

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

***Callosobruchus chinensis* (L.)'e (Bruchidae: Coleoptera) FOSFİN**

GAZİNIN VAKUM ALTINDAKİ ETKİSİ

Emine KARAKUŞ

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

**ANKARA
2012**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Callosobruchus chinensis (L.)'e (Bruchidae: Coleoptera) FOSFİN GAZININ
VAKUM ALTINDAKİ ETKİSİ

Emine KARAKUŞ

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

Bu çalışmada *Callosobruchus chinensis*' in değişik yaşlı tüm yaşam dönemleri 24 saat süresince değişik sıcaklıklarda fosfin ve fosfin + vakuma maruz bırakılmış ve ölüm oranları elde edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına bakıldığında 15°C sıcaklıkta 1000 ppm uygulamasında 72-96 saatlik yumurtalarda; 1000 ppm + 50, 100 mmHg vakum altında 48-72 saatlik ve 72-96 saatlik yumurtalarda; 1500 ppm + 50, 100mmHg vakumda 48-72 saatlik ve 72-96 saatlik yumurtalarda mutlak ölüm görülmüştür. 20°C sıcaklıkta 1000 ppm ve 50 mmHg vakum uygulamasında 72-96 saatlik yumurtalarda ve 1500 ppm ve 50, 100 mmHg vakum uygulamasında 0-24 ve 72-96 saatlik yumurtalarda % 100 ölüm görülmüştür. 25°C sıcaklıkta 1000 ppm ve 50, 100 mmHg vakum altında 72-96 saatlik yumurtalarda; 1500 ppm fosfin uygulamasında 72-96 saatlik yumurtalar 1500 ppm + 50, 100 mmHg vakumda 0-24 saatlik ve 72-96 saatlik yumurtalarda % 100 ölüm görülmüştür. Tüm uygulamalarda larva evresinde 15°C ve 25°C sıcaklıklarda; pupa evresinde 25°C sıcaklıkta; ergin evresinde ise tüm sıcaklıklarda mutlak ölüme ulaşılmıştır.

Haziran 2012, 46 sayfa

Anahtar Kelimeler : Nohut, *Callosobruchus chinensis*, Fosfin, Vakum, Ölüm oranı

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECTIVENESS OF PHOSPHINE UNDER VACUUM AGAINST *Callosobruchus chinensis* (L.) (Bruchidae: Coleoptera)

Emine KARAKUŞ

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

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ

In this research, all life stages of different ages of *Callosobruchus chinensis* were exposed to different phosphine and phosphine + vacuum levels for 24 h at different temperatures to get mortality rates. At 15°C, complete mortality of eggs was observed in 72-96 h old eggs at 1000 ppm phosphine; observed in 48-72 and 72-96 at 1000 ppm phosphine-50 and 100 mmHg. At the same temperature complete mortality of 48-72 and 72-96 h old eggs was observed in 1500 ppm-50 and 100 mmHg applications. At 20°C 1000 ppm phosphine-50 mmHg application resulted in complete mortality on 72-96 h old eggs. Complete mortality was also observed at 1500 ppm-50 and 100 mmHg applications on 0-24 and 72-96 h old eggs. At 25°C, complete mortality were obtained at 1000 ppm phosphine – 50 and 100 mmHg vacuum on 72-96 h old eggs; same results were also obtained at 1500 ppm phosphine on 72-96 h old eggs; at 1500 ppm phosphine + 50 and 100 mmHg vacuum on 0-24 and 72-96 h old eggs.

For the larvae at 15 and 25°C complete mortality were observed in all applications. Total mortality for pupae were obtained at 25°C in all applications. Adult stage is the most susceptible stage and complete mortality were obtained at all temperatures and all applications.

June 2012, 46 pages

Key Words: Chickpea, *Callosobruchus chinensis*, Phosphine, Vacuum, Mortality

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Depolanmış ürün zararlılarıyla savaşmada en yaygın kullanılan yöntem fümigasyondur. Uygulama süresinin kısalığı, kalıcı insektisitlerle kıyaslandığında kalıntı sorununun tolere edilebilir düzeyde olması, etkiliğinin yüksekliği ve gaz dağılımının kolaylığı nedeniyle uygulamada önemli bir yeri vardır. Günümüzde başlıca kullanılan iki fümigant fosfin ve metil bromit'tir. Metil Bromit, organik bromür bileşiklerinin en küçük molekülüdür. Bromürün ozon tabakasını inceltici etkisi olduğundan (karantina ve yükleme öncesi uygulamalar hariç) kullanımdan 2004 yılında kaldırılmış bir fümiganttır. Diğer bir fümigant olan fosfin gazının ise uygulama süresinin uzun olduğu görülmüştür. Bu fümigant ile kısa süreli fümigasyonlarda yeterli ölümcül etkinlik görülmemekle birlikte direnç gelişim riskini de ortaya koymaktadır. Bunun sonucu olarak alternatif yöntemlerden biri olan fiziksel savaşım yöntemleri arasında yer alan vakumdan yararlanma olanakları üzerinde durulmuştur.

A.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen 11B4347005 nolu "Depolanmış Baklagil Zararlılarıyla Savaşmada Alternatif Bir Yöntem Olarak Silindirik Fosfin Gazının (ECO₂FUME) Vakum Altında Kullanım Olanakları Üzerinde Araştırmalar" başlıklı araştırma projesinin bir bölümünü teşkil eden bu konuyu bana tez çalışması olarak veren danışman hocam Prof. Dr. Ahmet Güray FERİZLİ'ye (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü) teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarında katkısını esirgemeyen Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ'ye (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü); Depolanmış ürün zararlıları laboratuvarındaki çalışma arkadaşım Ziraat Mühendisi Tuğba AKDENİZ'e ve İstatistik analizler konusunda bize yardımcı olan Ziraat Yük. Müh. Sinan AYDOĞAN'a (Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı TAGEM, Tohum Gen Bankası) teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca aldığım kararlara her zaman saygı duyan ve hayatımı yönlendirmemde maddi, manevi her an bana destek olan aileme çok teşekkür ederim...

Emine KARAKUŞ
Ankara, Haziran 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1 Materyal.....	14
3.1.1 Çalışmada kullanılan tür.....	14
3.2 Yöntem.....	15
3.2.1 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yetiştirilmesi.....	15
3.2.2 Biyolojik evreler.....	16
3.2.2.1 Yumurta.....	16
3.2.2.2 Larva.....	17
3.2.2.3 Pupa.....	18
3.2.2.4 Ergin.....	19
3.2.3 Deneme düzeneği.....	19
3.2.3.1 Fosfin düzeneği.....	19
3.2.3.2 Vakum düzeneği.....	20
3.2.4 Biyolojik evre denemeleri.....	22
3.2.4.1 Yumurta.....	22
3.2.4.2 Larva.....	22
3.2.4.3 Pupa.....	23
3.2.4.4 Ergin.....	24
3.2.5 İstatistiksel analiz.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	26
4.1 Yumurta.....	30
4.2 Larva.....	35
4.3 Pupa.....	36
4.4 Ergin.....	37

5. TARTIŞMA ve SONUÇ	38
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ.....	46

SİMGELER DİZİNİ

İC	Celcius
MB	Metil Bromit
mm	Milimetre
mmHg	Milimetre civa
PH ₃	Fosfin
ppm	Milyonda bir kısım
SF	Sülfüril Florit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 <i>Callosobruchus chinensis</i> (L.) ergini.....	14
Şekil 3.2 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yetiştirilmesinde kullanılan kavanozları.....	16
Şekil 3.3 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in nohut üzerindeki yumurtaları.....	17
Şekil 3.4 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in larvası.....	18
Şekil 3.5 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in pupası.....	19
Şekil 3.6 Vakum deneme düzeneği.....	21
Şekil 4.1 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yumurtalarında 15 °C'de 1000 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)......	31
Şekil 4.2 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yumurtalarında 15 °C'de 1500 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)......	32
Şekil 4.3 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yumurtalarında 20 °C'de 1000 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)......	32
Şekil 4.4 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yumurtalarında 20 °C'de 1500 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)......	33
Şekil 4.5 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yumurtalarında 25 °C'de 1000 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)......	34
Şekil 4.6 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in yumurtalarında 25 °C'de 1500 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)......	34
Şekil 4.7 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in larvalarında 15, 20, 25 °C'de farklı doz ve vakum altında ölüm oranları (%)......	35
Şekil 4.8 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in pupalarında 15, 20, 25 °C'de farklı doz ve vakum altında ölüm oranları (%)......	36
Şekil 4.9 <i>Callosobruchus chinensis</i> ' in erginlerinde 15, 20, 25 °C'de farklı doz ve vakum altında ölüm oranları (%)......	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Varyans analiz tablosu	26
Çizelge 4.2 Sıcaklık-doğ interaksiyonuna ilişkin Asgari Önemli Farklılık testi.....	27
Çizelge 4.3 Evre-doğ interaksiyonuna ilişkin Asgari Önemli Farklılık testi	28
Çizelge 4.4 Sıcaklık-evre interaksiyonuna ilişkin Asgari Önemli Farklılık testi.....	29

1. GİRİŞ

Dünyadaki nüfus oranı artışıyla yeterli ve dengeli beslenilebilecek kaynakların artışının aynı oranda olmaması beslenme açığını oluşturmaktadır. Diğer taraftan, kullanılabilir tarım alanları nüfus artışına paralel olarak artmamakta, aksine her geçen gün tarım yapılabilen alanlar daralmaktadır. Bu nedenle, 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.

Tarımsal üretimimizin önemli bir kısmını tahıl ve baklagiller oluşturmaktadır. Yemelik baklagiller, beslenmede bitkisel proteinin ana kaynağını oluşturmaktadır. Yemelik baklagillerin %20-30 oranda protein içermeleri ve tahıllardan üç katı oranda protein içermeleri beslenmede önemli yeri olduğunu göstermektedir (Doharey vd. 1983). Türkiye’de, tahıl ve yemelik tane baklagiller gerek ekim alanı gerekse üretim açısından tarımsal üretimin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Adak vd. 2010). Bu nedenle, hasattan sonra bunların ve mamul maddelerinin tüketilinceye kadar en az düzeyde kayıplarla korunması ve depolanması gerekmektedir. Depolama; bir ürünün özelliklerindeki ve kalitesindeki değişiklikleri en aza indirerek ürünü belli bir süre korumak demektir. Depolamada amaç, başlangıçtaki kalitenin mümkün olduğunca korunması ve kalite üzerinde olumsuz etkide bulunan değişimlerin en aza indirgenmesi için depolama koşullarının kontrol edilmesidir. 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. Baklagillerin hasadından tüketilinceye kadar geçen süreçte en sık karşılaşılan zararlıların tohum böcekleri (Bruchidae; Col.) olduğu; zararın bazı koşullarda %100 orana ulaşabileceği bildirilmektedir (Sherma 1889).

Depolanmış ürünlerde görülen zararlılar bulaştıkları üründe beslenerek doğrudan ve dolaylı şekilde zarar verebilmektedir. Bulaşmış oldukları üründe beslenmeleri sonucu, üründe ağırlık kayıplarına, tohumluk özelliğinin düşmesine, kalite ve besin değerlerinde olumsuz değişimlere yol açarak ticari değerinin düşmesine neden olmaktadır (Boxall 2001). Bu yüzden tarımsal ürünün ve gıdanın depolanmış ürün zararlılarından korunması üretici, işletme ve ihracatçılar için yaşamsal öneme sahiptir.

Ülkemizde depolarda ve işletmelerde ürünlerin zararlılardan korunmasında en yaygın yöntem pestisit kullanımınıdır. Depolanmış ürün zararlıları ile mücadele amacı ile dünyada ve ülkemizde yaygın olarak insektisitler kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan insektisitlerin zararlıları kısa sürede öldürmesinin yanı sıra çevreye ve insan sağlığına zarar verebilmektedir. Bu dezavantajdan dolayı, kimyasal olmayan savaşım yöntemlerine değiştirilmiş atmosfer uygulamaları, havalandırma, biyoteknik yöntemler gibi alternatif olabilecek yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Depolarda kimyasal savaşım yöntemlerinden fumigasyona sıklıkla başvurulmaktadır. Fumigasyon, depolanmış ürün zararlıları ile savaşımında hızlı, düşük maliyetli ve etkili çözümler sağlayan bir teknolojidir. Fumigasyonda genel kural hangi fumigant kullanılırsa kullanılsın gaz konsantrasyonunun uygulama süresince sık aralıklarla ölçülmesi ve kaydedilen gaz konsantrasyonlarına göre uygulamanın yönlendirilmesidir. Günümüzde başlıca iki fumigant kullanılmaktadır. Bunlar fosfin ve metil bromit'tir. Metil Bromit, organik bromür bileşiklerinin en küçük molekülüdür. Bromürün ozon molekülünü oksijene indirgeme özelliğinden dolayı ozon tabakasını inceltici etkisi söz konusu olduğundan metil bromit'in kullanımının sona ermesi çalışmaları tüm dünyada sürdürülmektedir. Montreal Protokolü uyarınca 2004 yılında ülkemizde depolarda kullanımı yasaklanmıştır. Dünyada yaygın kullanım alanı bulan diğer fumigant ise fosfin gazıdır. Fosfin gazının nüfuz kabiliyetinin yüksek olması, ürünlerdeki kalıntı sorununun çok düşük düzeyde bulunması ve imalat aşamasında yapılan ilavelerle gaz çıkışının geciktirilmesi gibi olumlu özelliklerinden ötürü çok geniş uygulama alanı bulan bir fumiganttır. Yapılan çalışmalar bu fumigantın etkinliğinde ana faktörün uygulama süresinin uzunluğu olduğunu göstermiştir. Uygulama süresinin uzun olmasına rağmen bu fumigant ile kısa süreli fumigasyonlarda yeterli ölümcül etkinlik

görülmemekle birlikte direnç gelişim riskini de ortaya koymaktadır. Bu nedenle kimyasal olmayan savaşım yöntemlerine alternatif olabilecek yöntemler üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Alternatif yöntemlerden fiziksel savaşım yöntemleri bu konuda önemli bir yere sahiptir.

Fiziksel savaşım yöntemleri içinde yer alan vakum, hermetik teknolojisi ile düşük basınç altında tutularak ürünler böcek istilasından korunur. Bu yöntemde etkinlik yüksektir ve uygulandığında kalıntı sorunu oluşmamaktadır. Vakum sistemlerinin maliyeti de çok yüksek değildir.

Bu çalışmanın amacı, depolanmış baklagillerde önemli düzeyde tahribata neden olan zararlılara karşı dünyada ve ülkemizde yaygın olarak kullanılan fosfin gazının kuru bakliyat zararlılarından *Callosobruchus chinensis*'e vakum altındaki etkinliği belirlenerek; tane baklagil sektörüne yeni bir uygulama yöntemi kazandırmaktır. Uygulamada tane baklagil fümigasyonunda en önemli konu uygulama süresinin olabildiğince kısa olmasıdır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Fosfinin vakum altında *Callosobruchus chinensis*'e etkinliği konusunda literatürde herhangi bir araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle vakumun etkinliği diğer depo zararlılarını da içerecek şekilde genişletilerek, tarihsel akış içinde aşığıda verilmiştir.

Günümüzde depolanmış ürün zararlılarıyla savaşımında en yaygın olarak Fosfin (PH₃), Sülfüril Florit (SF) ve Metil Bromit (MB) gazları kullanılmaktadır. Bunlardan Metil Bromit' in ozon tabakasını inceltici etkisi söz konusu olduğundan Montreal Protokolü uyarınca 2004 yılında ülkemizde depolarda kullanımı yasaklanmıştır. Sülfüril Florit ise sera gazı potansiyelinin yüksek oluşu (Andersen, 2009; <http://www.agu.org/journals/ABS/2009/2008JD011162.shtml>) ve doğada içme sularında flor birikimi riski (<http://www.epa.gov/pesticides/sulfuryl-fluoride/evaluations.html>) açılardan sorgulanmaktadır. Bu yüzden fosfin günümüzde kuru bakliyat zararlılarına karşı en güvenli fümigant olma özelliğini sürdürmektedir.

Back ve Cotton (1925), zararlılarla savaşımında düşük basıncın kullanımını ilk araştıran yazarlardır. Araştırmalarında 19 farklı tür üzerinde, değişik vakum düzeylerinin(15.55-21.11°C sıcaklıkta) ölümcül etkilerini çalışmışlardır. Bu 19 tür içerisinde *Oryzaephilus surinamensis* (Cucujiidae: Coleoptera;)' de bulunmaktadır. *O. surinamensis* erginlerinde 23.4 – 99.6 mmHg vakumun (normal atmosferik basınç 744.3-754.4 mmHg) 24 saatlik uygulama sonucunda mutlak ölüm meydana gelirken diğer böcek türlerinde 4 günlük uygulama süresi sonucunda %100 oranda ölüme neden olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, *Oryzaephilus surinamensis* erginlerinin sabit olarak 23.4 mmHg vakumda (normal basınç 744.2 mmHg) 7 saatlik uygulama süresi sonunda %100 oranda öldüğünü; fakat *Tineola biselliella* (Lepidoptera:Tineidae) yumurtalarında ise %10 oranda ölüm gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Beton bir hücrede çalışılan araştırmanın diğer kısmında 48.8 – 150.4 mmHg vakumda (normal basınç 744.3-754.4 mmHg) *Oryzaephilus surinamensis* erginlerinde 3, 4, 5, 6 ve 7 günlük uygulama sonucunda ölüm oranlarının sırasıyla %50, %65, %75, %90 ve %100 oranda gerçekleştiği bildirilmektedir. Yazarlar genel olarak vakum uygulamalarına karşı larva evresinin ergin ve pupa evrelerine göre daha dayanıklı olduğunu bildirmektedirler.

Calderon vd. (1966), depolanmış ürün zararlısı 6 türün larva ve ergin ölümlerine vakumun etkisini (10-20 mmHg vakum); $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ ve $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıklarda, 1-5 gün ve 1-7 saatlik sürelerle vakum altında tutarak incelemiştir. Araştırmacılar *Ephestia cautella* (Lepidoptera:Pyralidae) (Walker)'nin erginlerinin düşük basınca hassasiyetini en hassas olarak belirlemiştir. Düşük basınca olan hassasiyetin azalan sırasına göre *Oryzaephilus surinamensis* (L.)'nin erginleri, *Tribolium castaneum* (Tenebrionidae: Coleoptera) (Hbst.)'un erginleri, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae)'un erginleri, *Tribolium castaneum* (Hbst.)'un larvaları, *Trogoderma granarium* (Dermestidae: Coleoptera) Everts' un larvaları ve *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) (L.)'nin erginleri olduğu bildirilmektedir. *Callosobruchus maculatus* (F.) larvaları ve *Sitophilus oryzae* (L.) larvaları özellikle tane içerisinde gelişimini sürdürdüğü için vakuma oldukça dirençli olduğu tespit edilirken, çalışılan diğer türlerin tümünün larva ve ergin evrelerinde mutlak ölüm için gereken süre 120 saat olarak saptanmıştır. Çalışılan ergin evre içerisinde *Sitophilus oryzae* erginlerinin diğer türlere oranla daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Çalışmada sıcaklık artışının ölüm için gereken süreyi kısalttığı belirlenmiştir.

Thornton ve Sullivan (1967), $25-27^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta 0.05-0.03 mmHg' lik yüksek vakumda *Tribolium confusum* (Tenebrionidae: Coleoptera)' un erginlerinin 2, 4, 8, 16, 32 ve 64 dakikalık uygulamada ölüm oranının sırasıyla %0, %1, %0, %11, %47 ve %88 olduğunu belirlemiştir. Bu uygulama sürelerinde zararlıdaki ağırlık kaybının ise sırasıyla %4, %6, %7, %9, %16 ve %27 olduğunu bildirmektedirler.

Navarro ve Calderon (1972), *Ephestia cautella* (Wlk.) erginlerinde 100, 200, 300 ve 400 mmHg vakumun etkilerini $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta ve 70 ± 5 orantılı nemde araştırmışlardır. Ergin ömrünün vakum düşüğe kısaltıldığını, böylece bırakılan yumurta miktarının da azaldığı bildirilmektedir. Ergin evrede 100 mmHg vakumda %100 ölümün 14 saatte, 200 mmHg vakum ve 300 mmHg vakumda mutlak ölümün 96 saatte gerçekleştiği ve 400 mmHg vakumda mutlak ölümün 120 saatte gerçekleştiğini belirlemiştir.

Vincent ve Lindgren (1972), 24 saatlik uygulama süresinde *Oryzaephilus surinamensis*'in yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerine değişik konsantrasyonlarındaki fosfinin (PH₃) etkinliğini araştırmışlardır. 26.7 °C Ortam sıcaklığında yapılan çalışmada en hassas evrenin larva (LC₉₅ değeri 0.017 mg/l) evresi, en dayanıklı evrenin pupa evresi (LC₉₅ değeri 0.049 mg/l) olduğu saptanmıştır. Ergin evresinin LC₉₅ değeri 0.018 mg/l, yumurta evresinin ise LC₉₅ değeri 0.038 mg/l olarak belirlenmiştir.

Bell (1976), *Ephestia elutella* (Lepidoptera:Pyralidae) (Hübner), *E. kuehniella* (Lepidoptera:Pyralidae) (Zeller), *E. cautella* (Walker) ve *Plodia interpunctella* (Lepidoptera:Pyralidae) (Hübner)' nın farklı evreleri üzerine 25°C sıcaklıkta 0,2 mg/l PH₃ konsantrasyonunda (144 ppm) farklı uygulama sürelerinin PH₃'e olan hassasiyetlerini araştırmıştır. Araştırmada 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 belirlenmiştir. 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 belirlenmiştir. Genç yumurtaların yaşlı olanlarına kıyasla daha dayanıklı olduğunu belirlenmiştir. Çalışmada uygulama süresi 72 saate çıkarıldığında ise tüm türler ve yaş grupları için ölüm oranlarının %100 olduğu bildirilmektedir. Dört türün larva ve pupa evresi ile yapılan çalışmada 48 saatlik uygulama süresinde %100 oranda ölüm için gereken ct (konsantrasyon–süre çarpımı) değerini *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 belirlenmiştir.

Deasmarchelier (1984), 19°C sıcaklık ve %70 orantılı nem koşullarında *Sitophilus oryzae* (L.), *S. granarius* (L.), *Rhizopertha dominica* (Bostrychidae: Coleoptera) (Fab.), *Trogoderma granarium* Everst, *Tribolium confusum* (Duv.) ve *T. castaneum* (Herbst)' un yumurta, larva ve ergin evrelerine PH₃' in 50 ve 200 ppm PH₃ konsantrasyonlarında ölümleri araştırmıştır. Araştırıcı, 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda *T. confusum* erginleri için LT₉₉ değerini 29,0 saat; 200 ppm PH₃ konsantrasyonunda *R. dominica* erginleri için LT₉₉ değerini 12,2 saat olarak belirlenirken; 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda *T. confusum*' un larva evresi ile yapılan çalışmalarda LT₉₉ değerini 18,7 saat; *T. castaneum*

larvaları ile yapılan çalışmalarda ise LT₉₉ değeri 9,6 saat olarak belirlenmiştir. *S. oryzae*' nin 0-3 günlük yumurtaları ile yapılan çalışmalarda ise 200 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değeri 123 saat; *R. dominica*' nin 1-3 günlük yumurtaları ile yapılan çalışmalarda 50 ppm PH₃ konsantrasyonunda LT₉₉ değeri 40,7 saat olarak belirlenmiştir.

Cline ve Highland (1987), *Ephestia cautella* (Walker) (0-1 günlük ergin ve 12 günlük larva), *Lasioderma serricorne* (Anobiidae: Coleoptera) F. (0-1 haftalık ergin ve 1-2 haftalık larva), *Tribolium castaneum* (Herbst) (0-1 haftalık ergin ve 1-2 haftalık larva) ve *Trogoderma variabile* (Dermestidae: Coleoptera) (Ballion) (karışık yaşlı ergin ve larva)'ı 533, 379 ve 48.8 mmHg vakum düzeylerinde ambalajlanmış çeşitli tüketime hazır gıdalara ilave ederek yaptıkları çalışmada 1, 3, 6, 9 ve 12 hafta sonra meydana gelen ölümleri belirlemişlerdir. Yazarlar *Ephestia cautella*' nin yukarıda belirlenen değişik vakum düzeylerinin uygulama süreleri sonunda her iki evrenin de canlı olmadığını; *Tribolium castaneum*'da 533 mmHg vakumda erginlerin 1 haftalık uygulamada, larvanın ise 1 ve 3 haftalık uygulamada canlı kalırken, 379 ve 48,8 mmHg vakumda her iki evrenin de canlı olmadığını; *Trogoderma variabile*'de 48,8 mmHg vakumda her iki evrenin de canlı olmadığını, fakat 379 mmHg vakumda ergin ve larvanın bir haftalık uygulamada canlı kaldığını, 533 mmHg vakumda ise her iki evreninde tüm uygulama sürelerinde canlı kaldığını; *Lasioderma serricorne*'de ise her iki evrenin 48.4 mmHg vakumda mutlak ölüm belirlendiğini, 533, 379 mmHg vakumda ise ergin evrenin ilk bir hafta canlı kalabildiğini, larvanın ise 379 mmHg vakumda 1, 3 ve 6 hafta canlı kaldığını; fakat 533 mmHg vakumda ise larvanın tüm uygulama sürelerinde canlı kaldığını bildirmektedirler. Araştırmacılar genel olarak zararlıların, en yüksek düzeyde vakumlanmış ambalajlarda kısa sürede öldüğünü bildirmektedirler.

Weller ve van Graver (1988), kesme çiçeklerde zararlılarla mücadelede metil bromide alternatif olarak üç değişik fümigantla yaptıkları çalışmada başlangıçta 0,25 g/m³ dozda 5 saat süreli fümigasyonun zararlılarla etkili bir savaşım sağlamadığından, çalışmalarını 1 g/m³ dozda 5 ve 15 saatlik uygulama sürelerinde devam ettirmişlerdir. Çalışmalarda kesme çiçeklerde görülen zararlıların yanı sıra depo zararlısı olan *Sitophilus oryzae* erginleri de kullanılmıştır. Yazarlar, fosfinin 1 g doz uygulamasında

süre artışı ile birlikte ölümlerde artış belirlemişlerdir. Örneğin 5 saatlik uygulamada %97 ölüm belirlenirken 15 saatlik uygulamada %100 oranda ölüm belirlendiği bildirilmektedir. Araştırmacılar uygulamalarda az sayıda canlı kalmasına rağmen fosfine direnç gelişimi söz konusu olabileceğini belirtmişlerdir.

Hashem ve Reichmuth (1989), *Rhizopertha dominica* ve *Prostephanus truncatus* (Coleoptera:Bostrichidae) (Hom)'un farklı yaşlarındaki yumurta evresine fosfinin etkisini araştırmışlardır. Çalışmalarını 20°C sıcaklık ve %70 nemde yapmışlardır. Yapılan çalışmada, 0-2 günlük yumurtalarında 24 saatlik sürede, *P. truncatus* yumurtalarının *R. dominica* yumurtalarından daha dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

El- Lakwah vd. (1991), *Sitotroga cerealella*'nın (Lepidoptera:Gelechiidae) larva ve pupa evreleri üzerine 28°C sıcaklıkta farklı uygulama sürelerinde fosfinin etkisini araştırmışlardır. Pupa evresi ile yaptıkları çalışmada 2, 4, 8, 24 saatlik uygulama sürelerinde LC₉₀ değeri sırasıyla 6187, 3066, 2797 ve 370 mg/l olarak belirlenirken, 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 %50 oranda ölüm 24 saatlik uygulamada larva evresinde 10.2 mg/l fosfin konsantrasyonunda, pupa evresinde ise 20.5 mg/l fosfin konsantrasyonunda ölüm belirlenmiştir.

Wallbank vd. (1998), silo ve depolardaki tahıl kalıntı döküntülerinden eledikleri ve 1-2 hafta önce silolara yerleştirilen pitfall tuzaklardan topladıkları *T. castaneum*, *R. dominica*, *S. oryzae*, *T.confusum* ve *O.surinamensis*' in 25°C ve %55 nem koşullarında tüm biyolojik dönemlerinin fosfine karşı olan dirençleri incelemişlerdir. Yapılan denemede; *Rhizopertha dominica*'ya 0,03 mg/l, *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium confusum*'a 0,05 mg/l dozunda 20 saatlik fosfin uygulanmış ve sonuçta *Oryzaephilus surinamensis* dışında diğer türlerin fosfine direnç gösterdikleri görülmüştür.

Philips vd. (2000), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Plodia interpunctella* (Hübner) ve *Rhizopertha dominica* (F.)'nın yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerine 25, 33, 37 ve 40°C sıcaklıklarda 32,5 mmHg vakumu değişik sürelerde uygulamışlardır. Çalışılan üç

türün de 25°C ortam sıcaklığında ergin evresinin vakuma hassas olduğunu ve mutlak ölüm için gereken sürenin 3 saat olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada 0-1 günlük yumurta, larva ve pupa evrelerinin artan sıcaklıkla LD₅₀, LD₉₀ ve LD₉₉ değerlerinin düştüğünü belirlemişlerdir. *Rhizopertha dominica*'nın yumurta evresinin çalışılan türler ve evreleri içerisinde en dayanıklı evre olduğunu; LD₉₉ değerinin 25°C'de 176,5 saat ve 40°C'de 11,2 saat olduğunu bildirmişlerdir. LD₉₉ değerinin *Tribolium castaneum*'un yumurta evresi için 25°C'de 10.1 saat ve 40°C'de 1.9 saat olduğunu saptamışlardır.

Mbata ve Phillips (2001), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Plodia interpunctella* (Hübner) ve *Rhizopertha dominica* (F.)'nin yumurta, larva ve pupalarına 25, 33, 37 ve 40°C'lik sıcaklıkta 30 dakika'dan 144 saat'e kadar değişen sürelerde 32.5 mmHg vakum uygulamışlardır. Araştırmacılar, *Rhizopertha dominica*'nın yumurta evresinde 25°C'de LT₉₉ değerini 176.32 saat; *Plodia interpunctella*'nın yumurta evresinde aynı sıcaklıkta LT₉₉ değerini 28.35 saat olarak belirlemişlerdir. Sıcaklık 33°C'ye yükseltildiğinde ise LT₉₉ değerinin *Rhizopertha dominica* için 85.98 saat, *Plodia interpunctella*'da LT₉₉ değerinin 6.21 saat olarak hesaplandığını bildirmişlerdir. Çalışılan evrelerde ölüm oranının sıcaklık ve vakuma maruz kalma süresinin artması ile artış gözlemlendiğini saptamışlardır. Çalışılan test türlerinin yumurta evresinin vakuma larva ve pupa evrelerine kıyasla daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Üç test türü içerisinde *Rhizopertha dominica*'nın vakuma en dayanıklı tür olduğunu tespit etmişlerdir.

Navarro vd. (2001), laboratuvarında 25, 30, 35°C sıcaklıklarda 25, 50 ve 100 mmHg vakumun *Trogoderma granarium* (Everst)'un diyapozdaki larvası ve *Lasioderma serricorne* (F.)'nin değişik evreleri üzerine ölümcül etkilerini araştırmışlardır. Yazarlar 30°C sıcaklık ve 25 mmHg vakumda, *Lasioderma serricorne*'nin yumurta (0-2 günlük) evresinde LT₉₉ değerinin 75 saat; ergin evresine ait LT₉₉ değerinin ise 15 saat olduğunu; 25°C sıcaklık ve 100 mmHg vakumda ise, LT₉₉ değerinin yumurta ve ergin evresi için 75 saat, olduğunu bildirmişlerdir. *Trogoderma granarium*'un diyapozdaki larvalarında ise, LT₉₉ değerinin 25°C sıcaklık ve 25, 50 ve 100 mmHg vakumda >360 saat; 30°C sıcaklıkta 25, 50 ve 100 mmHg vakumda sırasıyla 172, 260 ve >360 saat olarak

belirlendiğini; 35°C sıcaklıkta 25, 50 ve 100 mmHg vakumda sırasıyla 146, 153 ve >360 saat olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Navarro vd. (2002), laboratuvarında 18, 25 ve 30°C sıcaklıklarda 25, 50 ve 100 mmHg vakum düzeylerinin, *Lasioderma serricorne* (F.)'nin ergin evresine ölümcül etkilerini araştırmışlardır. Yazarlar 18°C sıcaklıkta 25 ve 50 mmHg vakumda LT₉₉ değerinin sırasıyla 47 ve 157 saat olduğu; 25°C sıcaklıkta 25, 50 ve 100 mmHg vakumda LT₉₉ değerinin sırasıyla 26, 43 ve 75 saat olduğunu; 35°C sıcaklıkta 25 ve 50 mmHg vakumda LT₉₉ değerinin 15 saat olduğunu bildirmişlerdir.

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

Finkelman vd. (2003a), laboratuvarında 30°C sıcaklık, %55 orantılı nem ve 50 mmHg vakumda, test organizması olarak *Trogoderma granarium* (Everst), *Lasioderma serricorne* (F.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Ephestia cautella* (Walker) ve *Plodia interpunctella* (Hübner)'nin değişik evreleri ile çalışmışlardır. Yürütülen çalışmada en dirençli evrenin çalışılan türlerde yumurta evresi olduğu; LT₉₉ değerinin sırasıyla 46, 91, 32, 22, 45 ve 49 saat olarak hesaplandığını bildirmişlerdir. Çalışmanın arazide yürütülen kısmında PVC' den imal özel bir depolama birimini (Volkani kübü) kullanmışlardır ve uygulama süresince sıcaklığın ürün içerisinde 26-33°C ve orantılı nemin ise kullanılan değişik ürünlere göre %35-50 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar arazide vakum çalışmasını 5 gün olarak planlamışlardır ve bu sürenin sonunda test böceklerinde mutlak ölümü belirlemişlerdir.

Finkelman vd. (2003b), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Ephestia cautella* (Walker) ve *Tribolium castaneum* (Herbst)'un 18°C sıcaklık ve 55±10 mmHg vakum uygulamasının yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerinde ölümcül etkilerini araştırmışlardır. *Ephestia*

cautella ve *Tribolium castaneum*' un yumurta evresinin 55±10 mmHg vakuma en dayanıklı evre olduğunu ve %99 ölüm için gereken sürenin *Tribolium castaneum* için 96 saat iken *Ephestia cautella* için 149 saat olduğunu bildirmişlerdir. *Ephestia cautella*' nın pupasının test böcekleri içerisinde en hassas pupa evresi olduğunu ve %99 oranda ölüm için gereken sürenin 26.2 saat olduğunu; en hassas erginin *Tribolium castaneum* 'un ergin evresi olduğunu ve LT₉₉ değerinin ise 29.9 saat olarak hesaplandığını bildirmişlerdir. *Oryzaephilus surinamensis* 'in; ergin evresinde %99 oranda ölüm için gereken sürenin 164 saat; pupa evresinde %99 oranda ölüm için gerekli sürenin 128.2 saat ve en hassas evre olan larva evresi için bu sürenin 36,8 saat olduğunu bildirmişlerdir.

Finkelman vd. (2004), *Ephestia cautella* (Walker), *Plodia interpunctella* (Hübner) ve *Tribolium castaneum* (Herbst) 'un 30°C'de değişik evrelerinde 50±5 mmHg vakum uygulamasının ölümcül etkilerini araştırmışlardır. *Ephestia cautella*' nın yumurta evresinde %99 oranda ölüm için gereken süreyi 44.8 saat, *Plodia interpunctella* için 49.0 saat ve *Tribolium castaneum* için 22.2 saat olarak belirlemişlerdir. LT₉₉ değerini 6.5 saat olarak hesapladıkları *Tribolium castaneum*' un larva evresinin çalışılan türlerin larvası içerisinde en hassas larva evresi olarak saptamışlardır. LT₉₉ değerini 6.0 saat olarak hesapladıkları *Ephestia cautella* erginini ve LT₉₉ değerinin 5.3 saat olduğu *Plodia interpunctella* erginini, en hassas ergin evreler olarak belirlemişlerdir.

Hasan ve Reichmuth (2004), *Acanthoscelides obtectus*'un (Coleoptera:Bruchidae) 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.

Mbata vd. (2004), bazı depolanmış ürün zararlılarının yumurta evresinde vakum uygulamaları sonucunda belirlenen ölümlere vakum düzeyi, sıcaklık ve uygulama süresinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada değişik yaşlardaki *Plodia interpunctella* ve *Rhizopertha dominica* yumurtalarına 50 mmHg vakumu 30°C'de 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat süresince uygulamışlardır. Çalışmada vakuma hassasiyetin her iki tür için de yumurta yaşına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. *Plodia interpunctella*'nın 3 ve 48 saatlik yumurtalarda LT₅₀, LT₉₀ ve LT₉₉ değerleri diğer yaşlarda belirlenen değere oranla düşük olduğu; *Rhizopertha dominica*'nın 12 ve 120 saatlik yumurtalarında belirlenen LT₅₀, LT₉₀ ve LT₉₉ değerlerinin ise diğerlerinin yaşlarda belirlenen değerlere oranla düşük olduğu bildirmişlerdir. Yazarlar, *Cadra cautella* (Lepidoptera:Pyralidae), *Plodia interpunctella*, *Rhizopertha dominica* ve *Tribolium castaneum*'un 24 saatlik yumurtalarını 5, 15, 22.5, 30 ve 37.5°C sıcaklıklarda 50, 75, 100, 200 ve 300 mmHg vakuma 12 ile 168 saatlik zaman dilimleri arasında tabii tutmuşlar ve bu sürenin sonunda ölümleri belirlemişlerdir. Yürütülen bu çalışmada dört zararlı tür için de yumurta evresinde belirlenen ölümlerin uygulama süresi ve sıcaklıktaki artışla yükseldiğini bildirmişlerdir. Düşük sıcaklık–yüksek vakum kombinasyonunun yumurta evresinde meydana gelen ölümler açısından etkisinin yüksek sıcaklık–düşük vakum kombinasyonuna oranla daha düşük olduğunu belirlemişlerdir.

Mbata vd. (2005), çalışmalarında *Callosobruchus maculatus*'un yaşam evrelerinde, 20, 30, 35 °C sıcaklık ve 32.5 mmHg basınç değerinde ölüm oranlarını belirlemişlerdir. Uygulamalar sonucu düşük basınca en hassas ergin evresi olarak belirlenmiştir ve 30°C sıcaklıkta, 32.5 mmHg vakumda LT₉₉ değeri 0.8 saat olarak belirlenmiştir. Bu çalışma da en dayanıklı ise pupa evresi olarak belirlenmiştir ve 20-35°C sıcaklıkta 153.20 ve 28.98 saatleri arasında vakum uygulaması sonucu %99 ölüme ulaşılmıştır. Tüm yaşam evrelerinde vakuma maruz kalma süresi ve sıcaklık arttıkça ölüm oranlarının da arttığı bildirilmiştir. Genç (3 saatlik) ve yaşlı (48 saatlik) yumurtalarda LT₉₉ değeri sırası ile 42.331 ve 46.652 saat olarak belirlenirken, orta yaşlı (24 saatlik) yumurtalarda bu değer 74.735 saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca, yumurta ve pupa evresinin diğer evrelere oranla daha dayanıklı olduğu bildirilmektedir.

Finkelman vd. (2006), *Trogoderma granarium*, *Lasioderma serricorne* ve *Oryzaephilus surinamensis*'in 30 °C sıcaklık ve 50 mmHg vakum uygulamasının değişik evrelerinde ölümcül etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada en dayanıklı evrenin yumurta evresi olduğu; LT₉₉ değerinin *Trogoderma granarium* için 46 saat, *Lasioderma serricorne* için 91 saat ve *Oryzaephilus surinamensis* için 32 saat olarak hesaplandığını bildirmektedirler. Çalışmada en hassas evrenin ise *T. granarium* ve *L. serricorne*' de ergin evresi; *O. surinamensis*' de ise pupa evresi olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Çalışmada kullanılan tür

Çalışmada, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Depolanmış Ürün Zararlıları Laboratuvarında üretilmekte olan Almanya orijinli *Callosobruchus chinensis* (L.) Coleoptera: Bruchidae) (azuki bean weevil, southern cowpea weevil) kültürü kullanılmıştır. Denemeler zararlının yumurta (0-24 saat' lik, 24-48 saat' lik, 48-72 saat' lik, 72-96 saat' lik), larva (20 günlük), pupa (28 günlük) ve ergin evreleri üzerinde yürütülmüştür.

Callosobruchus chinensis yaklaşık 3-4 mm boyunda, sert vücutlu, kanatları mevcut olmasına rağmen uçuş yetenekleri düşüktür (Şekil 3.1). Zararlının yumurta, larva, pupa ve ergin olmak üzere 4 yaşam evresi vardır. Baklagil taneleri üzerine bırakılan yumurtalardan çıkan larva doğrudan dane içine girmektedir. Beslenmeleri sonucunda tane üzerinde oyuklar meydana getirerek tanenin besin değerini düşürmektedir. Bunun yanında dışkı ve vücut artıkları ile de ürünü kirletmektedirler. Çok döl veren bu türün zararı ile delinmiş ve içinin büyük kısmı yenilerek besin değerlerini tamamen yitirmiş taneler hayvan yemi olarak bile kullanılamaz hale gelmektedir. Bu zararlının larvaları, beslenmeleri sonucunda tanelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıplarına neden olurlar. Bu şekilde zarar görmüş olan baklagillerin, pazar değeri de düşer.



Şekil 3.1 *Callosobruchus chinensis* (L.) ergini

***Callosobruchus chinensis*' nin Sistematikteki yeri:**

Şube : Arthropoda

Sınıf : Insecta

Takım : Coleoptera

Familya : Bruchidea

Cins : *Callosobruchus*

Tür : *Callosobruchus chinensis*

İngilizce Adı : Sowthern cowpea weevil, azuki bean weevil

Türkçe Adı: Tohum böceği

3.2 Yöntem

3.2.1 *Callosobruchus chinensis*' in yetiştirilmesi

Callosobruchus chinensis' in üretiminde besin maddesi olarak nohut kullanılmıştır. Olası bulaşıklılığın önlenmesi amacı ile nohut -17°C sıcaklıktaki derin dondurucuda en az 48 saat tutularak zararlılardan ari hale getirilmiştir. Zararlılardan ari haldeki nohut 1 litrelik steril cam kavanozlara, 1/3'ünü dolduracak kadar (yaklaşık 400 gr) aktarılmış ve üzerine kültürden vakum kaynağı yardımıyla toplanmış 400-500 adet ergin aktarılmıştır. Kavanozların kapaklarına hava girişini sağlamak için 1 mm çaplı delikler açılmış ve kavanoz kapaklarının iç kısmına ortamda bulunan zararlıların kültüre bulaşmasına engel olması amacıyla kurutma kağıdı yerleştirilmiştir.

Callosobruchus chinensis kültürü, 25°C sıcaklık ve % 60 orantılı nem koşullarına ayarlanmış iklim odasında yetiştirilmiştir (Şekil 3.2). Ortamın sıcaklık ve nemi Hobo® ProTemp/RH marka veri kaydedici aracılığıyla kaydedilmiş ve belirli aralıklarla kontrol edilmiştir.

Kavanozlar içerisinde bulunan nohut üzerinde erginler 24 saat süresince tutulmuş ve bu süre sonunda erginler nohuttan vakum kaynağı yardımı ile dikkatlice uzaklaştırılmıştır. Böylece nohut üzerinde 0-24 saatlik yumurtalar elde edilmiştir. Elde edilen

yumurtalardan açılan larvalar ve daha sonra pupalar dane içerisinde gelişerek yaklaşık 30 gün sonra kültürden ergin çıkışları başlamıştır.



Şekil 3.2 *Callosobruchus chinensis*' in yetiştirilmesinde kullanılan kavanozlar

3.2.2 Biyolojik evreler

3.2.2.1 Yumurta

İçerisinde nohut bulunan kavanozlara 24 saat süresince bırakılmış yumurtalardan gelişen ergin bireyler, yaklaşık 30 günde gelişimini tamamlamakta ve ergin çıkışları başlamaktadır. Yumurtalar hafif oval şeklinde olup, ilk bırakıldığında şeffaf yağ damlası gibi görünürken 10 gün içinde süt beyazı rengini almaktadır. Süt beyaz renge dönüş yumurtadan larva çıkışını işaret ettiği bilinmektedir (Mbata et al., 2005). Denemeler için belirli yaşta yumurta elde etmek amacıyla cam lamların üzerine Japon yapıştırıcısı ile yeterli sayıda yumurta elde etmek için 15 adet tam olarak ortadan ikiye ayrılmış nohut taneleri yapıştırılmıştır. Hazırlanan lamlar her bir deneme için en az 5 tekerrür olacak şekilde çelik tepsilere yerleştirilmiştir. Her bir tepsi içine yaklaşık 500-600 adet 0-24 saatlik ergin ilave edilerek üzeri polietilen ile kapatılmıştır. 0-24 saatlik

erginler elde etmek için, bir gün öncesinden böcek kültürlerindeki tüm erginler uzaklaştırılmış ve bir sonraki gün açılan erginler (0-24 saatlik) vakum yardımı ile toplanarak yumurta elde etmek amacıyla kullanılmıştır. Çelik tepsiye ilave edilen erginler 24 saat sonra vakum yardımı ile ortamdan dikkatlice uzaklaştırılmış ve böylece yarım nohut taneleri üzerine bırakılan 0-24 saatlik yumurtaların bulunduğu lamlar alınarak bir çelik tepsiye yerleştirilerek 25°C sıcaklık ve %60 orantılı nem ihtiva eden plastik kabinlere alınmış ve ilaveten 3 gün daha bekletilerek 72-96 saat yaşına ulaşmaları sağlanmıştır. Aynı işlemlere kalan üç gün boyunca devam edilmiş; ikinci gün yapılan işlemde 48-72, üçüncü gün yapılan işlemde 24-48, son gün yapılan çalışma sonucu (deneme günü) da 0-24 saatlik yumurtalar elde edilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 *Callosobruchus chinensis*' in nohut üzerindeki yumurtaları

3.2.2.2 Larva

Callosobruchus chinensis erginlerinin nohut taneleri üzerine bıraktığı yumurtalardan yaklaşık 1 hafta sonra larvalar açılmaktadır. Nohut üzerine konulan yumurtalar bırakıldıklarında şeffaf sarımsı renkte olup, gelişen embriyo larva evresine geçerek yumurtadan çıktığında doğrudan yumurtanın nohuta temas ettiği yüzeyden tanede delik açarak tane içerisine girmektedir. Bu aşamada nohut üzerinde delik açarken oluşturduğu kazıntılar ile larva atığı nedeni ile yumurta bariz olarak krem beyaz renge dönmektedir. Mortazavi (2010), çalışmasında yumurtadan çıkan larvanın tane içerisinde beslenerek

yumurtanın bırakılmasından itibaren yaklaşık 20 günde olgun larva haline geldiğini belirlemiştir. Deneme hazırlığı için, 0-24 saatlik erginlerin cam kavanozda nohut ile birlikte 24 saat süresince tutulmuş ve daha sonra erginler ortamdaki vakum kaynağı yoluyla uzaklaştırılmıştır. Denemede kullanılacak larvalar (açılmış süt beyazı yumurta) 4-5 gün öncesinden her bir deneme için 4'er tekerrür olacak şekilde deneme kaplarına stereo binoküler mikroskop altında 30'ar tane sayılmış ve 20. günde denemeye alınmıştır (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 *Callosobruchus chinensis*' in larvası

3.2.2.3 Pupa

Callosobruchus chinensis erginlerinin nohut taneleri üzerine bıraktığı yumurtalardan yaklaşık 1 hafta sonra larvalar açılmaktadır. Nohut üzerine konulan yumurtalar bırakıldıklarında şeffaf sarımsı renkte olup, gelişen embriyo larva olarak yumurtadan çıktığında doğrudan yumurtanın nohuda temas ettiği yüzeyden çıkarak hemen tanede delik açmaktadır. Bu aşamada nohut üzerinde delik açarken oluşturduğu kazıntılar ile larva atığı nedeni ile yumurta bariz olarak krem beyaz renge dönmektedir. Mortazavi (2010), çalışmasında yumurtadan çıkan larvanın tane içerisinde beslenmekte ve daha sonra yine tane içerisinde pupa evresine geçmektedir, yumurtanın bırakılmasından itibaren 26-28 günde olgun pupa haline geldiğini belirlemiştir. Deneme hazırlığı için, kullanılacak pupalar (açılmış süt beyazı yumurta) 4-5 gün öncesinden her bir deneme için 4'er tekerrür olacak şekilde deneme kaplarına stereo binoküler mikroskop altında 30'ar tane sayılmış ve 28. günde denemeye alınmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 *Callosobruchus chinensis*' in pupası

3.2.2.4 Ergin

Ergin evresi ile ilgili çalışmalar kültürlerden çıkan genç (0-24 saatlik) bireyler ile yürütülmüştür. Bu amaçla kültürlerde tanelerden çıkmış erginler vakum kaynağı yoluyla toplanarak uzaklaştırılmış ve taneler kavanozda iklim odasında 24 saat tutularak bu süreçte çıkan erginler (0-24 saatlik) toplanmış ve denemelerde kullanılmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü olarak ve her bir tekerrürde 25 birey ile yürütülmüştür.

3.2.3 Deneme düzeneği

3.2.3.1 Fosfin düzeneği

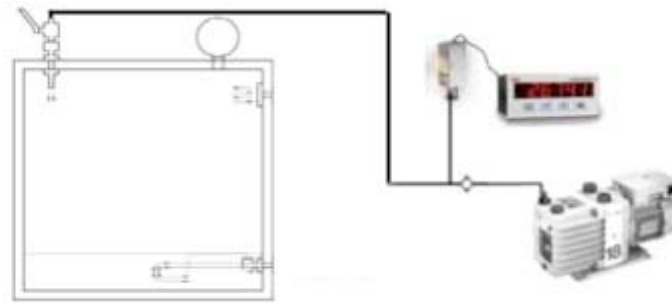
Denemeler 28.3 l'lik Labconco® marka kabinlerinde yürütülmüştür. Her bir kabininin yan yüzeylerine çapraz olacak şekilde gaz geçirmez vanalar (Swagelok®) monte edilmiştir. Ayrıca kabinlerin zeminine sirkülasyon amacıyla küçük bir fan bağlanmış ve bu fanların elektrik kablosu özel bir gaz geçirmez bağlantı ile dışarıya uzatılmıştır. Kabin tabanına yerleştirilen 100 ml hacimli PVC kaba doymuş tuz çözeltisi ilave edilerek deneme süresince ortamda %60 orantılı nem sağlanmıştır (Solomon, 1951). Daha önceden hazırlanan zararlının bütün evreleri kabin içerisindeki raflara deneme kaplarında yerleştirildikten sonra kabinin kapak kısmına vakum gresi sürülerek kapak kapatılmıştır. Kabine bağlı gaz geçirmez vanalardan biri 5 mm çaplı Tygon bir boru ile fosfin ölçüm cihazına (Fumiscoper) bağlanmıştır. Ölçüm cihazındaki gaz çıkış borusu ise

kabinin zıt tarafında bulunan vanaya 5 mm çaplı Tygon bir boru ile bağlanmıştır. Daha sonra özel gaz şırıngası (Hamilton Mega Syringe) ile stok kabininden gaz alınmış ve şırınga ölçüm cihazının gaz çıkışına bağlı boruya bir iğne yardımı ile bağlanmış ve yavaş bir şekilde gaz enjeksiyonuna başlanmıştır. Bu süreçte sirkülasyon fanı çalışır vaziyette bırakılmıştır. Ölçüm cihazı ekranında istenen konsantrasyona ulaşıncaya kadar gaz enjekte edilmiş ve daha sonra enjektör sistemden uzaklaştırılmıştır. Bu işlem yaklaşık 15 dakika sürmüştür ve daha sonra sirkülasyon fanı durdurulmuştur. Gaz ölçümü uygulamanın ilk 2 saati içerisinde en az iki kez ölçülerek istenen konsantrasyon düzeyi sabitlenmiştir. 24 saatlik uygulama sonuna doğru gaz ölçümü tekrar yapılarak istenen düzeyde gazın varlığı teyid edilmiş ve daha sonra 24 saatlik süre sonunda fümigasyon kabininin kapağı açılarak havalandırma yapılmış ve daha sonra test materyalleri ortamdan alınmıştır. Çalışma 15 °C sıcaklıktaki Binder Marka iklim dolabında, 20°C sıcaklıktaki böcek yetiştirme odasında ve 25 °C sıcaklıktaki Binder Marka iklim dolabında yürütülmüştür. Çalışmalarda, kontrol amacı ile aynı kaplarda hazırlanan zararlının evreleri benzer şekilde Labconco® marka kabinine yerleştirilmiş fakat fümigant verilmemiştir. Deneme materyalleri denemenin yürütüldüğü sıcaklıklarda daha önceden hazırlanan %60 orantılı nem sağlayan doymuş tuz çözeltisi (Solomon, 1951) bulunan PVC kabinlere alınarak ölümler belirleninceye kadar bekletilmiştir.

3.2.3.2 Vakum düzeneği

Denemeler 28.3 l' lik Labconco® marka vakum kabinlerinde yürütülmüştür. Her bir vakum kabininin üst kısmına vakum manometresi bağlanmış ve ayrıca kabinlerin yan yüzeylerine çapraz olacak şekilde gaz geçirmez vanalar (Swagelok®) monte edilmiştir. Ayrıca kabinlerin zeminine sirkülasyon amacıyla küçük bir fan bağlanmış ve bu fanların elektrik kablosu özel bir gaz geçirmez bağlantı ile dışarıya uzatılmıştır. Kabin tabanına yerleştirilen 100 ml hacimli PVC kaba doymuş tuz çözeltisi ilave edilerek deneme süresince ortamda %60 orantılı nem sağlanmıştır (Solomon, 1951). Daha önceden hazırlanan zararlının bütün evreleri kabin içerisindeki raflara deneme kaplarında yerleştirildikten sonra kabinin kapak kısmına vakum gresi sürülerek kapak kapatılmıştır. Kabine bağlı gaz geçirmez vanalardan biri 5 mm çaplı Tygon bir boru ile vakum kaynağına (RIWAK®) bağlanmıştır. Ayrıca, vakum kaynağının bağlandığı gaz

geçirmez vananın zıt tarafında bulunan vanaya ise dijital vakum ölçer 5 mm çaplı Tygon bir boru ile bağlanmıştır. Daha sonra vakum pompası çalıştırılarak ortamda hedeflenen düzeyde vakum olduğu dijital vakum ölçer ile belirlenmiş ve sonrasında gaz vanaları kapatılarak vakum pompası kabinden ayrılmıştır. Şayet vakum düzeyi istenen ölçüde değilse vakum pompası tekrar çalıştırılmıştır. Bu işlemin ardından kabin üzerindeki manometre üzerine oluşan vakum düzeyi işaretlenerek uygulama süresince vakum kaçağı olup olmadığı işaretlenen ibre seviyesinde değişim olup olmamasına göre belirlenmiştir (Şekil 3.2). Uygulama için öncelikle vakum yapılmış ve daha sonra fosfin gazı ilave edilmiştir. Ayrıca her bir kabine Hobo marka vakum kaydedici ile sıcaklık/nem kaydedici yerleştirilmiş ve deneme süresince vakum, sıcaklık ve nem 10'ar dakikalık aralıklarla kaydedilmiştir. Uygulama süresince manometre ibresinde değişim belirlenmişse kap deneme dışı bırakılmıştır. Ayrıca, daha hassas olması sebebiyle vakum veri kaydedicide depolanan veriler bilgisayarda incelenerek hedeflenen vakum düzeyinden %5 farklılık sınırları içerisinde kalan deneme güvenilir olarak kabul edilmiş; bu sınırın dışında değişim gösteren vakum kabinlerindeki denemeler iptal edilmiştir. Çalışma 15 °C sıcaklıktaki Binder Marka iklim dolabında, 20°C sıcaklıktaki böcek yetiştirme odasında ve 25 °C sıcaklıktaki Binder Marka iklim dolabında yürütülmüştür. Çalışmalarda, kontrol amacı ile aynı kaplarda hazırlanan zararlının evreleri benzer şekilde Labconco® marka kabineye yerleştirilmiş fakat vakum uygulanmamıştır. Uygulama süresi sonunda kabinlerin gaz vanaları açılarak vakum giderilmiş ve deneme kapları ortamdaki alınmıştır. Deneme kapları denemenin yürütüldüğü sıcaklıklarda daha önceden hazırlanan %60 oranlı nem sağlayan doymuş tuz çözeltisi (Solomon, 1951) bulunan PVC kabinlere alınarak ölümler belirleninceye kadar bekletilmiştir.



Şekil 3.6 Vakum deneme düzeneği

3.2.4 Biyolojik evre denemeleri

3.2.4.1 Yumurta

Yumurta evresi ile yapılan çalışmalarda her bir yaş için her bir uygulama süresi için, bir lamda 15 adet yarım nohut tanesinde en az 30 yumurta olacak şekilde 5'er tekerrürlü (en az 150 adet yumurta) olacak şekilde kurulmuştur. Belirli yaşta yumurta bulunan lamlar (0 - 24, 24 - 48, 48 - 72 ve 72-96 saatlik) Labconco® vakum kabinlerine ait tepsilere alınarak deneme kabinlerine dikkatlice yerleştirilmiştir. Kabinlerin her birinin içine %60'lık nem veren doymuş tuz çözeltisi içeren PVC kap ve sıcaklık/nem ve vakum değerlerini deneme süresince kaydeden veri kaydediciler yerleştirilmiştir. Çalışmada zararlının tüm evreleri birlikte vakum ve fosfin uygulamasına tabi tutulmuştur. Zararlının tüm evreleri yerleştirildikten sonra kabin kapağı vakum kaçağı olmaması için vakum gresi sürülerek sıkıca kapatılmıştır. Uygulama süresi sonunda vakumu sonlandırmak için yan taraftaki vana açılarak kabin normal koşula getirilmiştir ve kabin kapağı açılarak gaz havalandırılmıştır. Bu işlemin ardından yumurtaların bulunduğu lamlar kabinden çıkarılıp, kontrol amacıyla hazırlanan lamların bulunduğu içerisinde %60 orantılı nem sağlayan doymuş tuz çözeltisi bulunan küvetlere yerleştirilmiştir. Sonuçlar denemeden 15 gün sonra belirlenmiştir. Bu amaçla binoküler mikroskop altında lamlardaki yapışık yarım nohut taneleri üzerindeki açılmış ve açılmamış yumurtalar sayılmıştır. Açılmış yumurtalar süt beyazı rengini alırken, açılmamış yumurtalar saydam renkli-yağ damlası gibi görünmektedir. Çalışma zararlıların tüm evrelerini içerecek şekilde, her bir evre için en az ard arda iki kez mutlak ölüm (%100) belirleninceye kadar devam edilmiştir. Her bir uygulama süresindeki çalışma en az iki kez tekrarlanmıştır.

3.2.4.2 Larva

Denemelerin yürütüleceği yaştaki larvaları elde etmek amacı ile deneme tarihinden 20 gün önce kültür kavanozlarındaki yaklaşık 400 g kırık ihtiva etmeyen zararlılardan arı nohut ilave edilmiş ve üzerine vakum kaynağı kullanılarak 0-24 saatlik erginler (500-600 adet) ilave edilmiştir. İlave edildikten 24 saat sonra erginler kavanozlardan vakum yardımı ile dikkatlice uzaklaştırılmıştır. Mortazavi (2010), araştırmasında larvanın

yumurtanın bırakılmasından itibaren yaklaşık 20 günde olgun larva haline geldiğini belirlemiştir ve bu araştırma üzerine çalışma 20 günlük (yumurta evresi dâhil) bireyler ile yürütülmüştür. Deneme başlangıcından 4-5 gün öncesinde her bir deneme için 4'er tekerrür olacak şekilde deneme kaplarına stereo binoküler mikroskop altında 30'ar tane larva evresine geçmiş yumurta (süt beyaz renkli yumurta) bulunan nohut alınmıştır. Larva denemeleri 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup çalışma her bir uygulama süresinde en az iki kez tekrarlanmıştır. Böylece her bir uygulama süresi ve tekerrürde 120 adet larva kullanılmıştır. Deneme kaplarının vakum kabinlerine yerleştirilmesinin ardından (tüm evreler dâhil) kabin kapağı sıkıca kapatılmıştır. Uygulama süresi sonunda vakumu sonlandırmak için yan taraftaki vana açılarak kabin normal koşula getirilmiştir ve kabin kapağı açılarak gaz havalandırılmıştır. Bu işlemin ardından larvaların bulunduğu nohut ihtiva eden deneme kapları kabinden çıkarılıp, etkinliğin belirlenmesi amacıyla içerisinde %60 orantılı nem sağlayan doymuş tuz çözeltisi bulunan küvetlere yerleştirilmiştir. Sonuçlar, denemeden sonra iki gün aralıklarla yapılan gözlemler sonucu ergin çıkışına göre belirlenmiştir. Bu amaçla her bir larva evresi ihtiva eden nohut bulunan kaplar iki günde bir kez incelenmiş; taneden çıkan erginler vakum kaynağı yardımı ile toplanmış ve kaydedilmiştir. Bu kayıtlar tanelerden ergin çıkışının bitişine kadar devam etmiştir, bu süre genel olarak yaklaşık bir ay olarak belirlenmiştir. Çalışma zararlıların tüm evrelerini içerecek şekilde, her bir evre için en az ard arda iki kez mutlak ölüm (%100) belirleninceye kadar devam edilmiştir. Her bir uygulama süresindeki çalışma en az iki kez tekrarlanmıştır.

3.2.4.3 Pupa

Denemelerin yürütüleceği yaşta pupa elde etmek amacı ile deneme tarihinden 28 gün önce kültür kavanozlarındaki yaklaşık 400 g kırık ihtiva etmeyen zararlılardan ari nohut ilave edilmiş ve üzerine vakum kaynağı kullanılarak 0-24 saatlik erginler (500-600 adet) ilave edilmiştir. İlave edildikten 24 saat sonra erginler kavanozlardan vakum yardımı ile dikkatlice uzaklaştırılmıştır. Mortazavi (2010), araştırmasında larvanın yumurtanın bırakılmasından itibaren 26-28 günde olgun pupa haline geldiğini belirlemiştir ve bu araştırma üzerine çalışma 28 günlük (yumurta evresi dahil) bireyler ile yürütülmüştür. Deneme başlangıcından 4-5 gün öncesinde her bir deneme için 4'er tekerrür olacak şekilde deneme kaplarına stereo binoküler mikroskop altında 30'ar tane pupa evresine

geçmiş yumurta (süt beyaz renkli yumurta) bulunan nohut alınmıştır. Pupa denemeleri 4 tekerrürlü olarak kurulmuş olup çalışma her bir uygulama süresinde en az iki kez tekrarlanmıştır. Böylece her bir uygulama süresi ve tekerrürde 120 adet pupa kullanılmıştır. Deneme kaplarının vakum kabinlerine yerleştirilmesinin ardından (tüm evreler dahil) kabin kapağı sıkıca kapatılmıştır. Uygulama süresi sonunda vakumu sonlandırmak için yan taraftaki vana açılarak kabin normal koşula getirilmiştir ve kabin kapağı açılarak gaz havalandırılmıştır. Bu işlemin ardından pupaların bulunduğu nohut ihtiva eden deneme kapları kabinden çıkarılıp, etkinliğin belirlenmesi amacıyla içerisinde %60 orantılı nem sağlayan doymuş tuz çözeltisi bulunan küvetlere yerleştirilmiştir. Sonuçlar, denemeden sonra iki gün aralıklarla yapılan gözlemler sonucu ergin çıkışına göre belirlenmiştir. Bu amaçla her bir pupa evresi ihtiva eden nohut bulunan kaplar iki günde bir kez incelenmiş; taneden çıkan erginler vakum kaynağı yardımı ile toplanmış ve kaydedilmiştir. Bu kayıtlar tanelerden ergin çıkışının bitişine kadar devam etmiştir, bu süre genel olarak yaklaşık bir ay olarak belirlenmiştir. Çalışma zararlıların tüm evrelerini içerecek şekilde, her bir evre için en az ard arda iki kez mutlak ölüm (%100) belirleninceye kadar devam edilmiştir. Her bir uygulama süresindeki çalışma en az iki kez tekrarlanmıştır.

3.2.4.4 Ergin

Ergin evresi ile ilgili çalışmalar kültürlerden çıkan genç (0-24 saatlik) bireyler ile yürütülmüştür. Bu amaçla kültürlerde tanelerden çıkmış erginler vakum kaynağı yoluyla toplanarak uzaklaştırılmış ve taneler kavanozda iklim odasında 24 saat tutularak bu süreçte çıkan erginler (0-24 saatlik) toplanmış ve denemelerde kullanılmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü olarak ve her bir tekerrürde 25 birey ile yürütülmüştür. Deneme kaplarına 10'ar adet nohut ilave edilmiş ve üzerine 25'er adet ergin ilave edilerek ortasında 1 cm çaplı 125 mesh elek teli yapılandırılmış kapak kapatılmıştır. Böylece her bir uygulama süresi ve tekerrürde 100 adet ergin kullanılmıştır. Deneme kaplarının vakum kabinlerine yerleştirilmesinin ardından (tüm evreler dahil) kabin kapağı sıkıca kapatılmıştır. Uygulama süresi sonunda vakumu sonlandırmak için yan taraftaki vana açılarak kabin normal koşula getirilmiştir ve kabin kapağı açılarak gaz havalandırılmıştır. Bu işlemin ardından erginlerin bulunduğu deneme kapları kabinden

ıkarılıp, etkinliğin belirlenmesi amacıyla içerisinde %60 orantılı nem sağlayan doymuş tuz çözeltisi bulunan küvetlere yerleştirilmiştir. Sonuçlar, denemeden 24 saat sonra belirlenmiştir. Çalışma zararlıların tüm evrelerini içerecek Şekilde, her bir evre için en az ard arda iki kez mutlak ölüm (%100) belirleninceye kadar devam edilmiştir. Her bir uygulama süresindeki çalışma en az iki kez tekrarlanmıştır.

3.2.5 İstatistiksel analiz

Denemelerde belirlenen ölümlere ait veriler JMP-7 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizi yapılmış; transforme edilmiş rakamlara arc sinüs (aı transformasyonu) transformasyonu uygulanmıŐtır. Çoklu karşılaŐtırma testleri A.Ö.F (Asgari önemli farklılık) yöntemiyle yapılmıŐtır. Tesadüf parselleri deneme deseni ise faktöriyel düzeyde (3 faktörlü) yapılmıŐtır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Callosobruchus chinensis'e karşı fosfin gazının vakum altındaki etkinliğinin üç farklı sıcaklıkta araştırıldığı çalışmada elde edilen ölüm oranlarına ilişkin istatistik sonuçları Çizelge 4.2 - 4.4' de görülmektedir.

Çizelge 4.1 Varyans analiz tablosu

V.K	S.D	K.O	F	P
Genel	440			<0.01
Doz	6	106.869	1870.521	<0.01
Sıcaklık	2	0.4346	7.6070	<0.01
Evre	6	2.3198	40.6038	<0.01
Sıcaklık*Doz	12	0.1098	1.9221	<0.05
Evre*Doz	36	0.9783	17.1237	<0.01
Sıcaklık*Evre	12	0.6678	11.6887	<0.01
Sıcaklık*Evre*Doz	72	0.0368	0.6446	Ö.D
Hata	294	0.05713		

Çizelge 4.2 Sıcaklık-doza etkisi ilişkisi için Asgari Önemli Farklılık testi

DOZLAR									
		Kontrol	1000 ppm	1500 ppm	1000 ppm+50 mm	1000 ppm+100 mm	1500 ppm+50 mm	1500 ppm+100 mm	ORT
SICAKLIKLAR	15 ° C	4.095±0.51-H	84.76±5.54-FG	87.61±4.7-CDEF	88±4.71-BCDEF	86.67±5.23-DEFG	91.52±3.85-ABCDEF	90.28±4.4-ABCDEF	76.13
	20 ° C	3.43±0.53-I	78.67±6.00-G	90.095±2.69-ABCDEF	86.095±4.77-CDEFG	84.095±5.23-EFG	95.23±1.73-ABC	93.8±2.25-ABCD	75.91
	25 ° C	3.43±0.5-I	91.33±2.89-ABCDEF	97.23±0.93-AB	94.76±2.15-ABCD	93.048±2.46-ABCDE	99.52±0.31-A	98.8±0.64-A	82.59
	ORT	3.65	84.92	91.645	89.61	87.93	95.43	94.31	78.21

* Aynı harf ile belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05).

Çizelge 4.3 Evre-doz interaksiyonuna ilişkin Asgari Önemli Farklılık testi

DOZLAR										
			Kontrol	1000 ppm	1500 ppm	1000 ppm+50 mm	1000 ppm+100 mm	1500 ppm+50 mm	1500 ppm+100 mm	ORT
EVRE	Yumurta	0-24 saatlik	4±0.47- I	86.22±4.14-ABC	90.89±2.56-ABC	90±3.93-ABC	87.56±4.07-ABC	96.67±1.79-A	96.22±2.06-A	78.79
		24-48 saatlik	3.56±0.29-IJ	43.78±5.31-G	65.33±7.52-DE	57.11±4.97-EF	51.33±5.14-FG	76.22±6.89-CD	70.67±7.43-DE	52.57
		48-72 saatlik	3.78±0.84-J	71.56±9.36-DE	89.11±3.23-ABC	80.22±8.03-BCD	77.33±8.47-CD	95.11±2.49-AB	93.33±3.1-AB	72.92
		72-96 saatlik	4±0.67-IJ	96.22±1.74-A	98±0.88-A	100±0-A	99.33±0.33-A	100±0-A	100±0-A	85.36
	Larva	20 günlük	4.44±0.86-IJ	97.78±1.3-A	98.22±0.96-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	85.77
	Pupa	28 günlük	5.78±0.61-H	98.89±0.58-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	86.38
	Ergin	0-24 saatlik	0±0-K	100±0-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	100±0-A	85.71
		ORT	3.65	84.92	91.65	89.61	87.93	95.42	94.31	78.21

* Aynı harf ile belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05).

Çizelge 4.4 Sıcaklık-evre interaksiyonuna ilişkin Asgari Önemli Farklılık testi

SICAKLIKLAR						
			15° C	20° C	25° C	ORT
EVRE	Yumurta	0-24 saatlik	68.95±6.15-DE	84±7.27-ABC	83.42±7.41-BCD	78.79
		24-48 saatlik	34.48±3.26-G	53.23±5.52-F	69.99±6.65-DE	52.57
		48-72 saatlik	84.95±7.42-ABC	53.52±6.22-F	80.28±7.04-ABCD	72.91
		72-96 saatlik	86.095±7.44-ABC	83.9±7.4-CD	86.095±7.51-ABC	85.36
	Larva	20 günlük	86.38±7.4-ABC	84.66±7.4-ABC	86.28±7.51-ABCD	85.77
	Pupa	28 günlük	86.38±7.28-A	86.38±7.34-AB	86.38±7.46-ABC	86.38
	Ergin	0-24 saatlik	85.71±7.82-E	85.71±7.82-E	85.71±7.82-E	85.71
		ORT	76.135	75.91	82.59	78.21

* Aynı harf ile belirtilen ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemli değildir (P<0,05).

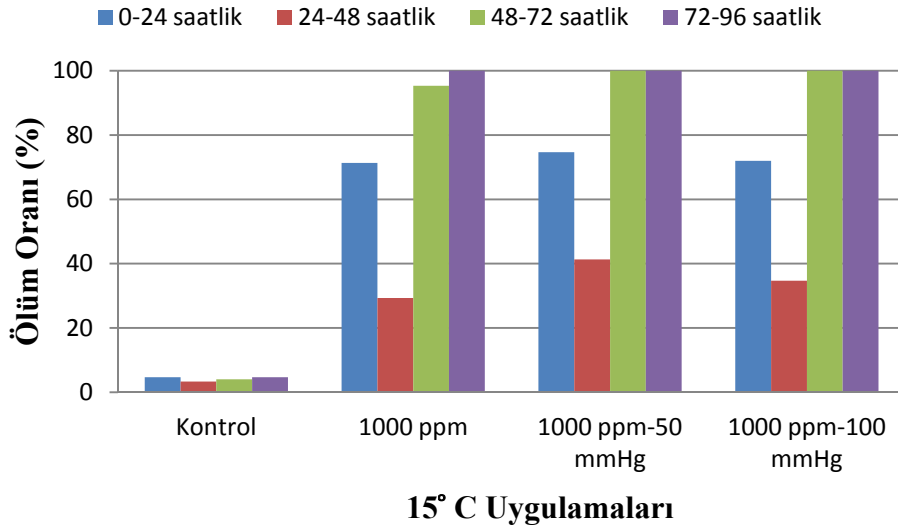
Çizelge 4.2'yi incelediğimiz zaman, 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda fosfinin tek başına uygulanması sonucu %100 ölümün olmadığını; fakat doz artışı ile birlikte ölüm oranının arttığı görülmektedir. Vakumun devreye girmesiyle ölüm oranı fosfine göre daha fazla artmaktadır. Vakum ve fosfinin birlikte uygulanmasında ise fosfin dozunun artışı ve vakum seviyesinin düşüşü ölüm oranını arttıran bir unsur olarak görülmektedir.

Çizelge 4.3' ü incelediğimiz zaman, fosfin dozunun artışı ile birlikte ölüm oranının arttığı görülmektedir. Vakumun devreye girmesiyle ölüm oranı fosfine göre daha fazla artmaktadır. Yumurta evresinde vakum ve fosfinin birlikte uygulanması sonucu fosfin dozunun artışı ve vakum seviyesinin düşüşü ölüm oranını arttıran bir unsur olarak görülmektedir. Bütün uygulamalara karşı 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4'de 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıkların evrelere göre ölüm oranları görülmektedir. 15°C, 20°C, 25°C sıcaklıklarda yumurta evresinin larva, pupa ve ergin evresine göre daha dayanıklı olduğu, farklı yumurta yaşları içinde 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

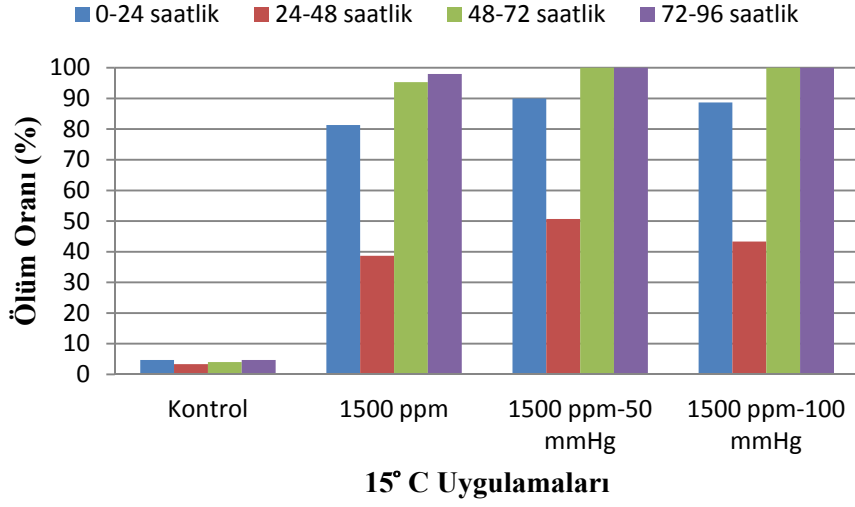
4.1 Yumurta

15°C, 20°C ve 25°C sıcaklık ve %60 orantılı nemde; 1000 ve 1500 ppm fosfin gazı konsantrasyonları ve farklı vakum düzeyleri uygulamaları sonunda 0 - 24, 24 - 48, 48 – 72 ve 72-96 saatlik yumurta evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafikler halinde Şekil 4.1-4.6' da verilmiştir. Kontrollerde 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda ölüm oranı sırasıyla %4.095, %3.43 ve %3.43 olarak belirlenmiştir.



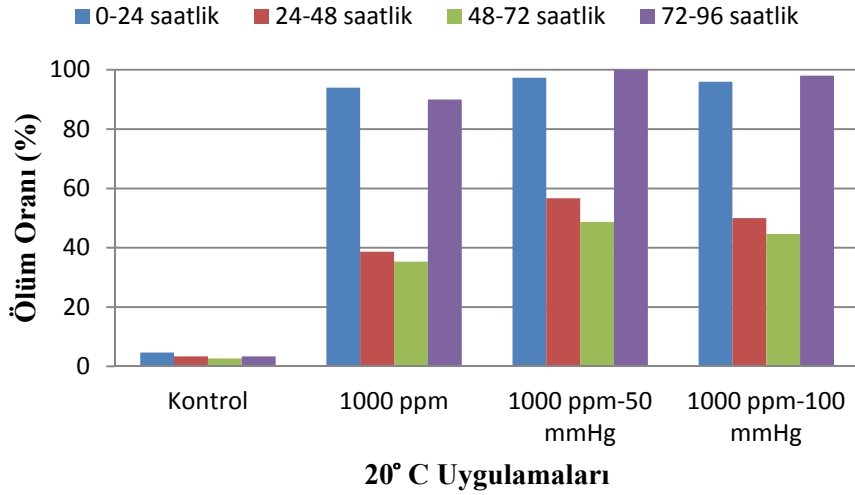
Şekil 4.1 *Callosobruchus chinensis*' in yumurtalarında 15 °C'de 1000 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 15 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında 1000 ppm fosfin gazının; 1000 ppm PH₃+50 mmHg ve 1000 ppm PH₃+100 mmHg şeklinde yapılan fosfin+vakum düzeylerinin birlikte uygulanması sonucunda 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. 72-96 saatlik yumurtalara yapılan uygulamalarda ise %100 ölüm meydana gelmiştir.



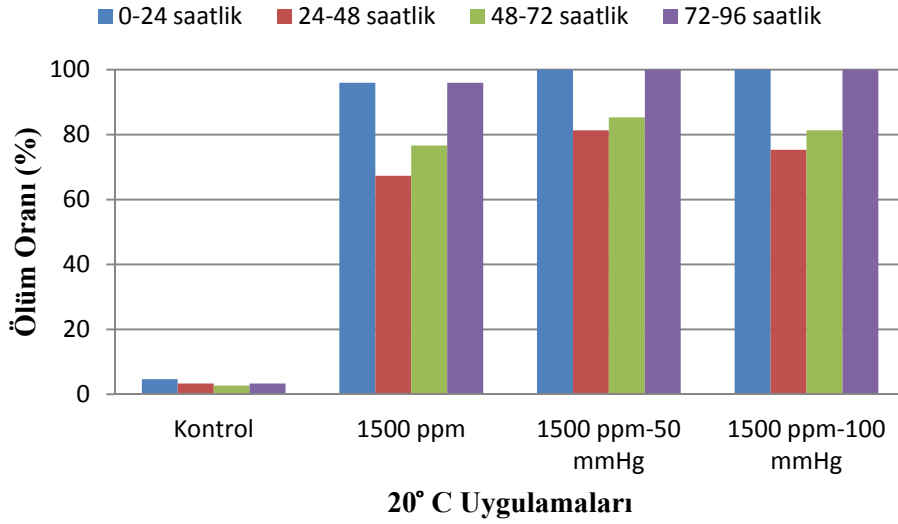
Şekil 4. 2 *Callosobruchus chinensis*' in yumurtalarında 15 °C'de 1500 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 15 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında 1500 ppm fosfin gazının; 1500 ppm PH₃+50 mmHg ve 1500 ppm PH₃+100 mmHg şeklinde yapılan fosfin+vakum düzeylerinin birlikte uygulanması sonucunda 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.



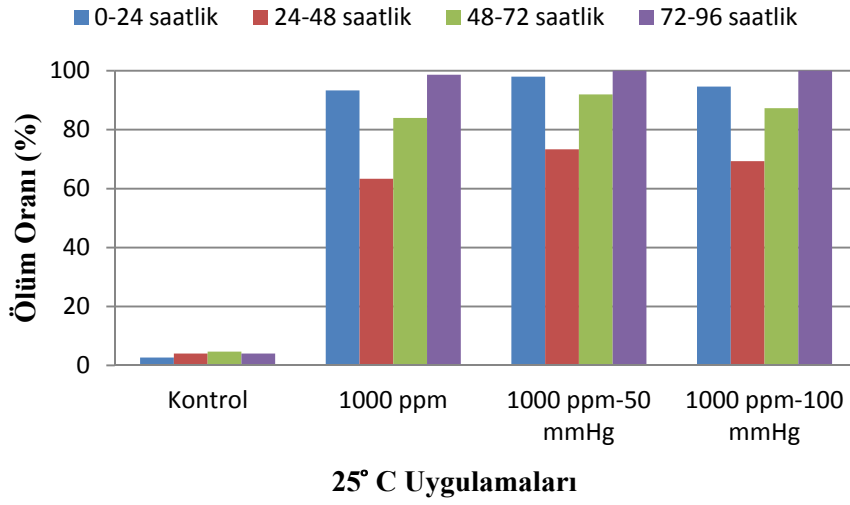
Şekil 4. 3 *Callosobruchus chinensis*' in yumurtalarında 20 °C'de 1000 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 20 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında 1000 ppm fosfin gazının; 1000 ppm PH₃+50 mmHg ve 1000 pmm PH₃+100 mmHg şeklinde yapılan fosfin+vakum düzeylerinin birlikte uygulanması sonucunda 48-72 yaştaki yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.



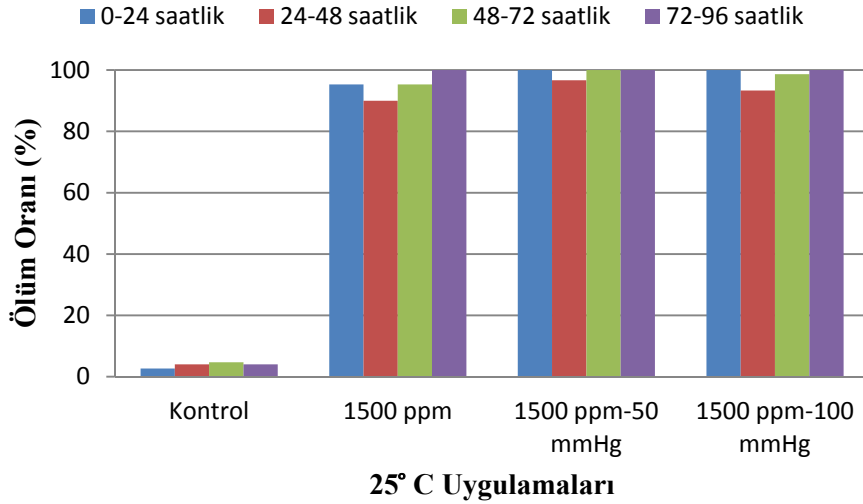
Şekil 4. 4 *Callosobruchus chinensis*' in yumurtalarında 20 °C'de 1500 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 20 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında 1500 ppm fosfin gazının; 1500 ppm PH₃+50 mmHg ve 1500 pmm PH₃+100 mmHg şeklinde yapılan fosfin+vakum düzeylerinin birlikte uygulanması sonucunda 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. 5 *Callosobruchus chinensis*' in yumurtalarında 25 °C'de 1000 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 25 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında 1000 ppm fosfin gazının; 1000 ppm PH₃+50 mmHg ve 1000 ppm PH₃+100 mmHg şeklinde yapılan fosfin+vakum düzeylerinin birlikte uygulanması sonucunda 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

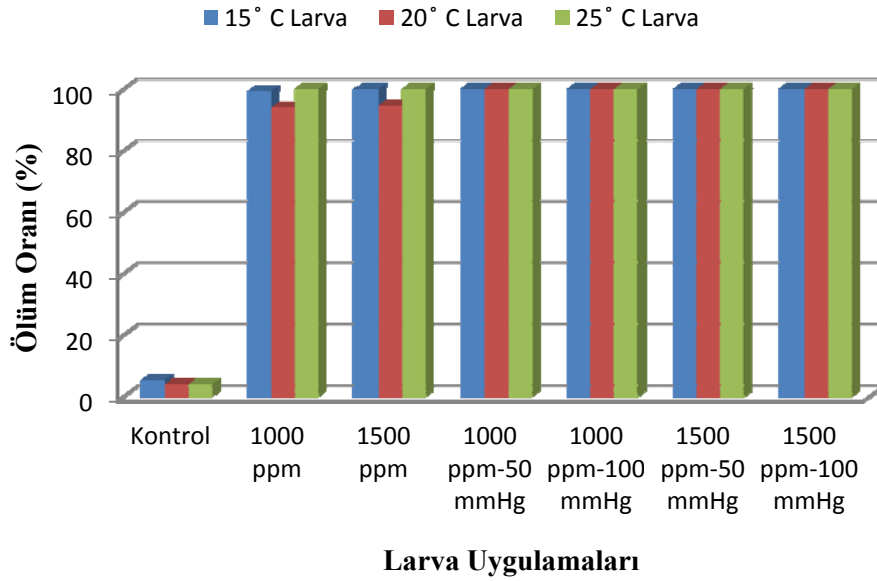


Şekil 4. 6 *Callosobruchus chinensis*' in yumurtalarında 25 °C'de 1500 ppm fosfin ve 50,100 mmHg ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 25 °C sıcaklık ve %60 orantılı nem koşullarında 1500 ppm fosfin gazının; 1500 ppm PH₃+50 mmHg ve 1500 pmm PH₃+100 mmHg şeklinde yapılan fosfin+vakum düzeylerinin birlikte uygulanması sonucunda 24-48 saatlik yumurtaların diğer yaştaki yumurtalara göre daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

4.2 Larva

Denemeler yumurta evresi dâhil 20 günlük larva evresi ile yürütülmüştür. Deneme başlangıcından 4-5 gün öncesinde her bir deneme için 4'er tekerrür olacak şekilde deneme kaplarına stereo binoküler mikroskop altında 30'ar tane larva evresine geçmiş bulunan nohut alınmıştır. Denemeler 15, 20, 25°C sıcaklıklarda, 1000 ve 1500 ppm fosfin gazı konsantrasyonlarında, 50 ve 100 mmHg vakum düzeylerinde 24 saat süresince yürütülmüştür. Uygulama süresi sonunda larva evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafik halinde şekil 4.7' de verilmiştir.

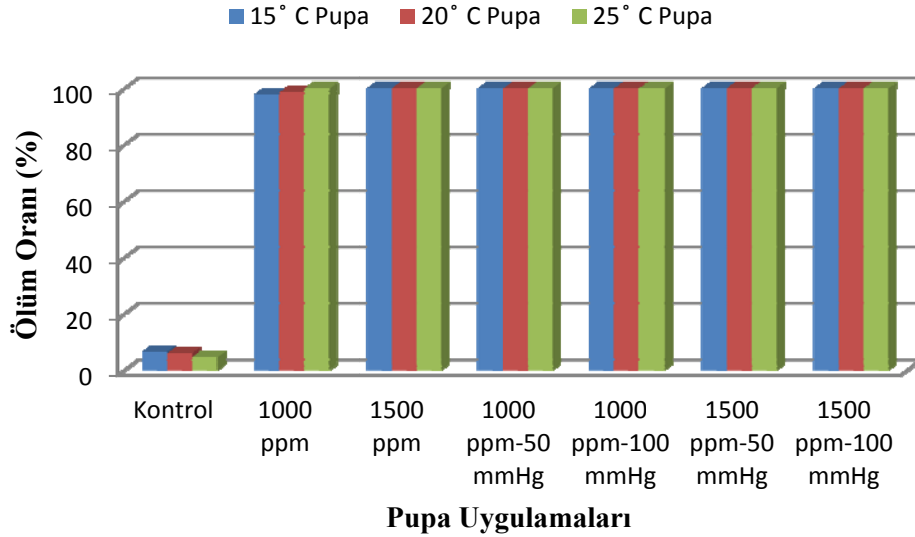


Şekil 4. 7 *Callosobruchus chinensis*' in larvalarında 15, 20, 25 °C'de farklı doz ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 15 ve 25 °C sıcaklıklarda larva evresine yapılan bütün uygulamalarda %100 ölüm görülürken, 20 °C sıcaklıkta 1000 ve 1500 ppm fosfin gazı uygulamalarında sırasıyla %94, %94.67 ölüm görülmüştür. Kontrollerde 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda ölüm oranı sırasıyla %5.33, %4 ve %4 olarak belirlenmiştir.

4.3 Pupa

Denemeler yumurta evresi dâhil 28 günlük pupa evresi ile yürütülmüştür. Deneme başlangıcından 4-5 gün öncesinde her bir deneme için 4'er tekerrür olacak şekilde deneme kaplarına stereo binoküler mikroskop altında 30'ar tane larva evresine geçmiş bulunan nohut alınmıştır. Denemeler 15, 20, 25°C sıcaklıklarda, 1000 ve 1500 ppm fosfin gazı konsantrasyonlarında, 50 ve 100 mmHg vakum düzeylerinde 24 saat süresince yürütülmüştür. Uygulama süresi sonunda pupa evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafik halinde Şekil 4.8' de verilmiştir.

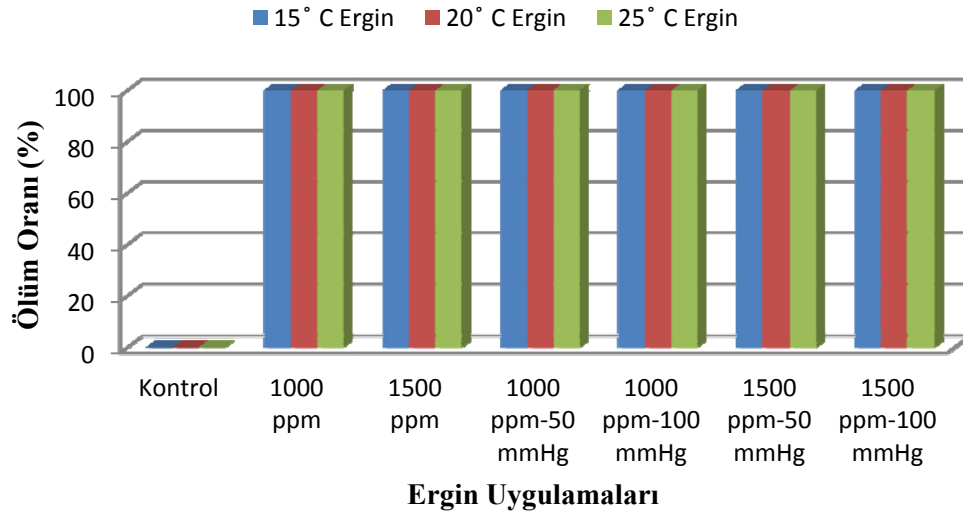


Şekil 4. 8 *Callosobruchus chinensis*' in pupalarında 15, 20, 25 °C'de farklı doz ve vakum altında ölüm oranları (%)

Yapılan çalışma sonuçlarına göre 25 °C sıcaklıkta pupa evresine yapılan bütün uygulamalarda %100 ölüm görülürken, 15 ve 20 °C sıcaklıklarda 1000 ppm fosfin gazı uygulamasında sırasıyla %98, %98.67 ölüm görülmüştür. Kontrollerde 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda ölüm oranı sırasıyla %6.67, %6 ve %4.67 olarak belirlenmiştir.

4.4 Ergin

Farklı doz uygulamaları sonunda 0 – 24 saatlik ergin evresinde belirlenen ölüm oranlarına ilişkin veriler grafik olarak Şekil 4.9’ da verilmiştir. Kontrollerde 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda ölüm oranı %0.0 olarak belirlenirken, yapılan fosfin ve fosfin+ vakum uygulamalarında %100 ölüm görülmüştür.



Şekil 4. 9 *Callosobruchus chinensis*' in erginlerinde 15, 20, 25 °C'de farklı doz ve vakum altında ölüm oranları (%)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada özellikle depolanan baklagillerde çok büyük zararlara yol açan önemli zararlılardan *Callosobruchus chinensis*' in savaşımında 24 saatlik uygulama süresinde fosfin gazından vakum altında yararlanma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla 15, 20, 25°C sıcaklıkta 1000, 1500 ppm fosfin gazı ve 50, 100 mmHg vakum düzeyleri kullanılarak yapılan denemelerin sonuçlarına göre 24 saatlik uygulama süresinde gerçekleşen ölümler belirlenmiştir. Çalışma zararlının değişik yaşlardaki yumurta (0-24, 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik), larva (20 günlük), pupa(28 günlük) ve ergin (0-24 saatlik) evreleri ile yürütülmüştür.

Araştırmamızda yumurta evresindeki çalışma 0-24, 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik yaş gruplarında yürütülmüştür. Farklı yaş gruplarında çalışma amacımız fosfinin vakum altında etkinliğine hassasiyetin farklılığının olup olmadığının belirlenmesi olmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar (Şekil 4.1-4.6) incelendiğinde 15°C sıcaklıkta yapılan tüm uygulamalarında 24-48 saatlik yumurtaların en dayanıklı yaş grubu olduğu belirlenmiştir. 20°C sıcaklıkta 1000 ppm fosfin gazı ve bu dozun 50, 100 mmHg vakum ile birlikte uygulanması sonucu 48-72 saatlik yumurtalar en dayanıklı olarak belirlenirken; 1500 ppm fosfin gazı ve bu dozun 50, 100 mmHg vakum ile birlikte uygulanması sonucu 24-48 saatlik yumurtalar en dayanıklı olarak belirlenmiştir. 25°C sıcaklıkta yaptığımız uygulamalara baktığımızda ise tüm uygulamalarında 24-48 saatlik yumurtaların en dayanıklı evre olduğu, bunun yanı sıra 72-96 saatlik yumurtalarda %100 ölüm gerçekleştiği görülmüştür. Benzer bulgular literatürde de verilmektedir. Bell (1976), *Ephestia elutella* (Hübner), *E. kuehniella* (Zeller), *E. cautella* (Walker) ve *Plodia interpunctella* (Hübner)' nin farklı evreleri üzerine 25°C sıcaklıkta 0,2 mg/l PH₃ konsantrasyonunda (144 ppm) farklı uygulama sürelerinin PH₃'e olan hassasiyetlerini araştırmıştır. Genç yumurtaların yaşlı olanlarına kıyasla daha dayanıklı olduğunu belirlenmiştir. Philips vd. (2000), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Plodia interpunctella* (Hübner) ve *Rhizopertha dominica* (F.) ' nin yumurta, larva, pupa ve ergin evrelerine 25, 33, 37 ve 40°C sıcaklıklarda 32,5 mmHg vakumu değişik sürelerde uygulamışlardır. Çalışılan üç türün de 25°C ortam sıcaklığında ergin evresinin vakuma hassas olduğunu ve mutlak ölüm için gereken sürenin 3 saat olduğunu bildirmişlerdir. *Rhizopertha*

dominica'nın yumurta evresinin çalışılan türler ve evreleri içerisinde en dayanıklı evre olduğunu bildirmişlerdir.

Çalışmamızda larva evresinde yürütülen denemelerde 20 günlük (yumurta evresi dahil) larvalar kullanılmıştır. Araştırmamızda 15°C ve 25°C sıcaklıklarda yapılan doz uygulamalarında larvalarda mutlak ölüm belirlenmiştir. 20°C sıcaklıkta yapılan 1000 ve 1500 ppm fosfin uygulamasında sırasıyla % 94, % 94.67 ölüm belirlenirken, fosfin ve vakumun birlikte uygulanmasında mutlak ölüm görülmüştür (Şekil 4.7). Pupa evresinde yürütülen denemelerde 28 günlük pupalar kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre 1000 ppm fosfin uygulamasında 15 °C ve 20 °C sıcaklıklarda sırasıyla % 98, % 98.67 ölüm görülürken, 25°C sıcaklıkta yapılan doz uygulamalarında mutlak ölüm görülmüştür (Şekil 4.8). Benzer şekilde, El- Lakwah vd. (1991), *Sitotroga cerealella*'nın larva ve pupa evreleri üzerine 28 °C sıcaklıkta 2, 4, 8, 24 saatlik uygulama sürelerinde fosfinin etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada %50 oranda ölüm 24 saatlik uygulamada larva evresinde 10.2 mg/l fosfin konsantrasyonunda, pupa evresinde ise 20.5 mg/l fosfin konsantrasyonunda ölüm belirlenmiştir. Calderon vd. (1966), depolanmış ürün zararlısı 6 türün larva ve ergin ölümlerine vakumun etkisini (10-20 mmHg vakum); 18±1°C ve 25±1°C sıcaklıklarda, 1-5 gün ve 1-7 saatlik sürelerle vakum altında tutarak incelemişlerdir. Araştırmacılar *Ephestia cautella* (Walker)'nın (Lepidoptera:Pyralidae) erginlerinin düşük basınca hassasiyetini en hassas olarak belirlemişlerdir. Düşük basınca olan hassasiyetin azalan sırasına göre *Oryzaephilus surinamensis* (L.)'in erginleri, *Tribolium castaneum* (Hbst.) (Tenebrionidae: Coleoptera)'un erginleri, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae)'un erginleri, *Tribolium castaneum* (Hbst.)'un larvaları, *Trogoderma granarium* Everts (Dermestidae: Coleoptera)'un larvaları ve *Sitophilus oryzae* (L.)'nin (Coleoptera:Curculionidae) erginleri olduğu bildirilmektedir. *Callosobruchus maculatus* (F.) larvaları ve *Sitophilus oryzae* (L.) larvaları özellikle tane içerisinde gelişimini sürdürdüğü için vakuma oldukça dirençli olduğu tespit edilirken, çalışılan diğer türlerin tümünün larva ve ergin evrelerinde mutlak ölüm için gereken süre 120 saat olarak saptanmıştır. Yaptığımız uygulamalarda larva evresinin ergin evresine göre daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir.

0-24 saatlik ergin evresinde kontrollerde 15°C, 20°C ve 25°C sıcaklıklarda ölüm oranı %0.0 olarak belirlenirken, yapılan fosfin ve fosfin+ vakum uygulamalarında %100 ölüm görülmüştür (Şekil 4.9).

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 türünde ergin evresinin en hassas evre olduğunu bildirmektedirler. Benzer şekilde, Deasmarchelier (1984)'de, 19°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 PH₃' in değişik düzeylerdeki konsantrasyonlarında yürüttüğü çalışmasında ergin evrenin diğer evrelere oranla daha hassas olduğunu bildirmektedir. Hasan ve Reichmuth (2004), *Acanthoscelides obtectus*'un erginleri üzerinde yapılan fosfin uygulamalarını; 25 °C'de ve %65 nemde gerçekleştirmişlerdir. 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. Navarro ve Calderon (1972), *Ephestia cautella* (Wlk.) erginlerinde 100, 200, 300 ve 400 mmHg vakumun etkilerini 26±1°C sıcaklıkta ve %70±5 orantılı nemde araştırmışlardır. Ergin ömrünün vakum düştükçe kısaldığını, böylece bırakılan yumurta miktarının da azaldığı bildirilmektedir. Bizim yaptığımız çalışmada da en hassas evrenin ergin evresi olduğu belirlenmiştir.

Araştırmamızda yumurta (0-24, 24-48, 48-72 ve 72-96 saatlik), larva (20 günlük), pupa (28 günlük) ve ergin (0-24 saatlik) evrelerine karşı 15, 20, 25°C sıcaklıkta % 60 orantılı nem koşullarında 1000, 1500 ppm fosfin gazı konsantrasyonları ve bu konsantrasyonlarla birlikte 50 ve 100 mmHg vakum seviyelerinin uygulanması sonucunda en dayanıklı 24-48 saatlik yumurta evresinin olduğu belirlenmiştir. Hassasiyetin artan sıra ile 48-72 saatlik yumurta, 0-24 saatlik ve 72-96 saatlik yumurta, larva, pupa ve ergin evresi olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, kuru baklagilin en önemli zararlılarından biri durumundaki *Callosobruchus chinensis* (L.) (Bruchidae: Coleoptera) ile ilgili olarak literatürde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile depolanmış baklagillerde önemli düzeyde tahribata neden olan *Callosobruchus chinensis*' e karşı fosfin gazının vakum altında kullanımı araştırılmıştır. Bu nedenle çalışmamız konu ile ilgili yapılan ilk çalışmadır. Tarımsal ürünün ve gıdanın depolanmış ürün zararlılarından korunması üretici, işletme ve ihracatçılar için yaşamsal öneme sahiptir. Genel olarak baklagillerin hasattan sonra depolandığı, daha sonra araçlar tarafından satın alındığı ve paketleme tesislerinde eleme, sınıflama işlemi yapıldıktan sonra ambalajlandığı; daha sonra tüketici tarafından alınıncaya kadar paketlenmiş olarak toptancı ve market raflarında tutulduğu, tüketici koşullarında tüketilinceye kadar ambalajlı veya ambalajsız olarak tutulduğu bilinmektedir. Baklagillerde depolanmış ürün zararlılarına karşı rutin bir mücadele olmamasına rağmen, sıklıkla toptancıda ya da paketleme tesislerinde fosfin ile fümigasyona tabii tutulduğu bilinmektedir. Fümigasyonun uygun olmayan koşullarda yürütülmesi sonucu zararlının özellikle yumurta evresinin canlı olarak paketlenmiş ürüne geçebilmektedir. Bu yüzden markette ya da tüketici aşamasında zararlının zararı sonucu şikâyetler söz konusu olabilmektedir.

Çalışmamız *Callosobruchus chinensis* ile savaşmada fosfinin vakumla birlikte kullanımı bakımından ülkemizde yürütülen ilk araştırma niteliğindedir. Bundan sonra yapılacak çalışmalara ışık tutması açısından sıcaklığın artırılması, sürenin uzatılması, fosfin dozunun artırılmasıyla birlikte farklı vakum düzeylerinin uygulanması etkinliğin artırılması açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adak, M. S., Güler, M. ve Kayan, N. 2010. Yemelik Baklagillerin Üretimini Artırma Olanakları. Türkiye Ziraat Müh. VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı 1: s. 329-341.
- Andersen, M.P.S. 2009 Sulfuryl Fluoride: Atmospheric Chemistry And Global Warming Potential. Methyl Bromide Alternatives and Emissions Research Conference, San Diego, CA pp: 1-1.
- Back, E.A. and Cotton, R.T. 1925. The use of vacuum for insect control. J. Agric. Res. Vol. 31: pp. 1035-1041.
- Bell, C.H. 1976. The tolerance of developmental stages of four stored product moths to phosphine. J. of Stored Prod. Res. Vol. 12, pp.76-86.
- Boxall, R.A. 2001. Post-harvest losses to insect-a world overview. International Biodeterioration&Biodegradation Vol. 48, pp.137-152.
- Calderon, M., Navarro, S. and Donahaye, E. 1966. The effect of low pressures on the mortality of six stored-product insect species. Journal of Stored Product Research. Vol. 2, pp.135-140.
- Cline, L.D. and Highland, H.A. 1987. Survival of four species of stored-product insects confined with food in vacuumized and unvacuumized film pouches. Journal of Economic Entomology. Vol. 80:1: pp.73-76.
- 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 57p.
- Doharey, R.B., Katiyar, R.N. and Singh, K.M. 1983. Ecotoxicological studies on pulse beetles infesting green gram. Bull. Grain Tech., Vol.21: pp. 110-114.).
- 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.Vol. 98 (1) pp. 92-102.

- 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, p. 88 (1-2).
- Finkelman, S., Navarro, S., Rindner, M., Dias, R. and Hezy, T. 2003a. Practical aspects to the use of vacuum as a method to control storage insects. MBAO 2003, NO 74, 2003 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions.
- Finkelman, S., Navarro, S., Rindner, M., Dias, R. and Azrieli, A. 2003b. Effect of low pressures on the survival of cocoa pests at 18°C. *Journal of Stored Products Research*. Vol. 39, pp. 423-431.
- Finkelman, S., Navarro, S., Rindner, M., Dias, R. and Azrieli, A. 2004. Effect of low pressures on the survival of three cocoa pests at 30°C. *Journal of Stored Products Research*. Vol. 40 (5), pp.499-506.
- Finkelman, S., Navarro, S., Rindner, M. and Dias, R. 2006. Effect of low pressure on the survival of *Trogoderma granarium* Everts, *Lasioderma serricorne* (F.) and *Oryzaephilus surinamensis* (L.) at 30°C. *Journal of Stored Products Research*. Vol. 42, pp.23-30.
- 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, CH. 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.
- Mbata, G.N. and Phillips, T.W. 2001. Effects of temperature and exposure time on the mortality of stored-product insects exposed to low pressure. *Journal of Economic Entomology*. 94(5), 1302-1307.
- Mbata, G.N., Phillips, T.W. and Payton, M. 2004. Mortality of eggs of stored-product insects held under vacuum: effects of pressure, temperature, and exposure time. *Journal of Economic Entomology*. 97(2), 695-702.

- Mbata, G.N., Johnson, M., Phillips, T. W. and Payton, M., 2005. Mortality of Life Stages of Cowpea Weevil (Coleoptera: Bruchidae) Exposed to Low Pressure at Different Temperatures. *Journal of Economic Entomology*. 98(3): 1070-1075.
- Mortazavi, H. 2010. *Callosobruchus chinensis* (L.) (Col:Bruchidae) ile Savaşımında Vakumdan Yararlanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar. Yüksek lisans tezi (basılmamış). Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Navarro, S. and Calderon, M. 1972. Exposure of *Ephestia cautella* (Wlk.) (Lepidoptera, Phycitidae) to low pressures: effects on adults. *Journal of Stored Product Research*. Vol. 8, 209-212.
- Navarro, S., Finkelman, S., Donahaye, E., Dias, R., Miriam R. and Azrieli, A. (2001) Integrated storage pest control methods using vacuum or CO₂ in transportable systems. Meeting of the IOBC WPRS / OILB SROP working group integrated protection of stored products (eds. A. Cornel and S. Navarro), p. 31 Lisbon, Portugal.
- Navarro, S., Finkelman, S., Sabio, G., Isikber, A., Dias, R., Rindner, M. and Azrieli, A. 2002. Quarantine treatment of storage insect pests under vacuum or CO₂ in transportable systems. Proceeding of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide (eds. T.A. Batchelor and J.M. Bolivar), pp. 130-134 Sevilla, Spain. European Commission, Brussels, Belgium.
- 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.
- Phillips, T.W., Mbata, G.N., Noyes, R.T., Villers, P., Trubey, R., Raudales, R., Navarro, S., Donahaye, J. and deBruin, T. 2000. Application of vacuum to control postharvest insect pests. pp. 83-1-82-2. In G.L. Obenauf and R. Obenauf (eds.), Proceedings, 2000 Annual International Research Conference on Methyl Bromide Alternatives and Emissions Reductions, 6-9 November 2000, Orlando, FL.

- Sherma, S.S. 1889. Review of literature of the losses caused by *Callosobruchus* species (Bruchidae: Coleoptera) during storage of pulses. Bull. Grain Technol., 22: 62-68.
- Solomon, M. D. 1951. Control of humidity with potassium hydroxide, sulphuric acid or other solutions. Bull. Ent. Res., 42, 543-554.
- Thorton, B.C. and Sullivan, W.N. 1967. Effects of a high vacuum on insect mortality. Journal of Economic Entomology. Vol. 57:6, 852-854.
- 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.
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Emine KARAKUŞ

Doğum Yeri : Kalecik

Doğum Tarihi : 17.07.1986

Medeni Hali : Bekâr

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Çankaya Kılıçarslan Lisesi (2000-2003)

Lisans : Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma
Bölümü (2005-2009)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma
Anabilim Dalı (Eylül 2009- Haziran 2012)