

Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Açlık, Beslenme, Parazitlenme ve Yaşlılık Durumlarında Glikojen Seviyesindeki Değişmeler

Deniz AKMAN ŞEKER, Atila YANIKOĞLU
Akdeniz Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Antalya-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 08.11.1996

Özet: Bu çalışmada, biyolojik mücadele ajanı bir böcek olan *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın ergin dişilerinde açlık, beslenme, yaşlılık ve parazitlenmenin glikojen seviyelerine etkileri araştırıldı.

Böceklerde önemli bir enerji deposu olan glikojenin *P. turionellae*'nin dişilerinde %30'luk bal ile beslenmeye bağlı olarak arttığı, açlık, yaşlanma ve parazitlenme durumlarında ise azaldığı saptandı.

Böceğin glikojen seviyesi ile konak puplarına bıraktığı yumurta sayısı arasında doğru orantılı bir ilişki olduğu belirlendi.

Anahtar Sözcükler: *Pimpla turionellae* L., Glikojen, Açlık, Beslenme, Parazitlenme, Yaşlılık.

The Changes in Glycogen Levels of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) in the Conditions of Starvation, Feeding, Parasitism and Aging

Abstract: The changes in glycogen levels depending on starvation, feeding, aging and parasitisation in the mature female of *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae), which is a biological control agent, have been observed. Glycogen level, which is a major energy source in insects, increased when the females of *P. turionellae* are fed with 30% honey, but it decreased depending on aging, starvation and parasitism.

There was a positive relationship between the glycogen level of an insect and the number of its eggs laid within the host pupae.

Key Words: *Pimpla turionellae* L. Glycogen, Starvation, Feeding, Parasitism, Aging.

Giriş

Zararlı böcekler ile biyolojik mücadelede genel olarak doğadaki doğal düşmanları olan predatör ve parazitoidlerden yararlanılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda sıklıkla kullanılan Hymenoptera ordosu türleri, gerek tür çeşitliliği, gerekse parazitoid türler açısından en zengin ordodur (1).

Hymenoptera parazitoidlerinin metabolik faaliyet, hareket, uçma, doğada konaklarını arayıp bulma, parazitlenme gibi yaşamsal faaliyetlerinde büyük bir enerjiye ihtiyaç vardır. Bu enerji, böceklerin yağ dokusu ve kaslarında depo edilen glikojenden sağlanmaktadır (2-4). Böcek ordolarına dahil değişik türlerin, değişik evrelerinde glikojen seviyelerini saptayan birçok çalışma yapılmıştır (5-8). Bu çalışmalarla böceklerdeki glikojen seviyelerinin beslenme (9,10), sıcaklık (11), fotoperiyod

(12), mevsimsel durum (13) ve diyapoz (14) gibi çeşitli etkenler ile değişebildiği gösterilmiştir.

Hymenopter endoparazitoid bir tür olan *Pimpla turionellae* L., Lepidoptera ordosunun değişik türlerinin pupunu parazitleyen polifaj bir parazit olmasından dolayı önemli bir biyolojik mücadele ajanıdır (15). Bu türün başkalaşımı sırasında glikojen seviyeleri (8), çeşitli karbohidratların (9,16), 2,4-Diklorofenoksiasetik asitin (17) ve düşük sıcaklığın (11) glikojen seviyelerine etkileri araştırılmış konular arasındadır.

Biyolojik mücadele açısından önemli bir ajan olan *P. turionellae* dişilerinde açlık, beslenme, yaşlılık, parazitlenme gibi durumlarda glikojen seviyelerini saptayan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Ayrıca Hymenopter parazitoidler üzerinde glikojen seviyelerini araştıran çalışmalar da oldukça sınırlıdır (8,10).

* Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Araştırma fonu (Proje No: 94.01.0121.04) tarafından desteklenmiştir.

Bu nedenle bu çalışmada, bir Hymenopter parazitoit olan *P.turionellae*'nin dişilerinde açlık, beslenme, yaşlılık ve parazitlenme durumlarında glikojen seviyeleri araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Parazitoit ve Konak Kültürlerinin Kurulması

Deneylerde kullanılan *P.turionellae*'nin bu çalışmada konağını oluşturan *Galleria mellonella* L. kültürü 31 ± 1 °C sıcaklık, % 50 ± 10 bağıl nem içeren ve devamlı karanlık olan kültür odasında, içerisinde 1000 gr kepek, 100 ml süzme bal, 200 gr bal peteği, 100 ml gliserin ve 50 ml su bileşiminde besin bulunan üç litrelik cam kavanozlarda devam ettirildi.

Parazitoit *P.turionellae*'nin stok kültürü, 26 ± 2 °C sıcaklık, % 60 ± 20 bağıl nem ve günlük 12 saat ışıklandırma içeren laboratuvar koşullarında, konağı *G. mellonella* puplarını parazitlemek suretiyle yapıldı. Konak puplarındaki yaklaşık 14-25 günlük gelişmeden sonra ergin olarak çıkan *P.turionellae* erginleri 25 x 25 x 25 cm boyutlarındaki kafeslere alındı. Her bir kafese alınan 25-30 ergin bireye % 30'luk bal çözeltisi, su ve iki günde bir konak pupu verilerek beslenmeleri sağlandı.

Deney Gruplarının Oluşturulması

P.turionellae dişilerinin glikojen seviyelerine açlık, beslenme, yaşlılık ve parazitlenmenin etkilerini belirlemek için önce bazı ön çalışmalar yapıldı. Ayrıca, böceklerin bıraktıkları yumurta sayısını saptamak için, her birinde dört dişinin bulunduğu, 15 x 15 x 15 cm boyutlarındaki dört kafesten ikisinde tek günlerde, diğer ikisinde ise çift günlerde bir saat süreyle ikişer konak pupu parazitletirildi. Erginlere konak puplarını parazitletme işlemi tek günler için üçüncü günde, çift günler için dördüncü günde başlatıldı. Parazitlenen puplar, binde sekizlik sodyum klorür çözeltisi içerisinde disekte edilerek yumurtalar ince bir fırça yardımı ile sayıldı.

Bütün deneylerin tekrarında yeni çıkan dişiler kullanıldı.

Açlığın etkisini tayin için *P.turionellae* dişilerine su dışında hiç bir şey verilmedi. Bu deney grubunda bir, üç ve altı gün aç bırakılan, ayrıca konak puplarından yeni

çıkan, sıfır yaş olarak adlandırılan dişi bireylerde glikojen analizi yapıldı.

Beslenme ve yaşlılığın glikojen düzeyine etkisi, bir, üç, altı, 14, 21, 30 ve 45 gün boyunca % 30'luk bal çözeltisi ve su verilerek beslenen dişi bireylerde araştırıldı.

Parazitlenmenin glikojen düzeyine etkisini tayin deneylerinde, % 30'luk bal çözeltisi ve su verilerek beslenen dişi bireylere, konak puplarından ilk çıktıkları günden itibaren, konak puplarını parazitleyecek, ancak beslenmesini önleyecek şekilde süzgeç teline sarılmış taze pup verildi. Bu şekilde sarılı puplardan her kafese iki adet konulup, iki günde bir yenisi ile değiştirildi. Bu deney grubunda altı, 14 ve 30 günlük dişilerde glikojen analizi yapıldı.

Glikojen Analizi

Glikojen analizi için deney süresini tamamlamış dişi bireyler teker teker hassas terazide tartılarak yaş ağırlıkları kaydedildikten sonra, %10'luk soğuk trikloroasetik asit (TCA) içerisine atılıp öldürüldü ve glikojen analizi yapılana kadar -10°C'de bu asit içerisinde saklandı.

P.turionellae örneklerinden glikojenin özütlenmesinde sıçanlar için geliştirilmiş olan yöntem (18) böcekler için modifiye edildi. Bunun için böcekler önce %10'luk soğuk TCA içerisine homojenize edildi. Daha sonra elde edilen homojenat 3500xg devirde santrifüj edildi. Elde edilen süzüntüden çalışmanın iki paraleli için birer ml özüt alındı. Geri kalan süzüntü, stok olarak -10 °C'de muhafaza edildi. Süzüntülerin üzerine etil alkol eklenerek 35-40 °C'lik su banyosunda glikojenin çökmesi için bir gece bekletildi. Örneklerden elde edilen glikojen miktarının saptanmasında "Anthron Testi" (19) kullanıldı. Örneklerin absorbanları 620 nm dalga boyunda okundu.

Verilerin Değerlendirilmesi

Deneylerin her tekrarında *P.turionellae*'nin ergin dört dişi bireyi kullanıldı. Tüm deneyler üç defa tekrar edildi. Deney gruplarında glikojen seviyelerinin karşılaştırılmasında her böceğin yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesi esas alındı. Yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesine ait veriler "Varyans Analizi Yöntemi" (20) ile değerlendirildi. Ortalamalar arasındaki farkın önem seviyesini belirlemek için "Multiple Range Testi" (21) kullanıldı.

Bulgular

Açlığın *P.turionellae* Dişilerinin Glikojen Seviyelerine Etkisi

Böceklerin aç olarak en çok 6-7 gün yaşadıkları yapılan ön denemelerle saptandı. Puplardan yeni çıkan ve sığır yaş olarak adlandırdığımız bireylerde, ayrıca bir, üç ve altı gün aç bırakılan bireylerde açlığın glikojen seviyelerine etkisi ile ilgili deneylerin sonuçları aşağıda (Tablo 1) verilmiştir. Tablo 1'den görüldüğü gibi, böceğin aç bırakılması glikojen seviyesinin hızla düşmesine neden olmaktadır. Yeni çıkan *P.turionellae* dişilerinde ortalama glikojen seviyesi 0.06 mg iken, bir, üç ve altı gün aç bırakılan bireylerde glikojen seviyesi yaklaşık 1/2 ile 1/3 oranında azalmaktadır. Ortalama yaş ağırlığına göre glikojen yüzdelere bakıldığında (Tablo 1) glikojen

yüzdesinde de aç bırakılmayla hızlı bir düşüş olduğu görülmektedir.

Beslenme ve Yaşlılığın *P.turionellae* Dişilerinin Glikojen Seviyelerine Etkisi

Mevcut laboratuvar şartlarında *P.turionellae* dişilerinin ortalama 45 gün yaşadıkları saptandı. Beslenme ve yaşlılığın glikojen düzeyine etkisi ile ilgili deney sonuçları Tablo 2' de verilmiştir. Tablo 2' den izlenebileceği gibi bireylerin % 30'luk bal çözeltisiyle beslenmesi glikojen seviyesini önemli derecede arttırmaktadır. Sıfır yaş erginlerinde ortalama glikojen miktarı 0.06 mg iken, bu miktar bir günlük bireylerde iki katına, üç günlük bireylerde dört katına ulaşmaktadır. Böceğin ortalama glikojen miktarında birinci günden 14. güne kadar beslenmeye bağlı olarak olan artış 14. günde en yüksek

Tablo 1. Açlığın *P.turionellae*'nin Glikojen Seviyesine Etkisi

Açlık Süresi (Gün)	Kullanılan Birey Sayısı	Ortalama (x) ± SH		Ortalama Yaş Ağırlığına Göre Glikojen Yüzdesi (%) (Ortalama (x) ± SH)y
		Yaş Ağırlık (mg)	Glikojen Miktarı (mg)	
0	12	29.00 ± 0.59	0.06 ± 0.00 a	0.22 ± 0.01 a
1	12	21.67 ± 3.24	0.02 ± 0.00 b	0.08 ± 0.02 b
3	12	22.67 ± 0.90	0.03 ± 0.01 b	0.13 ± 0.03 b
6	12	24.33 ± 1.22	0.02 ± 0.01 b	0.09 ± 0.03 b

x: Üç tekrarın ortalaması; her tekrarda 4 dişi birey kullanıldı.

y : Aynı sütunda aynı harfi kapsayan değerler arasında istatistiksel olarak önemli fark yoktur. P>0.05

SH: Standart Hata

Tablo 2. Bal Çözeltisi ile Beslenmenin *P.turionellae*'da Glikojen Seviyesine Etkisi

Besleme Süresi (Gün)	Kullanılan Birey Sayısı	Ortalama (x) ± SH		Ortalama Yaş Ağırlığına Göre Glikojen Yüzdesi (%) (Ortalama (x) ± SH)y
		Yaş Ağırlık (mg)	Glikojen Miktarı (mg)	
0	12	29.00 ± 0.59	0.06 ± 0.00a	0.22 ± 0.01a
1	12	26.67 ± 0.90	0.12 ± 0.05ac	0.45 ± 0.21ad
3	12	31.33 ± 1.48	0.23 ± 0.01bc	0.73 ± 0.05bd
6	12	36.67 ± 1.22	0.32 ± 0.06bd	0.86 ± 0.14bd
14	12	36.67 ± 2.38	0.54 ± 0.03e	1.49 ± 0.14c
21	12	38.33 ± 3.24	0.38 ± 0.04d	1.00 ± 0.06b
30	12	33.67 ± 5.89	0.26 ± 0.08b	0.77 ± 0.16bd
45	12	32.67 ± 5.14	0.25 ± 0.05b	0.79 ± 0.17bd

düzye olan 0.54 mg'a ulaşmaktadır. Bu artış, 21. ve 30. günlerde gittikçe düşmekte, 45. günde ise 30. günde ki ne yakın bir seviyede bulunmaktadır.

Ortalama yaş ağırlığına göre glikojen yüzdelerine bakıldığında (Tablo 2), bu yüzdenin 14 günlük bireylerde maksimum olduğu görülmektedir. 14 günlük bireylerin ortalama yaş ağırlığına göre glikojen yüzdeleri diğer deney gruplarındaki yüzdelerden istatistiksel bakımdan farklıdır.

Parazitlenmenin *P.turionellae* Dişilerinin Glikojen Seviyelerine Etkisi

Parazitlenme yaptırılan dişilerin glikojen seviyeleri ile ilgili deney sonuçları Tablo 3' de verilmiştir. Tablo 3' den izlendiği gibi, ergin dişi böceğin ilk altı gün içinde parazitlenme faaliyeti sonunda glikojen seviyesi 0,14 mg; yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesi % 0.59'dur. Her ne kadar 14 günlük böceklerde yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesi altı günlük böcekler göre düşük ise de, ortalama glikojen miktarlarında durum tersinedir. 30 günlük parazitlenme faaliyetinde bulunan *P.turionellae* dişilerinde ortalama glikojen miktarı yaklaşık altı günlük böceklerdeki kadardır. Bununla beraber, altı günlük bireylerde yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesi 30 günlük bireylerinkinden (% 0.45) yüksektir. 14 günlük bireylerde de yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesi altı günlük bireylerden daha düşüktür.

Her ne kadar parazitlenme deneylerinde en yüksek ortalama glikojen miktarı 14 günlük bireylerde belirlense de, altı, 14 ve 30 günlük böceklerin yaş ağırlığına göre glikojen yüzdeleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

P.turionellae Dişilerinde Yumurta Verimi

P.turionellae dişileri ile yapılan ön çalışmada dişilerin

erginleştikten genellikle 3-6 gün sonra konak puplarını parazitlenme faaliyetine başladıkları belirlenmiştir. Bu nedenle dişilerin konağa bıraktığı yumurta sayılarını saptama işlemine erginleştikten sonraki üçüncü günden itibaren başlandı. Yumurta veriminin saptanmasında, materyal ve metod kısmında belirtilen yol izlendi. *P.turionellae* dişilerinin bir ay süresince konak puplarına bıraktıkları yumurta sayıları Tablo 4' de verilmiştir. Bu tablodaki verilerden *P.turionellae*'nin 3-6 günler arasında bir günde bıraktığı ortalama yumurta sayısı 0.68 iken, bu sayı 7-14 günler arasında 1.62' ye yükselmekte, 15-30 günler arasında 1.24' e düşmektedir. Yine bu verilere göre, böceğin yumurtlama dolayısıyla parazitlenme faaliyetinin altıncı günden itibaren artmaya başlayarak daha sonraki günlerde birbirine yakın seviyelerde devam ettiği anlaşılmaktadır. Bununla beraber, bırakılan yumurta sayısının en yüksek 9-24 günler arasında olduğu görülmektedir. Bırakılan yumurta sayısında 24. günden itibaren bir düşüş olmakla beraber, daha kesin sonuca varmak için çok tekrarlı yumurta sayımı yapılması gerekmektedir.

Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada, Hymenopter bir endoparazitoit böcek türü olan *P.turionellae*'nin ergin dişilerinde açlık, beslenme, yaşlılık ve parazitlenmenin glikojen seviyesine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan ön çalışmalar sonucunda, laboratuvar şartlarında *P.turionellae* bireylerinin $26 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklık, 12 saat ışıklandırma ve % 50 ± 10 bağıl nem bulunan ortamda yaklaşık 45 gün yaşadıkları saptanmıştır. Bu değerlerin üzerine çıkıldığında ise ömürleri kısalmıştır. Böceklerde yaşama ve gelişme için gerekli optimum

Tablo 3. Parazitlenmenin *P.turionellae*'nin Glikojen Seviyesine Etkisi

Gün	Kullanılan Birey Sayısı	Ortalama (x) \pm SH		Ortalama Yaş Ağırlığına Göre Glikojen Yüzdesi (%) (Ortalama (x) \pm SH)y
		Yaş Ağırlık (mg)	Glikojen Miktarı (mg)	
6	12	23.33 \pm 1.70	0.14 \pm 0.02 a	0.59 \pm 0.10 a
14	12	34.67 \pm 1.22	0.17 \pm 0.03 a	0.50 \pm 0.11 a
30	12	29.00 \pm 2.56	0.13 \pm 0.02 a	0.45 \pm 0.06 a

Tablo 4. *P. turionellae*'nin Bir Ay Süresince Konak Pupa Larına Bıraktığı Yumurta Sayıları

Gün (Tek)	Bırakılan Yumurta Sayısı (Ortalama ± SH)	Gün (Çift)	Bırakılan Yumurta Sayısı (Ortalama ± SH)	Ortalama
3	0.65 ± 0.11	4	1.00 ± 0.00	0.82
5	1.07 ± 0.23	6	2.75 ± 0.00	1.91
4 günde bırakılan toplam yumurta sayısı: 2.73		Bir günde bırakılan yumurta sayısı: 0.68		
7	2.40 ± 0.28	8	1.75 ± 0.00	2.07
9	3.12 ± 0.08	10	3.50 ± 0.89	3.31
11	2.75 ± 0.53	12	5.00 ± 0.89	3.87
13	3.22 ± 0.01	14	4.25 ± 2.30	3.73
8 günde bırakılan toplam yumurta sayısı: 12.98		Bir günde bırakılan yumurta sayısı: 1.62		
15	2.20 ± 0.00	16	3.87 ± 2.74	3.03
17	3.25 ± 0.00	18	3.25 ± 0.89	3.25
19	3.12 ± 0.26	20	1.75 ± 0.18	2.43
21	3.00 ± 0.00	22	2.60 ± 0.00	2.80
23	3.75 ± 0.18	24	2.80 ± 0.35	3.27
25	2.27 ± 0.72	26	1.65 ± 0.25	1.96
27	0.92 ± 0.23	28	1.30 ± 0.50	1.11
29	3.00 ± 1.06	30	1.10 ± 0.35	2.05
Toplam	34.72	Toplam	36.57	35.61
16 günde bırakılan toplam yumurta sayısı: 19.9		Bir günde bırakılan yumurta sayısı: 1.24		
28 günde bırakılan toplam yumurta sayısı: 35.61		Bir günde bırakılan yumurta sayısı: 1.27		

sıcaklığın üzerindeki sıcaklık derecelerinin ömür uzunluğunu azalttığı böcek ekolojisinde bilinen bir konudur (22). Bu ön çalışmanın sonuçlarına göre *P.turionellae*'nin yaşadığı optimum sıcaklığın üzerindeki sıcaklık dereceleri ömür uzunluğunu önemli ölçüde azaltmaktadır. Her ne kadar *P.turionellae*'da ömrün parazitoit ve konak pupu büyüklüğüne bağlı olarak değişebildiği bildirilmekte ise de (23), deneylerimizde konak pupaları ve parazitoit böcekler hemen hemen aynı büyüklükte seçilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada, *P.turionellae* dişilerinde ömür uzunluğunu azaltan en önemli etkenin optimum yaşama sıcaklığının üzerine

çıkarılan sıcaklık dereceleri olduğu söylenebilir. Bu durum aynı zamanda, *P.turionellae*'nin, bu çalışmanın yapıldığı Antalya gibi sıcak iklime sahip bir tarım bölgesine ekolojik uyumunun da çok az olabileceğine işaret etmektedir.

Böceklerde en önemli enerji kaynakları, glikojen depoları ve yağ dokusudur (24). Metabolik ve fiziksel faaliyetlerin yürütülmesinde ilk başvurulan enerji kaynağı glikojendir (3,25). *P.turionellae*'da da glikojen ilk başvurulan enerji kaynağıdır (9).

P.turionellae dişilerinin aç bırakılması glikojen

depolarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Tablo 1). Konak puplarından yeni çıkan *P.turionellae* dişilerinde yaş ağırlığa göre glikojen yüzdesi % 0.22 iken bu oran altı gün aç bırakılan bireylerde 1/3'e yakın bir oranda düşmektedir. Bazı böcek türlerinde açlığın glikojen seviyelerini önemli ölçüde düşürdüğü saptanmıştır. (6,26). *P.turionellae*'da da glikojen seviyeleri açlık nedeniyle önemli ölçüde düşmekle birlikte tamamen kaybolmamaktadır. Bu durum belki de yumurtlamaya hazırlık evresinde bulunan *P.turionellae* dişilerinin neslini devam ettirebilmesi için belirli bir miktar glikojeni saklı tutma ihtiyacından kaynaklanabilir. Bir çalışmada, karbohidratsız besin ile beslenen *P.turionellae* dişilerinin dokuz gün yaşayabildikleri saptanmıştır (27). Bu çalışmada ise aç bırakılan *P.turionellae* dişilerinin 6-7 gün yaşayabildikleri gözlemlendi. Bu iki durumu karşılaştıracak olursak, *P.turionellae* dişilerinin karbohidratsız besinle beslenmesi ile aç bırakılması durumları arasında, yaşamlarına etkisi bakımından çok az bir farklılığın olduğu görülür. *P.turionellae*'da çeşitli karbohidratların, karbohidratsız besine göre glikojen seviyesini önemli ölçüde arttırdığını saptayan çalışma da dikkate alındığında, bu böceğin yaşamasında besindeki karbohidratların ve karbohidratlardan sentezlenen glikojenin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (9, 16).

P.turionellae dişilerinin ölmesinde, aç bırakılma sonucu, ilk başvurdukları enerji kaynakları olan glikojenin tükenmesi önemli bir etken olmakla birlikte, ölüme tek başına neden değildir. Beslenme deneyleri sırasında bazı böcekler değişik günlerde ölmüşlerdir. Bu böceklerde yapılan glikojen analizlerinde yaş ağırlığa göre glikojen yüzdesi ortalama % 0.54 olarak bulunmuştur. *P.turionellae*'da en yüksek glikojen seviyesi 14 gün beslenmiş bireylerde yaş ağırlığa göre % 1.49 oranındadır (Tablo 2). Bu durumda *P.turionellae*'nin açlıktan ve beslenerek ölen bireylerde glikojen seviyelerinin tamamen kaybolmadığı, yaklaşık 1/3 oranında azaldığı anlaşılmaktadır.

Beslenme deneyleri sırasında belirli günlerde ölen *P.turionellae* dişilerinde belirli miktarlarda bulunan glikojenin bir kısmının böceğin ovaryumlarındaki yumurtalarda bulunan glikojen olması da olanak dahilindedir.

P.turionellae'nin aç bırakılması, glikojen seviyesini

yaklaşık bir günde 1/3 oranında düşürmektedir. Bir günlük aç bırakılan böcekler ile üç ve altı gün aç bırakılan böceklerin yaş ağırlığa göre glikojen yüzdeleri arasında istatistiksel açıdan önemli bir fark yoktur. Buradan *P.turionellae* dişilerinin bir günlük aç bırakılma ile glikojen seviyelerini belirli bir orana kadar tükettikleri, diğer günlerde bu oranı muhafaza ettikleri anlaşılmaktadır. Her ne kadar üç gün aç bırakılmada yaş ağırlığa göre glikojen yüzdesinde bir artış görünüyorsa de, bu artış istatistiksel açıdan önemli değildir (Tablo 1).

P.turionellae dişilerinde, beslenmeye bağlı olarak glikojen seviyesi önemli ölçüde artmaktadır. *P.turionellae*'nin ergin öncesi gelişme evrelerinde glikojen seviyesinin beslenmeye bağlı olarak artış gösterdiği saptanmıştır (8). Çeşitli böcek türlerinde de beslenme aktifliğine bağlı olarak glikojen seviyesinin arttığı gösterilmiştir (2,26,28). *P.turionellae* dişilerinde % 30'luk bal ile beslenmeye bağlı olarak glikojen seviyesinde katlar şeklinde olan artışlar en yüksek seviyeye 14. günde ulaşmakta, 21. günden itibaren yaşın ilerlemesine bağlı olarak 30. ve 45. günde bir düşüş göstermektedir. Böceğin 30. ve 45. günlerinde glikojen seviyeleri birbirine yakın değerlerdedir (Tablo 2). Böceklerde yaşın ilerlemesine bağlı olarak glikojen seviyesinde düşüş olmaktadır (2,28).

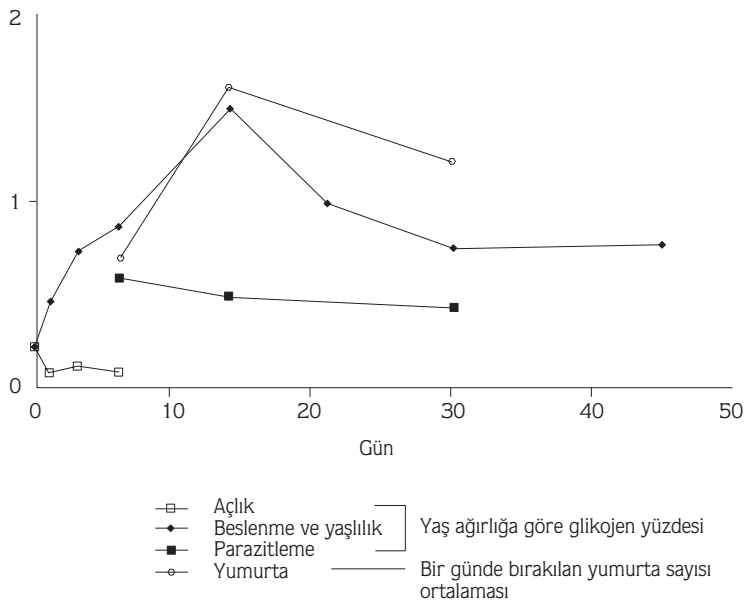
P.turionellae dişileri konak puplarını parazitlemeye ergin olduktan sonra 3-4 gün içinde başlamaktadır (23). Deneylerimizde *P.turionellae*'nin konak puplarına bıraktığı yumurta sayılarıyla glikojen seviyeleri arasında bir uygunluk bulunmaktadır. *P.turionellae*'da üçüncü günden altıncı gün sonuna kadar bir günde bırakılan ortalama yumurta sayısı yaklaşık ikibuçuk kat artarak 1.62 olmuştur. Böceğin 14. günden 30. güne kadar bir günde bıraktığı ortalama yumurta sayısı daha önceki periyoda göre % 23'lük bir düşüş göstererek 1.24 olmaktadır (Tablo 4). Beslenme deneylerinde *P.turionellae*'nin altı günlük dişilerinde yaş ağırlığa göre glikojen yüzdesi % 0.86 iken bu yüzde 14 günlük bireylerde yaklaşık iki kat bir artış göstermekte, 30 günlük bireylerde ise hemen hemen yarı yarıya bir düşüş göstermektedir (Tablo 2). Buradan *P.turionellae*'daki glikojen seviyeleri ile bıraktıkları yumurta sayısı arasında bir uygunluk olduğu ortaya çıkmaktadır. Bırakılan yumurta sayısı arttıkça glikojen seviyesinin de arttığı yumurta sayısı azaldıkça glikojen seviyesinin de azaldığı görülmektedir.

P.turionellae'nin *G.mellonella* konak puplarını her gün parazitlemesi glikojen seviyelerinde önemli ölçülerde azalmalara neden olmaktadır. Böceğin beslenme deneylerinde altıncı günde % 0.86 olan yaş ağırlığına göre glikojen yüzdesinde, parazitleme deneylerindeki böceğin altıncı gündeki (% 0.59) glikojen yüzdesine göre % 32'lik bir kayıp olmaktadır. *P.turionellae*'nin glikojen seviyesinde benzer kayıplar parazitleme deneylerinde 14 günlük (% 66 kayıp) ve 30 günlük (% 42 kayıp) bireylerde de görülmektedir (Tablo 2 ve 3). Bu kayıplar böceğin bıraktığı yumurta sayılarına da uygunluk göstermektedir. Buradan böceğin yumurta oluşturma, yumurta bırakma ve parazitleme etkinliğinin önemli ölçüde enerji gerektirdiği, bu enerjinin büyük bir kısmının

glikojenden sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

Böceklerin yumurtlamaya hazırlık ve ovipozisyon durumlarında da önemli ölçüde glikojen tüketmeleri, glikojenin ilk başvuru enerji kaynağı olmasından dolayı olarak dahilindedir. Bir Hymenopter türü olan *Solenopsis invicta*'ta ovipozisyona bağlı olarak glikojen miktarının düştüğü saptanmıştır (29). Diğer bazı parazitoidlerde de benzer durumlara rastlanmaktadır (30).

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, *P.turionellae*'nin dişilerinde glikojen seviyelerinin beslenmeye bağlı olarak önemli ölçüde arttığını; açlık, yaşlanma ve parazitleme faaliyetine bağlı olarak da düştüğünü göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. *P.turionellae*'nin Açlık, Beslenme, Yaşlılık ve Parazitlenme Durumlarında Yaş Ağırlığına Göre Glikojen Yüzdesi ve Bir Günde Bıraktıkları Yumurta Sayısı

Kaynaklar

- Hassell, M.P. and Waage, J.K. Host-Parasitoid Population Interactions. Ann. Rev. Entomol., 29, 89-114, 1984.
- Rockstein, M. Glycogen metabolism in insects. Bull. Brooklyn Ent. Soc., 45, 74-81, 1950.
- Bailey, E. Biochemistry of insect flight. In "Insect Biochemistry and Function" (ed. by Candy, D.J. and Kilby, B.A.). Chapter II, 89-167, Science paperbacks, Chapman and Hall London, 1978.
- Wilps, H. and Gäde, G. Hormonal regulation of carbohydrate metabolism in the Blowfly phormia Terraenovae. J. Insect Physiol., 36, (6): 441-449, 1990.
- Zaluska, H. Glycogen and chitin metabolism during development of the silkworm (*Bombyx mori* L.). Acta Biologica Experimentalis, 19, 339-351, 1959.
- Ludwig, D., Crowe, P.A. and Hassemer M. M. Free fat and glycogen during metamorphosis of *Musca domestica* L. New York Entomological Society, 72, 23-28, 1964.
- Haque, M.S. Total glycogen during development of *Kerria lacca* (Kerr.) (Homoptera: Coccoidea). Can. J. Zool. 53, 290-292, 1975.
- Yanikoğlu, A. *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nin Başkalaşımı Sırasında Glikojen Miktarındaki Değişmeler, Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg. 3,(1): 57-68, 1985b.

9. Yanıkoğlu, A. Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Larvalarının Yaşama ve Gelişmesine Kalitatif Etkileri. Türkiye I. Biyolojik Mücadele Kongresi, 382-391, Adana, 1986.
10. Hawlitzky, N. et Mainguet, A.M. Analyse quantitative des lipides, des substances azotées et du glycogène chez la larve d'un insecte parasite ovo-larvaire *Phanerotoma flavitestacea* (Hymenoptera, Braconidae). Ent. exp. and appl. 20, 43-55, 1976.
11. Yanıkoğlu, A. Düşük Sıcaklığın *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Pupa'nın Glikojen Seviyelerine Etkisi. Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg., 13, 53-66, 1990.
12. Takahashi, S. and Harwood, R.F. Glycogen Levels of adult *Culex tarsalis* in response to photoperiod. Annals of the Entomological Society of America, 57, 621-623, 1964.
13. Shimada, K., Sakagami, S.F. Honma, K. and Tsutsui, H. Seasonal changes of glycogen/trehalose contents, supercooling points and survival rate in mature larvae of the overwintering soybean pod borer *Leguminivora glycinivorella*. J. Insect Physiol. 30, (5): 369-373, 1984.
14. Schopf, A. Zur Diapause des Puppenparasiten *Pimpla turionellae* L. (Hym.: Ichneumonidae). Zool. Jb. Syst. 107, 537-567, 1980.
15. Sandlan, K. Host suitability and its effects on parasitoid biology in *Coccygomimus turionellae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ann. Entomol. Soc. Am., 75, 217-221, 1982.
16. Yanıkoğlu, A. Bazı Karbohidratların *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın Glikojen Sentezine Etkileri. Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg. 3, (2): 205-210, 1985 c.
17. Yanıkoğlu, A. 2,4-D'nin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae) Dişilerinin Glikojen Seviyelerine Etkisi. Cumhuriyet Üniv. Fen Bil. Derg. 8, (1): 27-34, 1989.
18. Roe, H.J., Bailey, J.M., Gray, R.R. and Robinson, J.N. Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroacetic acid solution. J. Biol. Chem., 236, 1224-1246, 1961.
19. Carroll, N.V., Longley, R.W. and Roe, J.H. Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroacetic acid solution. J. Biol. Chem., 220, 583-593, 1956.
20. Snedecor, G.W. and Cochran, W.G. Statistical Methods, 6th ed. Ames, Iowa U.S.A.: Iowa State University Press, 1967.
21. Duncan, D.B. Multiple Range and Multiple F Test, Biometrics, (11): 1-14, 1955.
22. Çanakçıoğlu, H. Orman Entomolojisi. İst. Üni. Orman Fak. Yayınları: 3405, İstanbul, 385 ss., 1989.
23. Sandlan, K. Sex ratio regulation in *Coccygomimus turionellae* Linnaeus (Hymenoptera: Ichneumonidae) and its ecological implication. Ecological Entomology (4): 365-378, 1979.
24. Vardanis, A. Glycogen Synthesis In The Insect Fat Body. Biochim. Biophys. Acta, 73, 565-573, 1963.
25. Sactor, B. Biochemistry of insect flight. In "Insect Biochemistry and Function" (ed. by Candy, D.J. and Kilby, B.A.). Chapter I, 1-81, Science paperbacks, Chapman and Hall London, 1978.
26. Murat, J.S.H., Hasan, S.A. and Usmani, N.N. Glycogen concentration in fed and starved *Loccortrophes maculatus* (adult) and *Culex pipiens fatigans* (larval and pupal forms). Indian J. Zool., (4): 19-22, 1976.
27. Emre, İ. ve Yazgan, Ş. Besin bileşenlerinin *Pimpla turionellae* L. (Hymenoptera: Ichneumonidae)'nın üremesi üzerine etkileri. Doğa-Tr.J. of Biology, 14, (2): 96-104, 1990.
28. Nettles, W.C. and Betz, N. Glycogen in the boll weevil with respect to diapause, age and diet. Ann. Entomol. Soc. Amer., 58, 721-726, 1965.
29. Toom, P.M., Cupp, E., Johnson, C.P. and Griffin, I. Utilisation of body reserves for minim brood development by queens of the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. J. Insect Physiol., 22, 217-220, 1976.
30. Godfray, H.C.J. Parasitoids. Behavioral and Evolutionary Ecology, John R. Krebs and Tim Clutton-Brock, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 473 pp; 1994.