

Derleme (Review)**Bazı do al dü manların kitle üretiminde kalite kontrolüne yönelik biyolojik parametreler¹**

Biological parameters a spect of quality control in mass rearing of some natural enemies

Miray DURLU KÜLBA^{2*} Avni U UR²**Summary**

In biological control applications, natural enemies have to be mass reared in laboratories and then released in adequate conditions. Natural enemies released should have suitable and sufficient behavioural and physical features to be effective on the target population. This situation shows that quality control programs are very important in biological control applications. Quality control programs are applied for reared natural enemies to maintain their quantity and quality. The aim of quality control program is to control if behavioural and biological features of long term reared beneficial species are conserved or not. In quality control programs, all characteristical features of beneficial insects which show the quality of insects must be determined. Bigler (1989) said that these features must be determined with scientific data according to the biological stages and related to biological and behavioural features of natural enemies on the field. Rearing of beneficial insects, factors affecting mass rearing, problems in rearing, parameters (genetic structure, morphological structure, behaviour, biochemical structure and biological features) which determined quality features of beneficial insects must be considered in quality control programs.

Key words: Quality control, beneficial insect, rearing, biology**Özet**

Biyolojik mücadele uygulamalarında salımı yapılacak türlerin laboratuvarlarda kitle halinde üretilmesi gerekmektedir. Salımı yapılan do al dü manların da, hedef popülasyon üzerinde etkili olabilmesi için fizyolojik ve davranı sal özelliklerinin uygun ve yeterli olması gerekmektedir. Bu durum biyolojik mücadele uygulamalarında kalite kontrol programlarının önemini ortaya koymaktadır. Kalite kontrol programları, faydalı popülasyonun nitelik ve nicelik bakımından kalitesini devam ettirmek amacıyla kitle üretimi yapılan faydalı böceklerle uygulanmaktadır. Kalite kontrol programının amacı uzun süre kitle üretimi yapılan faydalı türlerin biyolojik ve davranı sal özelliklerinin korunup korunmadı ını kontrol etmektir. Kalite kontrol programlarında, faydalı böce in kalitesini tanımlayan tüm karakteristik özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir. Bu özellikler Bigler (1989)'e göre bilimsel verilerle dönem dönem ortaya konulabilmeli ve do al dü manların arazi ko ullarındaki biyolojik ve davranı sal etkinlikleriyle ili kili olmalıdır. Kalite kontrol programlarında faydalı böceklerin kitle üretimi, kitle üretimini etkileyen faktörler, kitle üretiminde kar ıla ılan sorunlar, faydalı böceklerde kalite özelliklerini belirleyen parametreler (genetik yapı, morfolojik yapı, davranı , böce in biyokimyasal yapısı ve biyolojik özellikleri) göz önüne alınmalıdır.

Anahtar sözcükler: Kalite kontrolü, faydalı böcek, kitle üretimi, biyoloji

¹ Bu çalı ma 28 Aralık 2012 tarihinde Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde Yüksek Lisans Semineri olarak sunulmu ve basılmıştır

² Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, 06110, Dı kapı, Ankara

* Sorumlu yazar (Corresponding author) email: miray.durlu@hotmail.com

Alını (Received): 27.11.2014

Kabul edili (Accepted): 05.02.2015

Giri

Kitle üretimi yapılan böceklerde laboratuvar kalitesiyle ilgili olan birçok özellik Chambers (1977) tarafından belirlenmiştir. Bu özellikler arasında yaama süresi, hareketlilik, ses üretimi, üreme potansiyeli ve devamlılığı, çiftleşme davranışı, konukçuya/ava spesiflik; diinin ara tırma yeteneği, etkili üreme kapasitesi, cinsiyet oranı, konukçu türlerle senkronizasyon ve çevredeki besinlerin uygunluğunu yer almaktadır. Bu faktörlerin herhangi biri veya birkaçı, performansı ve çevredeki türlerin hayatta kalmasını bile etkilemektedir. Kaliteyi etkileyen de i ikliklerden bazıları; metabolik fonksiyonlardaki veya böcek besinindeki de i iklikler, sıcaklık toleransı ve toksinlerdir. Kimyasal ve fiziksel tepkiler, feromon üretimi veya çiftleşme meyi etkileyen faktörler de ayrıca önemlidir.

Tarımsal zararlılara karşı uygulanan mücadele yöntemlerinden biri olan biyolojik mücadelede temel olarak ele alınan yaklaşımlardan biri de do al dü manların laboratuvar ortamında kitle halinde üretilip salınmasıdır. Biyolojik mücadele uygulamalarında kullanılacak olan do al dü manlardan parazitoit veya predatörlerin arazideki veya örtüaltındaki etkinliğini belirleyecek olan kalite kontrol parametreleridir. Laboratuvar ortamında üretilen faydalılardan kalitesel özellikleri yüksek olan bireylerin seçilip salınması gerçekleştirilmektedir. Kalite kontrol çalışmaları sırasında kullanılan parametreler sayesinde laboratuvar ortamında yetiştirilen do al dü manlardan biyolojik, davranışsal veya fiziksel özellikler gibi birtakım özellikler açısından yüksek kalitede bireyler seçilerek başarılı bir biyolojik mücadelenin temeli atılmaktadır.

Do al Dü manların Kitle Üretimi

Kitle üretiminin gerçekleştirilmesi üç temel faktöre bağlıdır. Bunlar faydalı böcek, konukçu-av ve konukçu bitki veya besindir. Laboratuvar ortamında faydalı böceklerin (predatör ve parazitoitler) yetiştirilmesinin amaçları arasında faydalı böceğin biyolojisinin belirlenmesi, konukçu-parazitoit ve av-avcılık ilişkilerinin çalışılması, farklı konukçu ve av spektrumunun belirlenmesi veya faydalı böcek salımlarında düzenli olarak faydalının temininin sağlanması yer almaktadır.

Laboratuvar koşullarında bütün faydalı böceklerin kitle üretiminin gerçekleştirilmesi güçtür. Laboratuvar ortamında böcek yetiştirilmede ihtiyaç duyulan önemli kalite unsurları arasında; kısa yaşam döngüsü, yüksek biyotik potansiyel, beslenme ihtiyacının kolay karşılanması ve alternatif konukçulara sahip olması yer almaktadır. Böcek yetiştirme programı; üreme, davranış, çevre, fizyoloji, beslenme ve genetik faktörlerden etkilenebilmektedir.

Büyük ölçekli böcek yetiştirme programlarının amacı, minimum maliyeti, yer ve maliyetle "uygun" faydalı böceklerin maksimum sayıda üretilmesidir. Bu da kitle üretiminin gerçekleştirildiği laboratuvar ortamında, kitle üretim programının mekanizasyonu ve standardizasyonu, etkili sanitasyon, üretilen faydalı böceklerde kalitenin sürdürülmesiyle sağlanmaktadır (Anonymous, 2012).

Kitle Üretimini Etkileyen Faktörler

1. Üreme

Çiftleşme davranışı türler arasında büyük oranda de i iklik göstermekte ve türlerin çoğunu 18-20 °C sıcaklıkta kolaylıkla çiftleşebilmektedir. Uygun olmayan çevresel koşullarda diiler çeşitli teknikler kullanılarak çiftleşmeye teşvik edilmektedir. Bunlar arasında erkek sayısını diilerle de i tirme, diilerin birkaç saatli beslenmesinin kesilmesi ve diilerin ek besin sağlanarak daha önce beslenmiş erkek bireylerle aynı ortama alınması, dii bireylerin hava hareketlerine maruz bırakılması, dii bireyleri düşük sıcaklıkta bırakma ve ılık altında bu sıcaklıktan aniden "Optimum"a yükseltme, dii bireyleri soğuk ortamda uyuşturmayı maruz bırakma ve uyuşturmanın düzelmesinin ardından birey tüm aktivitesine kavuşmadan hemen önce erkeklerle diileri aynı ortama koyma, yetiştirme kutusunu erginleri bir araya düşürecek şekilde kuvvetlice sallamak yer almaktadır.

Bir yeti tirme programında di i bireyden beklenen en önemli özellik maksimum yumurta üretimidir. Uygun beslenme, yumurta bırakma yeri ve yumurta bırakma zamanı yumurta verimini arttıracaktır. Ayrıca türlerin çiftle me süresi ve sıklı ı önemli bir faktördür. Bir di er önemli faktör cinsiyet oranıdır. Cinsiyet oranı; konukçunun büyüklü ü, çiftle me sayısı ve sıklı ı ile ortam ko ullarından (Sıcaklık, nem, ı ık vb.) etkilenmektedir (Singh, 1982).

2. Davranı

Do al dü manların kitle üretiminde süperparazitizm ve kannibalizm istenmeyen bir durumdur. Parazitoidlerde süperparazitizme etki eden faktörler arasında; konukçu-parazitoit oranı, iki parazitlenme arasında geçen süre, çiftle me, parazitlenen yumurtanın aynı birey ya da farklı birey tarafından parazitlenmesi sayılabilmektedir. Bu nedenle parazitoidlerin üretiminde süperparazitizmden kaçınmak için bu faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir.

Predatörlerin yeti tirilmesinde de üretimi sınırlayan ba lıca faktörlerden biri kannibalizmdir. Üretimde çok sayıda bireyin birarada yeti tirilmesinden kaçınılmalı ve fazla av uygun hale getirilmelidir. Faydalı böceklerde diyapoz dönemine girilmesinin engellenmesi de yeti tiricilik açısından son derece önemlidir. Bu nedenle; diyapozun ba lamasını ve sona ermesini etkileyen faktörler yeti tirmede önemlidir.

Belirli parazitoidlerde görülen konukçuda beslenme davranı ı, üretimi etkileyen bir di er faktördür. Parazitoitin konukçudan beslenmesinin nedeni; yumurtaların olgunlaşması için gerekli proteini elde etmektir. Bu özelli i ta rıyan parazitoidlerde konukçu yo unlu u ayarlanmalı ve ergin di ilere ek besin de sunulmalıdır.

Bir di er önemli faktör faydalı böceklerin yönelim davranı larıdır. I ı a yönelimden yeti tiricilikte farklı ekillerde faydalanılmaktadır. I ı ın kalite ve kantitesinin, bazı türlerin geli imi ve çiftle me davranı ı üzerinde çok büyük etkileri bulunmaktadır (Singh, 1982). I ık yo unlu unun yüksek olması, diurnalpredatör ve parazitoidlerin genel aktivitelerini etkilemektedir. Örne in; Coccinellid predatörlerden *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) zamanının lo ı ı a oranla parlak ı ık altında geçirmektedir (Heidari, 1989). I ık kalitesi ve yo unlu u konukçuların yakın aralıktaki algısını da etkileyebilmektedir (Unwin & Corbet, 1991). Sürekli olarak ı ık düzeninin bulunması, böceklerde arazide bulduklarından daha yüksek oranda üreme gücünün görülmesine yol açabilmektedir (Lum & Flaherty, 1973).

3. Çevre

Yeti tirme ortamındaki fiziksel ko ullar; biyoloji, beslenme ve davranı faktörleri kadar önemlidir (Singh, 1982).

a) Yeti tirme ortamı

Sıcaklık, ı ık, nem, hava ve toz böcek türlerinin yeti tirilmesini etkileyen önemli faktörler içerisinde yer almaktadır. Bu faktörler ayrı ayrı veya birlikte konukçu-avın ve parazitoid-predatörün biyolojik ve davranı sal özelliklerini etkileyebilmektedir. Bu nedenle bu faktörlerin konukçu-av ve do al dü mandan maksimum verim alacak ekilde ayarlanması gerekmektedir. Örne in 26 °C civarındaki bir sıcaklık ve %55-65 arasındaki orantılı nemin, pek çok türün yeti tirilmesi için uygun oldu u bildirilmektedir. Faydalı böce in ya da konukçunun pupadan çıkı ında çok dü ük orantılı nem, olumsuz bir faktör olabilmektedir. Buna kar ın çok yüksek orantılı nem de fungal veya ba ka hastalık problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca orantılı nemin çok yüksek olması larvanın bo ulmasına ve pek çok ergin böce in oksijensiz kalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklık, böceklerde geli me süresinin kılmasına neden olmaktadır.

Çok dü ük sıcaklık ise, erkek entomofag bireylerin sperm olu turma kapasitesine olumsuz etkide bulunmaktadır. I ı n kalite ve kantitesi belirli türlerin geli mesi üzerinde çok büyük bir etkiye sahiptir ve böceklerin çiftle me yetene ini etkilemektedir. Benzer ekilde hava akı ı da böcek geli imini etkilemektedir. Özellikle parazitoitler, genellikle toza kar ı hassastırlar. Bu nedenle parazitoitlerin kitle üretiminde toz olu umu minimize edilmeli veya önlenmelidir (Singh, 1982).

b) Yeti tirme kapları

Yeti tirme kapları; do al dü manın türüne, dönemine, boyutuna, davranı ekline ve miktarına ba lı olarak tercih edilmelidir. Yeti tirme kapları; böceklerin kaç ına kar ı güvenilir, yapılı malzemesi böceklerle kar ı toksik özellikte olmayan, haddinden fazla sıcak, nem ve koku birikmesini önlemeye yönelik olmalıdır. Ayrıca yeterli miktarda hava akı nın sa landı ı, kolayca temizlenebilir, tek kullanımlık, çiftle me ve konukçu-av araması için yeterli büyüklükte, yeti tirme i lemlerinin çe itli safhalarında kullanıma uygun, kolay temin edilebilir ve standart büyüklükte, böceklerin yönelimlerinden avantaj elde edilmesine yönelik tasarlanmı ve otomasyona uyum sa layacak özelliklere sahip olmaları gerekmektedir (Singh, 1982). Ayrıca yeti tirme kapları larva, pupa ve ergin dönemdeki do al dü manları kontaminasyondan koruyacak ekilde tasarlanmalıdır (Anonymous, 2012).

Entomofag böceklerin kapalı kutularda yeti tirilmesi, koku kontaminasyonu ve koku derecesinin kaybına ba lı olarak hem çiftle me etkinli ini azaltmakta hem de ovipozisyonu engellemektedir. Bu nedenle yeti tirme kutularının mümkün oldu unca konukçu ve cinsel cezbedici kokuları absorbe edici maddeleri içermemesi gerekmektedir (Flanders & Ernest,1964).

c) Mikrobiyal bula ma

Mikrobiyal bula ma, tarladan, laboratuvarı ve yapay besinden kaynaklanabilmektedir. Zararlı böceklerin ve patojenlerin bula ması, tarladaki materyalin laboratuvara getirilmesiyle tesadüfi olarak gerçekleşmektedir. Böcek kolonileri az iken, bütün bu istenmeyen organizmaların elimine edilmesi için her türlü i lem hızlı bir ekilde uygulanmalıdır. En uygun yöntem, birkaç küçük ünite kurmak ve istenmeyen organizmalardan kurtulmaktır. Bunu ba arabilmek için laboratuvarı en az 1 veya 2 dölün yeti tirilmesi gerekmektedir. Bula ık olmayan konukçu böcek sto u belirlenene kadar; büyük ölçekli yapılacak olan yeti tirme programına ba lanmamalıdır. Laboratuvarı yeni bir kültüre ba lamak için en güvenilir biyolojik dönemler, tarladan yumurta veya fertil erginlerden birini toplamaktır. Yumurtaların yüzeyi sterilize edilmelidir. Sıkı bir hijyen ve sanitasyon uygulamaları yerine getirilmelidir. Bütün ekipmanlar sterilize edilmelidir. Mikrobiyal kontaminasyon ve çözümleri Singh (1980) tarafından ele alınmaktadır. Besine antimikrobiyal etmenlerin ilave edilmesi ve aseptik tekniklerin kullanımı, bozulmaya neden olan mikroorganizmaların varlı ını önlemektedir. Ancak antimikrobiyal etmenler de kitle üretimi yapılan faydalı böce e zararlı olabilmektedir. Bu etmenlerin, ilgili böcek türünün toleransı ve bula maya neden olan mikroorganizma türünün elimine edilmesi sebebiyle dikkatle seçilmesi gerekti i tavsiye edilmektedir (Singh, 1982).

d) Fizyoloji

Laboratuvarı yeti tiricili i yapılan böceklerin kalitesinde (fizyolojik, biyolojik ve davranı sal özelliklerinde) deformasyonlar gözlenebilmektedir. Örne in; parazitoitin konukçuyu arama yetene i azalabilir veya feromon, enzim ve ses üretim yetene i zarar görebilir. Bazı durumlarda görme algısı da etkilenmektedir. Özellikle yeti tirmenin birkaç döl üzerinden sürdürülmesi gerekiyorsa; bu ve di er fizyolojik faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir (Singh, 1982).

e) Beslenme

Entomofag böceklerin kitle üretiminde maliyeti azaltmak ve otomasyonu sağlamak amacıyla yapay besinin kullanılması ilk olarak 60 yıl önce ortaya atılmıştır. Bu yollardan en pratik olanı fitofag konukçu-avın beslenmesi için bitki yerine yapay besin veya alternatif konukçu-avın *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) veya *Sitotraga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Pyralidae) yumurtaları ile *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera: Tenebrionidae) veya *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları] kullanılmasıdır. Parazitoit ve predatörlerin temel besin ihtiyaçları fitofag böceklerle benzer özellik göstermektedir. Böcekler temelde diğer bütün canlılar gibi protein, karbonhidrat, vitamin ve minerallere ihtiyaç duymaktadırlar. Bütün bu bileşenler onların biyolojik özelliklerini temelden etkilemektedir. Faydalı böceklerin yetiştirilmesinde kullanılan yapay besinler içerik bakımından ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan biri böcek besinleri içerirken diğeri ise içermemektedir. Böcek besinleri içeren besinlerde hemolimf, vücut doku kültürü, arı sütü, arı poleni, yolk proteini ve doğal konukçu-avlardan elde edilen dokular bulunmaktadır. Böcek besinleri içermeyen besinler ise konukçu veya avdan herhangi bir besin içermemektedir.

Böcek için uygun olan besin; büyüme, gelişme, bakım, üreme, fizyoloji ve davranış üzerinde çok temel bir etkiye sahiptir. Ayrıca kitle üretiminde besinin ne kadar sürede tüketildiğine de dikkat edilmedir. Biyolojik mücadelede kitle üretiminde hem konukçu-av hem de parazitoit-predatör için etkili ve ekonomik bir besin ortamı seçilmelidir. Seçilen besinin ekonomik analizinin yapılması, kitle üretim tesisinin gider maliyeti açısından da son derece önemlidir (Singh, 1982).

f) Genetik

MacKuer (1976) faydalı böceklerin yetiştirilmesinde karşılaşılan genetik problemler konusunda farklı araştırmalar yapmıştır. Araştırıcı parazitoit böceklerde erkek bireylerin dominant olarak üretiminin, yetiştirilen parazitoit kültürünün zayıflamasına neden olduğunu bildirmiştir. Çünkü erkek birey sadece çiftle meden sorumlu ve diğeri bireyin döllenmiş yumurta bırakmasını sağlamaktadır. Ayrıca böcek kültürlerinin çok uzun süre yetiştirilmesinin (sürekli melezleme), böcek kültürlerinde genetik gerilemeye neden olduğunu bildirmiştir. Bu durumda selektif melezleme programları ve özel suşların geliştirilmesi tavsiye edilmektedir. Örneğin; bal arılarında kraliçelerin oviduktuna erkek bireyin spermi yapay yolla enjekte edilmektedir. Böylece arı kolonilerini tahrip eden *Varroa* sp. akarlarına karşı savunma mekanizması artırılmaktadır. Laboratuvarında uzun süre yetiştirilen böcek kültürlerine araziden aynı tür böceklerin toplanarak kültüre ilave edilmesi ve kültürdeki bireylerin yeni bireylerle çiftle mesinin sağlanması kültürde meydana gelebilecek olası genetiksel problemleri önlemektedir (Singh, 1982).

Doğal Dümanların Kitle Üretiminde Kalite Kontrolü ve Biyolojik Parametreler

1. Farklı gelişme dönemlerinin süreleri

Pek çok araştırıcı, yapay besinlerin uygunluğunu belirlemek için faydalı böceklerin ergin öncesi dönemlerinin gelişme hızlarını incelemiştir. Genellikle parazitoitlerin ergin öncesi dönemlerinin (Yumurtadan veya 1. dönem larvadan ergin çıkışına kadar) gelişmesi, yapay konukçularda doğal konukçulara göre daha uzun olarak bulunmuştur. Bu durum Van Lenteren (2003)'ün bildirdiğine göre Dindo et al. (1999) tarafından *Exorista larvarum* L. (Diptera: Tachinidae)'da, Carpenter & Greany (1998) ve Ferkovich et al. (1999) tarafından ise *Diapetimorpha introita* Cresson (Hymenoptera: Ichneumonidae)'da gözlemlenmiştir. Cònsoli & Parra (1996) tarafından yapılan çalışmada yapay besinle beslenen *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'un yumurtadan ergine kadar olan gelişmesinde doğal konukçularıyla karşılaştırıldığında gecikme görüldüğü, fakat

Trichogramma galloi Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'de bir farklılık gözlenmedi i belirtilmi tir (Van Lenteren, 2003). Fakat Dahlan & Gordh (1998) tarafından yapılan çalı mada ise *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'un yumurta geli im süresi, yapay besinde do al konukçu yumurtalarına göre daha uzun olarak bulundu u ifade edilmi tir (Van Lenteren, 2003). Buna kar ın Guerra et al. (1993) ve Guerra et al.(1994) tarafından bildirildi ine göre *Bracon mellitor* Say (Hymenoptera: Braconidae) ve *Catolaccus grandis* Burks (Hymenoptera: Pteromalidae)'in toplam geli me süresinde *in vivo* ko ullarda *in vitro* ko ullara göre hiçbir farklılık bulunmadı ı belirtilmi tir (Van Lenteren, 2003).

Aynı ekilde, predatörlerde geli me süreleri genellikle yapay besinlerde daha uzundur. Van Lenteren (2003)'in belirtti ine göre Hagen & Tassan (1965), Vanderzant (1969), Racioppiet et al. (1981) ve Hussein & Hagen (1991), predatörlerin toplam geli me süresinin do al besin üzerinde gözlenen kontrollerden 2-3 kat daha uzun sürede tamamlandı ını bildirmi lerdir.

2. Do al dü manların farklı geli me dönemlerinde hayatta kalma oranları

Cönsoli & Parra (1996), yapay besinlerde yeti tirilen *T. pretiosum* ve *T. galloi*'nin hayatta kalma oranlarının, do al konukçularda yeti tirilenlerden daha dü ük oldu unu bildirmi lerdir (Van Lenteren, 2003). Larva yo unlu u, büyüklü ü veya kannibalizm, genel kalite parametrelerini etkileyen durumlarda kritik olabilmektedir. Grenier et al. (1995) ile Dahlan & Gordh (1997)'a göre yumurta parazitoitleri, sindirim sistemine alınan besin miktarını ayarlayamazlar. Bu yüzden birim besin ba ına geli en parazitoitlerin sayısı, geli me ba arısını belirlemek için anahtar bir veri özelli i ta ımaktadır (Van Lenteren, 2003).

Yapay besinde yeti tirmenin, predatör böceklerin yumurta bırakma oranı üzerinde farklı etkileri vardır. Ancak Hassan & Hagen (1978), De Clercq & Degheele (1992), Adams (2000) ve Arjis & De Clercq (2001)'e göre yapay ortamda yeti tirilen bireylerin yumurta bırakma özelli inin do al besinle beslenen aynı türlerle genellikle benzer olarak bulundu u bildirilmi tir (Van Lenteren, 2003). Van Lenteren (2003)'ün bildirdi ine göre Rojas et al. (2000) ve Wittmeyeret al. (2001) yapay besinde sırasıyla *Perillus bioculatus* Fabricius (Hemiptera: Pentatomidae) ve *Podisus maculiventris* Say (Hemiptera: Pentatomidae)'in di ileri tarafından bırakılan yumurtaların canlılı ının sürekli azaldı ını bildirmi lerdir. Predatörlerde bırakılan yumurtaların canlılı ı incelendi i zaman, erginlerin kannibalistik aktivitesi göz önünde bulundurulmalıdır. Hem Cohen (1985) hem de De Clercq & Degheele (1992) *Podisus* spp. ve *Geocoris punctipes* Say (Hemiptera: Lygaeidae)'in erginlerinde yumurta kannibalizmi oldu unu bildirmi lerdir. Yumurta kannibalizminin derecesi yeti tirilen erginlerin popülasyon yo unlu una ba lıdır; fakat *Podisus* spp.'lerde izole ortamda yeti tirilen di ilerin bile kendi yumurtalarıyla beslendikleri görülmü tür (Van Lenteren, 2003).

Nimf ve larvaların canlılı ını sürdürmesinde, çok sayıda predatör böce in besinleri arasında kar ıla tırma yapılmı ve bu durumun ço unlukla predatörlerin ayrı ayrı veya gruplar halinde yeti tirilmesine ba lı oldu u sonucu ortaya çıkmı tır. Hassan & Hagen (1978) ve Cohen & Smith (1998), un güvesi yumurtaları ve yapay besin üzerinde *Chrysoperla* spp. (Neuroptera: Chrysopidae)'nin hayatta kalma oranlarının benzer oldu unu bildirmi lerdir. Bu her iki çalı mada, larvalar da ayrı olarak yeti tirilmi tir (Van Lenteren,2003). De Clercq & Degheele (1992) ve De Clercq et al. (1998)'a göre *Podisus* spp.'de yapay veya canlı besinden biri ile beslenen nimflerin hayatta kalma ınsaları, predatörler ayrı yeti tirildi inde e it ölçüdedir (>%90). Fakat grup halinde yeti tirildiklerinde kannibalistik aktiviteler, nimflerin hayatta kalma oranlarını %55-75 oranında azaltmı tır (Van Lenteren, 2003). Van Lenteren (2003)'ün bildirdi ine göre Arjis & De Clercq (2001) *Orius laevigatus* Fieber (Hemiptera: Anthocoridae)

ete dayalı besinle grup halinde yeti tirilmesi, *E. kuehniella* yumurtaları ile beslenen kontrollerle karşılaştırıldı. İnda kısmen daha düşük hayatta kalma oranı elde edilmiştir. Rojas et al. (2000) tarafından yapılan çalışmada ise *P. bioculatus* nimflerinin uygun doku kültürlerinde ayrı ayrı yeti tirilmesine rağmen, nimflerin yapay besin üzerindeki yaşam gücünün, dondurulmuş patates böceğinin yumurtaları üzerindekiinden daha düşük olarak bulundu u bildirilmiştir (Van Lenteren, 2003).

Cerutti & Bigler (1995)'e göre erginlerin çıkışı oranı, *Trichogramma* spp.'de *in vivo* koşullardaki farklılıkları belirlemede kullanılan bir kalite kontrol ölçütüdür. Feng et al. (1999)'nın bildirdiğine göre *in vitro* koşullarda yeti tirilen *Trichogramma chilonis* Shih (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ve *Trichogramma dendrolimi* Matsumura (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin çıkışı oranlarının, *in vivo* koşullarda yeti tirilenlerin %90'ı kadar olduğu bildirilmiştir (Van Lenteren, 2003).

Van Lenteren (2003)'nin bildirdiğine göre Grenier et al. (1995) *T. dendrolimi*'nin çıkışı oranı, böcek bileşenlerinden yoksun yapay besinlerde, hemolimli besinlerden daha düşüktür. Fakat sonuçların test edilen suşlara göre de farklılık gösterdiği ifade edilmektedir. Ferkovich et al. (1999, 2000) tarafından yapılan çalışmada besini, uygun doku kültürü ortamı veya uygun konukçunun lipid ekstraktlarıyla desteklemenin ergin çıkışı oranını arttırmadığı bildirilmiştir (Van Lenteren, 2003).

3. Cinsiyet oranı ve simbiyontlarla ilişkisi

Simbiyozis; patojen, parazit, mutualistik veya faydalı etkileşimleri kapsayan geniş bir terimdir. Çoğu simbiyozis ise konukçu ve simbiyont arasındaki pozitif veya mutualistik ilişkiyi kapsamaktadır (Hoy, 2013). Böceklerde bulunan simbiyontlar konukçularına çeşitli avantajlar sağlayabilmektedir. Bu avantajlar arasında besin takviyesi, çevresel olumsuzluklara tolerans, konukçu-bitki uyumunu sağlamak, böceklerde bağışıklık sistemini güçlendirmek sayılabilmektedir (Oliver et al., 2010; Weiss & Aksoy, 2011).

Cinsiyet oranı, Cerutti & Bigler (1995)'e göre *Trichogramma* spp.'lerde kullanılan bir kalite kontrol kriteridir (Van Lenteren, 2003). Werren (1997) ve Stouthamer et al. (1999) en iyi bilinen Rickettsiaceae'lerden *Wolbachia* isimli simbiyontun, pek çok arthropod türünde cinsiyet oranını etkili bir şekilde engellediğini ifade etmektedirler (Van Lenteren, 2003). *Wolbachia*'nın entomofaglar üzerindeki olumsuz etkileri arasında sitoplazmik uyumsuzluk, Hymenoptera'da thelytokie durumu ve Coccinellidae'de erkek bireylerin ölümü yer almaktadır. Van Lenteren (2003)'nin bildirdiğine göre Côté & Parra (1999), yapay besinlerde antibiyotik kullanımının, alfa Proteobacteria (Rickettsiaceae)'ya bağlı simbiyontları barındıran entomofag böceklerin gelişim ve üretimini her zaman olumsuz etkilemediğini bildirmiştir. Stouthamer (1990)'in bildirdiğine göre besinlerde bakterilerin, çoğunlukla da gamma Proteobacteria'larının bulaşmasını önlemek için antibiyotiklerin kullanımının, endosimbiyotik *Wolbachia*'yı enfekteli suşlardan uzaklaştırmada etkili olmadığını belirtmektedir (Van Lenteren, 2003).

Penisilin ve streptomisin bakteriyel savaşta, tetrasiklin ve rifampisin de *Wolbachia*'yı gidermede kullanılmaktadır. Grenier et al. (1998)'un bildirdiğine göre *Wolbachia* ile enfektelenmiş dişi hatlar, biyolojik mücadelede bir avantaj olabilmektedir, çünkü sadece dişi parazitoit bireyler yumurta bırakmaktadır. Fakat *Wolbachia* enfeksiyonları parazitoitlerin yumurta bırakımını etkileyebilmektedir. Bir simbiyontun varlığı veya yokluğu, bazı böcekler için önemli bir kalite kontrol kriteri olabilmektedir. Bir türden başka bir türe transfer edilen simbiyontlar, biyolojik mücadelede salınımları yapılan entomofagların kalitesini arttırmak için de kullanılabilir (Van Lenteren, 2003). Simbiyontlar doğal düşmanların ömür, üreme gücü, cinsiyet oranı gibi özelliklerini etkilediğinden biyolojik mücadelede kullanımı önemlidir.

4. Yumurta bırakma ve üreme

Hassan & Hagen (1978) ve Cohen & Smith (1998)'a göre, birbirine benzer özellikteki besinler üzerinde beslenen predatör böceklerin yumurta veriminin; do adaki avı üzerinde beslenenlerden belirgin bir ekilde daha az oldu u bulunmu tur. Örne in; yapay larva besiniyle beslenen *Chrysoperla* spp. erginlerinin, un güvesi yumurtaları üzerinde beslenen erginlerle benzer üreme kapasitesine sahip oldukları bildirilmi tir (Van Lenteren, 2003).

Van Lenteren (2003)'nin bildirdi ine göre Bernal et al. (1999) yumurta bırakma, di inin büyüklü ünden ve ayrıca ergin besininin miktar ve kalitesinden etkilenmektedir. *Ephestia kuehniella* yumurtaları üzerinde yeti tirilen *Trichogramma* di ilerinin yumurta bırakması, Dutton et al. (1996) tarafından bir kalite kontrol parametresi olarak önerilmektedir (Van Lenteren, 2003). Nurindah et al. (1997) 'nın bildirdi ine göre *T. australicum*'un *in vitro* ko ullarda yeti tirilen di ileri, do adaki veya alternatif konukçuları üzerinde yeti tirilen di ilerden önemli oranda daha fazla döl vermi ve daha fazla konukçu yumurtası parazitlemi lerdir (Van Lenteren, 2003). Carpenter & Greany(1998) tarafından yapılan çalı mada ise *D. introita* di ilerinin yapay besin üzerinde yeti tirildikleri zaman; canlı konukçular üzerinde yeti tirilenlerden önemli oranda daha az yumurta bıraktıkları bildirilmi tir (Van Lenteren, 2003).

Van Lenteren (2003)'nin bildirdi ine göre Arjis & De Clercq (2001) farklı sı ır eti ve ci erle hazırlanan besinle beslenen Anthocorid'lerden *O .jaevigatus* di ilerinin, *E. kuehniella* (Di i ba ina 120-200 yumurta) ile beslenenlerle benzer yumurta verimine sahip olduklarını bulmu lardır. De Clercq et al.(1998)'un bildirdi ine göre etle hazırlanan besin (Di i ba ina 550 adet yumurta) üzerindeki *P. maculiventris*'in yumurta veriminin, *T. molitor* larvaları (Di i ba ina 460 adet yumurta) ile beslenenlerle benzer oldu u ifade edilmi tir (Van Lenteren, 2003).

Arthropod predatörlerin üreme kapasitesini etkileyecek yeti tirme faktörlerini belirlemek son derece önemlidir. Pentatomid predatörlerden *P. maculiventris* üzerinde son zamanlarda yapılan çalı malardan alınan sonuçlar; yumurta verimi için ergin besininin; ergin öncesi dönem besininden daha kritik oldu unu ortaya koymaktadır. "Kurtarma" olarak adlandırılan denemelerde, nimf döneminde yapay besinle beslenip ergin çıkı zamanına yakın dönemde canlı ava transfer edilen *P. maculiventris*, normal bir yumurta bırakma gücü göstermi tir. Fakat, Wittmeyer & Coudron (2001) ve Wittmeyer et al. (2001) av içeren besine aktarılan aynı predatör türlerin, hem nimf hem de ergin dönemde avı üzerinde yeti tirilen predatörlere kıyasla hala daha dü ük oranda yumurta verdi ini bildirmi lerdir. Adams (2001) ve Wittmeyer et al. (2001) tarafından yapılan çalı mada yapay besin üzerinde beslenen predatör pentatomidlerin yumurta bırakma davranı nda olumsuz bir etki görülmedi i, fakat bırakılan yumurta sayısının daha az oldu u bildirilmi tir. Ara tırcıların bu durumu, yapay besinde beslenen pentatomid predatörlerin avla beslenen kontrollerden daha az olgun folikül olu turmaları ile açıkladıkları belirtilmektedir (Van Lenteren, 2003).

5. Ömür

Çiftle en di ilerinin ergin ya ama süresinin; Cerutti & Bigler (1995) ve Dutton et al. (1996)'a göre farklı ko ullarda *in vivo* ortamda yeti tirilen *Trichogramma* türlerinde kullanılan bir kalite kriteri oldu u bildirilmektedir (Van Lenteren, 2003). Ortalama ergin ya ama süresi (ömür), Cònsoli & Parra (1996)'a göre do adaki konukçularında yeti tirilen parazitoidlerle kar ıla tırıldı nda *in vitro* ko ullarda yeti tirilen *T. galloi* ve *T. pretiosum*'da daha kısa olarak bulundu u ifade edilmektedir. Carpenter & Greany(1998) konukçuda ve besinde yeti tirilen *D. introita*'nın ortalama ömründe bir farklılık gözlenmedi ini bildirmi lerdir (Van Lenteren, 2003).

Yapılan bir di er çalı mada ise, Van Lenteren (2003)'nin bildirdi ine göre De Clercq & Degheele (1992) ve De Clercq et al. (1998), *P. maculiventris*'in ortalama ömrünün besinden etkilenmedi ini ortaya koymu lardır. Adams (2000) *P. bioculatus*'un di ilerinde besin ve avla beslenenler arasında ömürde bir farklılık gözlemezken, Rojas et al. (2000) tarafından farklılık oldu u bildirilmi tir (Van Lenteren, 2003).

Sonuç olarak, erginlerin ortalama ömrü (veya yumurta verimi) ve parazitoitler için temin edilen besin çe idi (do al mı yapay mı) arasındaki ili kilerin, ço u predatörden tamamen farklı oldu u belirtilmelidir. Çünkü parazitoit erginlerin ara sıra konukçularla beslendi i görülse bile karnivor organizmalar de illerdir. Parazitoitlerin beslenmesi ergin öncesi dönemde daha önemlidir. Parazitoitler synovigenic ve proovigenic olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Proovigenic parazitotlerde yumurta olumu için ergin beslenmesine gerek yoktur. Yumurtalar önceden olmaktadır. Synovigenic parazitoitlerde ise yumurta olumu için ergin beslenmesi gerekli ve önemlidir. Bu nedenle proovigenic ve synovigenic türlerin ayırt edilmesi gerekmektedir.

Salım Çalı malarında Do al Dü manların Etkinliklerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Çalı malar

Liquido & Nishida (1985), *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Hemiptera: Miridae)'in do adaki avı *Peregrinus maidis* (Ashm.) (Hemiptera: Delphacidae) ve laboratuvar avı *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) üzerinde yeti tirildi inde biyolojik özelliklerinde meydana gelen de i iklikleri ara tırmı tir. Avcı her iki avda da beslendi inde büyüklüklerinin e it oldu u belirtilmi tir. Fakat erginlerin ya ama süresinin avcı do adaki avıyla beslendi inde laboratuvar avından daha uzun oldu u bildirilmektedir. *C. lividipennis*, *P. maidis* ve *C. capitata* üzerinde beslendi inde üreme güçlerinin birbirine benzer olarak bulundu u bildirilmektedir.

Rojas et al. (1999) tarafından yapılan çalı mada *C. grandis* isimli endoparazitoitin laboratuvar konukçusu *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) üzerinde 10 döl boyunca yeti tirildikten sonra do adaki konukçusu *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae)'e verdi i tepkilerdeki farklılıklar ara tırlıdır. Yapılan çalı malarda *C. maculatus*'un *C. grandis*'in laboratuvarında yeti tirilmesi için uygun bir konukçu oldu u belirtilmi tir. Ancak *C. grandis* di ileri 1 döl boyunca do adaki konukçusu üzerinde yeti tirilmesine kar ın 10 döl boyunca sürekli laboratuvar konukçusu üzerinde yeti tirildi i zaman; do adaki konukçusuyla adaptasyonu konusunda önemli de i ikliklerin görüldü ü bildirilmektedir.

Hoffmann et al. (2001), *Trichogramma ostrinae* (Pang et Chen) (Hymenoptera: Trichogrammatidae)'nin laboratuvar konukçuları *E. kuehniella* ve *S. cerealella* üzerinde yeti tirildi inde do adaki ana konukçusu olan *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae) üzerindeki etkinli ini ara tırmı tir. Uzun dölleri boyunca laboratuvarında alternatif konukçusu üzerinde yeti tirilen parazitoitin dölleri arasındaki performansında önemli farklılıklar bulundu u ifade edilmektedir. Pek çok faktörün davranı ı etkileyebilece i için bu farklılıkların parazitizm gibi bir davranı türü ilgili oldu u ifade edilmektedir. Bu faktörleri laboratuvardaki besin, sıcaklık, ı ık, hastalık düzeyleri ile denemedeki de i ikliklerin olu turdu u belirtilmektedir.

Carvalho et al. (2011), laboratuvarında farklı ko ullar altında kitle üretimi yapılan *Orius insidiosus* (Say) (Hemiptera: Anthocoridae) ile *O. laevigatus* ile araziden toplanılan bu avcı türlerin do adaki avı *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae)'i arama davranı ı ve adaptasyonunda görülen farklılıkları Y tüpü hava akı lı olfaktometrede incelemi tir. Laboratuvarında 3 yıldan uzun bir süredir *E. kuehniella* üzerinde yeti tirilen *O. laevigatus*, do adaki avı ve do ada asıl yumurta bıraktı ı konukçu bitkiden yoksun oldu undan avcının thrips enfekteli bitkiden gelen kokuya %50 oranında tepki vermedi i; do adan toplanılan avcılarının ise %20 oranında tepki vermedi i ifade edilmi tir.

Ksentini et al. (2013) tarafından yapılan çalı mada harnup güvesi *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) üzerinde etkili olan laboratuvar da yeti tirilen dört adet *Trichogramma* spp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) türü kar ıla tırlımı tır. Dört *Trichogramma* türünün *E. ceratoniae* yumurtalarından toplanmasına ra men sadece *Trichogramma evanescens* Westwood ve *Trichogramma cacoeciae* Marchal'nin bu zararlı nın yumurtalarını parazitledi i belirtilmektedir. *Trichogramma oleae* Voegelé & Pointel ve *Trichogramma bourarachae* Pintureau & Babault'nin yapay ko ullar altında davranı larındaki bu de i iklimin, harnup güvesi yumurtalarının tercih edilmedi i ve açık alanda sadece daha iyi konukçu bulamadı nda bu yumurtaları parazitleyece inin göstergesi oldu u ifade edilmektedir.

Do al dü manların laboratuvar ortamında alternatif av/konukçusu üzerinde kitle üretimi yapıldı nda do adaki avını/konukçusunu bulma ve yönelme konusunda birtakım adaptasyon güçlükleri görülebilmektedir. Uzun döller boyunca laboratuvar ortamında yeti tirilen parazitoit veya predatörlerin arazideki salım çalı malarında ba arıyla kullanılabilmesi için etkinliklerini belirlemeye yönelik kalite kontrol analizlerinin yapılması gerekmektedir. E er herhangi bir kayıp gözlemlenirse; araziden toplanan aynı do al dü man türünün laboratuvar kültürüne belirli aralıklarla ilave edilmesiyle bu olumsuzlu un giderilmesine yönelik çalı malar yapılmı tır.

Sonuç

Biyolojik mücadele çevreyle dost mücadele yöntemlerinden birisidir. Biyolojik mücadelede yaygın olarak kullanılan temel etmenlerden iki tanesi parazitoit ve predatörlerdir.

Biyolojik mücadelenin etkili bir ekilde uygulanabilmesi do al dü manların kitle üretimine ba lıdır. Kitle üretiminde istenilen ba arıya ula labilmesi için do al dü manların kalite kontrolü çalı malarının gerekli oldu u kanısındayız. Kalite kontrolü çalı malarında büyük miktarlarda üretilen faydalı böceklerin genetik, fizyolojik, biyolojik ve davranı sal özelliklerinin ilk dölden ba layarak sonraki döllerde aynı kalması beklenir. Gereken çalı malar kitle üretimi yapılan faydalı böce in bütün biyolojik dönemleri üzerinde gerçeikle tirilmelidir. Biyolojik mücadele çalı malarında faydalı böceklerin türe ba lı olarak bazı özellikleri üzerinde kalite kontrol çalı maları sürekli olarak yapılmaktadır.

Laboratuvarda uzun süre yeti tirilen do al dü manlarda uçu davranı ı ve arama davranı nda azalmalar, rekabetin olmayı ı, stabil laboratuvar ko ullarına adaptasyon sebebiyle araziye salımları yapıldı nda ba arısız bir biyolojik mücadele sonucu ortaya çıkmaktadır (Bush et al., 1976; Bartlett, 1984; Lerner, 1958). Bu nedenle kalite kontrolü belirleyen parametrelerin parazitoit ve predatörlerin arazi performansının belirlenmesine yönelik olması gerekmektedir (Bigler, 1989).

Yararlanılan Kaynaklar

- Anonymous, 2012. Web sayfası: <http://what-when-how.com/insects/rearing-of-insects> (Eri im Tarihi: Eylül 2012).
- Bartlett, A. C., 1984. Genetic changes during insect domestication. In: *Advances and Challenges in Insect Rearing*, (E. G. King & N. C. Leppla, Eds.), USDA, ARS, New Orleans, LA. 2-8 pp.
- Bigler, F., 1989. Quality assessment and control in entomophagous insects used in biological control. *Journal of Applied Entomology*, 108: 390-400.
- Bush, G. L., R. W. Neck & G. B. Kitto, 1976. Screwworm eradication: Inadvertent selection for noncompetitive ecotypes during mass rearing. *Science*, 193: 491-493.
- Carvalho, L. M., V. H. P. Bueno & C. Castane, 2011. Olfactory response towards its prey *Frankliniella occidentalis* of wild and laboratory-reared *Orius insidiosus* and *Orius laevigatus*. *Journal of Applied Entomology*, 135: 177-183.
- Chambers, D. L., 1977. Quality control in mass rearing. *Annual Review of Entomology*, 22: 289-308.
- Flanders, S. E. & C. B. Ernest, 1964. Standardization of mass rearing procedures for entomophaga. *Bull Org Mond Santé Bull WidHlth Org*, 31: 505-507.

- Heidari, M., 1989. Biological control of glasshouse mealybug using coccinellid predators. Ph.D. Thesis, Wye College, University of London, 372 pp.
- Hoffmann, M. P., P. R. Ode, D. L. Walker, J. Gardner & S. Van Nouhuys, 2001. Performance of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) reared on factitious hosts, including the target host, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Biological Control*, 21: 1–10.
- Hoy, M. A., 2013. *Insect Molecular Genetics- An Introduction to Principles and Applications*, Elsevier, USA, 769 pp.
- Ksentini, I., T. Jardak & N. Zeghal, 2013. A laboratory comparison of four *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae) as potential biocontrol agents for the carob moth, *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae). *Biocontrol Science and Technology*, 23 (4): 465-469.
- Lerner, I., 1958. *Genetic Basis of Selection*. John Wiley & Sons, New York, 298 pp.
- Liquido, N. J. & T. Nishida, 1985. Population parameters of *Cyrtorhinus lividipennis* Reuter (Heteroptera: Miridae) reared on eggs of natural and factitious prey. *Hawaiian Entomological Society*, 25: 87-93.
- Lum, P. T. M. & B. R. Flaherty, 1973. Influence of continuous light on oocyte maturation in *Bracon hebetor*. *Annals of the Entomological Society of America*, 66: 355–357.
- MacKauer, M., 1976. Genetic problems in the production of biological control agents. *Annual Review of Entomology*, 21: 369-385.
- Oliver, K. M., P. H. Degnan, G.R. Burke & N. A. Moran, 2010. Facultative symbionts in aphids and the horizontal transfer of ecologically important traits. *Annual Review of Entomology*, 55: 247–266.
- Rojas, M. G., J. A. Morales-Ramos & E. G. King, 1999. Response of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) to its natural host after ten generations of rearing on a factitious host, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Environmental Entomology*, 28 (5): 137-141.
- Singh, R. P., 1980. Analysis of energy use in canning vegetables. *Proceedings International Symposium on Energy and Food Industry*, Madrid, Spain.
- Singh, R., P. 1982. The rearing of beneficial insects. *New Zealand Entomologist*, 7 (3): 304-310.
- Unwin, D. M. & S. A. Corbet, 1991. *Insects, Plants and Microclimate*, Naturalists Handbooks No 15. Richmond Press, Slough.
- Van Lenteren, J. C., 2003. *Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures*. Laboratory of Entomology, Wageningen University. Netherlands, 327 p.
- Weiss, B. & S. Aksoy, 2011. Microbiome influence on insect host vector competence. *Trends in Parasitology*, 27: 514–522.