



Tarım Bilimleri Dergisi
Tar. Bil. Der.

Dergi web sayfası:
www.agri.ankara.edu.tr/dergi

Journal of Agricultural Sciences

Journal homepage:
www.agri.ankara.edu.tr/journal

Kuru İncir Zararlısı *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'un Değişik Yaşlı Pupalarna Fosfin Gazının Etkisi

Şule TÛTÛNCÛ^a, Mevlüt EMEKCİ^b

^a Ankara Üniversitesi, Kalecik Meslek Yüksekokulu, Ankara, TÜRKİYE

^b Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Sorumlu Yazar: Şule TÛTÛNCÛ, E-posta: suletutuncu@hotmail.com, Tel: +90 (312) 857 13 94

Geliş Tarihi: 31 Ocak 2014, Düzeltmelerin Gelişi: 18 Mart 2014, Kabul: 22 Mart 2014

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye'nin kuru incir sektöründe metil bromit alternatifi olarak fosfin gazının etkinliği laboratuvar koşullarında araştırılmıştır. Bu amaçla 15, 20, 25 °C sıcaklık ve % 75 orantılı nem koşullarında *Carpophilus hemipterus*'un 0-24, 24-48 ve 48-72 saat yaşlı pupalarına 2-24 saat arasında değişen sürelerde 200 ppm fosfin gazı uygulanmıştır. Uygulama 500 mL hacimli gaz yıkama şişelerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonunda elde edilen veriler probit analizine tabi tutularak LT_{50} değerleri hesaplanmıştır. En yüksek LT_{50} değeri yaklaşık 12 saat olarak 15 °C sıcaklıkta 0-24 saat yaşlı pupada tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda her 3 sıcaklıkta 0-24 saat yaşlı pupanın diğer pupalara göre daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Sıcaklık artışı mutlak ölüm için gereken süreyi kısaltmıştır. Elde edilen sonuçlar fosfin gazının kuru incir sektöründe etkili olarak kullanımına ilişkin uygulama rehberi geliştirilmesine yönelik önemli bilgiler içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ekşilik böceği; Fosfin; Pupa; LT değerleri; Uygulama süresi

The Effect of Phosphine Gas to Pupae of Different Ages of The Dried Fruit Beetle, *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)

ARTICLE INFO

Research Article

Corresponding Author: Şule TÛTÛNCÛ, E-mail: suletutuncu@hotmail.com, Tel: +90 (312) 857 13 94

Received: 31 January 2013, Received in Revised Form: 18 March 2014, Accepted: 22 March 2014

ABSTRACT

The efficacy of phosphine gas as an alternative to methyl bromide for the dried fig production in Turkey was evaluated under laboratory conditions. For this purpose, 0-24, 24-48 and 48-72 h old pupae of *Carpophilus hemipterus* were exposed to 200 ppm phosphine at 15, 20, 25 °C and 75% r.h. for 2-24 h of exposure periods. Phosphine treatments were performed in gas washing bottles of 500 mL-volume. The mortality rates for different exposure periods were subjected to probit analysis, and LT_{50} values were calculated. The highest LT_{50} value was recorded as to be 12 hours on 0-24 h-old

pupae at 15 °C. In this research, 0-24 -hours-old pupae were the most tolerant than the others at all temperatures. Increase in temperature shortens the time needed for complete mortality. These results are of importance for developing effective treatment schedules for disinfestation of dried figs on a commercial scale.

Keywords: Dried fruit beetle; Phosphine; Pupae; LT values; Exposure periods

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

1. Giriş

Ülkemizde yaş ve kuru incirlerin önemli bir zararlısı olan *Carpophilus hemipterus* incir dışında birçok kurutulmuş meyvede zarar yapabilmektedir. Türkiye, dünya kuru incir üretiminin % 53'ünü ve dünya ihracatının % 63'ünü karşılaması ile dünya incir sektöründe ilk sırada yer almaktadır (İBP 2014). 2014 yılı verilerine göre 2012-2013 sezonu Türkiye kuru incir ihracatı 60.700 ton olarak gerçekleşmiş ve karşılığında 190 milyon ABD Doları döviz girdisi sağlanmıştır (EİB 2014). Böylesine önemli girdisi olan ürünlerde bulaşmalardan kaynaklanan geri dönüşleri ortadan kaldırmak için etkili mücadele stratejileri geliştirmek önemlidir. Bu bağlamda ülkemizde uygulanan ve üzerinde çalışılan alternatif mücadele yöntemleri arasında yüksek CO₂, yüksek basınç + CO₂, düşük sıcaklıklarda depolama, şoklama (düşük sıcaklık uygulaması) ve fosfin kullanımı sayılabilir (Emekci & Ferizli 2000). Depolanmış ürünlerde böcek bulaşmalarını hızlı bir şekilde ortadan kaldırmada en etkili yöntemlerden biri fümigasyondur. Sızdırmazlığın sağlandığı varsayılan ortamlarda dahi fümigasyon uygulamalarının başarısı doz, uygulama süresi, sıcaklık, orantılı nem, biyolojik evre ve yaşı gibi diğer bir dizi faktöre bağlı olmaktadır. Böceklerin fümigantlara karşı tepkileri böcek türü ve biyolojik evrelerine bağlı olarak önemli değişiklikler göstermekte ve bu durum doz tavsiyelerini çok karmaşık hale getirmektedir. Kurutulmuş incir fümigasyonunda amaç en düşük dozda ve en kısa fümigasyon süresinde mutlak ölüme ulaşmaktır. Bu amaca en uygun fümigant olarak ülkemizde Montreal Protokolü uyarınca 2007 yılında yasaklanıncaya kadar metil bromit kullanılmakta idi (Ferizli & Emekci 2010). 1930'lardan günümüze kadar tüm dünyada çok değişik ürün gruplarında yaygın olarak kullanılan fumigantlardan biri olan fosfin,

metil bromitin yasaklanmasının ardından alternatif bir fümigant olarak kuru incirlerde ülkemizde de kullanılmaya başlamıştır (Ferizli & Emekci 2010). Fosfin kullanımı kolay, ucuz, kalıntısı az olan ve yaygın olarak benimsenmiş bir fümiganttır (Collins et al 2005). Kuru incir zararlılarının fosfin gazına karşı gösterdikleri letal tepkilerin zararlıların türü, biyolojik evresi ve yaşı ile ortam sıcaklığı ve uygulama süresi bakımından ayrıntılı olarak aydınlatılması önemlidir. Dolayısıyla bu çalışmada kuru incirin ülkemizdeki en önemli zararlılarından biri olan *C. hemipterus*'un nispeten dayanıklı olarak bilinen evrelerinden olan pupa evresinin 200 ppm gibi düşük fosfin konsantrasyonuna farklı sıcaklıklardaki tepkisi değişik pupa yaşlarında araştırılarak kuru incir sektörüne fosfin gazının kullanımında rehberlik edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. *Carpophilus hemipterus* kültürü

Carpophilus hemipterus stok kültürü İsrail'den getirilmiş ve 25±5 °C sıcaklık ve % 75±5 orantılı nem koşullarında yapay besin üzerinde yetiştirilmiştir (Donahaye & Navarro 1989). Araştırma 2005-2006 yıllarında laboratuvar çalışması olarak Ankara ilinde yürütülmüştür.

2.2. Biyolojik evreler

Değişik yaşlı pupaları elde etmek için yaklaşık 100 adet 1-2 hafta yaşlı karışık cinsiyette ergin içinde yaklaşık 20-25 gram yapay besin bulunan 1 L'lik cam kavanoza aktarılmıştır. Ergin aktarılan bu kavanozlardan 24 saat sonra kavanoz ağzına gerilen Amerikan bezi dikkatlice alınmış ve bezin gözenekleri arasına bırakılan 0-24 saatlik yumurtalar dikkatlice petri kabına aktarılmıştır. Bu şekilde elde edilen 0-24 saatlik yumurtalarla açılan

böcek kültürleri 10. günden itibaren her gün aynı saatte olacak şekilde dikkatlice kontrol edilmiş ve oluşan pupalar günlük olarak kültürlerden toplanmıştır. Toplanan 0-24 saatlik pupalar iklimlendirme odasında 24 ve 48 saat bekletilmek suretiyle sırasıyla 24-48 ve 48-72 saatlik pupalar elde edilmiştir.

2.3. Gaz üretici ve deneme düzeneği

Çalışmalarda kullanılan gaz halindeki fosfin (PH_3) gaz üreticinde Phosphone® tabletlerinden (% 57 $ALPH_3$) üretilmiştir. Alüminyum fosfit tabletinden küçük bir parça (yaklaşık 0.5 g) içinde % 5 oranda H_2SO_4 içeren 200 mL'lik gaz büretine atılmıştır (FAO 1975). Gaz büretinin üst kısmında toplanan PH_3 gazı bürete bağlı septumdan (Mininert Valf kilidi açılarak) 10 mL'lik özel gaz şırıngası ile girilerek alınmıştır. Deneme için seri olarak birbirine bağlı 500 mL hacimli gaz yıkama şişelerinden oluşan bir düzenek kurulmuştur. Bu düzeneğe elektrokimyasal detektör (PH_3 spesifik) (Bedfont) ve gazın dağıtımını sağlamak için bir sirkülasyon pompası bağlanmıştır. Deneme öncesi gaz yıkama şişelerine % 75 oranlı nemi sağlayacak şekilde 10 mL'lik PVC kaplarda 5 mL KOH çözeltisi (Solomon 1951) ilave edilmiştir. Hazırlanan gaz yıkama şişelerine deneme kapları yerleştirildikten sonra düzenekteki tüm gaz yolları açılarak gaz sirkülasyon pompası çalıştırılmıştır. Fosfin gazı özel bir şırınga (gaz geçirmez-kilit valfli) yardımıyla düzeneğin bağlantı borusuna daha önceden yerleştirilmiş olan sabit valfli şırınga iğnesinden girilerek verilmiştir. Düzenekte gereken gaz konsantrasyonuna (200 ppm) ulaşılması ve bu konsantrasyonun sabit hale gelmesi yaklaşık 15 dakika almıştır. Denemelerde uygulama süresi bu işlemin ardından değerlendirmeye alınmıştır.

2.4. Uygulama

Gaz düzeneğinde yer alan gaz yıkama şişelerine deneme için hazırlanan 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik pupaları içeren 25 mL hacimli PVC kaplar yerleştirilerek gaz verme işlemi başlatılmıştır. PVC kapların kapaklarına açılan 1 cm çapındaki deliklere hava giriş çıkışına imkân vermek

bakımından 250 mesh elek teli yapılandırılmıştır. İstenilen gaz konsantrasyonuna ulaşılmasının ardından sirkülasyon pompası kapatılmış, tüm gaz akış vanaları kapatılarak gaz yıkama şişeleri düzenekten ayrılmış ve 15, 20 veya 25 °C sıcaklıklara ayarlı Unitest marka iklim dolabına yerleştirilmiştir. Uygulama süresi sonunda iklim dolabından çıkarılan gaz yıkama şişeleri açılarak havalandırılmış ve 25 °C sıcaklık % 75±5 oranlı nemdeki iklimlendirme odasında % 75 oranlı nem veren KOH çözeltisi bulunan desikatörlerde ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur. Kontrol amacıyla hazırlanan pupa kapları fosfin uygulamalarındaki benzer bir düzenekte aynı sıcaklık değerleri ve uygulama sürelerinde sadece normal hava sirkülasyonuna tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda kontrol grubunu içeren PVC kaplar iklimlendirme odasında % 75 nem ihtiva eden desikatörlere yerleştirilmiştir. Deneme boyunca inkübatör sıcaklığı ve deneme sonrası desikatör nem ve sıcaklığı Hobo® ProTemp/RH marka veri kaydedici ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Denemeler en az 3'er tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 30'ar adet pupa kullanılmıştır. Uygulama süresi 2 saatle başlayıp 2'şer saat artırılarak devam etmiş ve 24 saatle -tespit edilen en uzun mutlak ölüm süresi- sonlandırılmıştır.

2.5. Uygulama sonrası gözlemler

Sonuçların değerlendirilmesinde gözlemler pupa yaşı ve uygulama süresine göre değişmekle birlikte fümigasyonu takip eden 9. günden itibaren başlamış ve yapılan günlük kontrollerle ergin olanlar yumuşak pens yardımıyla sayıları kaydedilerek deneme kabından uzaklaştırılmıştır. Gözlemler, pupalar ölüp kararınca veya ergin oluncaya kadar devam etmiştir. Ergin olanların sayısına göre canlı ve ölü sayıları belirlenmiştir.

2.6. İstatistiksel analiz

Toplam ve canlı birey sayıları kullanılarak POLO PC programına göre probit analizi yapılarak LT_{50} değerleri belirlenmiş (LeOra Software); sonuçların kıyaslanmasında letal-doza oranı testi kullanılmıştır (Robertson et al 2007).

3. Bulgular ve Tartışma

Değişik yaşlı pupaların probit sonuçlarını içeren değerler Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir. Ölümler sıcaklık-yaş artışıyla doğru orantılı olarak artmış ve 24 saatlik uygulama değişik yaşlı tüm pupaların ölümü için yeterli olmuştur (Şekil 1-3). Çizelge 1 ve 2'ye dikkat edilecek olursa sıcaklık artışıyla ölüm için gereken sürenin kısaldığı azalan LT değerleriyle görülmektedir. Genç pupaların yaşlı pupalara kıyasla fosfine karşı daha dayanıklı olduğu artan eğim değerleriyle görülmektedir (Çizelge 1). LT değerlerindeki en fazla değişim 15 ve 25 °C sıcaklıklar arasında görülmektedir. Sonuçlar kıyaslanırken LT değerlerine ait 0.95 güven aralığı değerlerinin çakışmasına göre yapılan değerlendirmede istatistiksel olarak bazı sakıncalar tespit edilmiş olduğundan (Robertson et al 2007) bu araştırmada 3

sıcaklık ve 3 yaş grubuna ait veriler letal doz oranı testiyle değerlendirilmiştir. Letal doz oranı testine göre pupa yaşları arasındaki fark 15 °C sıcaklıkta önemli iken sıcaklık artışı bu farkı ortadan kaldırmış 20 ve 25 °C sıcaklıklarda 2 ve 3 gün yaşlı pupalar arasındaki fark önemli bulunmamıştır (Çizelge 2).

Carpophilus hemipterus'un pupa evresi üzerinde düşük fosfin konsantrasyonlarının öldürücü etkisi ile ilgili olarak literatürde yeterli sayıda çalışma bulunmadığından araştırma bulgularını kıyaslamakta zorluk yaşamaktayız. Dolayısıyla kurutulmuş meyve zararlıları başta olmak üzere diğer depolanmış ürün zararlıları ile yapılan benzer araştırma sonuçlarını kıyaslamak mümkün olabilmektedir. Düşük doz fosfin uygulamalarında ölümün fosfin konsantrasyonu veya uygulama süresinden çok sıcaklığa bağlı olduğu, yüksek sıcaklıkların fosfinin etkinliğini artırdığını

Çizelge 1- Üç farklı sıcaklıkta 200 ppm fosfin uygulaması sonucu *Carpophilus hemipterus*'un değişik yaşlı pupalarında tespit edilen eğim değerleri ve denek sayıları

Table 1- Sample sizes and slopes determined following a 200 ppm phosphine application to pupae of various ages of *Carpophilus hemipterus* at three temperatures

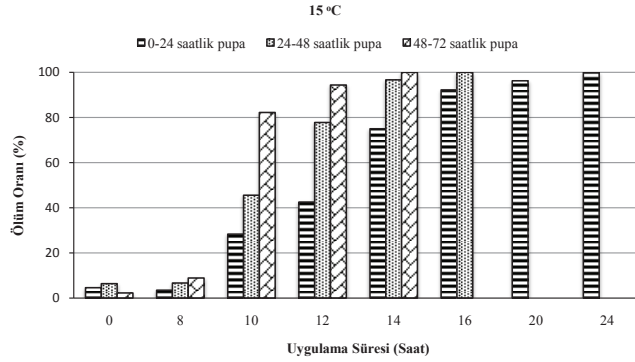
Yaş (saat)	Sıcaklık (°C)					
	15		20		25	
	n	Eğim (SH)	n	Eğim (SH)	n	Eğim (SH)
0-24	517	11.065 (1.139)	531	11.742 (1.822)	431	6.087 (0.568)
24-48	446	14.644 (1.399)	362	14.804 (2.068)	363	13.995 (1.651)
48-72	359	18.488 (1.759)	360	14.050 (1.647)	365	16.427 (2.293)

Çizelge 2- Üç farklı sıcaklıkta 200 ppm fosfin uygulaması sonucu *Carpophilus hemipterus*'un değişik yaşlı pupalarında tespit edilen LT₅₀ (güven aralığı % 95) değerleri (saat)

Table 2- LT₅₀ values (with 95% CI) determined following a 200 ppm phosphine application to pupae of various ages of *Carpophilus hemipterus* at three temperatures (hours)

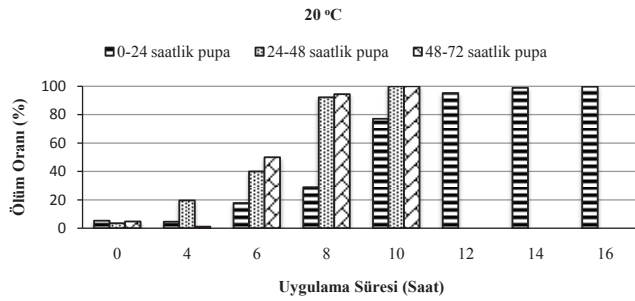
Yaş (saat)	Sıcaklık (°C)		
	15	20	25
0-24	12.462 Aa (11.666-13.098)	8.938 Ab (7.735-9.666)	5.337 Ac (4.499-6.010)
24-48	10.519 Ba (10.152-10.848)	6.451 Bb (5.376-7.089)	4.440 Bc (4.255-4.634)
48-72	9.292 Ca (8.813-9.723)	6.082 Bb (5.823-6.313)	4.358 Bc (4.201-4.546)

^a, her sütun içerisinde farklı büyük harfler ve satır içerisinde farklı küçük harfler önemli derecede farklıdır (letal-doz oranı testi P < 0.05 "1" değerini içermiyorsa önemlidir)



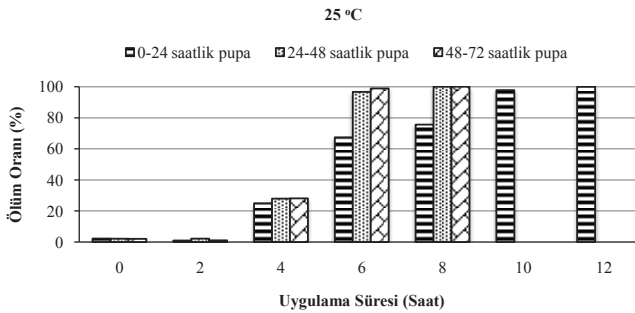
Şekil 1- Değişik sürelerde uygulanan 200 ppm fosfin gazının, 15 °C sıcaklıkta, *Carpophilus hemipterus*'un pupaları üzerindeki letal etkileri

Figure 1- Lethal effects of 200 ppm phosphine on the pupae of *Carpophilus hemipterus* for various exposure times at 15 °C



Şekil 2- Değişik sürelerde uygulanan 200 ppm fosfin gazının, 20 °C sıcaklıkta, *Carpophilus hemipterus*'un pupaları üzerindeki letal etkileri

Figure 2- Lethal effects of 200 ppm phosphine on the pupae of *Carpophilus hemipterus* for various exposure times at 20 °C



Şekil 3- Değişik sürelerde uygulanan 200 ppm fosfin gazının, 25 °C sıcaklıkta, *Carpophilus hemipterus*'un pupaları üzerindeki letal etkileri

Figure 3- Lethal effects of 200 ppm phosphine on the pupae of *Carpophilus hemipterus* for various exposure times at 25 °C

önceki çalışmalarda görmekteyiz. *Sitophilus oryzae*, *Tribolium castaneum*, *Plodia interpunctella* ve *Rhizoperta dominica*'nın değişik evreleri ile yapılan bir çalışmada 32 °C sıcaklıkta *S. oryzae* pupalarında 48 saatlik uygulama ile % 100 ölüme ulaşılırken sıcaklık 18 °C'ye düştüğünde mutlak ölüm ulaşılamamıştır. Aynı çalışmada *R. dominica* pupalarında mutlak ölüm 32 °C sıcaklıkta 18 saatte gerçekleşirken sıcaklık 18 °C'ye indiğinde mutlak ölüm süresi 48 saate uzamıştır (Phillips et al 1998).

Lasioderme serricornis'nin dayanıklı ve hassas ırkının ergin ve larvalarına 200 ppm dozunda fosfinin 5 farklı sıcaklık derecesinde uygulandığı benzer bir çalışmada, her iki ırktada sıcaklık 25 °C'den 5 °C düşürülünce fosfin alımı azalmış ve dolayısıyla düşük sıcaklıklarda ölüm oranları da düşük olmuştur. Hassas ırkın larvalarında 5 ve 25 °C sıcaklıklarda tespit edilen ölüm oranları sırasıyla % 61.11 ve % 98.48'dir (Chaudhry et al 2004). Sıcaklık artışıyla ölüm süresinin kısalmasına ilişkin olarak Flinn et al (2000) *Rhizoperta dominica*'nın tüm biyolojik evrelerine 10-35 °C sıcaklıklarda 180 ppm (0.25 g L⁻¹) dozunda fosfin uygulamış; pupalarda 15, 20 ve 25 °C sıcaklıklardaki LT₉₅ değerini sırasıyla 1.7, 0.9 ve 0.5 gün olarak tespit etmiştir. Alpay (2006)'ın *C. hemipterus*'un değişik dönemleriyle 20 ve 25 °C sıcaklıklarda yaptığı çalışmada 0-24 saat yaşlı yumurtalarda tespit edilen LT₅₀ değerinin 20 °C sıcaklıkta yaklaşık 18 saatten 25 °C sıcaklıkta 16 saate düştüğü tespit edilmiştir. Araştırmacı, erginlerde 20 °C sıcaklıkta 5 saat olan mutlak ölüm süresinin sıcaklığın 25 °C'ye yükselmesiyle 4 saate indiğini tespit etmiştir. Çalışmamızdaki sonuçları destekleyen bir diğer veri Nayak & Collins (2008) tarafından *Liposcelis bostrychophila*'nın tüm biyolojik dönemleri ile yapılan çalışmada ortaya konmuştur. Araştırmacılar yüksek sıcaklığın fumigasyon periyodunu kısalttığını; 0.1 ve 1.0 mg L⁻¹ fosfin uygulamasında mutlak ölümün 15 °C sıcaklıkta sırasıyla 9 ve 11 günde; 35 °C sıcaklıkta ise sırasıyla 2 ve 4 günde sağlandığını bildirmektedir.

Biyolojik dönemin yaşı da fumigasyon başarısında önemli rol oynamaktadır. Pupa yaşı artışıyla fosfine dayanıklılığın azaldığı dair bulgular Howe (1973), Akan (2003) ve Alpay (2006) tarafından ifade edilmektedir. 25 °C sıcaklık ve % 70

orantılı nem koşullarında *Sitophilus granarius*'un tüm biyolojik evreleri ile 1 mg L⁻¹ (718 ppm) fosfin dozunda 32 saat süreli olarak yapılan bir çalışmada yaş ilerledikçe hassasiyetin arttığı tespit edilmiştir. Araştırmada 1 ve 2 günlük pupalar 5 günde ölümlenirken 5 ve 6 günlük pupalar ise sırasıyla 3 ve 4 günde ölmüştür (Howe 1973). *Oryzaephilus surinamensis*'e 200 ppm fosfin gazının 30 °C sıcaklıkta uygulandığı bir diğer çalışmada, 2 saatlik uygulama sonunda 1 ve 2 günlük pupalarda ölüm oranı % 44 olarak tespit edilirken 2 günlük pupalardaki ölüm oranı % 46 olarak saptanmıştır. Her iki yaş grubundaki pupalarda mutlak ölüm 12 saatlik uygulama sonunda elde edilmiştir (Akan 2003). *C. hemipterus*'un 1, 2 ve 3 günlük pupalarıyla 50 ppm fosfin konsantrasyonunda yapılan çalışmada LT₅₀ değerleri 20 °C sıcaklıkta sırasıyla 12.5, 8.8 ve 10.6 saat olarak tespit edilmiş; sıcaklığın 25 °C'ye yükselmesiyle söz konusu değerler pupa yaşı bağlamında çok fazla değişmeyerek sırasıyla 7.5, 7.8 ve 7.7 saat olmuştur (Alpay 2006). 25 °C sıcaklıkta LT değerlerindeki bu yakınlık çalışmamızda da dikkat çekmektedir; 15 °C sıcaklıkta letal doz oranı sonucuna göre önemli olan yaş farkı 20 ve 25 °C sıcaklıklarda 2 ve 3 gün yaşlı pupalarda önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Aynı şekilde bu iki sıcaklık derecesinde mutlak ölüm süreleri açısından 2 ve 3 gün yaşlı pupalar arasında fark olmadığı da görülebilmektedir (Şekil 2-3).

Phillips et al (1998) ve Keever et al (1998)'e atfen Keever (2004) ayrıntılı literatür değerlendirmesinde diyapozdaki larva hariç larva ve erginlerin pupa ve yumurtalardan daha kolay öldürüldüğü sonucuna varmıştır. Pupa evresinin nispeten dayanıklı bir evre olduğunu gösteren verileri Flinn et al ile Akan, Alpay ve Kahraman'ın yaptığı çalışmalarda da görebilmekteyiz (Flinn et al 2000; Akan 2003; Alpay 2006; Kahraman 2009). Akan (2003) ve Kahraman (2009)'ın çalışmalarında yumurta> pupa> ergin> larva şeklindeki dayanıklılık sıralaması; Flinn et al (2000) ve Alpay (2006)'ın çalışmalarında yumurta> pupa> larva> ergin olarak tespit edilmiştir. Pupa evresinin dayanıklı evrelerden biri olması sebebiyle farklı sıcaklıklarda elde ettiğimiz mutlak ölüm süreleri *C. hemipterus* ile etkili bir mücadele için yol gösterici niteliktedir.

4. Sonuçlar

Burada sunulan çalışmanın kuru incirlerin işleme sezonunda karşılaşılabilecek 3 ayrı sıcaklık derecesinde yapılmış olması ile uygulayıcılara geniş bir sıcaklık aralığında ayrıntılı bilgi sağlamak amaçlanmıştır. Araştırmada sıcaklık artışıyla ölüm için gereken sürenin kısaltıldığı tespit edilmiştir. Nayak & Collins (2008)'in de bildirdiği gibi düşük sıcaklıklardaki uygulamalarda fosfin gazının etkili olabilmesi için dozu artırmak yerine uygulama süresinin uzun tutulması önemlidir. Elde edilen veriler uygulayıcı konumundaki kişi ve kurumlara etkili bir fosfin fümigasyonu gerçekleştirme yolunda önemli veriler sunmaktadır. Daha da önemlisi bu sonuçlar kurutulmuş incirde fosfinin metil bromitin yerini alabileceğini düşündürmektedir.

Kaynaklar

- Akan K (2003). Fosfin ve fosfin + CO₂ uygulamalarının *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae)'e bazı etkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara
- Alpay S (2006). Fosfin gazının *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'a farklı sıcaklıklarda etkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara
- Chaudhry M Q, Bell H A, Savvidou N & MacNicoll A D (2004). Effect of low temperatures on the rate of respiration and uptake of phosphine in different life stages of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (F.). *Journal of Stored Products Research* **40**: 125–134
- Collins P J, Daghli G J, Pavic H & Kopittke R A (2005). Response of mid-age cultures of phosphine-resistant and susceptible strains of lesser grain borer, *Rhizoperta dominica*, to phosphine at a range of concentrations and exposure periods. *Journal of Stored Products Research* **41**: 375-385
- Donahaye E J & Navarro S (1989). Sensitivity of two dried fruit pests to methyl bromide alone, and in combination with carbon dioxide or under reduced pressure. *Tropical Science* **29**: 9-14
- EİB (2014). Ege İhracatçı Birlikleri <http://www.egebirlik.org.tr/asp/Content.asp?MS=1&Id0> (Erişim tarihi: 23.01.2014)
- Emekci M & Ferizli A G (2000). Current status of stored products protection in Turkey. *Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin* **23**(10): 39-46
- FAO (1975). Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. 16: Tentative method for adults of some major pests of stored cereals with methyl bromide and phosphine. *FAO Plant Protection Bulletin* **23**: 12–25
- Ferizli A G & Emekci M (2010). Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşım, sorunlar ve çözüm yolları. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak, Ankara, Bildiriler Kitabı **2**: 579-587
- Flinn P, Phillips T, Hagstrum D, Arthur F & Throne J (2000). Modeling the effects of insect stage and grain temperature on phosphine-induced mortality for *Rhizoperta dominica*. In: *Proceedings of the International Conference on Controlled Atmospheres and Fumigation in Stored Products*, 29 Oct-3 Nov, Fresno, California, pp. 531-539
- Howe R W (1973). The susceptibility of the immature and adult stages of *Sitophilus granarius* to phosphine. *Journal of Stored Product Research* **8**: 241-262
- İBP (2014). İhracat Bilgi Platformu http://www.ibp.gov.tr/pg/sectorpdf/tarim/kuru_incir.pdf (Erişim tarihi: 21.01.2014)
- Kahraman E (2009). Kuru meyve güvesi, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)'ya fosfinin bazı etkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Basılmamış), Ankara
- Keever D W (2004). Addition of Carbon Dioxide at Low Concentrations to Phosphine: Does It Enhance Phosphine As a Fumigant of Stored- Product Insects? A Review. *Degech America, Inc. Newsletter*, Issue VIII
- Nayak M K & Collins P J (2008). Influence of concentration, temperature and humidity on the toxicity of phosphine to the strongly phosphine-resistant psocid *Liposcelis bostrychophila* Badonnel (Psocoptera: Liposcelididae). *Pest Management Science* **64**: 971–976
- Phillips T W, Bonjour E L, Payne K, Noyes R T, Cuperus G W, Schmidt C & Mueller D K (1998). Effects of exposure time, temperature and life stage on mortality of stored grain insects treated with cylinderized phosphine. *Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection*, 14-19 October, Beijing, China, pp.320-325
- Robertson J L, Russel R M, Preisler H K & Savin N E (2007). Bioassays with Arthropods. CRC Press, New York
- Solomon M D (1951). Control of humidity with potassium hydroxide, sulphuric acid or other solutions. *Bulletin of Entomological Research* **42**: 543-554