

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BENİN KÖKENLİ BAZI AROMATİK BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU
YAĞLARIN MISIR BİTİ, *SITOPHILUS ZEAMIS* MOTSCHULSKY
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİ

Mistouriath ZAKARI TOURE

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI

ANKARA

2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BENİN KÖKENLİ BAZI AROMATİK BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN UÇUCU YAĞLARIN MISIR BİTİ, *SITOPHILUS ZEAMAI*S MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) ÜZERİNDEKİ ETKİNLİĞİ

Mistouriath ZAKARI TOURE

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mevlüt EMEKÇİ

Batı Afrika'da tahıl ve yemeklik baklagillerin depolanmasında böceklerden kaynaklanan yüksek kayıplar yaşanmaktadır. Mücadelede yoğun şekilde kullanılan sentetik toksik insektisitlerin neden olduğu direnç gelişimi ile insan ve çevre sağlığı sorunları alternatif yöntemlerin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Buradan hareketle, bu tezde, depolanmış ürün zararlısı böceklerle mücadelede toksik insektisitlere alternatif olarak, Benin'den (Afrika) temin edilen *Cymbopogon citratus* Stapf., *Ocimum gratissimum* L., ve *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh bitkilerinden hidrodistilasyon yöntemiyle elde edilen uçucu yağların 1-2 haftalık *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) Motschulsky erginleri üzerindeki kontakt, fümigant ve repellent etkinliği laboratuvarında 25°C sıcaklık ve %65 ± %5 orantılı nemde araştırılmıştır. PVC kaplarda (40 ml) gerçekleştirilen kontakt toksisite denemelerinde elde edilen en yüksek ölüm oranı; *Eucalyptus camaldulensis* için 20 µl yağ/20 g mısır dozunda % 99±0,78 (F1 ergini gelişimi kaydedilmemiştir); *Ocimum gratissimum* için 50 µl yağ/20 g mısır dozunda 14. günde %90±2,24 (F1 ergin 2,6±0,81 adet olmuştur); *Cymbopogon citratus* için 50 µl yağ/20 g mısır dozunda % 84,25±4,4 (F1 ergin 1,5±0,5 adet olmuştur) olarak gerçekleşmiştir. Cam kavanozlarda (1000 ml) gerçekleştirilen fümigant etkinlik denemelerinde, ölüm oranı her üç uçucu yağda da konsantrasyon artışıyla artmış; en yüksek ölüm oranı, *Eucalyptus camaldulensis* için 100 µL/1000 ml kavanoz konsantrasyonunda %96,88±2,1; *Cymbopogon citratus* için 250µL/1000 ml kavanoz konsantrasyonunda %90±5,4, ve *Ocimum gratissimum* için 100 µL yağ/1000 ml kavanoz konsantrasyonunda %10,83±2,94 olmuştur. PVC petri kaplarında (9 cm²) gerçekleştirilen repellent etkinlik denemelerinde, *Eucalyptus camaldulensis*, *Ocimum gratissimum* ve *Cymbopogon citratus* uçucu yağlarında en yüksek repellent etki 100 µl yağ/4,5cm² konsantrasyonunda sırasıyla %45, %85 ve %72,5 olmuştur. Elde edilen sonuçlar her üç yağın kontakt, fümigant ve repellent olarak depolanmış ürün zararlılarına karşı etkili olduğunu göstermektedir.

Eylül 2023, 51 sayfa

Anahtar kelimeler: Mısır, *Sitophilus zeamais*, esansiyel yağlar, kontakt-fümigant-repellent etkinlik, ölüm oranı, F1 ergin gelişimi

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFICACY OF VOLATILE ESSENTIAL OILS OBTAINED FROM SOME AROMATIC PLANTS OF BENIN AGAINST THE MAIZE WEEVIL, *SITOPHILUS ZEAMAI* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Mistouriath ZAKARI TOURE

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

Supervisor: Prof.Dr. Mevlüt EMEKÇİ

In West Africa, high losses caused by insects are experienced in grains and legumes storage. The development of pest resistance, and human&environmental health issues caused by synthetic toxic insecticides used extensively, necessitate the development of alternative methods. From this point of view, in this thesis, as an alternative to toxic insecticides in controlling stored products pests, the contact & fumigant toxicity and repellency of the essential oils extracted-by hydrodistillation- from *Cymbopogon citratus* Stapf., *Ocimum gratissimum* L., and *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh of Benin (Africa) origin, were investigated against 1-2 weeks old *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) Motschulsky adults at 25°C, and 65% ± 5% R.H. The highest mortality rates recorded in contact toxicity tests performed in PVC vials (40 ml) were 99±0.78% for *Eucalyptus camaldulensis* applied at 20 µl oil/20 g corn dose (no F1 adult development was recorded); 90±2.24% for *Ocimum gratissimum* applied at 50 µl oil/20 g corn dose (F1 adult number was 2.6±0.81) on 14 day after treatment, and 84.25±4.4% for *Cymbopogon citratus* applied at 50 µl oil/20 g corn dose (F1 adult number was 1.5±0.5). In fumigant toxicity tests performed in glass jars (1000 ml), mortality rate increased with increasing concentration of all three essential oils. The highest mortality rate was 96.88±2.1% for *Eucalyptus camaldulensis* at 100 µL oil/1000 ml jar; 90±5.4% for *Cymbopogon citratus* at 250µL oil/1000ml jar, and 10.83±2.94% for *Ocimum gratissimum* at 100µL oil/1000ml jar. In repellency tests performed in PVC Petri Dishes (9 cm² arena), the highest repellency rates for *Eucalyptus camaldulensis*, *Ocimum gratissimum* and *Cymbopogon citratus*, each applied at 100 µl oil/4.5cm² arena, were 45%, 85% and 72.5%, respectively. Our results show that all three oils can be effective against stored product pests in terms of contact&fumigant toxicity and repellency.

September 2023, 51 pages

Keywords: Corn, *Sitophilus zeamais*, Essential oils, Contact and Fumigant toxicity, Repellency, Mortality rate, F1 Adult development

TEŞEKKÜR

Tüm Yüksek Lisans eğitimim süresince katkıları nedeniyle Danışmanım Prof. Dr. Mevlüt EMEKCI'ye, gene bu süreçte, tavsiyeleri için Prof. Dr. A. Güray FERİZLİ'ye (Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Anabilim Dalı) teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Nesrin ORMANOĞLU'na ve diğer çalışma arkadaşlarıma da teşekkür ederim. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine, ders aldığım eğitimimizin mimarları olan hocalarıma, ayrı ayrı teşekkür ederim.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK 121N259 numaralı "Sürdürülebilir Tarım Ürünü Üretimi için Biyo-Pestisit Ve -Herbisitlerin Geliştirilmesi" başlıklı proje tarafından desteklenmiştir.

Mistouriath ZAKARI TOURE

Ankara, Eylül 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
TEŞEKKÜR	iv
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1 Uçucu Yağlar Hakkında Genel Bilgiler	5
2.1.1 Terpenoidler	5
2.1.2 Monoterpenler	6
2.1.3 Seskiterpenler	6
2.1.4 Aromatik bileşikler	6
2.1.5 Çeşitli kökenlerden bileşikler.....	6
2.2 Uçucu yağların biyopestisit olarak kullanılması	6
2.2.1 Böcek öldürücü aktiviteden sorumlu uçucu yağların kimyasal bileşimi	7
2.2.2 Uçucu yağların tahıl zararlıları üzerindeki etki şekli.....	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1 Materyal.....	11
3.1.1 Mısır	11
3.1.1.1 Benin’de mısırın depolanması.....	11
3.1.1.2 Geleneksel depolama birimleri	12
3.1.1.3 Benin'de hasat sonrası sistemlerin iyileştirilmesi.....	13
3.1.2 <i>Sitophilus zmais</i> motschulsky.....	13
3.1.2.1 Mısır bitinin tanımı, sınıflandırması, yayılışı, biyolojisi ve zararı	14
3.1.3 Uçucu yağların elde edildiği bitkisel materyal	16
3.1.3.1 <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf, 1906	17
3.1.3.2 <i>Ocimum gratissimum</i> Linne, 1753	18
3.1.3.3 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnhardt	19
3.2 Yöntem	21

3.2.1 Kontakt toksisite tenemeleri.....	21
3.2.2 Fümigant toksisite denemeleri	21
3.2.3 Repellent etki denemeleri	21
3.2.4 İstatistik analizler	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	23
4.1 Kontakt Toksisite Bulguları.....	23
4.2 Fümigant Toksisitesi Denemeleri.....	31
4.3 Repellent Etki Denemeleri.....	34
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	355
KAYNAKLAR	422
ÖZGEÇMİŞ.....	51

KISALTMALAR DİZİNİ

°C	Santigrat derece
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
F1	Yeni nesil ergin
GTZ	German Technical Cooperation
IITA	International Institute of Tropical Agriculture
ml	Mililitre
µL	Mikrolitre
STK	Sivil Toplum Kuruluşu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Geleneksel (sol) ve iyileştirilmiş (sağ) kapalı toprak tahıl ambarları (Guirguisso, 2003).	13
Şekil 3.2 Mısır biti (<i>Sitophilus zeamais</i>) (Jörg, 2004)	13
Şekil 3.3 Şekil 3.3 Hidrodistilasyonun kurulumu (Rivera, 2006).....	16
Şekil 3.4 <i>Cymbopogon citratus</i> (Anonim, 2007)	17
Şekil 3.5 <i>Ocimum gratissimum</i> (Orjinal)	18
Şekil 3.6 <i>E. Camaldulensis</i> Dehnhardt 'in yaprak (sol) ve meyveleri (sağ) (Yaovi, 2015)	20

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi	232
Çizelge 4.2 <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*	24
Çizelge 4.3 Mısır tanelerine farklı dozlarda uygulanan <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktının <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*	24
Çizelge 4.4 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki F1 ergin gelişimine etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi	25
Çizelge 4.5 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus zeamais</i> erginlerinde F1 ergin gelişimi	25
Çizelge 4.6 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Ocimum gratissimum</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi	26
Çizelge 4.7 <i>Ocimum gratissimum</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*	27
Çizelge 4.8. Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Ocimum gratissimum</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki F1 ergin gelişimine etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi	27
Çizelge 4.9 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Ocimum gratissimum</i> ekstraktına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus zeamais</i> erginlerinde F1 ergin gelişimi*	28
Çizelge 4.10 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi	28
Çizelge 4.11 <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*	29
Çizelge 4.12 Mısır tanelerine farklı dozlarda uygulanan <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktının <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*	30
Çizelge 4.13 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktının farklı uygulama sürelerinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki F1 ergin gelişimine etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi	30
Çizelge 4.14 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktına 21 gün süreyle maruz bırakılan <i>Sitophilus zeamais</i> erginlerinde F1 ergin gelişimi*	31

Çizelge 4.15 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktının 48saat uygulama süresinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	31
Çizelge 4.16 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan <i>Eucalyptus camaldulensis</i> ekstraktının 24 saat uygulama süresinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi *	32
Çizelge 4.17 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktının 48 saat uygulama süresinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	32
Çizelge 4.18 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan <i>Cymbopogon citratus</i> ekstraktının 48 saat uygulama süresinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi *	33
Çizelge 4.19 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan <i>Ocimum gratissimum</i> ekstraktının 48 saat uygulama süresinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi.....	33
Çizelge 4.20 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan <i>Ocimum gratissimum</i> ekstraktının 48 saat uygulama süresinde <i>Sitophilus zeamais</i> erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi *	34
Çizelge 4.21 Uçucu yağların repellent etkinlikleri (%).....	34

1. GİRİŞ

Gıda güvenliği, herhangi bir ülkenin kalkınması için karşılaması gereken ilk kıstaslardan biridir (FAO, 2012) . Son yıllarda dünya ve özellikle de gelişmekte olan ülkeler giderek akut hale gelen bir gıda krizi ile karşı karşıyadır. Gelişmekte olan ülkelerde, örneğin Benin’de bu durum, mısır, pirinç ve börülce gibi depolanmış gıda maddeleri başta olmak üzere temel gıda maddelerinin fiyatlarının enflasyon neticesinde sürekli yükselmesine bağlı olarak satın alma zorluğu ve ülke ekonomisinin olumsuz etkilenmesi şeklinde yaşanmaktadır (Adrao, 2006).

Mısır bitkisi Benin’de 1.267.159 ha alanda 1.611.615 ton üretim ile en çok yetiştirilen üründür (FAO, 2020). Kırsal ve kentsel alanlarda her gün çeşitli şekillerde tüketilen ve halkın beslenmesinde önemli yer tutan bir ürün olan mısır hayvan beslenmesinde de önemli yere sahiptir. Mısır bitkisi ayrıca alkol, yapıştırıcı, bisküvi, ekmek, margarin vb. çeşitli ürünlerin üretiminde sanayide aranan bir üründür (Chaffa, 2012).

Benin’in hem gıda gereksiniminin karşılanması ve hem de dış satımı açısından depolanmış ürünleri nicelik ve nitelik olarak pazarın gereksinimlerine uygun şekilde muhafaza etmek gerekmektedir (Worou vd., 2016).

Yetersiz besin tedarikinin tek nedeni gıda kıtlığı değildir, hasat sonrası kayıplar da önemli bir rol oynamaktadır. Sahra altı Afrika’da, tarımsal ürünlerin hasat sonrası kayıplarının %5-18 civarında olduğu tahmin edilmektedir (Hodges, 2014).

Benin’de kalkınmayı teşvik etmek, gıda güvenliğini ve ticaretini sağlamak için tarım sisteminin çeşitli bileşenlerini sağlıklı biçimde yönetmek mutlak bir zorunluluktur(Gbeho., 2015). Bu bağlamda besin maddelerinin ve tohumlukların sağlıklı olarak depolanması çok önemlidir (Hall., 1971). Hijyen, ürünün kurutulması ve iyi depolama yöntemleri, depolama sürecindeki kayıpları tam olarak önlemek için her zaman yeterli olamamaktadır (De Groot vd., 2004). Biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisiyle ürünlerde sıklıkla ciddi kayıplarla karşılaşmaktadır. Biyotik faktörler arasında zararlı böcekler ve funguslar (FAO, 2009) bulunurken, hasat sonrası kayıpların oranını etkileyen

abiyotik faktörler ise sıcaklık ve nem olarak ortaya çıkmaktadır (Paola vd., 2008). Bu iki faktör arasındaki etkileşim depolama sürecindeki kayıpların boyutunu belirlemektedir (Cairns-Fuller vd., 2005).

Mısırın depolanması için kullanılan yapılar, geleneksel, gelişmiş ve modern olmak üzere birkaç farklı tiptedir. Benin'in kuzeyinde, en çok kullanılanlar ağırlıklı olarak geleneksel ve geliştirilmiş yapılardır. Tüccarlar tarafından kullanılan depolar da bulunmaktadır. Mısırın depolanması için kullanılan yapılar, geleneksel, gelişmiş ve modern olmak üzere birkaç farklı tiptedir. Benin'in kuzeyinde, en çok kullanılanlar ağırlıklı olarak geleneksel ve geliştirilmiş yapılardır. Tüccarlar tarafından kullanılan depolar da bulunmaktadır.

Hasat sonrası sistem, oldukça dinamik ve karmaşık bir süreci ifade etmektedir. Ürünün hasatından tüketimine veya nihai kullanımına kadar korunması amacıyla organize edilmiştir” (Diop vd, 1997). Dolayısıyla bu sistemler, üreticilerin karşılaştığı çok sayıda teknik ve sosyo-ekonomik faktör arasındaki etkileşim nedeniyle çok karmaşıktır. Sistemin merkez unsuru depolama yapılarıdır. Kırsal mısır depolamada bu yapılar “demode” ve agro-iklim koşullarına bağlı olarak bölgeden bölgeye değişiklik göstermektedir (Fiagan vd, 1995). IITA tarafından yürütülen araştırmalara göre, Benin'deki mısır üreticilerinin %75'i, bitkisel malzemelerden yapılmış geleneksel tahıl ambarlarını kullanmaktadır.” Yarı modern ve modern yapılar, çiftçilerin ürün depolamak için kullandıkları kalıcı ya da kalıcı olmayan malzemelerden yapılmış yapılardır. Modern yapılar, Sivil Toplum Kuruluşları (STK), ve özel sektör tarafından yapılan ve depo standartlarını karşılayan kalıcı depolama birimleridir. Ücretli kullanım için bu depolar, ticari olarak işletilmektedir. Bu kategoride GTZ (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) 'nin desteğiyle ulusal düzeyde popüler hale gelen yapılar yer almaktadır (Diop vd, 1997). Bunlar örgü duvarlı ve sac çatılı dikdörtgen hücrelerdir. Daha sonra, inşaat maliyetini azaltmak için metal levhaların ve tel örgülerin yerine yerel malzemeler (ahşap direkler, kamışlar) kullanılmıştır (Ahanhazo, 1974). Diğer depolama ve muhafaza birimleri içinde polietilen çuvallar tane mısırın depolanması ve muhafazası için çokça tercih edilmektedir. Depolar, koçanlı veya tane mısırın depolanması ve muhafazası için kullanılan tesislerdir. Tane mısır depolanmadan önce torbalanmaktadır. Tane mısırın depolanmasında farklı kapasitelerdeki damacanalara, fiçiler ve eski bitkisel yağ tenekeleri gibi muhtelif kaplar da sıklıkla kullanılmaktadır. Çok benimsenen bu tip birimlerin önemi

sızdırmazlıklarıdır. Bu kaplar, hava geçirmez şekilde kapatılmadan önce ağzına kadar iyi kurutulmuş tane mısırla doldurulur. Burada depolanan miktar çok büyük değildir ve sadece günlük tüketim için ayrılmıştır.

Depolanmış tahıl ve baklagillerdeki böcek zararı, Afrika'da pek çok araştırmaya konu olmuştur. Bu böceklerin zararı sonucunda birçok Afrika ülkesinde nüfusun gıda ve beslenme ihtiyaçları tam olarak karşılanamamaktadır. *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitotroga cerealella* (Oliv.) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lepidoptera: Pyralidae) ve özellikle *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrychidae) depolanmış tahılların Afrika ülkelerindeki en önemli zararlılarıdır. Diğer ürünler gibi, pirinç de farklı dönemlerde çok sayıda böcek tarafından saldırıya uğramaktadır. Güney Benin'de pirinçte *Sitophilus oryzae* (L.), *Sitophilus zeamais*, *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Cucujidae), *Rhyzopertha dominica*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Laemophloeidae) ve *Palorus subdepressus* (Wollaston) saptanmıştır (Chougourou vd., 2017). En baskın türler *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum* ve *T. confusum* DuVal olmuştur. Burkina Faso'da depolarda *Sitophilus zeamais* ve *Rhyzopertha dominica* F. mısır için en zararlı türler arasında sayılmaktadır (Waongo vd, 2013).

Bu zararlılarla hasat sonrası mücadelede, kimyasal mücadele her zaman ana önlem olmuştur. Bununla birlikte, sentetik toksik insektisitler gıda ürünlerinde toksik kalıntı riskini artırmaktadır (Hammer vd, 1999). Tüketicilerin pestisit kalıntılarına karşı artan duyarlılığı doğal alternatiflerin kullanılmasının önemini giderek arttırmaktadır (Bankole ve Mabekoje, 2004). Benzer şekilde, gıda endüstrisi ve resmî kurumlar tarafından belirli sentetik maddelerin kullanımına getirilen kısıtlama, özellikle bitki kaynaklı olanlar gibi doğal bileşiklere yönelik, alternatif arayışlarına olan ilginin günden güne artmasına yol açmıştır (Hammer vd, 1999).

Dolayısıyla bu tezde, Benin kökenli bazı aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların depolanmış mısırın önemli bir zararlısı durumundaki *Sitophilus zeamais* üzerindeki

ekinliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaçla *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, *Ocimum gratissimum* L. ve *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh bitkilerinin uçucu yağları *Sitophilus zeamais*'e karşı 25°C sıcaklık ve %55±5 orantılı nemde kontakt, fümigant ve repellent etki yönüyle araştırılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Uçucu Yağlar Hakkında Genel Bilgiler

Bitkilerin doğal savunma maddeleri ve özellikle uçucu yağlar, iki büyük dünya savaşı sırasında sentetik kimyasal maddelerin ortaya çıkmasından çok önce böcek ilacı olarak kullanılmıştır. Uçucu yağ kullanımının ilk izleri MÖ 3000 ila 2000 yıllarında Mısır'dan gözlenmiştir. Gerçekten de, bu dönemde, aromatik bitkilerden maddeyi çıkarmak için ilkel bir damıtma biçiminin kullanıldığı görülmektedir (Jouault, 2012). Her zaman, her yerde, özellikle tropik ülkelerde, aromatik bitkiler insan yaşamında gerek dini gerekse tıbbi yönden önemli rol oynamıştır(Jouault, 2012).

Uçucu yağlar, aromatik bitkilerin farklı kısımlarından çeşitli ekstraksiyon yöntemleriyle (hidrodistilasyon, yağda bekletme, solvent vb. ile ekstrakte edilen, genellikle güçlü koku ve tatlara sahip yağlı, uçucu maddelerdir (Paul., 1979). Uçucu yağlar, genellikle bitkilerde bulunan uçucu maddeler içeren ve hazırlama sırasında az çok değişikliğe uğrayan oldukça karmaşık bileşimlere sahip ürünlerdir (Bruneton, 1999). Fransız standardı AFNOR NF T75-006'a göre, uçucu yağ "bitkisel bir hammaddeden, buharla damıtma yoluyla veya narenciye epikarpından mekanik işlemlerle elde edilen ve sulu fazdan fiziksel işlemlerle ayrılan bir ürün" olarak tanımlanmaktadır (Sylvain vd., 2011).

Uçucu yağların kimyasal bileşimi, hem mevcut bileşenlerin çok sayıda olması hem de yapılarının önemli çeşitliliği nedeniyle genellikle çok karmaşıktır. Gerçekten de, çok farklı özelliklerle karakterize edilen üç bileşen sınıfını içerirler: terpenoidler grubu, fenilpropandan türetilen aromatik bileşikler grubu ve çeşitli kökenlerden gelen bileşenler (Mustapha ve Nadia., 2007).

2.1.1 Terpenoidler

Uçucu yağlar söz konusu olduğunda, düşük moleküler kütle ile temsil edilen en uçucu terpenoidler monoterpenler ve seskiterpenlerdir(Couderc., 2001). Kimyasal formülü $C_{10}H_{16}$ olan halkalı yapıdaki uçucu maddelerdir. Bu hidrokarbonlarbitki ve çiçeklerin

yaydığı kokudan sorumludur. Bu maddeler asiklik, monosiklik veya trisiklik olabilirler. (Adjoudj, 2019).

2.1.2 Monoterpenler

Doymuş veya doymamış alifatik hidrokarbonlardır. Bu moleküller asiklik benzeri (myrcene, ocymene, vd) veya siklik (pinen, camphene, vd) ve hatta aromatik (p-cymene) olabilir, ayrıca oksijen atomu içerebilirler (Fekih vd., 2015).

2.1.3 Seskiterpenler

Bu serideki yapısal varyasyonlar, en sık karbürler, alkoller ve ketonlar olmak üzere, önceki durumdakiyle aynı niteliktedir. (Fekih vd., 2015).

2.1.4 Aromatik bileşikler

Aromatik bileşikler terpenlerden çok daha az yaygındır. Üç karbonlu bir zincire bağlı aromatik bir çekirdek ile karakterize edilen fenil-propandan (C6-C3) türetilirler (Couderc, 2001).

2.1.5 Çeşitli kökenlerden bileşikler

Uçucu yağlar hazırlanırken, bazı düşük moleküler ağırlıklı alifatik bileşikler, hidrodistilasyon sırasında taşınırlar (karbürler, asitler, alkoller, aldehitler, esterler, vb.)(Couderc, 2001).

2.2 Uçucu Yağların Biyopestisit Olarak Kullanılması

Tarımsal zararlıların yönetiminde bitkisel kökenli pestisitler özellikle gelişmiş ülkelerde gıda ürünlerinin korunmasında çok daha etkin bir rol oynayabilir (Isman, 2006). Gerçekten de, uçucu yağlar ve bileşenleri, nispeten güvenli olmaları, tüketiciler tarafından geniş çapta benimsenmesi ve potansiyel olarak çok fonksiyonlu kullanım olanağı sunmaları nedeniyle özel ilgi görmüştür (Feng ve Zheng, 2007).

Depolanmış ürün zararlılarının savaşımında yaygın olarak kullanılan fümigantlara karşı zararlı böceklerdeki direnç gelişimi sorunu, fumigant olarak bitkilerin uçucu yağlarının kullanılmasıyla çözülebilir (Lindsay vd, 1999). Esasen, bitkilerin depolanmış ürün zararlılarıyla mücadeledeki etkinliği ve sivrisinek vb. kentsel entomoloji zararlılarına karşı repellent olarak etkinliği bunların geleneksel olarak kullanımı ile etkinlikleri kanıtlamıştır. Bu uygulamalar, uçucu yağların ve bileşenlerinin kontakt ve solunum yoluyla çok sayıda böcek için toksik olduğunu göstermiştir (Mustapha ve Nadia, 2007).

Uçucu yağlara dayalı biyo-insektisitlerin birçok ilgi çekici özelliği vardır (Chiasson, Cloyd vd, 2007):

- ✓ Birçok uçucu yağ, sentetik sentetik kimyasallara kıyasla zararlı böceklerle karşı çok etkilidir. Genellikle geniş spektrumlu etkinliğe sahiptirler, ancak belirli böcek grupları için seçicilikleri vardır.
- ✓ Bu bileşikler doğada çok kalıcı değildir, hasat zamanına kadar uygulanabilirler. Bu düşük kalıcılık, aynı zamanda uygulayıcıların uygulamadan hemen sonra tarlada veya serada çalışmalarına da olanak tanır.
- ✓ Uçucu yağ formülasyonları sıcaklığa dayanıklıdır ve ham uçucu yağlar birkaç yıl saklanabilir.
- ✓ Bu ürünler tek tek veya kombinasyon halinde kullanılabilir; bu, katkı maddesi veya sinerjistik etkiye sahip olabilecek yeni karışımların geliştirilmesine izin verir.
- ✓ Bir biyopestisit, sentetik bir üründen daha kısa sürede piyasaya sürülebilir, çünkü ruhsatlama süreci daha az zahmetlidir.
- ✓ Uçucu yağlara dayalı biyopestisitler, çeşitli etki mekanizmalarına sahip çeşitli bileşiklerden oluştukları için ilginç bir insektisit sınıfı oluştururlar. Ayrıca, birden fazla etki şekli vardır.

2.2.1 Böcek öldürücü aktiviteden sorumlu uçucu yağların kimyasal bileşimi

Böcekler üzerinde uçucu yağların etkinliği larvisitler, ergin öldürücüler, repellentler veya büyüme inhibitörleri olmak üzere çok çeşitlidir: (Iteipmai, 2013). En etkili ve geniş

spektrumlu kimyasal bileşikler fenoller, alkoller, aldehitler, ketonlar ve nadiren de terpenlerdir (Mennal ve Chennafi, 2015).

Uçucu yağların insektisidal aktiviteleri, temel olarak, genellikle uçucu ve lipofilik olan, böceklere hızla girebilen ve onların fizyolojik fonksiyonlarına müdahale edebilen monoterpenoidlere atfedilir (Reis vd, 2014). Ayrıca, timol, linalool, sitronelol, limonen, karvakrol ve α - ve β -pinen gibi uçucu yağlarda bulunan kimyasal bileşenlerin, depolanmış ürün zararlısı çeşitli böceklere karşı larvisit ve ergin öldürücü aktivitelere sahip olduğu geniş çapta belgelenmiştir (Tripathi vd, 2002).

Biyoinsektisitler olarak uçucu yağların etkinliğinde gözlenen farklılıklar, test edilen yağların bileşimi ile bunların elde edildiği bitki türlerinin farklılığı ile açıklanmaktadır. Ancak zararlı organizmanın morfolojisini veya fizyolojisini doğrudan etkileri de açıktır (Boukhalfa ve Rouabah, 2020).

Bazı aromatik bitkilerin uçucu yağları, böcek öldürücü özellikleri iyi bilinen Camphene, 1,8-Cineole, alpha-Thujone, Isochrysanthenone ve beta-Thujone açısından çok zengindir. Bu bileşikler, depolanan gıda maddelerinin birçok zararlısına karşı biyosidal ve repellent aktiviteleri ile karakterize edilmiştir (Mansour vd, 2015). Bazı araştırmacılar, *Thymus palleescens* de Noé'in uçucu yağının böcek öldürücü aktivitesinin, esas olarak bu yağın timol, karvakrol gibi ana bileşiklerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu bileşiklerin α 1- α 2 ve β -adrenerjik reseptörler üzerinde analjezik etki gösteren bir bileşen olduğu bildirilmiştir (Shabnum ve Wagay, 2011). Bununla birlikte, Carvacrol güçlü bir insektisidal aktiviteye sahiptir ve solunum yoluyla depolanmış ürün zararlısı böcekleri etkiler (Ahn vd, 1998; Isman, 2000).

Linalool, timol ve karvakrol açısından zengin uçucu yağlar, böceklere karşı insektisidal aktivite göstermektedir. Traboulsi vd. (2002) sivrisineklere karşı sekiz bileşiği test etmiş ve timol ve karvakrolün çok yüksek insektisidal aktivite sergilediğini bulmuştur. Obeng-Ofori vd, (1997), 1,8-cineole, linalool, eugenol, α -terpineol ve cymol'ün insektisidal özellikleri, *Tribolium confusum*, *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais*, *Rhyzoperta*

dominica ve *Callosobruchus maculatus* (F.) gibi depolanmış ürünlerin önemli zararlıları üzerinde gösterilmiştir.

Kordali vd, (2006) *Artemisia herba-alba* (Beyaz Pelin) yağına maruz kalan *Sitophilus granarius*'un erginleri için en toksik bileşenin terpinen-4-ol olduğunu bildirmiştir. Ek olarak, bu bileşen pirinç biti *Sitophilus oryzae* (L.) için umut verici toksisite ve *Leptinotarsa decemlineata* (Say) larvaları ve erginleri için nispeten yüksek toksisite göstermiştir. Aynı bileşik, *Tribolium confusum* ve ayrıca *Sitophilus granarius* üzerinde böcek öldürücü olarak rapor edilmiştir. Cavalcanti vd., 2004 ,öjenol ve 1,8-sineol monoterpeneoidlerin, depolanan ürün zararlısı böcekler karşı iyi larvisidal aktivite gösterdiğini bildirmiştir.

Prates vd, (1998); Xu, Liu, Leibe, ve Jones, (2004) ayrıca monoterpeneoidlerin böcek öldürücü aktiviteye sahip olduğunu ve etki şeklinin böcek kütikülüne nüfuz etme (kontakt etki), solunum ve sindirim sistemi (oral etki) ile temsil edildiğini bildirmiştir. Kafur, böcekler, mantarlara ve bakterilere karşı oldukça biyolojik olarak aktif maddeler arasında yer alan bir terpen maddesidir. Tüm bu bilgiler, beyaz pelin yağının *Rizopertha dominica* ve *Sitophilus granarius* (Linnaeus) üzerindeki etkinliğini açıklamaktadır (Kermiche, 2017). Bileşenlerin türü, doğası konsantrasyonları ve sinerjistik durumları insektisidal aktiviteyi belirlemektedir (Liu vd, 2014).

Benzer şekilde, farklı bitkilerden elde edilen uçucu yağların karışımları her birinin tek başına etkisinden daha yüksek etkiye sahip olabilir (Geden, 2012). Seri-Kouassi vd, (2004), uçucu yağların böcekler üzerindeki toksisitesinin genellikle ana bileşiklerinin etkisiyle ortaya çıktığını göstermiştir (Seri-Kouassi vd, 2004). Bununla birlikte, bu insektisidal aktiviteden sorumlu olan sadece majör bileşikler değildir, aynı zamanda sinerjik bir şekilde etkileşime girebilen diğer minör bileşikler de olabilir (Ngamo ve Hance, 2007).

Birkaç uçucu yağdaki terpen bileşenlerin bireysel böcek öldürücü etkinlikleri, uçucu yağlarınkinden daha düşük olmuştur (Palacios vd, 2009). Gerçekten de, (Zhang vd, 2015),

Artemisia argyi (Hector ve Vaniot, 1910) uçucu yağının biyoaktivite özelliklerinin, uçucu yağın majör ve minör bileşenleri arasındaki sinerjiye atfedilebileceğini bildirmiştir.

2.2.2 Uçucu yağların tahıl zararlıları üzerindeki etki şekli

Aromatik bitkiler ve bunların allelokimyasal molekülleri, özellikle uçucu yağlar, erginler ve diğer biyolojik evreler üzerinde genel insektisidal aktiviteye sahiptir (Tirakmet, 2015). Bununla birlikte, depolanmış ürün zararlısı böceklere uçucu yağların böcek öldürücü aktiviteleri, çeşitli seviyelerde olmakta ve yeni nesillerin gelişimi baskılanmaktadır(Regnault-Roger vd., 2008). Uçuculukları ve küçük boyutları nedeniyle, uçucu yağların birçok bileşeni böceklerin koku alıcıları ile etkileşime girerek uçuş, cezbedilme, yumurtlama vb çeşitli davranışları tetikler (Iteipmai, 2013). Bununla birlikte, diğer araştırmacılar, uçucu yağların etki mekanizmalarının fizyolojik veya fiziksel olduğunu bildirmektedir. Uçucu yağlar beslenmeyi önleyici etkilere sahiptir, bu nedenle böcek ve akarların büyümesini, deri değişimini, doğurganlığını ve gelişimini etkiler(Tirakmet, 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

3.1.1 Mısır

Denemelerde piyasadan temin edilen mısır, *Zea mays* (L.), kullanılmıştır. Poaceae familyasının bir bitki olan mısır, Orta Amerika'da binlerce yıldır yetiştirilen bir üründür. Amerika kıtasında ilkin Meksika bölgesinde ıslah edilmiş ve buradan tüm dünyaya yayılmıştır. Portekizliler mısırı 17. Yüzyılda Afrika kıtasına getirmiştir.

3.1.1.1 Benin'de mısırın depolanması

Burada verilen bilgiler Benin'de mevcut bulunan mısır depolama sistemini açıklayacak şekilde ele alınmıştır. Uygun depolama ve muhafaza önlemleri, gıda veya tohumluk olarak ürünün özgün niteliklerini mümkün olduğunca korumayı amaçlamaktadır. Hem üreticiler tarafından yapılan küçük ölçekli depolamalarda ve hem de ticari büyük ölçekli depolamalarda halen önemli düzeyde kayıplar görülmektedir. Kayıplar abiyotik etkenlerden özellikle su içeriği, bağıl nem ve sıcaklık koşullarının yanında esas olarak böcekler, kemirgenler, küfler ve bakterilerden kaynaklanmaktadır (Chaffa, 2012).

1980'lerin başında, *Prostephanus truncatus*'un ortaya çıkışından bu yana yoğun bir çalışma yürütülmektedir. GTZ (German Technical Cooperation), IITA (International Institute of Tropical Agriculture) ve FAO'nun desteği ve denetimi ile yürütülen bu çalışmalarda, bu zararlıya karşı etkili mücadele yöntemlerinin geliştirmesi amaçlanmıştır. Toplamda 13 adet önlemden oluşan bir entegre mücadele yaklaşım modeli geliştirilmiştir. Bu önlemler arasında mısırın zamanında hasat edilmesi, kurutulması, tahıl ambarı ve stokların günlük olarak izlenmesi ve bakımı ve özellikle de insektisit uygulaması (Pyrimiphos methyl + Deltamethrin) yer almıştır (Borgemeister vd, 1997).

Mısır, iklim izin verdiği ölçüde tüm formlarında ve çeşitli şekillerde saklanabilmektedir. Mısırı zararlılara karşı korumak için kimyasal ve doğal koruyucular kullanılmaktadır.

Ancak, bundan önce kültürel önlemler çerçevesinde belirli koruyucu önlemlerin alınması gereklidir.

Sitophilus spp ve *Protephanus truncatus* gibi zararlılara ve fungal hastalıklara karşı depolanan mısırı korumak için dayanıklı mısır çeşitlerinin yetiştirilmesi tavsiye edilmektedir. Örneğin TZPB-SR çeşiti bazı fungal hastalıklara dirençlidir (Chaffa, 2012).

Ekim nöbeti, monofag zararlıların üreme döngüsünün kırılması yoluyla ürünün daha az saldırıya maruz kalmasına veya hiç saldırıya uğramamasına izin veren bir uygulamadır. Ekim nöbeti ve dayanıklı çeşitlerin kullanılması, tohumla taşınan bazı hastalıklar ile bazı toprak hastalıklarına karşı da mücadeleye imkân verir. Ayrıca, hasattan sonra toprak yüzeyinde kalan anız, toprağın su tutumunu artırır, su kaybını azaltır ve toprağın besin düzeyini iyileştirir (Chaffa, 2012).

Mısır hasadı, ürünün nem içeriğinin azaldığı fizyolojik olgunluğa ulaşıldığında yapılmalıdır. Hasat, koçanlar kuru ve kabuklar sarı olduğunda yapılır. Bu amaçla hasadın ardından ürünün kurutulması da söz konusu olabilir. Kurutma sırasında ayrıca bazı böcekler ve larvaları güneş ışınları tarafından öldürülür (Chaffa, 2012).

Hasattan sonra ürün ayıklanarak temizlenir. Ayıklama, ayrıca tohumluk kalitesini arttıran bir işlemdir. Yeni mahsul depoya konulmadan önce boş depo dikkatlice temizlenmeli ve olası zararlı popülasyonları elemine edilmelidir. Bu amaçla ayrıca kimyasal mücadele yoluna da gidilebilir (Chaffa, 2012).

3.1.1.2 Geleneksel depolama birimleri

Belirli otlardan elde edilen samanla termit yuvası toprağının karıştırılmasıyla elde edilen malzemedan yapılmış olan ve farklı gıda maddelerinin aynı anda saklanması amacıyla bölmeleri bulunan kapalı yapılardır (Şekil 3.1). İki bölümden oluşan deponun alt bölümü kümes hayvanları için ayrılmıştır. Yapının depo olarak kullanılan üst katı özellikle araştırmacıların dikkatini çeken su geçirmezliği ve dayanıklılığa sahiptir. (Fandohan vd, 1992)'a göre iyileştirilmiş toprak üstü kapalı tahıl ambarı, güney Benin'de 6 aylık

depolamadan sonra kayıpların %50'den %1'e azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur.



Şekil 3.1 Geleneksel (sol) ve iyileştirilmiş (sağ) kapalı toprak tahıl ambarları (Guirguisso, 2003).

3.1.2 *Sitophilus zeamais* motschulsky

Mısır biti olarak bilinen *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1855), depolanmış tahılı yok etme konusundaki olağanüstü potansiyeliyle bilinen bir zararlıdır. Larvaları süt beyazı renkli, tombulca ve bacaksızdır; 2 - 4 mm iriliğine ulaşabilir. *Sitophilus* cinsinin üç türünden sadece ikisi (*S. zeamais* ve *S. oryzae*) tropikal bölgelerde bulunur. Depolanan tahılların primer zararlısıdır (O'Kelly, 1983); (Seck, 2009; Belaifa vd, 2018).



Şekil 3.2 Mısır biti (*Sitophilus zeamais*) (Jörg, 2004)

3.1.2.1 Mısır bitinin tanımı, sınıflandırması, yayılışı, biyolojisi ve zararı

Sitophilus zeamais, Coleoptera Takımının Curculionidae familyasına mensuptur. Değişik tahıllarda yetiştirilen erginlerde vücut iriliği 3,34-4,18 mm aralığında ölçülmüştür (Ojo ve Omoloye, 2016). Vücut rengi koyu kırmızımsı kahverengiden hemen tamamen siyaha çalan renktedirler. Elytra'da dorsalde dört adet açık kırmızı ve sarımsı benekleri vardır. Dişiler tahıl tanesini kemirerek bir delik açar ve bu deliğe yumurtasını bırakır. Bir dişi ömrü boyunca mısır tanelerine ortalama 67,2 adet yumurta bırakabilir (Ojo ve Omoloye, 2016). Yumurtadan 24–30°C sıcaklık %50-70 oranlı nem koşullarında yaklaşık 5 günde larva çıkışı gerçekleşir (Ojo ve Omoloye, 2016). Bu larvalar buldukları tahıl tanesinin içinde beslenirler. Olgunlaşan larva tane içinde pupa olur ve daha sonra da Dergin çıkışı gerçekleşir. 24–30°C sıcaklık %50-70 oranlı nem koşullarında yumurta döneminden ergin oluncaya kadar geçen süre mısırdaki ortalama 34,7 gün olarak bildirilmiştir (Ojo ve Omoloye, 2016). Mısır biti kınkanatlarının altında tam gelişmiş arka kanatlara sahiptir ve etkili şekilde uçabilirler. Bu Mısır biti, buğday, pirinç, mısır vb depolanmış tahıllarda zarar yapar (Anonim, 2013). Morfolojik ve biyolojik özellikleri itibarıyla Pirinç biti ile benzerlikleri oldukça fazladır. Kın kanatlar üzerinde bulunan 4 kırmızımsı sarı leke, Pirinç bitine göre daha kesin sınırlı ve ufaktır. Prothorax üzerindeki çukurcuklar daha derindir. Antenlerin ikinci segmenti, üçüncünün iki katı uzunluktadır. Pirinç bitinde ise bu halka, üçüncüden biraz daha uzundur (Anonim, 2008).

Mısır bitinin sistematik pozisyonu şöyledir (Hammes ve Putoa, 1986)

Filum: Arthropoda

Sınıf: Insecta

Takım: Coleoptera

Alt Takım: Polyphaga

Familya: Curculionidae

Alt familya: Dryophthorinae

Cins: *Sitophilus* Schönherr, 1838

Tür: *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855

S. zeamais, yalnızca 15 - 35°C arasında değişen sıcaklıklarda, nem içeriği %9,5'un üzerinde olan tahıllarda çoğalabilir (Danho ve Hauruge, 2003). Değişik kaynaklarda *S. Zeamais*'in biyolojisi ile ilgili farklı bilgiler görülmektedir. Danho ve Hauruge'a göre dişiler günde 20 - 30 arasında olmak üzere toplamda yaklaşık 200 kadar yumurta bırakır. Yumurtalardan 18 - 20°C sıcaklık aralığında 8 - 11 günlük inkübasyondan sonra larvalar çıkar. Beyaz, bacaksız, sert, hafif kavisli larvalar tanenin endospermini tüketir; 6 - 8 haftada 4 kez deri değiştirerek olgunlaşan larvalar pupa evresine ulaşır. Dişiler bir taneye birden fazla yumurta bırakılabilir Larva rekabeti, ergin çıkış oranını ve aynı zamanda üreme kapasitesini de etkiler. 5-16 Günlük pupa evresinden sonra pupa gömleğinden kurtulan erginler taneyi terk ederler (Danho ve Hauruge, 2003). Erginler ortalama 8 ay yaşarlar. Tane içine bırakılan yumurtalar ovisitlerden etkilenmez. Ancak, ilk larva evresi çevresel koşullara (bağıl nem, oksijen, rekabet, sıcaklık) karşı oldukça hassastır (Salim, 2010). Bu aşamada %90'a varan ölüm oranı olabilir. Hayatta kalanlar genellikle ergin döneme ulaşmayı başarır. Tropikal bölgelerde tam döngü 26 - 35 gün sürer. Mısır biti kozmopolit bir türdür ve özellikle tropikal ve subtropikal bir dağılıma sahiptir. Çoğunlukla pirinç biti ile birlikte ve özellikle mısır yetiştirilen alanlarda bulunur (Longstaff vd, 1981). Mısır biti, insan eliyle faaliyetlerle büyük bir yayılma potansiyeli göstermektedir (Corrêa ve diğerleri, 2012). Nitekim bu böceklerin küresel dağılımı 20 Yüzyılda artan küresel tahıl ticareti yoluyla genişlemiş ve ılıman bölgelere yayılmaya devam etmektedir (Obata ve diğerleri, 2011).

Ergin *S. zeamais* tarlada veya depoda mısıra doğrudan zarar vermez. Asıl zararı tane içinde gelişen larvalar yapar. Koruma önlemlerinin yetersiz olduğu kırsal alanlarda, bu zararlı 5 aylık depolama süresince %90'a varan hasat sonrası kayıplara neden olabilir (Ngamo vd, 2007).

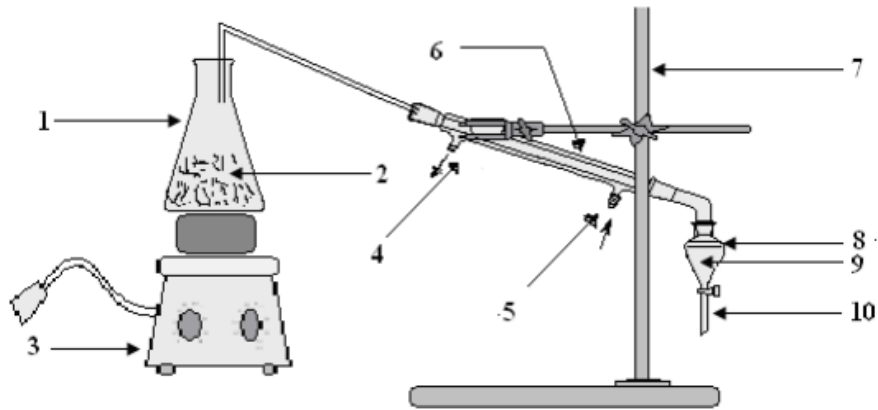
Denemelerde kullanılan *Sitophilus zeamais* Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Depolanmış Ürün Zararlıları Laboratuvarı'nda yetiştirilen kültürden alınmıştır. Zararlı, 1.5 L hacimli cam kavanozlarda mısır taneleri üzerinde yetiştirilmiştir.

Kullanımdan önce mısır, olası bulaşmaları önlemek için 14 gün boyunca -18°C 'de tutulmuştur. Denemelerde 0-15 günlük ergin bireyler kullanılmıştır.

3.1.3 Uçucu yağların elde edildiği bitkisel materyal

Biyolojik deneylerde kullanılmak üzere uçucu yağlar, Ulusal Tropikal Tarım Enstitüsü'nde (IITA -Benin) doğadan toplanan *Eucalyptus camaldulensis*, *Cymbopogon citratus* ve *Ocimum gratissimum*'un oda sıcaklığında gölgede kurutulmuş yapraklarından hidrodistilasyon yöntemiyle ekstrakte edilmiştir (Akinlabi vd., 2017). Elde edilen yağ koyu renkli cam şişede 5°C 'de karanlıkta buzdolabında saklanmıştır (Arslan., 2004). Hidrodistilasyonun kendisi, uçucu bir yağın ekstraksiyonu ve kalite kontrolü için standartlaştırılmış bir yöntemdir (Lucchesi, 2005). Hidrodistilasyonun prensibi heterojen damıtmaya karşılık gelir. İşlem, bitki hammaddesinin bir su banyosuna daldırılmasından oluşur. Daha sonra tamamı genellikle atmosferik basınçta kaynatılır. Hidrodistilasyonun süresi, kullanılan ekipmana ve işlenecek bitki materyaline bağlı olarak birkaç saate (8 saat) kadar önemli ölçüde değişebilir (Lucchesi, 2005).

Elde edilen yağ koyu renkli cam şişede 5°C 'de karanlıkta buzdolabında saklanmıştır (Nagehan., 2004). Testlerimizde yaklaşık 30 ila 60 mililitre arası yağ kullanılıyor. Bazı araştırmalara göre (Anonim, 2022) 1-10 kilogram yaprak(lar) 5 mililitre yağ karşılık geliyor. Dolayısıyla bizim durumumuzda testlerimiz için 6 – 60 kg yaprak kullandığımız sonucunu çıkarabiliriz.



Şekil 3.3 Hidrodistilasyonun kurulumu (Rivera, 2006).

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1- Erlenmeyer Şişesi | 6- soğutucu |
| 2- su + tesis | 7- soğutucu akışkan desteği |
| 3- ısıtma balonu | 8- uçucu yağ |
| 4- sudan çıkarın | 9- aromatik su |
| 5- su girişi | 10- geri sayımı yapan ampul |

3.1.3.1 *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf, 1906

Limon otu, *Cymbopogon citratus*, Malezya'ya özgüdür. Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra, Madagaskar, Güney Amerika ve Orta Amerika'ya ithal edilmiştir. Günümüzde dünya çapında tropik ve subtropik alanlarda doğal olarak bulunmaktadır (Teuscher vd, 2005)



Şekil 3.4 *Cymbopogon citratus* (Anonim, 2007)

Yandan kardeşlenme ile 90 cm çapında büyük öbekler oluşturan herdem yeşil çok yıllık bir bitkidir. Toprakta çıktığı yerde oluşan ince gövdeleri kamışı andırır. Yaprakları 100cm kadar; bitkinin boyu ise 150 cm kadar olabilir. Yaprakları soluk, mavi-yeşil renklidir. Limon otu yağı, myrcene, citronellal, citronellol, linalool ve geraniol'e ek olarak %65-85 sitral içerir (Shaikh vd., 2019;Skaria, 2007; Bonou vd., 2016). *C. citratus* uçucu yağ bileşenlerini Myrcene (11.48%), neral (33.53%), geraniol (43.10%), geraniol (5.58%) ve geranyl acetate (4.47%).

Limon otunun sınıflandırması şöyledir: (Anonim, 2007)

Alem: Plantae

Division: Magnoliophyta

Sınıf: Liliopsida

Takım: Cyperales

Familya: Poaceae

Cins: *Cymbopogon*

Tür: *Cymbopogon citratus*

3.1.3.2 *Ocimum gratissimum* Linne, 1753

Dişi fesleğen veya Afrika fesleğeni olarak bilinen *Ocimum gratissimum*, böcek öldürücü potansiyeli ile tanınan bir bitkidir. Amerika, Afrika, Hindistan ve Güneydoğu Asya'ya özgüdür. Genellikle tıbbi veya aromatik amaçlarla yetiştirilen bu bitki, tedavi edici özelliğinden dolayı birçok kozmetik ürünün bileşiminde de kullanılmaktadır.



Şekil 3.5 *Ocimum gratissimum* (Orjinal)

O. gratissimum (çok yıllık) tohumları kahverengi ve biraz küçüktür. Gövdesi genellikle odunsu, tabanında çok dallı ve karşıt saplı yaprakları zarlı ve tüm kenarları zarlı olan bir bitkidir. Çiçeklenme basit terminal şeklinde veya tabanında dallanmıştır. Bu çok yıllık bitki, büyük miktarlarda üretilen tohumlarla çoğalır (tohum verimi hektar başına 100 milyonu geçebilir). Hayvanlar ve tarım makineleri tarafından yayılan kaba meyvelerde

bulunurlar. Yapraklarında bulunan fenol, bu bitkiyi parfümcüler tarafından değerli, ancak büyükbaş hayvanlar tarafından tüketilmeyen bir bitki yapar. Özellikle yağışlı mevsimin başlangıcında çeşitli meyve veren pikler gözlenir (Nakamura vd., 1999).Tüylü veya neredeyse tüysüz dalları ile 3 metreye ulaşabilen bir çalıdır.

O. gratissimum'un uçucu yağı, çoğunluğu oluşturan timol (%43.45), p-cymene (%12.26) ve γ -terpinen (%12.11)'den oluşur (Kpodekon vd., 2013). (Jacob Bonou et al., 2016), *O. gratissimum*'un uçucu yağ bileşimini Thymol (30.62%), para-cymene (25.25%), gamma-terpinolene (24.24%), alpha-thujene (7.60%) and myrcene (6.56%) olarak vermektedir. Bu iki yağın her birinin kimyasal bileşiminde gözlemlenen farklılıklar ekolojiyle, yıl içinde bitkilerin hasat edildiği dönemle ve özellikle bitkilerin yetiştirildiği toprak yapısıyla ilişkilendirilebilir.

Ocimum gratissimum'un sınıflandırması şöyledir (Anonims, 2014)

Alem: Bitkisel

Filum: Spermatitler

Sınıf: Equisetopsida

Alt sınıf: Magnoliidae

Takım: Lamiales

Familya: Lamiaceae

Tür: *Ocimum*

Türler: *Ocimum gratissimum* (Linné, 1763)

3.1.3 *Eucalyptus camaldulensis* Dehnhardt

Eucalyptus camaldulensis, güneybatı Güney Avustralya ve doğu Queensland, Yeni Güney Galler ve Victoria kıyı bölgeleri hariç Avustralya anakarasının çoğunda bulunur. Avustralya kıtasının nehirleri boyunca çok yaygındır (Arar-Houari, 2008).



Şekil 3.6 *E. Camaldulensis* Dehnhardt 'in yaprak (sol) ve meyveleri (sağ) (Yaovi, 2015)

Eucalyptus camaldulensis, bazı yazarların (Boland, Brooker vd, 1984) 45 metreye ulaşabileceğini iddia etmesine karşın, ortalama 30 metre yüksekliğe sahip (Bren ve Gibbs, 1986) çok yıllık, tek gövdeli bir bitkidir. (Jacobs., 1955)'a göre bu ağaç 500 ila 1000 yıl yaşayabilir. Yapraklar orak şeklindedir; çiçekler beyaz renklidir ve sarkık salkımlar oluşturur. Yeşil-kahverenkli meyveleri 4 yarıkla açılan konik kapsüller şeklinde görünür (Akoegninou vd., 2006). Çiçeklerin tozlaşması esas olarak nektar tarafından çekilen böcekler tarafından yapılır.

Eucalyptus camaldulensis'in uçucu yağ içeriği %0,5 ile %3,5 arasındadır. 1,8-sineol veya okaliptol ana bileşenidir (%70-80); diğer bileşenler esas olarak terpenlerdir. Yapraklar ayrıca bir asilforoglusinol yapıya sahip bir düzine oksijenli heterosikl (mono veya seskiterpen, ögloballer) ve ayrıca fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler içerir (Bruneton, 1993).

Eucalyptus camaldulensis'in sistematik sınıflandırması şöyledir:

Alem: Plantae

Alt-saltanat: Tracheobionta

Bölüm: Magnoliophyta

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Myrtales

Familiya: Myrtaceae

Cins: *Eucalyptus*

Tür: *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., 1832

3.2 Yöntem

3.2.1 Kontakt toksisite tenemeleri

Testler, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%65 \pm \%5$ oransal nemde vida kapaklı küçük PVC kaplarda gerçekleştirilmiştir. Her bir uçucu yağ için, farklı konsantrasyonlar, mikropipet yardımıyla vida kapaklı 40 ml hacimli PVC kaplar içindeki 20 gram mısır üzerine uygulanmış ve homojen karışım için 2 dakika kuvvetlice çalkalanmıştır. Bu kaplara daha sonra 0-15 günlük 20 adet *S. Zeamais* ergini konulmuştur. Uygulamadan 24, 48, 72 saat ve 7 gün sonra ölüm oranları belirlenmiştir. Denemeler, her bir uçucu yağ için 4 tekrarlı yapılmıştır.

3.2.2 Fümigant toksisite denemeleri

Testler, $25 \pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ve $\%65 \pm 5$ oransal nemde 1 litrelik vida kapaklı cam kavanozlarda gerçekleştirilmiştir. Denemelerde, 20 gram mısır içeren her kavanoza 20 adet *S. Zeamais* ergini konulmuştur. Mısır ve *S. Zeamais* içeren kavanozların kapaklarına içten yapıştırılan 18 cm^2 alana sahip filtre kağıdına farklı konsantrasyonlarda uçucu yağ uygulanarak kavanozun kapağı sıkıca kapatılmıştır. Uygulamadan 48 saat sonra ölüm oranları belirlenmiştir. Denemeler, her bir uçucu yağ için 4 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir.

3.2.3 Repellent etki denemeleri

Repellent etki denemeleri, 9 cm çaplı PVC Petri kaplarında yürütülmüştür. Petri kabının çapındaki filtre kağıtları ortadan ikiye bölünmüştür. Bölünen filtre kağıtlarının bir yarısına bitkisel yağlar değişik konsantrasyonlarda aseton ile seyreltilerek ayrı ayrı uygulanırken, diğer yarısına ise sadece aseton uygulanmıştır. Asetonun uçması için 2 dakika beklendikten sonra filtre kağıtlarının her iki yarısı Petri kabına konulmuş ve ortadan saydam bant ile yapıştırılmıştır. Daha sonra her bir Petri kabının tam ortasına gelecek şekilde 0-15 günlük 20 adet *S. Zeamais* ergini konulmuştur. Denemeler, her bir

uçucu yağ için tek bir konsantrasyonda 4 tekrarlı olarak yapılmıştır. Filtre kâğıtlarının her bir yarısındaki böcek sayısı uygulamadan 2 saat sonra belirlenerek repellent etki oranı hesaplanmıştır. Repellent etki oranı (%) = [(Kontroldeki böcek sayısı – Uygulamadaki böcek sayısı) / (Kontroldeki böcek sayısı + Uygulamadaki böcek sayısı) × 100] formülüyle hesaplanmıştır (Obeng-Ofori ve Amiteye, 2005).

3.2.4 İstatistik analizler

Denemelerde elde edilen veriler Tekrarlanan Ölçümlerde Varyans Analizi tekniği ile analiz edilmiştir; ortalamalar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Kontakt Toksikite Bulguları

Eucalyptus camaldulensis(D.):

Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde ve farklı dozlarda *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliği istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0,05$), uygulama süresi ve doz interaksyonu saptanmamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	138704,5	1	138704,5	2007,917	0
Doz	252132,1	3	84044	1216,64	0
Uygulama Süresi	911,1	4	227,8	3,297	0,013187
Doz *Uygulama Süresi	1284,8	12	107,1	1,55	0,115137
Hata	8634,8	125	69,1		

Mısır tanelerine uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki etkinliğinin uygulama süresiyle birlikte arttığı görülmektedir. Buna ilişkin olarak yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testinde 1 günlük uygulama süresi ile diğer günler arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0,05$), 2 gün ve üzerindeki uygulama süreleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*

Uygulama Süresi (Gün)	Ölüm oranı (%) (Ortalama ± Std.hata)
1	29,66±7,89 B
2	34,48±8,1 A
3	34,83±8,1 A
7	36,03±8,07 A
14	36,38±8,02 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0,05$)

Mısır tanelerine farklı dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin olarak yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testinde, doz artışına bağlı olarak ergin ölüm oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 4.3).

Bu bağlamda 0-10 µl/20 g mısır dozundaki uygulamalar arasında farklılık görülmezken ($p>0,05$), bu dozlar ile 15 ve 20 µl/20 g mısır dozlarında elde edilen ölüm oranları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Benzer şekilde 15 ve 20 µl/20 g mısır dozlarında elde edilen ölüm oranları arasındaki farklılık ta önemli olmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Mısır tanelerine farklı dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*

Doz (µl/20 g mısır)	Ölüm oranı (%) (Ortalama±Std.hata)
0	0,64±0,29 C
10	1±0,58 C
15	31,83±3,29 B
20	99±0,78 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0,05$)

***Eucalyptus camaldulensis* ile yapılan çalışmalarda F1 ergin gelişimi:**

Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 ergin gelişimi ile ilgili olarak yapılan tek yönlü varyans analizinde dozlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.4). Duncan çoklu karşılaştırma testinde doz artışıyla ters orantılı olarak F1 ergin sayısının azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.4 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki F1 ergin gelişimine etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	25814,68	1	25814,68	261,912	0
Doz	10515,25	3	3505,08	35,5621	0
Hata	2464,06	25	98,56		

Çizelge 4.5 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 ergin gelişimi

Doz Doz (μ l/20 g mısır)	F1 Ergin Sayısı (Adet) (Ortalama \pm Std.hata)
0	30,45 \pm 2,42 B
10	50 \pm 6,68 A
15	47,33 \pm 6,54 A
20	0 \pm 0 C

Ocimum gratissimum(L.):

Mısır tanelerine uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde ve farklı dozlarda *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliği istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0,05$), aynı zamanda uygulama süresi ve doz etkileşimini saptanmıştır ($p<0,05$) (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	38048,3	1	38048,33	337,3227	0
Doz	99638,5	6	16606,42	147,2265	0
Uygulama Süresi					
Eucal	5425,73	4	1356,43	12,0256	0
Doz *Uygulama Süresi	10161,7	24	423,4	3,7537	0
Hata	18047,2	160	112,8		

Mısır tanelerine uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki etkinliğinin uygulama süresi ve doz artışıyla birlikte arttığı görülmektedir (Çizelge 4.6).

Buna ilişkin olarak yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testinde, bu durumun, özellikle 40 ve 50 µl/20 g mısır uygulamasında istatistiksel olarak önemli düzeye ulaştığı görülmektedir ($p<0,05$). Etkinlik, 0-30 µl/20 g mısır dozları arasında önemsiz bulunmuştur ($p>0,05$). Bir günlük uygulama süresi ile diğer günler arasındaki farklılık önemli bulunurken ($p<0,05$), 2 gün ve üzerindeki uygulama süreleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 *Ocimum gratissimum* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*

Ölüm oranı (%) (Ortalama±Std.hata)					
Doz	Uygulama süresi (gün)				
Doz (μ l/20 g mısır)	1	2	3	7	14
0	0,45±0,45 E	0,91±0,61 E	0,91±0,61 E	0,91±0,61 E	2,73±1,41 E
10	1,25±1,25 E	1,25±1,25 E	1,25±1,25 E	2,5±2,5 E	2,5±2,5 E
15	1,25±1,25 E	1,25±1,25 E	2,5±1,44 E	2,5±1,44 E	2,5±1,44 E
20	0,71±0,71 E	1,43±0,92 E	1,43±0,92 E	2,14±1,49 E	2,14±1,49 E
30	0±0 E	1,25±1,25 E	1,25±1,25 E	5±3,54 E	5±3,54 E
40	1,25±1,25	12,5±6,61 E	32,5±13,77 D	45±7,91 CD	45±7,91 CD
50	41±16,23 CD	55±15,65 C	73±8,46 B	82±6,04 AB	90±2,24 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0,05$)

***Ocimum gratissimum* ile yapılan çalışmalarda F1 ergin gelişimi:**

Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 ergin gelişimi ile ilgili olarak yapılan tek yönlü varyans analizinde dozlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.8). Duncan çoklu karşılaştırma testinde doz artışıyla ters orantılı olarak F1 ergin sayısının azaldığı tespit edilmiştir ($p<0,05$) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.8 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki F1 ergin gelişimine etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	31467,71	1	31467,71	183,0496	0
Doz	13791,3	6	2298,55	13,3708	0
Hata	5501,06	32	171,91		

Çizelge 4.9 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 ergin gelişimi*

Doz (μ l/20 g mısır)	F1 Ergin Sayısı (adet) (Ortalama \pm Std.hata)
0	44,27 \pm 5,14 AB
10	47,75 \pm 6,3 A B
15	62 \pm 3,63 A
20	31,29 \pm 6,77 BC
30	15,75 \pm 1,25 CD
40	8,75 \pm 0,85 D
50	2,6 \pm 0,81 D

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0,05$) (Duncan testi)

Cymbopogon citratus(DC.):

Çizelge 4.10 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	169410	1,000000	169409,900000	588,165900	0,000000
Doz	156561	6,000000	26093,400000	90,592400	0,000000
Uygulama Süresi	10245	4,000000	2561,400000	8,892700	0,000000
Doz*Uygulama Süresi	8537	24,000000	355,700000	1,235000	0,220777

Hata	43781	152,000000	288,000000		
------	-------	------------	------------	--	--

Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliği istatistiksel olarak önemli bulunurken ($p<0,05$), uygulama süresi ve doz etkileşimi saptanmamıştır ($p>0,05$) (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.11 *Cymbopogon citratus* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*

Uygulama Süresi (Gün)	Ölüm oranı (% , ortalama \pm Std.hata)
1	16,32 \pm 4,36 B
2	21,97 \pm 5,12 B
3	23,75 \pm 5,46 B
7	34,74 \pm 6,05 A
14	36,08 \pm 6,43 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p>0,05$)

Mısır tanelerine uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki etkinliğine ilişkin olarak yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testinde uygulama süresi arttıkça ölüm oranının istatistiksel olarak arttığı görülmüştür (Çizelge 5.1.11). Bu bakımdan, 1,2 ve 3 günlük uygulamalar arasında farklılık görülmemiştir. Benzer bir durum 7 ve 14 günlük uygulamalar için de geçerlidir. Buna karşın bu iki grup arasındaki farklılıklar ise önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11).

Mısır tanelerine farklı dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin olarak yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testinde, doz artışına bağlı olarak ergin ölüm oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 5.12). Bu bağlamda 0-15 μ l/20 g mısır dozundaki uygulamalar arasında farklılık görülmezken ($p>0,05$), bu dozlar ile 20-50 μ l/20 g mısır dozlarında elde edilen ölüm oranları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Benzer şekilde 20-50 μ l/20 g mısır dozlarında elde edilen ölüm oranları arasındaki farklılık ta önemli olmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Mısır tanelerine farklı dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kalıcı etkinliğine ilişkin Duncan testi*

Doz (μ l/20 g mısır)	Ölüm oranı (% , ortalama \pm Std.hata)
0	0,74 \pm 0,26 E
10	3,75 \pm 1,35 E
15	7,25 \pm 2,58 E
20	23,25 \pm 3,92 D
30	33,5 \pm 5,3 C
40	71,25 \pm 6,51 B
50	84,25 \pm 4,4 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p > 0,05$)

***Cymbopogon citratus* ile yapılan çalışmalarda F1 ergin gelişimi:**

Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktına 14 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 ergin gelişimi ile ilgili olarak yapılan tek yönlü varyans analizinde dozlar arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,05$) (Çizelge 4.13). Duncan çoklu karşılaştırma testinde doz artışıyla ters orantılı olarak F1 ergin sayısının azaldığını tespit edilmiştir ($p < 0,05$) (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.13 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının farklı uygulama sürelerinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki F1 ergin gelişimine etkisine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	16099,53	1	16099,53	46,96877	0
Doz	12441,57	6	2073,6	6,04951	0,000282
Hata	10625,9	31	342,77		

Çizelge 4.14 Mısır tanelerine değişik dozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktına 21 gün süreyle maruz bırakılan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 ergin gelişimi*

Doz (μ l/20 g mısır)	F1 Ergin Sayısı (adet) (Ortalama \pm Std.hata)
0	39,6 \pm 9,62 AB
10	34,5 \pm 8,81 A BC
15	53,75 \pm 7,73 A
20	10 \pm 2,56 C
30	12,75 \pm 4,77 C
40	2 \pm 0,71 D
50	1,5 \pm 0,5 D

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki farklılık önemsizdir ($p > 0,05$) (Duncan testi)

4.2 Fümigant Toksisitesi Denemeleri

Eucalyptus camaldulensis:

Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesinde uygulanan dozlar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($P < 0,05$) (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının 48saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	93150,37	1	93150,37	693,5946	0,000000
Konsanstrasyon	53374,04	3	17791,35	132,4738	0,000000

Hata	3088,92	23	134,30		
-------------	---------	----	--------	--	--

Duncan çoklu karşılaştırma testinde doz arttıkça ölüm oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 4.16). Bu bakımdan 35 ve 100 µL konsantrasyonlar arasında farklılık bulunmamış; 15 µL konsantrasyon ile diğer konsantrasyonlar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 4.16 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ekstraktının 24 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi *

Konsantrasyon (µl yağ/1000 ml)	Ölüm oranı (%) Ortalama ± Std.hata)
0	1,36±1,36 C
15	61,25±14,77 B
35	98,75±1,25 A
100	96,88±2,1 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($p>0,05$).

***Cymbopogon citratus*(DC.):**

Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda *Cymbopogon citratus* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesinde uygulanan dozlar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	13484,46	1	13484,46	256,4592	0
Konsanstrasyon	27249,68	4	6812,42	129,5645	0
Hata	1104,17	21	52,58		

Duncan çoklu karşılaştırma testinde doz arttıkça ölüm oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 5.2.3). Bu bakımdan 15 ve 35 µL konsantrasyonlar arasında farklılık bulunmamış; 100 µL ve 250 µL konsantrasyonlar ile diğer tüm konsantrasyonlar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<0,05$) (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi *

Konsantrasyon µl yağ/1000 ml)	Ölüm oranı (%) Ortalama ± Std.hata)
0	0±0 C
15	1,25±1,25 C
35	1,25±1,25 C
100	33,33±10,93 B
250	90±5,4 A

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($p>0,05$)

Ocimum gratissimum(L.):

Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesinde uygulanan dozlar arasında önemli farklılıklar olduğu görülmektedir ($P<0,05$) (Çizelge 19).

Çizelge 4.19 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi

	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Intercept	779,766	1	779,7663	14,22316	0,000846
Konsanstrasyon	558,75	3	186,25	3,39725	0,032698
Hata	1425,417	26	54,8237		

Duncan çoklu karşılaştırma testinde doz arttıkça ölüm oranının arttığı görülmektedir (Çizelge 5.2.7). Bu bakımdan en yüksek ölüm oranının görüldüğü 100 µL konsantrasyon ile kontrol grubu arasındaki farklılık dışında ($p < 0,05$) ortalamalar arasında önemli farklılıklar görülmemiştir ($p > 0,05$) (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Değişik konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan *Ocimum gratissimum* ekstraktının 48 saat uygulama süresinde *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki fümigant etkinliğine ilişkin varyans analiz çizelgesi *

Konsantrasyon (µl yağ/1000 ml)	Ölüm oranı (%) Ortalama ± Std.hata)
0	1±0,67 C
15	3,75±1,25 BC
100	10,83±2,94 AB
250	7,5±4,33 BC

* Aynı harfi içeren ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($p > 0,05$).

4.3 Repellent Etki Denemeleri

Çizelge 4.21 Uçucu yağların repellent etkinlikleri (%)

Doz (µl/9cm ²)	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Ocimum gratissimum</i>	<i>Cymbopogon citratus</i>
50	-29,11	72,15	18,99
100	45	85	72,5
500	-5	52,11	-2,94

Elde edilen sonuçlar, üç uçucu yağın 100 µl/9cm² dozunda, *S. Zeamais* üzerinde belirgin bir itici etkiye sahip olduğunu göstermektedir. *Ocimum gratissimum* *S. Zeamais* üzerinde daha belirgin bir repellent etki göstermiş; bunu *Cymbopogon citratus* izlemiştir. *Eucalyptus camaldulensis* ise en düşük repellent etkiye sahip olmuştur (Çizelge 4.21)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bitkiler, řu anda böceklere karşı kullanılan sentetik toksik insektisitlere potansiyel alternatifler sağlayabilir. Aromatik bitkiler, botanik kökenli en etkili insektisitler arasındadır. Aromatik bitkilerin uçucu yağları genellikle bitki ekstraktlarının biyoaktif fraksiyonunu oluşturur (Shaaya vd., 1991). Uçucu yağların temas ve solunum yoluyla böcek öldürücü etkisi, depolanmış gıda maddelerinde zararlı böceklere karşı iyi bir şekilde gösterilmiştir. Bu alandaki yeni çalışmalar, uçucu bitkisel yağların böcek öldürücü aktivitelerini arttırmayı olanaklı kılan kullanım biçimlerinin geliştirilmesine odaklanmıştır (Isman, 1994). Dolayısıyla bu araştırmada, tahılların depolanmasında sentetik toksik pestisitlerin kullanımına alternatif olarak bitkisel kökenli uçucu yağların kullanılabileceğini göstermek amacıyla, Benin kökenli bazı aromatik bitkilerin uçucu yağlarının mısır biti *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Bu bağlamda, *O. Gratissimum*, *C. Citratus* ve *E. camaldulensis* isimli üç aromatik bitkiden ekstrakte edilen uçucu yağın, depolanmış tahılların primer zararlılarından olan *Sitophilus zeamais* erginleri üzerindeki kontakt ve fümigant toksisitesi ile repellent etkisi 25°C sıcaklıkta ve %55±5 oransal nemde çalışılmıştır..

Elde edilen sonuçlar, uçucu yağların *S. Zeamais* erginlerinin ölüm oranı üzerinde oldukça önemli bir etkinliği olduğunu göstermektedir. Böylece *E. Camaldulensis*, *O. Gratissimum* ve *C. Citratus* esansiyel yağları *S.zeamais* erginlerini önemli ölçüde etkilemiş ve bu etki uygulama süresi ile artmıştır. Test edilen her bir uçucu yağ için elde edilen sonuçlar, mısır tanelerine uygulandıktan sonra *S. Zeamais* erginleri üzerindeki temas yoluyla insektisidal toksisitenin doz arttıkça arttığını göstermiştir. Sonuçlarımız, aynı tür ve diğer zararlı türleri üzerinde yapılan önceki çalışmaların sonuçlarına benzemekle birlikte (Ricardo vd., 2015) bizim çalışmamızdan daha yüksek bir toksisite gözlemlemiştir. Araştırmacılar, diğer yağlar içinde, *Cymbopogon martinii* ve *C. Citratus*'un *O. Surinamensis* ve *S. Zeamais* üzerinde en yüksek toksik etkiyi gösterdiğini belirlemiştir. Ayrıca, bu yağların konsantrasyonlarındaki küçük varyasyonların ölüm tepkilerini arttırdığı tespit edilmiştir. Bu araştırmacılar *Cymbopogon* cinsi bitkilerden izole edilen uçucu yağların depolanmış tahılların korunmasında önemli rol oynayabileceğini ve böylece sentetik toksik insektisitlerin kullanımıyla ilişkili risklerin azaltılabileceği sonucuna varmıştır.

Cymbopogon esansiyel yağları ve bunların ana bileşenlerinin allelokimyasallar olarak işlev gördüğü bildirilmektedir. Allelokimyasallar, böceklerin biyolojisini ve davranışını etkiler ve bu nedenle savaşmada kullanılır. Örneğin, *Cymbopogon schoenanthus*'un allelokimyasal olarak işlev gören uçucu yağı depolanmış bürülcede *Callosobruchus* türleriyle savaşmada kullanılmaktadır (Ketoh vd., 2005, 2006).

Elde edilen sonuçlara göre, *Eucalyptus camaldulensis* uçucu yağı ile 15 ve 20 µl/20 g mısır dozlarında elde edilen ölüm oranlarının önemli olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar, Japonya'da *Eucalyptus camaldulensis*'ten izole edilen uçucu yağın sivrisinekler üzerinde etkili olduğunu bildiren Pierre'in (2004) sonuçlarıyla aynı doğrultudadır. Bu çalışma, bu bitkilerin uçucu yağlarının, laboratuvar ölçeğinde ve tarlada (termitler söz konusu olduğunda) doğrudan temas veya buharlaşma yoluyla termitlere ve böceklere karşı biyolojik olarak aktif olduğunu göstermiştir. Ayrıca (Togola vd, 2013) su geçirmez bir plastik torba ile kaplı kreton torbalara uygulanan *Eucalyptus camaldulensis* ve *Cymbopogon citratus* yağlarının kombinasyonunun, *Sitophilus oryzae* ve *Sitotroga granella* ile mücadelede en etkili teknik olarak görüldüğünü belirtmektedir. (Tapondjou vd., 2005), *Chenopodium ambrosioides* L. Ve *Eucalyptus saligna* (Smith) 'nın entomotoksik özelliklere sahip olduğunu bulmuştur. Bu bitkilerin taze dalları ve yaprakları depolanmış mısır, *Zea mais* L., fasulye, *Phaseolus vulgaris* L. Ve bürülce, *Vigna unguiculata* L.'yı böceklerden korumak için yaygın olarak kullanılan bitkilerdir (Tapondjou vd., 2002). (Isman vd, 2006), monoterpen ve seskiterpenleri barındıran *Eucalyptus citriodora* Hook ve *Cymbopogon nardus* (L.) uçucu yağlarının öldürücü etkisini, *Sitophilus oryzae* ve *Callosobruchus chinensis* (L.) üzerinde doğrulamıştır. *E.camaldulemis*'in *S.zeamais* üzerindeki toksisitesinin içeriğindeki okaliptol (1,8-sineole) ile ilgili olduğu söylenebilir. Okaliptolün böcek öldürücü özellikleri, *Tribolium confusum*, *T. Castaneum*, *Prostephanus truncatus*, *Callosobruchus maculatus* ve *Rhyzoperta dominica* gibi çeşitli böceklere karşı önceki çalışmalarda gösterilmiştir (Obeng-Ofori vd., 1997; Prates vd., 1998; Tapondjou vd., 2005).

Mısır tanelerinde, *O. Gratissimum*'un 40 ve 50 µl/20 g mısır esansiyel yağı dozlarının uygulanması ölüm oranlarını istatistiksel olarak önemli ölçüde arttırmıştır. Ancak, bu uçucu yağın 0 ila 30 ul/20 g mısır dozlarında uygulanması etkinlikte önemli bir farklılık

yaratmamıştır. Fumigasyonla elde edilen sonuçlarda olduğu gibi, araştırmacılar bu yağın temas yoluyla zehirliliğini de gözlemlemişlerdir (Ngamo ve Hance, 2007). Kouninki vd, (2005), bu yağın *S. zeamais* erginleri ile temasının dozlara ve maruz kalma süresine bağlı olarak %100'e ulaşan ölüm oranlarına neden olduğunu ortaya koymuştur.

Guève vd, (2011), *O. gratissimum*'dan ekstrakte edilen uçucu yağın etkinliğini esas olarak timol'e atfetmektedir. Aslında, Ngamo, (2007) ve Nguemtchouin, (2012) tarafından kullanılan *O. gratissimum* ekotipi, ana bileşikler olarak sırasıyla %47.7 ve %53.9'da timol içermiştir. Ancak, bu çalışmada test edilen *O. gratissimum*'dan ekstrakte edilen uçucu yağ esas olarak gama-terpinen (%20.95), timol (%18), para-Cymene (%11.73), alfa-thujene (%7.25) ve alfa-terpinen (%3.98) içermektedir. Gözlenen insektisidal aktivite, kimyasal bileşimi ile ilgili olarak birkaç bileşenin sinerjistik etkinliği gibi görünmektedir.

Elde edilen sonuçlardan, farklı dozlarda mısır tanelerine temas yoluyla uygulanan *Cymbopogon citratus* ekstraktının *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca uygulama süresi arttıkça ölüm oranı istatistiksel olarak artmaktadır. 1,2, ve 3 günlük uygulama süresi sonunda elde edilen ölüm oranları arasında fark bulunmamıştır. Aynı durum 7 ve 14 günlük gruptaki bireyler için de geçerlidir. Bununla birlikte, ölüm oranı 7 ve 14 gün içinde iki birey grubu arasında farklıdır. Böylece dozun artmasıyla ergin ölüm oranı artmakta ve 20 ila 50 µl/20 g mısır dozları arasında önemli düzeyde ölüm oranı gözlenmektedir. Gerçekten de, bu aktivite, uçucu yağların ana bileşiklerini oluşturan fonksiyonel grupların (alkoller, fenoller, terpen ve keton bileşikleri) varlığı ile açıklanabilir Carovié vd ., (2010) Herman vd, (2016) Uçucu yağlarda, özellikle fenoller (1.8 sineole, karvakrol, oktanol) alkoller, (α -terpineol, terpinen-4-ol, linalool), aldehytler (Kafur vb.) (Robert vd., 2016), depolanan gıda maddelerinin böcekler üzerindeki insektisidal aktivitesini açıklamaktadır.

Birçok uçucu yağın böcek öldürücü özellikleri, esas olarak, böceklere hızla girebilen ve fizyolojik işlevlerine müdahale edebilen, genellikle uçucu ve lipofilik olan monoterpeneoidlere atfedilmektedir (Reis vd., 2014) . Ayrıca, *C.citratus*'un uçucu yağının Camphene, 1.8-Cineole, alpha-Thujone, Isochrysantenone ve bvea-Thujone açısından çok zengin olduğu kanıtlanmıştır. Bu bileşikler de insektisidal özelliklere katkı

yapmaktadır. Bu bileşikler, depolanmış gıda maddelerde sorun olan birçok zararlıya karşı biyosidal ve repellent aktiviteleri ile karakterize edilmiştir (Mansour vd., 2015).

Daha yakın zamanda, Owabali vd, (2009) *Sitophilus zeamais* üzerinde Limon Otu (*Cymbopogon citratus*), Megohm cevizi (*Monodora myristica* Gaertn.), Zencefil (*Zingiber officinale* Roscoe) olmak üzere üç uçucu yağın kontakt etkisi üzerinde çalışmıştır, Araştırmacılar, sonuçlarımızı destekler mahiyette, *Cymbopogon citratus*'un *S. zeamais* üzerinde daha az toksik olduğunu, *Monodora myristica* ve *Zingiber officinale*'nin ise daha yüksek toksisiteye sahip olduğunu bulmuşlardır.

Eucalyptus camaldulensis, *Ocimum gratissimum* ve *Cymbopogon citratus* ekstraktlarına maruz kalan *Sitophilus zeamais* erginlerinde F1 rgin gelişimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca artan dozla ters orantılı olarak F1 ergin sayısı azalmış ve dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, Ngamo ve Hance (2007)'nin, önlem alınmadığı taktirde depolanmış tahıllarda 5 aylık depolamada *S. zeamais*'e bağlı zararın %90'a ulaşabileceğini vurgulayan gözlemleriyle tutarlıdır.

Eucalyptus camaldulensis, *O. gratissimum* ve *C. citratus* uçucu yağlarının fümigasyonu ile insektisit toksisitesinin değerlendirilmesinde, her yağın *Sitophilus zeamais*'in erginleri üzerinde bir fumigant aktivite gösterdiği görülmektedir. Farklı konsantrasyonlarda 1000 ml hacimli kavanozlarda uygulanan her yağın 48 saatlik uygulama süresi sonunda neden olduğu ölüm oranlarının doza bağlı olarak arttığı ve uygulanan dozlar arasında önemli farklılıklar bulunduğu gözlenmiştir. Keza bu üç yağın da *S.zeamais* üzerinde kovucu etkinliği saptanmıştır. *Eucalyptus camaldulensis*'in *S. zeamais* üzerinde en fazla kovucu etkisi olduğu; bunu *Cymbopogon citratus*'un izlediği ve *Ocimum gratissimum*'un ise en az repellent etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, fümigasyon yoluyla *E. camaldulensis* uçucu yağı, 15 µL'den itibaren *S. zeamais* üzerinde ölüme neden olduğu; ancak, 35 ve 100 µL konsantrasyonlar arasında fark bulunmamıştır. Bu durum, bu yağın kimyasal bileşimi ile açıklanabilir. Okaliptolün böcek kovucu özelliklere sahip olduğu öteden beri bilinen bir durumdur. Gerçekten de, Obeng-Ofori ve diğerleri (1997), depolanmış gıda maddelerinde 1,8-cineolün *S. zeamais* ve *S. granarius* karşı itici etkinliğini göstermiştir. *E. globulus* uçucu yağının kovucu

aktivitesi de çeşitli böceklere karşı değerlendirilmiştir. Örneğin, Chandel vd.(2019), *E. globulus* esansiyel yağının *Rhyzopertha dominica*'ya karşı önemli bir repellent etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Benzer bir bulgu Anopheles dirus'a karşı aynı uçucu yağ ile elde edilmiştir (Auysawasdi vd., 2016). Ndomo vd., 2009), okaliptol içeriği %58.49 olan *Callistemon viminalis* uçucu yağının, *Acanthoscelides obtectus* erginlerinde repellent olduğunu gözlemlemiştir. *Eucalyptus globulus* yapraklarının uçucu yağının ana bileşiği %72.71 ile okaliptol olmasına rağmen, bu uçucu yağın insektisidal aktivitesi bu yağın bazı minör bileşenlerinden veya bunların sinerjistik etkisinden kaynaklanabilir. Dolayısıyla, *Eucalyptus* cinsine ait uçucu yağın böceklerin ölüm oranını artırdığını ve mücadelede kullanılabileceğini söyleyebiliriz.

Cymbopogon citratus'un uçucu yağı için, 15 ve 35 µL'lik konsantrasyonlar arasında hiçbir fark bulunmamış; 100 µL ile 250 µL arasındaki konsantrasyonlar arasında diğer konsantrasyonlara göre yüksek bir ölüm oranı gözlenmiştir. Sonuçlarımızı, *C. nardus*' un *Sitophilus zeamais* erginleri üzerinde böcek öldürücü etkiye sahip olduğunu bulan Ouedraogo vd.(2016) 'nun sonuçlarıyla karşılaştırabiliriz. *C. nardus* esansiyel yağı uygulanmasından 24 saat sonra, maksimum 100 µl/L *C. nardus* konsantrasyonunda *S. zeamais* erginlerinde önemli bir ölüm oranı gözlemlendiği; gerçekleştiği bildirilmiştir (Ouedraogo vd., 2016).

Doumbia, (2014), *C. nardus*' tan elde edilen uçucu yağın, *Sitophilus zeamais* ve *Rhyzopertha dominica* erginlerine karşı insektisidal aktiviteye sahip olduğunu bildirmiştir. Bu araştırmacılara göre, *C. nardus*'tan elde edilen uçucu yağın neden olduğu ölüm oranı 24 saatte %100'e ulaşabilmektedir. Diğer birçok çalışma, *C. nardus* uçucu yağının diğer depolanmış ürün zararlıları üzerindeki insektisit etkinliğini vurgulamaktadır. Nitekim, Ketoh vd.(2005), *Cymbopogon* cinsine ait üç bitki türünün insektisidal aktivitesini karşılaştırdıktan sonra, 33.3 µl/l *C. nardus* esansiyel yağı konsantrasyonunun, 24 saatlik uygulamadan sonra *Callosobruchus maculatus* erginlerinin %90'ının ölümüne neden olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, Issa (2011) ve diğerleri tarafından gerçekleştirilen fumigasyon testleri, bu yağın itici etkinliğinin altını çizmiştir. etkinlikler arasında gözlenen farklılıklar, uçucu yağların kimyasal bileşenlerinin değişkenliği ile açıklanabilir. Gerçekten de böcek öldürücü bitkilerin aktif

molekülleri bir familyadan diğerine değişebileceği gibi böcekler üzerindeki etkinlikte bir türden diğerine ve hatta aynı tür içinde farklı evrelere göre farklılık gösterebilmektedir (Gueye ve Georges, 2011). Nitekim, Camara (2009), *Ocimum basilicum* L., *Ocimum gratissimum* ve *Cymbopogon citratus* uçucu yağlarının *S. oryzae* ve *T. castaneum* üzerindeki fümigant ve kontakt toksisitesini araştırdığı çalışmasında, *Cymbopogon* yağı ile yapılan 6 günlük fümigasyon uygulaması sonunda ölüm tespit edilmediğini bildirmiştir.

O. gratissimum ile elde edilen sonuçlar, 100 µL'lik konsantrasyonun uygulanan diğer konsantrasyonlara kıyasla en yüksek ölüm oranına sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, 76 µL'lik *O. gratissimum* uçucu yağı ile 96 saatlik olarak yapılan fümigasyon uygulamasından sonra *Sitophilus oryzae* erginlerinde yüksek ölüm oranı tespit eden (Camara, 2009) ile uyumludur. Bu yağın yüksek insektisidal etkisi, Kamerun kökenli inert toza *O. gratissimum* uçucu yağının adsorpsiyonu ile oluşturulan bir toz formülasyon ile *S. zeamais* erginlerinde %100 ölüm oranları gözlemleyen (Nguemtchouin, 2012) tarafından da vurgulanmıştır. Camara (2009), *O. gratissimum* uçucu yağının, 76 µL konsantrasyonunda 96 saatlik fümigasyon uygulamasından sonra *Sitophilus oryzae* erginlerine karşı yüksek toksisite sergilediğini göstermiştir. Ouedraogo vd (2016), *O. Gratissimum* uçucu yağının 24 saatlik fümigasyonu sonrasında *S. Zeamais* erginlerinde konsantrasyonla birlikte artan bir ölüm oranı gözlemlemiştir; 75 ve 100 75 µL konsantrasyonlarda sırasıyla %80,5 ve %100 ölüm elde etmiştir. Ayrıca, 1 ve 50 µL konsantrasyonlarında 48 saatlik uygulama sonunda *S. Zeamais*'in erginlerindeki ölüm oranının %4.5'ten %41'e yükseldiğini bulmuşlardır. *S. Zeamais*'in ergin ölüm oranı, 75 µL *O. Gratissimum* ile 48 saatlik fümigasyon ile %100'e ulaşmıştır. Bu literatürde kullanılan *Ocimum gratissimum*'un uçucu yağı esas olarak timol ve gama-terpinenden oluşur. Bu kimyasal bileşim, timolün ana bileşik olarak tanımlandığı çoğu *O. Gratissimum* ekotipinden farklıdır (Gueye ve Lognay, 2011; Nguemtchouin, 2012).

O. gratissimum'dan ekstrakte edilen uçucu yağın etkinliği, esas olarak bu bitkinin çeşitli ekotiplerinin çoğunluğunu (yaklaşık %50) oluşturan timole atfedilebilir. Gerçekten de, Ngamo vd (2007) tarafından kullanılan *O.gratissimum* ekotipinde ana bileşikler olarak timol bulunmuştur (%47.7).

O. gratissimum'dan ekstrakte edilen uçucu yağın böcek öldürücü etkinliği, esas olarak, bu bitkinin çeşitli ekotiplerinin çoğunluğunu terpen oksijenli bileşiği oluşturan timole atfedilebilir (Guèye ve diğerleri., 2011).

İncelenen bitkilerin uçucu yağları ile elde edilen sonuçlar etkinlik yönüyle tatmin edicidir. Test edilen tüm bitkilerin uçucu yağları, *S. zeamais*'te ve F1 erginlerinde ölüme neden olmaktadır. Testler sırasında elde edilen sonuçlar, kullanılan bitkilere bağlı olarak uçucu yağların etkinliklerinin değişken olduğunu göstermektedir. *Ocaliptus camaldulensis* uçucu yağı *S. zeamais* üzerinde çok etkilidir. Nispeten etkili olduğu gösterilen *Cymbopogon citratus* ve *Ocimum gratissimum* uçucu yağları, tahılların depolanması sırasında zararlıların neden olduğu kayıpların azaltılmasına katkıda bulunabilir.

Bu tezde ele alınan üç aromatik bitkiye ait uçucu yağların böcek öldürücü ve uzaklaştırıcı etkileri temel alındığında; depolanmış tahılların zararlılardan korunmasında biyopestisit olarak aromatik bitkilerin kullanılabileceği söylenebilir. Ancak kontrollü koşullar altındaki laboratuvar çalışmaları yanında aynı zamanda gerçek depolama koşullarında bu çalışmaların yinelenmesi ve değişik depolama parametrelerinin yardımıyla uygulama potansiyelinin optimize edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adjoudj Abdellatif. 2019. These De Doctorat Troisieme Cycle.
- Adrao. 2006. Rapport De Mission A L ' Adrao Au Benin Pour Un Projet Sur La Gestion Agro-Écologique Des Systèmes De Culture Riz – Cultures Maraîchères En Zone De Bas Fond.
- Agrobase. (N.D.). <https://www.agrobase.org/>. Pdf.
- Ahanhanzo Glélé M. 1974. Advance Unedited Version Advance Unedited Version. 1, 1–20.
- Ahn, Y.J. Lee, S.B. Lee, & H.S. Kim. 1998. Insecticidal And Acaricidal Activity Of Carvacrol And Beta-Thujaplicine Derived From *Thujopsis Dolabrata*. 2–3.
- Akinlabi, O. D. Ibeh, S. C. Asmau, I. Audu, J. Muritala, A. M. 2017. Extraction Of *Ocimum Gratissimum* Using Different Distillation Techniques. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 4(8), 26–28. <https://www.ijstr.org/final-print/may2017/extraction-of-ocimum-gratissimum-using-different-distillation-techniques.pdf>
- Akoègninou, A. Joost Van Der Burg, W. Gerardus Van Der Maesen. (2006). Flore Analytique Du Bénin. Backhuys Publishers, Cotonou & Wageningen, 50–62.
- Ancy Joseph Baby P. Skaria. 2007. *Aromatic Plants : Vol . 01 : Horticulture Science Series Couverture Rigide*. New India Publishing Agency, 01, 103.
- Anonymous. 2007. *Cymbopogon Citratus*. In *Journal Of Al-Nahrain University Science* (Vol. 10, Issue 2, Pp. 52–63).
- Anonymous. 2014. *Ocimum Gratissimum*.
- Antoine Waongo, Marcelin Yamkoulga, Clémentine L., Dabire-Binso, Malick N. Ba, & Antoine Sanon. 2013. Conservation Post-Récolte Des Céréales En Zone Sud-Soudanienne Du Burkina Faso : Perception Paysanne Et Évaluation Des Stocks. *International Journal Of Biological And Chemical Sciences*, 7(3), 1157. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.22>
- Arar-Houari. 2008. Etude De Comportement De Quelques Peuplements De Boisement Dans La Région De Ouargla.
- Arslan,N. 2004. Örgütsel Performansı Belirleyici Bir Etmen Olarak Örgüt Kültürü Ve İklimi Hakkında Bir Değerlendirme. *Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi*, 9(1), 203–228.
- Aurélié Fure Iteipmai. 2013. Les Huiles Essentielles Dans La Protection Des Cultures: Une Voie En Cours D'exploration. Iteipmai.
- Auysawasdi, N., Chuntranuluck, S., Phasomkusolsil, S., & Keeratinijakal, V. 2016. Improving The Effectiveness Of Three Essential Oils Against *Aedes Aegypti* (Linn.) And *Anopheles Dirus* (Peyton And Harrison). *Parasitology Research*, 115(1), 99–106. <https://doi.org/10.1007/S00436-015-4725-3>
- Badama Philomène Seri-Kouassia, Coffi Kanko, Louis Roi Nondenot Aboua, Kouassi Alphonse Bekon. 2004. Action Des Huiles Essentielles De Deux Plantes Aromatiques De Côte-D'ivoire Sur *Callosobruchus Maculatus* F. Du Niébé.

- Comptes Rendus Chimie, 7(10–11), 1043–1046.
<https://doi.org/10.1016/J.Crci.2003.12.031>
- Bankole, S. A. Mabekoje, O. O.. 2004. Mycoflora And Occurrence Of Aflatoxin B1 In Dried Yam Chips From Markets In Ogun And Oyo States, Nigeria. *Mycopathologia*, 157(1), 111–115.
<https://doi.org/10.1023/B:Myco.0000012211.31618.18>
- Belaifa Chahrazed Ve Sadaoui Hanane. 2018. Etude De L'activité Insecticide Des Huiles Essentielles De *Thymus Pallescens* (De Noé.) Et *Cymbopogon Citratus* (Stapf.) Contre Deux Coléoptères De Produits Entreposés *Sitophilus Zeamais* (Motschulsky.) Et *Tribolium Confusum* (Duva. 53p.
- Boland, D. J., Brooker, M. I. H., Hall, N. 1984. *Invasive Species Compendium*. 4, 687.
- Borgemeister, C. Bell, A. Mück, O. Zweigert, M. 1997. La Protection Du Maïs Stocké A La Ferme Dans Les Zones Rurales D'afrique Subsaharienne. De La Lutte Biologique À Une Approche «Systèmes» De La Post-Récolte., 29–39.
- Boukhalfa Hanane Ve Rouabah Ilhem. 2020. Mémoire Remerciements.
- Bren, L.J. And Gibbs, N. L. 1986. Relationships Between Flood Frequency, Vegetation And Topography In A River Red Gum Forest [1986]. 16(4), 357–370.
- Bruneton. 1993. *Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes Médicinales*. Paris: Technique Et Documentation Lavoisier, 915.
- Bruneton. 1999. Anti-Proliferative, Cytotoxicity And Anti-Oxidant Activity Of *Juglans Regia* Extract. *American Journal Of Cancer Prevention*, 3(2), 45–50.
<https://doi.org/10.12691/Ajcp-3-2-4>
- Cairns-Fuller, V. Aldred, D. Magan, N. 2005. Water, Temperature And Gas Composition Interactions Affect Growth And Ochratoxin A Production By Isolates Of *Penicillium Verrucosum* On Wheat Grain. *Journal Of Applied Microbiology*, 99(5), 1215–1221. <https://doi.org/10.1111/J.1365-2672.2005.02695.X>
- Camara, A. 2009. Lutte Contre *Sitophilus Oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) Et *Tribolium Castaneum* Herbst (Coleoptera: Tenebrionidae) Dans Les Stocks De Riz Par La Technique D'étuvage Traditionnelle Pratiquée En Basse-Guinée Et L'utilisation Des Huiles Essentielles Végé. 173.
- Carović-Stanko Vd, Kolak, I., Milos, M., & Satovic, Z. 2010. Composition And Antibacterial Activities Of Essential Oils Of Seven *Ocimum* Taxa. *Food Chemistry*, 119(1), 196–201. <https://doi.org/10.1016/J.Foodchem.2009.06.010>
- Chandel, R. K., Nebapure, S. M., Sharma, M., Subramanian, S., Srivastava, C., & Khurana, S. M. P. 2019. Insecticidal And Repellent Activities Of Eucalyptus Oil Against Lesser Grain Borer *Rhyzopertha Dominica* (Fabricius). *Journal Of Microbiology, Biotechnology And Food Sciences*, 9(3), 525–529.
<https://doi.org/10.15414/Jmbfs.2019/20.9.3.525-529>
- Chougourou, D. C. Ahoton, L. E. Adjou, E. S. & Zoclanclounon A. B. Kpoviessi, D. A. 2017. Entomofaune Et Évaluation Des Dégâts Des Insectes Ravageurs De Différentes Formes De Conservation Du Riz (*Oryza Sativa* Linné) Au Sud-

- Bénin. Bulletin De La Recherche Agronomique Du Bénin (Brab), 82(229), 49–58.
- Christopher J. Geden. 2012. Status Of Biopesticides For Control Of House Flies. Journal Of Biopesticides, 5(Suppl.), 1–11.
- Corrêa A. S., Vinson C. C., Guedes R.N.C. And Oliveira L.O. 2012. Characterization And Transferability Of Microsatellite Markers In Three Weevil Pest Species Of The Genus Sitophilus (Coleoptera : Curculionidae). Permanent Genetic Resources Added To Molecular Ecology Resource Database 1 June 2012–31 July 2012. 12, 1196–1197.
- Couderc Véronique Lucette. 2001. Toxicité Des Huiles Essentielles. In Thèse De Doctorat Vétérinaire Toulouse (P. 84). [Http://Oatao.Univ-Toulouse.fr/619/1/Andro_619.Pdf](http://Oatao.Univ-Toulouse.fr/619/1/Andro_619.Pdf)
- Département Des Pêches Et De L'aquaculture De La Fao. 2009. Mondiale Des Pêches Et De L'aquaculture.
- Diop A., & Hounhouigan D. Ve Kossou K.D. 1997. Postharvest Adaptation Strategies To The Effects Of Temperature Variations And Farmer-Miller Practices On The Physicalquality Of Rice In Cameroon. Advances In Historical Studies, 02(02), 89–109. <https://doi.org/10.4236/Ahs.2013.22012>
- Dogo Seck. 2009. Notes De Cours Stockage , Conservation Et Transformation Des Récoltes Et Zones Tropicales.
- Eberhard Teuscher , Annelise Lobstein. 200. Plantes Aromatiques. 272.
- Eli Shaaya, Uzi Ravid, Nachman Paster, Benjamin Juven, & Uzi Zisman Ve Vladimír Pissarev. 1991. Fumigant Toxicity Of Essential Oils Against Four Major Stored-Product Insects. Journal Of Chemical Ecology, 17(3), 499–504. <https://doi.org/10.1007/Bf00982120>
- Enagnon Euloge Arsène Yaovi. 2015. Etude Ethnobotanique D'eucalyptus Camaldulensis Dehn., 1832 Dans La Commune D'abomey-Calavi Au Bénin (P. 34).
- Fandohan, P. Langner, B. Mutlu, P. Boeye, J. Wright, M. Laborius. 1992. Proceedings Of An Fao/Gtz Coordination Meeting, Lome, Republic Of Togo, 5-6 November 1990. In Main Title. Eds. Haho.
- Fao. 2012. 3.9. Pertes Et Gaspillages Alimentaires. In L'alimentation À Découvert. <https://doi.org/10.4000/Books.Editionscnrs.10336>
- Fekih,N. 2015. Afficher L ' Article Propriétés Chimiques Et Biologiques Des Huiles Essentielles De Trois Espèces Du Genre Pinus Poussant En Algérie. Phytochem Biosub, 9, 92–97.
- Fiagan Y.S. 1995. Le Systeme De Stockage Du Mais En Milieu Paysan Beninois: Bilan Et Perspectives. Montpellier (France) Cirad.
- Gbeho Binanzon Rouher. 2015. Problématique De Stockage Et De Conservation Du Niébé (Vigna Unguiculata(L.) Walp) Dans Le Département Du Couffo : Cas De La Commune D'aplahoué Au Bénin. 38.

- Hall Axel Caro-Greiffenstein. 1971. Manual Sobre Administración De Bodegas De Alimento. Ministerio De Agricultura Y Ganadería, 92. <https://Coin.Fao.Org/Coin-Static/Cms/Media/20/13950925849400/C12.Pdf>
- Hammer, K. A. Carson, C. F Riley, T. V. 1999. Antimicrobial Activity Of Essential Oils And Other Plant Extracts. Journal Of Applied Microbiology, 86(6), 985–990. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x>
- Hammes Claude Ve Putoa R. 1986. Classification De Sitophilus Zeamais. Littérature Grise, 02, 260. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/15554/tab/taxo
- Hodges. 2014. Aphlis – Postharvest Cereal Losses In Sub-Saharan Africa, Their Estimation, Assessment And Reduction. (Issue April 2015). <https://doi.org/10.2788/19582>
- Honorine Adénikè Chaffa. 2012. Impacts Du Mode De Conservation Sur La De N ' Da Li , Departement Du Borgou.
- Inge De Groot. 2004. Protection Des Céréales Et Des Légumineuses Stockées. Agromisa.
- Issa U.S., Afun J.V.K., Mochiah M.B., Owusu- Akyaw M, Braimah, H. 2011. Effect Of Some Local Botanical Materials For The Suppression Of Weevil Populations (Issue 1). www.ijpaes.com
- Jacob Bonou, Farid Baba-Moussa, Pacôme Agossou Noumavo, Adonice Zannou, & Diane Aloukoutou. 2016. Effectiveness Assessment Of Mouthwashes Formulated From The Essential Oils Of Some Beninese Medicinal Plants Against Oral Germs. African Journal Of Microbiology Research, 10(43), 1806–1812. <https://doi.org/10.5897/Ajmr2016.8333>
- Jacobs M. R. 1955. Growth Habits Of The Eucalypts. 262.
- James Adebayo Ojo Ve Adebayo Amos Omoloye. 2016. Development And Life History Of Sitophilus Zeamais (Coleoptera: Curculionidae) On Cereal Crops. Advances In Agriculture, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/7836379>
- Jörg.2004.Adult-Sitophilus-Zeamais-Motschulsky-Joerg-Et-Al-2004.
- Kermiche Fattoum. 2017. Evaluation De L'effet Insecticide De Deux Huiles Essentielles Formulées (Thymus Pallescensnoé Et Artemisia Herba Albaasso) Sur Les Adultes Sitophilus Granarius(L.)(Coleoptera: Curculionidae) Et Rhyzopertha Dominica (F.)(Coleoptera: Bostrichidae).
- Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K., Glitho, I. A. 2005. Inhibition Of Callosobruchus Maculatus (F.) (Coleoptera: Bruchidae) Development With Essential Oil Extracted From Cymbopogon Schoenanthus L. Spreng. (Poaceae), And The Wasp Dinarmus Basalis (Rondani) (Hymenoptera:
- Ketoh, G. K., Koumaglo, H. K., Glitho, I. A., Huignard, J. 2006. Comparative Effects Of Cymbopogon Schoenanthus Essential Oil And Piperitone On Callosobruchus Maculatus Development. Fitoterapia, 77(7–8), 506–510. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2006.05.031>
- Kouninki, H. Haubruge, E. Noudjou, F.E.Lognay, G.Malaisse, F.Ngassoum, M.B.Goudoum, A.Mapongmetsem, P.M. Ngamo, L.S.T Hance, T. 2005. Potential Use Of Essential Oils From Cameroon Applied As Fumigant Or

- Contact Insecticides Against *Sitophilus Zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). *Communications In Agricultural And Applied Biological Sciences*, 70(4), 787–792.
- L.S.T. Ngamo¹. Th. Hance. 2007. Diversité Des Ravageurs Des Denrées Et Méthodes Alternatives De Lutte En Milieu Tropical. 9, 215–220.
- Léonard T. S. Ngamo, Alice F. Boura, Martin B. Ngassoum, & Pierre M. Mapongmestsem Ve Thierry Hance. 2007. Evaluation Des Dégats De 25 Souches Locales De *Sitophilus Zeamais* Motsch. (Coléoptera : Curculionidae) Sur Le Maïs Blanc Cms 85 01. In *Cameroun Journal Of Experimental Biology* (Vol. 03, Issue 01, Pp. 11–19).
- Lindsay Ve Dubey. 1999. In Vitro Cultivation Of Schizonts Of *Sarcocystis Speeri* Dubey And Lindsay , 1999. *Journal Of Parasitology*, 3395(September). [https://doi.org/10.1645/0022-3395\(2000\)086](https://doi.org/10.1645/0022-3395(2000)086)
- Longstaff, B. C. 1981. Biology Of The Grain Pest Species Of The Genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A Critical Review. *Protection Ecology*, 2(C), 83–130.
- Maboudou A. Guirguisso. 2003. Adoption Et Diffusion De Technologies Améliorées De Stockage Du Maïs En Milieu Paysan Dans Le Centre Et Le Nord Du Bénin. 108.
- Mamadou Doumbia. 2014. Toxicity Of *Cymbopogon Nardus* (Glumales: Poacea) Against Four Stored Foodproducts Insect Pests. <https://www.researchgate.net/publication/265230394>
- Marc Tchokponhoue Kpodekon, Kadoeito Cyrille Boko, Jacques Georges Mainil, Souaibou Farougou, Philippe Sessou. 2013. Composition Chimique Et Test D'efficacité In Vitro Des Huiles Essentielles Extraites De Feuilles Fraîches Du Basilic Commun (*Ocimum basilicum*) Et Du Basilic Tropical (*Ocimum gratissimum*) Sur *Salmonella Enterica* Sérotype Oakland Et *Salmonella Enterica* Sérotype Legon. May 2014.
- Mathias Danho Ve Éric Haubruge. 2003. Comportement De Ponte Et Stratégie Reproductive De *Sitophilus Zeamais* (Coleoptera : Curculionidae) « Comportement De Ponte Et Stratégie Reproductive De *Sitophilus Zeamais* [Coleoptera : 84(January), 59–67. <https://doi.org/10.7202/007808ar>
- Mennal Houria Ve Chennafi Samia. 2015. Informations Et Ressources Scientifiques Sur Le Développement Des Zones Arides Et Semi-Arides. 1–6.
- Mohamed Mzé Mdjimivou Salim. 2010. Valuation De L'effet Insecticide Et De La Persistance Des Huiles Essentielles De “*Callistemon Viminalis*” Gdon ,De “*Xylopiia Aethiopica*” Dunal Et “*Lippia Chevalieri*” Moldenke Sur “*Callosobruchus Maculatus*”Fabricius Et “*Sitophilus Zeamais*” Motchulsky, Principaux Ravageurs Des Stocks De Niébé Et Du Mais. 30.
- Momar Talla Gueye Ve Georges Lognay. 2011. Lutte Contre Les Ravageurs Des Stocks De Céréales Et De Légumineuses Au Sénégal Et En Afrique Occidentale: Synthèse Bibliographique. *Biotechnology, Agronomy And Society And Environment*, 15(1), 183–194.

- Momar Talla Guèye, Dogo Seck, Jean Paul Wathelet, Georges Lognay. 2011. Lutte Contre Les Ravageurs Des Stocks De Céréales Et De Légumineuses Au Sénégal Et En Afrique Occidentale: Synthèse Bibliographique. *Biotechnology, Agronomy And Society And Environment*, 15(1), 183–194.
- Mosma Nadim Shaikh, Yogesh Chandrakant Suryawanshi, Digambar Nabhu Mokat. 2019. Volatile Profiling And Essential Oil Yield Of *Cymbopogon Citratus* (Dc.) Stapf Treated With Rhizosphere Fungi And Some Important Fertilizers. *Journal Of Essential Oil-Bearing Plants*, 22(2), 477–483. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2019.1613933>
- Murray B. Isman 2006. Botanical Insecticides, Deterrents, And Repellents In Modern Agriculture And An Increasingly Regulated World. *Annual Review Of Entomology*, 51, 45–66.
- Murray B. Isman. 1994. Botanical Insecticides And Antifeedants : New Sources And Perspectives. *Pesticide Research Journal*, 12(4), 11–19. www.indianjournals.com
- Murray B. Isman. 2000. Plant Essential Oils For Pest And Disease Management. *Crop Protection*, 19(8–10), 603–608. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(00\)00079-X](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(00)00079-X)
- Mustapha Saheb Etabaa Ve Nadia Sebaï. 2007. Mustapha Saheb Etabaa: Un Hautdignitaire Beylical Dans La Tunisie Du Xixe Siècle. 94 Pages. https://doi.org/9973704045_9789973704047
- Nakamura, C. V., Ueda-Nakamura, T., Bando, E., Negrão Melo, A. F., Garcia Cortez, D. A., & Dias Filho Filho, B. P. (1999). Antibacterial Activity Of *Ocimum Gratissimum* L. Essential Oil. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 94(5), 675–678. <https://doi.org/10.1590/S0074-02761999000500022>
- Ndomo, A. F., Tapondjou, A. L., Tendonkeng, F., Tchouanguép, F. M. 2009. Evaluation Des Propriétés Insecticides Des Feuilles De *Callistemon Viminalis* (Myrtaceae) Contre Les Adultes D’*acanthoscelides Obtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). In *Tropicultura* (Vol. 27).
- Nguemtchoum Mbouga Marie Goletti. 2012. Formulation D’insecticides En Poudre Par Adsorption Des Huiles Essentielles De *Xylopia Aethiopica* Et De *Ocimum Gratissimum* Sur Des Argiles Camerounaises Modifiées.
- O’kelly. 1983. Les Meules Romaines De Sept Chefs-Lieux De Cité De Gaule Belgique Occidentale , Étude Du Matériel Et Synthèse Bibliographique. <https://doi.org/10.3917/Rdn.393.0167>
- Obata H., Manabe A., Nakamura N., Onishi T. Senba Y. 2011. A New Light On The Evolution And Propagation Of Prehistoric Grain Pests: The World’s Oldest Maize Weevils Found In Jomon Potteries, Japan. *Plos One*, 6(3), 1–10. <https://doi.org/10.1371/Journal.Pone.0014785>
- Obeng-Ofori Amiteye. 2005. Efficacy Of Mixing Vegetable Oils With Pirimiphos-Methyl Against The Maize Weevil , *Sitophilus Zeamais* Motschulsky In Stored Maize. 41, 57–66. <https://doi.org/10.1016/J.Jspr.2003.11.001>

- Obeng-Ofori, D. Ch. Reichmuth, Bekele, J. Hassanali, A. 1997. Biological Activity Of 1,8 Cineole, A Major Component Of Essential Oil Of *Ucimum Kenyense* (Ayobangira) Against Stored Product Beetles. 243.
- Ouedraogo, I., Sawadogo, A., Nebie, R. Ch., Dakouo, D. 2016. Evaluation De La Toxicité Des Huiles Essentielles De *Cymbopogon Nardus* (L) Et *Ocimum Gratissimum* (L) Contre *Sitophilus Zeamais* Motsch Et *Rhyzopertha Dominica* F, Les Principaux Insectes Nuisibles Au Maïs En Stockage... *International Journal Of Biological And Chemical Sciences*, 10(2), 695. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v10i2.20>
- Owolabi M.S., Oladimeji M.O., Lajide L., Singh G., Marimuthu P. Ve Isidorov V.A. 2009. Bioactivity Of Three Plant Derived Essential Oils Against The Maize Weevils *Sitophilus Zeamais* (Motschulsky) And Cowpea Weevils *Callosobruchus Maculatus* (Fabricius). <https://www.researchgate.net/publication/286568543>
- Paola Giornia, Paola Battilana, Amedeo Pietrib, Naresh Magan. 2008. Effect Of Aw And Co2 Level On *Aspergillus Flavus* Growth And Aflatoxin Production In High Moisture Maize Post-Harvest. *International Journal Of Food Microbiology*, 122(1–2), 109–113. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.11.051>
- Paul Belaiche-Daninos. 1979. L' Aromatogramme: Phytothérapie. *Plantes Médicinales*. 179–201. <https://www.worldcat.org/title/aromatogramme/oclc/461828391#borrow>
- Prates, H. T. Santos, J. P. Waquil, J. M Fabris, J. D. Oliveira, A. B. Foster, J. E. 1998. Insecticidal Activity Of Monoterpenes Against *Rhyzopertha Dominica* (F.) And *Tribolium. Castaneum* (Herbst). *Journal Of Stored Products Research*, 34(4), 243–249. [https://doi.org/10.1016/S0022-474x\(98\)00005-8](https://doi.org/10.1016/S0022-474x(98)00005-8)
- Pteromalidae). *Journal Of Stored Products Research*, 41(4), 363–371. <https://doi.org/10.1016/J.Jspr.2004.02.002>
- Raymond A. Cloyd Ve Helene Chiasson. 2007. Activity Of An Essential Oil Derived From *Chenopodium Ambrosioides* On Greenhouse Insect Pests. 459–466.
- Regnault-Roger, B. Philogène, C. Vincent. 2008. Biopesticides D'origine Végétale.
- Ricardo Hernandez-Lambrano, Nerlis Pajaro-Castro, Karina Caballero-Gallardo, & Elena Stashenko. 2015. Essential Oils From Plants Of The Genus *Cymbopogon* As Natural Insecticides To Control Stored Product Pests. *Journal Of Stored Products Research*, 62, 81–83. <https://doi.org/10.1016/J.Jspr.2015.04.004>
- Robert M.Kessler, Peter H. Hutson, Barry K. Herman, Marc N.Potenza. 2016. The Neurobiological Basis Of Binge-Eating Disorder. In *Neuroscience And Biobehavioral Reviews* (Vol. 63, Pp. 223–238). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/J.Neubiorev.2016.01.013>
- Saban Kordali Ve Ahmet Cakir. 2006. Toxicity Of Essential Oils Isolated From Three *Artemisia* Species And Some Of Their Major Components To Granary Weevil,

- Sitophilus Granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Industrial Crops And Products*, 23(2), 162–170. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2005.05.005>
- Sameeh A.Mansour, Asmaa Z.El-Sharkaw, Neama A.Abdel-Hamid. 2015. Toxicity Of Essential Plant Oils, In Comparison With Conventional Insecticides, Against The Desert Locust, *Schistocerca Gregaria* (Forskål). *Industrial Crops And Products*, 63, 92–99. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.038>
- Sara M. Palacios, Alberto Bertoni, Yanina Rossi, Rocío Santander, & Alejandro Urzúa. 2009. Efficacy Of Essential Oils From Edible Plants As Insecticides. 1938–1947. <https://doi.org/10.3390/Molecules14051938>
- Shazia Shabnum , Muzafar G. Wagay. 2011. Essential Oil Composition Of *Thymus Vulgaris* L. And Their Uses. *Russian Journal Of Biological Research*, 3(1), 35–38. <https://doi.org/10.13187/Ejbr.2015.3.35>
- Solène Jouault. 2012. La Qualité Des Huiles Essentielles Et Son Influence Sur Leur Efficacité Et Sur Leur Toxicité. <https://hal.univ-lorraine.fr/Hal-01732038>
- Suelen L Reis, Anieli G Mantello, Èrica Ag Rossete, Alexandre M Cardoso, & Rene O Beleboni. (2014). Insecticidal And Repellent Activity Of Typical Monoterpenes From Plant Essential Oils Against *Callosobruchus Maculatus* (Fabr. 1775). *Bmc Proceedings*, 8(S4), 6561. <https://doi.org/10.1186/1753-6561-8-S4-P115>
- Sylvain Baillet, Pierre H. Chavel, Jean Brunole, Olivier Colliot. 2011. Line Garnero (1955–2009): La Pluridisciplinarité Au Cœur. Hommage À Line Garnero, Directrice De Recherche De Première Classe Au Cnrs. *Irbm*, 32(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.irbm.2011.01.005>
- Tapondjou, A.L. Adler, C. Fontem, D.A. Bouda, H. Reichmuth ,C. 2005. Bioactivities Of Cymol And Essential Oils Of *Cupressus Sempervirens* And *Eucalyptus Saligna* Against *Sitophilus Zeamais* Motschulsky And *Tribolium Confusum* Du Val. *Journal Of Stored Products Research*, 41(1), 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2004.01.004>
- Tapondjou, L. A., Adler, C., Bouda, H., Fontem, D. A. 2002. Efficacy Of Powder And Essential Oil From *Chenopodium Ambrosioides* Leaves As Post-Harvest Grain Protectants Against Six-Stored Product Beetles. 38, 395–402.
- Tirakmet Samia. 2015. Étude Comparative Entre L'activité Insecticide Des Huiles Essentielles Extraites À Partir De Deux Espèces De La Famille Des Astéracées Récoltées Dans La Région De Makouda Et L'activité Insecticide D'un Pesticide Organique De Synthèse Sur Le Ravageur Secondaire Du Blé Tendre Stocké *Tribolium Castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidea).
- Togola A., Silvie P., Seck P.A., Menozzi P., Nwilene F.E. 2013. Efficacité Des Huiles Essentielles D'*eucalyptus Camaldulensis* Et De *Cymbopogon Citratus* Dans La Protection Des Stocks De Riz Contre *Sitophilus Oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) Et *Sitotroga Cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). 203–211. Cirad - Agritrop (<https://agritrop.cirad.fr/573783/>)
- Tripathi, A. K. Prajapati, V.Bahl, N. V., J. R.Bansal, R. P.Khanuja, S.P.S.Kumar, S. 2002. Bioactivities Of The Leaf Essential Oil Of *Curcuma Longa* (Var. Ch-66) On

- Three Species Of Stored-Product Beetles (Coleoptera). *Journal Of Economic Entomology*, 95(1), 183–189. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.1.183>
- Wen-Juan Zhang, Kai Yang, Chun-Xue You, Ying Wang. 2015. Bioactivity Of Essential Oil From *Artemisia Stolonifera* (Maxim .) Komar . And Its Main Compounds Against Two Stored-Product Insects. 307(19), 299–307.
- Worou, D. K. Zandjanakou-Tachin, M. Boulga, J. Bokonon, A. H. 2016. Institut National Des Recherches Agricoles Du Bénin (Inrab). *Bulletin De La Recherche Agronomique Du Bénin (Brab)*, May, 132–143.
- Wu Feng Ve Xiaodong Zheng. 2007. Essential Oils To Control *Alternaria Alternata* In Vitro And In Vivo. 18, 1126–1130. <https://doi.org/10.1016/J.Foodcont.2006.05.017>
- Xin Chao Liu, Yonglan Li, Tiejuan Wang, Qing Wang, Zhi Long Liu. 2014. Chemical Composition And Insecticidal Activity Of Essential Oil Of *Artemisia Frigida* Willd (Compositae) Against Two Grain Storage Insects. *Tropical Journal Of Pharmaceutical Research*, 13(4), 587–592. <https://doi.org/10.4314/Tjpr.V13i4.15>
- Xu, Yong Yu, Liu, Leibe, Gary, Jones, Walker A. 2004. Effects Of Selected Insecticides On *Diadegma Insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae), A Parasitoid Of *Plutella Xylostella*(Lepidoptera: Plutellidae). *Biocontrol Science And Technology*, 14(7), 713–723. <https://doi.org/10.1080/09583150410001682395>
- Zirai Mücadele Teknik Talimatları. 2008. Tarımsal Araştırmalar Ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı. Cilt I, Sayfa 236.