ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KURU MEYVE GÜVESİ, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)' ya FOSFİNİN BAZI ETKİLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Ender KAHRAMAN

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2009

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KURU MEYVE GÜVESİ, *Plodia interpunctella* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)' ya FOSFİNİN BAZI ETKİLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Ender KAHRAMAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. A. Güray FERİZLİ

Araştırmada, *Plodia interpunctella*' nın 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurta, larva (25 günlük), 24-48 saatlik pupa ve ergin (0-24 saatlik) evrelerinde 200 ppm fosfin gazı (PH_3) 'nın değişik uygulama sürelerinde neden olduğu ölüm oranları belirlenmiştir. Denemeler 20^{o}C sıcaklık ve %75 orantılı nemde yürütülmüştür. *Plodia interpunctella*' nın yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerinde meydana gelen ölümlere ilişkin verilerle probit analizi yapılarak LT_{50}, LT_{90}, LT_{95} ve LT_{99} değerleri belirlenmiştir.

Deneme sonuçlarına göre; 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurta evresi için 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{50} değeri sırasıyla 14.29, 11.02 ve 12.86 saat; LT_{99} değeri ise sırasıyla 52.98, 42.85 ve 41.65 saat olarak belirlenmiştir. Larva evresinde LT_{50} değeri 0.93 saat ve LT_{99} değeri 3.85 saat olarak belirlenmiştir. Pupa evresinde yapılan çalışmalardan, LT_{50} değeri 6.34 saat ve LT_{99} değeri 20.07 saat olarak belirlenmiştir. Ergin evresi için LT_{50} değeri 1.62 saat ve LT_{99} değeri 14.07 saat olarak hesaplanmıştır.

Ocak 2009, 46 sayfa
Anahtar Kelimeler: *Plodia interpunctella,* kuru meyve güvesi, fosfin, biyolojik evreler, ölüm oranı, LT_{50}, LT_{99}

ABSTRACT

Master Thesis

SOME EFFECTS OF PHOSPHINE ON THE INDIAN MEAL MOTH, *Plodia interpunctella* (L.) (Lepidoptera: Pyralidae)

Ender KAHRAMAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

In this research, phosphine (PH_3) at 200 ppm was evaluated as a toxicant for different exposure periods against 0-24, 24-48, 48-72 h old eggs, larvae (25 d old), 24-48 h old pupae and adult (0-24 h) of the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. All experiments were carried out at 20°C and 75% r.h. The mortality rates for different exposure periods were subjected to probit analysis, and values of LT_{50}, LT_{90}, LT_{95} and LT_{99} for all life stages were determined.

According to the results; LT_{50} values of 0-24,24-48,48-72 h old eggs were found to be 14.29, 11.02 and 12.86 h, respectively; LT_{99} values of 0-24,24-48,48-72 h old eggs were found to be 52.98, 42.85 and 41.65h, respectively, for 200 ppm PH_3. For larval stage, LT_{50} and LT_{99} were determined as 0.93 and 3.85 h, respectively. The LT_{50} and LT_{99} values of pupae were determined as 6.34 and 20.07 h, respectively. For the adult stage of Indian meal moth LT_{50} and LT_{99} values were determined as 1.62 and 14.07 h, respectively.

January 2009, 46 pages

Key Words: *Plodia interpunctella,* indian meal moth, phosphine, life stages, mortality, LT_{50}, LT_{99}

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşımda en yaygın kullanılan yöntem fümigasyondur. Uygulama süresinin kısalığı, kalıntı sorununun kalıcı insektisitlere kıyasla ihmal edilebilir düzeyde olması, etkiliğinin yüksekliği ve gaz dağılımının kolaylığı nedeniyle uygulamada önemli bir yeri vardır. Ülkemizin de taraf olduğu Montreal Protokolü gereğince Metil bromit (MeBr)' in depolanmış ürünlerdeki kullanımına bazı istisnalar dışında 2004 yılında son verilmiştir. Bu durum diğer fümigantlara olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda, halihazırda uygulamada en yaygın olan fümigant fosfin (PH_3)' dir. 1930 Yılından bu yana kullanılmakta olan Fosfin' e karşı zararlılarda direnç geliştiği çeşitli araştırmalarda ortaya konmuş bir gerçektir. Direnç gelişiminin en önemli sebepleri arasında uygulama süresinin yetersizliği gelmektedir. Fosfin' in etkili olarak kullanılabilmesi için uygulanan dozlardaki mutlak ölüm için gereken sürelerin çeşitli çevre koşullarında bilinmesine yönelik araştırmalara gereksinim vardır.

Ülkemizde kurutulmuş meyvelerin ekonomik değerinin yüksekliği ve tarımsal ihracatta önemli yer tutması doğal olarak zararlılarla savaşımı daha da önemli hale getirmektedir. Bu kapsamda kurutulmuş meyveler başta olmak üzere çeşitli işlenmiş ve işlenmemiş ürünlerde sıklıkla karşılaşılan *Plodia interpunctella*' ya fosfinin etkinliği konusunda temel veriler kısıtlı düzeydedir. Bu önemli konuyu tez çalışması olarak bana veren ve çalışmalarım süresince bilgilerini benimle paylaşan ve yönlendiren hocam Doç. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ' ye teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarımda katkısını esirgemeyen Doç.Dr. Mevlüt EMEKÇİ' ye; Depolanmış ürün zararlıları laboratuvarındaki çalışma arkadaşım Ziraat Mühendisi Ali Can BAYRAK' a ve çalışmalarıma her türlü desteği sağlayan aileme teşekkür ederim.

Bu araştırma DPT tarafından desteklenmiş olan 2003K1201903-8 kod nolu "TBMM' ne Bağlı Milli Saraylar ve Kasırlarda Ahşap Objelerde Zarar Yapan Böceklerle Savaşım" konulu projeden sağlanan teknik imkanlardan yararlanılarak yürütülmüştür. Bu nedenle adı geçen kuruma teşekkürü borç bilirim

Ender KAHRAMAN

Ankara, Ocak 2009

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR ..... **iii**

SİMGELER DİZİNİ ..... **v**

ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**

ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **5**

3. MATERYAL ve YÖNTEM **15**
3.1 Materyal **15**
3.1.1 Çalışmada kullanılan tür **15**
3.2 Yöntem **15**
3.2.1 *Plodia interpunctella* ' nın yetiştirilmesi **15**
3.2.2 Biyolojik evreler **16**
3.2.3 Deneme düzeneği **20**
3.2.4 Biyolojik evre denemeleri **22**
3.2.5 İstatistiksel analiz **25**

4. ARAŞTIRMA BULGULARI **26**
4.1 Yumurta **26**
4.2 Larva **29**
4.3 Pupa **32**
4.4 Ergin **33**

5. TARTIŞMA ve SONUÇ **35**

KAYNAKLAR **43**

ÖZGEÇMİŞ **46**

SİMGELER DİZİNİ

PH_3	Fosfin
LT_{50}	Populasyonun %50'sinin ölümü için gereken süre
LT_{90}	Populasyonun %90'ının ölümü için gereken süre
LT_{95}	Populasyonun %95'inin ölümü için gereken süre
LT_{99}	Populasyonun %99'unun ölümü için gereken süre
LC_{90}	Populasyonun %90'ının ölümü için gereken konsantrasyon
LC_{95}	Populasyonun %95'inin ölümü için gereken konsantrasyon
l	Litre
mg	Miligram
ppm	Milyonda bir kısım

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 *Plodia interpunctella*' nın yetiştirildiği ortam……. 17

Şekil 3.2 *Plodia interpunctella* yumurtası elde etme kafesi …… 17

Şekil 3.3 *Plodia interpunctella* yumurtası …… 18

Şekil 3.4 *Plodia interpunctella'* nın olgun larvası (25 günlük)..... 18

Şekil 3.5 *Plodia interpunctella* pupası (24-48 saatlik)..... 19

Şekil 3.6 *Plodia interpunctella* ergini (0-24 saatlik)..... 20

Şekil 3.7 Fosfin gaz üreteci…….. 21

Şekil 3.8 Fosfin deneme düzeneği…… 22

Şekil 3.9 Denemelerde kullanılan inkübatör ve desikatör .....…….. 23

Şekil 4.1 *Plodia interpunctella* 'nın 0–24 saatlik yumurtalarında 20^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%)…..…… 26

Şekil 4.2 *Plodia interpunctella* 'nın 24–48 saatlik yumurtalarında 20^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%)……... 28

Şekil 4.3 *Plodia interpunctella* 'nın 48–72 saatlik yumurtalarında 20^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%)…….. 29

Şekil 4.4 *Plodia interpunctella* 'nın 25 günlük yumurtalarında 20^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%)…..... 32

Şekil 4.5 *Plodia interpunctella* 'nın 24-48 saatlik pupalarında 20^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%)……..……..... 33

Şekil 4.6 *Plodia interpunctella* 'nın 0-24 saatlik erginlerinde 20^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%)……..……..... 34

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 *Plodia interpunctella*' nın 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarında 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonlarında değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan ölüm için gerekli süreler (LT) (saat)..... 27

Çizelge 4.2 *Plodia interpunctella*' nın larva, pupa ve erginlerinde 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan ölüm için gerekli süreler (LT) (saat) ……..... 31

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanılabilir tarım alanları nüfus artışının aksine azalmaktadır. Bu duruma dünya nüfusunun hızlı artışı da eklenince insanların besleneceği kaynakların sağlanması önemli bir sorun haline gelmiştir. Bu durumda, birim alandan elde edilen ürün miktarının nitelik ve niceliklerinin arttırması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Ürünün üretimden tüketime kadar uygun bir şekilde korunması da bu anlamda büyük önem taşımaktadır.

İnsan beslenmesinde çok önemli bir yere sahip olan tahıllar ve yemeklik tane baklagiller yurdumuzda gerek ekim alanı gerekse üretim yönünden tarımsal üretimimizin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Hasattan sonra bunların ve mamul maddelerinin tüketilinceye kadar en az düzeyde kayıplarla korunması ve depolanması gerekmektedir. Depolanan ürünler, depolama süreci içinde canlı ve/veya cansız çevrenin baskısı altındadır. Ürün kaybına neden olan canlı etmenler mikroorganizmalar, kemirgenler, akarlar ve böcekler olarak sayılabilir. Ülkemiz iklim özellikleri ve üretim çeşitliliği nedeniyle çok sayıda depolanmış ürün zararlısının gelişmesine olanak vermektedir. Bu nedenle ürünlerin güvenli bir şekilde korunmasında rol oynayan faktörler içinde depolanmış ürün zararlıları önemli bir yer tutmaktadırlar.

Depolanmış ürün zararlısı olan böcekler bulaştıkları üründe beslenerek doğrudan ve dolaylı şekilde zarar verebilmektedir. Depolanmış ürün zararlıları, bulaştıkları ürünlerde yoğun bir biçimde beslenmesi sonucu ağırlık, teknolojik değer ve tohumluk kayıplarına sebep olurlar. Bu kayıpların yanı sıra zararlıların gömlek kalıntıları, pislikleri ve salgıladıkları ağımsı maddeleri nedeniyle ürün nitelik kayıplarına uğrar. Yoğun bulaşmalarda üründe küflenme, kızışma ve kokuşmalar ortaya çıkabilmektedir. Bunlara ek olarak zararlılarla bulaşık ürünlerin tüketilmesi insan sağlığı yönünden de sakıncalar taşımaktadır (Boxall 2001).

Depolanmış ürün zararlıları ile savaşım amacı ile dünyada ve ülkemizde yaygın olarak insektisitler kullanılmaktadır. Depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede kullanılan insektisitlerin zararlıları kısa sürede öldürmesinin yanı sıra çevreye ve insan sağlığına

zarar verebilmektedir. Depolarda kullanılan birçok pestisit'e zararlıların direnç geliştirdiği bilinmektedir. Depolarda kullanılmakta olan malatihiona, chlorpyrifos-methyl, fenitrothion, pirimiphos-methyl, etrimfos ve benzeri birçok etkili maddeye karşı önemli bazı depolanmış ürün zararlılarında direnç geliştiği bildirilmektedir (Arthur 1996). Depolanmış ürün zararlılarıyla kimyasal savaşım kapsamında dünyada ve ülkemizde en sık kullanılan yöntemlerin başında fumigasyon gelmektedir.

Depolanmış ürün zaralılarıyla kimyasal savaşımda en sık kullanılan yöntemlerden biri fumigasyondur. Fümigasyon, depolanmış ürün zararlıları ile savaşımda hızlı, düşük maliyetli ve etkili çözümler sağlayan bir teknolojidir. Bu amaçla kullanılan en yaygın fümigant Metil Bromit (MeBr)'tir. Metil Bromit, organik bromür bileşiklerinin en küçük moleküllüsüdür. Seri olarak stratosferdeki ozon molekülleri ile reaksiyona girerek ozonu oksijene indirgemekte ve bu nedenle ozon tabakasını inceltici maddeler grubunda ele alınmaktadır. Bu nedenle Ülkemizin de taraf olduğu Montreal Protokolü gereğince Metil Bromit'in 2004 yılında depolardaki kullanımı bazı istisnalar dışında sonlandırılmıştır.

Metil Bromit haricinde fümigant olarak kullanılan 15 değişik kimyasal maddeden (Zettler ve Arthur, 2000) en yaygın kullanılanı fosfin (PH_3)'dir. Fosfinin kullanım kolaylığı, maliyetinin düşük olması, kalıntı sorunun önemli düzeyde olmaması gibi birçok avantajının yanı sıra zararlıların direnç geliştirebilmesi, bazı koşullarda yanıcı olabilmesi (%1.79'un üzerindeki konsantrasyonlarda), bazı metallere aşındırıcı özellikte olması ve uygulama süresinin uzun olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. 1930'lu yıllardan bu yana kullanılmakta olan bu fümigant genel olarak metalik fosfin formülasyonu olarak alüminyum veya magnezyum fosfittir. Metalik fosfin havanın nemi ile reaksiyona girerek fosfin gazı (PH_3) açığa çıkmaktadır. Yapılan çalışmalara rağmen fosfinin etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır. Genel olarak cystinin kükürt bağını zayıflattığı, dolayısıyla proteinlerdeki disülfit bağlarının kırılmasına neden olduğu, ölümcül reaktif oksiradikallerin oluşmasına neden olduğu ve mitokondri solunumunu etkilediği bildirilmektedir (Chaudhry 1996). Fosfin, böceklere toksik etki için O_2 gerektiren bir bileşiktir. Ortamda O_2'nin olmaması durumunda fosfin alımı gerçekleşemez ve dolayısıyla böceklerde ölüme neden olmaz (Rajendran 1993).

Fosfin ile fumigasyonda; mutlak ölüm için konsantrasyon-süre ilişkisi büyük önem taşımaktadır. Belirli düzeydeki konsantrasyonun belirli sürelerde ortamda tutulması başarı açısından en başta gelen koşuldur. Fosfin ile fümigasyonda konsantrasyondan öte uygulama süresinin başarı açısından önemli olduğu; hatta çok yüksek konsantrasyonlarda zararlıların ölmediği ve koruyucu narkoza girdiği bilinmektedir. Araştırmalar yüksek dozlarda kısa süreli fümigasyon yerine düşük dozlarda uzun süreli fümigasyon uygulamalarının tercih edilmesi gerektiğini göstermiştir.

Ülkemiz dünyada kuru incir, kuru üzüm, kuru kayısı, fındık gibi önemli kurutulmuş meyvelerin en önemli üreticisidir. Dünya kuru meyve ticareti 2007 yılında 7 milyar dolara ulaşırken, Türkiye 1 milyar dolarlık hacmi ile dünya kuru meyve ticaretinden yüzde 13' lük payı ile şampiyonluğunu sürdürmektedir. Bu ürünlerde karşılaşılan önemli depolanmış ürün zararlıları arasında *Plodia interpunctella* çok sık karşılaşılan bir zararlı konumundadır. Bu ve diğer depolanmış ürün zararlıları ile savaşımda dünyada olduğu gibi ülkemizde de yakın zamana kadar (2004 sonu) metil bromit en yaygın uygulanan fümigant konumdaydı. Fakat metil bromit' in uygulamadan kaldırılmış oluşu özellikle ihracatçılar açısından önemli sorun haline gelmiştir. Kuru meyvelerin hasadı, işlenmesi ve ihracat aşaması kısa sürede gerçekleşmektedir. Bu nedenle fümigasyonun kısa sürede yapılabilir olması maliyet açısından uygulayıcılar için önemli olmaktadır. Diğer taraftan, zararlılarda fosfine karşı direnç gelişiminin nedeni olarak yetersiz sürelerde yapılan fümigasyonların olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, kuru meyvelerde önemli bir sorun olan *Plodia interpunctella* ile savaşımında fosfinden yararlanma amacı ile uygulamaya temel oluşturacak bazı verilerin sağlanması oluşturmaktadır. Bu amaçla *Plodia interpunctella'* nın yumurta, larva, pupa, ergin evrelerine karşı, düşük konsantrasyonda fosfin uygulamalasında mutlak ölüm için gereken uygulama süreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmalar 20^{o}C ortam sıcaklığı ve %75 orantılı nem de 200 ppm fosfin konsantrasyonunda değişik sürelerde, zararlının tüm evreleri ile yürütülmüştür. Seçilen gaz konsantrasyonu

uygulamada kolayca ulaşılabilecek değer olup, sıcaklık seçiminde de bölgedeki kuru meyve işleme sezonunda geniş kapsamda hüküm süren sıcaklık göz önüne alınmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fosfin (PH_3)'in *Plodia interpunctella'* ya etkinliği ile ilgili olarak yapılan kaynak araştırması diğer depo zararlılarını da içerecek şekilde genişletilerek, rastlanmış olan kaynaklar tarihsel akış içinde aşağıda verilmiştir.

Vincent ve Lindgren (1972) *Oryzaephilus surinamensis* ile yaptıkları bir çalışmada zararlının tüm evrelerine PH_3' in etkinliğini 24 saatlik uygulama süresinde değişik konsantrasyonlarda araştırmışlardır. Yapılan araştırmada 26.7^oC ortam sıcaklığında en hassas evrenin larva (LC_{95} değeri 0.017 mg/l), bunu artan bir şekilde sırasıyla ergin (LC_{95} değeri 0.018 mg/l), yumurta (LC_{95} değeri 0.038 mg/l) ve pupa evresinin (LC_{95} değeri 0,049 mg/l) izlediğini bildirmektedirler.

Bell (1976), *Ephestia elutella* (Hübner), *E. kuehniella* (Zeller), *E. cautella* (Walker) ve *Plodia interpunctella* (Hübner)' nın farklı evrelerinin, değişik sıcaklıklarda PH_3' e olan hassasiyetlerini çalışmıştır. Araştırmacı, dört türde de genç yumurtaların yaşlı olanlarına kıyasla daha dayanıklı olduğunu saptamıştır. Çalışmada 25^oC'de 0.2 mg/l PH_3 konsantrasyonunda (144 ppm), 24 saatlik uygulama sonucunda 0-1 günlük yumurtalarda ölüm oranlarının *E. elutella*, *E. kuehniella*, *E. cautella* ve *P. interpunctella*' da sırasıyla %10, %11, %27 ve %4.5 olduğu saptanmıştır. Aynı koşullarda 1-2 günlük yumurtalarda tüm türler için ölüm oranlarının %90' ın üzerinde olduğu; 2-4 günlük yumurtalarda ise ölüm oranlarının çalışılan dört türler için %100 olduğu saptanmıştır. Çalışmada uygulama süresi 72 saate çıkarıldığında ise tüm türler ve yaş grupları için ölüm oranlarının %100 olduğu bildirilmektedir. Araştırmacı, dört türün larva ve pupa evresi ile yaptığı çalışmada 25^oC'de ve 48 saatlik uygulama süresinde %100 oranda ölüm için gereken ct (konsantrasyon–süre çarpımı) değerini saptamıştır. Bu değerin *E. elutella*, *E. kuehniella*, *E. cautella* ve *P. interpunctella*' nın larvaları için sırasıyla 0.7, 1.3, 1.3 ve 0.9 olduğu; pupa evresi için ise bu değerin sırasıyla 3.4, 3.4, 2.6 ve 1.3 olduğu saptanmıştır.

Deasmarchelier (1984) 19^{o}C sıcaklık ve %70 orantılı nem koşullarında *Sitophilus oryzae* (L.), *S. granarius* (L.), *Rhyzopertha dominica* (Fab.), *Trogoderma granarium* Everst, *Tribolium confusum* (Duv.) ve *T. castaneum* (Herbst)' un değişik evrelerinde PH_3' in değişik düzeylerdeki konsantrasyonlarında ölümleri çalışmıştır. 50 ppm PH_3 konsantrasyonunda *T. confusum* erginleri için LT_{99} değerini 29,0 saat; *R. dominica* erginleri ile yapılan çalışmalarda 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} değerini 12.2 saat; *T. confusum*' un larva evresi ile yapılan çalışmalarda ise 50 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} değerini 18.7 saat; *T. castaneum* larvaları ile yapılan çalışmalarda ise 50 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} değeri 9.6 saat; *S. oryzae*' nin 0-3 günlük yumurtaları ile yapılan çalışmalarda ise 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} değeri 123 saat; *R. dominica*' nın 1-3 günlük yumurtaları ile yapılan çalışmalarda 50 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} değeri 40.7 saat olarak Araştırıcı tarafından belirlenmiştir.

Weller ve van Graver (1988) kesme çiçeklerde zararlılarla mücadelede metil bromide alternatif olarak üç değişik fümigantla yaptıkları çalışmada başlangıçta 0.25 g/m^3 dozda 5 saat sürelik fümigasyonun zararlılarla etkili bir savaşım sağlamadığını bildirmektedirler. Araştırıcılar, çalışmalarını bu nedenle 1 g/m^3 dozda 5 ve 15 saatlik uygulama sürelerinde devam ettirmişlerdir. Çalışmalarda kesme çiçeklerde görülen zararlıların yanı sıra depo zararlısı olan *Sitophilus oryzae* erginleri de kullanılmıştır. Fosfinin 1 g dozunda 5 ve 15 saatlik sürelerdeki uygulamalarda süre artışı ile birlikte ölümlerde artış belirlemişlerdir. Örneğin 5 saatlik uygulamada %97 ölüm belirlenirken 15 saatlik uygulamada %100 oranda ölüm belirlenmiştir. Araştırıcıların değişik zamanlarda yaptıkları benzer çalışmalarda ölümlerin 15 saatte %91.1 ile 98.4 arasında olduğu bildirilmektedir. Uygulamalarda az sayıda canlı kalmasına rağmen fosfine karşı direnç gelişiminin söz konusu olabileceğine araştırıcılar tarafından dikkat çekilmiştir.

Hashem ve Reichmuth (1989) 20°C sıcaklık ve %70 orantılı nemde *Rhyzopertha dominica* ve *Prostephanus truncatus* (Horn)' un farklı yaşlardaki yumurtalarına PH_3' in etkisini araştırmışlardır. Araştırıcılar 20, 24, 48, ve 72 saatlik uygulama sürelerinde LC_{95} değerini *R. dominica* için sırasıyla 9.73, 2.26, 1.26 ve 0.53 mg/l; *P. truncatus* için bu değeri ise sırasıyla 2.68, 1.40, 0.59 ve 0,27 mg/l olduğunu bildirmektedirler. 24

Saatlik uygulamada *R. dominica'* nın 0-2 günlük yumurtalarında, 0.13, 0.32, 0.54 mg/l PH_3 konsantrasyonlarındaki ölüm oranları %25.0, 55.3, 64.0 olarak belirlenirken; *P. truncatus* yumurtalarında (0-2 günlük) 0.12, 0.29, 0.60 mg/l PH_3 konsantrasyonlarında ölüm oranları %20.0, 18.7, 41.7 olduğu araştırıcılar tarafından belirlenmiştir. Araştırıcılar yaptıkları bu çalışmada, *P. truncatus* yumurtalarının *R. dominica* yumurtalarından daha dayanıklı olduğunu tespit etmişlerdir.

Değişik konsantrasyonlardaki PH_3' in 24 saatlik uygulama süresinde, 25-30^oC sıcaklık ve %65-80 orantılı nem koşullarında *Tribolium casteneum* (Herbst)'un 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarına olan ölümcül etkiler Rajendran ve Muthu (1989) tarafından denenmiştir. Fosfin gazının 0.12 mg/l konsantrasyonunda 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarda larva çıkış oranı sırasıyla %17.9, 11.3 ve 18.2 olarak belirlenmiştir. Yazarlar 0.04 mg/l PH_3 konsantrasyonunda 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarda larva çıkış oranının sırasıyla %79.0, 80.3 ve 83.8 olduğunu belirlemişlerdir. Yazarlar, 24 saatlik uygulamada 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarla yaptıkları çalışmalarda LD_{95} değerini sırasıyla 0.244, 0.146 ve 0.177 mg/l olarak hesaplamışlardır. Yazarlar yumurta yaşı ile PH_3'e hassasiyet arasında belirgin bir farklılık bildirmektedirler.

El-Lakwah vd (1991) *Sitotroga cerealella* (Oliv.)' nın üçüncü dönem larvaları ve pupa evresine PH_3' in etkinliği üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Pupa evresi ile yaptıkları çalışmalarda 28^oC 2, 4, 8 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde LC_{90} değeri 6187, 3066, 2797 ve 370 µg/l olarak saptanmıştır. Aynı sıcaklıkta larva evresi ile yaptıkları çalışmalarda 2, 4, 8 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde LC_{90} değeri 3740, 2255, 59.2 ve 14.5 µg/l olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmada, larva evresinde 8 saatlik uygulamada 39.6 µg/l konsantrasyonda %50 oranda ölüm belirlenirken, pupa evresinde 8 saatlik uygulamada 107.6 µg/l konsantrasyonda %50 oranda ölüm saptamıştır. Yapılan çalışmada larva evresinde 24 saatlik uygulamada 10.2 µg/l konsantrasyonda %50 oranda ölüm belirlenirken, pupa evresinde 24 saatlik uygulamada 20.5 µg/l konsantrasyonda %50 oranda ölüm saptanmıştır.

Ren vd (1994) *Cyrptolastes turcicus* (Grouvelle)' un ergin evresinde değişik PH_3 konsantrasyonları ile yaptıkları çalışmalarda 25^oC sıcaklık ve %70 orantılı nem

koşullarında 24 saatlik uygulama süresi için LD_{90} değerini 0.36 mg/l olarak saptamışlardır.

Phillips vd (1997) çapı 1.8 m ve yüksekliği 2.7 m olan çelik silolarda 4.6 ton miktarındaki buğdayda gaz fosfin içeren $ECO_2FUME^{®}$ ile 200 ppm konsantrasyonunda yürüttükleri çalışmalarda depolanmış ürün zararlılarındaki ölümcül etkinliğini araştırmışlardır. Silolarda başlangıçta 200 ppm fosfin konsantrasyonu oluşturulmuş ardından günlük olarak kontrol edilerek gerektiğinde gaz ilavesi yapılmış ve dozun uygulama süresince (7 gün) 160-240 ppm konsantrasyonda kalması sağlanmıştır. Araştırmada test organizmaları olarak *Rhyzopertha dominica* (yumurta, pupa ve ergin evre), *Sitophilus oryzae* (yumurta, pupa ve ergin evre), *Tribolium castaneum* (yumurta, pupa ve ergin evre) ve *Plodia interpunctella* (yumurta, 5. dönem larva ve pupa) kullanılmıştır. Zararlılar 7 günlük fümigasyon süresince silolardan günlük olarak alınarak ölümler saptanmıştır. Çalışmada 1 günlük uygulama sonunda coleopterlerin tüm ergin ve pupalarının; *Plodia*'nın larva ve pupasının öldüğü tespit edilmiştir. *Rhyzopertha*'nın yumurtalarında mutlak ölüm 2. günde belirlenmiş; *Tribolium*' un yumurtalarında ölüm ise 1 günlük uygulamada belirlenirken diğer zararlılarda ölümler belirlenemeyen nedenlerden dolayı istikrarlı olmamıştır.

Shazali ve Reichmuth (1998) $25^{o}C$ sıcaklık ve %10 orantılı nemde *Sitotroga cerealella* ve *Ephestia cautella*' nın 0-24, 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yumurtalarında 0.1, 0.5 ve 1.0 mg /litre dozunda PH_3' in toksitesini 16, 24 ve 48 saatlik uygulama periyotlarında araştırmışlardır. Yazarlar, *S. cerealella* ile *E. cautella* yumurtalarının PH_3' e toleransının birbirinden farklı olduğunu ve *S. cerealella* yumurtalarının diğer türe oranla daha dayanıklı olduğunu saptamışlardır. Sabit fosfin konsantrasyonlarında, uygulama süresinin artışına paralel olarak ölüm oranları artmıştır. *S. cerealella*' nın 0-24 saatlik yumurtalarında 16 saatlik uygulama süresinde 0.1, 0.5 ve 1.0 mg/l PH_3 konsantrasyonlarında ölüm oranları sırasıyla %3.3, 6.1 ve 12.8 olarak belirlenirken; aynı koşullarda *E. cautella*' nın 0-24 saatlik yumurtalarında ölüm oranları %9.6, 43.3 ve 67.9 olarak saptanmıştır. Ölümlerin 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yumurtalarda *E. cautella* için 16 saatlik uygulama süresinde 0.5 mg/l PH_3 konsantrasyonunda sırasıyla %87.1, 95.3 ve 97.9; *S. cerealella*' nın 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yumurtalarında ise

sırasıyla %47.7, 64.1 ve 81.4 oranda olduğu saptanmıştır. Yazarlar 0.5 mg/l PH_3 konsantrasyonunda LT_{95} değerinin *S. cerealella*' nın 0-24, 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yumurtaları için sırasıyla 53.3, 43.8, 33.6 ve 23.8 saat olduğunu; bu değerin *E. cautella* yumurtaları için ise sırasıyla 39.6, 22.8, 15.7 ve 11.2 saat olduğunu saptamışlardır. Çalışmada, her iki türün PH_3' e hassasiyetinin farklı olduğu, evreler olarak da farklılıklar olduğunu; örneğin yaşlı yumurtaların genç yumurtalardan daha hassas olduğu saptanmıştır.

Phillips vd (1999) *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae)' nın yumurta ve pupa; *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae)' un yumurta, pupa ve ergin evrelerinde fosfinin 200 ppm konsantrasyonda etkinliğini araştırmışlardır. Çalışılan her üç coleopter türünün ergin evresi en hassas evre olarak saptanmıştır. Erginlerde 18 ve 32^{o}C sıcaklıkta 8 saatlik uygulamada %100 düzeyinde ölüm saptanmıştır. Çalışılan dört türün yumurta ve pupa evresinin 32^{o}C sıcaklıkta 48 saat içerisinde %100 oranda öldüğü, fakat *R. dominica*' nın yumurta evresinde ise %100 orandaki ölümün ancak 96 saatte gerçekleştiği saptanmıştır. Ortam sıcaklığı 18^{o}C' de yapılan çalışmalarda en dayanıklı böcek türü *P. interpunctella*' nın yumurta evresi olmuş ve 96 saatlik uygulamada %100 düzeyinde ölüm gerçekleşmemiştir. Benzer şekilde, *S. oryzae*' nin pupa evresi 96 saatlik uygulamada % 100 düzeyinde ölmediği bildirilmektedir (18^{o}Ç. Diğer türlerin yumurta ve pupa evreleri ise 18^{o}C sıcaklıkta yaklaşık 72 saatlik uygulamada %100 düzeyinde ölmüştür. 200 ppm fosfin konsantrasyonunda 18^{o}C sıcaklıkta 96 saatlik uygulamada *P. interpunctella*' nın yumurtalarında %87.9; pupalarında ise %100 ölüm belirlenirken, *R. dominica*' nın yumurta ve erginlerinde %100 ve pupalarında ise %99.5 ölüm saptanmıştır. Benzer durum *S. oryzae*' de de belirlenirken, *Triboliumda* pupa ve ergin evreleri yumurta evresinden daha hassas olarak belirlenmiştir.

Rajendran (2000) fosfin fümigasyonu sonucu *Tribolium castaneum'* un yumurtalarında neden olduğu açılmada gecikmeleri 26-28^{o}C sıcaklık ve %70-75 orantılı nem koşullarında araştırmıştır. *Tribolium castaneum*' un hassas ırkının 0-24 saatlik yumurtalarında 72-120 saatlik uygulamalarda 30-50 ppm fosfin konsantrasyonunda ve

dirençli ırkında 100-300 ppm fosfin konsantrasyonunda 72 saatlik uygulamada yumurta açılımının geciktiği saptanmıştır. Yapılan çalışmada hassas ırkta 72, 96 ve 120 saatlik uygulamalarda, 30, 40 ve 50 ppm konsantrasyonda doz arttıkça yumurta evresinde ölüm oranının yükseldiği bildirilmektedir. Yumurta açılımındaki gecikmenin özellikle 30 ppm fosfin konsantrasyonunda 120 saatlik uygulamada bariz olduğu saptanmıştır.

Rajendran vd (2001) *Rhyzopertha dominica*' nın hassas ve dirençli ırkında fosfinin yumurta evresi (0-24 saatlik) ile erginlerine etkinliğini 27^{o}C sıcaklık ve %55 orantılı nem koşullarında araştırıcılar tarafından çalışılmıştır. Çalışmada her iki ırkta da yumurta evresinin hassasiyetinin fosfine muamele süresindeki artış ile birlikte arttığı bildirilmektedir. Hassas ırkta, yumurta evresinde 48 saatlik sürede, değişik dozlarda fosfinle muamelelerde LD_{50} 0.03 ve LD_{99} 0.56 mg/l olarak hesaplanırken; dirençli ırkta ise LD_{50} 1.42 ve LD_{99} ise 3.25 mg/l olarak belirlenmiştir. Ergin evrede ise 48 saatlik sürede değişik dozlarda fosfinle muamelelerde hassas ırkta LD_{50} 0.002 ve LD_{99} 0.303 mg/l; dirençli ırkta ise LD_{50} 1.79 ve LD_{99} ise 6.44 mg/l olarak belirlenmiştir. Hassas ırkın yumurtalarında 24 ve 48 saatlik uygulamada, yumurta açılımındaki gecikme özellikle ilk dört gün içerisinde görülmüş ve bu sürelerdeki yumurta açılımı kontroldekine oranla daha düşük olarak belirlenmiştir. Dirençli ırkın yumurtalarında 24 ve 48 saatlik uygulamada, yumurta açılımındaki gecikme 24 saatlik uygulamada 3 ve 4 mg/l fosfin dozunda 1. ve 2. günde; 48 saatlik uygulamada 2-4. günlerde ve 120 saatlik uygulamada ise 2-5. günlerde görülmüş ve bu sürelerdeki yumurta açılımı kontroldekine oranla daha düşük olarak belirlenmiştir.

Nayak vd (2003) depolanmış ürünlerde kozmopolit bir zararlı olan *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae)' in yumurtalarında fosfin uygulaması sonucu gelişmedeki gecikmeleri çalışmışlardır. Çalışmada *L. bostrychophila*' nın hassas ve dirençli olarak bilinen iki ırkının 0-24 saatlik yumurtalarında (25^{o}C sıcaklık ve %70 orantılı nem) değişik fosfin konsantrasyonları ile 6 günlük uygulama sonrasındaki ölümler araştırılmıştır. Hassas ırkta, kontrolde yumurta açılım oranı % 100 ve yumurta açılma süresi 8.69 gün; 0.001 mg/l fosfin konsantrasyonunda yumurta açılma oranı %88 ve açılım süresi 11.04 gün; 0.007 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %80 ve açılım süresi 11.12 gün; 0.01 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %43 ve

ortalama açılım süresi 11.34 gün; 0.05 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %0 olarak belirlenmiştir. Dirençli ırkta, yazarlar, kontrolde yumurta açılım oranının % 100 ve açılım süresinin 8.60 gün; 0.001 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %100 ve açılım süresinin 11.12 gün; 0.01 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %98 ve açılım süresinin 12.35 gün; 0.05 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %78 ve açılım süresinin 14.08 gün; ve 0.1 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %38 ve açılım süresinin 16.84 gün; 0.5 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %12 ve açılım süresinin 19.83 gün; 1 mg/l fosfin konsantrasyonunda açılım oranı %10 ve açılım süresinin 22.00 gün olarak belirlendiğini bildirmektedirler. Çalışmada her iki ırkta fosfin konsantrasyonunun artışı ile birlikte yumurta açılım oranının düştüğü; kontrol ile fosfin uygulamalarındaki yumurta açılımı arasındaki sürenin artan dozla birlikte arttığı ve en yüksek gecikmenin 0.01 mg/l fosfin konsantrasyonunda 2.65 gün olduğu belirlenmiştir. Dirençli ırkta ise ortalama yumurta açılım süresinin kontrole kıyasla fosfin uygulamalarında uzadığını ve bununda doz artışı ile arttığı belirlenmiştir. Dirençli ırkta en yüksek gecikmenin 1 mg/l fosfin konsantrasyonunda 13.39 gün olduğu bildirilmektedir.

Araştırmacılar fosfinin yumurta gelişimini geciktirdiğini; bu durumun hassas ve dirençli ırk için de geçerli olduğunu; fakat hassas ırktaki ortalama yumurta açılım süresinin dirençli ırktakinden daha az olduğunu bildirmektedirler. Özellikle fosfine dayanıklı psocid popülasyonlarında yumurta açılımındaki gecikmenin pratikte önemli olduğunu ve bu nedenle uygulama süresinin uzatılmasının gerekeceğini bildirmektedirler.

Rajendran vd (2004) fosfin gazının *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera:Cucujidae), *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) ve *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae)' in yumurta evresinde yumurtanın açılımı üzerine etkinliğini 27^{o}C sıcaklıkta çalışmışlardır. Araştırıcılar, fosfine hassas ve dirençli *Cryptolestes ferrugineus*'da 48 ve 120 saatlik uygulama sürelerinde ve hassas *Oryzaephilus surinamensis*, *Lasioderma serricorne*' nin 0-48 saatlik yumurtaları ile 24 saatlik uygulama süresinde fosfinin değişik dozlarını çalışmışlardır. Çalışmada, türlere göre değişen şekilde yumurta açılımının fosfinden etkilendiği belirlenmiştir. Fosfine dirençli *C. ferrugineus*'da, 48 saatlik ve 120 saatlik uygulamalarda gelişmede bariz gecikme

saptanmıştır. 2.0-7.0 mg/l Dozlarında 48 saatlik uygulamada %5-80 oranında ölümler ve ilk üç gün süresince açılmada gecikmeler saptanmıştır. Altıncı gün ve sonrasında yumurta açılım oranı, yumurta açılımının olmadığı kontrolle kıyaslandığında oransal olarak artış görülmüştür. Benzer şekilde 120 saatlik uygulamada 1.0-2.0 mg/l dozda açılım gecikmiştir. Fosfine hassas *C. ferrugineus*' da, yumurta açılımında genel bir gecikme görülmüştür. *L. serricorne* ve *O. surinamensis* ile yapılan çalışmalarda 24 saatlik uygulamalarda bariz olarak yumurta açılımında gecikme saptanmıştır.

Hassas *C. ferrugineus*' da 24 saatlik uygulamalarda 0.125 ve 0.25 mg/l fosfin dozunda ölüm oranları %4.39 ve %32.43 olarak saptanmıştır. Hassas ırk olan *L. serricorne* ve *O. surinamensis*' da 24 saatlik uygulamalarda 0.125 mg/l fosfin dozunda ölüm oranları %63.21 ve %69.21; *O. surinamensis*'da 0.25 mg/l fosfin dozunda ölüm oranları %78.58 olarak saptanmıştır. Araştırıcılar, *Ephestia cautella* yumurtaları ile fosfin muamelesi sonucu gelişmede gecikme olmadığını, fakat yumurtalarda ultrastrüktürel lezyonlar belirlendiğini ve bunlarında asıl olarak mitokondrilerde görüldüğünü bildirmektedirler (Price ve Bell 1981).

Collins vd (2005) *Rhyzopertha dominica*' nın fosfine hassas ve dirençli iki ırkında fosfinin etkinliğini bir dizi uygulama süresi ve fosfin konsantrasyonlarında araştırmışlardır. Fosfine dirençli popülasyonda tüm evrelerini içeren karışık yaşlı örnekler ile yapılan çalışmada 0.15 mg/l (107.7 ppm) dozda fosfinle muamelede $LT_{99.9}$ 12.74 gün ve 0.3 mg/l (214.4 ppm) dozda fosfin muamelesinde $LT_{99.9}$ değeri 7.144 gün olarak saptanmıştır.

Pratt (2005) genelde hassasiyetin sırasıyla yumurta, pupa, larva ve ergin olacak şekilde arttığını bildirmektedir. Bu durumu araştırıcı, yumurta ve pupa evresinin metabolik olarak larva ve ergin evresinden daha pasif olması ile ilişkilendirmektedir ve fosfine toksitede metabolik hızın öneminden bahsetmektedir.

30 ^{o}C sıcaklık ve %65 nem koşullarında *Oryzaephilus surinamensis*' in değişik biyolojik dönemleri ile yapılan çalışmada 200 ppm fosfin uygulanarak LT_{99} değerleri

tespit edilmiştir. 0-24 saatlik, 24-48 saatlik ve 48-72 saatlik yumurtalarda elde edilen LT_{99} değerleri sırasıyla 13.282 saat, 9.216 saat ve 8.536 saat olmuştur; %100 ölüm süreleri de sırasıyla 18 saat, 12 saat ve 12 saat olarak tespit edilmiştir. 7-14 günlük erginler için LT_{99} değeri 2.716 saat olarak tespit edilmiş; %100 ölüm ise 4 saatte gerçekleşmiştir. 15 günlük larvalarda %100 ölüme 0.75 saatte ulaşılmıştır. 0-24 saatlik ve 24-48 saatlik pupalara 200 ppm dozun 2 saat süre ile uygulanması sonucu ölüm oranları sırasıyla %44 ve %46 olarak tespit edilmiş; her ik yaş grubunda da %100 ölüm 12 saatte gerçekleşmiştir (Akan 2003).

Uslu (2005) *Ephestia cautella*' nın 20^{o}C sıcaklık ve %65 orantılı nemde, 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurta, larva (25 günlük), 24-48 saatlik pupa ve ergin (0-24 günlük) evrelerinde 100 ve 200 ppm fosfin gazı (PH_3) ' nın değişik uygulama sürelerinde yaptığı çalışmasında zararlının ölüm oranlarını belirlemiştir. Çalışmada; yumurta evresi için 100 ppm PH_3 konsantrasyonda LT_{99} 0-24, 24-48, 48-72 saatlik yumurtalarda sırasıyla 46.504, 9.451 ve 20.707 saat; 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} sırasıyla 49.242, 7.369 ve 6.522 saat olduğu bildirilmektedir. Larva evresinde mutlak ölüm için gereken süre 100 ppm PH_3 konsantrasyonunda 7.674 saat ve 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda ise 3.600 saat olarak belirlenmiştir. Pupa evresinde yapılan çalışmalardan, 100 ppm PH_3 gaz konsantrasyonunda LT_{99} 22.454 saat, 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} 15.992 saat olarak belirlenmiştir. Ergin evresi için 100 ppm PH_3 konsantrasyonunda LT_{99} 15.124 saat, 200 ppm PH_3 konsantrasyonda LT_{99} 9.155 saat olduğu bildirilmektedir.

Tütüncü (2006) *Carpophilus hemipterus*' un 0-24 ve 24-48 saatlik yumurtalarına, 12 günlük larvalarına, 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik pupalarına, 7-8 günlük erginlerine 200 ppm fosfin 15, 20 ve 25^{o}C sıcaklıklarda %75 orantılı nem koşullarında LT_{50}, LT_{90}, LT_{95} ve LT_{99} değerlerini hesaplamıştır. 15^{o}C sıcaklıkta 200 ppm fosfinin uygulanması sonucu 0-24 ve 24-48 saatlik yumurtalarda elde edilen LT_{99} sırasıyla 38.85 ve 17.983, 20^{o}C sıcaklıkta 15.826 ve 11.007 saat olarak tespit edilmiştir. Larvalarla yapılan çalışmada sıcaklıklara göre LT_{99} değerleri 15^{o}C sıcaklıkta 10.528, 20^{o}C sıcaklıkta 16.197, 8.971 ve 9.043 saat olarak tespit edilmiştir. 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik pupalarda 15^{o}C sıcaklıkta sırasıyla 21.035, 15.096 ve 12.394 saat olarak, 20^{o}C sıcaklıkta 16.197, 8.971 ve 9.043 saat olarak ve 25^{o}C sıcaklıkta 12.913, 7.539 ve 6.050 saat olarak tespit

edilmiştir. Erginlerde LT_{99} değerleri 15, 20 ve 25^{o}C sıcaklıklarda sırasıyla 13.663, 9.515 ve 6.730 saat olarak tespit edilmiştir.

Alpay (2006) 20, 25^{o}C %75 orantılı nemde, *Carpophilus hemipterus*' un 0-24 ve 24-48 saatlik yumurtaları, 12 günlük larvaları, 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik pupaları, bir haftalık ergin evrelerinde 50 ppm fosfin gazı (PH_3)'nın değişik uygulama sürelerinde neden olduğu ölümlere ilişkin LT_{50}, LT_{90}, LT_{95} ve LT_{99} değerleri belirlemiştir. Yumurta evresi ile yapılan çalışmalarda 20^{o}C' de LT_{99} değeri 0-24, 24-48 saatlik yumurtalarda sırasıyla 89.325, 59.482 saat olarak belirlenirken, bu süre 25^{o}C' de 58.689, 45.970 saat olarak saptanmıştır. Aynı koşullar altında 20^{o}C' de yapılan çalışmada larva evresinde LT_{99} değeri için gereken süre 14.187 saat iken 25^{o}C' de ise 10.462 saat olarak belirlenmiştir. Pupa evresinde 0-24, 24-48, 48-72 saatlik pupalar ile yapılan çalışmada ise bu değer sırasıyla 20^{o}C' de 21.404, 33.369, 17.335 saat, 25^{o}C' de ise 32.123, 22.063, 61.937 saat olarak hesaplanmıştır. Ergin evre için 50 ppm PH_3 konsantrasyonda 25^{o}C' de LT_{99} değeri 18.588 saat olarak saptanırken bu süre 20^{o}C' de yapılan çalışmada 17.407 saat olduğu bildirilmektedir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılan tür

Çalışmada, A.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuarında yetiştirilmekte olan *Plodia interpunctella* (Hübner) kültürü kullanılmıştır. Denemeler zararlının yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri üzerinde yürütülmüştür.

Plodia interpunctella' nın Sistematikteki yeri:

Şube : Arthropoda

Sınıf : Insecta

Takım : Lepidoptera

Familya : Pyralidae

Cins : *Plodia*

Tür : *Plodia interpunctella* (Hübner)

İngilizce Adı : Indian meal moth

Türkçe Adı :Kuru meyve güvesi

3.2 Yöntem

3.2.1 *Plodia interpunctella'* nın yetiştirilmesi

Plodia interpunctella' nın yetiştirilmesinde buğday kırması, kuru maya (*Saccaromyces cerevisiae*) ve gliserinden oluşan besin karışımı kullanılmıştır. Buğday, larvaların beslenmesini kolaylaştırmak bakımından, orta irilikte olacak şekilde öğütülmüştür. Kırılmış buğday, olası bulaşmaları önlemek amacı ile -17^{o}C sıcaklıktaki derin dondurucuda 72 saat bekletilerek steril edilmiştir. Besin karışımına, kahve makinesinde öğütülerek un haline getirilmiş kuru maya; küf gelişimini teşvik etmeden besinin nem

içeriğini yükseltmek için de gliserin ilave edilmiştir (Bell, 1975). Besin karışımına buğdayın 1/14'ü (ağırlık/ağırlık) kadar laboratuvar değirmeninde (IKA-WERKE GmBH.) öğütülmüş maya ve 1/7'si (ağırlık/ağırlık) kadar gliserin ilave edilmiş ve elle karıştırılarak besi ortamı hazırlanmıştır.

Bu oranlarda hazırlanan besin 1 litrelik steril cam kavanozlara yaklaşık 50 g miktarda konmuş ve ortalama 10 adet ergin kavanoza ilave edilmiştir. Kavanozların kapaklarına hava girişini sağlamak için 1 mm çaplı delikler açılmış, kültüre başka zararlıların bulaşmasını önlemek amacıyla, kavanoz kapaklarının iç kısmına kurutma kağıdı yerleştirilmiş ve yine zararlı bulaşmasını önlemek amacıyla kavanozlar, alüminyum küvetlerin içindeki plastik altlıklar üzerinde yerleştirilmiştir.

P. interpunctella kültürü, 25 ± 1°C sıcaklık ve % 60 ± 5 orantılı nem koşullarına ayarlanmış iklim odasında yetiştirilmiştir. Ortamın sıcaklık ve nemi Hobo® ProTemp/RH marka veri kaydedici aracılığıyla kaydedilmiş ve belirli aralıklarla kontrol edilmiştir.

3.2.2 Biyolojik evreler

3.2.2.1 Yumurta

İçinde besin bulunan kavanozlara bırakılan erginler yumurta bırakmışlar ve bunlardan gelişen bireyler, yaklaşık 40 günde gelişimini tamamlamakta ve ergin çıkışları başlamaktadır. Günlük olarak aspirasyon aleti yardımıyla toplanan erginler, yumurta elde etmek amacıyla 35 mesh' lik telden yapılmış yumurtlatma kafesine aktarılmıştır. Küvet klimatize kültür odasında 24 saat bekletildikten sonra alınarak, içine bırakılmış olan 0-24 saatlik yumurtalar toplanmıştır. Bu şekilde elde edilen 0-24 saatlik yumurtalar klimatize böcek yetiştirme odasında 24 veya 48 saat daha bekletilmek suretiyle sırasıyla 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalar elde edilmiştir.



Şekil 3.1 *Plodia interpunctella*' nın yetiştirildiği ortam.



Şekil 3.2 *Plodia interpunctella* yumurtası elde etme kafesi.



Şekil 3.3 *Plodia interpunctella* yumurtası.

3.2.2.2 Larva

Bu amaçla içinde besin bulunan kavanozlara yaklaşık 100 adet 0-24 saatlik yumurta ilave edilmiştir. Çalışma öncesi yapılan ön denemelerde 25^{o}C sıcaklıkta böcek yetiştirme odasında 0-24 saatlik yumurtalardan larva çıkışının genel olarak 5. günde tamamlandığı belirlenmiştir. Yumurta açılışının tamamlanmasını müteakiben 25 gün sonra kavanoz içeriği bir küvete boşaltılmış ve larvalar yumuşak pens yardımı ile toplanarak içinde besin bulunan, 150 ml hacimli vida kapaklı PVC deneme kaplarının içine alınmışlardır. Havalanmayı sağlamak amacıyla, kapaklarına yaklaşık 1cm çapında delik açılmış ve bu deliklerin üzeri, dışarıdan olabilecek bulaşmaları engellemek için 120 mesh' lik tel kullanılarak kapatılmıştır.



Şekil 3.4 *Plodia interpunctella'* nın olgun larvası (25 günlük).

3.2.2.3 Pupa

Kavanozlarda yetiştirilen kültürler günlük olarak kontrol edilerek, pupa olmaya yaklaşmış olgun larvalar besin içinden alınmış ve plastik bir küvete aktarılmıştır. Küvete olgun larvaların rahatça kokon örmesine olanak sağlamak amacıyla yaklaşık 1 cm uzunluğundaki borucuklar yerleştirilmiştir. Larvalar aktarıldıktan sonra yapılan günlük kontrollerde, bu borucuklar içinde oluşan pupalar, bir iğne yardımıyla pupaya bir zarar vermeden borucuklar içerisinden alınmış ve deneme anına kadar klimatize kültür odasında bekletilmiştir. Bu şekilde, 24-48 saatlik pupalar elde edilmiştir.



Şekil 3.5 *Plodia interpunctella* pupası (24-48 saatlik).

3.2.2.4 Ergin

Klimatize böcek yetiştirme ünitesindeki kavanozlarda pupadan ergin döneme geçen bireyler aspirasyon aleti yardımıyla günlük olarak toplanmıştır. Erginler, kapaklarında 120 mesh elek teli ile kaplı delikler bulunan 150 ml hacimli vida kapaklı PVC deneme kaplarında 30 adet ergin denemelere alınmıştır. Ergin evresinde yapılan çalışmalarda 0-24 saatlik erginler kullanılmıştır.



Şekil 3.6 *Plodia interpunctella* ergini (0-24 saatlik).

3.2.3 Deneme Düzeneği

3.2.3.1 Gaz üreteci

Çalışmalarda kullanılan gaz halindeki fosfin (PH_3) gaz üretecinde (Şekil 3.7) Phosphone® tabletlerinden (%57 $AlPH_3$) üretilmiştir. Alüminyum fosfit tabletinden küçük bir parça (yaklaşık 0,5 g) içinde %5 oranda H_2SO_4 içeren su bulunan 200 ml' lik gaz büretine atılmıştır (Anonymous 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.

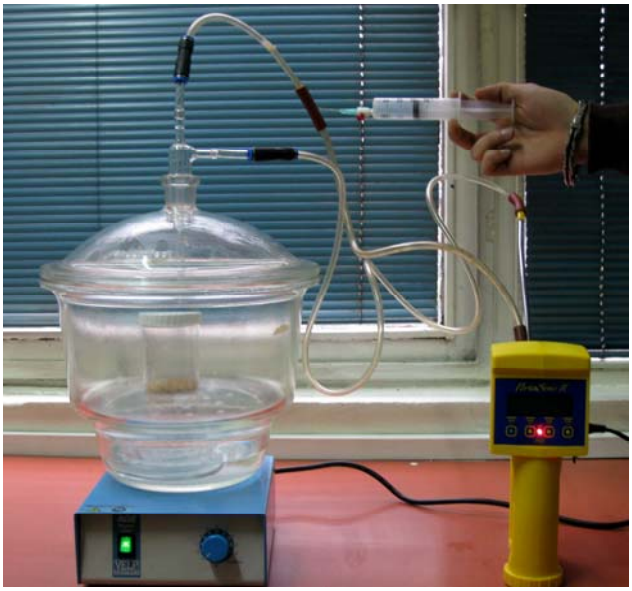
3.2.3.2 Deneme düzeneği

Deneme için kapalı devre gaz sirkülasyonu olan 5 l hacimli desikatörler kullanılmıştır. Deneme öncesi desikatörün dip haznesine yaklaşık 250 ml %75 nem verecek düzeyde KOH çözeltisi (Solomon 1951) ilave edilmiştir. Desikatörün dip haznesine KOH çözeltisinden ıslanmayacak şekilde cam bir kavanoz yerleştirilmiş ve içerisine manyetik karıştırıcı konulmuştur. Böylece, desikatör manyetik karıştırıcı cihazı üzerine yerleştirildiğinde istenen süre çalıştırılarak desikatör içerisindeki ortamın homojen hale getirilmesine yardımcı olunmuştur. Desikatörün orta kısmına 1 cm çapında çok sayıda

delik ihtiva eden cam bir disk yerleştirilmiştir. Deneme öncesi, cam disk üzerine deney materyalleri yerleştirildikten sonra desikatörün üst kapağı silikon gres sürülerek sıkıca kapatılmıştır. Desikatör kapağında bulunan açıklığa iki kanallı cam tapa silikon gres sürülerek desikatörün üst kapağına yerleştirilmiştir. Buradaki kanallardan dip kısma uzanan boruya gaz giriş borusu (poliüretan) (9 mm çaplı) ve üst kısma bağlanan cam boruya ise gaz emiş borusu (poliüretan) (9 mm çaplı) çek-valf kullanılarak bağlanmıştır. Gaz giriş borusu fosfin gazı ölçüm cihazının (Ati PortaSense) gaz çıkış kısmına ve gaz emiş borusu ise fosfin gazı ölçüm cihazının gaz girişne bağlanmıştır (Şekil 3.8). Cihaz çalıştırıldığında desikatörden havayı emmekte ve emilen hava daha sonra gaz çıkış kısmından desikatöre yönlendirilerek sirkülasyon sağlanmıştır. Gereken miktarda fosfin gazı özel bir şırınga (gaz geçirmez - kilit valfli) yardımıyla desikatöre gaz giriş borusuna enjekte edilerek 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. Bu işlemin ardından fosfin ölçüm cihazı kapatılmış ve böylece sirkülasyon sonlandırılmıştır. Desikatördeki gaz giriş ve çıkış kısımlarına bağlanmış olan çek valflerden bağlantı boruları çekilmiş ve desikatör 20^{o}C' deki Binder Marka inkübatöre (iklim dolabına) kaldırılmıştır.



Şekil 3.7 Fosfin gaz üreteci.



Şekil 3.8 Fosfin deneme düzeneği.

3.2.4 Biyolojik evre denemeleri

3.2.4.1 Yumurta

Bilinen yaştaki yumurtalar (0 - 24, 24 - 48 ve 48 - 72 saatlik), stereoskobik binoküler mikroskop altında samur fırça (No: 000) yardımı ile dikkatli bir şekilde alınarak ve eliza pleytlerine tek tek yerleştirilmiştir. Yumurta evresinde yapılan çalışmalar her bir plate iki kısma ayrılarak 48 adetlik 2 kısım halinde ve toplam 96 adet yumurta olacak şekilde yürütülmüştür. Denemeler 3 tekerrürlü olarak farklı desikatörlerde yürütülmüştüri Hazırlanan yumurta deneme plateleri üzerindeki numaralar bir kağıda kaydedilmiştir, böylelikle yumurta yaşlarına göre pleytler birbirinden ayrılmıştır. İçerisinde test materyali bulunan desikatör, denemelerin kurulmasının ardından sıcaklığı 20^{o}C' ye ayarlı Unitest Marka inkübatöre yerleştirilmiştir. Yumurta evresi ile yapılan çalışmalarda uygulama süreleri 6, 9, 12, 15, 18, 24, 30, 36 ve 48 saat olmuştur. İstenen uygulama süresi sonrasında inkübatörden çıkarılan desikatör açılarak yumurta deneme pleytleri alınarak aynı inkübatörde içerisinde %75 orantılı nem sağlayan KOH çözeltisi bulunan gözlem desikatörüne aktarılmış ve ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur (Şekil 3.9). Labarotuvar koşullarında günlük olarak stereoskobik binoküler mikroskop altında yapılan gözlemlerle açılan ya da açılmayan yumurtalar kaydedilmiştir.

Kontrol amacıyla hazırlanan yumurta deneme pleytleri aynı uygulama sürelerince aynı inkübatörde içerisinde %75 orantılı nem sağlayan KOH çözeltisi bulunan altında yapılan gözlemlerle açılan ya da açılmayan yumurtalar kaydedilmiştir. Yumurta evresinde ölümler günlük gözlemlerde larva çıkışına göre belirlenmiştir



Şekil 3.9 Denemelerde kullanılan inkübatör ve desikatör

3.2.4.2 Larva

Larva evresinde yapılan denemelerde 25 günlük olgun larvalar (yumurta evresi hariç) kullanılmıştır. Denemeler için yaklaşık 20 g besin içeren 150 ml hacimli vida kapaklı PVC deneme kapları kullanılmıştır. Deneme amacıyla klimatize böcek odasında bulunan kültürden yumuşak pens yardımı ile dikkatlice toplanan larvalar her bir deneme kabına 30 adet olacak şekilde aktarılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak farklı desikatörlerde yürütülmüştür. Hazırlanan kaplar desikatör içine dikkatlice yerleştirilmiştir. Desikatör, denemelerin kurulmasının ardından sıcaklığı 20^{o}C' ye ayarlı inkübatöre aktarılmıştır. Larva evresi ile yapılan çalışmalarda uygulamalar süreleri 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 saat olmuştur. Uygulama süresi sonunda desikatör açılarak havalandırılmış ve içerisinde bulunan PVC deneme kapları aynı inkübatördeki içerisinde %75 orantılı nem sağlayan KOH çözeltisi bulunan gözlem desikatöründe ölümler belirleninceye

kadar tutulmuştur. 25 Günlük larvalar uygulamadan 7 gün sonra kontrol edilerek ölen larvalar belirlenmiştir.

3.2.4.3 Pupa

Denemeler amacı ile hazırlanan 24-48 saatlik pupalar, kapağına 1 cm çapında 120 mesh'lik elek teli geçirilmiş olan 50 ml' lik vida kapaklı PVC deneme kaplarına 30 adet pupa yumuşak pens yardımı ile dikkatlice aktarılmış ve deneme desikatörüne dikkatlice yerleştirilmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak farklı desikatörlerde yürütülmüştür. İçinde test materyali bulunan desikatör, denemelerin kurulmasının ardından sıcaklığı 20^{o}C' ye ayarlı iklim dolabına aktarılmıştır. Pupa evresi ile yapılan çalışmalarda uygulama süreleri 3, 6, 9, 12, 18, 24 ve 30 saat olmuştur. Uygulama süresi sonunda desikatör açılarak havalandırılmış ve içerisinde bulunan PVC deneme kapları aynı inkübatördeki içerisinde %75 orantılı nem sağlayan KOH çözeltisi bulunan desikatörde ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur. Uygulama süresinden sonra 3 hafta boyunca yapılan kontrollerde ergin çıkışı kaydedilmiştir. Kontrol grubu pupaları 21. günün sonuna kadar günlük olarak izlenmiş ve ergin çıkış durumu kaydedilmiştir.

3.2.4.4 Ergin

Denemeler amacıyla, aspirasyon cihazı yardımıyla toplanıp hazırlanan 0-24 saatlik erginler 150 ml hacimli vida kapaklı PVC kaplara (120 mesh elek teli kaplı kapalı) her kapta 10 adet olacak şekilde 30 adet ergin kaplarda dikkatlice aktarılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak farklı desikatörlerde yürütülmüştür. İçinde ergin bulunan PVC kaplar deneme desikatörüne dikkatlice yerleştirilmiş. İçinde test materyali bulunan desikatör, denemelerin kurulmasının ardından sıcaklığı 20^{o}C' ye ayarlı iklim dolabına aktarılmıştır. Ergin evresi ile yapılan çalışmalarda uygulama süreleri 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve 7 saat olmuştur. Uygulama süresi sonunda desikatör açılarak havalandırılmış ve içerisinde bulunan PVC deneme kapları aynı inkübatördeki içerisinde %75 orantılı nem sağlayan KOH çözeltisi bulunan desikatörde ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur. Uygulama süresi bitiminden 48 saat sonra ölümler kaydedilmiştir. Kontrol grubu erginleri,

uygulama süresi bitiminden 48 saat sonra sayılarak canlı ve ölü olanları uygulama grubunda olduğu gibi değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

3.2.5 İstatistiksel analiz

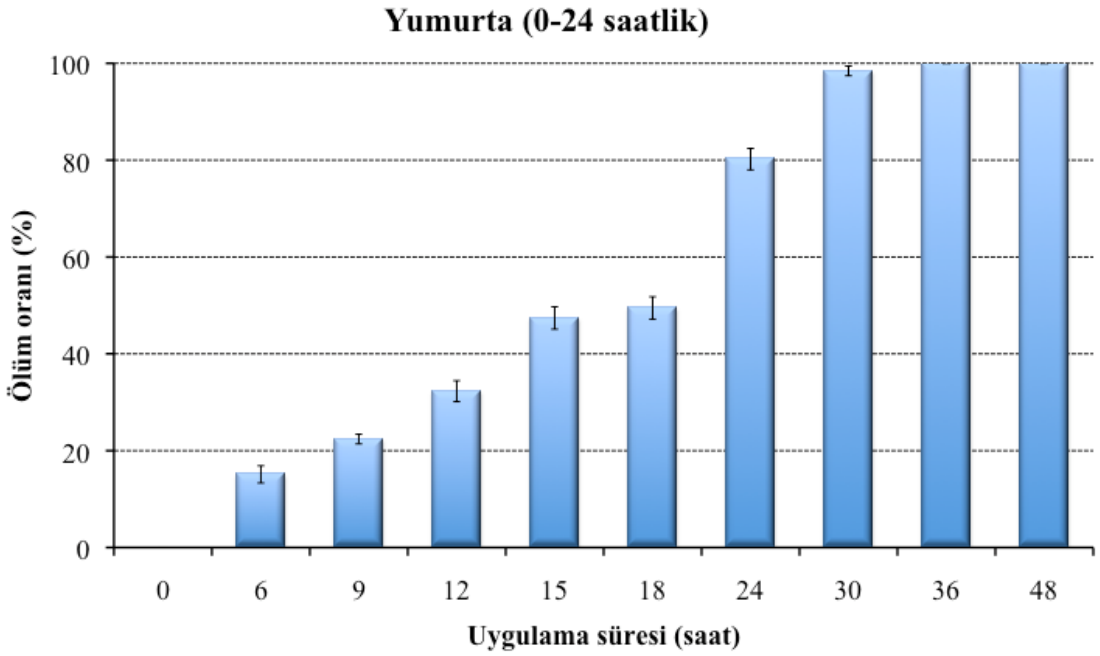
Denemelerde belirlenen ölümlere ait veriler ile POLO PC programı (LeOra Software 1994) kullanılarak probit analizi yapılmış; böylece LT_{50}, LT_{90}, LT_{95} ile LT_{99} değerleri belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Yumurta

Yumurta evresinde yapılan çalışmalar 0–24, 24–48 ve 48–72 saatlik yumurtalar ile yürütülmüştür. Çalışmalar 20°C' de 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda, değişik uygulama sürelerinde yürütülmüştür. Uygulama süresi sonunda yumurta evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafik halinde Şekil 4.1' de verilmiştir. Şahit grubunda ölüm oranının 0–24 saatlik yumurtalarda %0.00 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Çalışmada 0–24 saatlik yumurtalarda 200 ppm PH_3 uygulamasında ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 36 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir.

P. interpunctella' nın 0-24 saatlik yumurtalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 14.29 saat ve LT_{99} değeri ise 52.98 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1 *Plodia interpunctella* 'nın 0–24 saatlik yumurtalarında 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%).

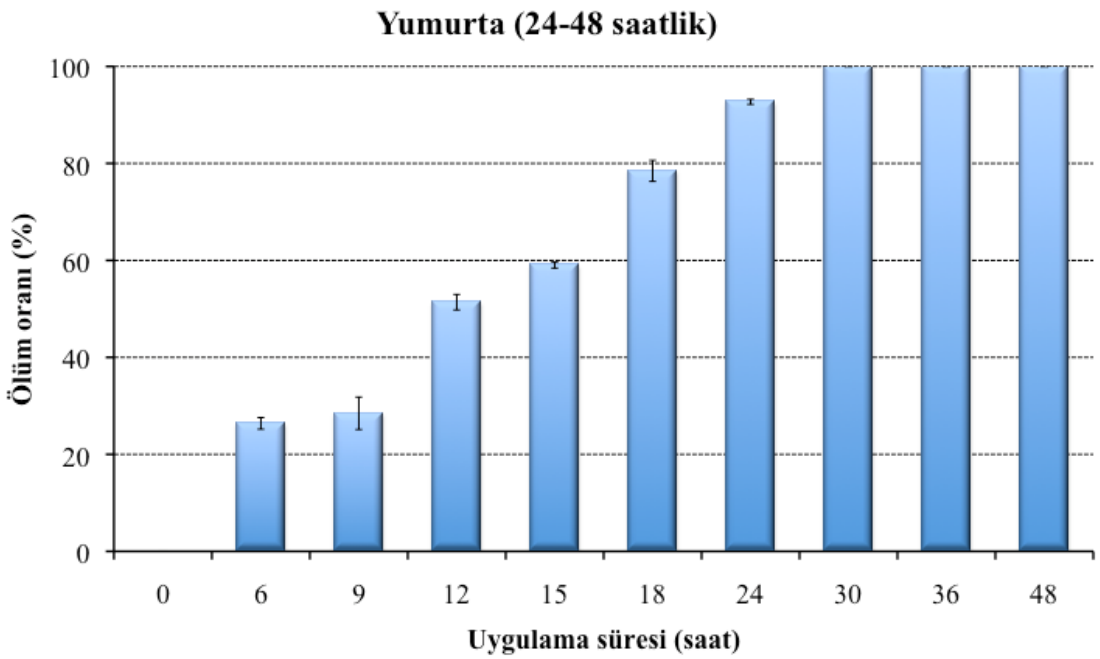
Çizelge 4.1 *Plodia interpunctella*' nın 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarında 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonlarında değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan ölüm için gerekli süreler (LT) (saat)

Yaşı	**χ^2**	**Serbestlik derecesi**	**Eğim± Standart hata**	**H**	**LT_{50} (Güven aralığı)[a]**	**LT_{90} (Güven aralığı)[a]**	**LT_{95} (Güven aralığı)**	**LT_{99} (Güven aralığı)**
0-24	95.05	34	4.09±0.16	2.80	14.29 (13.28-15.29)	29.41 (26.74-33.08)	36.09 (32.18-41.71)	52.98 (45.37-64.68)
24-48	62.55	34	3.94±0.18	2.08	11.02 (10.21-11.79)	23.28 (21.37-25.83)	28.79 (25.93-32.78)	42.85 (37.09-51.52)
48-72	73.18	34	4.56±0.19	2.44	12.86 (12.03-13.68)	24.57 (22.62-27.17)	29.52 (26.74-33.40)	41.65 (36.45-49.37)

[a] Güven aralığı $P \leq 0.05$ düzeyinde hesaplanmıştır

P. interpunctella' nın 24-48 saatlik yumurtaları ile yapılan çalışmalarda şahit grubunda ölüm oranının da 0-24 saatlik yumurtalarda olduğu gibi %0.00 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Çalışmada 24–48 saatlik yumurtalarda 200 ppm PH_3 uygulamasında ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 30 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir.

P. interpunctella' nın 24-48 saatlik yumurtalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 11.02 saat ve LT_{99} değeri ise 42.85 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

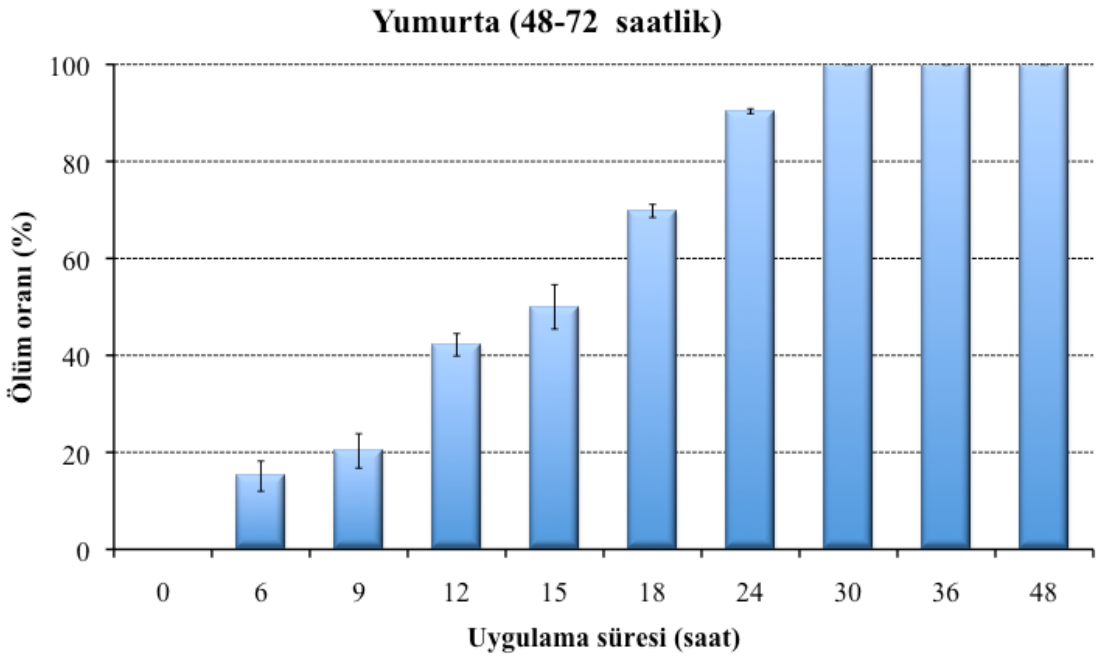


Şekil 4.2 *Plodia interpunctella*' nın 24–48 saatlik yumurtalarında 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%).

P. interpunctella' nın 48-72 saatlik yumurtaları ile yapılan çalışmalarda şahit grubunda ölüm oranının da 0-24 ve 24-48 saatlik yumurtalarda olduğu gibi %0.00 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2). Çalışmada 48–72 saatlik yumurtalarda 200 ppm PH_3

uygulamasında ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 30 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir.

P. interpunctella' nın 48-72 saatlik yumurtalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 12.86 saat ve LT_{99} değeri ise 41.65 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).



Şekil 4.3 *Plodia interpunctella*' nın 48–72 saatlik yumurtalarında 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%).

4.2 Larva

Denemeler *P. interpunctella*' nın 25 günlük larvaları ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar 20°C' deki ortamda 200 ppm PH_3' nin değişik uygulama sürelerinde yürütülmüştür. Uygulama süresi sonunda larva evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde Şekil 4.4' de verilmiştir. Şahit grubunda ölüm oranının %0.00 olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4). Çalışmada 25 günlük larvalarda 200 ppm PH_3 uygulamasında

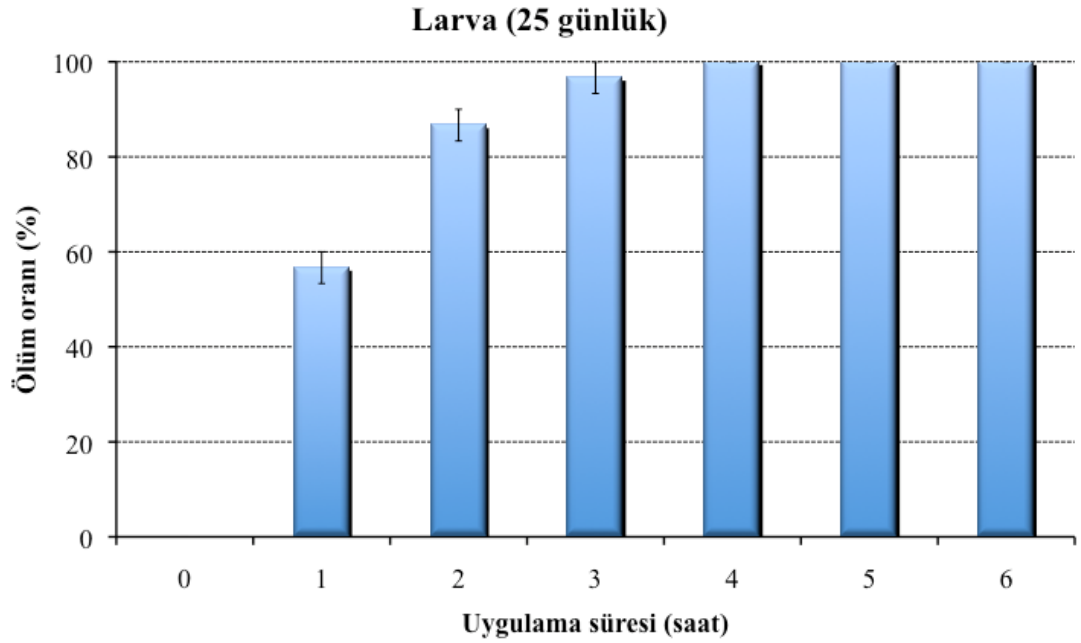
ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 4.00 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir.

P. interpunctella' nın 25 günlük larvalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 0.93 saat ve LT_{99} değeri ise 3.85 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 *Plodia interpunctella*' nın larva, pupa ve erginlerinde 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan ölüm için gerekli süreler (LT) (saat)

Evre	**Yaşı**	**χ^2**	**Serbestlik derecesi**	**Eğim± Standart hata**	**H**	**LT_{50} (Güven aralığı)[a]**	**LT_{90} (Güven aralığı)[a]**	**LT_{95} (Güven aralığı)**	**LT_{99} (Güven aralığı)**
Larva	25d	12.57	16	3.78±0.43	0.79	0.93 (0.77-1.07)	2.04 (1.81-2.35)	2.54 (2.22-3.06)	3.85 (3.17-5.13)
Pupa	24-48	16.37	19	4.65±0.37	0.86	6.34 (5.76-6.87)	11.96 (10.97-13.27)	14.32 (12.94-16.27)	20.07 (17.50-24.03)
Ergin	0-24	36.84	19	2.48±0.22	1.94	1.62 (1.25-1.95)	5.33 (4.37-7.14	7.47 (5.82-11.04)	14.07 (9.79-25.50)

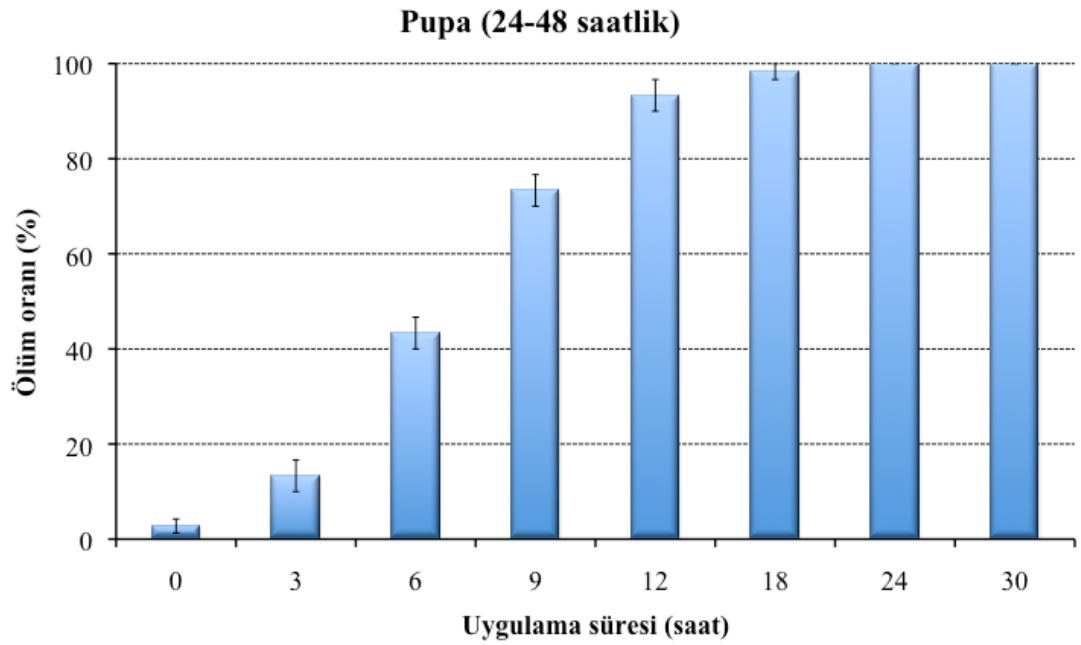
[a] Güven aralığı $P \leq 0.05$ düzeyinde hesaplanmıştır



Şekil 4.4 *Plodia interpunctella*' nın 25 günlük yumurtalarında 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%).

4.3 Pupa

P. interpunctella' nın pupa evresi ile yürütülen çalışmalar 24–48 saatlik pupalar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar 20°C' deki ortamda 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda, değişik uygulama sürelerinde yürütülmüştür. Uygulama süresi sonunda pupa evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde Şekil 4.5' de verilmiştir. Şahit grubunda ölüm oranının %0.00-5.00 (en düşük-en yüksek) arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.5.). Çalışmada 24–48 saatlik pupalarda 200 ppm PH_3 uygulamasında ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 24 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir.



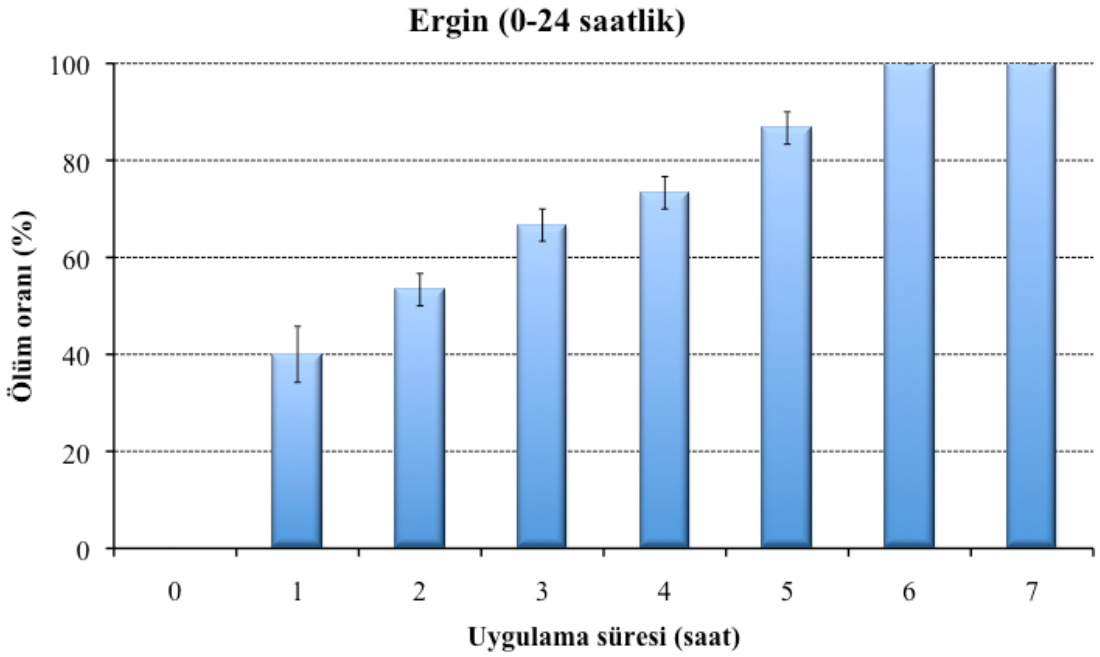
Şekil 4.5 *Plodia interpunctella'* nın 24-48 saatlik pupalarında 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%).

P. interpunctella' nın 24–48 saatlik pupalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 6.34 saat ve LT_{99} değeri ise 20.07 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2).

4.4 Ergin

P. interpunctella' nın ergin evresi ile yürütülen çalışmalar 0–24 saatlik bireyler ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmalar 20°C' deki ortamda 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda değişik uygulama sürelerinde yürütülmüştür. Uygulama süresi sonunda erginde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde Şekil 4.6' da verilmiştir. Şahit grubunda ölüm oranının 0–24 saatlik erginlerde %0.00 oranında olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.6). Çalışmada 0–24 saatlik erginlerde ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 6 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir.

P. interpunctella' nın 0–24 saatlik erginlerinde değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 1.62 saat olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan LT_{99} değerleri ise 14.07 saat olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2).



Şekil 4.6 *Plodia interpunctella*' nın 0-24 saatlik erginlerinde 20°C sıcaklıkta 200 ppm fosfin (PH_3) gazı konsantrasyonunda değişik sürelerde gerçekleşen ölümler (%).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, depolanmış birçok üründe ve özelliklede kurutulmuş meyvelerde karşılaşılan önemli zararlılarından birisi olan *Plodia interpunctella* ile savaşımda fümigant olarak; düşük dozda PH_3' in değişik uygulama sürelerinde neden olduğu ölüm oranları belirlenmiştir. Çalışmalar 20^oC ortam sıcaklığı ve %75 orantılı nem koşullarında yürütülmüştür. Zararlının yumurta (0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik), larva (25 günlük), pupa (24-48 saatlik) ve ergin (0-24 saatlik) evrelerinde ve 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda değişik uygulama sürelerinde neden olduğu ölümlerden yararlanılarak LT_{50}, LT_{90}, LT_{95} ve LT_{99} değerleri belirlenmiştir.

Çalışmamızda zararlının herbir evresinde fosfin gazı ile muamele sonucu meydana gelken ölümlerin uygulama süresinin uzaması ile birlikte yükseldiği belirlenmiştir. Bu durum, genel olarak konu ile ilgili yapılan çalışmaların tümünde de bildirilmektedir (Bell 1976, Desmarchelier 1984, Weller ve van Graver 1988, Hashem ve Reichmuth 1989, Rajendran ve Muthu 1989, Ren vd 1994, Phillips vd 1997, Shazali ve Reichmuth 1998, Phillips vd 1999, Rajendran vd 2001, Nayak vd 2003 ve Rajendran vd 2004).

Plodia interpunctella' nın 0-24 saatlik yumurtaları ile yürütülen çalışmalarda mutlak ölüm için gereken uygulama süresi 36 saat olarak belirlenmiştir. 24-48 ve 48-72 Saatlik yumurtalarda ise mutlak ölüm için gereken uygulama süresi 30' ar saat olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar istatistiki bir anlam içermemesine rağmen 0-24 saatlik yumurtaların diğer yaştakilerine kıyasla fosfin gazına daha dayanıklı olduğu söylenebilir. Bu gözlem, çalışmamızı yürüttüğümüz laboratuvarda fosfin gazının *Oryzaephilus surinamensis*, *Ephestia cautella* ve *Carpophilus hemipterus'* a etkinliği ile yapılmış çalışmalarda da belirlenmiştir (Akan 2003, Uslu 2005, Alpay 2006, Tütüncü 2006).

Araştırmamızda; 0-24 saatlik yumurta evresinde gözlenen ölümlerden hesaplanan LT, LT değerleri 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalara ilişkin LT değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Örneğin LT50 değeri 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalar için

sırasıyla 14.29, 11.02 ve 12.86 saat olarak belilenmiştir. Sonuçlardan da görüldüğü üzere, 0-24 saatlik yumurtalar fosfine hassasiyette diğerlerinden daha dayanıklı olarak belirlenmiştir. Fakat 24-48 ile 48-72 saatlik yumurtalar arasında fosfine hassayiyet açısından bariz bir fark görülmemektedir. Benzer şekilde *Ephestia elutella, Ephestia kuehniella, E. cautella* ve *Plodia interpunctella*' nin yumurtalarına PH_3' in etkinliği ile ilgili yapılan çalışmalarda genç yumurtaların yaşlı yumurtalara kıyasla daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Bell 1976). Yazar 25^oC' de 0.2 mg/l PH_3 (≅144ppm) konsantrasyonunda 24 saatlik uygulama sonucunda 0-24 günlük yumurtalarda ölüm oranlarının *E. elutella*, *E. kuehniella*, *E. cautella* ve *P. interpunctella*' da sırasıyla %10, %11, %27 ve %4.5 olduğu belirlenmiştir. Aynı koşullarda 1-2 günlük yumurtalarda tüm türler için ölüm oranlarının %90' ın üzerinde olduğunu bildirmektedir. *Tribolium casteneum* (Herbst)'un 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarına olan ölümcül etkiler Rajendran ve Muthu (1989) tarafından araştırılmıştır. Fosfin gazının 0.12 mg/l (86 ppm) konsantrasyonunda 24 saatlik uygulamada 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalarla yaptıkları çalışmalarda LD_{95} değerini sırasıyla 0.244, 0.146 ve 0.177 mg/l olarak hesaplamışlardır. Araştırıcılar yumurta yaşı ile PH_3' e hassasiyet arasında belirgin bir farklılık bildirmektedirler. Shazali ve Reichmuth (1998) *S. cerealella* ve *E. cautella*' nın 0-24, 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yumurtalarında 0.1, 0.5, 1.0 mg /litre (≅72, 360 ve 720 ppm) konsantrasyonda 16, 24 ve 48 saatlik zaman periyotlarında fosfin gazının toksisitesini araştırdığı çalışmasında *S. cerealella* ile *E. cautella* yumurtalarının PH_3' e toleranslarının farklı olduğunu; *S. cerealella* yumurtalarının daha dayanıklı olduğunu belirlemişlerdir. Her iki türde de genç yumurtaların yaşlı yumurtalardan daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Ölümlerin 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yumurtalarda *E. cautella* için 16 saatlik uygulama süresinde 0.5 mg/l PH_3 konsantrasyonunda (≅360 ppm) sırasıyla %87.1, 95.3 ve 97.9 oranda olduğunu; 0.5 mg/l PH_3 konsantrasyonunda LT_{95} değerinin *E. cautella* yumurtaları için ise sırasıyla 39.6, 22.8, 15.7 ve 11.2 saat olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmamızda ise 200 ppm fosfin konsantrasyonunda LT_{95} değeri 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik yumurtalar için sırasıyla 36.09, 28.79 ve 29.52 saat olarak belirlenmiştir. Fosfin konsantrasyonunun farklılığı nedeni ile doğrudan bir kıyaslama yapılamamış olmasına rağmen genç yumurtaların diğerlerinden daha dayanıklı olduğu her iki çalışmada da görülmüştür.

Çalışmamızdakine benzer bulgu Hashem ve Reichmuth (1989)' un çalışmasında da belirlenmiş ve PH_3' in *R. dominica* ve *P. truncatus'*un farklı yaşlardaki yumurtalar üzerindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında genç yumurtaların PH_3' e karşı yaşlı yumurtalardan daha dayanıklı olduğunu bildirmektedirler. Verilen bu sonuçlar çalışmalarımızda belirlediğimiz (genç yumurtaların, yaşlı yumurtalara oranla PH_3' e daha dayanıklı) sonuçlar ile uyumluluk göstermiştir.

Çalışmamızda yumurtaların kontroldeki yumurtalardan daha geç açıldığı gözlenmiştir. Bu durum tez haricinde yapılan ayrıntılı bir çalışmada araştırılmıştır. Yumurta açılımında benzeri gecikmeler *Tribolium castaneum*' da Rajendran (2000), *Rhyzopertha dominica*' da Rajendran vd (2001), *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae)' da Nayak vd (2003), *Cryptolestes ferrugineus, Lasioderma serricorne ve Oryzaephilus surinamensis' da* Rajendran vd (2004) tarafından da kaydedilmiştir.

P. interpunctella' nın 25 günlük (olgun) larva evresi ile yaptığımız çalışmalarda, ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 4.00 saatlik uygulamada gerçekleştiği belirlenmiştir. Elde edilen verilerden hesaplanan LT_{50} değeri 0.93 saat olmuştur (Çizelge 4.2). Yürütülen bu çalışmada fosfin gazına en hassas evrenin larva evresi olduğu belirlenmiştir. Benzer bulgular literatürde de verilmektedir. *O. surinamensis* ile yapılan bir çalışmada PH_3' in 24 saatlik sürece uygulanması sonucu en hassas evrenin larva (LC_{95} değeri 0.017 mg/l) evresi olduğu bildirilmektedir (Vincent ve Lindgren 1972). *E. elutella, E. kuehniella, E. cautella* ve *P. interpunctella*' nın PH_3'e hassasiyetlerinin evreler açısından değiştiği bildirilmektedir (Bell 1976). Araştırıcı, larva evresinin PH_3' e duyarlılığının yumurta ve pupa evrelerine göre daha fazla olduğunu; örneğin *E. elutella'* nın larva evresinin mutlak ölümü için 48 saatlik uygulamada gerekli olan CT değerinin 0.7 mg saat/l ; pupa evresi için bu değerin ise 3.4 mg saat/l olduğunu hesaplamışlardır. Akan (2003), *Oryzaephilus surinamensis*' de 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazına en hassas evrenin larva olduğunu ve 0.75 saatlik uygulama sonucunda bile mutlak ölüm gerçekleştiğini bildirmektedir. Uslu (2005, *Ephestia cautella*' ya 100 ve 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazının etkinliğini belirlediği çalışmasında en hassas evrenin larva ve ergin evre olduğunu; Alpay (2006) *Carpophilus hemipterus*' a 50 ppm konsantrasyonda fosfin gazının etkinliğini

belirlediği çalışmasında en hassas evrenin larva olduğunu ve aynı zararlı ile Tütüncü (2006)' nün yürüttüğü bir çalışmada 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazına larva evresinin hassas olduğunu bildirmektedirler. Rajendran (1993) genelde larva ve ergin evrenin yumurta ve pupa evresine oranla PH_3' e daha hassas olduğunu bildirmektedir. Yaptığımız bu çalışmada da larva evresi diğer evrelerden fosfine daha hassas bulunmuştur. El-Lakwah vd (1991) *S. cerealella'* nın üçüncü dönem larvaları ve pupa evresini PH_3' in etkinliği üzerinde çalışmışlardır. Pupa evresi ile yaptıkları çalışmalarda 28^oC 2, 4, 8 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde LC_{90} 6187, 3066, 2797 ve 370 µg/l olarak belirlenmiştir. Aynı sıcaklıkta larva evresi ile yaptıkları çalışmalarda 2, 4, 8 ve 24 saatlik uygulama sürelerinde LC_{90} 3740, 2255, 59.2 ve 14.5 µg/l olarak belirlenmiştir. Ayrıca, Phillips vd (1997) 200 ppm fofin konsantrasyonunda *P. interpunctella*' nın 5. dönem larvasında bir günlük bir uygulamada mutlak ölüm gerçekleştiğini bildirmektedirler. Yukarıda verilen literatür bulguları ile araştırmamızdaki bulgular arasında larva evresinin yumurta, pupa ve ergin evrelerine göre daha hassas olmaları açısından uyumluluk vardır.

Plodia interpunctella' nın pupa (24–48 saatlik) evresinde yapılan çalışmalarda; mutlak ölüm değerine 24 saatlik uygulamada ulaşılmıştır. *P. interpunctella*' nın 24–48 saatlik pupalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT_{50} değeri 6.34 saat olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2). Pupa ve yumurta evresindeki metabolizma hızının diğer evrelere oranla düşük olduğu böceklerde bilinen bir gerçektir (Pratt 2005). Bu durumda pupa evresinin fosfine hassasiyet açısından bariz olarak larva ve ergin evreden daha hassas olması genel olarak beklenen bir sonuç olacaktır. Çalışmamızda, LT_{50} bulguları dikkate alındığında, pupa ve yumurta evresinin fosfin gazına daha dayanıklı olduğu; larva ve ergin evresinin fosfine hassasiyetinin oldukça yüksek evreler olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular değişik araştırıcıların konu ile ilgili yürüttüğü çalışmalarda elde edilen verilerle uyumluluk göstermektedir. Örneğin, Vincent ve Lindgren (1972) *O. surinamensis*' e PH_3' in 24 saatlik uygulama sonucu en hassas evrenin larva (LC_{95} değeri 0.017 mg/l), bunu sırasıyla yumurta (LC_{95} değeri 0.038 mg/l) ve pupa evresinin (LC_{95} değeri 0.049 mg/l) takip ettiğini bildirmektedirler. Yazarlar, yumurta ve pupa evresinin PH_3' e gösterdikleri

tepkilerin benzer olduğunu bildirmektedirler. Yaptığımız çalışmada da en dayanıklı evrenin yumurta ve daha sonra pupa evresi olduğu belirlenmiştir, dolayısıyla bu anlamda bulgularımız Vincent ve Lindgren (1972)'in bulguları ile uyumlu olmuştur. *Ephestia elutella, Ephestia kuehniella, Ephestia cautella* ve *Plodia interpunctella*' nin PH_3' e toleranslarının araştırıldığı bir çalışmada pupa evresinin larva evresine oranla daha dayanıklı olduğu; yumurta evresinin de pupa evresinden daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir (Bell 1976). Benzer bulgular Akan (2003), Uslu (2005), Alpay (2006) ve Tütüncü (2006) tarafından da kaydedilmiştir.

Çalışmamızda da pupa evresi ile yapılan denemelerde mutlak ölüme 24 saatlik uygulama süresi sonunda ulaşılmıştır. Phillips vd (1999) 32^{o}C ortam sıcaklıklarında, değişik uygulama sürelerinde, 200 ppm PH_3 konsantrasyonunda *P. interpunctella*, *R. dominica*, *S. oryzae* ve *T. castaneum'* un pupa evresinde yaptığı çalışmalarda, 8 saatlik uygulama sonucunda % ölüm oranlarının *T. castaneum* için %100, *S. oryzae* için % 87.1 ve *R. dominica* için % 98 olduğunu belirlemişlerdir. Araştırıcılar, 18 saatlik uygulama sonucunda ise ölüm oranlarının *T. castaneum* için %100, *S. oryzae* için %97.7 olurken, 24 saatlik uygulama sonucunda ölüm oranlarını *T. castaneum* ve *R. dominica* için %100, *S. oryzae* için %99.2 olduğu bildirilmektedir. Ayrıca, El-Lakwah vd (1991) *Sitotroga cerealella* (Oliv.)' nın üçüncü dönem larvaları ve pupa evresine PH_3' in etkinliği üzerinde yaptıkları çalışmada pupa evresinin larva evresinden fosine daha hassas olduğunu bulgusu sonuçlarımızla uyumlu olarak değerlendirilmiştir. Uslu (2005), *Ephestia cautella*' da 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazına 24-48 saatlik pupaların diğer evrelere kıyasla daha dayanıklı olduğunu ve LD_{50} değerinin 7.08 saat olarak belirlendiğini bildirmektedir. Akan (2003), *Oryzaephilus surinamensis*' e 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazının etkinliğini belirlediği çalışmasında 30^{o}C sıcaklıkta 0-24 saatlik pupalarda hesaplanan LT_{50} değerinin 2.41 saat ve 24-48 saatlik pupalarda ise 3.05 saat olduğunu bildirmektedir. Yazar, pupa ve yumurta evresinin diğerlerine kıyasla fosfin gazına daha dayanıklı evre olduğunu bildirmektedir. Benzer bulgular Tütüncü (2006) ve Alpay (2006) tarafından da kayıtlıdır.

P. interpunctella‘ nın 0–24 saatlik erginleri ile 200 ppm konsantrasyonunda fosfin gazı uygulamasında ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 6 saatlik uygulamada gerçekleştiği; LT_{50} değerinin ise 1.62 saat olduğu hesaplanmıştır (Çizelge 4.2). Çalışmamızda ergin evrenin fosfine hassasiyetinin larvanın hassasiyetinden kısmen düşük olduğu belirlenmiştir. Konu ile ilgili olarak, Vincent ve Lindgren (1972)’ in *Oryzaephilus surinamensis* 26.7^{o}C ortam sıcaklığında en hassas evrensinin larva (LC_{95} değeri 0.017 mg/l), bunu artan bir şekilde sırasıyla ergin (LC_{95} değeri 0.018 mg/l), yumurta (LC_{95} değeri 0.038 mg/l) ve pupa evresinin (LC_{95} değeri 0.049 mg/l) izlediğini bildirmektedirler. Benzer şekilde, Desmarchelier (1984)’de 19^{o}C sıcaklık ve %70 orantılı nem koşullarında *Sitophilus oryzae* (L.), *S. granarius* (L.), *Rhyzopertha dominica* (Fab.), *Trogoderma granarium* Everst, *Tribolium confusum* (Duv.) ve *T. castaneum* (Herbst)’ un değişik evrelerinde PH_3’ in değişik düzeylerdeki konsantrasyonlarında yürüttüğü çalışmasında ergin evrenin diğer evrelere oranla daha hassas olduğunu bildirmektedir. Uslu (2005), *Ephestia cautella*’ da 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazına 0-24 saatlik erginlerin diğer evrelere kıyasla daha hassas olduğunu ve LD_{50} değerinin 0.99 saat olarak belirlendiğini bildirmektedir. Akan (2003), *Oryzaephilus surinamensis*’ e 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazının etkinliğini belirlediği çalışmasında 30^{o}C sıcaklıkta 7-14 günlük erginlerde hesaplanan LT_{50} değerinin 1.36 saat olduğunu bildirmektedir. Yazar, pupa ve yumurta evresinin larva ve ergin evresine kıyasla fosfin gazına daha dayanıklı evre olduğunu bildirmektedir. Tütüncü (2006), *Carpophilus hemipterus*’ un ergin evresinde 200 ppm konsantrasyonda fosfin gazının 20^{o}C sıcaklıkta LT_{99} değerinin 9.52 saat olarak belirlendiğini; Alpay (2006), aynı zararlıda 20^{o}C sıcaklıkta ve 50 ppm fosfin konsantrasyonunda LT_{99} değerinin 17.41 saat olarak belirlendiğini bildirmektedirler.

Phillips vd (1997), 200 ppm fosfin konsantrasyonunda yürüttükleri çalışmalarında *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium castaneum* ergin ve pupalarının 1 günlük uygulama sonunda öldüğü, fakat *Rhyzopertha*’ nın yumurtalarında mutlak ölüm 2. günde belirlendiğini bildirmektedirler. Phillips vd (1999), *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* ve *Tribolium castaneum*’ un yumurta, pupa ve ergin evrelerinde fosfinin 200 ppm konsantrasyonda etkinliğini araştırdıkları çalışmada her üç coleopter türünün ergin evresi en hassas evre olduğunu bildirmektedirler. Benzer

şekilde, Rajendran vd (2001) *Rhyzopertha dominica*' nın hassas ve dirençli ırkında fosfinin yumurta evresi (0-24 saatlik) ile erginlerine etkinliğini araştırdıkları çalışmada ergin evrenin yumurtaya oranla her iki ırkta da hassas bulunduğunu bildirmektedirler. Ergin evrenin fosfin gazına hassasiyetinin yüksek oluşu Pratt (2005) tarafından da doğrulanmaktadır. Yukarıda verilen ergin evreye ilişkin literatür bulguları ile araştırmamızın sonuçları arasında uyum bulunmaktadır.

Son yıllarda fumigasyon ile ilgili laboratuvar çalışmalarında ve uygulamada genellikle PH_3' in düşük konsantrasyonlarda, fakat uzun uygulama sürelerinde kullanımı tercih edilmektedir. Örneğin, Avustralya' da gelişmiş fümigasyon teknikleri kullanılarak (Siroflo®, Sirocirc®, Sirofüme® teknikleri ile) yapılan fumigasyonlarda tercih edilen uygulama dozu; PH_3' e dayanıklı olan türler için 30-35 ppm konsantrasyonda 14 gün, hassas olan türler için ise örneğin 100 ppm konsantrasyonda 5 gün olarak uygulanmaktadır. Araştırmamızdaki sonuçlara göre laboratuar koşullarında *P. interpunctella*' nın tüm evrelerinde; düşük düzeydeki PH_3' in (200 ppm) 20^oC gibi düşük sayılabilecek sıcaklıkta 36 saatte mutlak ölüm gerçekleşmiştir. Çalışmamızda elde edilen veriler ile yapılan probit analizleri sonucu en dayanıklı evre olarak belirlenen 0-24 saatlik yumurtalarda LT_{99} değeri 52.98 saat olarak belirlenmiştir.

Fosfin ile fumigasyonda; mutlak ölüm için konsantrasyon-süre ilişkisi büyük önem taşımaktadır. Belirli düzeydeki konsantrasyonun belirli sürelerde ortamda tutulması başarı açısından en başta gelen koşuldur. Fosfin ile fümigasyonda konsantrasyondan öte uygulama süresinin başarı açısından önemli olduğu; hatta çok yüksek konsantrasyonlarda zararlıların ölmediği ve koruyucu narkoza girdiği bilinmektedir. Araştırmalar yüksek dozlarda kısa süreli fümigasyon yerine düşük dozlarda uzun süreli fümigasyon uygulamalarının tercih edilmesi gerektiğini göstermiştir.

Ülkemiz dünyada kuru incir, kuru üzüm, kuru kayısı, fındık gibi önemli kurutulmuş meyvelerin en önemli üreticisidir. Bu ürünlerde ve diğer depolanmış ürünlerde karşılaşılan önemli zararlılar arasında özelliklede kurutulmuş meyvelerde *Plodia interpunctella* çok sık karşılaşılan bir zararlı konumundadır. Diğer taraftan ürünler

çeşitli sayıda zararlı türlerle bulaşık olabilmektedir. Örneğin kuru incirde *E. cautella*' nın yanı sıra, *Carpophilus* spp, *Plodia intepunctella* ve *Oryzaephilus surinamensis* genellikle birlikte görülmektedir. Bu durumda, fümigasyonun başarılı olabilmesi için her bir zararlı tür ve evrenin değişik fosfin konsantrasyonlarında ve değişik sıcaklıklardaki mutlak ölüm için gereken sürenin belirlenmesi gereklidir. Yetersiz sürelerde fosfin gazı ile yapılan fümigasyonların karşılaşılan direncin sebebi olarak görülmektedir (Chaudhry 1996, Weller ve van Graver 1988, Nayak vd 2003, Rajendran vd 2004, Collins vd 2005, Pratt 2005).

Bu çalışmanın amacı, kurutulmuş meyvelerde ve diğer depolanmış ürünlerde önemli bir sorun olan *Plodia interpunctella* ile savaşımında fosfinden yararlanma amacı ile uygulamaya temel oluşturacak bazı verilerin sağlanması oluşturmaktadır. Seçilen gaz konsantrasyonları uygulamada kolayca ulaşılabilecek değerler olup sıcaklık seçiminde genelde fümigasyon ortamında karşılaşılabilen düşük bir sıcaklık olarak 20^{o}C seçilmiştir. Ülkemiz kurutulmuş meyveler açısından dünya üretim ve ihracatında önemli bir yere sahiptir. Metil bromidin yasaklanmış olması fosfin gazına olan ilgiyi zorunlu olarak artırmıştır. Literatürde de sıklıkla bildirildiği üzere; zararlıların çok yüksek konsantrasyonlarda koruyucu narkoza girdiği ve dolayısıyla PH_3' den etkilenmediği ve direnç gelişimine neden olduğu; bu nedenle de değişik iklim koşullarında, yüksek doz yerine düşük dozlarda fakat zararlıların tüm evrelerinde mutlak ölüm meydana gelebileceği sürede fümigasyonun daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Çalışmaları yürüttüğümüz laboratuvarda daha önce yürütülmüş çalışmaları tamamlama açısından *Plodia interpunctella* ile de çalışılarak, kurutulmuş meyvelerde karşılaşılan önemli zararlıların fosfin gazına hassasiyeti ortaya konularak uygulama açısından bir temel veri bankası oluşturulmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

Akan, K. 2003. Fosfin ve fosfin + CO2 uygulamalarının *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Silvanidae)'e bazı etkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.

Alpay, S. (2006). Fosfin gazının Carpophilus hemipterus (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)' a farklı sıcaklıklarda etkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara.

Anonymous. 1975. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides. 16: Tentative method for adults of some stored cereals,with methyl bromide and phosphine. FAO Plant Protection Bulletin 23,12–25.

Arthur, F.H. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. J. of Stored Prod. Res., 32 (4); 293-302.

Bell, C. H. 1975. Effects of temperature and humidity on development of four pyralid moths of stored products. J. Stored Prod. Res. 11: 167-75.

Bell, C.H. 1976. The tolerance of developmental stages of four stored product moths to phosphine. J. of Stored Prod. Res. 12, 76-86.

Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. International Biodeterioration&Biodegradation 48, 137-152.

Chaudhry, M. Q. 1996. A Review of the mechanisms involved in the action of phosphine as an insecticide and phosphine resistance in stored-product insect. Pestic. Sci.1997, 49, 213-228.

Collins, P.J., Daglish, G.J., Pavic, H., and Kopittke, R.A. 2005. Response of mixed-age cultures of phosphine-resistant and susceptible strains of lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica*, to phosphine at a range of concentrations and exposure periods. Journal of Stored Products Research 41 (2005) 373–385.

Desmarchelier, J.M. 1984. Effect of carbon dioxide on the efficacy of phosphine against different stored product insects. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft , Juli 1984 57pp.

El-Lakwah, F., Meuser, F., Abdel Gawad, A., Wohlgemuth, R. and darwish, A. 1991. Efficiency of phosphine alone and in mixtures with carbon dioxide against Angoumois Grain Moth *Sitotroga cerealella* (Olivier); (Gelechiidae; Lepidoptera) J. of Plant Dieseases and Protection.98 (1) 92-102.

Hashem, M.Y. and Reichmuth, Ch. 1989. The efficiency of phosphine aganist eggs of Lesser Grain Borer *Rhyzoperta dominica* (Fab.) and Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus* (Horn.) (Coleoptera:Bostrichidae). Nachrictenbl. Deut. Pflanzenscchutzd. 41 (10) S. 159-163.

LeOra Software. 1994. POLO-PC: a user's guide to probit or logit analysis. LeOra Software, 28 p., Berkeley, CA.

Nayak, M.K., Collins, P.J., Pavic, H., and Kopittke, R. A. 2003. Inhibition of egg development by phosphine in the cosmopolitan pest of stored products *Liposcelis bostrychophila* (Psocoptera: Liposcelididae). Pest management Science. 59:1191-1196.

Phillips, T. W., Noyes, R. T., Cuperus, G. W., Mueller, D. K., and Schmidt, C. 1997. Mortality of stored-product insects exposed to ECO2FUME fumigant gas. Proceeding of the Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions. Published Abstract, pp. 76-1 t o76-2.

Phillips, T.W., Bonjour, E.L., Payne, K., Noyes, R.T,, Cuperus, G.W., Schmidt, C, and Mueller, D.K. 1999. Effects of Exposure Time, Temperature and Life Stage on Mortality of Stored Grain Insects Treated with Cylinderized Phosphine. pp. 320-325. In Zuxun, J., Quan, L., Yongsheng, L. Xianchang, T and Langhua, G. (eds.) Proceedings of the Seventh International Working Conference on Stored-Product Protection. Beijing, China. 14-19 October 1998. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, Sichuan, People's Republic of China.

Pratt, J. S. 2005. Insect toxicology of phosphine. Doctoral Thesis. 273p.

Price, N.R., and Bell, C.H., 1981. Structure and development of embryos of *Ephestia cautella* (Walker) during anoxia and phosphine treatment. *Int J Invert Rep* 3:17–25.

Rajendran, S., and Muthu, M., 1989. The toxic action of phosphine in combination with some alkyl halide fumigants and carbon dioxide against the eggs of *Tribolium castaneum* (Herbst)(Coleoptera: Tenebrionidae). J. of Stored Prod. Res 25, 225-230.

Rajendran, S. 1993. Responses of stored-products insects to phosphine. In: Navarro, S., Donahaye, E. (Eds.), Proceedings of the International Conference on Controlled Atmosphere and Fumigation in Grain Storages, June 1992, Winnipeg, Canada, Capsid Pres Ltd., Jerusalem, pp. 85-105.

Rajendran, S. 2000. Inhibition of hatching of *Tribolium castaneum* by phosphine. Journal of Stored Products Research 36 : 101-106.

Rajendran, S., Nayak, K.R.and Anjum, S.S. 2001. The action of phosphine against the eggs of phosphine-resistant and susceptible strains of *Rhyzopertha dominica* F. Pest Management Science 57, 422-426.

Rajendran, S., Parveen, H., Begum, K., and Chethana, R. 2004. Influence of phosphine on hatching of *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera:Cucujidae), *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae). Pest Management Science **60**:1114–1118.

Ren, Y.L., O'Brien I.G.O. and C.P.Whitt C.P. 1994 Studies on the effect of carbon dioxide in insect treatment with phosphine. Proceeding of the 6th International Working Conference on Stored –Product Protection Volume 1., 173 – 177

Shazali, M.E., Reichmuth, C. 1998. The relative toxicity of phosphine to eggs of the Angoumois grain moth *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Gelechiidae) and almond moth *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae). In: Jin Zuxun, Liang Quan, Liang Yongsheng, Tan Xianchang and Guan Lianghua (Eds.), Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-product Protection, Singapore, 1998, pp. 326-330.

Solomon, M. D. (1951). Control of humidity with potassium hydroxide, sulphuric acid or other solutions . Bull. Ent. Res., 42 , 543-554

Tütüncü, Ş. 2006. Depolanmış ürün zararlısı *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) ile savaşımda fosfin gazından yararlanma olanakları üzerinde araştırmalar. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara

Uslu, S. 2005. İncir kurdu *Ephestia cautella* (L.) (Lepidoptera; Pyralidae)'ya fosfinin bazı etkileri üzerinde araştırmalar. Yüksek lisans tezi. Ankara Üniversitesi, Ankara

Vincent, L.E. and Lindgren, D.L. 1972. Hydrogen phosphide and ethyl formate fumigation of insects infesting dates and fruits. J. Econ. Entomol., 65 -6: 1667-1669.

Weller, G.L. and Graver,J.E. 1988. Cut flower disinfestation: assesment of replacement fumigants for methyl bromide. Postharvest Biology and Technology 14: 325-333.

Zettler, J.L., Arthur, F.H. 2000. Chemical control of stored product insects with fumigants and residual treatments. Crop Protection, 19: 577-582.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ender KAHRAMAN

Doğum Yeri : Amasya

Doğum Yılı : 15.03.1984

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu /Kurum ve Yıl

Lise : Gazi Anadolu Lisesi (2002)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bitki Koruma Bölümü (2006)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı (Eylül 2006- Şubat 2009)