir. Kryspin ve ark., (1974), devamlı ışığın metamorfozu inhibe edebileceğini, eşit aydınlık karanlık şartlarının puplaşmayı bir miktar geciktirdiğini, balmumuyla böcekleri besleme durumunda 12;12(A:K) şartlarda larval gecikimin biraz daha uzun sürdüğünü belirtmişlerdir.

G. mellonella'nın arıcılıkta peteklere zarar veren bir tür olduğu ve larvaların kovan ve depolarda büyük zararlar oluşturarak, arıcılıkta zararlara yol açtığı, başka araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir. Ayrıca *G. mellonella*'nın yaşadığı ortamda aydın-

lanmayı arttırarak, yaptığı zararın azaltılabileceği , karanlık şartlarda daha büyük zararlara yol açtıkları tespit edilmiştir (Gürkan, 1985; Casanova ve Ostos, 1992; Haewoon ve ark., 1995; Charriere ve Imdorf, 1999; Hood ve ark., 2003).

G. mellonella'yı kontrolde, kimyasal ve biyolojik uygulamaların yanı sıra, sıcaklık ve ışığı değiştirerek, fiziksel mücadelede yapılabilir. Işık ve sıcaklığın, böcek gelişmesi üzerine yaptığı farklı etkiler, bu yolla da kontrolün mümkün olduğunu gösterir. Ayrıca deneysel olarak fazla sayıda böcek elde etmek için, böcekleri karanlıkta tutmak fazla sayıda ergin elde edilmesini sağlar ve bunlar da hem parazitoid konak ilişkilerini ele alan denemelerde, hem de çeşitli ekolojik şartların *G. mellonella*'ya etkisini araştıran denemelerde kullanılarak, böcek ihtiyacı daha kolay sağlanmış olur.

Bazı böcekler yakıt maddesi olarak öncelikle karbonhidratları kullanır, karbonhidrat fazlasını glikojen, lipit ve protein olarak depolar. Genellikle Diptera ve Hymenoptera'da ana enerji kaynağı olarak karbonhidratlar kullanılır (Bailey, 1975). Çeşitli türlerde başlıca enerji kaynağını glikojen oluşturur. Glikojen genellikle metabolik aktiviteleri yüksek olan yağ doku ve uçma kaslarında depolanmaktadır. Karbonhidrat metabolizmasına fotoperiyot (Pullin ve Wolda, 1993), yaş (Şeker ve Yanıkoğlu, 1999), beslenme (Yanıkoğlu, 1985; Özalp ve Emre, 1998) gibi faktörler etkiler.

Fotoperiyodun karbonhidrat metabolizmasına etkisiyle ilgili bir çalışmada, Pullin ve Wolda (1993), tropikal bir böcek olan *Stenotarsusratundus*'da diyapoz sırasında, gliserol ve glikoz birikimini araştırmışlardır. Gelişimin daha hızlı olduğu uzun günlere göre, daha yavaş olduğu kısa günlerde gliserol ve glikoz miktarında artış gözlenmiştir. Çalışmamızda *G. mellonella*'da farklı fotoperiyot şartlarında ergin yaşı ile karbonhidrat miktarı arasındaki ilişki incelenmiş ve yaş arttıkça karbonhidrat miktarında artış gözlenmiştir. Bu artış, muhtemelen besin maddesiyle ayrıca, Lepidoptera'nın ilk enerji kaynağı olarak lipitlere başvurusu sonucu vücuttaki karbonhidratların çok fazla tüketimini engellemiş olmasından kaynaklanabilir. Karbonhidrat miktarındaki artış, lipitlerden glikoz senteziyle ilgili değildir. Çünkü hayvanlarda gliksalat dönüştürücü enzim yoktur ve lipitlerden glikoz sentezi yapılamaz. *G. mellonella*'nın daha aktif olduğu devamlı karanlık şartlarda, uzun gün şartlarından daha az miktarda karbonhidrat bulunması, metabolik baskılanmaya bağlı olup, daha az tercih edilen fotoperiyot şartla-

rında, madde miktarında meydana gelen artışın, üreme aktivitesinin düşüklüğüyle meydana gelen metabolik baskılanma sonucu olduğu düşünülebilir. Ayrıca yaşla, karbonhidrat miktarında meydana gelen artış, besin olarak kullanılan balmumunun bileşiminde bulunan maddelerin, glikoz sentezi için kullanılmasından olabilir. Karbonhidrat miktarının, dişilerde erkeklerden fazla olması, dişilerin kullanılan besin maddesinden, karbonhidratları daha fazla biriktirmesi ve sentezlemesine ayrıca birçok faaliyette, erkeklerin daha fazla karbonhidrat tüketimine bağlı olabilir. Genel olarak, ergin öncesi ve sonrası dönemlerde dişilerin, erkeklerden daha fazla, protein, karbonhidrat ve lipit depoladıkları, değişik araştırmacılarca kanıtlanmıştır (Olson ve ark., 2000; Giron ve Casas, 2003).

Aynı fotoperiyot süreli, fakat aydınlık başlangıç zamanını değiştirerek, yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle bu şartlarda, karşılaştırılmalı total madde miktarıyla ilgili, çalışmaya rastlanılmamıştır. *G. mellonella* ile yapılan bu çalışmada, aynı fotoperiyodun başlangıç zamanını değiştirerek, bazı gruplarda önemli olmak üzere, aynı süreli fotoperiyotlar arasında bazı farklılıklar tespit edilmiştir. Bu durum, aydınlık başlama zamanının değişmesinin, böcek metabolizmasında etkili olabileceğini gösterir.

Aynı fotoperiyot süreli fakat aydınlık başlama zamanı değiştirilerek yapılan sınırlı sayıdaki çalışmalardan biri, Allemand ve ark., (1973)'nin *D. melanogaster* ile yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada böcekler, devamlı aydınlık, devamlı karanlık, %95'lik karanlık şartları, aydınlığın gündüz başladığı 12:12 (A:K) şartlar ve aydınlığın gece başladığı 12:12 (A:K) şartlar olmak üzere beş farklı fotoperiyot rejiminde yetiştirilmiştir. Aydınlığın gece başladığı 12:12 (A:K) şartlarda, aydınlanmanın gündüz başladığı 12:12 (A:K) şartlara göre, ömür uzunluğunda, her iki eşeyde azalma olduğu tespit edilmiştir. Fakat ömür uzunlukları arasındaki en önemli farklar, devamlı aydınlık ve devamlı karanlık şartlarında olmuştur. Ayrıca aydınlık karanlık faz değişiminin, yeterli sıklıkta ve sürede uygulanırsa, böceğin çeşitli aktivitelerinde farklılığa yol açabileceği belirtilmiştir. Kaydırmalı fotoperiyodun uygulandığı çalışmalardan biri de, Amerikan hamamböceği, *Periplanata americana* ile yapılmıştır. Bu türde, en aktif olunan periyot karanlıktan bir saat sonra başlar. 12:12 (A:K) şeklinde düzenli olarak ortaya çıkan fotoperiyot şartları altında yetişen böcekler günlük aktivitelerinde belirli ritmik şekiller gösterirler. Aydınlıktan karanlığa geçiş, standart 12:12

(A:K)'dan, dört saat önce meydana getirildiği zaman, aktivite ritmi altüst olmamış, böcek yeni programa hemen uymuştur. Fakat aydınlığın başlaması ikinci günde standart rejimden sekiz saat öne alındığında, bu değişime böceklerin hemen uyum gösteremediği, yeni programa aktivite ritminin ayarlanması için, 3-4 günlük geçiş programına ihtiyaç duyduğu tespit edilmiştir (Beck, 1963). Bossard ve ark, (2000), ergin *Ctenocephalides felis* ile yaptıkları çalışmada, erginleri gündüz aydınlanmanın başladığı 12;12 (A:K), gece aydınlanmanın başladığı 12;12 (A:K), devamlı aydınlık ve devamlı karanlık şartlarında tutmuşlardır. Fotoperiyotlar arasında, ölüm oranında önemli bir fark görülmemekle beraber, karanlıktaki respirasyon oranı, aydınlıktakinden düşük olmuş, 12;12 (A:K)'da aktivite piki 21 de iken, aydınlanmanın başlamasının altı saat öne alındığı, 12;12 (A:K) da aktivite piki altı olmuştur. *Delia antiqua*'da 11;13 (A:K) şartlarda çalışılmış, ışığın kapanmasından üç saat sonra yaklaşık bir saatlik ışık verilmesi, aktivite ritmini azaltırken, yine aynı fotoperiyotta ışığın kapanmasından dokuz saat sonra bir saatlik ışık uygulaması, aktivite ritmini artırmıştır. Aynı fotoperiyotlarda ışıklar kapandıktan üç saat sonra 15 dakikalık ışık verilmesinin, dokuz saat sonra ışık verilmesinden daha etkili olduğu, aynı fotoperiyotta ışık verme zamanı değiştirerek yapılan uygulamalarda, dokuz saat ışık verildiğinde farklar belirgin olmuştur (Watari, 2003). Kawazu ve ark, (2003), *Cnaphalo crocismedinalis* (Lepidoptera: Crambidae)de yaptıkları çalışmada 15;9 (A:K) şartında, ışık açma zamanında üç saatlik bir değişikliğin, erkeklerin tepkisinde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Zaslavski (1992), *Megoura vicia* ile yaptığı çalışmada 13;11 (A:K) fotoperiyotlarda aydınlanmanın başladığı zamanı değiştirerek, döllemeden üreyebilen dişi birey yüzdelerinde, küçükte olsa değişiklikler gözlemiştir. Aynı çalışmada, farklı fotoperiyot rejimlerinde (14,5;9,5 A:K, 12;12 A:K ve 8;16 A:K), her bir fotoperiyotta, farklı zamanlarda ışığın kesilmesiyle yapılan denemelerde, dört saatlik fark uygulanmış, 14,5;9,5 A:K şartlarda fark gözlenmezken, 12;12 A:K ve 8;16 A:K şartlarda fark tespit edilmiştir. *Sesamia nonargioides*'de 10;14 (A:K) şartlarına maruz bırakılan fakat karanlık dönemde, iki saatlik ışık vermenin, farklı saatlerde uygulandığı böceklerde, özellikle ışık verilen saatler arasındaki fark arttıkça, diyapozaya giren böceklerin yüzdesinde, önemli farklar ortaya çıkmıştır (Fantinou ve ark., 1995). Aynı fotoperiyotta, aydınlığın başlama zamanında değişiklik yaparak, başka hayvan gruplarında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fotoperiyoda duyarlılığın en iyi tespit edildiği orga-

nizmalar arasında yer alan Dinoflagellatlardan *Heteroxenia fuscescens* ile yapılan çalışmada, kaydırmalı fotoperiyot uygulanan şartlarda, alg hareket oranlarında farklılıklar tespit edilmiştir. Aydınlanmanın akşam 8'de başladığı 12A;12K şartları ile aydınlanmanın sabah 8' de başladığı şartlarla çalışılmış ve alglerin hareket oranları incelenmiş bu oranlar aydınlanmanın sabah 8' de başladığı şartlarda daha yüksek bulunmuştur. Yine 12A;12K şartlarında sabah 7, 8 ve 9'da aydınlanmanın başladığı şartlar karşılaştırılmış, bunların hareket oranlarında birbirine yakın sonuçlar elde edilmiş ve bu durum metabolik aktivite yollarındaki benzerlikle açıklanmıştır (Yacobovitch ve ark., 2004).

Fingerut ve ark, (2003), bir Mollusca türü olan *Cerithidea californica* ile aynı fotoperiyot süreli, fakat aydınlığın başlama zamanı değiştirilerek yaptıkları çalışmada, larvaların çıkış zamanlarında farklılıklar tespit etmişlerdir.

Birçok böcek türünde, fotoperiyodun etkisi bilinmemektedir. Fotoperiyot, etkisini beyni etkileyerek yapmaktadır. Beyindeki kontrol merkezi, fotoperiyotla etkilenir ve diğer iç fonksiyonlar düzenlenir. Beynin fotoperiyottan etkilenmesi, çeşitli düzenleyici kimyasalların, örneğin hormonların aktivitesinde değişiklik yapar. Böceğin endokrin statüsünde değişimler meydana gelir. *G. mellonella*'da, fotoperiyodun özellikle aynı fotoperiyot şartlarında aydınlığın başlama zamanını değiştirmenin erginlerdeki total karbonhidrat miktarlarına etkisi ile ilgili çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yaptığımız bu çalışmada, değişik fotoperiyot ve değişik yaş gruplarında ve aydınlık başlama zamanı değişen fotoperiyotlarda, böcek metabolizmasında değişikliklerin olduğu, bu değişikliklerin, diğer böceklerle bu alanda yapılan çalışma sonuçları ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Ayrıca aynı süreli, fakat aydınlık başlama zamanı farklı olan fotoperiyot şartlarında, birim miktardaki böcek dokusundaki, toplam karbonhidrat miktarının farklı olması, böcek metabolizmasının, günlük aydınlanma zamanı ve aydınlık başlama zamanı ile etkilendiğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan, biyolojik kontrol ajanlarının yetiştirilmesinde, iyi bir konak olan *G. mellonella*'nın, yetiştirilme ve üretiminde fotoperiyot şartlarına ve aydınlık başlama zamanına dikkat edilmesi gerektiği ortaya konmuştur. Ayrıca hayvanlardaki metabolik faaliyetlerin fotoperiyotla ilişkilendirilmesinde, sadece aydınlık ve karanlık sürelerin dikkate alınmaması, aydınlık başlama zamanının da dikkate alınmasının gerekli olduğu

gösterilmiştir.

KAYNAKLAR

- Aktümsek, A., 1996. Parazitoid, *Itoplectis maculator* F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un Yağ Asiti Bileşimine Konak ve Eşey Farklılığının Etkisi. Tr. J. Of Zooll., 20, 7-10.
- Allemand, R., Cohet, Y., and Davis, J., 1973. Increase in The Longevity of Adult *Drosophila melanogaster* Kept in Permanent Darkness. Exp. Geront., 8, 279-283.
- Arai, T., 1999. Photoperiodic and Thermoperiodic Control of Hatching Time in Katydid. Entomol. Sci., 2, 4, 641-650.
- Ashley, N.T., Zhang, N., Weil, Z.M., Magalang, U.J. and Nelson, R.J. 2012. Photoperiod alters duration and intensity of non-REM sleep following immune challenge in *Siberian hamsters* (*Phodopus sungorus*). *Chronobiology International*.
- Atak, E. D., 1975. Fasülye Tohum Böceği (*Acanthoscelides obtectus*) nın Tanınması ve Mücadelesi. T. C. Tarım Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Mesleki Nesriyat Serisi. 19, 8 s.
- Bailey, E., 1975. Biochemistry of Insect Flight. In ' Insect Biochemistry and Function', (Ed. by. Candy, D.J. and Kilby, B. A.), Chapman and Hall. London. pp: 89-282.
- Barsagade, D. D., and Tembhare, D.B., 2002. Effect of Some Exogenous Factors on Silk Gland Protein in the Tropical Tasar Silkworm, *Antheraea mylitta*. Ind. J. Ser., 41(1): 34-37
- Beck, S. D., 1963. Animal Photoperiodism: Relationship of Daylength to Animal Growth, Development and Behaviour. Molt Library of Science Series-b, New York, 114 pp.
- Bogus, M.I., Wisniewski, J. R., and Cymborowski, B., 1987. Effect of Lighting Conditions on Endocrine Events in *Galleria mellonella*. J. Insect. Physiol., 33, 5, 355- 362.
- Bossard, R. L., Broce, A. B., and Dryden, M. W., 2000. Effects of Circadian Rhythms and Other Bioassay Factors on Cat Flea Susceptibility to Insecticides. J. of the Kansas Entomol. Soci., 73,1, 21-29.
- Bozkurt, K., 2003. Phospholipid and Triacylglycerol Fatty Acid Compositions from *Varius* Development Stages of *Melanogryllus desertus* Pall. (Orthoptera: Gryllidae). Türk. J. Biol., 27, 73-78.
- Büyükgüzel, K., 2002. Antimicrobial Agents: Their Combined Effects on Total Protein Content of the Endoparasitoid *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae). Türk. J. Zool., 26, 229-237.
- Canard, M., 1990. Effect of Photoperiod on the First Instar Development in the Lacewing *Nineta pallida*. Physiol. Entomol., 15, 137-140.
- Casanova-Ostos, R. A., 1992. Three Methods for Control of the Wax Moth, *Galleria mellonella*, in Stored Honey Combs. Revista. Cientifi., 6,1, 5-16.
- Chang, C.P., and Hsieh, F. K., 1992. Morphology and Bionomics of *Galleria mellonella* L. Chinese J. Entomol., 12,121-129.
- Charriere, J. D., and Imdorf, A., 1999. Protection of Honey Combs From Wax Moth Damage. American Bee Journal., 139, 8, 627-630.
- Chloridis, A. S., Koveos, D. S., Stamopoulos, D. C., 1997. Effect of Photoperiod on the Induction and Maintenance of Diapause and Development of the Predatory Bug *Podisus maculiventris*. Entomophaga., 42,3, 427-434.
- Chocorosgui, V. R., and Panizzi, A. R., 2003. Photoperiod Influence on the Biology and Phenological Characteristics of *Dichelops melacanthus* (Heteroptera: Pentatomidae). Brazilian. J. Biol., 63,4, 655-664.
- Cymborowski, B., and Kryspin, I., 1975. The Effect of Photoperiod on K and Na Concentration in Larval and Pupal Haemolymph of *Galleria mellonella*. Acta. Entomologica. Bohemosl., 72,1, 13-18.
- Denlinger, D. L., 2002. Regulation of Diapause. Annu. Rev. Entomol., 47, 93-122.
- Deveci, Ö., 1996. *Locusta migratoria cinerascens* (Orthoptera: Acrididae)'in Menemen İzmir Ovası Populasyonunda Diyapozu Üzerine Araştırmalar. Tr. J. of Zooll., 20, 255- 259.
- El-Aw, M. A., 2003. Effect of Host Plant, Photoperiod, Day Time, Developmental Stage and Sex on Protein Patterns and Esterase Inhibition Heads of the Cotton Leafworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera: Noctuidae). J. Agri. Res., 48,1, 89-52.
- England, S., and Evans, E. W., 1997. Effects of

- Pea Aphid (Homoptera: Aphididae) Honeydew on Longevity and Fecundity of the *Alfalfa weevil* (Coleoptera: Curculionidae) Parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *Environ. Entomol.*, 26, 1437-1441.
- Fantinou, A. A., Karandinos, M. G., and Tsitsipis, J. A., 1995. Diapause Induction in the *Sesamia nonargioides* (Lepidoptera: Noctuidae) Effect of Photoperiod and Temperature. *Environ. Entomol.*, 24,6, 1458-1466.
- Fingerut, J. T., Zimmer, C. A., and Zimmer, R. K., 2003. Patterns and Processes of Larval Emergence in an Estuarine Parasite System. *Biol. Bull.*, 205, 110-120.
- Fonken, L.K., Bedrosian, T.A., Michaels, H., Weil, Z.M., & Nelson, R.J. 2012. Short photoperiods attenuate central responses to an inflammogen. *Brain, Behavior, and Immunity* 26:617-622.
- Giron, D., and Casas, J., 2003. Lipogenesis in Adult Parasitic Wasp. *J. Insect. Physiol.*, 49, 141-147.
- Gürkan, F., 1985. *Galleria mellonella*'nin Populasyon Dinamigi. Doktora Tezi. H. Ü.
- Haewoon, O., ManYoung, L., and YoungDuck, C., 1995. Developing Periods and Damage Patterns of Combs by the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*. *Korean. J. Apicult.*, 10,1, 5-10.
- Hartman, S. J., Menon, I., Collet, K. H., and Coley, N. J., 2001. Expression of Rhodopsin and Arrestin During the Light Dark Cycle in *Drosophila*. *Molecular. Vision.*, 7,95-100.
- Hentz, M. G., Ellsworth, P. G., Naranjo, S. E., and Watson, T. F., 1998. Development, Longevity and Fecundity of chelonus spp. *Curvimaculatus* (Hymenoptera: Braconidae) an Egg Larval Parasitoid of *Pink Bollworm* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Environ. Entomol.*, 27, 443-449.
- Higaki, M., and Ando, Y., 2003. Effects of Crowding and Photoperiod on Wing Morph and Egg Production in *Eobiana engelhardti subtropica* (Orthoptera: Tettigoniidae). *App. Entomol. Zoo.*, 38,3, 321-325.
- Hodek, I., 1996. Diapause Development, Diapause Termination and the End of Diapause. *Eur. J. Entomol.*, 93, 475-487.
- Hodkova, M., Berkova, P., and Zahradrickova, H., 2002. Photoperiodic Regulation of the Phospholipid Molecular Species Composition in Thoracic Muscles and Fat Body of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera) Via an Endocrine Gland, Corpus Allatum. *J. Insect. Physiol.*, 48,11, 1009-1019.
- Hong, J., KyeungSik, H., and KyungSaeng, B., 2003. Sex Pheromone of *Aphis spira ecola* (Homoptera: Aphididae): Composition and Circadian Rhythm in Release. *J. Asia. Pas. Entomol.*, 6,2, 159-165.
- Hood, W., Horton, P. M., and McCreadie, J. M., 2003. Field Evaluation of the Imported Fire Ant (Hymenoptera: Formicidae) for the Control of Wax Moths (Lepidoptera: Pyralidae) in Stored Honey Bee Comb. *J. Agri. Urban. Entomol.*, 20,2, 93-103.
- Horton, D. R., Hinojosa, T., and Olson, S. R., 1998. Effects of Photoperiod and Prey Type on Diapause Tendency and Preoviposition Period in *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) *Can. Entomol.*, 130, 315-320.
- Izumi, Y., Anniwaer, K., Yoshida, H., Sanoda, S., Fujisaki, K., and Tsumuki, H., 2005. Comparison of Cold Hardiness and Sugar Between Diapausing and Nondiapausing Pupae of the Cotton Bollworm, *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Physiol. Entomol.*, 30, 36-41.
- Kawazu, K., Adati, T., and Tatsuki, S., 2003. Effects of Photoregime on Timing of Male Responses to Sex Pheromones in Male *Cnaphalocrocis medinalis* (Lepidoptera: Crambidae). *App. Entomol. Zool.*, 38,3, 327-331.
- Kimura, Y., and Masaki, S., 1992. Effect of Light Period on Dark Time Measurement for Diapause Induction in *Mamestra brassicae*. *J. Insect. Physiol.*, 38, 9, 681-686.
- Kingsolver, J. G., and Woods, H. A., 1998. Interactions of Temperature and Dietary Protein Concentration in Growth and Feeding of *Manduca sexta* Caterpillars. *Physiol. Entomol.*, 23, 354-359.
- Kimura, M. T., 1990. Quantitative Response to Photoperiod During Reproductive Diapause in the *Drosophila auraria* Species- Complex. *J. Insect. Physiol.*, 36, 3, 147- 152
- Kryspin, I., Dutkowski, A. B., and Cymborowski, B., 1974. The Influence of Wllumination

- Conditions on Growth and Development of *Galleria mellonella*. Bull. Acad. Pol. Sci., 22, 803-808.
- Macedo, L. P. M., Souza, B., Carvaiho, C. F., and Ecole, C. C., 2003. Influence of the Photoperiod on Development and Reproduction of *Chrysoperia externa* (Neuroptera: Chrysopidae). Neotropical. Entomol., 32,1, 91-96.
- Linne, C., 1758. Systema Naturae, Vol.,1,10th edit
- Meats, A., and Leighton, M., 2004. Protein Consumption by Mated, Unmated, Sterile and Fertile Adults the Queensland Fruit Fly, *Bactrocera tryoni* and It's Relation to Egg Production. Physiol. Entomol., 29, 176-182.
- Mellini, E., and Dindo, M. L., 1982. Effects of Photoperiod on the Immature Stages of the Host Parasite Couple *Galleria mellonella* L. *Gonia cinerascens*. Rond. Bollettino. Dell. Inst. Di. Ent. Del. Uni. Delgi. St. Bologna., 36, 114-131.
- Moribayashi, A., Kurahashi, H., Sugie, H., Katagiri, C., and Tsuchida, K., 2003. Lipids and Ecdysteroids on the Ovarian Growth of the Adult Blow Fly, *Aldrichina grahami*. Med. Ent. Zool., 54,1, 65-71.
- Morita, A., Soga, K., Hoson, T., Kamisaka, S., and Numata, H., 1999. Changes in Mechanical Properties of the Cuticle and Lipid Accumulation in Relation to Adult Diapause in the Bean Bug, *Riptortus clavatus*. J. Insect. Physiol., 45,3, 241-247
- Nakasuji, F., and Mizumoto, M., 2001. Morphological and Physiological Traits of Seasonal Forms of a Migrant Skipper, *Parnara guttata guttata* (Lepidoptera: Heaperiidae). Spe. Pub. Japan. Coleop. Socety., 1, 45-54.
- Nealis, V. G., Oliver, D., and Tcir, D., 1996. The Diapause Response to Photoperiod in Ontario Populations of *Cotesia melanoscela* (Hymenoptera: Braconidae). Can. Entomol., 128, 41-46.
- Niva, C. C., and Takeda, M., 2003. Effects of Photoperiod, Temperature and Melatonin on Nymphal Development, Polypherism and Reproduction in *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae). Zool. Sci., 20,8, 963-970.
- Nunes, M. V., and Hardie, J., 1992. Photoperiodic Induction of Winged Females in the Black Bean Aphid, *Aphis fabae*. Physiol. Entomol., 17, 391-396.
- Olson, D. M., and Andow, D. A., 1998. Larval Crowding and Adult Nutrition Effects on Longevity and Fecundity of Female *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Environ. Entomol., 27, 508-514.
- Olson, D. M., Fadamiro, H., Lundgren, J. G., and Heimpel, G. E., 2000. Effects of Sugar Feeding on Carbohydrate and Lipid Metabolism in a Parasitoid Wasp. Physiol. Entomol., 25, 17-25.
- Özalp, P., ve Emre, __, 1998. Karbohidratların *Pimpla Turionellae* L. Ergin Dişilerinde Total Glikojen ve Protein Miktarına Etkileri. Tr. J. of. Biol., 22, 15-19.
- Philips, J. G., 1975. Enviromental Physiology. Blackwell. Sci. Pub., Oxford-London. 131-149.
- Pullin, A. S., and Wolda, H., 1993. Glycerol and Glucose Accumulation During Diapause in a Tropical Beetle. Physiol. Entomol., 18, 75-78.
- 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., 88,2, 189-195.
- Saunders, D. S., 1997. Under Sized Larvae From Short Day Adults of the Blow Fly, *Calliphora vicina*, Side- Step the Diapause Programme. Physiol. Entomol., 22, 249-255.
- Saunders, D. S., Lewis, R. D., and Warman, G. R., 2004. Photoperiodic Induction of Diapause: Opening the Black Box. Physiol. Entomol., 29, 1-15.
- Shuxia, Y. Y., and Adams, T. S., 2000. Effect of Pyriproxyfen and Photoperiod on Free Amino acid Concentrations and Proteins in the Hemolymph of Colorado Patato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. J. Insect. Physiol., 46,10, 1341-1353.
- Socha, R., and Sula, J., 1992. Voltinism and Seasonal Changes in Haemolymph Protein Pattern of *Pyrrhocoris apterus* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) in Relation to Diapause. Physiol. Entomol., 17, 370-376.
- Şeker, D. A., ve Yanıkoglu, A., 1999. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)' nın Açlık, Beslenme, Parazitlenme ve Yaslılık

Durumlarında Glikojen Seviyesindeki Degismeler. Tr. J. of. Zool., 23, 289-296.

Thompson, J. J. W., Armitage, S. A. O., and Jothy, M. T. S., 2002. Cuticular Colour Change After Imaginal Eclosion is Time-Constrained: Blacker Beetles Darken Faster. *Physiol. Entomol.*, 27, 136-141.

Van Handel, E., 1985. Rapid Determination of Total Lipids in Mosquitoes, *J. Am. Mosq. Cont. Assoc.*, 1, 302-304.

Walton, J.C., Chen, Z., Weil, Z.M., Pyter, L.M., Travers, J.B. & Nelson, R.J. 2011. Photoperiod-mediated impairment of long-term potentiation and learning and memory in male white-footed mice. *Neuroscience*, 175:127-132.

Warburg, M. S., and Yuval, B., 1996. Effects of Diet and Activity on Lipid Levels of Mediterranean Fruit Flies. *Physiol. Entomol.*, 21, 151-158.

Wassmer, G. I., Cain, W., and Page, T. L., 1996. Photoperiodic Regulation of Hemolymph Protein in the Woodroach *Parcoblatta pennsylvanica*. *J. Insect. Physiol.*, 42,9, 851-858.

Watari, Y., 2003. Phase Shifting Effects of a Light Pulse Interrupting Scotophase on Locomotor Activity Rhythm and Photoperiodic Time Measurement for Diapause in the Onion Fly, *Delia antiqua*. *Entomol. Sci.*, 6,4, 229-235.

Weber, H., Weidner, H., 1974. Grundriss Der Wnsekten Kunde. Gustav Fischer Verlong, Stuttgart, 1-640.

Workman, J.L., Manny, N., Walton, J.C., & Nelson, R.J. 2011. Short day lengths alter stress and depressive-like responses, and hippocampal morphology in Siberian hamsters. *Hormones and Behavior*, 60:520-528.

Yacobovitch, T., Benayahu, Y., and Weis, V. M., 2004. Motility of Zooxanthella Isolated From the Red Sea Soft Coral *Heteroxenia fuscescens*. *J. Exp. Marine Biol. Ecol.*, 298, 35-48.

Yanıkoglu, A., 1985. *Schistocerca gregaria* Forskal (Orthoptera: Acrididae) Nimflerinin Dogal ve Sentetik Besinde Gelisimi Sırasında Glikojen Miktarı Tayini. *Doga Bilim Dergisi.*, A2, 9,3, 582-592.

Zaslavski, V. A., 1992. Light Break Experiments with Emphasis on the Quantitative Perception

of Nightlength in the Aphid *Megoura vicia*. *J. Insect. Physiol.*, 38, 9, 717- 725.

EXTENDED ABSTRACT

Goal: Protein, lipid and carbohydrate metabolism plays role in many vital activities of insects. Adult insects need certain chemicals and energy in large quantities to maintain vital activities such as mating, food searching, oviposition and parasitism. Therefore, having basal nutrients such as carbohydrates, lipids and proteins in certain quantities is a necessity. Necessary nutrients can be stored in larva or pupa stages or adults can synthesize them by taking related precursor compounds. Some insects use carbohydrates as the primary source of energy and keep excess carbohydrate as lipid and protein. Generally Diptera and Hymenoptera use carbohydrates as a main energy source. *G. mellonella* is a harmful species for combs and its larvae are known as causing serious damages in beekeeping. There are not many studies available regarding the effects of photoperiod, age and sex on carbohydrate levels of this insect. Since significant variations in carbohydrate levels can be observed in connection with age and sex. Purpose of this study is to determine the effects on carbohydrate levels on *Galleria mellonella* adults at different age of changing the start time of the light

Studies with effects on carbonhydrate levels of changing the start time of light is insufficient. Studies on this insect usually made with fixed fotoperiod.

Materials ve Methods:

Large wax moth *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) were used in experiments. Studies were carried out under the laboratory conditions at $28 \pm 2^\circ\text{C}$ temperature and 65 ± 5 relative humidity. Insects were reared at, six different photoperiod regimes eighteen hours light, six hours dark (18L; 6D) first level, (18L; 6D) second level, twelve hours light, twelve hours dark (12L; 12D) first level, (12L; 12D) second level, six hours light, eighteen hours dark (6L; 18D) first level, (6L; 18D) second level). Illumination was done with 40 W fluorescent bulbs in different photoperiod regimes. It was made second level photoperiod regimes for 18L;6D, 6L; 18D, 12L; 12D under the condition different light on time. Insects were fed with honey free comb. Calculating the amount of

carbohydrates for analysis, vanHandel (1985) Anthrone test was used.

One Way Analysis of Variance (ANOVA) was used for the comparison of more than two groups. Averages were assessed by using Student-Newman-Kuel (SNK) Test, when the test results were significant. Independent Two Samples t-test was employed for the comparison of two groups and $\alpha = 0.05$ confidence limit was taken as basis.

Discussion and conclusion: Photoperiod also affects the amount of basic nutrients in insects. The effect of photoperiod is clearly seen in this study. Some insects use carbohydrates as fuel primarily. Under the same photoperiod regimes, there were increase amounts of carbohydrate in the first level photoperiod. Both females and males, the amounts of carbohydrates increased as the adult aging. Increase of dark period, caused decrease amounts of carbohydrates. Amount of carbohydrate in some age groups, no statistically significant differences, and while significant differences were found in some age groups. This shows the importance of change the start time of light. The amount of carbohydrate in females is more than males, because females used in the food item, carbohydrates accumulate more and

synthesis. and may be due to the consumption of more carbohydrate of male. Results from this study are show that changing the start time of light is very important. In this study with *G. mellonella* the relation between adult age and carbohydrate levels and age related gradual increase in carbohydrate level was observed. This increase might be in connection with the food as well as the inhibition of extreme carbohydrate consumption in the body due to Lepidoptera's lipid preference as the primary energy source. Increase in the carbohydrate level is not related to the glucose synthesis from lipids because animals do not have the glyoxylate converting enzyme and glucose can not be synthesized from lipids. Besides, age related carbohydrate increase might be in connection with the components of the wax, which is the food, as they are employed in glucose synthesis. Carbohydrate level of females, which is higher than males, can be linked to females ability of accumulating and synthesizing more carbohydrate from the food they were given and higher carbohydrate consumption of males. Training and production of *Galleria mellonella* conditions of photoperiod and light revealed the starting time should be considered.