

Farklı fotoperiyot rejimlerinin değişik yaştaki *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) erginlerinin toplam lipit miktarına etkileri*

Yeşim KOÇ**

Adem GÜLEL***

Summary

Effects of different photoperiod regimes on total lipid amounts of *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) adults at different age

Effects of different photoperiod regimes on lipid amounts of *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) adults were investigated with relation to adult age. Studies were carried out at 28 ± 2 °C temperature and 65 ± 5 % relative humidity. Insects were reared at different photoperiod regimes [(24L; 0D), (0L; 24D), (12L; 12D), (18L; 6D) and (6L; 18D)] and [(18L; 6D), (6L; 18D) and (12L; 12D)] for the first and second level experiments, respectively. Illumination was done with 40 W fluorescent bulbs in different photoperiod regimes. First level experiments have different light on times than second level ones. Insects were fed with honey free comb.

In all photoperiod regimes, both females and males, the amounts of lipid in per 100 mg of weight decreased as the adult aging. There were different amounts of lipid on different photoperiod regimes of *G. mellonella* adults. Increase of dark period, caused decrease amounts of lipid. Under the same photoperiod regimes, there were increase amounts of lipid in the first level photoperiod. On the other hand, under all photoperiod regimes, there were more lipid in females than males.

Key words: *Galleria mellonella*, photoperiod, light on time, age, lipid

Anahtar sözcükler: *Galleria mellonella*, fotoperiyot, aydınlık başlama zamanı, yaş, lipit

* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü'nde yürütülen Doktora Tezinden alınmıştır.

** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sinop Eğitim Fakültesi, Korucak, Sinop.
e-posta: yesiya@mynet.com

*** Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun
Alınış (Received): 01.03.2006

Giriş

Doğal olarak dönüşümlü bir şekilde ortaya çıkan aydınlık ve karanlık evreler, canlıların aktivitelerinde önemli rol oynar. Bu nedenle aydınlık ve karanlık evrelerin süresi yani fotoperiyot ile ilgili araştırmalar, biyolojik araştırmaların önemli bir kısmını oluşturur. Dünyada kutuplar dışında, bir günlük zaman dilimi olan 24 saatte aydınlık ve karanlık dönem, dönüşümlü olarak ortaya çıkar. Dünyamızda bir bölgedeki aydınlık evre süresi, o bölgenin ekvatora olan uzaklığına ve mevsimlere göre değişmektedir.

Yıl boyunca fotoperiyottaki değişim, birçok biyolojik olayın başlama ve bitiş zamanını tayinde önemli rol oynar. Bunun sonucu olarak fotoperiyot, hayvanlarda renk değişimi (Chocorosqui & Panizzi, 2003), kur davranışı (Socorro & Gregg, 1997), mevsimsel adaptasyonlar (Numata & Nakamura, 2002), gelişme ve üreme (Niva & Takeda, 2003), ömür uzunluğu (HongZhu & Tanaka, 2004) diyapoz (Tommasini & Lenteren, 2003; Tachibana & Numata, 2004), ve feromon salınması (Hong et al., 2003) gibi birçok fizyolojik ve biyokimyasal faaliyeti etkilemektedir.

Hayvan hayatında sadece, fotoperiyottaki aydınlık ve karanlık evrelerin süresi değil, aynı zamanda fotoperiyot evrelerinin başlama ve bitiş saatlerinin de önemli rol oynadığı bilinmektedir. Fotoperiyot başlangıç ve bitiş saatlerindeki değişim, hayvan meta-bolizmasında ve fizyolojisinde önemli değişiklikler yapmaktadır (Watari, 2003, Kawazu et al., 2003, Yacobovitch et al., 2004). Böceklerle yapılan fotoperiyot çalışmalarında sadece farklı fotoperiyotlara maruz kalan bireylere uygulanan aydınlanma süresi değil aynı zamanda, o böceklerin önceki nesillerine uygulanan fotoperiyodun da dikkate alınmasının gerekli olduğu ifade edilmiştir (Tachibana & Numata, 2004).

Büyük balmumu güvesi, *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) arıcılıkta peteklere zarar veren bir türdür. Zararlıların meydana getirdiği zararın, populasyon yoğunlukları ile ilgili olduğu bilinmektedir. Populasyon yoğunluğunun artmasında, dişilerin üreme potansiyelini etkileyen, besin, sıcaklık, nem, fotoperiyot gibi çevresel faktörler yanında (Higaki & Ando, 2003; Macedo et al., 2003), dişilerin yaşı (Rockstein & Miguel, 1974), sahip oldukları total karbonhidrat, lipit ve protein miktarı gibi iç faktörlerin de önemli rol oynadığı bilinmektedir (Olson et al., 2000). Böceklerdeki protein, yağ ve karbonhidrat miktarlarının, gelişim evrelerine (Meats & Leighton, 2004), cinsiyete (Aktümsek, 1996), fotoperiyota (El-Aw, 2003), besin kalite ve miktarına (Olson et al., 2000), sıcaklığa (Izumi et al., 2005) bağlı olarak değiştiği, değişik türlerle yapılan çalışmalarla saptanmıştır.

Lipitler, böceklerde yumurta üretiminde ve böceğin enerji ihtiyaçlarını gidermede kullanılmaktadır. Lipitlerin dişilerde yüksek yumurta verimi için çok gerekli olduğu, buna karşılık erkeklerde de eşey feromonlarının üretiminde kullanıldığı saptanmıştır (Giron & Casas, 2003; Kumar et al., 2004). Ergin dönem süresince kullanılan lipit ihtiyacı, ergin öncesi gelişim süresince depolanan lipitlerden, besinle alınan lipitlerden ya da lipogenesis ile yeni sentezlenen lipitlerden karşılanır (Giron & Casas, 2003).

Böceklerdeki lipid metabolizmasına fotoperiyodun etkisi ile ilgili çalışmalar, genellikle belirli aydınlık ve karanlık süreleri uygulanarak saptanmaya çalışılmıştır. Aydınlığın başlama zamanının değiştirilerek, değişikliğin ergindeki total lipid üzerine olan etkisi ile ilgili çok fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada, **G.mellonella** da ergin yaşına bağlı olarak total lipid miktarına, 24 saatlik bir döngüde, aynı süreli fakat değişik başlangıç zamanlı fotoperiyotların etkileri incelenecektir. Böylelikle normal fotoperiyot şartları ters çevrilerek, metabolik aktivitedeki değişimler değerlendirilmeye, elde edilen verilere göre, birçok parazitoidin laboratuvarındaki üretiminde konukçu olarak kullanılan **G.mellonella**'nın hangi fotoperiyot rejiminde daha iyi konukçu görevi yapacağı belirlenmeye çalışılacaktır.

Materyal ve Metot

Denemelerde büyük balmumu güvesi, **G. mellonella** kullanıldı. Çalışmalar, $28\pm2^{\circ}\text{C}$ ve % 65 ± 5 nisbi nem içeren laboratuvar koşullarında yapıldı. Çalışmalara öncelikle laboratuvarında **G. mellonella**'nın süksesif stok kültürlerinin kurulmasıyla başlandı. **G. mellonella**'nın stok kültürlerinin çekirdeğini laboratuvar kültürden sağlanan erginler oluşturdu. Böceklerin beslenmesinde, balsız petekler kullanıldı.

Çalışmada kullanılan böcekler, yirmidört saat aydınlık (24A;0K); yirmidört saat karanlık (0A;24K); onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K); altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K); oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (12A; 12K) olmak üzere beş farklı aydınlık (A) ve karanlık (K) fotoperiyot rejimi içeren ortamda yetiştirildi. Aydınlık safhalarındaki ışık şiddeti 40 W'lık floresan ampullerle sağlandı. Belirli bir fotoperiyot rejimiyle ilgili analizlerde, en az üç döl o fotoperiyotta yetişmiş erginler kullanıldı. Belirtilen her farklı fotoperiyotta deneme yapılırken, kültürün o fotoperiyotta devamlılığı sağlandı. Denemelerde yukarıda belirtilen ve birinci kademe olarak adlandırılan beş farklı fotoperiyot rejimine ilave olarak, ikinci kademe olarak adlandırılan üç rejimde (18A; 6K, 6A; 18K ve 12A; 12K) fotoperiyot başlangıç zamanı değiştirilerek, toplamda sekiz farklı fotoperiyot rejimi kullanıldı. Denemede kullanılan erginlerin eşey ayrımı, erginlerinin vücut büyüklüğüne ve abdomenlerinin son segmentindeki genital yapıya göre yapıldı.

Denemelerin birinci ve ikinci kademesi

Çalışılan tüm fotoperiyot rejimlerinde belirli eşeyssel aktiviteler esas alınarak, her iki eşeye ait aşağıda belirtilen yaş grupları oluşturuldu. Bu yaş gruplarında, her analiz için, belirli bir yaş grubu için toplam 15 tane ergin böcek tartılarak, 1,5 ml'lik ependorf tüplerinde -50°C 'de analiz edilinceye kadar bekletildi.

1. grubu; 1 günlük erginler
2. grubu; 5 günlük erginler
3. grubu; 15 günlük erginler oluşturdu.

Devamlı aydınlık ve devamlı karanlık fotoperiyot rejimleri

Daha önce belirtilen sıcaklık ve nem şartları sabit tutularak, böcekler devamlı aydınlık (DA) veya devamlı karanlık (DK) ortamlarda, kavanozlar içinde üremeye bırakıldı. DA veya DK da, bir günlük erginler için, ergin olarak çıktıkları gün tartılıp stoklandı. Beş ve onbeş günlük ergin grupları için, aynı günde erginleşen bireylerden 10 tanesi, kendilerine besin olarak verilen balsız petekle birlikte bir kavanoza konuldu. Bunlardan beş tanesi beş gün sonra, beş tanesi de, 15 gün sonra ayrı ayrı tartıldı. Bu şekilde oluşturulan üç yaş grubu için, farklı zamanlarda popülasyondan alınan örneklerle, işlemler üç defa tekrarlandı.

Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık fotoperiyot rejimleri (18A;6K)

Birinci kademedede, Aydınlık dönem sabah 9.30'da başlayıp gece 3.30'da, ikinci kademedede aydınlık evre 15.30'da başlayıp sabah 9.30'da son buldu. Bu fotoperiyot rejiminde yetiştirilen erginlerle, bir, beş ve 15 günlük olarak oluşturulan gruplar, DA ve DK fotoperiyotlarda, belirtilen şekilde stoklandı. Stoklama işi popülasyondan farklı zamanlarda alınan örneklerle, üç defa tekrarlandı.

Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık fotoperiyot rejimleri (6A;18K)

Birinci kademedede aydınlık evre sabah 9.30'da başlayıp öğleden sonra 15.30'da, ikinci kademedede aydınlık evre 15.30'da başlayıp, 9.30 da sona erdi. Diğer işlemler DA ve DK fotoperiyotlarda belirtildiği şekilde gerçekleşti.

Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık fotoperiyot rejimleri (12A;12K)

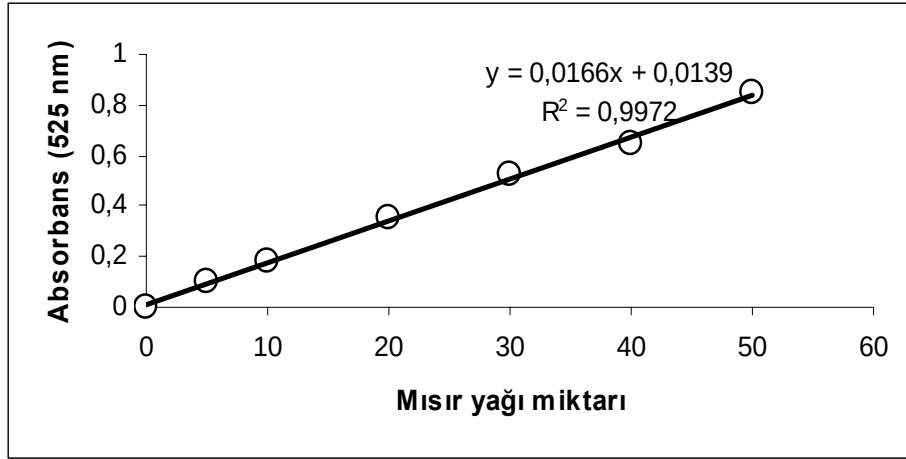
Birinci kademedede aydınlık evre sabah 9.00'da başlayıp akşam 21.00'de, ikinci kademedede aydınlık evre 15.00'de başlayıp, sonraki gün 03.00'e kadar devam etti. Diğer işlemler, DA ve DK' da belirtildiği gibi gerçekleşti.

Yukarıda belirlenen fotoperiyot şartları ve yaş grupları esas alınarak; değişik yaş gruplarında, farklı fotoperiyot şartlarının erginlerdeki total lipit miktarına etkisi incelendi.

Lipit Analizi

Lipit analizleri sonucu elde edilecek lipit değerlerini belirlemek için, önce lipit standart grafiği çizildi. Bunun için % 0.1'lik mısır yağı kullanıldı. Bundan stok standart çözelti konsantrasyonunun 1 mg/ml olması sağlandı. Daha sonra bu stok çözeltiden 5, 10, 20, 30, 40, 50 µg/ml lipit içeren çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan bu çözeltilerin 200 µl'leri tüplere aktarıldı. Bu tüpler, içlerindeki çözeltilerin tamamı buharlaşmaya kadar 90 °C'deki su banyosunda ısıtıldı. Tüplerde kalan lipit çökeleğinin üzerine 40 µl konsantre sülfirik asit çözeltisi ilave edilerek, tüpler karıştırıldı ve tekrar iki dakika 90 °C'deki su banyosunda ısıtıldı. Daha sonra, buzda soğutulan her tüp içerisine, Van Handel (1985)'in yöntemiyle hazırlanmış 960µl vanilin-fosforik asit reaktifi ilave edilerek, tüpler 30 dakika oda sıcaklığında bırakıldı

ve bir renk oluşumu sağlandı. Son olarak tüplerin içindeki madde karıştırıldı ve tüplerin absorbans değerleri spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Bu işlemler her standart çözelti konsantrasyonu için üç kez tekrarlandı. Elde edilen absorbans değerleri ile standart lipid grafiği çizildi (Şekil 1).



Şekil 1. Standart lipid grafiği.

Analizler için stoklanan örneklerdeki total lipid miktarının belirlenmesinde Van Handel (1985) 'in geliştirmiş olduğu yöntem esas alındı. Analiz aşamasına kadar - 50 °C'de ependorf tüp içerisinde saklanan ve ağırlıkları belirlenen her bir örneğin üzerine 2 ml sodyum sülfat çözeltisi ilave edildi. Örnekler bu çözelti içinde 8000 devir/dakikada yedi dakika homojenize edildi. Örnekler sonra 8 ml kloroform: metanol (1:2) karışımı ilave edildi. Tüpler kapatılıp karıştırıldıktan sonra, 16000 devir/dakikada iki dakika santrifüj edildi. Santrifüj sonunda oluşan süpernatanttan 200 µl alınarak bir tüpe aktarıldı. Bundan sonra yukarıda belirtildiği şekilde bir yol izlendi ve tüplerin absorbans değerleri spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda köre karşı okundu. Okunan absorbans değerleri, standart grafikte değerlendirildi ve lipid miktarı belirlendi.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde ikiden fazla grubun karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Bu testten elde edilen sonuçların önemli olması durumunda ortalamalar Student-Newman- Kuel (SNK) testi kullanılarak değerlendirilmiştir. İkili grupların karşılaştırılmasında ise "Bağımsız iki örneklem t testi" kullanılmıştır ve $\alpha=0,05$ güven sınırı esas alınmıştır.

Araştırma Sonuçları

Lipit analizi ile ilgili sonuçlar

Değişik fotoperiyot şartlarında yetiştirilen, *G. mellonella* erginlerindeki, ergin yaşına ve eşeye göre, lipit analiz sonuçları aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir.

Devamlı aydınlıkta tutulan *G. mellonella* erginlerinde yaşa ve eşeye göre, lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Devamlı aydınlıkta (24A: 0K) bırakılan *Galleria mellonella* L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	7,04±0,60 a***	6,18±1,69 a	P<0,05
5	4,78±0,08 b	4,25±0,36 b	P<0,05
15	2,43±0,07 c	1,41±0,06 c	P<0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 1’den görüldüğü gibi, devamlı aydınlıkta tutulan erginlerdeki lipit miktarı, her iki eşeyde, yaş arttıkça azalmaktadır. Aynı eşeyde üç yaş grubundaki ve aynı yaş grubunda iki eşey arasındaki ortalama lipit miktarları arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

Devamlı karanlıkta tutulan *G. mellonella* erginlerinde yaşa ve eşeye göre lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Devamlı karanlıkta (0A:24K) *Galleria mellonella* L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	5,05±1,35 a***	4,74±0,11 a	P>0,05
5	3,29±1,17 b	2,93±0,09 b	P<0,05
15	1,66±0,63 c	1,05±0,10 c	P<0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 2’den görüleceği gibi, devamlı karanlıkta tutulan erginlerdeki lipit miktarı, her iki eşeyde yaşla birlikte azalmaktadır. Aynı eşeyde farklı yaş gruplarındaki lipit miktarları arasındaki fark önemlidir (P<0,05). Aynı yaş grubunda ortalama lipit miktarında iki eşey arasında farklılıklar vardır. Eşeyler arasında bir gün yaşlı erginlerdeki lipit miktarları arasındaki fark önemsizken (P>0,05), beş ve onbeş günlük erginlerde önemlidir (P<0,05).

Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlık (18A;6K) (1. kademe) şartlarında tutulan **G. mellonella** erginlerinde yaşa ve eşeye göre lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir.

Çizelge 3. Onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlıkta (18A; 6K) (1. kademe) **Galleria mellonella** L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	6,66±2,82 a***	5,63±0,09 a	P<0,05
5	4,35±0,68 b	3,77±0,08 b	P<0,05
15	2,00±0,75 c	1,77±0,06 c	P<0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarı ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlıkta tutulan **G.mellonella** erginlerindeki lipit miktarı, her iki eşeyde yaş arttıkça azalmaktadır. Belli bir yaş grubunda, erkek ve dişideki lipit miktarı da değişmektedir. Aynı eşeyde, üç yaş grubundaki erginlerin ve aynı yaş grubunda, iki eşey erginlerinin lipit miktarları arasındaki fark önemlidir (P<0,05).

18A; 6K fotoperiyot şartlarında tutulan fakat aydınlık başlama zamanı birinci kademedekinden farklı olan ikinci kademe fotoperiyot şartlarında, **G. mellonella** erginlerindeki, lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 4. Aydınlık başlama zamanı farklı, onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlıkta (18A; 6K) (2. kademe) bırakılan **Galleria mellonella** L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	6,08±2,07 a***	5,27±0,04 a	P<0,05
5	3,74±0,93 b	3,40±0,08 b	P<0,05
15	1,52±0,83 c	1,26±0,09 c	P<0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarı ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 4'den onsekiz saat aydınlık, altı saat karanlıkta tutulan **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarının, her iki eşeyde yaş arttıkça azaldığı görülmektedir. Üç yaş grubunda, eşeyler arası ve aynı eşeyde yaş grupları arasındaki lipit miktarları farklılıkları önemlidir (P<0,05).

Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlık (12A;12K) (1. kademe) şartlarında tutulan **G. mellonella** erginlerindeki, yaşa ve eşeye bağlı olarak, lipit miktarı analiz sonuçları Çizelge 5' de verilmiştir.

Çizelge 5. Oniki saat aydınlık, oniki saat karanlıkta (12A; 12K) (1. kademe) bırakılan **Galleria mellonella** L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	6,37±0,16 a***	4,85±0,98 a	P<0,05
5	4,22±0,11 b	3,52±0,07 b	P<0,05
15	2,23±0,09 c	1,78±0,08 c	P<0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 5'den oniki saat aydınlık, oniki saat karanlıkta tutulan **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarının, her iki eşeyde yaş arttıkça azaldığı, üç yaş grubunda aynı eşeyde ve eşeyler arasında erginlerdeki lipit miktarları arasındaki farkın önemli (P<0,05) olduğu görülmektedir.

12A;12A fotoperiyot şartlarında tutulan fakat aydınlık ve karanlık saatlerin başlangıcı birinci kademedekinden farklı olan ve bu nedenle ikinci kademe fotoperiyot şartları olarak adlandırılan şartlarda tutulan **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Aydınlık başlama zamanı farklı, oniki saat aydınlık, oniki saat karanlıkta (12A; 12K) (2. kademe) bırakılan **Galleria mellonella** L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	5,43±0,06 a***	4,88±0,29 a	P<0,05
5	3,28±0,08 b	2,87±0,36 b	P<0,05
15	1,21±0,09 c	1,10±0,25 c	P>0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 6'dan görüldüğü gibi oniki saat aydınlık, oniki saat karanlıkta tutulan fakat aydınlık başlama zamanı farklı olan **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarı, diğer fotoperiyotlarda olduğu gibi, her iki eşeyde yaş arttıkça azalmaktadır. Eşeyler arasında, bir ve beş gün yaşlı erginlerdeki lipit miktarları arasındaki fark önemli iken (P<0,05), onbeş gün yaşlı olanlarda önemsizdir (P>0,05). Aynı eşeyde yaş gruplarına göre lipit miktarlarındaki farklılıklar önemlidir (P<0,05).

Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K) (1. kademe) şartlarında tutulan **G. mellonella** erginlerinde, yaşa ve eşeye göre lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 7' de verilmiştir.

Çizelge 7. Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlıkta (6A; 18K) (1. kademe) bırakılan **Galleria mellonella** L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	5,25±0,13 a***	5,16±2,28 a	P>0,05
5	3,88±0,05 b	3,07±0,06 b	P<0,05
15	1,75±0,10 c	1,61±0,60 c	P>0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Altı saat aydınlık, 18 saat karanlıkta tutulan **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarı her iki eşeyde de yaş arttıkça azalmaktadır (Çizelge 7). Bir ve onbeş gün yaşlı olanlarda, eşeyler arası lipit miktarları arasındaki fark önemsizken (P>0,05), beş gün yaşlı olanlarda önemlidir (P<0,05). Aynı eşeyde, farklı yaş gruplarındaki erginlerin lipit miktarları arasındaki farklar önemlidir (P<0,05).

Altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlık (6A;18K) fotoperiyot şartlarında tutulan fakat aydınlık başlama zamanı, birinci kademedekinden farklı olan ikinci kademe fotoperiyot şartlarında, **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarıyla ilgili analiz sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Aydınlık başlama zamanı farklı, altı saat aydınlık, onsekiz saat karanlıkta (6A; 18K) (ikinci kademe) bırakılan **Galleria mellonella** L. erginlerindeki lipit miktarı

Ergin Yaşı (Gün)	Lipit Miktarı (mg/100 mg böcek) (Ort±SH)*		
	♀	♂	P**
1	4,75±0,10 a***	4,52±0,08 a	P>0,05
5	2,99±0,07 b	3,03±0,09 b	P>0,05
15	1,06±0,06 c	0,91±0,04 c	P>0,05

* Her biri beş bireylik, üç tekrarın ortalamasıdır. SH- Standart hata

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

*** Aynı sütunda aynı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (ANOVA P>0,05, SNK Test).

Çizelge 8'de görüldüğü gibi, aydınlık başlama saati farklı, fakat 6A;18K şartlarda tutulan **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarı, diğer fotoperiyotlarda olduğu gibi, her iki eşeyde yaş arttıkça azalmaktadır. Üç yaş grubundaki, erginlerde eşeyler arası lipit miktarları arasındaki fark önemsizdir (P>0,05). Buna karşılık, aynı eşeyde değişik yaş grupları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir (P<0,05).

Denenen sekiz ayrı fotoperiyot şartında, **G. mellonella** erginlerindeki lipit miktarları arasındaki ilişkiler Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Farklı fotoperiyotlarda, *Galleria mellonella* L. erginlerindeki lipit miktarı

Yaş	1 gün		5 gün		15 gün	
Fotoperiyot	♀	♂	♀	♂	♀	♂
DK	5,05±1,35 ab	4,74±0,11ab	3,29±1,17 a	2,93±0,09 a	1,66±0,63 a	1,05±0,10 ab
DA	7,04±0,60 e	6,18±1,69 e	4,78±0,08 e	4,25±0,36 d	2,43±0,07 d	1,41±0,06 c
18A,6K(1)	6,66±2,82 de	5,63±0,09 d	4,35±0,68 d	3,77±0,08 c	2,00±0,75 c	1,77±0,06 d
18A,6K(2)	6,08±2,07 c	5,27±0,04 c	3,74±0,93 c	3,40±0,08 b	1,52±0,83 a	1,26±0,09 bc
12A,12K(1)	6,37±0,16 cd	4,85±0,98 abc	4,22±0,11d	3,52±0,07 b	2,23±0,09 d	1,78±0,08 d
12A,12K(2)	5,43±0,06 b	4,88±0,29abc	3,28±0,08 a	2,87±0,36 a	1,21±0,09 b	1,10±0,25 ab
6A,18K(1)	5,25±0,13 b	5,16±2,28 bc	3,88±0,05 c	3,07±0,06 a	1,75±0,10 a	1,61±0,60 d
6A,18K(2)	4,75±0,10 a	4,52±0,08 a	2,99±0,07 b	3,03±0,09 a	1,06±0,06 b	0,91±0,04 a

Aynı sütunda farklı harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir (ANOVA $P < 0,05$, SNK Test).

İkinci kademe 6A; 18K şartlarındaki beş günlük erkekler hariç, denenen tüm fotoperiyot şartlarında, dişilerde lipit miktarı, üç yaş grubunda da erkeklerden fazla olmuştur. Yaşa göre eşeyler arası lipit miktarları arasındaki fark, daha önceki çizelgelerde verilmiştir. Eşeyler arası fark, bazı gruplarda önemli, bazı gruplarda önemsizdir. Bütün fotoperiyot şartlarında, lipit miktarında, yaşın artışıyla azalma olmaktadır. Çizelge 9'da eşey ve yaşa göre, farklı fotoperiyot şartları karşılaştırılmaktadır. Genel olarak aydınlık sürenin artmasıyla, 100 mg ergindeki lipit miktarı artmaktadır.

Tartışma

Fotoperiyot canlılardaki temel besin maddelerinin miktarlarını etkiler (Chocorosgui & Panizzi, 2003; El-Aw, 2003). Fotoperiyodun lipit miktarına olan etkisi bu çalışmada açıkça görülmektedir. *G. mellonella*'daki lipit miktarı yaş artışıyla düşmüştür. Ergin evrede kullanılan lipitlerin, ergin öncesi dönemde depolanan lipitlerden karşılandığı düşünülmektedir. Erginlerdeki yaş artışı ile lipit miktarındaki belirgin düşüşün, lipit sentezi yoluyla lipit stoklarının yenilenmemesinden olabileceği varsayılmaktadır. Genelde ana enerji kaynağı olarak Lepidoptera ve Orthoptera takımlarına ait böceklerde lipitler kullanılmaktadır (Bailey, 1975). Lipitlerdeki yaşa bağlı düşüş, enerji kaynağı olarak, yeteri kadar karbonhidrat bulamayan erginlerde, öncelikle lipitlerin kullanılmasından ileri gelebilir. Ayrıca, yaş artışına bağlı olarak toplam lipit miktarında meydana gelen azalma, erginlerin lipit kaynaklarını enerji dışında, çeşitli amaçlar için kullanmış olmasından olabilir. Yaş artışıyla lipit miktarında meydana gelen azalma, Rockstein & Miquel (1974)'e göre, yağ dokusundaki değişmelerden de ileri gelir. Bu çalışmada *G. mellonella*'daki lipit miktarıyla ilgili olarak tesbit edilen durum, ayrıca erkek ve dişi arasındaki farklar birçok çalışmanın sonuçlarına uymaktadır (Ito & Nakata, 1998; Kumar et al., 2004). Böceklerde, özellikle ergin hayatın başında eş bulma, çiftleşme, yumurta bırakma davranışları için yüksek enerjiye ihtiyaç vardır. *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)'da, ergin yaşıyla lipit miktarları arasındaki ilişki incelenmiş, yaşla birlikte

her iki eşeyde de lipit miktarının azaldığı, aç bırakılan erginlerde lipit rezervlerinin hızla tüketildiği, bu hızlı tüketim ile besinsel durum ve metabolik rezervlerin kullanımı arasında güçlü bir ilişki olduğu tesbit edilmiştir (Jacome et al., 1995). **G. mellonella** erginlerinde, farklı fotoperiyot şartlarında hatta aynı süreli fakat aydınlanma başlangıç zamanı farklı fotoperiyotlarda, erginlerdeki lipit miktarının farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 9). Bu sonuç farklı fotoperiyot şartlarında, böceklerin günlük aktivite ve metabolizmasındaki farklardan kaynaklanmaktadır. Devamlı aydınlık ve devamlı karanlık şartları altındaki lipit miktarları arasındaki farklar, gün uzunluğuna göre böceklerin aktivitesinin ve enerji ihtiyacının farklılığına dayanır. Birbirine yakın günlük aydınlanma süresi içerenlerde lipit miktarının daha yakın olması ve bazı gruplarda önemsiz farklılıklar gözlenmesi, bu gruplarda fotoperiyodun beslenme, üreme, yaşlanma, metabolizma gibi faaliyetlere benzer etki yapmasıyla açıklanabilir. Değişik araştırmacılar, bazen fotoperiyottaki çok küçük farklılıkların bile, önemli değişiklikler yapabileceğini ileri sürmüşlerdir (Mourao & Panizzi, 2000). Fotoperiyodun lipit miktarına yaptığı etkinin, gelişim, yumurta verimi ve üreme yüzdesiyle ilişkili olduğu yapılan bazı çalışmalarla saptanmıştır (Chocorosgui & Panizzi, 2003; Niva & Takeda, 2003). **Dichelops melacanthus** (Dallas) (Heteroptera: Pentatomidae) ile yapılan çalışmada dört farklı fotoperiyot rejimi kullanılmıştır. Onbir ve 12 saatlik kısa gün şartlarında, uzun gün şartlarına göre, nimf gelişim zamanının daha uzun sürdüğü, yumurta veriminin ve üreme organlarının olgunlaşma yüzdesinin düştüğü, daha yüksek nimf ölüm oranının ortaya çıktığı fakat kısa gün şartlarında, uzun gün şartlarına göre, erginlerde daha yüksek lipit miktarının olduğu ifade edilmiştir (Chocorosgui & Panizzi, 2003). Çalışmada belirlediğimiz, devamlı karanlık ve devamlı aydınlık şartlarındaki lipit miktarlarındaki farklar, **G. mellonella**'nın üreme aktivitesinin yüksekliğiyle bağlantılı olabilir. **Ophraella communa** LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae) ile yapılan bir çalışmada, ergin dişilerin daha hızlı geliştiği ve daha çok üredikleri uzun gün fotoperiyotlarında, kısa gün şartlarına göre, daha az lipit ihtiva ettikleri saptanmıştır (Watanabe, 2000).

G. mellonella'da yapılan bu çalışmada lipit miktarının yaşla azaldığı, dişilerde erkeklerden daha fazla lipit bulunduğu, aydınlanma süresi arttıkça, lipit miktarının arttığı saptandı. Elde edilen bu sonuçlar, değişik araştırmacıların farklı böcek türleriyle yaptıkları ve yukarıda belirtilen çalışmalardan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. 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 enerji, çeşitli besin maddelerinden karşılanmaktadır. Üremenin daha yavaş olduğu aydınlık şartlardaki erginlerde, böceğin 100 mg'ında daha çok besin maddesi bulunmuştur.

G. mellonella ile mücadelede, kimyasal ve biyolojik mücadele uygulamalarının yanı sıra, sıcaklık ve ışığı değiştirerek fiziksel mücadele de yapılabilir. Aynı fotoperiyot süreli, fakat aydınlık başlangıç zamanını değiştirerek yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Özellikle bu şartlarda, 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 tesbit edilmiştir. Bu durum, aydınlık başlama zamanının değişmesinin, böcek metabolizmasında etkili olabileceğini gösterir. Ayrıca aynı süreli, fakat aydınlık başlama zamanı farklı olan fotoperiyot şartlarında, birim miktardaki böcek dokusundaki, toplam lipit miktarlarının farklı olması, böcek metabolizmasının, günlük aydınlanma zamanı ve aydınlık başlama zamanı ile etkilendiğini göstermiştir. Elde edilen sonuçlardan, biyolojik mücadele etmenlerinin yetiştirilmesinde, iyi bir konukçu 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.

Özet

Farklı fotoperiyot rejimlerinin değişik yaşta **Galleria mellonella** (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) erginlerinin total lipit miktarına etkisi incelendi. Denemeler, $28 \pm 2^\circ\text{C}$ ve $\% 65 \pm 5$ nisbi nem içeren laboratuvar şartlarında yapıldı. Böcekler, birinci kademe denemeler için beş farklı fotoperiyot rejiminde [(24A;0 K), (0A; 24K), (18A; 6K), (6A:18K) ve (12A:12K)], aydınlık başlama zamanı farklı olan ikinci kademe denemeler için de üç farklı fotoperiyot rejiminde [(12A:12K), (18A :6K) ve (6A:18K)] yetiştirildi. Farklı fotoperiyot rejimlerinde, aydınlanma 40 W lık floresan ampullerle sağlandı. Böceklerin beslenmesinde, balsız petekler kullanıldı. Tüm fotoperiyot rejimlerinde, 100 mg ergindeki lipit miktarı her iki eşeyde de yaşla birlikte azaldı. **G. mellonella** erginlerinin lipit miktarlarında, uygulanan fotoperiyot rejimlerine göre değişiklik gözlemlendi. Karanlık süresi arttıkça, lipit miktarlarında azalma gözlemlendi. Aynı fotoperiyot rejimlerinde birinci kademedeki lipit miktarları, ikinci kademedekilerden yüksek bulundu. Tüm fotoperiyot rejimlerinde, dişilerin total olarak erkeklerden daha fazla lipit içerdiği tespit edildi.

Yararlanılan kaynaklar

- Aktümsek, A., 1996. Parazitoid, ***Itopectis maculator*** F. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'un yağ asitbileşimine konak ve eşey farklılığının etkisi. **Tr. J. of Zooll.**, **20**: 7-10.
- 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.
- Chocorosgui, V. R., & A. R. Panizzi, 2003. Photoperiod influence on the biology and phenological characteristics of ***Dichelops melacanthus*** (Heteroptera: Pentatomidae). **Brazilian. J. Biol.**, **63** (4): 655-664.
- 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.
- Giron, D., & Casas, J., 2003. Lipogenesis in adult Parasitic Wasp. **J. Insect. Physiol.**, **49**: 141-147.

- Higaki, M., and Y. Ando, 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.
- Hong, J., H. KyeungSik, & B. KyungSaeng, 2003. Sex pheromone of *Aphis spira* ecola (Homoptera: Aphididae): composition and circadian rhythm in release. **J. Asia. Pas. Entomol.**, **6** (2): 159-165.
- HongZhu, D., & S. Tanaka, 2004. Photoperiod and temperature affect the life of subtropical cockroach, *Opisoplatia orientalis*; seasonal pattern shaped by winter mortality. **Physiol. Entomol.**, **29**: 16-25.
- Ito, K., and T. Nakata, 1998. Diapause and survival in winter in two species of Predatory Bugs, *Orius sauteri* and *O. Minutus*. Entomologia. **Experiment. Et. Applicata.**, **89** (3): 271-276.
- Izumi, Y., K. Anniwaer, H. Yoshida, S. Sanoda, K. Fujisaki, & H. Tsumuki, 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.
- Jacome, I., M. Aluja, P. Liedo, & D. Netsel, 1995. The influence of adult diet and age on lipid reserves in the tropical fruit fly *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae). **J. Insect. Physiol.**, **41** (12): 1079-1086.
- Kawazu, K., T. Adati, & S. Tatsuki, 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.
- Kumar, D., A. Misiura, & A. K. Singn, 2004. Stage and sex dependent changes in the lipid profile of *Psyderrous koenigii* (Heteroptera: Pyrrhocoridae) during development. **Internati. J. Trop. Insect. Sci.**, **24** (3): 236-241.
- Macedo, L. P. M., B. Souza, C. F. Carvaiho & C. C. Ecole, 2003. Influence of the photoperiod on development and reproduction of *Chrysoperia externa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical. Entomol.**, **32** (1): 91-96.
- Meats, A., & M. Leighton, 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.
- Mourao, A. P. M., & A. R. Panizzi, 2000. Photosensitive nymphal stages to diapause induction in *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae). **Anais. Da. Sociedade. Entomol. Do. Brasil.**, **29** (2): 219-225.
- Niva, C. C., & M. Takeda, 2003. Effects of photoperiod, temperature and melatonin on nymphal development, polypherism and reproduction in *Halyomorpha halys* (Heteroptera: Pentatomidae). **Zool. Sci.**, **20** (8): 963-970.
- Numata, H., & K. Nakamura, 2002. Photoperiodism and seasonal adaptations in some seed- sucking bugs (Heteroptera) in central Japan. **Eur. J. Entomol.**, **99**: 155-161.
- Olson, D. M., H. Fadamiro, J. G. Lundgren & G. E. Heimpel, 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. **Physiol. Entomol.**, **25**: 17-25.

- Rockstein, M., & J. Miguel, 1974. Aging in insect. in ' physiology of insecta', (Ed. By Rockstein, M.), **Second Edition, Academic Press, New York, 1:** 371-478.
- Socorro, A. P., & P. C. Gregg, 1997. Calling behaviour in *M. convecta* females under different temperature and photoperiodic conditions. **Physiol. Entomol.**, **22:** 20-28.
- Tachibana, S. I., & H. Numata, 2004. Maternal induction of larval diapause and it's sensitive stage in the blow fly *Lucilia sericata* (Diptera: Calliphoridae). **Entomol. Sci.**, **7** (3): 231-235.
- Tommasini, M. G., & J. C. V. Lenteren, 2003. Occurence of diapause in *Orius laevigatus*. **Bull. Insectol.**, **56** (2): 225-251.
- Van Handel, E., 1985. Rapid determination of total lipids in mosquitoes, **J. Am. Mosg. Cont. Assoc.**, **1:** 302-304.
- 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.
- Watanabe, M., 2000. Photoperiodic control of development and reproductive diapause in the leaf beetle *Ophraella communa* LeSage. **Entomol. Sci.**, **3** (2): 245-253.
- Yacobovitch, T., Y. Benayahu & V. M. Weis, 2004. Motility of zooxanthella isolated from the red sea soft coral *Heteroxenia fuscescens*. **J. Exp. Marine Biol. Ecol.**, **298:** 35-48.