

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FOSFİN GAZININ *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'A FARKLI
SICAKLIKLARDA ETKİLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Sıray ALPAY

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA
2006

Her haklı saklıdır

Doç.Dr. Mevlüt Emekçi danışmanlığında, Sıray Alpay tarafından hazırlanan bu çalışma 17.07.2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Doç. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

Üye : Doç. Dr. Ahmet FERİZLİ

Üye : Prof. Dr. M. Sait ADAK

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ülkü MEHMETOĞLU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FOSFİN GAZININ *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae)'A FARKLI SICAKLIKLARDA ETKİLERİ ÜZERİNDE ARAŞTIRMALAR

Sıray ALPAY
Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Doç.Dr. Mevlüt EMEKÇİ

Çalışmada *Carpophilus hemipterus*'un 0-24, 24-48, saatlik yumurtaları, 12 günlük larvaları, 0-24, 24-48, 48-72 saatlik pupaları ve bir haftalık ergin evrelerinde 50 ppm fosfin gazı (PH₃) 'nın değişik uygulama sürelerinde neden olduğu ölüm oranları belirlenmiştir. 20 ve 25 °C %75 orantılı nemde yapılan çalışmada yumurta, larva, pupa, ergin evrelerinde meydana gelen ölümlere ilişkin verilere probit analizi yapılarak LT₅₀, LT₉₀, LT₉₅ ve LT₉₉ değerleri belirlenmiştir.

Yumurta evresi ile yapılan çalışmalarda 20 °C'de 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değeri 0-24, 24-48 saatlik yumurtalarda sırasıyla 89.325, 59.482 saat olarak belirlenirken, bu süre 25 °C'de 58.689, 45.970 saat olarak saptanmıştır. Aynı koşullar altında 20 °C'de yapılan çalışmada larva evresinde LT₉₉ değeri için gereken süre 14.187 saat iken 25 °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 °C'de 21.404, 33.369, 17.335. saat, 25 °C'de ise 32.123, 22.063, 61.937 saat olarak hesaplanmıştır. Ergin evre için 50 ppm PH₃ konsantrasyonda 25 °C 'de LT₉₉ değeri 18.588 saat olarak saptanırken bu süre 20 °C' de yapılan çalışmada 17.407 saat olarak bulunmuştur.

2006, 56 Sayfa

Anahtar Kelimeler: *Carpophilus hemipterus*, Fosfin, Biyolojik evreler, Mutlak ölüm, LT değerleri.

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION ON THE EFFECTS OF PHOSPHINE AGAINST *Carpophilus hemipterus* (L.) (Coleoptera: Nitidulidae) AT DIFFERENT TEMPERATURES

Sıray ALPAY

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

Supervisor: Assoc.Prof. Mevlüt EMEKÇİ

In this research, phosphine (PH₃) at 50 ppm was evaluated as a toxicant for different exposure periods against 0-24, 24-48 h old eggs, 12 day old larvae, 0-24, 24-48, 48-72 h old pupae and seven day old adult of the *Carpophilus hemipterus*. All experiments were carried out at 20, 25 °C and %75 r.h. The mortality rates for different exposure periods were subjected to probit analysis, and different LT values for all life stages were determined.

According to the results; LT₉₉ values of 0-24, 24-48 h old eggs were found to be 58.689, and 45.970 h respectively, for 25 °C and 89.325 and 59.482 h respectively, for 20 °C. LT₉₉ values of larval stage at 20 and 25 °C were determined as 14.187 and 10.462 h, respectively. The LT₉₉ values of 0-24, 24-48, 48-72 h old pupae were found to be 32.123, 22.063, 61.937 h respectively, for 25 °C and 21.404, 33.369, 17.335 h respectively for 20 °C. For the adult stage of dried fruit beetle LT₉₉ values were determined as 17.407 h for 20 °C and 18.588 h for 25 °C.

2006, 56 pages

Key Words: *Carpophilus hemipterus*, phosphine, life stages, complete mortality, LT values.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Depolanmış ürünlerde karşılaşılan zararlı böceklerle mücadelede kullanılan fümigasyon yöntemi; bulaşık ürüne direkt uygulanabilirliği, yüksek difzyon yeteneği sayesinde ürünün uç noktalarına kadar etki edilebilirliği ve homojen olarak dağılabilmesi, gıda maddelerindeki kalıntı ve koku oranlarının tolerans sınırları içerisinde bulunması, diğer mücadele yöntemlerine göre daha az masraf ve iş gücü gerektirmesi, zararlıların tüm biyolojik dönemlerine etkili olması gibi özellikleri nedeniyle gün geçtikçe artan oranlarda uygulamada yer almaktadır. Günümüzde iki fümigant yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlar fosfin ve metil bromit'tir. Ancak metil bromit'in ozon tabakasını inceltici etkisi nedeniyle, ülkemizde taraf olduğu Montreal Protokolü gereğince depolanmış ürünlerdeki kullanımı bazı istanalar dışında 2004 yılında sonlandırılmıştır. Bu yüzden metil bromit'ten daha etkili, güvenli ve yasal olan alternatifler araştırılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı 1930'lu yıllardan bu yana kullanılmakta olan fosfin (PH₃)'dür.

Ülkemizde kuru incirin en önemli zararlılarından biri olarak bilinen *Carpophilus hemipterus*'un tüm biyolojik dönemleri üzerinde fosfinin etkinliği bu tezin konusunu oluşturmuştur. Bu önemli konuyu bana Yüksek Lisans tez çalışması olarak veren ve bu çalışma sırasında bilgilerimi benimle paylaşan değerli hocam Doç. Dr. Mevlüt EMEKÇİ'ye teşekkürlerimi sunarım. A. Ü. Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Depolanmış Ürün Zararlıları Labaratuarındaki çalışma arkadaşım Ziraat Yüksek Mühendisi Şüle TÜTÜNCÜ'ye, çalışmalarında her türlü desteği sağlayan sabır ve yardımlarından dolayı aileme ve özellikle kız kardeşim Ziraat Mühendisi Deray ALPAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Sıray ALPAY

Ankara, Ağustos 2006

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1 Materyal.....	16
3.1.1 Çalışmada kullanılan tür.....	16
3.2 Yöntem.....	16
3.2.1 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un yetiştirilmesi.....	16
3.2.2 Biyolojik evreler.....	18
3.2.2.1 Yumurta.....	18
3.2.2.2 Larva.....	19
3.2.2.3 Pupa.....	19
3.2.2.4 Ergin.....	20
3.2.3 Deneme düzeneği.....	21
3.2.3.1 Gaz üretici.....	21
3.2.4 Deneme düzeneği.....	22
3.2.4 Biyolojik evre denemeleri.....	24
3.2.4.1 Yumurta.....	24
3.2.4.2 Larva.....	25
3.2.4.3 Pupa.....	26
3.2.4.4 Ergin.....	27
3.2.5 İstatiksel analiz.....	27

4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	28
4.1 Yumurta.....	28
4.2 Larva.....	32
4.3 Pupa.....	34
4.4 Ergin.....	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	44
KAYNAKLAR.....	53
ÖZGEÇMİŞ.....	56

ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 4.1 *Carpophilus hemipterus*'un tüm biyolojik dönemlerinde 20 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonlarında değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan LT₅₀, LT₉₀, LT₉₅ değerleri (ölüm için gerekli süre(saat))... 42
- Çizelge 4.1 *Carpophilus hemipterus*'un tüm biyolojik dönemlerinde 20 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonlarında değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan LT₅₀, LT₉₀, LT₉₅ değerleri (ölüm için gerekli süre(saat))... 43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un yumurtası.....	18
Şekil 3.2 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un olgun larvası (12 günlük).....	19
Şekil 3.3 <i>Carpophilus hemipterus</i> pupası (0-24 saatlik).....	20
Şekil 3.4 <i>Carpophilus hemipterus</i> ergini (bir haftalık)	21
Şekil 3.5 Fosfin gaz üretici.....	22
Şekil 3.6 Fosfin deneme düzeneği.....	23
Şekil 3.7 Denemelerde kullanılan inkübatör ve gaz yıkama şişesi.....	23
Şekil 4.1 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, 0-24 saatlik yumurtalarda değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	29
Şekil 4.2 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, 24-48 saatlik yumurtalarda değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	31
Şekil 4.3 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, 12 günlük larvalarında değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	33
Şekil 4.4 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, 0-24 saatlik pupalarında değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	35
Şekil 4.5 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, 24-48 saatlik pupalarında değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	37
Şekil 4.6 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, 48-72 saatlik pupalarında değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	39
Şekil 4.7 <i>Carpophilus hemipterus</i> 'un 20 ve 25 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonunda, bir haftalık erginlerinde değişik uygulama sürelerinde gerçekleşen ölümler.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ

- Çizelge 4.1 *Carpophilus hemipterus*'un tüm biyolojik dönemlerinde 20 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonlarında değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan LT₅₀, LT₉₀, LT₉₅ değerleri (ölüm için gerekli süre(saat))... 42
- Çizelge 4.1 *Carpophilus hemipterus*'un tüm biyolojik dönemlerinde 20 °C'de 50 ppm fosfin gazı konsantrasyonlarında değişik sürelerde gerçekleşen ölümlerle hesaplanan LT₅₀, LT₉₀, LT₉₅ değerleri (ölüm için gerekli süre(saat))... 43

1.GİRİŞ

İnsanoğlu tarihinin ilk devirlerinde çok basit olarak başlattığı tarımsal faaliyetlerden bu yana elde ettiği ürünlerle bunların hastalık ve zararlıları arasındaki ilişkiler devam etmektedir. Tohumun tarlaya atılmasından hasata kadar bitkilerin çeşitli hastalık ve zararlıların saldırısına uğradığını gören insan, ilk zamanlarda istenmeyen bu etkilerden ürünlerini korumak için daha çok doğada mevcut dengeden yararlanma yoluna gitmiştir. 20. Yüzyılda dünyadaki nüfus patlamasının ortaya çıkardığı açlık problemini ortadan kaldırmak için, bir yandan zamanın öngördüğü modern tarımsal metotlarla daha çok ürün elde etme çabası gösterilirken, diğer yandan bunların, zararlı ve hastalıklarla oluşacak kayıplarını da düşük seviyede tutmak amaçlanmıştır. Bu nedenle üretimde ürüne zarar verecek hastalık ve zararlılara karşı, bunların zarar yapmayacak bir düzeyde tutulması ya da populasyon yoğunluğunun azaltılmasını amaçlayan ‘**Tarımsal savaş**’ (Zirai Mücadele) kavramı doğmuştur.

Ülkemiz çok değişik iklim koşullarına sahiptir ve çeşitli tarımsal ürünler yetiştirilmektedir. Bu nedenle değişik kültür bitkilerinin yetiştirilmesi sonucu farklı zararlı ve hastalıklarında görülmesi doğaldır. Ülkemizde yetiştirilmekte olan 60 kadar kültür bitkisi ile bunlardan elde edilen ürünlere zarar veren hayvanlar 500 tür civarında olup, bunların 80-100’ü ekonomik öneme sahip böceklerdir (Anonymous 1968). Zarar yıldan yıla değişmekle birlikte ortalama olarak %10’dur. Ürünlerin uğradığı zararın bir kısmı bunların depolanmalarından sonra meydana gelmektedir. Örneğin depolanmış buğdayın birçok zararlısı vardır. Yılda 2-12 ay ambarda kalabilen buğdayın uğradığı zarar deponun yapısı, iklim şartları ve mücadele imkanlarına göre değişmektedir. Toprak mahsülleri ofisi silolarında %3-5 olduğu tahmin edilen bu zarar köylü ambarlarında %10’un üzerine çıkmaktadır (Emekci and Ferizli 2000).

FAO, depolanmış tahıl kaybının %10 olduğunu ve bunun dünya ticaret miktarının yarısını teşkil ettiğini açıklamıştır.

Hindistan'da ise yılda 1 milyon ton depolanmış ürün, böcekler tarafından yok edilmektedir. Geri kalmış Afrika ülkelerinde mısır ürününde saptanan kayıp %30-40 değerine yükselmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde, tahıl ve baklagillerdeki hasat sonu kayıplar, 1985 yılında 107 milyon ton olmuştur. Bunun maddi değeri 11.5 milyar dolar civarındadır (Anonymous 2006a). Tarımsal ürünlerde hasat öncesi ya da sonrası oluşabilecek kayıplar, üründe nicelik ve nitelik kayıpları şeklinde görülmektedir. Bir ürünlerdeki zarar, hayvansal zararlılardan, virüs, bakteri, mantar gibi hastalık etmenlerinden, parazit bitkilerden ya da paraziter olmayan etkenler (olumsuz çevre koşulları, hava kirliliği, besin yetersizliği, toksik maddeler gibi)'den meydana gelmektedir. Ayrıca ürünlerde beslenme sonucu ağırlık kayıpları, tohumluk özelliğinin düşmesi, kalite ve besin değerlerinde olumsuz değişiklikler meydana gelmekte ve böylece ürünün ticari değeri düşmektedir (Boxall 2001).

Tarımsal savaşta kullanılacak yöntemlerden biri kültürel önlemler olarak ele alınmaktadır. Bu yöntemde zararlı, hastalık ya da yabancı otların zararını önleyici işlemler yapılmaktadır. İyi bir toprak hazırlama, temiz tohum ya da sağlıklı fide-fıdan gibi üretim metaryeli kullanma, dengeli gübreleme, zamanında sulama v.d. gibi yapılacak tarımsal işlemler ile, ürün kayıplarını oluşturacak etmenlerin zararını önlemek mümkün olmaktadır. Zirai Karantina (Kanunsal Savaş) işlemleri, Fiziksel-Mekaniksel yöntemler (Değiştirilmiş atmosfer, kurutma, soğutma, sıcaklığı yükseltme, radyo dalgaları, iyonize radyasyon, elektrikli ışık tuzakları vb.), Biyolojik savaş ve Biyoteknik savaşım yöntemleri, öldürücü kimyasal maddelerin hedef organizma için kullanımı ile yapılan Kimyasal savaş, hep birer savaşım yöntemidir.

Bunlardan özellikle biyolojik savaşım, çevrede olumsuz etki göstermemesi, zararlı ve hastalığı bazı biyolojik ajanlarla yok etmesi nedeniyle çevre için emin bir yöntem olarak bilinir. Günümüzde depolanmış ürün zararlılarıyla savaşta uygulanan en yaygın yöntem kimyasal savaşımdır ve bu amaçla ülkemizde yaklaşık 297 ton pestisit kullanıldığı bilinmektedir. Bunun nedeni olarak uygulanmasının kolay ve hızlı sonuç vermesinin olduğu düşünülebilmektedir. Kimyasal savaşta kullanılan pestisitler

çevrede ve diğer canlılar üzerinde istenmeyen etkiler meydana getirmektedir. Bu nedenle kimyasal savaşım, bilinçli ve deneyimli kişilerce yapılması gereken bir yöntemdir. Diğer taraftan, zararlılarda direnç gelişimi de uygulamada sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır (Emekci and Ferizli 2000).

Son yıllarda gelişen çevre bilinci ile, agro-ekosistem içerisinde doğaya ters düşebilecek herhangi bir değişim meydana getirmemek amaçlanmaktadır. Bu nedenle, bitki koruma için mevcut olan tüm yöntemlerin ahenkli bir şekilde entegrasyonu ile ortaya konan Entegre Zararlı Yöntemi (IPM=Entegred Pest Management) sistemi içerisinde kimyasal öldürücü madde (pestisit) kullanımı en az düzeye indirilmektedir. Bu sistemde zararlılar için rutin ilaç kullanma yerine, ekonomik zarar eşiğine ulaşan yoğunluk dikkate alınmaktadır.

Gazların büyük hacimli ürün yığınlarına kolayca yayılabilmesi, uygulamasının nisbeten kolay olması nedeniyle depolanmış ürünlerde zararlılarla savaşımında kullanılan en yaygın kimyasal savaşım yöntemi fumigasyondur. Fumigasyon, depolanmış ürün zararlıları ile savaşımında hızlı, düşük maliyetli ve etkili çözümler sağlayan teknolojidir. En yaygın olarak kullanılan fumigantlar metil bromit (MeBr), etilen bromür (EDB) ve fosfin (PH₃)'tir. Gıdaların etilen bromür, metil bromür (MB) gibi çeşitli kimyasalların fumigasyonu sağlık , çevre ve güvenlik nedeniyle çoğu gelişmiş ülkede ya yasaklanmış ya da artan oranda sınırlandırılmıştır. MB ise böceklere karşı gıda ve tarımsal ürünlerde en yaygın kullanılan fumiganttır. Ancak Montreal Protokol'ünde listelenmiş olup, ozon tabakasının incelmesine neden olan bileşiklerden biridir.

Hububatta böcek zararına karşı en geniş ve en etkili kullanılan şekilde diğer fumigant da fosfindir. Uygulanmasının kolay ve maliyetinin diğer uygulamalara oranla düşük oluşu nedeniyle üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Bununla beraber depolanmış ürün zararlılarının fosfine direnç geliştirdiğine dair birçok rapor ve araştırma vardır.

Ayrıca bazı metallere aşındırıcı özellikte olması ve uygulama süresinin uzun olması gibi dezavantajları vardır. Bu fumigant genel olarak metalik fosfin formülasyonu olarak aliminyum ve magnezyum fosfittir. Fosfin gazı metalik fosfinin hava nemi ile reaksiyona girmesi sonucu oluşur. Yapılan çalışmalar sistein aminoasidinin kükürt bağını zayıflattığını, dolayısıyla proteinlerdeki disülfid bağlarının kırılmasına neden olduğunu, ölümcül reaktif oksiradikallerin oluşmasına neden olduğunu ve mitekondri solunumunu etkilediğini göstermiştir. Mutlak ölüm için fosfin fumigasyonunda süre-konsantrasyon ilişkisi çok önemlidir. Belirli düzeydeki konsantrasyonun belirli sürede ortamda tutulması başarı açısından büyük önem taşımaktadır. Fosfinle karşılaştırıldığında MB'ün en büyük avantajı meyve ve tahılları böceklerden arındırmada çok kısa zamanda etkili olmasıdır. Bu süre MB için de 5-24 saat iken, fosfin için 5-12 gündür (Chaudhry 1996).

Ülkemiz kurutulmuş meyvelerin (kuru incir, kuru üzüm, kuru kayısı, fındık vb.) en önemli üreticisidir. Bu ürünlerde görülen önemli zararlılardan biri de *Carpophilus hemipterus* (Ekşilik böceği)'dur. Bu zararlının erginlerinin kın kanatlarında sarımsı gri renkli bantlar ve noktalar bulunur. İyi uçarlar ve bu özelliği ile depolardan bahçelere uçarak olgun meyvelere yumurtalarını bırakırlar. Larva, meyve içinde beslenerek 4-5 haftada gelişir. Ergin dişi 1000 kadar yumurta bırakır. Yılda 5 döl verir (Emekçi and Ferizli, 2005).

Ekşilik böcekleri bir taraftan kuru meyvelerde zararlı olurken diğer taraftan bu ürünlerde çürüme ve ekşimelere neden olan *Aspergillus spp.*, *Alternaria spp.* ve *Penicillium spp.* gibi funguslara taşıyıcılık yaparlar. Bu taşıyıcılıkları kuru incirde son yıllarda ortaya çıkan ve dış satışta sorunlara yol açan aflatoksin oluşumuna neden olmaktadır. Ekşilik böceklerinin çok yönlü zararları sonunda ürünün kalitesinin düştüğü, ayrıca tüketimde sağlık yönünden sakıncalar ortaya çıktığı ve incirde kurt oranının arttığı göze çarpmaktadır.

Bu alışmada *Carpophilus hemipterus*'un yumurta, larva, pupa, ergin evrelerinde 50 ppm dozunda fosfin uygulanmıştır. Gaz geirmezliğinin tam olarak sağlanamadığı örtü altı fümigasyon uygulamalarında; düşük dozların zararlılar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, fosfinin geçerli olarak kullanımı bakımından çok önemlidir. Bu nedenle bu çalışmada 50 ppm gibi düşük bir doz seçilmiştir. Çalışma 20 ve 25 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta uygulanmıştır. Çalışmada değişik uygulama sürelerinde zararlının değişik evrelerinde meydana gelen ölümler belirlenmiştir. Bu verilerden yararlanılarak LT₉₅ değerlerinin hesaplanması amaçlanmış ve böylece uygulama için temel veri oluşturulmuştur.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fosfin (PH₃)' in *Carpophilus hemipterus*'a etkinliği ile ilgili olarak yapılan kaynak araştırması diğer depo zararlılarını da içerecek şekilde genişletilerek, rastlanmış olan kaynaklar tarihsel akış içinde aşağıda verilmiştir.

Vincent and Lindgren (1972) 24 saatlik uygulama suresinde *Oryzaephilus surinamensis*'in tüm biyolojik dönemlerinde değişik konsantrasyonlarındaki fosfinin (PH₃) etkinliğini araştırmışlardır. 26.7 °C Ortam sıcaklığında yapılan çalışmada en hassas evrenin larva (LC₉₅ değeri 0.017 mg/l) olduğu saptanmıştır. Bunu sırasıyla ergin (LC₉₅ değeri 0.018 mg/l), yumurta (LC₉₅ değeri 0.038 mg/l) ve pupa evresinin (LC₉₅ değeri 0.049 mg/l) izlediği belirlenmiştir.

Deasmarchelier (1984) *Sitophilus granarius*, *S. oryzae*, *Rhizopertha dominica*, *Trogoderma granarium*, *Tribolium confusum*, *T. castaneum*'un değişik dönemlerine PH₃ nin farklı düzeylerdeki konsantrasyonlarında ölümleri araştırmıştır. Yazar, 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değerini *T. confusum* erginleri için 29.0 saat, *R. dominica* erginleri için 200 ppm PH₃ konsantrasyonunda 12.2 saat olarak hesaplamıştır. *T. confusum*'un larvalarında yapılan çalışmada ise 50 ppm PH₃ konsantrasyonu uygulanmıştır ve LT₉₉ değeri 18.7 saat olarak bulunmuştur. *T. castaneum* 'un larvaları ile yapılan çalışmada 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değeri 9.6 saat; *S. oryzae*'nin yumurtaları (0-3 günlük) ile yapılan çalışmalarda 200 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değeri 12,3 saat; *R.dominica*'nın yumurtaları (0-3 günlük) ile yapılan çalışmada ise 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değeri 40.7 saat olarak bulunmuştur.

Hashem and Reichmuth (1989) *Rhyzopertha dominica* ve *Prostephanus truncatus* (Hom)'un farklı yaşlarındaki yumurtalarına fosfinin etkisini araştırmışlardır. Uygulamayı 20 °C sıcaklık ve %70 nemde yapmışlardır.

R. dominica için LC₉₅ değerini 20, 24, 48 ve 72 uygulama sürelerinde sırasıyla 9.73, 2.26, 1.26 ve 0.53 mg/l PH₃ konsantrasyonunda elde etmişlerdir. Bu değerler *P. truncatus* için sırasıyla 2.68, 1.40, 0.59 ve 0.27 mg/l olmuştur. *R. dominica*'nın 0-2 günlük yumurtalarında 24 saatlik sürede, 0.13, 0.32, 0.54 mg/l PH₃ konsantrasyonundaki ölüm oranları sırasıyla %25.0, %55.3, %64.0 olarak belirlenmiştir. 0-2 Günlük *P. truncatus* yumurtalarında 0.12, 0.29, 0.60 mg/l PH₃ konsantrasyonunda ölüm oranlarının ise sırasıyla %20.0, %18.7, %41.7 olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmada, *P. truncatus* yumurtalarının *R. dominica* yumurtalarından daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Ren *et al.* (1994) 25 °C sıcaklık ve %70 nem koşullarında yaptıkları çalışmada *Cryptolestes turcicus*'un erginleri üzerinde değişik fosfin konsantrasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. 24 saatlik uygulama süresinde LD₉₀ değerini 0.36 mg/l olarak saptamışlardır.

El- Lakwah *et al.* (1991) Araştırmacılar *Sitotroga cerealella*'nın larva pupa evreleri üzerine fosfinin etkisini araştırmışlardır. 28 °C 'de pupa evresi ile yaptıkları çalışmada 2, 4, 8, 24 saatlik uygulama sürelerinde LC₉₀ değeri sırasıyla 6187, 3066, 2797, ve 370 mg/l olarak belirlenmiştir. Aynı koşullar altında larva evresinde yapılan çalışmada LC₉₀ değeri 2, 4, 8 ve 24 saatlik uygulamalarda sırasıyla 3740, 2255, 59.2 ve 14.5 mg/l olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmada 24 saatlik uygulamada larva evresinde %50 oranda ölüm 10.2 mg/l fosfin konsantrasyonunda elde edilirken, pupa evresinde 24 saatlik uygulamada 20.5 mg/l fosfin konsantrasyonunda %50 oranda ölüm belirlenmiştir.

Walbank *et al.* (1998) silo ve depolardaki tahıl kalıntı döküntülerinden eledikleri ve 1-2 hafta önce silolara yerleştirilen pitfall tuzaklardan topladıkları zararlıların (*T. castaneum*, *R. dominica*, *S. oryzae*, *T. confusum*, *O. surinamensis*) fosfine karşı dirençlerini (hassasiyetlerini) incelemişlerdir. 25 °C ve %55 nem koşullarında ve her biyolojik dönem (yumurta, larva, pupa, ergin) üzerinde yapılan denemede; *Rhizopertha dominica*'ya 0,03 mg/l, *Oryzaephilus surinamensis*, *T. confusum*'a 0,05 mg/l dozunda 20 saatlik fosfin uygulanmış ve *Oryzaephilus surinamensis* dışında diğer türlerin fosfine direnç gösterdikleri görülmüştür.

Philips *et al.* (1999) *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Rhizopertha dominica*, (Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae)'un bütün biyolojik dönemleri (yumurta, larva, pupa, ergin) üzerinde 200 ppm dozundaki fosfinin etkisini araştırmışlardır. Araştırmayı 32 °C, 18 °C, 0,5 °C ve 5°C'de yapmışlardır. Her üç türün erginleri üzerinde 32 °C ve 18 °C'de yapılan fosfin uygulamasında %100 ölüm 8 saatte görülmüştür. 0,5 °C ve 5 °C 'de yapılan uygulamada ise %100 ölüm için gerekli süre 3 güne kadar çıkmıştır. Bütün yaşam evreleri içinde en dirençli dönem olan yumurta ve pupa üzerinde 0,5 °C ve 5 °C 'de yapılan fosfin uygulamalarında, mutlak ölüm 6 gün veya daha uzun sürede elde edilmiştir. Her üç türün yumurta ve pupa evresinin 32 °C sıcaklıkta 48 saatde %100 oranda öldüğü, buna karşılık *R. dominica*'da %100 ölüm elde etmek için 96 saate ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. Ortam sıcaklığı 18°C olduğunda en dayanıklı türün *R. dominica*'nın yumurta evresi olduğu ve 96 saatte %100 ölümün gerçekleşmediği görülmüştür. Benzer durum *S. oryzae*'nin pupa evresinde görülmüştür. Diğer pupa ve yumurta evrelerinde 72 saatlik uygulamada 18 °C sıcaklıkta %100 düzeyinde ölüm görülmüştür. Yine 18 °C 'de 200 ppm fosfin konsantrasyonunda 96 saatlik uygulamada *P. interpunctella*'nın yumurtalarında %87.9; pupalarında ise %100 ölüm saptanmıştır.

Rajendran *et al.* (2001) *Rhizopertha dominica*'nın hassas ve dirençli ırkı üzerinde yaptıkları çalışmada; fosfinin, yumurta evresi (0-24 saatlik) ile erginlerine etkinliğini araştırmışlardır. Uygulamayı 27°C ve %55 nem koşullarında yapmışlardır. Çalışmada

her iki ırkında yumurta evresinde hassasiyetin fosfinle muamele süresindeki artış ile birlikte arttığı bildirilmektedir. 48 saatlik uygulamada hasas ırkta, değişik dozlarda fosfinle muamelelerde LD₅₀ değeri 0.03, ve LD₉₉ değeri 0.56 mg/l olarak hesaplanırken; dirençli ırkta ise bu değerler sırasıyla 1,42 ve 3.25 mg/l olarak saptanmıştır.

Aynı koşullar altında ergin evrede yapılan fosfin uygulamasında LD₅₀ 0.002 ve LD₉₉ değeri 0.303 mg/l; dirençli ırkda ise LD₅₀ 1.79 ve LD₉₉ 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 süredeki yumurta açılımı kontroldekine oranla daha düşük bulunmuştur. Dirençli ırkın yumurtalarında yine aynı saatlik uygulamalarda, yumurta açılımındaki gecikme 24 saatlik uygulamada 3 ve 4 mg/l fosfin dozunda 1. ve 2. günde; 48 saatlik uygulamada ise 2-4. günlerde ve 120 saatlik uygulamada ise 2-5. günlerde görülmüş ve bu sürelerdeki yumurta açılımı kontroldekine oranla daha düşük olmuştur.

Ahmed *et al.* (2002) *Callosobruchus maculatus*'un erginleri üzerinde fosfinin 20, 25, 30 ve 200 ppm'lik dozlarını denemişlerdir. Uygulamayı 20 °C, 25 °C, 30 °C sıcaklıklarda %70± 5 nemde ve *C. maculatus*'un farklı ırkları üzerinde yapmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda 200 ppm dozundaki fosfinin *Callosobruchus maculatus*'un erginleri üzerinde %100 ölüm gerçekleştirdiği saptanmıştır.

Daglish *et al* (2002), *Sitophilus oryzae*'nin ölüm oranları üzerinde fosfin konsantrasyonu ve uygulama sürelerinin etkilerini araştırmışlardır. Uygulama 25 °C'de ve bütün yaşam evrelerinde yapılmıştır. 3 Irkın erginleri ve Avusturalyanın hassas ve dirençli ırklarının karışık yaşlı kültürleri için konsantrasyon ve zaman arasındaki ilişki $c^n t = k$ eşitliği ile tanımlanmıştır. $n < 1$ 'in bütün hallerinde; zaman konsantrasyondan daha önemli bir değişken olmuştur. Bütün fumigasyon uygulamalarında erginlerin dirençli ırklarını öldürmek hassas ırkları öldürmekten daha zor olmuştur. Buna karşın dirençli

pupa dönemi içeren karışık yaşlı kültürlerin fumigasyonunda hassas ve dayanıklı ırklar arasındaki fark düşük konsantrasyonlarda, yüksek konsantrasyonlardan daha çok göze çarpmıştır. Örneğin; Avusturalya'nın dirençli ırkının değişik yaşlı kültürlerinde; 0.02 mg litre⁻¹ fosfin uygulamasında %99.9 ölüm için 27 gün gerekli görülürken, hassas ırklarda bu süre 8 gün olarak belirlenmiştir. 1 mg litre⁻¹ , 4 günlük fosfin uygulamasında 2 ırk arasında hiçbir fark görülmemiştir.

Dirençli Çin ırkında bu konuda kısıtlı veri bulunmuştur. Uygulamada bu ırkın karışık yaşlı kültürlerinde bir etki oluşmazken 1 mg litre⁻¹ dozundaki uygulamada 5 gün sonra hiç canlı kalmamıştır.

Rajendran and Gunasekaran (2002) *Rhizopertha dominica* ve *Sitophilus oryzae*'nin karışık yaş grupları üzerinde 10.500'den 168.000 ml litre⁻¹ saate kadar olan zaman × konsantrasyon çarpım sonuçlarında azalan veya artan fosfin konsantrasyonları ile 27 ± 2 °C'de 7 gün için çalışmışlardır. Düşük ct productlarda fosfinin yükselen konsantrasyonlarının, *Rhizopertha dominica* ve *S. oryzae* populasyonlarının çok azının hayatta kalmasını sağlamıştır. Buna karşın azalan fosfin konsantrasyonlarında hayatta kalma oranı artmıştır. Araştırma sonucunda değişen konsantrasyon etkilerinin *Sitophilus oryzae*'de *Rhizopertha dominica*'ya oranla daha çok göze çarptığı görülmüştür. 21.000 ve 42.000 m litre⁻¹ saatin düşük ct productlarının her zaman kabul edilen, yumurta ve pupa dönemlerinin fosfine daha dirençli oldukları görüşünün aksine, erginlerin fosfine daha dayanıklı olduklarını göstermiştir. Yapılan araştırma, yüksek fosfin konsantrasyonunun düşük konsantrasyona göre daha etkili olduğunu belirlemiştir.

Daglish (2003) *Sitophilus oryzae*'nin fosfine dirençli ırklarının erginleri 25 °C'de 20 ve 168 saatlik periyodlar için 0,0035-0,9 mg litre⁻¹ fosfin uygulamalarında üzerine zaman ve konsantrasyonun etkilerini araştırmıştır. Erginler 25 °C fosfinin değişen konsantrasyonlarında 48, 72 veya 168 saatlik uygulamalara maruz bırakılmıştır. Bu çalışmanın amacı; *S. oryzae*'nin erginlerine karşı değişen fosfin konsantrasyonlarının

etkilerini tahmin etmede sabit konsantrasyonun kullanılıp, kullanılmamasına karar vermektir. Denemelerdeki yüzde ölüm üzerindeki zaman ve konsantrasyonun etkileri, constant konsantrasyonundaki zaman ve konsantrasyonun logaritmik değişkenleri ile tanımlanmıştır. Veriler; değişik konsantrasyonlarda uygulandığında, çıkarılan denklem ($c^n t = k$) üstün tokrisite tahminlerini vermiştir. Sonuçlar; değişen ve sürekli konsantrasyon rejimleri arasında dirençli *S. oryzae*'nin erginleri için bir fark olmadığını göstermiştir.

Karışık konsantrasyonlarda toplanan veriler, değişen fosfin konsantrasyonları ile yapılan fumigasyonlarda yüzde ölüm oranlarını tahmin etmek için de kullanılabilir. Bu yaklaşım, çeşitli fumigasyon etkilerinin tahminini de kolaylaştırmaktadır.

Nayak *et al.* (2003) farklı fosfin dozlarının *S. oryzae*, *Liposcelis entomophila*, *L. decolor*'un Çin ve Avusturalya ırkları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma 25 °C sıcaklıkta ve %55 nem koşullarında yapılmıştır. Araştırmada bu türlerin bütün yaşam dönemleri kullanılmıştır (Yum, larva, pupa, ergin). Araştırmanın sonucuna göre; *L. entomophila*'nın Avusturalya türünün %100 ölümü için 100 ppm fosfin dozunda 8 güne, 200 ppm fosfin dozunda 7 güne ihtiyaç duyulurken, Çin ırkında bu süre 100 ppm'de 12 güne, 200 ppm'de ise 10 güne çıkmıştır. *L. decolor*'ın Avusturalya ırkında ise 100 ve 200 ppm fosfin dozunda 6 günden daha kısa sürede %100 ölüm elde edilirken, Çin ırkında 13 günde %100 ölüm elde edebilmek için 100 ppm'e, 19 günde %100 ölüme ulaşmak için 200 ppm'e ihtiyaç duyulmuştur. *S. oryzae*'nin üzerinde yapılan çalışmada ise Avusturalya ırkı için 100 ppm 'de 7 gün, Çin ırkında ise 2 gün %100 ölüm için gerekli görülmüştür.

Collins (2004) 0.02 mg/l, 0.03 mg/l, 0.04 mg/l, 0.05 mg/l dozundaki fosfinin *Rhizopertha dominica* ve *Cryptolestes ferrugineus* erginleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yapılan araştırmalar; *R. dominica*'ya 0,02 mg/l fosfin uygulandığında 28

günde populasyonun tamamının öldüğünü, 0.03 mg/l'de 21 gün, 0.05 mg/l'de 14 günde mutlak ölümün gerçekleştiğini göstermiştir. *C. ferrugineus*'da da benzer sonuçlar görülmüştür. *R. dominica*'da olduğu gibi 21 günde 0,03 mg/l'de %100 ölüm elde edilirken, bu süre 0,04 mg/l'de 19 güne inmiştir.

Hasan and Reichmuth (2004) *Acanthoscelides obtectus*'un erginleri üzerinde yapılan fosfin uygulamalarını; 25 °C'de ve %65 nemde gerçekleştirmişlerdir. Uygulamaları 0.01, 0.0125, 0.02, 0.04, 0.08, 1.0, 2.0, 8.0, 4.0, 5.0, 6.0 mg/l dozunda 0.25, 0.50, 1.,2, 6, 12, 24, 48, saatlik sürelerde yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda; *A. obtectus*'da %100 ölüm; zaman × konsantrasyonun en yüksek düzeyde olduğu 1, 2, 12 saatlik uygulama sürelerinde elde edilmiştir. Zaman × konsantrasyon, %50 ve %99 ölümlerin her ikisinde de uygulama süreleri arttığında azalma göstermiştir. En düşük ct product, %50 ve %99'lük ölümleri 12 saatte 0,19 ve 0,29 mg h/l'de gerçekleştirmiştir.

Price and Mills (2004) uygulamayı 15 °C ve 25 °C fumigasyon odalarında ergini fosfine dirençli 7 ırk, ve depolanmış ürün zararlarında 6 türün (*Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae*) 13 ırkında yapmışlardır. Ergin dönemdeki ırkların fosfine direnci; olgunlaşmamış dönemlerindeyken, bütün yaşam dönemleri içinde en dayanıklı evre pupa olarak bulunmuştur. *C. ferrugineus* ve *R. dominica*'nın kontrolü 15 °C'de 2gm⁻³ dozda sağlanırken, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*'da 15 °C ve 25 °C 'de 4 günde kontrol edilebilmişlerdir. Buna karşın *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae*'nin pupalarını kontrol için, 15 °C 'de 10-12 gün gerekli görülmüştür. Her türün dirençli ırklarının olgunlaşmamış dönemleri hassas ırklarla karşılaştırıldıklarında daha yüksek tolerans göstermişlerdir. *Oryzaephilus surinamensis* ve *Tribolium castaneum*'un kontrolü için 25 °C 'de 4-6 gün gerekli görülürken, diğer türlerde 8-10 gün kontrol için gerekli görülmüştür. *Rhyzopertha dominica* ve *Sitophilus oryzae*'de 2gm⁻³ doz fosfin, 15 °C'de 14 gün uygulandığında ölüm saptanmamıştır.

Rajendran *et al.* (2004) *Cryptolestes ferrugineus*, *Lasioderma serricorne* ve *Oryzaephilus surinamensis*'in 0-48 yaşlık yumurtaları üzerinde; 27 (± 2) °C 'de 24, 48 ve 120 saatlik fosfin uygulamalarının yumurta açılımındaki etkilerini araştırmışlardır. 2.0-7.0 mg litre⁻¹ dozundaki fosfin, fosfine hassas ve dirençli *Cryptolestes ferrugineus*'un 0-48 saatlik yumurtalarına uygulandığında, ilk üç gün yumurta açılımında gecikme ve azalmaya neden olmuş ve %5-80 ölüm görülmüştür. Altıncı gün ve sonrasında yumurta açılım oranı, yumurta açılımının olmadığı kontrolle kıyaslandığında oransal olarak artmıştır. 1.0-2.0 mg litre⁻¹ dozundaki fosfin 120 saat uygulandığında açılım gecikmiştir ve %44-84 ölüm gözlenmiştir. Her iki uygulama diğer kontroller ile karşılaştırıldığında, sonraki günlerde yumurta açılımında önemli bir artış görülmüştür. Buna karşın; *Lasioderma serricorne* ve *Oryzaephilus surinamensis* 24 saat fosfin uygulamasına maruz bırakıldıklarında yumurta açılımında gecikme görülmüştür. *Cryptolestes ferrugineus*'un hassas ırkında 24 saatlik uygulamalarda 0.125 ve 0.25 mg/l fosfin dozundaki ölüm oranları %4.39 ve %32.43 olarak belirlenmiştir. Hassas ırk olan *Lasioderma serricorne* ve *Oryzaephilus surinamensis*'de 0.125 mg/l fosfin dozunda 24 saatlik uygulamalardaki ölüm oranları %63.21 ve %69.21 iken *Oryzaephilus surinamensis*'de ise 0.25 mg/l fosfin dozunda ölüm oranları %78.58 olarak belirlenmiştir.

Muhareb *et al.* (2004) fosfinin *Plodia interpunctella*, *Ephestia kuehniella* ve *Ephestia elutella* üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmayı 20 ve 25 °C'de 40 g. 1000/ft³ dozda, 2 ve 4 saatlik uygulama sürelerinde yapmışlardır ve türlerin bütün yaşam evrelerine uygulamışlardır. Yapılan denemeler sonucunda, üç türün her biyolojik döneminde %100 ölüm görülmüştür.

Collins *et al.* (2005) *Rhizopertha dominica*'nın farklı uygulama süreleri ve fosfin konsantrasyonunda hassas ve dirençli iki ırkında fosfinin etkinliğini araştırmışlardır. Fosfine dirençli ırkında tüm evreleri içeren karışık yaşlı örnekler ile yapılan çalışmada 0.15 mg/l dozda fosfinle uygulamada LT₉₉ değeri 12.74 gün ve 0.3 mg/l dozda fosfin muamelesinde LT₉₉ değeri 7.144 gün olarak belirlenmiştir.

Anonymous (2006b) Avusturalya ve Çin'de fosfinin gelecekteki durumunun araştırıldığı. çalışmada *Sitophilus oryzae*, *Liposcelis entomophila* ve *L. decolor*'un Avusturalya ve Çin ırklarının fosfine direnç oranları karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışmalar, *S. oryzae*'nin Avusturalya ırkı ile karşılaştırıldığında Çin ırkını yok etmek için 200 ppm ve 700 ppm fosfin konsantrasyonunda 4 gün ve 2 gün daha uzun zamana ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir. Buna karşın Çin ırkı Avusturalya'daki *Rhyzopertha dominica*'nın en dayanıklı ırkından daha yüksek bir direnç göstermiştir. Ayrıca 25 °C 'de ve %55 nem'de *S. oryzae*'nin Avusturalya ve Çin ırkında yapılan bir diğer çalışmada; 200 ppm fosfinin Avusturalya ırkında 7 günde, 700 ppm fosfinin ise 5 günde popülasyonu kontrol edebildiği görülürken, bu oran Çin ırkında 200 ppm'de 11 gün, 700 ppm'de 7 gün olmuştur

Ferizli and Emekçi (2003) 36 tonluk PVC depoda 26-28 °C 'de kuru incir üzerinde yapılan 0,5 g fosfin uygulamasında *Ephestia cautella*'nin yumurta, larva, pupaları; *Carpophilus spp*'nin larvaları, *Carpoglyphus lactis* ve *Oryzaephilus surinamensis*'in ise yumurta, larva, pupa ve erginleri kullanılmıştır. Uygulama katı ve gaz halindeki fosfin ile yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda katı ve gaz halindeki 0,5 g fosfinden %100 ölüm elde edebilmek için 5 günlük bir süreye ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir.

Muhareb *et al.* (2003) çalışmalarında *Plodia interpunctella*, *Amyeloides transtella*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Trigoderma variabile*, *O. surinamensis*, *Lasioderma serricorne*, *Carpophilus hemipterus* türlerinde, %98'lik Karbondioksidi ve %2'lik PH₃ karışımını kullanmışlardır. Uygulamaya 24 saatte ve en yüksek PH₃ konsantrasyonlarıyla (250, 500, 1000 ppm) başlamışlardır. Yumurtalar fosfin fumigasyonunda en dirençli dönem olmuşlardır. Buna karşın test edilen yedi türde 26,7 °C 'de >4500'in ct product (ppm saat)'da 24 saatlik uygulama sonucunda 1-3 günlük yumurtalarda ortalama %85 ölüm gerçekleşmiştir. Aynı koşullar altında > 10.000 ve > 21.000'nin ct product'larında ortalama %90.5 ve %98 ölüm elde edilmiştir. Pupalarda %100, larvalarda %99.5-100, erginlerde ise %100 ölüm gözlenmiştir. Fumigasyonun uygulama süreleri veya sıcaklığı arttırıldığında yüzde ölüm artmıştır. Örneğin 36 saatlik

uygulama süresi ile 26.7 °C 'de, >7.000, >14,700 ve >30.800'ün ct product (ppm hr)' larında ortalama %92, %95,5 ve %98 yumurta ölümü görülmüştür. Sıcaklık; 30 °C , 32,5 °C ve 35 °C olduğunda 24 saatlik uygulama süresinde ve >5700 ct product (ppm hr)'ında ortalama %93,8, %96,9 ve %99,7 yumurta ölümü sağlanmıştır.

Anonymous (2006c) çeşitli depo zararları üzerinde farklı sıcaklıklarda (10-20 °C), (20-30 °C) 1 gm⁻³, 5 gm⁻³ ve 10 gm⁻³ dozundaki fosfinin etkileri araştırılmıştır. Örneğin; 1 gm⁻³ dozundaki fosfin *Oryzaephilus surinamensis*'e 10-20 °C 'de ve 20-30 °C'de 3 günde etkili olurken, 10-20 °C 'de *Tribolium castaneum*'a uygulandığında 5 günde, 20-30 °C'de ise 4 günde etkili olduğu görülmüştür. Buna karşın aynı koşullar altında *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius*'a 1 gm⁻³ dozunda fosfin uygulandığında 10-20 °C'de 16 günde, 20-30 °C'de 12 günde etki görülmüştür. Yapılan çalışmaya göre; daha iyi sonuçlar için tavsiye edilen doz 5 gm⁻³ iken eğer depolama koşulları yeterli değil ise fosfin dozu 10 gm⁻³'e çıkartılmalıdır

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılan tür

Çalışmada A.Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Depolanmış Ürün Zararlıları laboratuvarında yetiştirilmekte olan *Carpophilus hemipterus* kültürü kullanılmıştır. Denemeler zararlının yumurta, larva, pupa ve ergin evreleri üzerinde yürütülmüştür.

Carpophilus hemipterus'un sistematikteki yeri:

Şube	: Arthropoda
Sınıf	: Hexapoda
Takım	: Coleoptera
Familya	: Nitidulidae
Cins	: <i>Carpophilus</i>
Tür	: <i>Carpophilus hemipterus</i> (Linnaeus)
İngilizce adı	: Dried fruit beetle
Türkçe adı	: Ekşilik böceği

3.2 Yöntem

3.2.1 *Carpophilus hemipterus*'un yetiştirilmesi

Carpophilus hemipterus'un yetiştirilmesinde mısır unu, glikoz, şeker, maya, su ve agar

agar'dan oluşan besin karışımı kullanılmıştır. (Donahaye and Navarro,. 1989). Besini hazırlamak için glukoz, şeker, maya, mısır unu belirli miktarlarda karıştırılarak üzerine 1 lt su ilave edilmiştir. Mısır öğütülerek un haline getirilmiş ve 60 °C sıcaklıktaki inkübatörde 24 saat tutularak olası zararlı bulaşıklığı yok edilmiştir. Besinin zarar görmesini engellemek için, içine bir takım kimyasallar (1 gr methyl-4 hidroxy-benzoat ve 3.1 ml propiyonik asit) eklenmiştir. Daha sonra bu karışım orta ateşteki hot-plate üzerinde kaynamaya başlayınca agar agar ilave edilerek muhallebi kıvamına gelinceye kadar pişirilmiştir. Besin piştikten sonra alüminyum bir küvete dökülerek soğumaya bırakılmıştır. Bir kaç saat sonra besin bir bıçak yardımıyla kesilerek plastik saklama kaplarına konulmuştur. Hazırlanan besin daha sonra kullanılmak üzere dondurucuya bırakılmıştır.

Bu oranda hazırlanan besinden bir parça 1 litrelik steril cam kavanozlara konmuş ve ortalama 150-200 adet ergin birey kavanoza ilave edilmiştir. Kavanozların ağızları hava girişini sağlamak için küçük delikli tülbent benzeri bezler ile bir paket lastiği yardımıyla kapatılmıştır. Zararlı bulaşmasını önlemek amacıyla kavanozlar, içinde sıvı vazelin bulunan aliminyum küvetlerin içine plastik altlıklar üzerine yerleştirilmiştir.

25(±1) °C sıcaklık ve %75 orantılı nem koşullarına ayarlanmış iklim odasında, *Carpophilus hemipterus* kültürü 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 bir parça besin bulunan kavanozlara bırakılan yumurtalardan gelişen bireyler, ortalama 20 günde gelişimini tamamlamakta ve ergin çıkışları başlamaktadır. Yumurta elde etmek amacıyla bu kavanozlardan vakum aleti yardımıyla toplanan erginler içinde besin bulunan diğer 1 litrelik boş bir kavanoza aktarılmıştır. Bu aktarılan erginler 24 saat bekletildikten sonra içine bırakılmış olan erginler aynı şekilde vakumlama aletiyle toplanarak, ilk aldığımız kültür kavanozlarına aktarılmıştır. Böylece kavanozun içinde sadece 0-24 saatlik yumurtalar kalmıştır (Şekil 3.1). Bu şekilde elde edilen 0-24 saatlik yumurtalar böcek yetiştirme odasında 24 saat daha bekletilerek 24-48 saatlik yumurtalar elde edilmiştir.



Şekil 3.1 *Carpophilus hemipterus* yumurtaları (www.entomology.ucr.edu.tr)

3.2.2.2 Larva

Böcek yetiştirme odasında yetiştirilen kültürlerden yumuşak pens yardımıyla larvalar toplanarak 10ml'lik PVC kapların içine alınmıştır. Daha sonra larvaların açıklıktan ölmemesi için kapların içine bir parça besin yerleştirilmiştir. Havalanmayı sağlamak amacıyla, tüplerin kapaklarına yaklaşık 1 cm çapında delik açılmış ve dışarıdan olabilecek bulaşmaları engellemek için, bu deliklerin üzeri 120 mesh'lik tel ile kapatılmıştır. Larva ile yapılan çalışmalarda 12 günlük olgun larvalar (Şekil 3.2). kullanılmış, ve bu larvalar 10ml'lik PVC kaplarda, yaklaşık 50 adetlik gruplar halinde, 3 tekerrürlü olarak denemelere alınmıştır.



Şekil 3.2 *Carpophilus hemipterus*'un 12 günlük olgun larvaları

3.2.2.3 Pupa

Böcek yetiştirme odasındaki kavanozlarda yetiştirilen kültürler günlük olarak kontrol edilerek olgun larvalardan pupa olanlar yumuşak bir pens yardımıyla toplanarak ayrı bir

kavanoza alınmıştır. Böylece 0-24 saatlik pupalar elde edilmiştir (Şekil 3.3). Bu şekilde elde edilen 0-24 saatlik pupalar klimatize böcek yetiştirme odasında 24 veya 48 saat bekletilmek suretiyle sırasıyla 24-48 ve 48-72 saatlik pupalar elde edilmiştir. Pupa evresinde yapılan çalışmalarda 0-24, 24-48, 48-72 saatlik pupalar kullanılmıştır. Bu amaçla bu üç yaş grubundaki pupalar kapaklarında 120 mesh'lik elek teli bulunan 10ml'lik PVC kaplarda 30 adetlik gruplar halinde, 3 tekerrürlü olarak denemelere alınmıştır.



Şekil 3.3 *Carpophilus hemipterus*'un 0-24 saatlik pupaları

3.2.2.4 Ergin

Böcek yetiştirme odasındaki kavanozlarda yetiştirilen pupalar günlük olarak gözlenerek çıkış yapan erginler vakum aleti yardımıyla toplanarak içinde besin bulunan 1 lt'lik boş bir kavanoza aktarılmışlardır (Şekil 3.4). Erginler aktarıldıktan bir hafta sonra yine aynı şekilde vakum aleti yardımıyla, 50'serli gruplar halinde toplanarak 10ml'lik PVC kaplarda 3 tekerürlü olarak denemelere alınmıştır. Ergin evresinde yapılan çalışmalarda bir haftalık erginler kullanılmıştır.



Şekil 3.4 *Carpophilus hemipterus*'un bir haftalık erginleri

3.2.3 Deneme Düzenegi

3.2.3.1 Gaz üretici

Gaz halindeki fosfin (PH_3) gaz üreticinde Phospine tabletlerinden (%57 AlPH_3) üretilmiştir (Şekil 3.5.). İçinde %5 oranda H_2SO_4 içeren su bulunan 200ml'lik gaz bütüne yaklaşık 0.5g'lık küçük bir parça alüminyum brüt tabletinden atılmıştır (Anonymous 1975).

Gaz bütetinin üst kısmında toplanan fosfin gazı Mininert Valf kilidi açılarak bürete bağlı septumdam 10 ml'lik gaz şırıngası ile çekilerek alınmıştır.

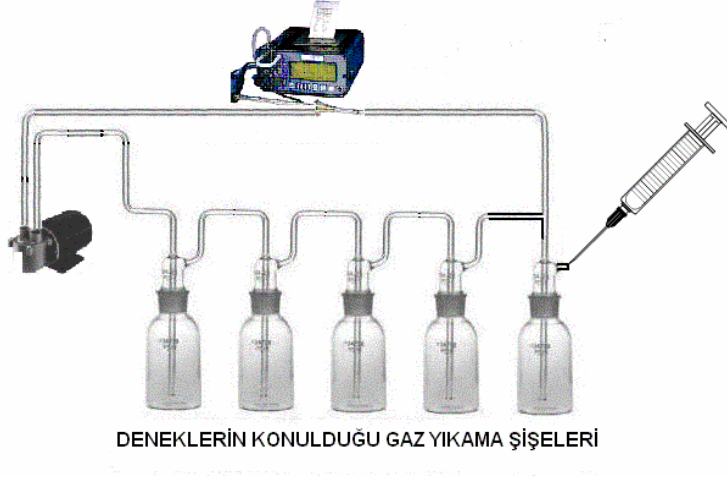


Şekil 3.5 Fosfin gaz üretici

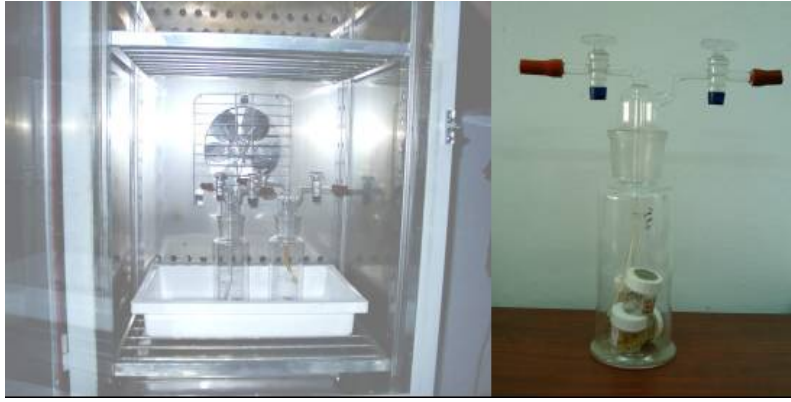
3.2.3.2 Deneme düzeneği

Denemede gaz yıkama şişeleri seri bir şekilde birbirine bağlanarak oluşturulan bir düzenek kullanılmıştır. Bu sisteme gazın dağıtımını sağlamak için bir sirkülasyon pompası ve elektrokimyasal dedektör bağlanmıştır (Şekil 3.6). Düzenekteki gaz yıkama şişeleri şekilde görüldüğü gibi yaklaşık 5-6 cm ince plastik borularla birbirine bağlanmıştır. Denemeyi kurmadan önce düzenekteki her şişenin içine %75'lik nem sağlamak için 10ml'lik PVC kaplarda 5ml'lik KOH çözeltisi (Solamon 1952) yerleştirilmiştir. Daha sonra deneme düzeneği şekildeki gibi ağızları aynı yöne bakacak şekilde yerleştirilmiştir. Düzenek bağlantısı boruya; daha önceden yerleştirilmiş olan valfli şırınga iğnesinden girilerek, fosfin gazı özel bir şırınga yardımıyla verilmiştir. Bu işlem gereken gaz konsantrasyonu elde edilene kadar bir kaç kez tekrarlanmıştır. Düzenekte bu çalışmada, kullanılan gaz konsantrasyonu olan 50 ppm dozundaki fosfine ulaşmak ve konsantrasyonun sabit hale gelmesi yaklaşık 10-15 dakika almıştır.

Fosfin konsantrasyonu sabitleştirildikten sonra sirkülasyon pompası kapatılmıştır. Daha sonra tüm gaz akış vanaları kapatılarak düzenekteki gaz yıkama şişeleri birbirinden ayrılmış ve 20 °C için yapılan denemeler, Unist Marka inkübatöre (Şekil 3.7), 25 °C için yapılan denemeler ise 25 °C'deki klimatize böcek yetiştirme odasına yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6 Deneme düzeni



Şekil 3.7 Denemelerde kullanılan inkübatör ve gaz yıkama şişesi

3.2.4 Biyolojik evre denemeleri

3.2.4.1 Yumurta

Stereoskobik binoküler altında 0-24 ve 24-48 yaştaki yumurtalar dikkatlice incelenerek yapısal olarak düzgün görünenler samur fırça yardımıyla 30 adet olacak şekilde sayılmış ve daha sonra 10ml'lik PVC deneme kaplarına aktarılmıştır. Bu evrede yapılan çalışmalar her bir kaptaki 30 adet yumurta olacak şekilde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bunlara ek olarak daha sonra karşılaştırma yapmak amacıyla; hiç bir uygulama yapılmayacak olan yumurtalar da (kontrol) 30 adet olarak, kapakları 120 mesh elek teli ile kaplı 10ml'lik PVC deneme kabına konulmuştur. Hazırlanan bu deneme kaplarının üzerine yumurta yaşı, denemenin yapıldığı tarih, sıcaklık ve uygulama süresi yazılarak gaz yıkama şişelerindeki KOH çözelti kabının yanına yerleştirilmiştir. Denemeler kurulduktan sonra 20 °C için yapılmış denemeler sıcaklığı 20 °C'ye ayarlanmış Unitest marka inkübatöre yerleştirilmiştir. 25 °C için yapılmış denemeler ise aynı şekilde sıcaklığı 25 °C'ye ayarlanmış klimatize böcek yetiştirme odasına yerleştirilmiştir. Bu evrede yapılan çalışmalarda 4, 8, 10, 12, 16, 24, 36, 48 saatlik uygulamalar yapılmıştır. Belirlenen uygulama süresi sonrasında 20 °C derece için yapılan gaz yıkama şişeleri inkübatardan çıkarılmış ve gaz giriş çıkış vanaları açılarak içerisinde bulunan PVC deneme kapları alınarak aynı inkübatör içerisindeki %75 orantılı nem içeren KOH çözeltisi bulunan desikatörde ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur. 25 °C'de yapılan denemelerde ise aynı şekilde uygulama işlemi bittikten sonra gaz yıkama şişelerinin gaz giriş çıkış vanaları açılarak içerisinde bulunan PVC deneme kapları çıkarılmış ve klimatize böcek yetiştirme odasında bulunan (25 °C) ve içerisinde %75 orantılı nem veren KOH çözeltisi bulunan desikatörde kontroller bitinceye kadar tutulmuştur. Stereoskobik binoküler mikroskop altında günlük olarak kontroller yapılmış ve açılan yumurtalar ince uçlu samur fırça ile alınarak ortamdan uzaklaştırılmıştır. 2-3 günlük gözlemler sonucu iki gün üst üste hiç açılma olmayıncaya kadar gözlemler sürdürülmüştür. 20 °C için yapılan denemelerde kontrol için hazırlanan yumurta kapları da inkübatör içerisindeki desikatörde ölümler belirleninceye kadar

tutulmuş ve günlük olarak izlenerek açılma oranları bulunmuştur. Yine aynı şekilde 25 °C için yapılan denemelerde de, kontrol için hazırlanan deneme kapları da klimatize böcek yetiştirme odasında bulunan desikatörde ölümler belirleninceye kadar tutulmuş ve kontroller günlük olarak yapılmıştır.

Yumurtalarda ölümler belirlenirken, günlük gözlemlerde canlı larva sayısı esas alınmıştır.

3.2.4.2 Larva

Larva evresinde yapılan denemelerde 12 günlük olgun larvalar kullanılmıştır. Bu evrede yapılan denemelerde de, yumurta evresinde olduğu gibi kapakları 120 mesh'lik elek teli bulunan 10ml hacimli PVC deneme tüpleri kullanılmıştır. Klimatize böcek yetiştirme odasında bulunan belli yaştaki kültürlerden yumuşak bir pens yardımıyla toplanan larvalar her bir deneme kabına 50 adet olacak şekilde aktarılmıştır. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Deneme için hazırlanan kaplar gaz yıkama şişelerindeki KOH çözeltisi kabının yanına yerleştirilmiştir. Larva evresi ile yapılan çalışmalarda 4, 5, 6, 7, 8, 12, 16 saatlik uygulamalar yapılmıştır. Denemelerin kurulmasının ardından içinde deneme kabı bulunan gaz yıkama şişeleri açılarak içinde bulunan deneme kapları alınmış ve 20 °C için yapılan denemelerde 20 °C'ye ayarlanmış inkübatöre , 25 °C için yapılmış denemelerde ise 25 °C'deki klimatize böcek yetiştirme odasına yerleştirilmiştir. Burada ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur. 12 günlük larvalar uygulamadan 3 gün sonra kontrol edilmeye başlanmış, pupa olan ve olmayan larvalar sayılarak günlük olarak kaydedilmiştir. Henüz pupa olmayan larvalar pupa oluncaya kadar veya ölünceye kadar gözlemler sürdürülmüştür. Denemelerde pupa olan larvalar canlı olarak, pupa olmayanlar ise ölü olarak değerlendirilmiş, toplam ölü ve canlı larva oranları belirlenmiştir. Kontrol için hazırlanan deneme kapları 20 °C için yapılan denemelerde 20 °C'ye ayarlanmış desikatöre; 25 °C için yapılmış denemelerde

ise 20 °C'ye ayarlanmış desikatöre yerleştirilmiş ve günlük olarak izlenerek pupa olup olmama durumu kaydedilmiştir.

3.2.4.3 Pupa

Klimatize böcek yetiştirme odasında yetiştirilen kültürlerden yumuşak pens yardımıyla toplanan 0-24, 24-48, 48-72 saatlik pupalar, kapağına 120 mesh'lik elek teli geçirilmiş olan 10ml'lik PVC deneme kaplarına 30'arlı gruplar halinde dikkatlice aktarılmış ve içerisinde pupa bulunan PVC kaplarına; pupa yaşı, yapılacak deneme sıcaklığı, deneme yapıldığı tarih ve uygulama süresi yazıldıktan sonra gaz yıkama şişelerindeki KOH çözeltisi kabının yanına yerleştirilmiştir. Denemeler üç tekerrürlü olarak yapılmıştır. Pupa evresi ile yapılan çalışmalarda uygulama süreleri 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 20 saat olmuştur. İçinde test materyali bulunan gaz yıkama şişeleri, denemelerin kurulmasının ardından, 20 °C için yapılan deneme kapları 20 °C' ye ayarlanmış inkübatöre, 25 °C için yapılmış deneme kapları ise 25 °C 'deki klimatize böcek yetiştirme odasına yerleştirilmiştir. Uygulama süresi sonunda gaz yıkama şişeleri açılarak havalandırılmış ve içerisinde bulunan deneme kapları, sıcaklıkları 20 ve 25 °C'ye ayarlanmış desikatöre yerleştirilmiş ve ölümler belirleninceye kadar tutulmuştur.

Bir haftalık kontrollerde, pupadan çıkmayan veya pupadan çıkan fakat sağlıklı erginler gibi kanatlarını açmadan ölen bireyler ölü olarak kabul edilmiş ve böylece ergin çıkış oranları belirlenmiştir. Aynı şekilde kontroller de bir hafta boyunca günlük olarak izlenmiş ve ergin çıkış durumu kaydedilmiştir.

3.2.4.4 Ergin

Ağızları 120 meshlik elek teli ile kaplı 10 ml hacimli PVC kaplara aspirasyon aleti yardımıyla toplanan bir haftalık erginler her kapta 50 adet olacak şekilde düzenlenmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Ergin evresi ile yapılan çalışmalarda uygulama süreleri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12 saat olmuştur. İçinde ergin bulunan PVC deneme kapları gaz yıkama şişelerindeki KOH çözelti kabının yanına dikkatlice yerleştirilmiştir. Deneme kurma işlemi bittikten sonra içinde test materyali bulunan gaz yıkama şişeleri, denemenin kurulduğu sıcaklığa göre 20 veya 25 °C'ye ayarlanmış inkübatöre yerleştirilmiştir. Uygulama süresi sonunda gaz yıkama şişeleri açılarak belli bir süre havalandırılmış ve PVC deneme kapları denemenin kurulduğu sıcaklığa göre 20 veya 25 °C'ye ayarlanmış ve içerisinde %75 nem veren KOH çözeltisi bulunan desikatörde ölüm için yapılan kontroller belirleninceye kadar tutulmuştur. Kontroller bir hafta boyunca günlük olarak yapılmış hareket etmeyen, kanat ve antenlerini oynatmayan erginler ölü olarak kabul edilirken , diğerleri canlı olarak kabul edilmiştir.

Aynı şekilde kontrol için hazırlanan ergin kapları da bir hafta süreyle günlük olarak gözlenmiş ve canlı ölü oranları değerlendirmeye tabi tutularak günlük olarak kaydedilmiştir.

3.2.5 İstatiksel analiz

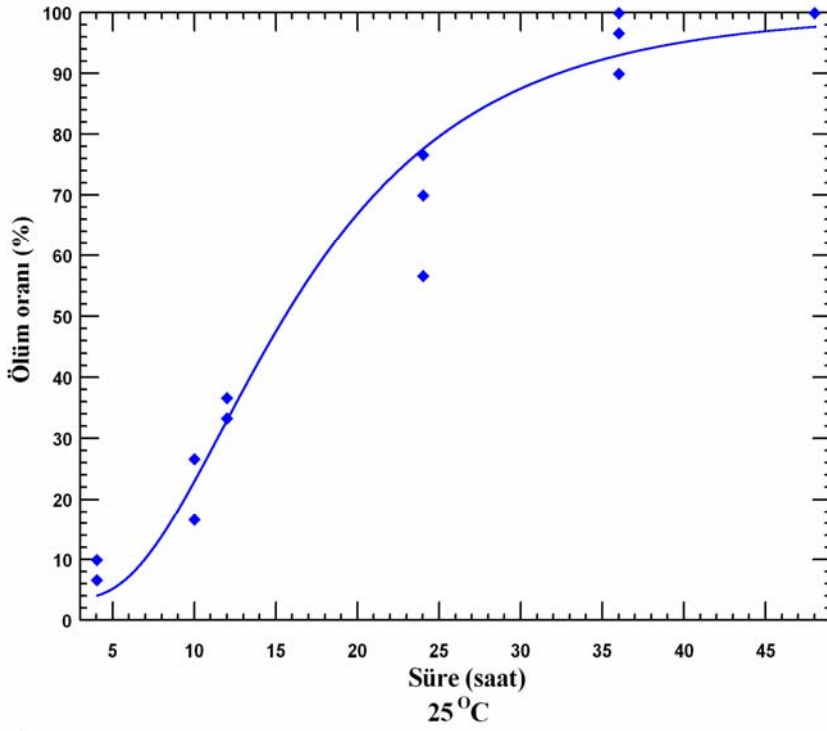
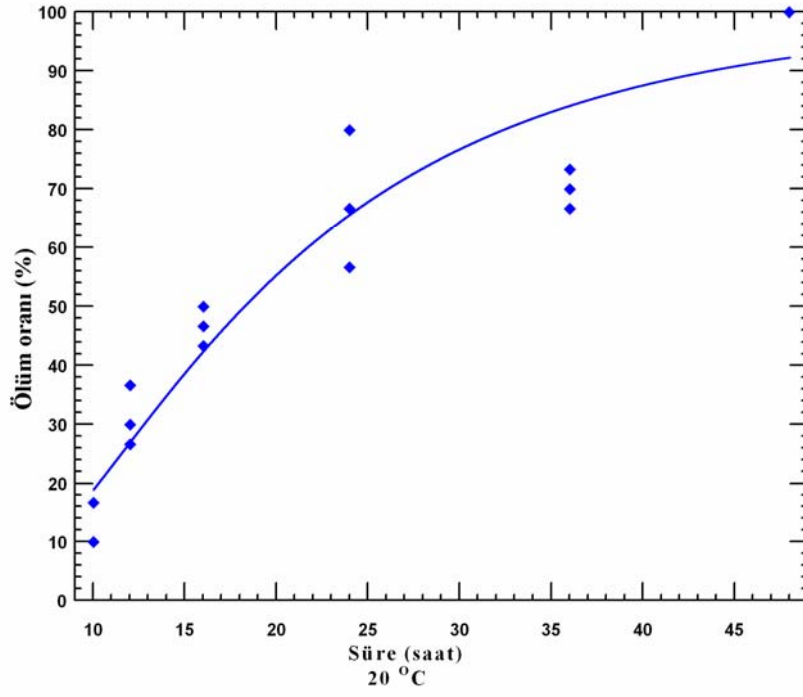
Denemelerde belirlenen ölümlere ait veriler ile POLO PC programı (LeOra Software 1994) kullanılarak probit analizi yapılmış ve LT₅₀, LT₉₀, LT₉₅ ile LT₉₉ değerleri saptanmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Yumurta

Bu evrede yapılan çalışmalarda 0-24, 24-48 saatlik yumurtalar kullanılmıştır. alıŐmalar 20 ve 25 °C’de %75 nemde 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda 4, 8, 10, 12, 16, 24, 36, 48 saatlik uygulama surelerinde yurtlmstr. Yumurta evresinde uygulama suresi, sonunda belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde 4.1 ve 4.2’de verilmiştir. Kontrol grubunda ölüm oranlarının 0-24 saatlik yumurtalarda %0-6.6 (en dŐŐk-en yüksek) arasında deŐiŐiklik gsterdiŐi belirtilmiştir (Şekil 4.1). 0-24 saatlik yumurtalarla yapılan uygulamada, 20 ve 25 °C’de meydana gelen ölümlerin uygulama suresi ile birlikte artış gsterdiŐi belirtilmiştir. 0-24 saatlik yumurtalarda 20 ve 25 °C’de deŐiŐik uygulama sureleri ile yapılan uygulamalarda mutlak ölümün her iki sıcaklık da da 48 saatlik uygulamada gerekleŐtiŐi saptanmıştır.

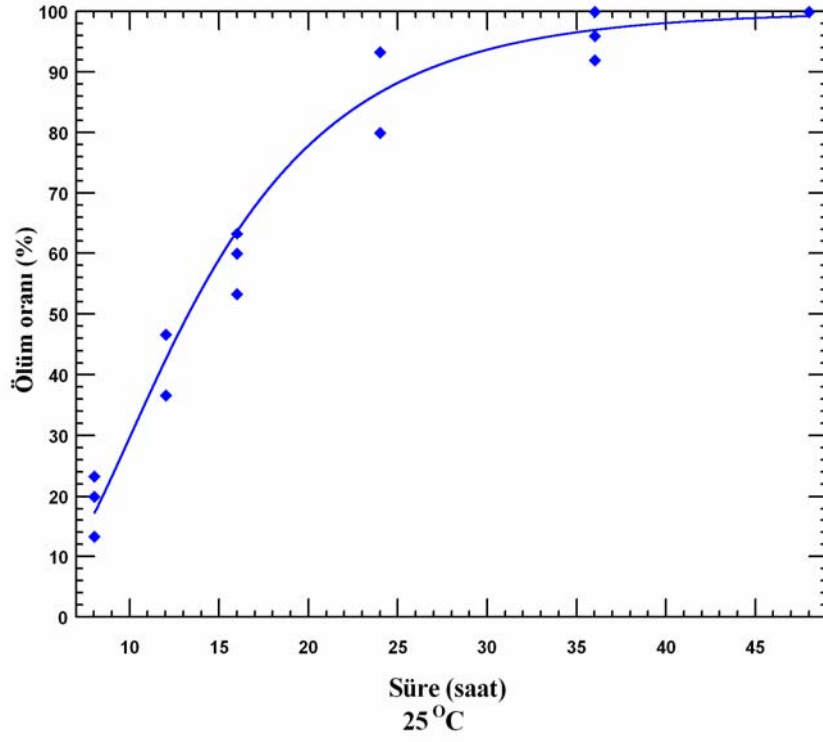
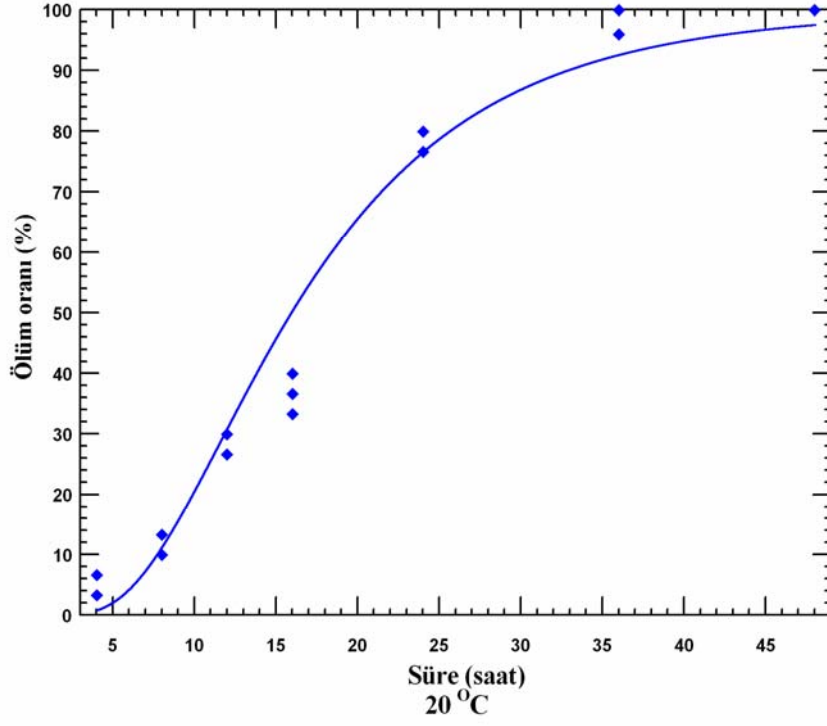
0-24 saatlik *Carpophilus hemipterus*’un yumurtaları ile yapılan çalışmada deŐiŐik uygulama sureleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit sonucuna göre 20 °C’deki LT₅₀ deŐeri 18,247 saat olarak hesaplanırken, 25 °C’deki LT₅₀ deŐeri 15,885 saat olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonunda hesaplanan LT₉₅ deŐerleri ise 20 ve 25 °C’de sırasıyla 56,093 ve 40,021 saat olarak saptanmıştır (izelge 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.1 *Carpophilus hemipterus*'un 0-24 saatlik yumurtalarında 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

24-48 saatlik yumurtaların kontrollerinde meydana gelen ölüm oranının %0-6.6 (en düşük-en yüksek) arasında gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 4.2). *Carpophilus hemipterus*'un 24-48 saatlik yumurtaları ile yapılan çalışmada meydana gelen ölüm oranlarının, yükselen uygulama süresi ile birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir.

Carpophilus hemipterus'un 24-48 saatlik yumurtalarında değişik uygulama süreleri ile yapılan çalışmaların sonucuna göre hesaplanan probit analizi sonucuna göre 20 ve 25 °C'de LT₅₀ değeri sırasıyla 15,907 ve 13,242 saat olarak belirlenmiştir. LT₉₅ değeri ise 20 °C'de 40,419 saat; 25 °C'de ise 31,925 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

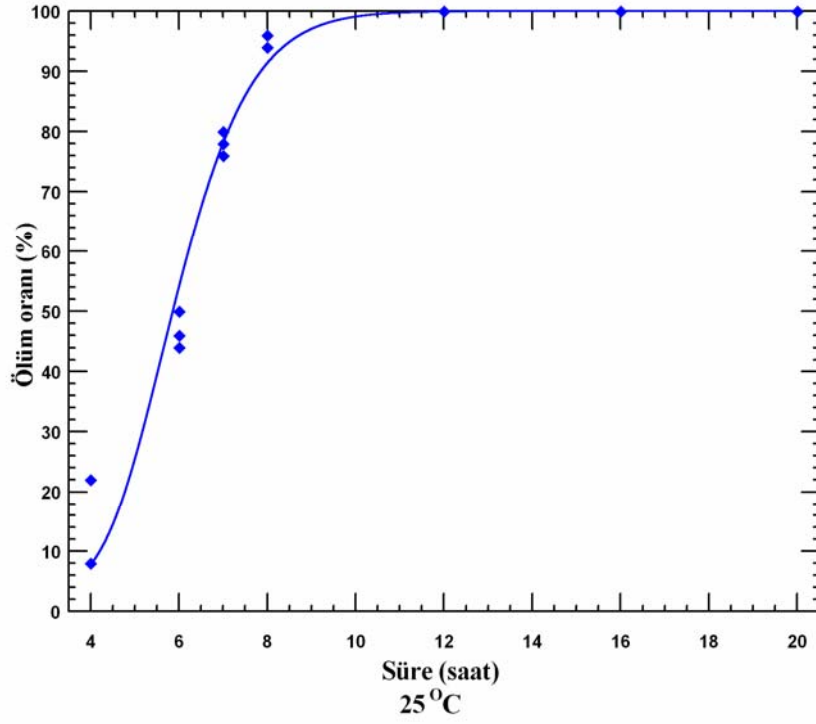
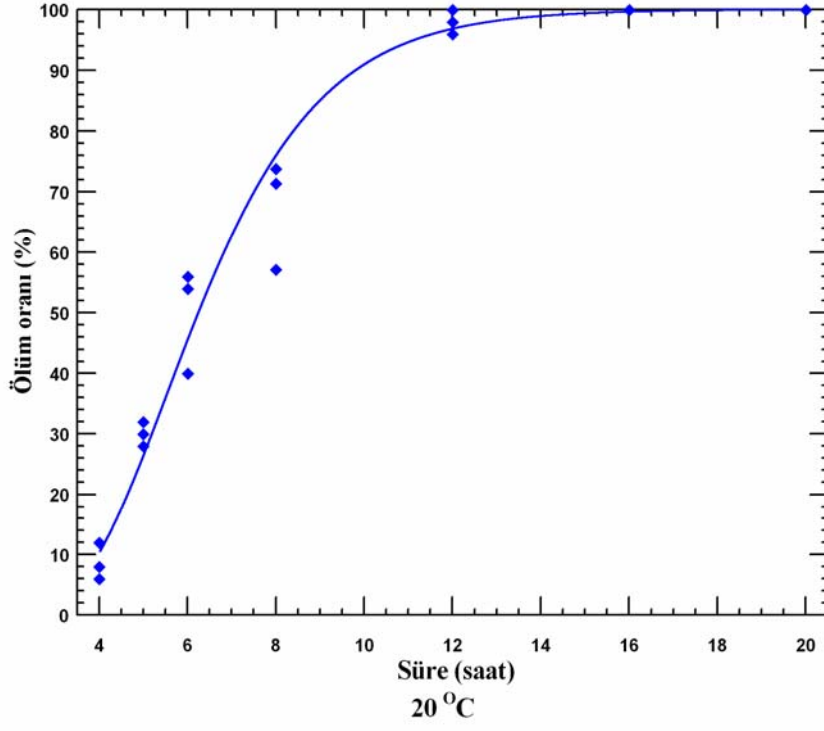


Şekil 4.2 *Carpophilus hemipterus*'un 24-48 saatlik yumurtalarında 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

4.2 Larva

Carpophilus hemipterus'un 12 günlük larvaları ile uygulamalar yapılmıştır. Çalışmalar 4, 5, 6, 7, 8, 12, 16 saatlik uygulama sürelerinde, 50 ppm'lik PH₃ konsantrasyonunda, 20 ve 25 °C'deki ortamlarda yürütülmüştür. Uygulama sonunda larva evresinde belirlenen ölüm oranlarına ait veriler grafikler halinde Şekil 4.3.'de verilmiştir. Kontrol grubunda ölüm oranının %0-4 (en düşük-en yüksek) arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 4.3.). Çalışmada 12 günlük larvalarda 20 ve 25 °C'de yapılan 50 ppm konsantrasyonundaki ölümlerin, uygulama süresi ile birlikte arttığı ve mutlak ölümün 20 °C'de 16 saatlik uygulamada; 25 °C'de ise 12 saatlik uygulama süresinde gerçekleştiği görülmüştür.

Carpophilus hemipterus'un 12 günlük larvalarında değişik uygulama sürelerinde belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizine göre LT₅₀ değeri 20 °C'de 6,226 iken 25 °C'deki LT₅₀ değeri 5,702 olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan LT₉₅ değerleri 20 ve 25 °C'de sırasıyla 11,146 ve 8,758 olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

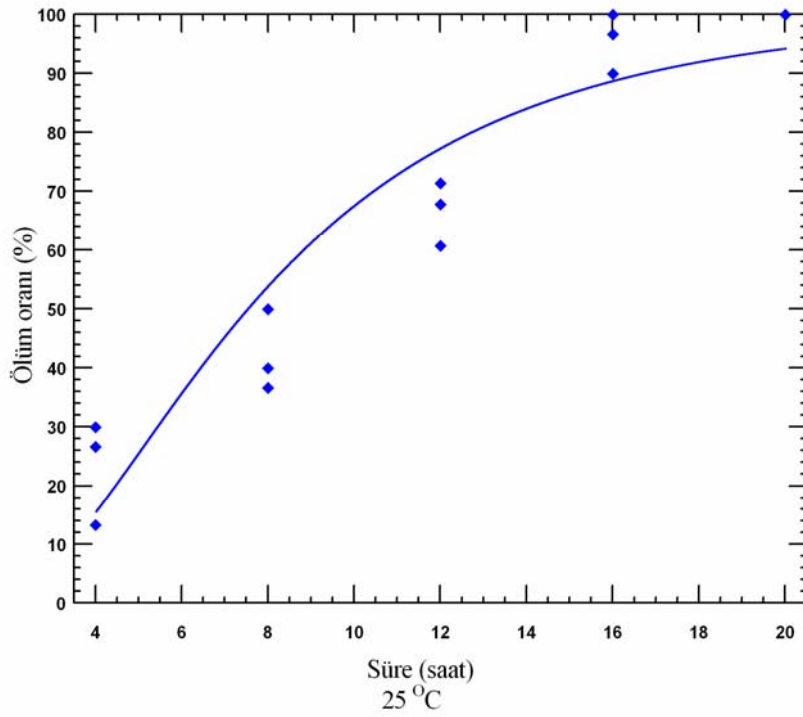
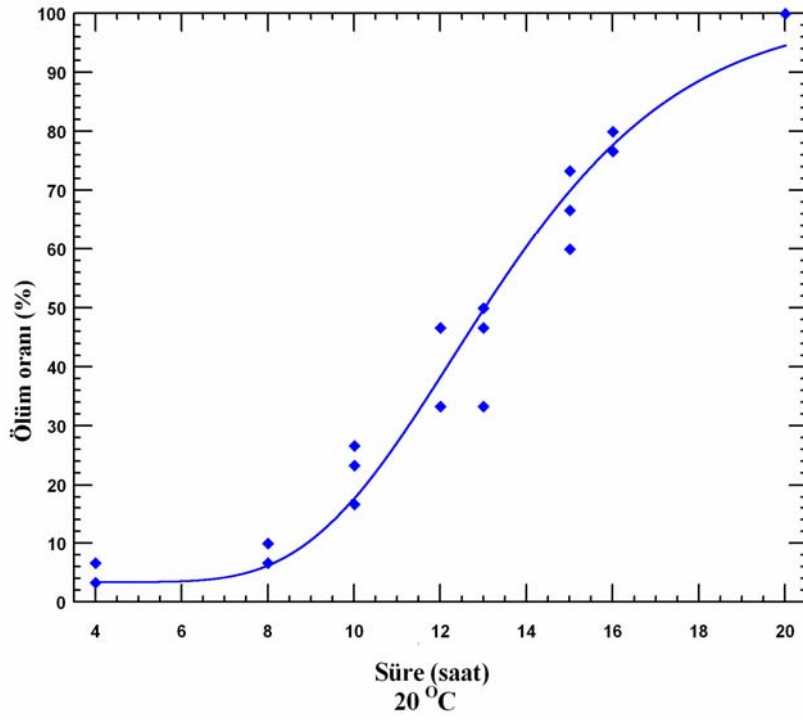


Şekil 4.3 *Carpophilus hemipterus*'un 12 günlük larvalarında 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

4.3 Pupa

Pupa evresinde yapılan denemeler 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik pupalar ile yürütülmüştür. Çalışmalar 20 ve 25 °C'deki ortamlarda 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 20 saatlik uygulama sürelerinde yapılmıştır. Uygulama süresi sonunda pupa evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde Şekil 4.4, 4.5 ve 4.6'da verilmiştir. Uygulamada kullanılan kontrollerde meydana gelen ölümlerin % 0-6.6 (en düşük-en yüksek) arasında değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. 20 ve 25 °C'de yapılan çalışmada 0-24 saatlik pupalarda meydana gelen ölüm oranlarının uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün her iki sıcaklıkta da 20 saatlik uygulamada gerçekleştiği saptanmıştır.

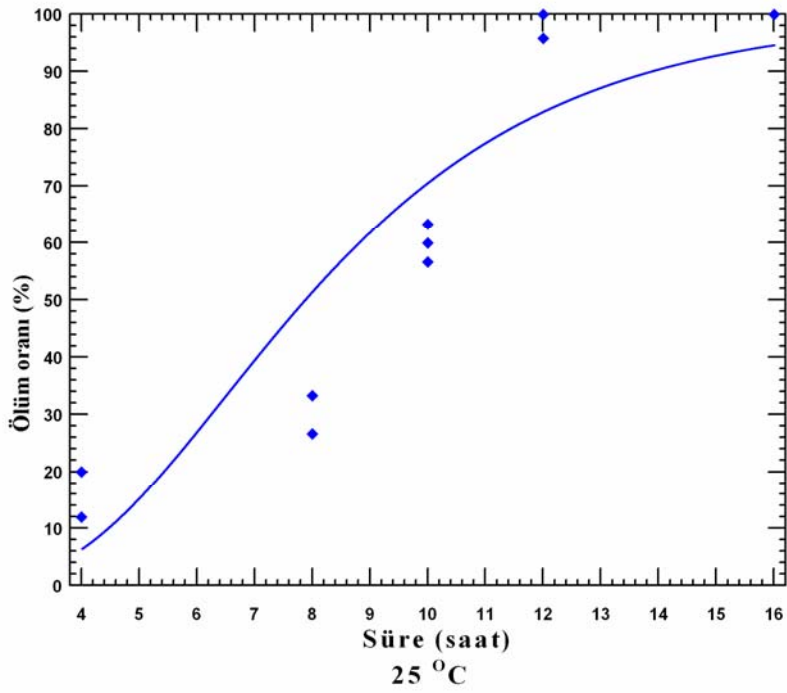
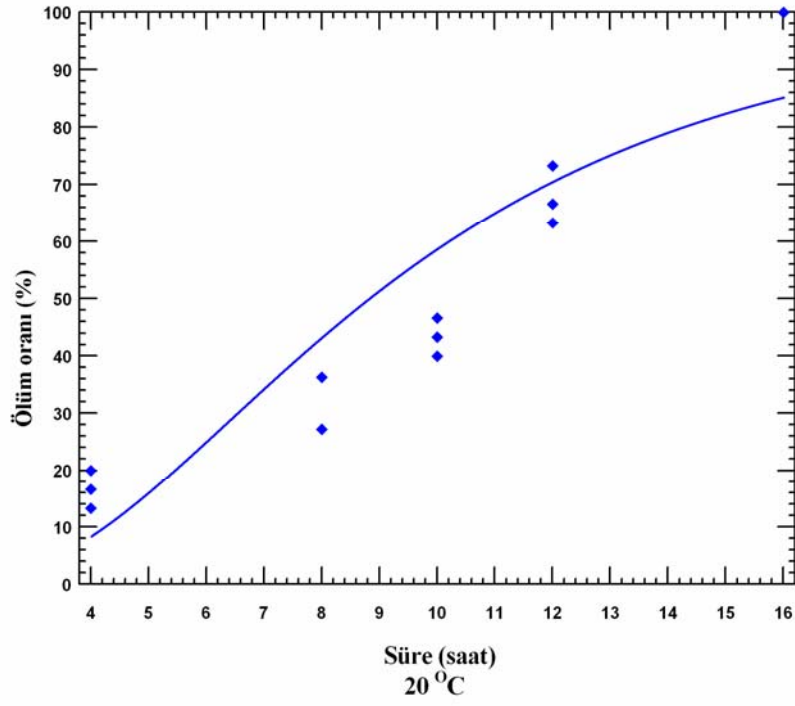
Carpophilus hemipterus'un 0-24 saatlik pupaları ile yapılan çalışmada LT₅₀ değeri 20 °C'de 12,569 saat; 25 °C'de ise 7,527 saat olarak bulunmuştur. Aynı şekilde hesaplanan LT₉₅ değeri ise 20 °C'de 18,313 saat olarak bulunurken bu süre 25 °C'de 21,000 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.4 *Carpophilus hemipterus*'un 0-24 saatlik pupalarında 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

24-48 saatlik pupaların kontrollerinde meydana gelen ölüm oranının %0-3.3 (en düşük-en yüksek) arasında gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 4.5). 24-48 saatlik yumurtalarla yapılan uygulamada, 20 ve 25 °C'de meydana gelen ölümlerin uygulama süresi ile birlikte artış gösterdiği belirtilmiştir. 24-48 saatlik yumurtalarda 20 ve 25 °C'de değişik uygulama süreleri ile yapılan uygulamalarda mutlak ölümün her iki sıcaklıkta da 16 saatlik uygulamada gerçekleştiği saptanmıştır.

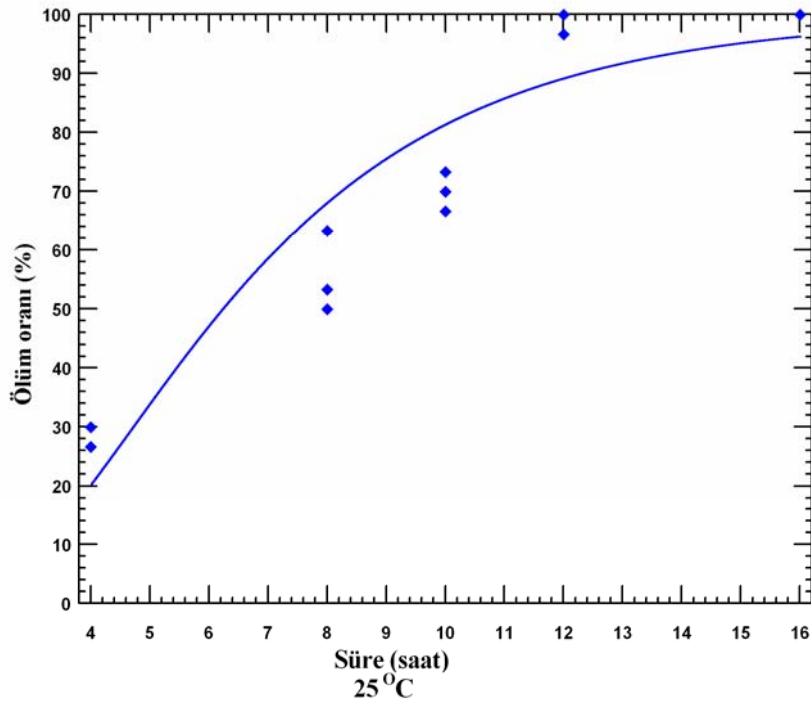
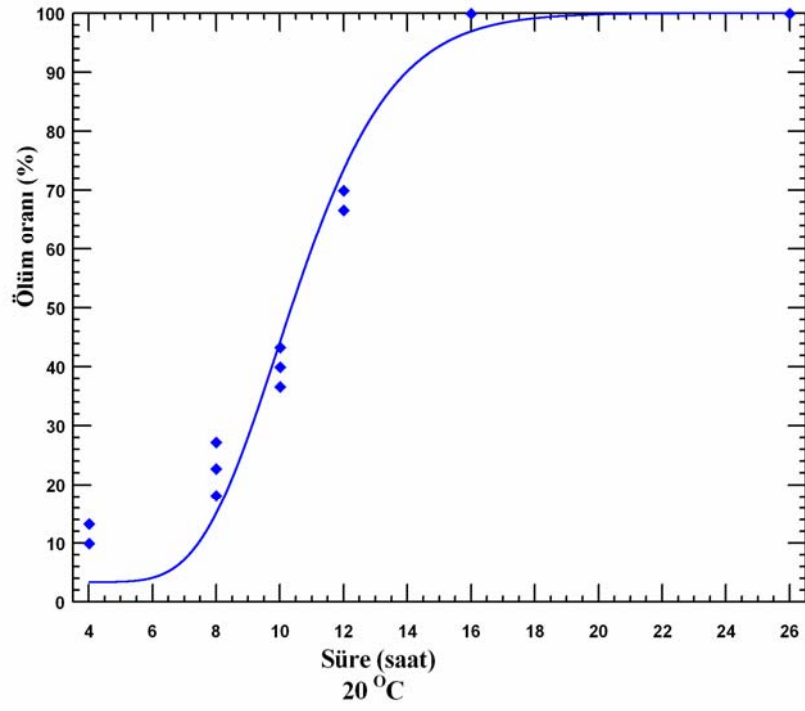
Carpophilus hemipterus'un 24-48 saatlik pupaları ile yapılan çalışmada LT₅₀ değeri 20 °C'de 8,828 saat; 25 °C'de ise 7,874 saat olarak bulunmuştur. Aynı şekilde hesaplanan LT₉₅ değeri ise 20 °C'de 22,063 saat olarak bulunurken bu süre 25 °C'de 16,315 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.5 *Carpophilus hemipterus*'un 24-48 saatlik pupalarında 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

48-72 saatlik pupaların kontrollerinde meydana gelen ölüm oranının %0-3.3 (en düşük-en yüksek) arasında gerçekleştiği saptanmıştır (Şekil 4.6). 48-72 saatlik yumurtalarla yapılan uygulamada, 20 ve 25 °C’de meydana gelen ölümlerin uygulama süresi ile birlikte artış gösterdiği belirtilmiştir. 48-72 saatlik yumurtalarda 20 ve 25 °C’de değişik uygulama süreleri ile yapılan uygulamalarda mutlak ölümün her iki sıcaklıkta da 16 saatlik uygulamada gerçekleştiği saptanmıştır.

Carpophilus hemipterus’un 48-72 saatlik pupaları ile yapılan çalışmada LT₅₀ değeri 20 °C’de 10,619 saat; 25 °C’de ise 7,710 saat olarak bulunmuştur. Aynı şekilde hesaplanan LT₉₅ değeri ise 20 °C’de 15,017 saat olarak bulunurken bu süre 25 °C’de 33,640 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).

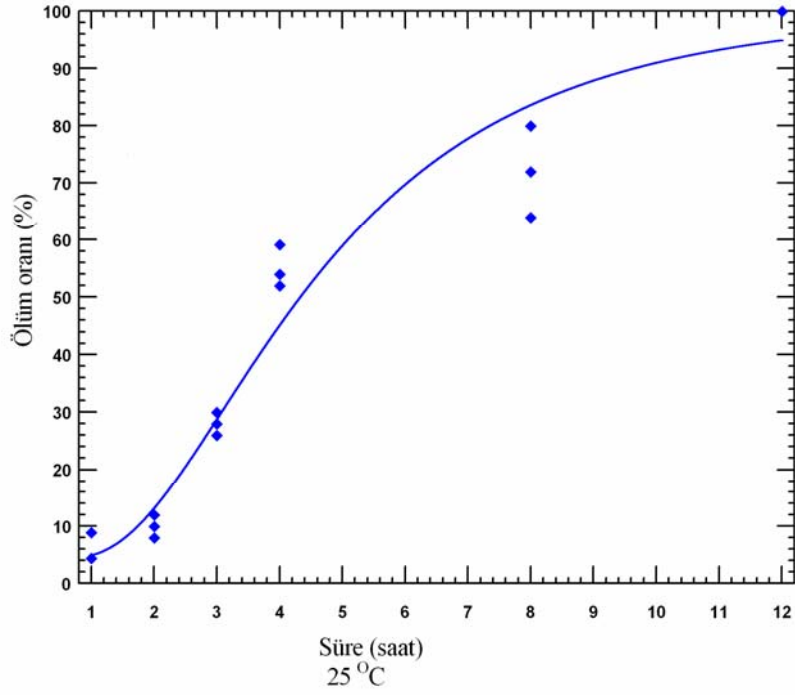
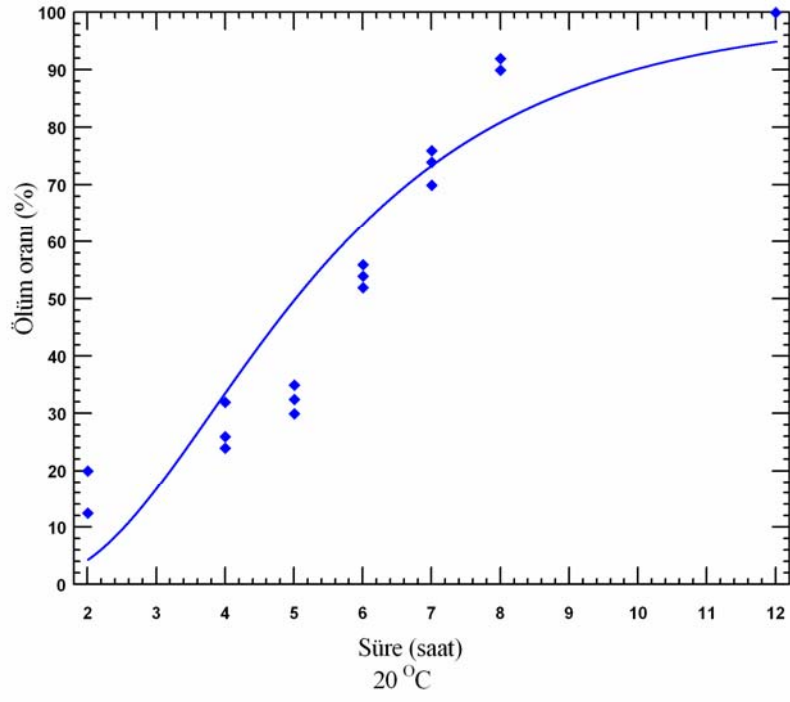


Şekil 4.6 *Carpophilus hemipterus*'un 48-72 saatlik pupalarında 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

4.4 Ergin

Bu evrede yapılan uygulamalarda bir haftalık ergin bireyler kullanılmıştır. Çalışmalar 20 ve 25 °C'deki ortamlarda 50 ppm'lik PH₃ konsantrasyonunda ve 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12 saatlik uygulama sürelerinde gerçekleştirilmiştir. Ergin bireyler ile yapılan çalışmada uygulama süresi sonunda belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde Şekil 4.7'de verilmiştir. Şahit grubunda ölüm oranlarının bir haftalık erginlerde %0-4 (en düşük-en yüksek) arasında değiştiği belirlenmiştir. (Şekil 4.7). 20 ve 25 °C'de bir haftalık erginlerle 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda yapılan çalışmada, meydana gelen ölümlerin uygulama süresi ile birlikte yükseldiği ve mutlak ölümün 20 ve 25 °C'de 12 saatlik uygulama süresinde; gerçekleştiği saptanmıştır.

Carpophilus hemipterus'un bir haftalık erginlerinde farklı uygulama süreleri sonunda saptanan ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre LT₅₀ değeri 20 °C'de 5.012 saat; 25 °C'de ise 4,465 olarak bulunmuştur. 20 ve 25 °C'de hesaplanan LT₉₅ değerleri ise sırasıyla 12,088 ve 12,240 saat olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.7 *Carpophilus hemipterus*'un bir haftalık erginlerinde 20 ve 25 °C'de değişik sürelerde gerçekleşen ölümler

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada , kurutulmuş meyvelerin özellikle incirin önemli zararlılarından biri olan *Carpophilus hemipterus* ile savaşında fumigant olarak; düşük konsantrasyondaki fosfinin (PH₃) değişik uygulama sürelerinde neden olduğu ölüm oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Zararlının 0-24, 24-48, 48-72 saatlik yumurtaları, 12 günlük olgun larvaları, 0-24, 24-48, 48-72 saatlik pupaları ve bir haftalık ergin evrelerinde 50 ppm konsantrasyonundaki fosfinin 20 ve 25 °C'de farklı uygulama sürelerinde neden olduğu ölümlerden yararlanılarak LT₅₀, LT₉₀ ve LT₉₅ değerleri saptanmıştır. Yapılan uygulamalar 20 ve 25 °C ortam sıcaklığında ve %75 nemde yürütülmüştür.

Yapılan çalışmada; tüm biyolojik dönemlerde, düşük sıcaklıklarda yapılan denemelerin, yüksek sıcaklıklarda yapılan denemelere göre mutlak ölüm için daha uzun uygulama süresine ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2). Bu bulgu *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Rhyzopertha dominica*, (Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae)'un bütün biyolojik dönemleri (yumurta, larva, pupa, ergin) üzerinde yapılan çalışmalarda da doğrulanmıştır. Araştırma 32 °C 18 °C, 0,5 °C ve 5 °C'de yapılmıştır. Her dört türün erginleri üzerinde yapılan 200 ppm dozundaki fosfin uygulamasında mutlak ölüm, 32 ve 18 °C'de 8 saatte elde edilirken; sıcaklık 0.5 ve 5 °C'ye indirildiğinde mutlak ölüm için gereken süre 3 güne kadar çıkmıştır. Her üç türün en dirençli dönemi olan yumurta ve pupa ile yapılan çalışmalarda; %100 ölüm elde etmek için 32 °C sıcaklıkta 48 saate; *R. dominica*'da ise 96 saate ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. Sıcaklık 0.5 ve 5 °C olduğunda mutlak ölüm 6 gün veya daha uzun sürede elde edilmiştir (Philips *et al.* 1999). Benzer sonuçlar Muhareb *et al.*(2003) tarafından da bulunmuştur. Çalışmalarında *Plodia interpunctella*, *Amyelois transtella*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Trigoderma variabile*, *O. surinamensis*, *Lasioderma serricorne*, *Carpophilus hemipterus*'un yumurta, larva, pupa ve erginleri üzerinde fosfinin ve %98'lik karbondioksitin etkinliğini araştırmışlardır. Uygulamayı 24 saatlik uygulama sürelerinde ve 250, 500, 1000 ppm PH₃ konsantrasyonlarıyla başlamışlardır. Yaptıkları

çalışmalarda fumigasyonun uygulama süreleri veya sıcaklık arttırıldığında yüzde ölüm artmıştır. Örneğin 26.7 °C'de >7.000, >14,700 ve > 30.800'ün ct product (ppm saat)' larında ortalama %92, %95,5 ve %98 yumurta ölümü görölmüştür. Sıcaklık; 30 °C 32,5 °C ve 35 °C çıkartıldığında 24 saatlik uygulama süresinde ve >5700 ct product (ppm saat)'ında ortalama %93,8, %96,9 ve %99,7 yumurta ölümü sağlanmıştır.

Anonymous 2006b, benzer bulgu (10-20 °C), (20-30 °C) 1 gm⁻³, 5 gm⁻³ ve 10 gm⁻³ dozundaki fosfinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada belirlenmiştir. *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius*'un mutlak ölümü için gereken sürenin yüksek sıcaklıkta yapılan süreye göre daha uzun olduğu saptanmıştır. Örneğin; 1 gm⁻³ dozundaki fosfin 10-20 °C 'de *Tribolium castaneum*'a uygulandığında 5 günde, 20-30 °C'de ise 4 günde etkili olduğu görölmüştür. Buna karşın 1 gm³ dozunda fosfin aynı koşullar altında *Sitophilus oryzae* ve *Sitophilus granarius* 'a uygulandığında 10-20 °C'de 16 günde, 20-30 °C'de 12 günde etki görölmüştür. Yukarıda verilen literatür bulguları ile araştırmamızdaki bulgular arasında düşük sıcaklıklarda mutlak ölüm için daha uzun süreye ihtiyaç duyulması açısından benzerlik vardır.

Yaptığımız çalışmada; her iki sıcaklıkta da 0-24 saatlik yumurta evresinde belirlenen ölümlerden hesaplanan LT değerleri 24-48 saatlik yumurtalar ile kıyaslandığında daha yüksek bulunmuştur. Yani her iki sıcaklıkta da bir günlük yumurtalar 24-48 saatlik yumurtalardan fosfine daha dayanıklı olarak saptanmıştır. Benzer sonuçlar Hashem ve Reichmuth (1989)'un çalışmasında da görölmüştür. Araştırcılar *Rhizopertha dominica* ve *Prostephanus truncatus*'un farklı yaşlardaki yumurtaları üzerinde fosfinin etkisini araştırmışlardır. alışmalarında genç yumurtaların fosfine karşı yaşlı yumurtalardan daha dayanıklı olduğunu bildirmektedirler.

Çalışmamızda her iki sıcaklıkta da; kontrol grubundaki yumurtalar (yaş gruplarına göre) ile kıyaslama yaptığımızda, 50 ppm dozundaki fosfin konsantrasyonu ile muamele edilen yumurtalarda açılma süresinin uzadığı görölmüştür. Diğer bir ifade ile

yumurtaların kontrol grubundaki yumurtalardan daha geç açıldığı gözlenmiştir. Bu durum yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir. Rajendran *et al.* (2001)'un 27 °C ve %55 nemde yaptıkları çalışmada *Rhyzopertha dominica*'nın hassas ve dirençli ırkları üzerinde fosfinin yumurta evresi (0-24 saatlik) üzerine etkinliğini araştırmışlardır. Yaptıkları çalışmada hassas ırkın yumurtalarında 24-48 saatlik uygulamada yumurta açılımındaki gecikme özellikle ilk dört gün içerisinde görülmüştür. Ve bu süredeki yumurta açılımı kontrol grubundaki yumurtalar ile kıyaslandığında daha düşük bulunmuştur. Dirençli ırkın yumurtalarında yaptıkları çalışmada ise; 24 saatlik uygulamada yumurta açılımındaki gecikme 1. ve 2. günde gerçekleşirken, uygulama süresi 48 saate çıkarıldığında ise 2. ve 4. günlerde görülmüştür. 120 saatlik uygulama süresinde yumurta açılımındaki gecikme 2-4. günlerde görülmüş ve bu sürelerdeki açılma oranı kontroldekine oranla daha düşük olmuştur.

Benzer şekilde *Cryptolestes ferrugineus*, *Lasioderma serricorne* ve *Oryzaephilus surinamensis*'in 0-48 yaşlık yumurtaları üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise 24, 48 ve 120 saatlik fosfin uygulamalarının yumurta açılımındaki etkileri araştırılmıştır. Uygulamalar 27 (± 2) °C'de yapılmıştır. 2.0-7.0 mg litre⁻¹ dozundaki fosfin *Cryptolestes ferrugineus*'un 0-48 saatlik yumurtalarına uygulandığında ilk üç gün yumurta açılımında gecikmeye neden olmuş ve %5-80 oranında ölüm gözlenmiştir. 1.0-2.0 mg litre⁻¹ dozundaki fosfin 120 saat uygulandığında yumurta açılımı gecikmiş ve %44-84 ölüm gözlenmiştir. Her iki uygulama diğer kontroller ile karşılaştırıldığında, sonraki günlerde yumurta açılımında önemli bir artış görülmüştür (Rajendran *et al.* 2004).

Carpophilus hemipterus'un tüm biyolojik dönemleri üzerinde yaptığımız çalışmalarda 50 ppm fosfin konsantrasyonunda ve her iki sıcaklıkta da, fosfine en dayanıklı ırkın yumurta evresi olduğu saptanmıştır. Yumurta evresinin fosfine en dayanıklı evre olduğu yapılan diğer çalışmalarda da gözlenmiştir. Muhareb *et al.* (2003) çalışmalarında *Plodia interpunctella*, *Amyeloides transtella*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Trigoderma variabile*, *O. surinamensis*, *Lasioderma serricorne*, *Carpophilus hemipterus* türlerinde doğrudan %98'lik Karbondioksit ve %2'lik PH₃ karışımını

kullanmışlardır. Uygulamaya 24 saatte ve en yüksek PH₃ konsantrasyonlarıyla (250, 500, 1000 ppm) başlamışlardır. Yumurta evresi fosfin fumigasyonunda en dirençli dönem olmuştur.

Carpophilus hemipterus'un 12 günlük olgun larvaları ile 20 ve 25 °C'de yaptığımız çalışmalarda meydana gelen ölümlerin uygulama süresi ile birlikte artış gösterdiği görülmüştür. 20 °C'de yapılan 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda mutlak ölümün 16.00 saatlik uygulamada; 25 °C'de yapılan 50 ppm PH₃ konsantrasyonundaki mutlak ölümün ise 12.00 saatlik uygulama süresinde gerçekleştiği görülmüştür. Denemelerde elde edilen sonuçlardan hesaplanan LT₅₀ değeri 20 °C'de 6.224 saat; 25 °C'deki LT₅₀ değeri ise 5.906 saat olarak belirlenmiştir. Benzer bulgular El-Lakwah *et al.*(1991)'un yaptıkları çalışmada da görülmüştür. Araştırmacılar *Sitotroga cerealella*'nın üçüncü dönem larvaları ve pupaları üzerinde fosfinin etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmayı 28 °C'de yürütmüşlerdir. Larva evresi ile yaptıkları çalışmada LC₉₀ değeri 2, 4, 8, 24 satlik uygulamalarda sırasıyla 3740, 2255, 59.2 ve 14.5 mg/l olarak belirlenmiştir. Yukarıda verilen literatür bulguları ile araştırmamızdaki bulgular arasında larva evresi ile yapılan fosfin uygulamalarında, meydana gelen ölümlerin artan uygulama süresine bağlı olarak artması açısından uyumluluk vardır.

20 ve 25 °C'de pupa evresinde yapılan çalışmamızda 50 ppm konsantrasyonundaki fosfinin 0-24, 24-48 ve 48-72 saatlik pupalar üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. 20 ve 25 °C'nin her ikisinde de 0-24 saatlik pupalarda mutlak ölüm değerine 20 saatlik uygulama süresinde ulaşılmıştır. Bu süre 24-48 ve 48-72 saatlik pupalarda 16.00 saat olarak bulunmuştur. *Carpophilus hemipterus*'un 0-24 saatlik pupalarında değişik uygulama süreleri sonunda belirlenen ölüm oranları ile yapılan probit analizi sonucuna göre 20 ve 25 °C'deki LT₉₀ değerleri sırasıyla 18.468 ve 16.164 olarak hesaplanmıştır. 24-48 saatlik pupalarda hesaplanan LT₉₀ değeri 20 °C'de 18.365, 25 °C'de ise 13.890 olarak bulunmuştur. Bu değer 48-72 saatlik pupalarda, 20 ve 25 °C'de sırasıyla 14.007 ve 12.318 olarak belirlenmiştir. Böceklerdeki pupa ve yumurta evresindeki metabolizma hızı diğer evrelere oranla daha düşüktür (Pratt 2005). Bu durumda pupa ve yumurta

evresinin fosfine hassasiyet bakımından ergin ve larva evresine göre daha dayanıklı olduğu genel olarak beklenen bir durumdur.

Çalışmamızda LT₉₀ değerleri dikkate alındığında yumurta evresinin (0-24, 24-48 ve 48-72) fosfine dayanıklılık bakımından ilk sırada olduğu, bunu da sırasıyla pupa, larva ve ergin evrelerin izlediği saptanmıştır. Benzer sonuçlar bu tez çalışması dışında yapılan diğer çalışmalarda da belirlenmiştir. 24 saatlik uygulama süresinde *Oryzaephilus surinamensis*'in tüm biyolojik dönemlerinde değişik konsantrasyonlarındaki fosfinin (PH₃) etkinliği araştırılmıştır. 26.7 °C ortam sıcaklığında yapılan çalışmada en hassas evrenin larva (LC₉₅ değeri 0.017 mg/l) olduğu saptanmıştır. Bunu sırasıyla ergin (LC₉₅ değeri 0.018 mg/l), yumurta (LC₉₅ değeri 0.038 mg/l) ve pupa evresinin (LC₉₅ değeri 0.049 mg/l) izlediği belirlenmiştir Vincent ve Lindgren (1972). Yaptığımız çalışmada da en dayanıklı evre yumurta ve pupa evresi olarak bulunduğundan sonuçlarımız Vincent ve Lindgren (1972)'in değerleri ile benzerlik göstermiştir.

Benzer sonuçlar Price ve Mills (2004)'in (*Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae*) 13 ırkında yaptıkları çalışmalarda da görülmüştür. Bütün yaşam dönemleri içinde en dayanıklı evre pupa olarak bulunmuştur. *C. ferrugineus* ve *R. dominica*'nın kontrolü 15 °C'de 2gm-3 dozda sağlanırken, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*'da 15 °C ve 25 °C 'de 4 günde kontrol edilebilmişlerdir. Buna karşın *Sitophilus granarius* ve *Sitophilus oryzae*'nin pupalarını kontrol için, 15 °C 'de 10-12 gün gerekli görülmüştür. Her türün dirençli ırklarının olgunlaşmamış dönemleri hassas ırklarla karşılaştırıldıklarında daha yüksek tolerans göstermişlerdir. EL-Lakwah et al.(1991)'un yaptığı diğer bir çalışmada ise *Sitotroga cerealella*'nın larva ve pupa evreleri üzerine fosfinin etkilerini araştırmışlardır. 28 °C'de pupa evresi ile yaptıkları çalışmada 2, 4, 8 ve 24 uygulama sürelerinde LC₉₀ değeri sırasıyl 6187, 3066, 2797 ve 370 mg/l olarak belirlenirken; bu değer larva evresinde yine aynı şekilde 2, 4, 8, 24 saatlik uygulama sürelerinde sırasıyla 3740, 2255, 59.2 ve 14.5 mg/l olarak hesaplanmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada pupa evresinde 24 saatlik uygulama süresinde

%50 oranda ölüm 20.5 mg/l fosfin konsantrasyonunda elde edilirken, larva evresinde yapılan çalışmada 24 saatlik uygulama süresinde %50 oranda ölüm 10.2 mg/l fosfin konsantrasyonunda sağlanmıştır.

Benzer gözlemler *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae), *Rhyzopertha dominica*, (Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Curculionidae) ve *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae)'un bütün biyolojik dönemleri (yumurta, larva, pupa, ergin) üzerinde 200 ppm dozundaki fosfinin etkilerinin araştırıldığı çalışmada da saptanmıştır. Her üç türün yumurta ve pupa evresinde 32 °C sıcaklıkta, mutlak ölümün 48 saatte gerçekleştiği, buna karşın *R. dominica*'da %100 oranda ölüm elde etmek için 96 saate ihtiyaç duyulduğu saptanmıştır. Ortam sıcaklığı 18 °C olduğunda en dayanıklı tütün *R. dominica*'nın yumurta evresi olduğu ve 96 saatte %100 ölümün gerçekleşmediği görülmüştür. Diğer pupa ve yumurta evrelerinde 72 saatlik uygulamada 18 °C sıcaklıkta %100 oranda ölüm görülmüştür. Aynı koşullar altında *P. interpunctella*'nın yumurtalarında 18 °C sıcaklıkta 96 saatlik uygulamada %87.9; pupalarında ise %100 düzeyinde ölüm elde edilmiştir (Philips *et al.* 1999).

Ayrıca, El-Lakwah *et al.* (1991) *Sitotroga cerealella*'nın larvaları ve pupaları üzerinde fosfinin etkinliği konusunda yaptıkları çalışmada, pupa evresinin larva evresinden fosfine daha hassas olduğu bulgusu sonuçlarımızla uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

Carpophilus hemipterus'un bir haftalık erginleri ile 20 ve 25 °C'de yaptığımız 50 ppm konsantrasyonundaki fosfin uygulamasında meydana gelen ölümlerin uygulama süresi ile birlikte artış gösterdiği ve mutlak ölümün 20 C ve 25 °C'nin her ikisinde de 12.00 saatlik uygulama süresinde gerçekleştiği saptanmıştır. Elde edilen verilerden hesaplanan LT₅₀ değeri 20 °C'de 5.004 saat; 25 °C'deki LT₅₀ değeri ise 3. 698 olarak bulunmuştur.

Yaptığımız çalışmada en hassas dönemin ergin evre olduğu bunu da sırasıyla larva pupa ve yumurta evrelerinin izlediği belirlenmiştir. Yaptığımız literatür araştırmasında edindiğimiz kaynaklarda en hassas evrenin ergin evre olduğunu gösteren sonuçlar saptanmıştır. Bunlardan biri Deasmarchelier (1984)'ün *Sitophilus granarius*, *S. oryzae*, *Rhizopertha dominica*, *Trigoderma granarium*, *Tribolium confusum*, *T. castaneum*'un değişik dönemlerine PH₃ 'in farklı düzeylerdeki konsantrasyonlarında ölümlerini araştırdığı çalışmada belirlenmiştir. Bu türlerin değişik evrelerinde PH₃'ün değişik düzeylerdeki konsantrasyonlarında ergin evrenin diğer evrelere oranla daha hassas olduğunu bildirmektedir.

Yürüttüğümüz çalışmada ergin evrenin fosfine hassasiyet bakımından larvanın hassasiyeti ile birbirine yakın olduğu gözlenmiştir. Vincent ve Lindgren (1972)'nin. 24 saatlik uygulama süresinde *Oryzaephilus surinamensis*'in tüm biyolojik dönemlerinde değişik konsantrasyonlarındaki fosfinin (PH₃) etkinliği araştırdıkları bir çalışmada da benzer bulgular elde edilmiştir. 26.7 °C ortam sıcaklığında yapılan çalışmada en hassas evrenin larva (LC₉₅ değeri 0.017 mg/l) olduğu saptanmıştır. Bunu sırasıyla ergin (LC₉₅ değeri 0.018 mg/l), yumurta (LC₉₅ değeri 0.038 mg/l) ve pupa evresinin (LC₉₅ değeri 0.049 mg/l) izlediği belirlenmiştir.

Ülkemizde Ege Bölgesinde kurutulmuş incirin en önemli zararlıları *Carpophilus hemipterus* ve *Ephestia cautella*'dır (Emekçi and Ferizli 2005). Uslu (2005) tarafından yapılan bir araştırmada 200 ppm fosfinin 20 °C sıcaklıkta *E. cautella*'nın tüm biyolojik dönemlerinde 48 saatlik bir uygulama sonunda %100 ölüme neden olduğu belirlenmiştir. Burada sunulan çalışmada 20 ve 25 °C sıcaklıklarda 50 ppm fosfin dozunda aynı uygulama süresinde mutlak ölüm elde edilmiştir. Her iki çalışma sonucu birlikte değerlendirildiğinde, kuru incir fümigasyonu için 48 saatlik bir uygulamanın yeterli olabileceği değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Ancak; olası direnç sorunlarına engel olmak bakımından en az 3 gün süreli uygulamalarda ısrarcı olmak gerektiği değerlendirilmektedir.

Fosfin ile yapılan fumigasyon uygulamasında konsantrasyon-süre ilişkisi büyük önem taşımaktadır. Belli bir düzeydeki konsantrasyonun belirli sürelerde ortamda tutulması uygulamanın başarısı açısından son derece önemlidir. Ayrıca fosfin ile fumigasyonda uygulama süresinin konsantrasyondan daha önemli olduğu; çok yüksek konsantrasyonlarda zararlının ölmediği, koruyucu narkoza girdiği bilinmektedir. Yapılan araştırmalar yüksek dozlarda kısa süreli fümigasyon yerine, düşük dozlarda uzun süreli fümigasyon uygulamalarının daha etkili sonuçlar verdiğini göstermiştir. Ayrıca yüksek konsantrasyonların zararlıda direnç gelişimine neden olduğu bilinen bir gerçektir. Bu nedenle son dönemlerde fosfin uygulamalarında genellikle düşük fosfin konsantrasyonu ve uzun uygulama süreleri tercih edilmektedir.

Yaptığımız çalışmada *Carpophilus hemipterus*'un tüm dönemlerinde; 50 ppm gibi düşük fosfin konsantrasyonunun, 20 ve 25 °C'de en dayanıklı evre olarak kabul edilen yumurta evresinde dahi 48 saatte mutlak ölüme neden olduğu belirlenmiştir. 20 °C'de larva, pupa, ergin evrelerde mutlak ölüm için gereken süre sırasıyla 16, 20, 12 saat iken bu süre 25 °C'de 12, 20, 12. olarak belirlenmiştir. Yapılacak uygulamada fumigasyonun zararlının tüm dönemlerinde etkili olması gerektiğinden, çalışmamız sonucu mutlak ölüm için 48 saatlik uygulama süresinin gerekli olduğu saptanmıştır.

Uygulamada kullanılan fosfin konsantrasyonu kolayca ulaşılabilecek bir değer olup, sıcaklık ve nem seçiminde kuru incir işleme sezonunda en düşük olabilecek sıcaklıklar temel alınmıştır.

Fümigasyonun başarılı olabilmesi için her bir zararlı tür ve evrenin değişik fosfin konsantrasyonlarında ve değişik sıcaklıklardaki mutlak ölüm için gereken sürenin belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle benzer çalışmaların depoda zarar yapan diğer türler içinde yapılarak mutlak ölümlerin belirlenmesi daha sonradan bir sorunla karşılaşılmaması açısından çok önemlidir. Bu açıdan yapılacak uygulamalar açısından

ölüm için gereken süre ile ilgili çalışmaların yaygınlaştırılması uygulamanın başarısı açısından son derece önemlidir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, S., Khan, M.A., and Sahmad, N. 2002. Determination of Susceptibility Level of Phosphine in Various Strains of Dhora (*Callosobruchus maculatus* F.). International Journal of Agriculture&Biology. 1560-8530:3,329-331.
- Anonymous. 1968. "Bayer" Planzenschutz Compendium. 1. Farbenfabriken Bayer. Aktiengesellschaft. Leverkusen (Germany).
- Anonymous. 1975. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pest of pesticides. 16: Tentative method for adults of some stored cereals, with methyl bromide and phosphine. FAO Plant Protection Bulletin 23, 12-25.
- Anonymous. 2006b. Phosphine resistance in China-Australia's future?, archives.eppo.org/EPPOStandards/ PM3_PROCEDURES/pm3-18-e.doc. Erişim Tarihi: 09.07.2006.
- Anonymous. 2006c. Phosphine fumigation of stored products to control stored-product insect pests in general, www.grdc.com.au/growers/gc/gc46/ph_china.htm. Erişim Tarihi: 26.06.2006.
- Anonymous. 2006a. Research and development issues in grain postharvest problems in Asia, <http://www.fao.org/wairdocs/X5002E/X5002e00.HTM>. Erişim Tarihi: 26.07.2006.
- Anonymous. 2006. *Carpophilus hemipterus* yumurtası, Urban entomology, www.entomology.ucr.edu.tr, Erişim Tarihi: 06.07.2006.
- Banks, H.J., Wright, E.J. and Damcevski, 1998. Proceedings of the Australian Postharvest Technical Conference, s. 295-297, Canberra.
- 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. 2004. Resistance to grain protectants and fumigations in insect pests of stored products in Australia. Journal of Applied Entomology. 128: 332.
- Collins, P.J., Darglish, G.J., Pavić, 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(225) 373-385.
- Darglish, G.J., Collins, P.J., Pavić, H. and Kopittke, R. 2002. Effects on time and concentration on mortality of phosphine-resistant *Sitophilus oryzae* (L) fumigated with phosphine. Pest Management Science 10:1015-1021.
- Darglish, G.J., Kopittke, R.A., Cameron, M.C and Pavić, H. 2003. Predicting mortality of phosphine-resistant adults of *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera: Curculionidae) in relation to changing phosphine concentration. Pest management Science.60(7) S 655-659.
- Deasmarchelier, 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 57 pp.

- Donahaye, E.J. and Navarro, S. 1989. Sensitivity of two dried fruit pests to methyl bromide alone, and in combination with carbon dioxide or under reduced pressure. *Trop. Sci.*, 29; 9-14.
- El-Lakwah, F., Meuser, F., Abdel Gawad, A., Wohlgemuth, R. and Darwish, A. 1991. Efficiency of phosphine alone and in mixture with carbon dioxide against Angoumois Grain Moth *Sitotroga cerealella* (Olivier);(Gelechiidae;Lepidoptera) *J. Of Plant Diseases and Protection*. 98 (1) 92-102.
- Emekci, M. and Ferizli, A.G. 2000. Current status of stored products protection in Turkey. *Integrated Protection of Stored Products IOBC Bulletin Vol.23 (10)*: 39-46.
- Emekçi, M. and Ferizli, A.G. 2005. Depolanmış ürün zararlıları ders notları (basılmamış).
- Ferizli, A.G., Emekci, M., Tütüncü, S. and Navarro, S. 2003. Phosphine as an alternative to MBr in the fig sector in Turkey. 2003 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reduction, San Diego, California, pp. 88 (1-2).
- Hasan, M. M. and Reichmuth, C. 2004. Relative toxicity of phosphine against the bean bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col., Bruchidae).128(5) S. 332-336.
- Hashem, M.Y. and Reichmuth, C. 1989. The efficiency of phosphine against eggs of Lesser Grain Borer *Rhyzopertha dominica* (Fab.) and Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus* (Hom.) (Coleoptera:Bostrichidae). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* 41 (101) S. 159-163.
- Jandel Scientific. 1996. TableCurve 2D, version 5.01 for windows 95. Jandel Scientific, San Rafael, CA.
- LeOra Software. 1994. POLO-PC: a user's guide to probit or logit analysis. LeOra Software, 28 p., Berkeley, CA.
- Muhareb, J., Lessh, J., Hartsell, P. Hurley, J.M.and Arnest, M. 2004. Confirmation of Phosphine Schedules and Survival of Three Moth Species on Almonds.USD AES, Horticultural Crops Research Laboratory, Parlier, CA.
- Muhareb, J.S., Hartsell, P.L., Arnest, M.L., Hurley, J.M. and Deksin, R. 2003. Efficacy of a mixture of phosphine/carbon dioxide on stored Product insects. Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, San Diego, California.
- Nayak, M.K., Collins, P.J., Pavic,H. and Cao, Y. 2003. Developments in phosphine resistance in China and possible implications for Australia (pp.156-159). In: Wright, E. J., Webb, M. C. & Highley, E. (eds). *Stored grain in Australia 2003. Proceedings of the Australian Postharvest Technical Conference, Canberra, 26-27 June 2003*. CSIRO Stored Grain Research Laboratory, Canberra.
- Phillips, T.W., Bonjour, E.L., Payne, K., Noyes, R.T., Cuperus, G.W., Schmidt, C. and Muller, 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 Zuzun, 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 PublishiHouse of Science and Technology, Chengdu, Sichuan, People's Republic of China.
- Pratt, J. S. 2005. Insect toxicology of phosphine. Doctral Thesis. 273p.

- Price, L.A. and Wills, K.A. 2004. The toxicity of phosphine to the immature stages of resistance and susceptible strains of some common stored product beetles and implications for their control. *J. Stored Prod. Res.* 24(1), 51-59.
- Rajendran, S., Anjum, K.R. and Anjum, S.S. 2001. The action of phosphine against the eggs of phosphine-resistant and susceptible strains of *Rhizopertha 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.
- Rajendran, S. and Gunasekaran, N. 2002. The response of phosphine-resistant lesser grain borer *Rhizopertha dominica* and rice weevil *Sitophilus oryzae* in mixed age cultures to varying concentration of phosphine. *Pest Management Science* 3: 227-281(5).
- Ren, Y.L., O'Brein, I.G.O. and 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.
- Solomon, M. D. 1951. Control of humidity with potassium hydroxide, sulphuric acid or other solutions. *Bull. Ent. Res.*, 42, 543-554.
- Toros, S., Maden, S. and Sözeri, S. 2001. *Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları*, 4. Baskı,417s., Ankara.
- Uslu, S. 2005. İncir kurdu *Ephesia 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 formate fumigation of insects infesting dates and fruits. *J. Econ. Entomol.*, 65-6: 1667-1669.
- Wallbank, B., Farrell, J. and Treweek, P. 1998. Phosphine resistance in grain insects in NWS- interim 1998 survey results.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sıray ALPAY
Doğum Yeri : Tekirdağ/Çorlu
Doğum Tarihi : 24/10/1981
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)
Lise : İstanbul Beşiktaş Lisesi (1997-1999)
Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki
Koruma Bölümü (2001-2004)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki
Koruma Anabilim Dalı (2004-2006)
Yayımları (SCI ve Diğer) : Alpay, S. 2005. Depolanmış Ürün Zararlılarının
Belirlenmesi Ve Saptanmasındaki Yöntemler
(basılmamış). Ankara Üniversitesi, 42 s., Ankara.