



**BAZI UÇUCU YAĞLARIN KÜF AKARI *TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE*
(SCHRANK) (ACARI: ACARIDAE)'YE KARŞI AKARİSİDAL ETKİLERİ**

SENGİOUL OMER MEMET

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nihal KILIÇ

2023

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



BAZI UÇUCU YAĞLARIN KÜF AKARI *TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE*
(SCHRANK) (ACARI: ACARIDAE)'YE KARŞI AKARİSİDAL ETKİLERİ

SENGİOUL OMER MEMET

ORCID: 0000-0003-0371-4749

BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Doç. Dr. Nihal KILIÇ

ŞUBAT-2023

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

BAZI UÇUCU YAĞLARIN KÜF AKARI *TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE* (SCHRANK) (ACARI: ACARIDAE)'YE KARŞI AKARİSİDAL ETKİLERİ

Sengkioul OMER MEMET

Bitki Koruma Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nihal KILIÇ

Bu çalışmada; kişniş, lavanta, nane, sarımsak, soğan, tarçın, zencefil ve zerdeçal uçucu yağlarının *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae)'ye karşı fumigant ve kontakt etkileri araştırılmıştır. Uçucu yağların fumigant etkisini test etmek amacıyla akarların ergin dönemlerine ön denemeler kapsamında 10 µl/ konsantrasyon uygulanmıştır. Kontakt etki için ise, %1, %3, %5, %10 µl/l olmak üzere 4 farklı konsantrasyonu *T. putrescentiae*'nin ergin dönemlerine uygulanmıştır. Fumigant etki testlerinin sonucuna göre, test edilen uçucu yağlarının 10 µl/l'lik doz uygulamasının 24 saat sonunda, sarımsak, soğan ve tarçın uçucu yağlarının *T. putrescentiae*'nin fumigant etki oranlarının %100 olduğu tespit edilmiş, diğer uçucu yağların etkinliği ise yüksekten düşüğe doğru sırasıyla kişniş %92, nane %75, zerdeçal %73, lavanta %65, Zencefil %8' dir. Lethal konsantrasyon (LC) değerine göre soğan ve sarımsak en toksik uçucu yağlar olup, LC₅₀ değerleri yüksek etkiden, düşüğe doğru zerdeçal, tarçın, nane, lavanta, kişniş ve zencefil olarak sıralanmıştır. Kontakt etki deneme sonuçlarına göre, Sarımsak uçucu yağı %10'luk konsantrasyonda uygulamadan 1 saat sonra %100 ölüm oranı ile etki süresi en kısa uçucu yağ olmuştur. Bununla birlikte soğan ve tarçın uçucu yağlarının %10'luk konsantrasyonda, uygulamadan 3 saat sonra %100 ölüm belirlenmiştir. Lethal süre (LT) denemeleri sonucuna göre, en düşük konsantrasyondaki (%1) LT₅₀ değerleri 4.7- 32.5 saat (düşük- yüksek) olarak belirlenmiş olup, etki süresine göre uçucu yağlar sarımsak, tarçın, soğan, zerdeçal, nane, kişniş, lavanta ve zencefil şeklinde sıralanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışmadaki uçucu yağların fumigant ve kontakt olarak uygulamasının küf akarı, *Tyrophagus putrescentiae* erginlerinin kontrolünde başarılı bir şekilde kullanılabilme potansiyeline sahip olabileceği sonucuna varılmıştır. Deneme sonuçlarına göre ele alınan uçucu yağların, *T. putrescentiae* erginleri üzerinde kontakt ve fumigant olarak farklı oranlarda etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tyrophagus putrescentiae*, Uçucu yağlar, Akarisidal etki, Doğal akarisit

ABSTRACT

ACARICIDAL EFFECTS OF SOME ESSENTIAL OILS AGAINST MOLD MITE *TYROPHAGUS PUTRESCENTIAE* (SCHRANK) (ACARI: ACARIDAE)

Sengkioul OMER MEMET

Department of Plant Protection

MSc. Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Nihal KILIÇ

In this study; the fumigant and contact effects of coriander, lavender, mint, garlic, onion, cinnamon, ginger, and turmeric essential oils against *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) were investigated. In order for essential oils to have a fumigant effect, 10 µl/concentration was applied to the adult stages of the mites on preliminary biological tests. For the contact effect experiments, 4 different concentrations of 1%, 3%, 5%, and 10% µl/l were applied to the adult stages of *T. putrescentiae*. As a result of the fumigant efficacy of essential oils, garlic, onion and cinnamon were 100% mortality, then other essential oils ordered higher to lower as coriander 92%, mint 75%, turmeric 73%, lavender 65%, and ginger 8% respectively. According to Lethal Concentration (LC) results onion and garlic were determined high toxic essential oils and other essential oils LC₅₀ values were ordered high to low as turmeric, cinnamon, mint, lavender, coriander and ginger. As a result of the contact effect experiments, it was determined that the highest 10% concentration of garlic essential oil represents the highest contact toxicity with 100% mortality after 1 hour. However, it was concluded that onion and cinnamon essential oils were determined 100% mortality after 3 hours, at 10% concentration. According to Lethal time (LT) experiments, LT₅₀ values were determined 4.7- 32.5 h (min-max), and essential oils were ordered garlic, cinnamon, onion, turmeric, mint, coriander, lavender and ginger respectively. In conclusion, laboratory bioassays indicated that fumigant and contact treatments of essential oils which considered in this study, can have potential to be successfully used for controlling mold mite *Tyrophagus putrescentiae* adults.

Keywords: *Tyrophagus putrescentiae*, Acari, Essential oils, Acaricidal effect, Natural acaricide

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
TEŞEKKÜR	viii
1.GİRİŞ	9
1.1 Literatür Özeti	11
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	17
2.MATERYAL VE METOT	18
2.1 Materyal	18
2.1.1 <i>Biyolojik denemede kullanılan akar türü</i>	18
2.1.2 <i>Biyolojik testlerde kullanılan uçucu yağlar</i>	18
2.2 Metot	19
2.2.1 <i>Biyolojik Testler ve Konsantrasyon Denemeleri</i>	19
2.2.2 <i>Ön biyolojik testler</i>	20
2.2.3 <i>Letal konsantrasyon denemeleri (LC)</i>	20
2.2.4 <i>Kontakt etki denemeleri</i>	21
2.2.5 <i>Lethal Süre Denemeleri (LT)</i>	22
2.2.6 <i>Verilerin Analizi</i>	22
3.BULGULAR	23
3.1 Fumigant Etki ve Ön biyolojik testler	23
3.2 Biyolojik Testler ve Konsantrasyon Denemeleri	24
3.3 Kontakt Etki Denemeleri.....	35
4.SONUÇ VE ÖNERİLER	49
KAYNAKLAR	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Bitkisel kökenli uçucu yağların 10 µl/l dozuna tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	23
Çizelge 3.2. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	24
Çizelge 3.3. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	25
Çizelge 3.4. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	26
Çizelge 3.5. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları ..	28
Çizelge 3.6. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	29
Çizelge 3.8. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları ..	31
Çizelge 3.9. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları ..	32
Çizelge 3.10. Bitkisel kökenli uçucu yağların <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LC ₅₀ ve LC ₉₀ değerleri	34
Çizelge 3.11. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	35
Çizelge 3.12. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri	36
Çizelge 3.13. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	37
Çizelge 3.14. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri	38
Çizelge 3.15. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	38
Çizelge 3.16. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri	40
Çizelge 3.17. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	41
Çizelge 3.18. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.....	41

Çizelge 3.19. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	42
Çizelge 3.20. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri	43
Çizelge 3.21. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	44
Çizelge 3.22. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri	44
Çizelge 3.23. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	46
Çizelge 3.24. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.....	46
Çizelge 3.25. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	47
Çizelge 3.26. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının <i>Tyrophagus putrescentiae</i> erginlerine karşı LT ₅₀ ve LT ₉₀ değerleri.....	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin binokülerdeki görünümü.....	18
Şekil 2.2. Test edilen uçucu yağlar.....	19
Şekil 2.3. Cam kavanozlar ve üstleri tülle kapatılmış tüpler.....	20
Şekil 2.4. Fumigant etki ve ön denemeler.....	21
Şekil 2.5. Beton dökülmüş hücreler ve konsantrasyon denemeleri.....	21
Şekil 2.6. Üstleri lamel ile kapatılmış hücreler ve kontakt etki denemeleri.....	22
Şekil 3.1. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının farklı konsantrasyonlarına 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	25
Şekil 3.2. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	26
Şekil 3.3. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	27
Şekil 3.4. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	28
Şekil 3.5. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	29
Şekil 3.6. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	30
Şekil 3.7. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	32
Şekil 3.8. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan <i>Tyrophagus putrescentiae</i> 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları	33

KISALTMALAR DİZİNİ

χ^2	Ki-kare değeri
cm ²	Santimetre kare
l	Litre
LC ₅₀	Sabit maruz bırakma süresinde populasyonun % 50'sini öldürmek için gerekli olan konsantrasyon
LC ₉₀	Sabit maruz bırakma süresinde populasyonun % 90'ını öldürmek için gerekli olan konsantrasyon
LT ₅₀	Sabit maruz bırakma süresinde populasyonun % 50'sini öldürmek için gerekli olan süre
LT ₉₀	Sabit maruz bırakma süresinde populasyonun % 90'ını öldürmek için gerekli olan süre
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
μ l	Mikrolitre
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
SH	Standart hata

TEŞEKKÜR

Bu araştırma konusunun belirlenmesinde, tezimin hazırlanmasında ve bana her konuda rehberlik eden danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nihal KILIÇ'a, Sayın hocam Doç. Dr. Özgür SAĞLAM'a çalışmalarım esnasında vermiş olduğu destekten dolayı sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Eğitim hayatım boyunca benden desteklerini esirgemeyen beni yetiştiren ve her zaman yanımda olan aileme en içten teőekkürlerimi sunarım. Tez çalışmam boyunca benden yardımlarını esirgemeyen kardeşim gibi bildiğim kuzenlerim Murat HEKİM ve Mesut HEKİM'e, aynı zamanda meslektaşlarım olan Ziraat Mühendisi Meltem MEMET ve Burcu UYSAL'a teşekkür ederim.

Sengkioul OMER MEMET

Ziraat Mühendisi

1. GİRİŞ

Dünya üzerinde insan nüfusunun hızla artması sonucu artan gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla başta tahıllar olmak üzere gıda ürünlerinin depolanması artmıştır. Bu duruma bağlı olarak son yıllarda depolarda zarara yol açan akar türlerinin depolanmış ürünlerde yarattığı zararlar büyük sorun oluşturmuştur (Erden, 2012). Tahıl ve kuru bakliyat depolarında pekçok ülkede ve ülkemizde *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), (Acari: Acaridae) yaygın olarak görülen bir akar türüdür (Hughes, 1976, Özer vd., 1987, Çobanoğlu, 1996, Kılıç ve Toros, 2001a).

T. putrescentiae, depolanmış ürünlerde beslenmesi sonucu ürünün besin değerini ve tohumların çimlenme gücünü azaltarak ekonomik zararlara neden olmaktadır (Hughes, 1976). Genellikle yağ ve protein içeriği yüksek olan gıdaları seçerek beslenen bu akar türü bazen kültür bitkilerinde de görülmektedir (Hughes, 1976). Ayrıca sıcak ve nemli ortamlardaki depolanmış tahıllarda, bakteri ve küf mantarlarının taşıyıcısı da olduğu bilinmektedir (Bronswijk ve Sinha, 1973). *T. putrescentiae*, peynirlerin yüzeyinde de beslenmekte, peynirlerin kabuk kısmında kalınlaşma, renk ve görünüm bozuklukları meydana getirerek ekonomik kayıplara ve sağlık sorunlarına da sebep olmaktadır (Tiğın ve Özer, 1971), Bu akarın zararı sonrası peynirlerin ağırlığında %25 oranlarında azalış dahi görülmüştür (Peace, 1983).

Kapalı ortamlarda alerjik reaksiyonlara neden olan en önemli kaynaklarından biri olan bu tür, depolarda, fırınlarda, bakkallarda çalışan kişiler, işçile ve çiftçilerde alerjik rahatsızlıklara neden olmaktadır. İnsanların yaşam kalitesini olumsuz olarak etkileyen akarlar ile temas edilmesi sonucu atopik dermatit, solunum veya sindirim yolu ile alınması sonucu alerjik rinit, konjunktivit, astım gibi birçok hastalıklar ortaya çıkmaktadır (Kılıç ve Toros, 2001b, Cevizci, Gökçe, Bostan ve Kaypmaz, 2010).

T. putrescentiae ülkemizde ilk olarak kuru incirlerde kaydedilmiş, İzmir, Aydın, Malatya, Elâzığ ve Tekirdağ illerinde un ve undan mamül ürünler, ayçiçeği tohumu, ayçiçeği küspesi, kuşyemi ve kuru meyvelerde saptanmıştır (Özer vd., 1986, Cobanoglu, 2008, Kılıç ve Toros 2001a, Dizlek, 2017). Depolanmış ürünler dışında elma, armut, kiraz, ayva, şeftali ve erik ağaçlarında (Kumral 2005), ıhlamur, dişbudak, asma ve gül (Gencer Gökçer, Kılıç ve Çobanoğlu, 2022), bazı süs bitkileri ve çok yıllık çalimsı bitkilerde (Yeşilayer ve Çobanoğlu, 2011), elma (Yanar ve Ecevit, 2005) şeftali, vişne, kiraz, kayısı ve mahlepte tespit edilmiştir (Erdoğan, 2013).

İnsanların birçok ihtiyacını karşılayan gıda ürünlerinin, ilk üretildiği andan soframıza gelinceye kadar değişik işlemler gördüğü bilinmektedir ve bu işlemler sırasında kullanılan bazı uygulamalar sonucunda sorunlar meydana gelmektedir. Gıda ürünlerinin üretimleri ile tüketimleri kadar minimum düzeyde kayıplara neden olacak şekilde korunup depolanması insan sağlığı, işçi sağlığı ve çevre sağlığı açısından önemlidir (Özaydın, 1998). Etkili olmalarına rağmen kimyasalların yoğun kullanımından kaynaklı dirençli populasyonların ortaya çıktığı, hedef olmayan canlılarında zarar gördüğü, insan ve çevre sağlığında da tehlike oluşturduğu bilinmektedir. Bu nedenle alternatif mücadele yöntemlerinden biri olan uçucu yağlar ile yapılan mücadele yöntemleri ön plana çıkmıştır.

Bitkisel kökenli pestisitlerin sentetik pestisitlere göre birçok avantajı bulunmaktadır. (Bowers, Ohta, Cleere ve Marsella, 1976). Bu avantajlar, bitkilerin zaten doğamızda bulunmaları, doğaya toksik madde yayılmasına sebep olmamakta, kısa sürede parçalanarak toprak ve su kirliliklerine yol açmamakta, ürünler üzerinde insan sağlığını tehdit edecek uzun süreli kalıntılar oluşturmamaktadırlar. Eterik yağlar, uçucu bileşiklerden oluştuğu için zararlılara solunum yoluyla daha çok etkili olduklarından dolayı çalışmalar fumigant etki mekanizmasına doğru yönelmiş ve daha çok depo zararlıları üzerine yoğunlaşmıştır (Topuz ve Madanlar, 2006).

Uçucu yağlar bitkilerin farklı kısımlarından (yaprak, çiçek, tohum, tomurcuk, meyve, sap, kök, yumru vb.) elde edilmektedir. Türkiye özelinde bitki biyoçeşitliliğine bakıldığında uçucu yağ sürdürülebilir tarım uygulamaları ile mücadeleye dahil olması büyük bir önem kazanmaktadır (Nohutçu, Şelem, Tunçtürk ve Tunçtürk, 2021). Bitkilerden elde edilen uçucu yağ bileşenleri böcek, akar, nematod zararlılarına, bitki patojenlerine ve diğer mantarlara karşı geniş bir aktivite spektrumuna sahip olduğu bildirilmiştir (Isman, 2000).

Günümüzde yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı uçucu yağların kullanımı konusunda başarılı sonuçlar almıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bitkilerden farklı yöntemlerle elde edilen uçucu yağlarının depolanmış ürün zararlılarına karşı kontakt ve fumigant gibi etkileri olduğu tespit edilmiştir (Isman, 2000). Bu çalışmada; kişniş, lavanta nane, sarımsak soğan, tarçın, zencefil ve zerdeçal uçucu yağlarının önemli bir akar türü olan *T. putrescentie* 'ye karşı fumigant ve kontakt etkileri araştırılmış ve sentetik akarisitlere karşı alternatif olabilirlikleri değerlendirilmiştir.

1.1 Literatür Özeti

Perrucci (1955), yaptığı çalışmada depo akarı *Tyrophagus putrescentiae*' ye karşı iki lavanta türü ile nane ve okaliptüs temel bileşenlerinden linalool, linalil asetat, fenkon, menton, mentol ve okaliptol uçucu yağlarının doğrudan temas ve solunum yoluyla akarisit aktiviteleri test etmiş ve bu uçucu yağların denemesinde 0.25 µl ve 6 µl'de akarların %100'ünü öldürdüğü bildirilmiştir.

Larson ve Berryn (1984), seralarda önemli bir zararlı olan *Tetranychus urticae* ile yapılan bir denemede mentha türlerinden elde edilen uçucu yağ bileşiklerinin mentone, pulegone ve mentholün önemli derecede fumigant etki sağladığı ve bu bileşiklerin yumurta bırakmayı engellediği tespit edilmiştir.

Mansour, Ravid ve Putievsky (1986), Başka bir araştırmada Lamiaceae familyasına ait 14 farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların %0.1, % 0.5, % 10, % 15 ve % 20 konsantrasyonları fasulye yapraklarına uygulanmış ve *Tetranychus cinnabarinus* erginleri üzerindeki ölüm oranları tespit edilmiştir. Araştırmada en etkili uçucu yağlar, *Lavandula angustifolia*, *Melissa officinalis*, *Mentha piperata*, *Salvia fruticosa*, *Ocimum basilicum* ve *Rosmarinus officinalis* olarak belirlenmiş, bu yağların repellent etki gösterdikleri ve yumurta verimini de etkiledikleri saptanmıştır.

Gulati ve Mathur (1995), buğday unundaki *T. putrescentiae*' nin okaliptüs ve menthanın toz halindeki yapraklarının dişi başına 98.16 yumurta ile karşılaştırıldığında, akarların doğurganlığın azaldığı ve dişinin yumurtlamasını düşürdüğü ve zerdeçal rizomlarının değişen konsantrasyonları %0.1'lik bir konsantrasyonda bile etkili olduğu bildirilmiştir. Bunların, olgunlaşmamış yumurta ve nimfler için daha fazla etkili olduğu belirtilmiştir.

Sánchez, Ramos ve Castañera (2000), test edilen 13 bileşen arasından yedi doğal monoterpenin (pülegon, okaliptol, linalol, fenkon, menton, a-terpinen ve γ-terpinen), *T. putrescentiae*' ye karşı fumigant etkisi araştırılmıştır. Bu bileşenlerden pülegon, menton, linalol ve fenkon, 14 µl/l'de düşük ölüm gözlenmiştir. Ayrıca *T. putrescentiae* erkek bireylerinde monoterpenlerin aynı buhar konsantrasyonuna maruz kaldıklarında dişilerden önemli ölçüde daha yüksek bir ölüm görülmüştür. Erkek bireylerin dişilerden daha küçük olmaları nedeniyle daha fazla su kaybetmeleri ve bu yüzden erkeklerde yaklaşık 2 kat daha fazla ölüm gözlenmesi şeklinde açıklanmıştır.

Hee Kim, Kyung Kim ve Joon Ahn (2003), *T. putrescentiae* erginlerine karşı ticari olarak temin edilen 54 bitki eterik yağının akarisit aktivitesi DEET ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar test yağlarına göre değişiklik göstermiştir. 12.7 µg/cm ile yapılan bir testte, defne, citronella, karanfil tomurcuğu, karanfil yaprağı, limon otu, hindistan cevizi, keklik otu, yenibahar meyvesi, kırmızı kekik ve beyaz kekik yağları ile % 80'in üzerinde ölüm gözlenmiştir. 6.4 µg/cm'de, limon otu ve beyaz kekik yağları sırasıyla %76 ve %84 ölüme sebep olurken diğer eterik yağların akarisit aktivitesi önemli ölçüde azalmıştır. Fümigasyon testinde, limon otu ve yenibahar meyvesi yağlarının kapalı kaplarda açık kaplara göre çok daha etkili olduğu, bu durumun yağların etkilerinin büyük ölçüde buhar fazındaki hareketten kaynaklandığını düşünülmektedir. Bu yağların *T. putrescentiae* için Deet'ten daha toksik olduğu ve kontrol etmeni olarak çok faydalı olabileceği düşünülmüştür.

Kim, Kim, Choi ve Ahn (2003), karanfil (*Eugenia caryophyllata*) tomurcuk yağı bileşiklerinin; acetyeugenol, β-caryophyllene, eugenol, α-humulene, isoeugenol ve methyleugenol türdeşlerinin benzil benzoat ile *T. putrescentiae* erginlerine karşı akarisidal aktivitesini test etmek için fümigasyon yöntemleri karşılaştırılmıştır. En toksik bileşiklerin ve LD₅₀ değerleri metileugenol (1.18 µg/cm²), izoeugenol (8,21 µg/cm²), benzil benzoat (8,85 µg/cm²), β-karyofillen (11,77 µg/cm²) ve izoeugenol (8,21 µg/cm²) olarak sıralanmıştır. Eugenol, α-humulene, acetyeugenolde çok düşük aktivite bildirilmiştir.

Aslan, Özberk, Çalmaşur ve Şahin (2004), Lamiacea familyası türlerinden elde edilen *Satureja hortensis*, *Origanum basilicum* ve *Thymus vulgaris* uçucu yağlarının *Bemisia tabaci* erginlerine ve *T. urticae*'nin ergin ve nimflerine karşı toksisitesini araştırılmış ve bu 3 bitkiden elde edilen uçucu yağlardan *S. hortensis*'in en etkili olduğu ve diğer yağların da sera koşullarında kullanılabilirliğini saptanmıştır.

Aslan ve Kordalı (2005), *Artemisia absinthium* bitkisinden elde edilen uçucu yağ buharlarının *T. urticae* ve *Bemisia tabaci* nimf ve erginlerine karşı toksisitesi test edilmiş ve 2, 4, 6 ve 8 µl' de fumigant olarak etkili olduğu, ölümlerin doza ve maruz kalma süresi arttıkça arttığı, *B. tabaci*'nin daha duyarlı olduğu ve sera koşullarında *T. urticae* ve *B. tabaci*'ye karşı kontrol ajanları olarak kullanılabilirliği bildirilmiştir.

Gulati (2007), yapılan başka bir çalışmada, *T. putrescentiae* ve *Suidasia nesbitti*'ye karşı 3 zerdeçal (*Curcuma longa*) ürününün biyoetkinliği ve kalıcılığı test edilmiştir. Araştırmada zerdeçal yağı ve tozunun %0.5, 1 ve 2 konsantrasyonlarında akar popülasyonunun tamamen

inhibe olduğu tespit edilmiş, ayrıca yumurtalar ve larvalar üzerindeki etkisinin nimfler ve erginlerden daha belirgin olduğu bildirilmiştir.

Jeong, Lim, Kim ve Lee (2007), bir diğer araştırmada *Thymus vulgaris* (kekik) yağından elde edilen bileşiklerin *T. putrescentiae*'ye karşı akarisit aktiviteleri, yağ emdirilmiş bir kumaş diskin biyotahlili kullanılarak değerlendirilmiştir. Kekik yağı sentetik akarisitler ile karşılaştırıldığında, *Thymus vulgaris*'in bileşimindeki benzil benzoat ve *N, N*-dietil-*m*- daha toksik olduğu ve kekik yağının depo akarlarına karşı toksisitesinin olabileceğini bildirilmiştir.

Lee, Parkı, Song ve Joeng (2009), başka bir araştırmada ise *Juniperus chinensis* yapraklarının yağındaki ana bileşenlerin akarisit aktiviteleri, *Dermatophagoides spp* ve *T. putrescentiae*'ye karşı Deet ile karşılaştırılmıştır. *J. chinensis* yağının *D. farinae*, *D. pteronyssinus* ve *T. putrescentiae* için LD₅₀ değerleri sırasıyla 21.60, 19.89 ve 38.10 olarak belirlenmiştir. *D. farinae*'ye karşı Bornil asetatın LD₅₀'si 2.94 iken Deet (37.13) ve alfa-eudesmol'den (29.72) önemli ölçüde düşük çıkmıştır. Bornil asetat ve alfa-eudesmol, *D. pteronyssinus* ve *T. putrescentiae*'ye karşı test edildiğinde de benzer sonuçlar gözlenmiştir. Bornil asetatın düşük LD₅₀ değeri *J. chinensis* yağının sadece %19,5'ini oluşturmasına rağmen ev tozu akarlarına ve depo akarlarına karşı akarisit etkili olabileceğini göstermiştir.

Erdoğan, Yılmaz ve Saltan (2010), *T. urticae*'nin için acı biber (*Capsicum annum*) bitkisinden elde edilen etanolü ekstraktların etkisini incelemek için ekstraktların dört farklı konsantrasyonu (%1, 3, 6, 12), daldırma ve püskürtme yöntemleriyle uygulanmış ve %12'lik konsantrasyonda larva, nimf ve erginlerde ölüm oranı sırasıyla %97, %86 ve %95 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca yumurta veriminin önemli derecede azaldığı, ancak ekstraktın ovisidal etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir.

Carla, Gondim, Manoel, Siqueira Herbert ve Camara Claudio (2011), yapılan başka bir araştırmada depo akarlarından *T. putrescentiae* ve *Suidasia pontifica* türleri için *Cinnamomum zeylanicum*, *Eugenia uniflora*, *Eugenia uvalha*, *Melaleuca leucadendra*, *Piper marginatum* ve *Schinus terebinthifolius*'tan elde edilen uçucu yağların fumigant aktivitesi test edilmiştir. 24 saat süre ile 50 µl/l konsantrasyonundaki *C. zeylanicum* yağına maruz kaldıktan sonraki ölüm oranları *T. putrescentiae* ve *S. pontifica* için sırasıyla %97.7 ve %92.9 olduğu, ayrıca *T. putrescentiae* için zehirli yağların eugenol, *C. zeylanicum*, *E. uvalha* ve *S. terebinthifolius*, *Suidasia pontifica* için ise eugenol olduğu bildirilmiştir.

Topuz ve Madanlar (2011), bir çalışmalarında *Mentha pulegium*, *Foeniculum vulgare*, *Pistacia terebinthus*, *Schinus molle* ve *Vitex agnus-castus* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *T. cinnabarinus* a karşı kontakt ve repellent etkilerini araştırmışlardır. Kontakt etki denemelerinde *M. pulegium*, *F. vulgare* ve *S. molle* uçucu yağları 96 saat süre sonunda popülasyonun %50'nin üzerinde ölüm meydana getirmiştir. Bu denemelerde en yüksek ölüm oranı 20 ml/l dozda, *M. pulegium* uçucu yağında tespit edilmiştir. Araştırmacılar 1 ml/l dozunda *V. agnus-castus* uçucu yağınının 48 saat sonunda %85 oranında repellent etki gösterdiğini ve en etkili bitkinin *Vitex agnus-castus* olduğunu bildirmişlerdir.

Pumnuan ve Insung (2012), depo akarı *Suidasia pontifica*'ya karşı 28 tıbbi bitkiden elde edilen uçucu yağların akarisit etkileri kuru film yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. 20 µl dozdaki esansiyel uçucu yağlar için 24 saat sonra gözlemler yapıldığında %1 dozunda karanfil (*Syzygium aromaticum*), tarçın (*Cinnamomum bejolghota*), mersin otu (*Acorus Hint kamışı*), betel asması (*Piper betle*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) popülasyonun %70'den fazlasının ölümüne neden olduğu bildirilmiştir.

Yorulmaz Salman, Sarıtaş, Kara ve Ay (2014), ada çayı ve biberiye bitkilerinden elde edilen metanollü ekstraktların *T. urticae*'nin nimf ve ergin dönemleri üzerine akarisit etkilerini belirlemek için, %1, %3, %6, %12 olmak üzere dört farklı konsantrasyonu uygulanmıştır. Nimf ve ergin dönemler için en yüksek ölüm oranları ada çayı ve biberiye ekstraktlarının %12'lik konsantrasyonlarında belirlenmiştir. Bu konsantrasyonda ada çayı ekstraktı için nimf ve erginlerde %79 ve %62, biberiye ekstraktında ise %58 ve %82 ölüm oranı belirlenmiştir. Aynı konsantrasyonda ada çayı ve biberiye ekstraktlarının ovisidal etkisinin de bulunduğu saptanmış ve iki noktalı kırmızı örümcek mücadelesinde ada çayı ve biberiye ekstraktlarının sentetik pestisitlere bir alternatif yöntem olarak uygulanabileceği bildirilmiştir.

Yorulmaz Salman ve Erbaş (2014), *Rosa damascena* çiçeğinden elde edilen uçucu yağ ile iki önemli bileşeni geraniol ve citronellol'ün *T. urticae* üzerinde kontakt etki denemesinde gül yağı, geraniol ve citronellol'ün 1, 5, 10 ve 20 ml/l olmak üzere 4 farklı konsantrasyonu, repellent etki için ise 0.1, 1, 5 ve 10 ml/l konsantrasyonları yumurta, nimf ve ergin dönemlerine uygulanmıştır. Çalışma sonucunda en yüksek kontakt, repellent ve ovisidal etki geraniolde belirlenirken, bunu gül yağı ve citronellol izlemiştir.

Park, Yang ve Lee (2014), bir diğer araştırmada nane yağı ve mentol izomerlerinin *T. putrescentiae*'ye karşı fümigant ve kontakt akarisidal etkileri ile sentetik akarisit benzil

benzoatın aktivitesi karşılaştırılmış ve LD₅₀ değeri 0.96 µg/cm² olarak saptanan mentolün sentetik akarisit benzil benzoattan (11.70 µg/cm²) daha etkili olduğu bildirilmiştir.

Pumnuan, Nuchpo ve Insung (2015), tarçın (eugenol) ve limon (sitral) esansiyel yağlarının ana bileşenlerinden elde edilen uçucu yağların fumigant ve kontakt etkileri *T. communis* erginlerine karşı araştırılmıştır. Fumigasyon testinde 0 (%95 etanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 ve 1.8 µl/l uçucu yağları denenmiştir. Kontakt etki denemesinde ise uçucu yağlarla 0 (%95 etanol), 20, 40, 60, 80, 100 ve 120 µg/cm²'deki uçucu yağlar ile gerçekleştirilmiştir. Her iki analizde de akar ölümleri 24 saat sonra gözlemlenmiştir. Sonuçlara göre, 1.8 µl/l eugenol ve sitral standartlarının sırasıyla 1.12 ve 1.16 µl/l LC₅₀ ile fümigasyon biyotahlilindeki tam ölümle sonuçlanmıştır. Ayrıca eugenol ve sitral standartların 120 µg/cm²'de teması, sırasıyla 70.78 ve 72.99 µg/cm²'lik LC₅₀ değeri ile tam ölüm göstermiştir.

Brascesco, Gende, Negri, Szawarski, Iglesias, Eguaras ve Maggi (2016), Timol, ökaliptol, karvakrol, felladren ve mirsen esansiyel yağ bileşiklerinin ikili karışımının parazit akar *Varrao destructor* gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmış ve timol-fellandren kombinasyonunun akarlarda öldürücü bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Jeon ve Lee (2016), *Litsea cubeba* meyvelerinden ve *Mentha arvensis* yapraklarından elde edilen uçucu yağların ev tozu akarlarından *Dermatophagoides farinae* ve *D. teronyssinus* ile depo akarı *T. putrescentiae*'ye karşı fumigant etkilerini araştırmışlardır. *L. cubeba* meyvelerinin uçucu yağı esas olarak sitral (%64.43) ve limonenden (%10.54) oluşmaktadır. *M. arvensis* yapraklarının uçucu yağında ana bileşikler ise mentol (%59.75) ve menton (%20.04)'dir. *L. cubeba* yağının LD₅₀ değeri sırasıyla 1.54, 1.83 ve 3.90' dir ve *D. farinae*'ye karşı benzil benzoattan (9.84, 9.16 ve 12.01 yaklaşık 6.39, 5.01 ve 3.08 kat daha fazla etki göstermiştir. *D. pteronyssinus* ve *T. putrescentiae* e *M. arvensis* yağının LD₅₀ değerleri sırasıyla 1.46, 1.83 ve 3.4'dir ve *D. farinae*, *D. pteronyssinus* ve *T. putrescentiae*'ye karşı benzil benzoattan sırasıyla yaklaşık 6.74, 5.01 ve 3.52 kat daha etkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre, *L. cubeba* ve *M. arvensis* yağlarının akarlar ile mücadelede akarisit olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Park, Lee, Kim ve Lee (2016), *Albizzia julibrissin* kabuklarından edilen bitki ekstratlarının *D. farinae*, *D. pteronyssinus* ve *T. putrescentiae* için fumigant etkisi gaz-kromatografisi ve kütle spektrometrisi ile analiz etmişler ve uçucu yağın toplam yağın %89.23'ünü oluşturan 14 bileşik içerdiğini ortaya çıkarmışlardır. Yapılan fumigant testinde *D.*

farinae için LD₅₀ 4.88, *D. pteronyssinus* 2.44 ve *T. putrescentiae* 1.22'dir. Bu sonuçlara göre *A. julibrissin* yağının akarisit aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir.

Jin Jeon, Guei Lee ve Guei Lee (2017), Fransa ve Hindistan'da yetiştirilen *Cinnamomum zeylanicum* kabuğu yağlarının ana bileşenleri cinnamaldehit (%63.97 ve %67.21) ve eugenol (%6.84 ve %19.79)'ün *D. farinae*, *D. pteronyssinus*, *T. putrescentiae* ve *Ricania sp.*'ye karşı akarisit ve böcek öldürücü aktiviteleri belirlemişlerdir. Sprey biyo-tahlilindeki *Ricania sp.* erginlerine karşı, kumaş disk biyoanalizinde Hindistan'dan alınan *C. zeylanicum* yağının akarisit aktivitesi, Fransa yağından daha yüksek olduğu, filtre kâğıdı biyoanalizinde, Hindistan yağı; *D. farinae*, *D. pteronyssinus*'a karşı Fransa yağından daha etkili olduğu bildirilmiştir. *C. zeylanicum* kabuğunun uçucu yağlarının ev tozu akarları, depo akarları ve meyve zararlılarını kontrol etmek için etkili olduğu bildirilmiştir.

Yorulmaz Salman ve Bayram (2017), anason (*Pimpinella anisum*), dereotu (*Anethum graveolens*), kimyon (*Cuminum cyminum*), kişniş (*Coriandrum sativum*) ve rezene (*Foeniculum vulgare*) bitkilerinden su ile hazırlanan ekstraktlar *T. urticae*'nin ergin, protonimf dönemlerine ve yumurta açılımına etkilerini incelemek üzere %1, 3, 6, 12'lik konsantrasyonlarında uygulanmışlardır. *T. urticae*'nin ergin ve nimfleri üzerindeki kontakt etkilerinin, konsantrasyon artışına bağlı olarak yükseldiği, altıncı gün %12'lik konsantrasyonun ergin ve protonimflerde %100 ölüme yol açtığı, ayrıca dereotu ekstraktının *T. urticae*'nin yumurta açılımında %91 oranında azalttığı tespit edilmiştir.

Yeşilayer (2018), Tokat ilinde yapılan bir çalışmada, Lamiaceae familyasına ait *Origanum onites*, *O. vulgare*, *O. majorana*, *Thymbra spicata* ve *Thymus vulgaris* türlerinden elde edilen uçucu yağların *T. urticae*'ye repellent etkileri araştırılmış ve 5 kekik türü içinde en etkili olan *O. onites* olmuştur.

Preisser, Anderson, Demares, Bloomquist ve Gerrard (2018), *T. putrescentiae* üzerinde sarımsak (*Allium sativum*) özüne batırılmış jambon küplerinin solunum ve temas bakımından toksisiteleri incelenmiş ve solunum açısından sarımsak etkisiz bulunurken doğrudan temasta %95 ölüm oranı ile toksik olduğu bildirilmiştir. Ayrıca sarımsak suyunun kısa süreli repellent ve toksik etki gösterdiği, ancak uygulama zamanının uzamasıyla etkisinin azaldığı belirtilmiştir.

Seung Kang ve Hoi Seon (2018), *Cinnamomum cassia* (tarçın) yağlarının akarisit etkilerini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, *T. putrescentiae* erginlerine karşı organik

çözücü (OS), buhar damıtma (SD) ve süper kritik akışkan (SF) ve bunların bileşenleri ile yapılan temas ve fumigant biyoanalizleri sonucu *T. putrescentiae*, *S. cerealella* ve *P. interpuctella* erginlerine karşı OS, *S.oryzae* ve *S.zeamais* yetişkinlerine karşı SD formülasyonlarında en güçlü toksisite etkisinin olduğu bildirilmiştir.

Al, Assiuty, Nenaah ve Ageba (2019), *T. putrescentiae*'ye karşı *Ocimum basilicum*, *Achillea fragrantissima* ve *Achillea santolina* uçucu yağlarının fumigant ve kontakt etkilerinin test edildiği araştırmada kontakt etki için uygulamadan 48 saat sonra *O. basilicum* A. *fragrantissima* ve *A. santolina* için LC₅₀ değerleri sırasıyla 8.4, 14.1 ve 21.8 şeklindedir. Fümigasyon testlerinde 48 saatlik LC₅₀ değerlerine 2.2, 4.7 ve 9.6 sıralandığında, *O. basilicum*'un yine en toksik olduğu ve ardından *A. fragrantissima* ve *A. santolina* etkili olmuş ve bitkisel yağlar ile bunların nanoemülsiyonlarının *T. putrescentiae*'ye karşı önemli ölçüde akarisidal aktivite gösterdikleri bildirilmiştir.

Kesdek, Usanmaz, Bozhüyük ve Kordalı (2019), yaptıkları bir çalışmada *Artemisia dracuncululus*, *Satureja hortensis*, *Thymbra spicata*, *Tanacetum argyrophyllum* ve *Tanacetum balsamita* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, *Tetranychus cinnabarinus* erginleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Uygulamalar, (5, 10, 20 µl) dozlarında ve (24, 48, 72, 96 saat) farklı zamanlarda yapılmıştır. Tüm zamanlar ve dozlarda uçucu yağlar karşılaştırıldığında, en fazla ölüm oranları %36.0-%100 *T. argyrophyllum*'un bitkisinde tespit edilmiştir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

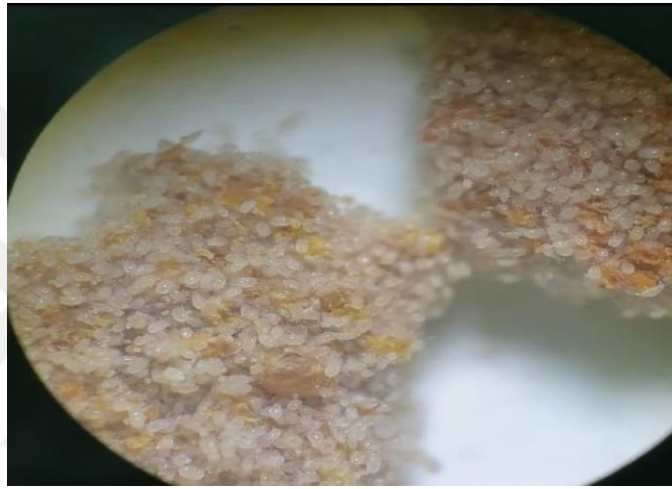
Bu çalışmada; kişniş, lavanta, nane, sarımsak, soğan, tarçın, zencefil ve zerdeçal uçucu yağlarının depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren ve küf akarı olarak da bilinen *Tyrophagus putrescentiae*'ye karşı fumigant ve kontakt etkileri araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1 Materyal

2.1.1 Biyolojik Denemede Kullanılan Akar Türü

Depolarda ve depolanmış ürünlerde zarara yol açan, *Tyrophagus putrescentiae* erginleri yarım L'lik kavanozlar içerisinde kırık buğday ve köpek maması (dog sticks) ile çoğaltılıp (Acari: Acaridae) %75±5 nem ve 25°C±5 sıcaklıkta Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'ne ait Akaroloji Laboratuvarında yetiştirilen stok kültürlerden temin edilmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 2.1. *Tyrophagus putrescentiae*'nin binokülerdeki görünümü

Uçucu yağlar, bitkilerden su veya su buharı yoluyla elde edilen, oda sıcaklığında sıvı halde, bazen ise donabilen, uçucu, kuvvetli kokulu ve yağimsı karışımlardan oluşmaktadır. Bu uçucu yağların en büyük grubunu ise terpenler oluşturmaktadır (Metin ve Nevin, 1990). Açıkta bırakıldıklarında, oda sıcaklığında bile buharlaşabildiklerinden halk arasında uçan yağ, esansiyel yağ, eterik yağ veya esans yağ olarak isimlendirilmektedirler (Ceylan, 1997).

2.1.2 Biyolojik Testlerde Kullanılan Uçucu Yağlar

Denemelerde, nane (*Mentha piperita*) uçucu yağı bitkinin çiçek ve yapraklardan, lavanta (*Lavendula angustifolia*) uçucu yağı çiçek kısmından, zerdeçal (*Curcuma longa*) uçucu yağı kök kısmından, zencefil (*Zinziber officinalis*) uçucu yağı bitkinin kök kısmından, tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*) uçucu yağı kabuk kısmından, kişniş (*Coriandrum sativum*) uçucu yağı tohum, soğan (*Allium sepa*) uçucu yağı yumru kısmından, sarımsak (*Allium sativum*) uçucu yağı yumru kısımlarından elde edilmiştir. Uçucu yağlar, ATL (Canada) firmasından

ticari olarak temin edilmiş ve denemeler esnasında 5°C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Test edilen uçucu yağlar

2.2 Metot

2.2.1 Biyolojik Testler ve Konsantrasyon Denemeleri

Uçucu yağların fumigant etkisini tespit etmek için yapılan denemelerde 1 lt.'lik kavonozlar, 10 ml hacmindeki cam tüpler, ince tül ve besin olarak kepek kullanılmıştır. Denemeler 75 ± 5 nem ve $25^{\circ}\text{C} \pm 5$ sıcaklıklarındaki iklim odasında, karanlık ortamda ve 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulamalarda *Tyrophagus putrescentiae* erginleri kullanılmıştır.

Her uygulama için 5 ml hacminde tüplere besin olarak kepek parçaları ve 10 ergin akar konulmuştur. Uygulanan yağın gaz halinde tüplere girebilmesini sağlamak ve akarların kaçmasını engellemek için tüplerin ağzı çok ince bir tül ile kapatılmıştır. Bu şekilde hazırlanan tüplerin her biri 1 litrelik cam kavonozlara konulduktan sonra mikro pipet yardımı ile test edilecek konsantrasyonda ölçülen yağ kurutma kâğıdına emdirilerek kavanoz içerisine bırakılmıştır. Kavanoz içindeki ortam nemini 75 ± 5 seviyesinde sabit tutmak için bir parça kurutma kâğıdı 7.5 gr KOH +20 ml su solüsyonuna batırılarak kavanoz içerisine yerleştirilmiştir. Kavonozların ağzı metal kapakla sıkıca kapatılarak iklim odasında 24 saat bekletilmiştir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Cam kavanozlar ve üstleri tülle kapatılmış tüpler

2.2.2 Ön Biyolojik Testler

Uçucu yağların fumigant etkisinin olup olmadığını test etmek amacıyla, akarların ergin dönemlerine başlangıçta sabit doz olarak belirlenen 10 µl/ konsantrasyon uygulanmıştır. Test edilen bireyler uygulamadan sonra 24 saat süre ile %75± 5 nem içeren iklim odasında karanlık ortamda bekletilmiştir. Uygulamanın ardından tüpler, kavanozlardan pens yardımıyla çıkartılarak petrilere aktarılıp ince uçlu fırça yardımıyla stereozoom mikroskop altında akarların ölü-canlı sayımları yapılmıştır.

2.2.3 Letal Konsantrasyon Denemeleri (LC)

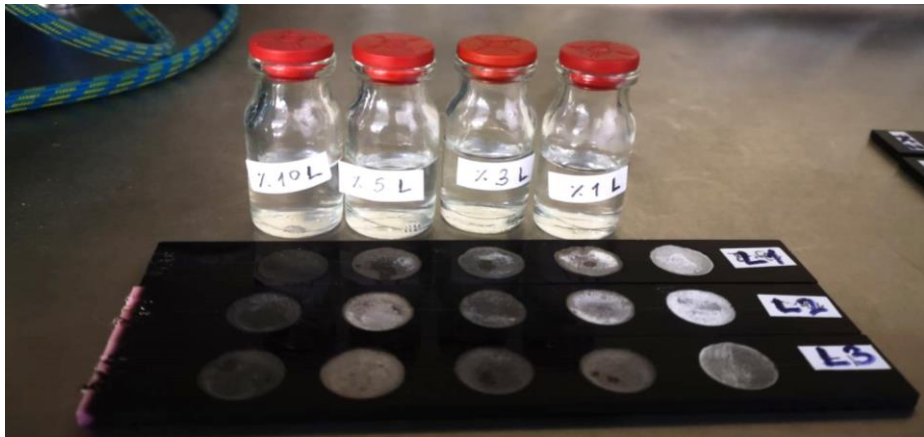
Ön biyolojik testlerden elde edilen sonuçlara göre, LC testleri için gerekli alt ve üst belirlenerek konsantrasyon denemeleri yürütülmüştür. Her bileşiğin uygulanacak olan konsantrasyonları, ön testlerde elde edilen ölüm oranlarına göre belirlenmiştir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak ve her uygulama için 3 kontrol bırakılmıştır (Şekil 2.4.).



Şekil 2.4. Fumigant etki ve ön denemeler

2.2.4 Kontakt Etki Denemeleri

Kontakt etki denemeleri için akarların biyolojik gözlemlerinde Solomon and Cunnington (1964)'un önerdiği, Emekçi ve Toros (1989)'un değiştirerek kullandığı pleksiglass bantlar üzerine açılmış 1,5 cm çaplı 5'li hücreler kullanılmıştır. Depo yüzeyi ile benzerlik gösterme bakımından hücelere çimento ile beton dökülüp kurutulmuştur. Her bir hücreye %1, %3, %5, %10 oranlarda alkol ile seyreltilerek elde edilen uçucu yağ çözeltisi mikro pipet yardımı ile yüzeye 100 µl olarak uygulanmıştır. Kontrollerde sadece alkol uygulaması yapılmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Beton dökülmüş hücreler ve konsantrasyon denemeleri

Uygulamalar yapıldıktan sonra hücreler 24 saat çeker ocak altında bekletilip kurumaları sağlanmıştır. Her birine 2 adet ergin *T. putrescentiae* bireyi ve besin olarak 2-3 mm büyüklüğünde kepek parçası bırakılan hücrelerin üzeri lamel ile kapatılmış ve akarların kaçması önlemek için üstten pens ile tutturulmuştur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Üstleri lamel ile kapatılmış hücreler ve kontakt etki denemeleri

Akarların canlı olup olmadıkları 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36 ve 48 saat periyotlarla stereozoom mikroskop altında kontrol edilmiştir. Akarlara fırça yardımıyla temas edilip uzuvlarında bir hareket olmayanlar ölü olarak kabul edilmiştir. Her uçucu yağ 10 tekerrür olarak denenmiş ve her uçucu yağ için 5 kontrol bırakılmıştır.

2.2.5 Lethal Süre Denemeleri (LT)

Kontakt etki denemeleri sonucu elde edilen ölüm oranlarına göre populasyonun %50 (LT₅₀) sini ve %90'ını (LT₉₀) öldürmek için gereken süreler hesaplanmış ve alt-üst güvenlik aralıkları belirlenmiştir. LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri arasındaki istatistiksel farklılıklar, doza göre elde edilen değerlerin, dozlar arasında alt ve üst güvenlik limitleri içerisinde olup olmamasına göre belirlenmiştir. Elde edilen LT değeri diğer dozun güvenlik limitleri arasında değil ise çakışma söz konusu olmadığı için istatistiksel olarak farklı grup olarak değerlendirilmiştir.

2.2.6 Verilerin Analizi

Denemeler sonucunda uçucu yağların dozunu, uygulamaya alınan birey sayılarını ve uygulama sonrası ölen birey sayılarını içeren excel tabloları oluşturulmuştur. Elde edilen ölüm oranlarına Arcsin transformasyonu uygulandıktan sonra SPSS istatistik programı kullanılarak analize tabi tutulmuştur. Kontroldeki ölen birey sayıları uygulama yapılan tekerrürlerden çıkarılarak düzeltilmiş ölüm oranları elde edilmiş, ortalamalar arasında farklar %5 önem seviyesinde Tukey testi ile karşılaştırılmıştır. Letal konsantrasyon denemesi için elde edilen konsantrasyon-ölüm oranı verileri, programı kullanılarak probit analizi uygulanarak LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri hesaplanmıştır. Benzer şekilde farklı yüzdelik oranlarda hazırlanan uçucu yağlarının kontakt etki testlerinden elde edilen veriler ile LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanmıştır.

3. BULGULAR

3.1 Fumigant Etki ve Ön biyolojik testler

Tez kapsamında ele alınan uçucu yağlarının *Tyrophagus putrescentiae* ergin dönemine fumigant etkisini belirlemek için her bir yağ için 10 µl/l konsantrasyonda ön denemeler yürütülmüştür. Ön deneme uygulamasından elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Uçucu yağların etkinlikleri arasındaki farklılıklar Tukey testine göre karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen bulgularda uygulamaya tabii tutulan yağların kontrole göre *T. putrescentiae* üzerindeki etki düzeylerinin farklı olduğu ve bu farklılıkların istatistiki olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($F_{9,23}=12.444$; <0.0001). Sarımsak, soğan ve tarçın uçucu yağının ön deneme uygulamalarında 24 saatte akarların %100'ü ölmüştür. Bu yağları takiben ölüm oranı kişniş uçucu yağında % 92.13, nane uçucu yağında %75.18, zerdeçal uçucu yağında %73.33 ve lavanta uçucu yağında % 65.64 olmuştur (Çizelge 3.1). Zencefil etkisi en düşük düzeyde kalan uçucu yağ (%8.046) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Bitkisel kökenli uçucu yağların 10 µl/l dozuna tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Uçucu yağlar	Düzeltilmiş ölüm oranı (%) ± SH
Kişniş	92.13 ± 2,44 B
Lavanta	65.64 ± 12.39 D
Nane	75.18 ± 7.09 C
Sarımsak	100 ± 0 A
Soğan	100 ± 0 A
Tarçın	100 ± 0 A
Zencefil	8.046 ± 0 E*
Zerdeçal	73.33 ± 3.33 C
Kontrol	3.33 ± 3.33
F ve p değerleri	$F_{9,23}= 12.444 <0.0001$

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

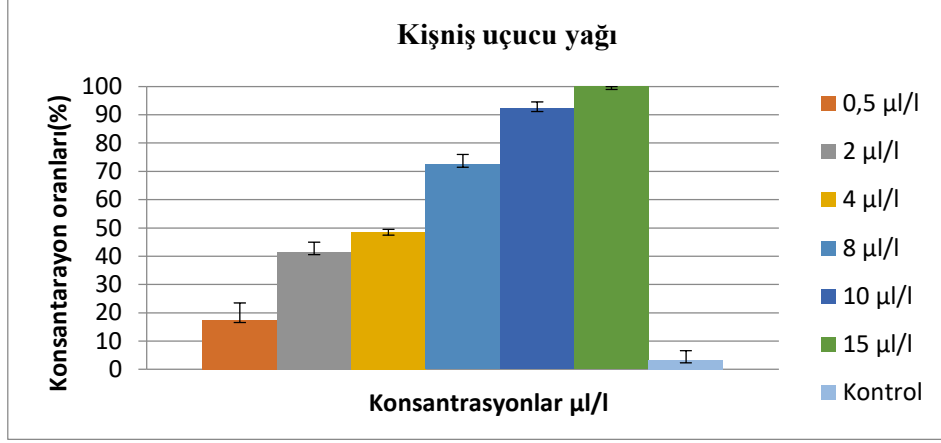
3.2 Biyolojik Testler ve Konsantrasyon Denemeleri

Bitkisel kökenli kışniş uçucu yağlarının, 24 saatlik fumigant etkisini test etmek için 0.5-2-4-8-10 ve 15 µl/l doz konsantrasyon düzeylerinin *T. putrescentiae* erginleri üzerinde akarisidal etki denemeleri yapılmıştır. Farklı doz uygulamalarının akar üzerinde fumigant etkilerinin birbirinden farklı olduğu istatistiki olarak tespit edilmiştir ($F_{5,17}=78.669$; $p<0.0001$). En düşük konsantrasyonda %17 ölüm meydana gelirken 2 ve 4 µl/l'lik dozda %40-50 ölüm, 8 ve 10 µl/l'lik dozlarda ise %72-92 oranında ölüm görülmüştür. 15 µl/l dozda 24 saatte popülasyonun hepsinde ölüm meydana gelmiştir ve bu gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3.2). Kışniş yağı denemesine ait sonuçların grafiksel gösterimi (Şekil 3.1)'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Bitkisel kökenli kışniş uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Kışniş uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş ölüm oranı (%) ± SH
0.5	17.52 ± 5.952 D *
2	41.58 ± 3.43 C
4	48.45 ± 3.43 C
8	72.51 ± 3.44 B
10	92.13 ± 2.44 B
15	100 ± 0 A
Kontrol	3.33 ± 3.33
F ve p değerleri	$F_{5,17}=78.669$; $p<0.0001$

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.



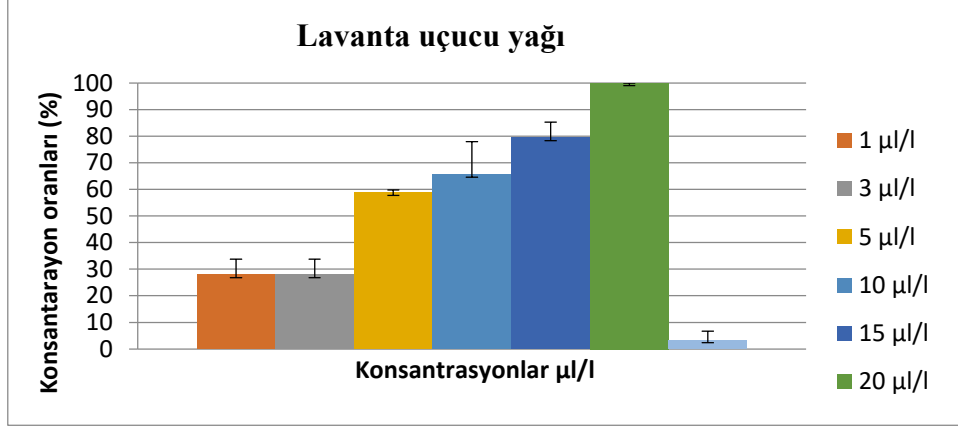
Şekil 3.1. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının farklı konsantrasyonlarına 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Lavanta yağının 24 saatlik fumigant etkisini test etmek için 1-3-5-10-15 ve 20 µl/l konsantrasyonlarda yapılan uygulamalarda 20 µl/l nin 24 saatte % 100 öldürücü etkisi olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.3) (Şekil 3.2). 15 µl/l'lik dozda % 79.38, en düşük dozlarda ise %27.84 oranında ölüm elde edilmiştir.

Çizelge 3.3. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Lavanta uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş ölüm oranı (%) ± SH
1	27.84 ± 5.952 D*
3	27.84 ± 5.95 D
5	58.76 ± 0 C
10	65.64 ± 12.39 BC
15	79.38 ± 5.95 B
20	100 ± 0 A
Kontrol	3.33 ± 3.33
F ve p değerleri	F _{5,17} =55.181; p<0.0001

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 3.2.Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

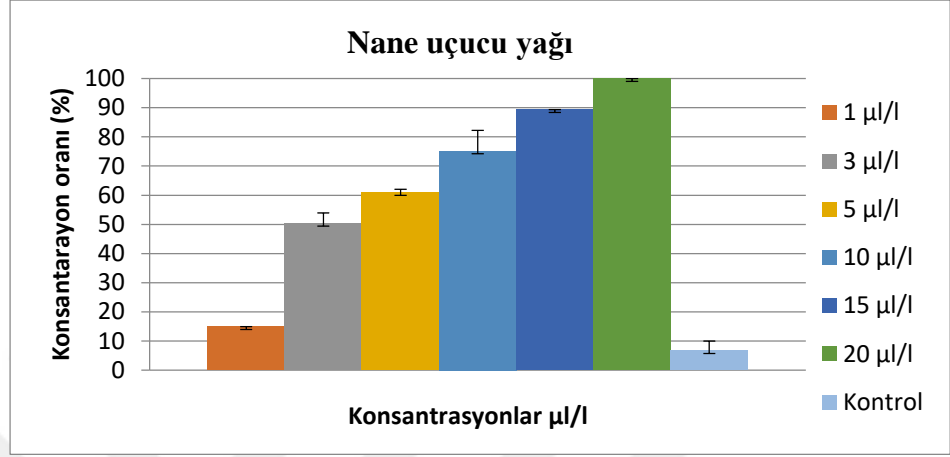
Nane uçucu yağının 1-3-5-10-15 ve 20 µl/l konsantrasyonlarda *T. putrescentiae* üzerinde istatistiki olarak farklı etkiler meydana getirmiştir ($F_{5,17}=91.172$; $p<0.0001$) (Çizelge 3.4). Küf akarı erginleri 20 µl/l dozluk nane yağına 24 saat tabii kaldığında %100 ölüm meydana gelmiştir (Şekil 3.3).

Çizelge 3.4. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Nane uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%) ± SH
1	14.89 ± 0 E*
3	50.35 ± 3.55 D
5	60.99 ± 3.55 CD
10	75.18 ± 7.09 BC
15	89.36 ± 0 B
20	100 ± 0 A
Kontrol	6.67 ± 3.33
F ve p değerleri	$F_{5,17}=91.172$; $p<0.0001$

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

20 µl/l nane yağı konsantrasyonunun diğer konsantrasyon düzeyleri ile kıyaslandığında toksisite değeri en yüksek konsantrasyon düzeyi olduğu belirlenmiştir. 15 µl/l'lik dozda % 89.36, düşük dozlardan 3 µl/l dozda % 50.35, 1 µl/l dozda % 14.89 oranında ölüm meydana gelmiştir.



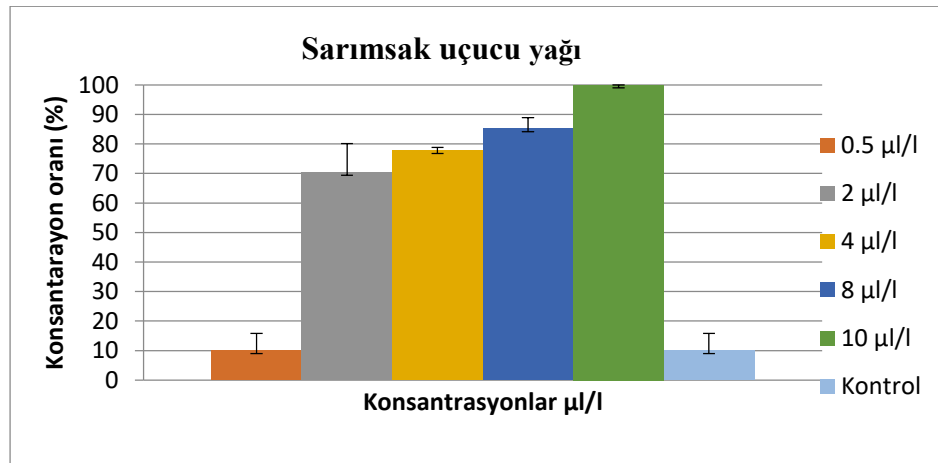
Şekil 3.3. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Sarımsak yağının, 24 saatlik fumigant etkisini test etmek için 0.5, 2, 4, 8 ve 10 µl/l konsantrasyonlar denenmiştir. Denemeye tabi tutulan akarların %100'ünün ölmesine sebep olan konsantrasyon düzeyi 10 µl/l olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.5, Şekil 3.4). 2, 4 ve 8 µl/l konsantrasyonlarda %70-85 oranında ölüm meydana gelmiştir ve bu dozlar arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. En düşük doz %10 oranında ölüme sebep olmuştur.

Çizelge 3.5. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Sarımsak uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%) ± SH
0.5	10 ± 5.77 C*
2	70.3 ± 9.80 B
4	77.7 ± 6.42 B
8	85.19 ± 3.70 AB
10	100 ± 0 A
Kontrol	10 ± 5.77
F ve p değerleri	F _{4,14} =27.648; p<0.0001

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır



Şekil 3.4. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

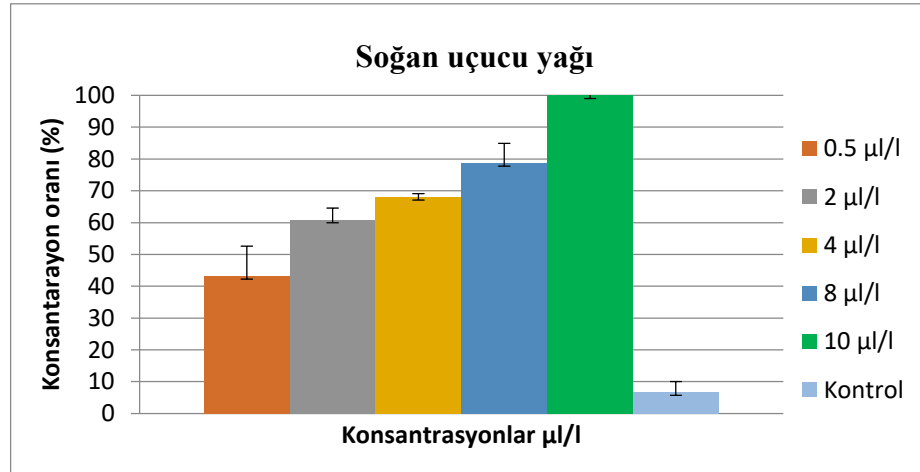
T. putrescentiae üzerinde soğan uçucu yağının akarisidal etkisi incelendiğinde popülasyonda 24 saatte %100 oranında ölüm 10 µl/l konsantrasyonda meydana gelmiştir

(Çizelge 3.6) (Şekil 3.5). 8 µl/l'lik konsantrasyon popülasyonun % 78.7'ini öldürürken en düşük konsantrasyon olan % 0.5 µl/l bile popülasyonun % 43.26'sının ölümüne sebep olmuştur. 2 µl/l ve 4 µl/l dozlar birbirine çok yakın oranlarda ölüme sebep olmuşlardır.

Çizelge 3.6. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Soğan uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%) ± SH
0.5	43.26 ± 9.38 C*
2	60.99 ± 3.55 BC
4	68.09 ± 6.14BC
8	78.7 ± 6.14 AB
10	100 ± 0 A
Kontrol	6.67 ± 3.33
F ve p değerleri	F _{4,14} =11.556; p<0.001

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 3.5. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

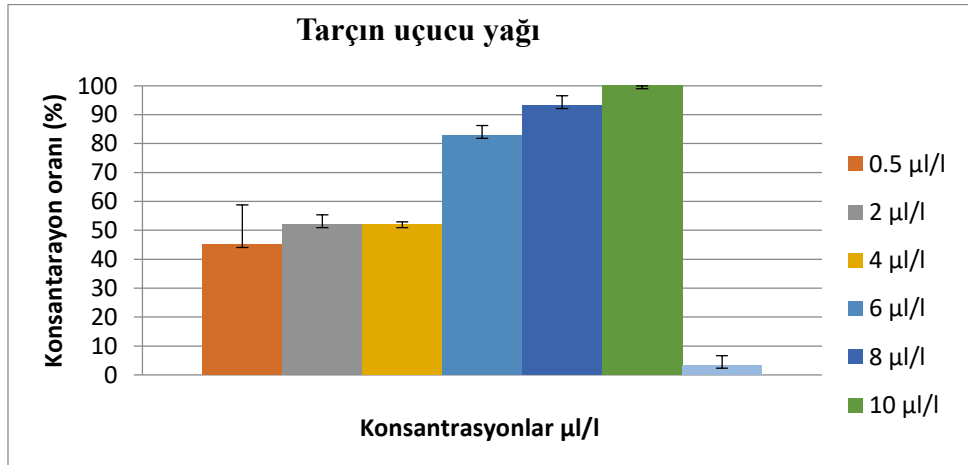
24 saatlik fumigant etkisi test edilen tarçın yağının 0.5-2-4-6-8 ve 10 µl/l doz konsantrasyon düzeyleri de *T. putrescentiae* ye istatistiki olarak farklı etkilerde bulunmuştur (F_{5,17}=18.705; p<0.0001) (Çizelge 3.7). Populasyonda % 100 ölüm 10 µl/l konsantrasyonda meydana gelirken 8 µl/l'lik konsantrasyon % 93.1 oranında, 6 µl/l'lik konsantrasyon % 82.8

oranında etkiye sahip olmuş 0.5 µl/l konsantrasyon dahi popülasyonun yaklaşık yarısını öldürmek için yeterli olmuştur (Şekil 3.6).

Çizelge 3.7. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Tarçın uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%) ± SH
0.5	45.02 ± 1 3.75 D*
2	51.8 ± 3.44 CD
4	51.8 ± 3.44 CD
6	82.8 ± 3.44 BC
8	93.1 ± 3.44 AB
10	100 ± 0 A
Kontrol	3.33 ± 3.33
F ve p değerleri	F _{5,17} =18.705; p<0.0001

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 3.6. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Zencefil uçucu yağı denemelerinde farklı bir durum ortaya çıkmıştır. Ön deneme dozu olan 10 µl/l dozda düşük etki göstermesine rağmen konsantrasyon denemelerine alınmıştır. Tüm yağlar ele alındığında popülasyonda %100 ölüm meydana getiren doz diğer yağlara oranla oldukça yüksek bir konsantrasyon olan 80 µl/l de meydana gelmiştir (Çizelge 3.8). 20,

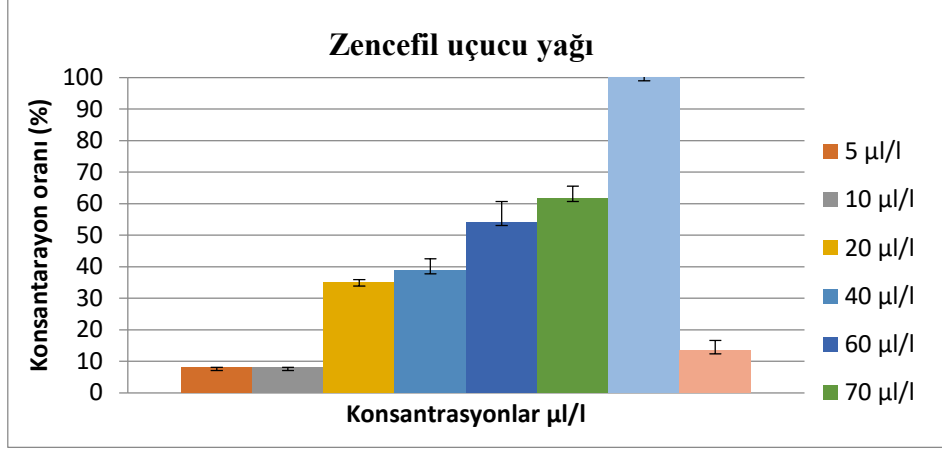
40, 60 ve 70 µl/l konsantrasyonlarda %34-61 oranında ölüm meydana gelmiş ve bu dozlar istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 3.8. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Zencefil uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%) ± SH
5	8.046 ± 0 C*
10	8.046 ± 0 C
20	34.87 ± 3.83 B
40	38.70 ± 3.83 B
60	54.02 ± 6.64 B
70	61.69 ± 3.83 B
80	100 ± 0 A
Kontrol	13.33 ± 3.33
F ve p değerleri	F _{6,20} =50.279; p<0.0001

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Zencefil yağının 10 µl/l ve 5 µl/l konsantrasyonları deneme yapılan akarlarda ancak %8.04 oranında ölüm oranına yol açmıştır. Zencefil yağında en düşük dozlardan olan 10 µl/l konsantrasyon sarımsak, soğan ve tarçın yağlarında en yüksek doz olarak kullanılmış ve popülasyonun hepsini öldürmek için yeterli olmuştur. Zencefil yağı denemesine ait sonuçların grafiksel gösterimi (Şekil 3.7).



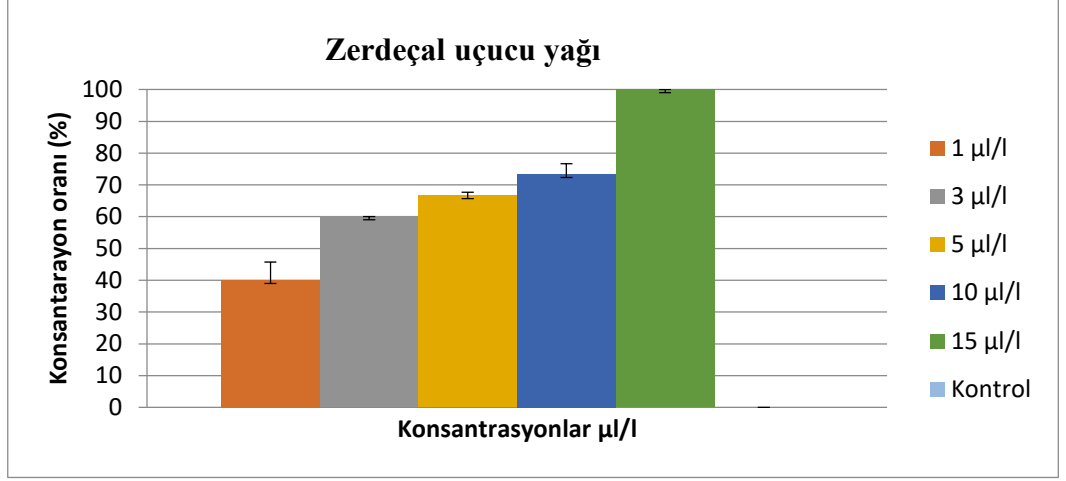
Şekil 3.7. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranlar

Zerdeçal yağı, 24 saatlik fumigant etkisini test etmek için 1-3-5-10 ve 15 µl/l doz konsantrasyon düzeyleri uygulanmış ve 15 µl/l konsantrasyonun 24 saatteki etkisi %100 olmuştur (Çizelge 3.9, Şekil 3.1).

Çizelge 3.9. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Zerdeçal uçucu yağı	
Konsantrasyon (µl/l)	Düzeltilmiş Ölüm oranı (%) ± SH
1	40 ± 5.77 C*
3	60 ± 0 BC
5	66.7 ± 8.82 B
10	73.33 ± 3.33 B
15	100 ± 0 A
Kontrol	0 ± 0
F ve p değerleri	F _{4,14} =39.467; p<0.0001

*Düzeltilmiş verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.



Şekil 3.8. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının farklı konsantrasyonlara 24 saat süreyle tabi tutulan *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş% ölüm oranları

15 µl/l dozluk konsantrasyonunu sırasıyla 10 µl/l'lik (%73.33), 5 µl/l'lik (%66.7) ve 3 µl/l'lik (%60) dozlar ve ölüm oranları takip etmiştir. 1 µl/l doz dahi %40 ölüm meydana getirmiştir.

Ele alınan uçucu yağların 24 saat uygulama süresi sonucunda letal konsantrasyon değerleri Çizelge 3.10'da verilmiştir. Sarımsak ve soğan uçucu yağlarının tüm uygulama dozlarında *T. putrescentiae* erginleri üzerinde %100 ölümüne neden olduğu için toksisite değerleri (LC₅₀ ve LC₉₀) hesaplanamamıştır. Soğan ve sarımsak uçucu yağlarının düşük uygulama dozları bile akarların %100 ölümüne neden olmuştur. Bu iki uçucu yağın *T. putrescentiae*'ye çok yüksek toksik etkiye sahip olduğu bu tez kapsamında belirlenmiştir

Test edilen bileşiklerin *T. putrescentiae* erginlerine karşı LC₅₀ değerine göre küçükten büyüğe fumigant toksisite sıralaması zerdeçal uçucu yağında 1.87 µl/l, tarçın uçucu yağında 2.88 µl/l, nane uçucu yağında 3.42 µl/l, lavanta uçucu yağında 3.94 µl/l, kişniş uçucu yağında 4.12 µl/l dir, zencefilde ise bu değer 39.37 µl/l olarak en yüksek düzeyde tespit edilmiştir, zencefil uçucu yağının küf akarının popülasyonunun %50'sini öldürmek için gereken doz diğer uçucu yağlara göre çok yüksek düzeydedir, bu durum zencefil uçucu yağının akara etkisinin oldukça düşük olmasından kaynaklanmıştır. LC₉₀ değerleri dikkate alındığında ise en etkili uçucu yağlar olan soğan ve sarımsak yağlarının arkasından tarçın, kişniş, nane, zerdeçal ve lavanta yağları gelmektedir. 143.36 µl/l gibi oldukça yüksek bir LC₉₀ değerine sahip olan zencefil uçucu yağı bu değer ile yine en düşük toksisiteye sahip uçucu yağ olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.10. Bitkisel kökenli uçucu yağların *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri

Yağlar	n ^a	Eğim ± SH	LC ₅₀ (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LC ₉₀ (µl/l) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
Kişniş	180	2.455 ± 0.423	4.129 (2.466 - 5.612)	13.734 (9.141- 40.966)	32.552	2.0345
Lavanta	180	1.626 ± 0.268	3.946 (2.455- 5.591)	24.224 (14.769- 63.586)	18.443	1.1527
Nane	180	2.045 ± 0.315	3.429 (2.376- 4.498)	14.510 (10.455- 24.470)	5.864	0.367
Sarımsak	150	1.062 ± 0.501	---	---	69.997	5.3843
Soğan	180	1.511 ± 0.493	---	---	22.389	1.7222
Tarçın	180	2.472 ± 0.503	2.888 (1.374- 3.887)	9.528 (6.731- 26.270)	27.316	1.7073
Zencefil	210	2.283 ± 0.519	39.374 (2.882- 6.408)	143.369 (11.344- 17.344)	15.531	0.817
Zerdeçal	150	1.347±0.283	1.873 (0.924-2.804)	16.735 (9.807- 51.645)	10.400	0.800

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

3.3 Kontakt Etki Denemeleri

Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağı dozlarının *T. putrescentiae* üzerinde kontakt etki testleri için 1, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36 ve 48 saat sonunda yapılan sayımlardan elde edilen veriler değerlendirilmiş ve çift yönlü genel (ANOVA) varyans analizine göre karşılaştırılmıştır. Saatler ve dozların toksisite analizleri sonucunda istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır (saatler için $F_{8,324}=164.77$; $p<0.0001$, dozlar için $F_{3,324}=46.31$; $p<0.0001$). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($F_{24,324}=5.55$; $p<0.0001$).

Kişniş uçucu yağının %1, %3, %5, %10 konsantrasyonlarda ve farklı sürelerde 1, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36, 48 saat kontakt etkileri denemelerinden elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır (Çizelge 3.11). Tabloda yer alan sonuçlar yatay olarak incelendiğinde, %10 konsantrasyonlu kişniş yağı kontakt etki denemesi 12. saatten itibaren %100 öldürücü etki göstererek en yüksek etkiye sahip konsantrasyon olmuştur. Kişniş yağının %5'lik konsantrasyonu 24 saatte %3'lük konsantrasyonu 30 saatte ve %1'lik konsantrasyonu ise 36 saatte %100 etki yaratmıştır.

Çizelge 3.11. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Kişniş uçucu yağı düzeltilmiş ölüm oranları (%) ± SH										
Süre (saat)										
Konsantrasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0±0 Dd*	0±0 D	9.47±6.3 Acd	17.39±7 .1 Bcd	23.9±6.5 Ccd	39.1±9.6 Bbc	55.3±9.4 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{8,89}=34.9$ $p<0.0001$
%3	0±0 Dd	14.21 ±7.23 ABcd	17.39±7.1 Acd	21.5±9. 8 Bcd	42.01±9. 5 Bbc	73.5±8.3 Aab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{8,89}=29.2$ $p<0.0001$
%5	0±0 Dd	18.95 ±7.7 ABc	26.09±7.1 Ac	33.44±5 .5 Bbc	54.9±7.6 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{8,89}=46.8$ $p<0.0001$
%10	0±0 Dc	28.42 ±7.7 Ab	35.09±8.9 Ab	75.54±7 .3 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{8,89}=47.4$ $p<0.0001$
Kontrol	0±0	5±5	5±5	10±6.7	15±7.6	25±8.3	30±11	30±11	30±11	
F ve P değerleri	---	$F_{3,39}=2.409$ $p=0.083$	$F_{3,39}=2.40$ $p=0.083$	$F_{3,39}=12.17$ $p<0.0001$	$F_{3,39}=16.25$ $p<0.0001$	$F_{3,39}=14.14$ $p<0.0001$	$F_{3,39}=13.5$ $p<0.0001$	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5'lik Tukey testine göre istatistiksel olarak birbirinden farklıdır.

Tabloda yer alan veriler dikey olarak incelendiğinde, kişniş uçucu yağı tüm konsantrasyon düzeylerinde 36 ve 48 saatlik sürelerde %100 toksisiteye sahip olduğu

görülmektedir. Benzer şekilde %5 konsantrasyonda 24 saatte, %10'luk konsantrasyon 12 saatte %100 ölüme neden olmuştur. Diğer yandan 9 saatte dahi %10'luk konsantrasyonda yüksek etki (%75.54) gözlenmiştir. Denemenin ilk 1 saatinde akarlarda ölüm olmadığı için 36 ve 48 saatlerde ise tüm popülasyon öldüğü için f tablo değerleri hesaplanmamıştır (Çizelge 3.11).

Kişniş uçucu yağının lethal süre bakımından toksisitesine bakıldığında düşük konsantrasyonda (%1) LT (lethal time) yani LT_{50} ve LT_{90} değerleri sırasıyla 16.6 ve 41 saat olarak belirlenirken, en yüksek konsantrasyonda ise (%10) LT_{50} ve LT_{90} değerleri sırasıyla 5.3 ve 10.7 saat olarak belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek konsantrasyon değerleri, LT_{90} değeri bakımından kıyaslandığında uygulama süresinde yaklaşık 4 katı bir azalma olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. Bitkisel kökenli kişniş uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT_{50} ve LT_{90} değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT_{50} (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT_{90} (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ^2 ^c	H _d
%1	20	3.267 ± 0.425	16.619 (13.846- 19.836)	41.005 (32.387- 58.544)	56.945	0.647
%3	20	3.253 ± 0.410	10.341 (8.496- 12.424)	25.613 (20.325- 35.838)	73.862	0.839
%5	20	3.333 ± 0.453	7.939 (6.456- 9.569)	19.240 (15.251- 27.237)	39.514	0.449
%10	20	4.240 ± 0.715	5.340 (4.323- 6.368)	10.711 (8.690- 15.116)	34.044	0.387

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağ dozlarının *T. putrescentiae* üzerinde kontakt etkileri 1, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36 ve 48 saat sonunda yapılan sayımlar ile istatistiksel olarak karşılaştırıldığında saatler ve dozların toksisite değerleri istatistiksel açıdan önemli seviyede saptanmıştır (saatler için $F_{8,324} = 271.78$; $p < 0.0001$, dozlar için $F_{3,324} = 43.37$; $p < 0.0001$). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($F_{24,324} = 6.37$; $p < 0.0001$).

Tabloda yer alan sonuçlar yatay olarak incelendiğinde, en yüksek konsantrasyon olan %10'luk lavanta yağı kontakt etki denemesinde 12 saatte %100 öldürücü etki ile karşılaşılmış, %5'lik konsantrasyonda 24 saatte tüm popülasyon ölmüştür ($F_{8,89}=58.47$; $p<0.000$). En düşük konsantrasyonda bu etki 36 saatte elde edilmiştir. 1 ve 3 saatte hiçbir konsantrasyonda ölüm gözlenmemiştir.

Tabloda yer alan veriler dikey olarak incelendiğinde tüm konsantrasyon düzeylerinin 36 ve 48 saatlik denemelerde *T. putrescentiae*'nin %100'nü öldürdüğü belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, lavanta uçucu yağının tüm konsantrasyon düzeylerinde 36 saatte %100 öldürücü etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. En yüksek konsantrasyon (%10) 12 saatte popülasyonun tümü için öldürücü etki göstermiştir. Diğer yandan 9 saatte dahi tüm konsantrasyonlarda akar ölümleri görülmeye başlanmıştır. Kişniş yağında akar ölümleri 3. saatte başlarken lavanta yağında 6. saatten itibaren başlamış olup ilk 3 saatte ölüm tespit edilmemiştir (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Lavanta uçucu yağı düzeltilmiş ölüm oranları (%) \pm SH										
Süre (saat)										
Konsantrasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0 \pm 0 Ad*	0 \pm 0 Ad	0 \pm 0 Bd	10 \pm 6.66 Acd	25 \pm 8.33 Cc	61 \pm 8.49 Bb	73.58 \pm 8.3 6 Bab	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{8,89}=64.58$ p<0.0001
%3	0 \pm 0 Ac	0 \pm 0 Ac	0 \pm 0 Bc	15 \pm 7.63 Ac	40 \pm 10 BCb	83 \pm 8.49 ABa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{8,89}=87.22$ p<0.0001
%5	0 \pm 0 Ad	0 \pm 0 Ad	20 \pm 8.16 ABcd	45 \pm 8.97 Bbc	65 \pm 10.67 Bb	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{8,89}=58.47$ p<0.0001
%10	0 \pm 0 Ad	0 \pm 0 Ad	40 \pm 10 Ac	58 \pm 6.87 Ab	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	100 \pm 0 Aa	$F_{8,89}=89.01$ p<0.0001
Kontrol	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	0 \pm 0	10 \pm 6.7	25 \pm 11	25 \pm 11	25 \pm 11	
F ve P değerleri	---	$F_{3,39}=0.66$ p=0.578	$F_{3,39}=8.8$ p<0.0001	$F_{3,39}=11.13$ p<0.0001	$F_{3,39}=15.17$ p<0.0001	$F_{3,39}=9.47$ p<0.0001	$F_{3,39}=3.85$ p=0.017	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5'lik Tukey testine göre istatistik olarak birbirinden farklıdır.

Lavanta uçucu yağına ait LT₅₀ (lethal time) değeri en yüksek doz olan %10 konsantrasyonda 6.6 saat ve LT₉₀ değeri ise 11.3 saat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.14).

%1, %3, %5 ve %10 konsantrasyona ait ortalama değerler diğer dozların güven aralıkları ile çakışmadığı için dozlar arasındaki fark istatistiksel olarak da önemlidir. En düşük konsantrasyon olan %1’de lethal time değerleri sırasıyla 17.0 ve 30.1 saat olarak tespit edilmiştir.

Bitkisel kökenli nane yağı dozlarının *T. putrescentiae* zerindeki toksisitesi için saatlere göre yürütülen konsantrasyon testleri 1, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36 ve 48 saatleri sonunda yapılan sayımlardan elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine göre karşılaştırılmıştır. Saatler ve dozların toksisite analizleri sonucunda istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır (saatler için $F_{8,324}=290.10$; $p<0.0001$, dozlar için $F_{3,324}=80.53$; $p<0.0001$). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($F_{24,324}=14.71$; $p<0.0001$).

Çizelge 3.14. Bitkisel kökenli lavanta uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT_{50} ve LT_{90} değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT_{50} (saat) (Alt-st güvenlik aralığı) ^b	LT_{90} (saat) (Alt-st güvenlik aralığı) ^b	χ^2 ^c	H ^d
%1	20	5.193 ± 0.672	17.071 (14.731- 19.590)	30.132 (25.651- 37.900)	37.547	0.427
%3	20	5.902 ± 0.831	13.865 (12.06-15.944)	22.859 (19.410- 29.253)	33.735	0.383
%5	20	4.488 ± 0.680	9.043 (7.652- 10.617)	17.453 (14.284- 24.056)	54.850	0.623
%10	20	5.502 ± 0.997	6.627 (5.587-7.667)	11.330 (9.518- 15.358)	32.850	0.373

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-st güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

Nane uçucu yağın farklı konsantrasyon %1, %3, %5, %10 düzeylerinde ve farklı sürelerde kontakt etkileri denemelerinden elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı kkk harfler %5’lik Tukey testine göre kıyaslanmıştır (izelge 3.15).

Çizelge 3.15. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*’nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Nane uçucu yağı düzeltilmiş ölüm oranları (%) ± SH

Süre (saat)										
Konsantrasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0±0 Cd*	0±0 Cd	5±5 Ccd	20±8.1 Bc	30±8.1 Bb	36.7±9.6 Ba	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{8,81} =130 p<0.0001
%3	0±0 Cc	0±0 Cc	10±6.6 Cc	20±8.1 Bc	45±8.9 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{8,81} =102 p<0.0001
%5	0±0 Cd	15±7.6 Bcd	40±10 Bbc	55±11 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{8,81} =51.6 p<0.0001
%10	20±8.16 Ac	55±8.9 Ab	70±8.6 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{8,81} =72.7 p<0.0001
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	10±6	11±7	11±7	11±7	
F ve P değerleri	---	F _{3,36} =19.4 p<0.0001	F _{3,36} =22.3 p<0.0001	F _{3,36} =21.3 p<0.0001	F _{3,36} =36.3 p<0.0001	F _{3,36} =36 p<0.0001	---	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistik olarak birbirinden farklıdır.

Tabloda yer alan sonuçlar yatay olarak incelendiğinde, nane uçucu yağının %10 konsantrasyonunda 9. saatten itibaren %100 kontakt etki toksisitesi gözlemlenmiştir (F_{8,81}=72.70; p<0.0001). %5'de 12 saatte (F_{8,81}=51.60; p<0.0001), en düşük konsantrasyonda ise 30 saatte %100 ölüm oranı görülmüştür (F_{8,81}=130; p<0.0001). Nane uçucu yağında da %10 konsantrasyonda ilk 1 saatte ölümler gözlemlenmeye başlamıştır.

Tabloda yer alan veriler dikey olarak incelendiğinde nane uçucu yağının denemesi yapılan tüm dozların 30 saatte *T. putrescentiae*'nin tüm popülasyonunu öldürdüğü belirlenmiştir. Benzer şekilde nane uçucu yağı, en düşük konsantrasyon hariç için diğer dozlarda 24 saatte tam öldürücü etki yaratmıştır ve bu etki istatistik olarak (F_{3,36}=36; p<0.0001) olarak da anlamlı bulunmuştur. Ayrıca ilk 1 saatte ölüm olmadığı için, 30, 36 ve 48 saatlerde %100 ölüm olduğu için f tablo değerleri hesaplanmamıştır (Çizelge 3.15).

Nane uçucu yağının kontakt etkisi bakımından en yüksek öldürücü etkiye sahip doz düzeyi de %10 konsantrasyon olmuştur. Bu konsantrasyonda LT₅₀ ortalama 2.4 saat ve LT₉₀ ortalama 7.4 saat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.16). %5 konsantrasyonda bu değerler sırasıyla 6.3 saat ve 12.9 saattir.

En düşük doz olan %1 konsantrasyonda ise populasyonun %50'sini öldürmek için ortalama 16.2 saate, populasyonun %90'ını öldürmek için ise ortalama 32.9 saate ihtiyaç vardır. En yüksek dozda LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri sırayla 2.4 ve 7.4 saat olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.16. Bitkisel kökenli nane uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
%1	20	4.184 ± 0.533	16.262 (13.855- 18.952)	32.920 (27.226- 43.398)	59.083	0.671
%3	20	6.081 ± 1.007	11.614 (10.168- 13.502)	18.869 (15.755- 25.784)	36.157	0.411
%5	20	4.184 ± 0.680	6.381 (5.240- 7.576)	12.918 (10.475- 18.209)	41.196	0.468
%10	20	2.693 ± 0.416	2.477 (1.743- 3.241)	7.409 (5.540- 11.378)	31.437	0.357

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

Bitkisel kökenli sarımsak yağı dozlarının *T. putrescentiae* üzerinde toksitesinin belirlenmesi için saatlere göre yürütülen konsantrasyon testleri ve çift yönlü varyans analizi sonucunda saatler ve dozların toksisite analizleri sonucunda istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır (saatler için F_{8,324} = 226.46; p < 0.0001, dozlar için F_{3,324} = 127.01; p < 0.0001). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (F_{24,324} = 4824; p < 0.0001) (Çizelge 3.17).

Tabloda yer alan veriler dikey olarak incelendiğinde tüm konsantrasyon düzeylerinin 9 saatte *T. putrescentiae*'nin %100'nü öldürdüğü gözlenmiştir. En yüksek doz olan %10'luk konsantrasyonda 1 saatlik sürenin dahi populasyonun tümünü öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Denemelerde kullanılan uçucu yağlar arasında en yüksek ve hızlı etkiye sahip uçucu yağ sarımsak yağı olmuştur.

En düşük %1'lik konsantrasyondaki %55 etki yaratmış diğer %3, %5 ve %10'luk konsantrasyonlarda 9. saatten itibaren tam etki tespit edilmiş ve bu etki düzeyleri istatistiki olarak da anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Sarımsak düzeltilmiş ölüm oranları (%) ± SH										
Süre (saat)										
Konsantrasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0±0 Cc*	20±8.1 Bc	55±8.97 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,78} = 91.98 p<0.0001
%3	0±0 Cc	80±8.1 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,78} = 144.9 p<0.0001
%5	45±8.97 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,78} = 36.96 p<0.0001
%10	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	---
Kontrol	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	5±5	10±7	15±8	15±8	
F ve P değerleri	F _{3,39} =112 p<0.0001	F _{3,39} =43 p<0.0001	F _{3,39} =25 p<0.0001	---	---	---	---	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Sarımsak uçucu yağı %10, %5 ve %3'lük uygulama düzeylerinde *T. putrescentiae* üzerinde %100 öldürücü etkiye sahip olduğu için LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri hesaplanamamıştır. En düşük konsantrasyon düzeyinde LT₅₀ 4.7 saat ve LT₉₀ 8.0 saatte oldukça kısa süreler olarak tesbit edilmiştir (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18. Bitkisel kökenli sarımsak uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
%1	20	5.492 ±0.990	4.724 (3.896- 5.539)	8.084 (6.753- 10.910)	22.034	0.250
%3	20	23.703	---	---	7.500	0.085
%5	20	17.433	---	---	7.500	0.085
%10	20	17.433	---	---	0.000	0.000

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı (%5 önem seviyesinde), c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri

Bitkisel kökenli soğan uçucu yağı dozlarının *T. putrescentiae* üzerinde kontakt etkileri için yürütülen testlerde edilen verilerin çift yönlü varyans analizi sonucunda saatler ve dozların toksisitesi istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır (saatler için $F_{8,324}=313,13$; $p<0.0001$, dozlar için $F_{3,324}=174,10$; $p<0.0001$). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($F_{24,324}=48,92$; $p<0.0001$) (Çizelge 3.19).

Tabloda yer alan sonuçlar yatay olarak incelendiğinde, %10 konsantrasyonlu soğan uçucu yağı 1 saatte populasyonun hepsini öldürecek kadar yüksek kontakt etki göstermiştir. 12 saatte en düşük konsantrasyon dahil tüm dozlarda %100 ölüm belirlenmiştir. Soğan uçucu yağı da sarımsak yağı gibi kontakt etki bakımından çok yüksek öldürücü etkiye sahip olduğu bu tez çalışması ile ortaya konmuştur.

Soğan uçucu yağı %10, %5 ve %3'lük uygulama düzeylerinde *T. putrescentiae* üzerinde %100 öldürücü etkiye sahip olduğu için LT_{50} ve LT_{90} değerleri hesaplanamamıştır. %1 konsantrasyon düzeyinde LT_{50} 7.8 saat ve LT_{90} 12.4 saat olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3.20).

Çizelge 3.19. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Soğan uçucu yağında ölüm oranları (%) ± SH										
Süre (saat)										
Konsantrasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0±0 Bc*	0±0 Cc	0±0 Cc	55±11.7 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79}=143,974$ $p<0.0001$
%3	0±0 Bc	25±8.33 BCb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79}=194,143$ $p<0.00001$
%5	0±0 Bc	45±11.7 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79}=84,149$ $p<0.0001$
%10	80±8.16 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79}=6$ $p<0.0001$
Kontrol	0±0	0±0	0±0	10±7	10±7	10±7	20±8	25±8	25±8	
F ve P değerleri	$F_{3,39}=96$ $p<0.0001$	$F_{3,39}=35,189$ $p<0.0001$	---	$F_{3,39}=14,878$ $p<0.0001$	---	---	---	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler %5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 3.20. Bitkisel kökenli soğan uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
%1	20	6.452 ± 1.200	7.871 (6.360- 9.605)	12.436 (10.070- 20.732)	164.65	1.8710
%3	20	26.777	---	---	9.899	0.112
%5	20	26.777	---	---	9.899	0.112
%10	20	14.902	---	---	7.500	0.085

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının kontakt etkileri için yapılan sayımlardan da saatler ve dozların toksisite analizleri sonucunda istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır (saatler için $F_{8,324}=213.12$; $p<0.0001$, dozlar için $F_{3,324}=63.18$; $p<0.0001$). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($F_{24,324}=15.68$; $p<0.0001$).

%10 konsantrasyonlu tarçın uçucu yağının 3 saatte, % 5 konsantrasyonlu yağın ise 6 saatte %100 oranında öldürücü etkisi görülmüştür. En düşük %1'lik konsantrasyon bile soğan ve sarımsak uçucu yağları gibi 12 saat sonunda tüm populasyonu öldürdüğü gözlemlenmiştir. İlk 1 saatte hiçbir denemede ölüm gözlenmemiş, ölümler en yüksek dozda 3.saatten itibaren başlamıştır (Çizelge 3.21).

Tarçın uçucu yağı %10 ve %5'lik uygulama düzeylerinde *T. putrescentiae* üzerinde %100 öldürücü etkiye sahip olduğu için lethal time değerleri (LT₅₀ ve LT₉₀) hesaplanamamıştır (Çizelge 3.21). %1 konsantrasyon düzeyinde LT₅₀ 6.5 saat, LT₉₀ ise 12.5 saat olarak belirlenmiş % 3'lük konsantrasyonda bu değerler sırası ile 3.7 saat ve 7.7 saattir ve uçucu yağın kontak etkisini göstermesi için çok kısa zaman dilimleridir.

Çizelge 3.21. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Tarçın uçucu yağında düzeltilmiş ölüm oranları (%) ± SH										
Süre (saat)										
Konsant rasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0±0 Cb*	15±7.64 Cc	23.3±10.8 Cc	60.6±11 .4 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,79} =38.466 p<0.0001
%3	0±0 Cb	45±8.98 BCb	55.6±7.4 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,79} =68.344 p<0.0001
%5	0±0 Cb	65±13 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,79} =55.538 p<0.0001
%10	40±6.67 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	F _{7,79} =81 p<0.0001
Kontrol	0±0	0±0	10±7	15±8	15±8	20±8	20±8	25±8	25±8	
F ve P değerleri	F _{3,39} =36 p<0.0001	F _{3,39} =16.5 14 p<0.0001	F _{3,39} =31.98 2 p<0.0001	F _{3,39} =11. 520 p<0.0001	---	---	---	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistik olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 3.22. Bitkisel kökenli tarçın uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
%1	20	4.540 ± 0.74	6.559 (5.461- 7.732)	12.564 (10.275- 17.538)	46.731	0.531
%3	20	4.139 ± 0.735	3.794 (2.930- 4.614)	7.740 (6.234- 10.986)	19.075	0.217
%5	20	25.797	---	---	13.407	0.152
%10	20	17.161	---	---	3.333	0.038

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

Zencefil uçucu yağının %10 konsantrasyonu ağının kontakt etki denemesi 24, 30, 36 ve 48 saatlerde %100 öldürücü etki ile en yüksek etkiye sahip konsantrasyon düzeyi olduğu gözlemlenmiştir. %5'lik konsantrasyonlu zencefil uçucu yağın 36 saat ve sonrasındaki saatlerde tam öldürücü etki yaptığı belirlenmiştir ($F_{7,79}=18.69$; $p<0.0001$) (Çizelge 3.23). Ayrıca %3'lük konsantrasyon ise 48.saat ve sonrasında tam etki ve %1'lik konsantrasyon ise 48 saatten sonra tam etki yarattığı görülmüştür. Ayrıca 1. ve 3. saatte hiçbir konsantrasyonda ölüm gözlenmemiştir.

Tabloda yer alan veriler dikey olarak incelendiğinde tüm konsantrasyon düzeylerinin 48 saatte *T. putrescentiae*'nin %100'nü öldürdüğü belirlenmiştir, diğer bir ifade ile, zencefil yağı tüm konsantrasyon düzeylerinde 48 saatlik sürede popülasyonun tümünü öldürebilmiştir ve bu diğer uçucu yağlara göre oldukça uzun bir süredir. Benzer şekilde, 36 saatlik denemelerde %5 ve %10'luk konsantrasyon düzeyleri için %100 öldürücü etki yarattığı tespit edilmiş. 24 saatlik denemede ise sadece %10'luk konsantrasyonun %100 öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Zencefil uçucu yağının sadece %5 ve %10 konsantrasyonlarda 6. saatte toksisite göstermeye başlamıştır (Çizelge 3.23).

Zencefil uçucu yağının %10 konsantrasyon düzeyinde en hızlı olarak etki ettiği, LT_{50} değerinin 8.6 saat ve LT_{90} değerinin 16.2 saat olduğu tespit edilmiştir. Bu değeri sırasıyla, %5 konsantrasyon düzeyinde en hızlı etkinin meydana geldiği 15.5 saat ve 33.9, %1 konsantrasyon düzeyinde ise 32.5 saat ve 44.58 saatte etki göstermiştir (Çizelge 3.24). Bu zaman dilimleri diğer uçucu yağlarda tespit edilenlere oranla oldukça uzun sürelerdir.

Çizelge 3.23. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae* 'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Zencefil uçucu yağında düzeltilmiş ölüm oranları (%) ± SH										
Konsantra syon (%)	Süre (saat)									F ve P değerleri
	1	3	6	9	12	24	30	36	48	
1%	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	17.35±7	18.75±6.2	43.75±15	100±0	F _{7,79} =5.664
	Bb*	Bb	Bb	Bb	Bb	Cb	Cb	Ba	Aa	p<0.0001
3%	0±0	0±0	0±0	0±0	12.35±6.29	36.4±12	42.5±10.7	87.50±8.33	100±0	F _{7,79} = 20.67
	Bd	Bd	Bd	Bb	Bcd	Bbc	BCb	Aa	Aa	p<0.0001
5%	0±0	0±0	9.47±6.3	18.9±10	26.5±10	60.5±11	75±10	100±0	100±0	F _{7,79} = 18.69
	Bd	Bd	ABd	Bd	ABcd	Bbc	ABab	Aa	Aa	p<0.0001
10%	0±0	0±0	28.95±10	52.2±11	56.5±12	100±0	100±0	100±0	100±0	F _{7,79} = 26.11
	Bc	Bc	Abc	Ab	Ab	Aa	Aa	Aa	Aa	p<0.0001
Kontrol	0±0	0±0	5±5	10±7	15±8	15±8	20±8	20±8	20±8	
F ve P değerleri	---	---	F _{3,39} =4.657 p=0.008	F _{3,39} =9.525 p<0.0001	F _{3,39} =8.23 p<0.0001	F _{3,39} =13.37 p<0.0001	F _{3,39} =17.762 p<0.0001	F _{3,39} =9.29 p<0.0001	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5' lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Çizelge 3.24. Bitkisel kökenli zencefil uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
%1	20	9.346 ± 1.832	32.513 (29.885- 35.570)	44.584 (39.722- 56.141)	34.712	0.394
%3	20	5.410 ± 0.805	23.139 (20.07- 26.269)	39.924 (34.192- 50.809)	51.484	0.585
%5	20	3.791 ± 0.480	15.595 (13.152- 18.330)	33.966 (27.714- 45.694)	65.795	0.748
%10	20	4.673 ± 0.773	8.622 (7.283- 10.075)	16.214 (13.331- 22.572)	42.633	0.484

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

Zerdeçal uçucu yağı dozları kontakt etki bakımından karşılaştırıldığında saatler ve dozların çift yönlü varyans analizleri sonucunda istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır (saatler için $F_{8,324} = 275.01$; $p < 0.0001$, dozlar için $F_{3,324} = 109.92$; $p < 0.0001$). Her iki faktörün arasındaki interaksiyonun da istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir ($F_{24,324} = 16.37$; $P < 0.0001$).

Zerdeçal uçucu yağı %1, %3, %5, %10 düzeylerinde ve farklı sürelerde 1, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36, 48 saat kontakt etkileri denemelerinden elde edilen verilere yatay olarak incelendiğinde %10 konsantrasyonda 6 saatte %100 öldürücü etki görülmüştür. %5'lik konsantrasyonda 12 saatte, %1'lik konsantrasyonda ise 30 saatte %100 ölüm meydana getirmiştir (Çizelge 3.25).

Çizelge 3.25. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının farklı dozlarda ve uygulama sürelerinde *Tyrophagus putrescentiae*'nin ergin dönemine ait düzeltilmiş % ölüm oranları

Zerdeçal uçucu yağında düzeltilmiş ölüm oranları (%) ± SH										
Süre (saat)										
Konsan trasyon (%)	1	3	6	9	12	24	30	36	48	F ve P değerleri
%1	0±0 Bd*	0±0 Bd	0±0 B	13.3±6.8 Bcd	24.71±6.7 Cc	75.3±10 Bb	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79} = 84.73$ $p < 0.0001$
%3	0±0 Bc	10±6.6 Cc	20±8.1 Cbc	41.67±8.8 Bb	72.22±9.2 Ba	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79} = 54.57$ $p < 0.0001$
%5	0±0 Bc	20±8.1 BCd	45±5 Bc	72.2±9.3 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79} = 77.23$ $p < 0.0001$
%10	15±7.6 Ac	40±6.6 Ab	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	100±0 Aa	$F_{7,79} = 91.14$ $p < 0.0001$
Kontrol	0±0	0±0	0±0	10±7	15±8	15±8	20±8	25±8	25±8	
F ve P değerleri	$F_{3,39} = 3.857$ $p = 0.017$	$F_{3,39} = 7.50$ $p < 0.0001$	$F_{3,39} = 81.72$ $p < 0.0001$	$F_{3,39} = 26.63$ $p < 0.0001$	$F_{3,39} = 35.48$ $p < 0.0001$	$F_{3,39} = 5.95$ $P = 0.002$	---	---	---	

*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler ve aynı satırda bulunan farklı küçük harfler % 5'lik Tukey testine göre istatistiki olarak birbirinden farklıdır.

Tabloda yer alan veriler dikey olarak incelendiğinde tüm konsantrasyon düzeylerinin 30 saatte *T. putrescentiae*'nin %100'nü öldürdüğü belirlenmiştir. 24 saatte %3, %5 ve %10 konsantrasyonda %100 öldürücü kontakt etki yarattığı tespit edilmiş ve takiben 12 saatte %5 ve %10'luk konsantrasyonlarda popülasyonun tümünün öldüğü gözlenmiştir (Çizelge 3.25).

Zerdeçal uçucu yağının *T. putrescentiae* erginleri üzerindeki etki süresi incelendiğinde en hızlı etkinin %10 konsantrasyonda LT₅₀ (2.4 saat) ve LT₉₀ (5.4 saat) olduğu tespit edilmiştir. Bu değeri sırasıyla, %5 konsantrasyon düzeyinde LT₅₀ (5.5 saat) ve LT₉₀ (11.0 saat) izlemiştir. En düşük konsantrasyonda (%1) LT₅₀ 14.7 saat ve LT₉₀ 24.5 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3.26).

Çizelge 3.26. Bitkisel kökenli zerdeçal uçucu yağının *Tyrophagus putrescentiae* erginlerine karşı LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri

Uygulamalar	n ^a	Eğim ± SH	LT ₅₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	LT ₉₀ (saat) (Alt-üst güvenlik aralığı) ^b	χ ^{2c}	H ^d
%1	20	⁵ .785 ± 0.783	14.757 (12.822- 16.948)	24.576 (20.918- 31.127)	32.153	0.365
%3	20	4.250 ± 0.630	8.383 (7.037- 9.898)	16.786 (13.651- 23.253)	55.237	0.628
%5	20	4.227 ± 0.711	5.514 (4.464- 6.569)	11.084 (9.004- 15.604)	24.793	0.282
%10	20	3.735 ± 0.611	2.455 (1.867- 3.099)	5.409 (4.175- 8.068)	27.267	0.310

a: Toplam test edilen birey sayısı, b: Alt-üst güvenlik aralığı, c: Ki-kare (Chi-square) değeri, d: Heterojenite değeri.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; kişniş, lavanta, nane, sarımsak, soğan, tarçın, zencefil ve zerdeçal uçucu yağlarının depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren önemli depo akarı *T. putrescentiae*'ye karşı fumigant ve kontakt etkileri araştırılmış etkili bulunan uçucu yağların doz ve saatlere göre Letal Konsantrasyon (LC₅₀ ve LC₉₀) ve Letal Time (LT₅₀ ve LT₉₀) değerleri belirlenmiştir. Test edilen uçucu yağların, kontrollerle kıyaslandığında önemli derecede toksik etki gösterdiği saptanmıştır.

Test edilen uçucu yağlar *T. putrescentiae*'nin ergin dönemlerine karşı farklı doz ve saatlerin de fumigant toksisite gösterdikleri belirlenmiştir. Örneğin ön deneme uygulamasında *T. putrescentiae*'nin erginlerine uygulanan 10 µl/l doz düzeyindeki uçucu yağlarının 24 saatlik fumigant sonuçlarında en yüksek toksik etki gösteren sarımsak yağı, soğan yağı ve tarçın yağının *T. putrescentiae*'nin öldürme oranları %100 olarak tespit edilmiştir. Diğer uçucu yağlar gösterdikleri yüksek etki oranlarına göre sırasıyla, kişniş, zerdeçal, nane, lavanta ve en sonda da zencefil yağı olarak sıralanmaktadır.

Yapılan benzer çalışmada *T. putrescentiae* 50 µl/l'lik tarçın uçucu yağına 24 saat maruz kaldıktan sonra ortalama ölüm oranı %97.7 olmuştur (Carla, Manoel, Herbert ve Claudio, 2011). Mevcut tez çalışmamızda ise küf akarı için 10 µl/l konsantrasyonda %100 toksisite belirlenmiştir. Bu farklılığın kullanılan tarçın uçucu yağının orjininden ve bileşenlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Benzer şekilde lavanta ve nane bileşenlerinin akarların %100'ünü öldürdüğü ve bu uçucu yağlarının solunum yoluyla etkili olduğu ortaya konmuştur (Perrucci, 1955). Zerdeçal bileşenlerinin de *T. putrescentiae* erginlerine karşı %0.5, 1 ve 2 konsantrasyonlarında yüksek fumigant etki gösterdiği bildirilmiştir (Gulati, 2007).

Cinnamomum cassia (tarçın) uçucu yağlarının akarisit etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada tarçının *T. putrescentiae*'ye yüksek toksisite etkisinin olduğu, kontakt etki bakımından LD₅₀ değerinin 2,60 µl/l cm² ve fumigant etki bakımından LD₅₀ değerinin ise 1,34 µl/cm³ olduğu bildirilmiştir (Seung Kang ve Hoi Seon, 2018). Bizim denemelerimizde tarçın uçucu yağı 8 µl/l lik konsantrasyonda %93, 10 µl/l lik konsantrasyonda ise %100 oranında ölüm meydana getirmiş, LD₅₀ değeri 2.88 µl/l olarak saptanmıştır. İki çalışma sonuçları birbirine çok yakın değerler taşımaktadır.

Diğer yandan bizim çalışmamızda sarımsak uçucu yağının 8 µl/lik konsantrasyonu %85, %10 µl/lik konsantrasyonu %100 ölüm oranı ile sonuçlanmıştır. 2-4µl/l'lik dozlarında

bile %70 oranında ölüm görülmüştür. Buna bakıldığında sarımsak yağının düşük dozlarında bile akarisidal etki olduğu tespit edilmiştir. Yani düşük doz uygulamasında bile yüksek ölüm oranı görülmesi sonucu, mücadele yöntemleri için avantajlı olabileceği düşünülmüştür.

Kişniş yağının %12'lik konsantrasyon dozunun *Tetranychus urticae* erginleri üzerinde etkili olduğunu saptanmıştır (Yorulmaz Salman ve Bayram, 2017). Çalışmamızda kişniş uçucu yağının 24 saatlik fumigant etkisi 10µl/l'lik konsantrasyonda %92 oranında, 15µl/l'lik konsantrasyonda ise %100 oranında ölüme sebep olmuştur. Bizim çalışmamızdaki akar türü farklı olmakla birlikte aynı uçucu yağın etkisi bakımından sonuçlar paralel çıkmıştır.

Test edilen uçucu yağlarının *T. putrescentiae* erginlerine karşı uygulanmasından 24 saat sonra, en az ölüm oranı %8 zencefil uçucu yağında gözlemlenmiştir. Fumigasyon denemelerinde, ön denemelerde düşük ölüm oranına rastlanan uçucu yağların farklı ve yüksek konsantrasyonları da denenmiştir. Örneğin zencefil uçucu yağında ölüm oranı çok düşük olduğu için %100 ölüm oranının hangi konsantrasyonda gerçekleşeceğini tespit edebilmek için 5, 10, 20, 40, 60, 70 ve 80 µl/l dozluk konsantrasyonlar denenmiş ve popülasyonun tümü ancak %80 µl/l dozda ölmüştür. Bununla birlikte, test edilen uçucu yağlarının uygulama dozu arttıkça ölüm oranlarının da belirgin ölçüde artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak fumigant etki ön denemesinde en yüksek ölüm oranı (%100) sarımsak, soğan ve tarçın uçucu yağlarının 10µl/l dozlarında ve uygulamadan 24 saat sonra kaydedilmiştir., Bununla birlikte kişniş, zerdeçal, nane ve lavanta uçucu yağları sırasıyla akarisit etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun aksine, en düşük ölüm oranı ise yukarıda bahsedildiği gibi zencefil uçucu yağında görülmüştür. Test edilen bileşiklerin *T. putrescentiae* erginlerine karşı LC₅₀ değerine göre büyükten küçüğe fumigant toksisite sıralaması zerdeçal uçucu yağı LC₅₀ 1.87 ve LC₉₀ 16.73 µl/l, tarçın uçucu yağı LC₅₀ 2.88 ve LC₉₀ 9.52 µl/l, nane uçucu yağı LC₅₀ 3.429 ve LC₉₀ 14.51 µl/l, lavanta uçucu yağı LC₅₀ 3.94 ve LC₉₀ 24.22 µl/l, kişniş uçucu yağı LC₅₀ 4.12 ve LC₉₀ 13.73 µl/l en düşük toksisite ise LC₅₀ ve LC₉₀ değerleri sırasıyla 39.374 ve 143.369 µl/l ile zencefil yağında elde edilmiştir. Litaritürde buna benzer çalışmalara rastlanmamıştır.

Kontakt etki denemelerinde ise kişniş, lavanta, nane, sarımsak, soğan, tarçın, zencefil ve zerdeçal uçucu yağlarının dört farklı konsantrasyonu %1, %3, %5, %10 düzeyleri *T. putrescentiae* erginleri üzerine öldürücü etkileri denenmiştir. Denemeler yapıldıktan sonra, 1, 3, 6, 9, 12, 24, 30, 36 ve 48 saatleri sonunda sayımlar yapılmıştır. Elde edilen veriler, saatler ve

dozların toksisite analizleri sonucunda istatistiksel açıdan önemli seviyede etki gösterdiği saptanmıştır. Bununla birlikte, test edilen uçucu yağlarının uygulama dozu ve zamanı arttıkça ölüm oranlarının da artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Denemelerimizde en hızlı ve hatta %100 ölüm sarımsak uçucu yağında ve %10'luk konsantrasyonun 1. saatinde meydana gelmiştir, bunun çok hızlı ve yüksek bir etki olduğu açıktır. Ayrıca yüksek etkili bulduğumuz soğan ve tarçın uçucu yağında %10'luk konsantrasyonun 3. saatinde %100 ölüm görülmüştür. *T. putrescentiae* üzerine yaptıkları benzer bir çalışmada taze sarımsak suyunun 24 saat içinde %95 ölüm oranı ile toksik olduğunu, ancak süre 72 saate uzadığında ve sarımsağa su eklendiğinde bu oranın düştüğünü bildirmişlerdir (Preisser, Anderson, Demares, Bloomquist ve Gerrard, 2018). Sarımsağın kısa süre içinde yüksek etki göstermesi bizim çalışmamıza paraleldir. Sarımsak ve soğan uçucu yağında, LT₅₀ ve LT₉₀ değerlerine bakıldığında %10, %5 ve %3'lük uygulama düzeylerinde *T. putrescentiae* üzerinde %100 etki gösterdiği için toksisite değerleri hesaplanamamıştır. Sarımsak uçucu yağının en düşük konsantrasyon düzeyinde LT₅₀ 4.7 saat ve LT₉₀ 8.0 saatte oldukça kısa süreler olarak tespit edilmiştir. Soğan uçucu yağının ise, %1 konsantrasyon düzeyinde LT₅₀ 7.8 saat ve LT₉₀ 12.4 saat olarak tespit edilmiştir. Bu değerler ile ilgili benzer literatüre rastlanmamıştır.

Denemelerimizde %10 konsantrasyon düzeylerinde tarçın uçucu yağının 3. saatte *T. putrescentiae* üzerinde %100 öldürücü etkiye sahip olduğu % 5 dozda 6 saatte, %3'lük konsantrasyonunda ise 9 saatte tam ölümle sonuçlanmıştır. Yapılan benzer bir diğer çalışmada *Suidasia pontifica* türüne karşı 20µl'lik tarçın uçucu yağının %1'lik konsantrasyonunun 24 saatte %70 den fazla ölüm oranına neden olduğu bildirilmiştir (Pumnuan ve Insung, 2012). Türler farklı olsa da 2 depo akarına da tarçın uçucu yağının etkili olduğu açıktır. Tarçın uçucu yağı %1 konsantrasyon düzeyinde LT₅₀ 6.5 saat, LT₉₀ değerleri ise 12.5 saat olarak belirlenmiştir. % 3'lük konsantrasyonda bu değerler sırası ile 3.7 saat ve 7.7 saattir ve uçucu yağın kontak etkisini göstermesi için çok kısa zaman dilimleleri olduğu sonucuna varılmıştır.

Zerdeçal uçucu yağın *T. putrescentiae* üzerinde %100 öldürücü fumigant etkiye %10 konsantrasyonun 6. saatinde ulaşmıştır, %100 ölüm oranı %5, %3 ve %1 konsantrasyonda sırasıyla 12, 24 ve 30 saatte gözlemlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, zerdeçal uçucu yağının %1 dozunda 24 saat sonra %70'den fazla akar ölümüne neden olduğu bildirilmiştir (Pumnuan ve Insung, 2012). Bizim çalışmamızda ise %1 konsantrasyonda 24 saatte %75 ölüm oranına ulaşılmıştır ve bu iki çalışmada aynı uçucu yağ için çok yakın oranlar tespit edilmiştir.

Bunun dışında, nane uçucu yağının 9 saatlik denemesinde ise sadece %10'luk konsantrasyonun tam öldürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. %5-%3 konsantrasyon denemesinde ise 12-24 saatlerinin sonunda tam ölüm oranı görülmüştür. En düşük %1'lik konsantrasyonunda 30 saatte %100 ölüm saptanmıştır. Nane uçucu yağının LC₅₀ değeri 3.42 µl/l, LC₉₀ değeri 14.51 µl/l olarak hesaplanmıştır.

Lavanta ile kişniş uçucu yağlarının etkisi ise birbiriyle aynı olup, %10 konsantrasyonunun 12. saat sonunda %100 öldürücü etki gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer uçucu yağlar ile kıyaslandığında lavanta ve kişniş yağlarının daha düşük etkiye sahip olduğu görülmüştür. Perrucci (1955), lavanta ve nane uçucu yağı ile yaptığı bir kontakt denemesinde 0.25 µl ve 6 µl'de akarların %100'ünü öldürdüğü bildirmiştir.

Sonuç olarak, bu 8 bitkiden elde edilen uçucu yağlarının, depolanmış ürünlerde zarar meydana getiren *T. putrescentiae* zararlısına karşı fumigant ve kontakt etki denemelerinde en yüksek ölüm oranı sarımsak, soğan, tarçın, zerdeçal, nane, kişniş, lavanta ve zencefil uçucu yağı uygulamasında belirlenmiştir. Bu yağların *T. putrescentiae* üzerine akarısidal olarak kullanılabileceğini ve sentetik akarisitlere karşı alternatif olabileceği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

Al, Assiuty, B.A., Nenaah, G.E. and Ageba, M.E. (2019). Chemical profile, characterization and acaricidal activity of essential oils of three plant species and their nanoemulsions against

- Tyrophagus Putrescentiae*, a stored-food. *Experimental and Applied Acarology*, 79(3-4), 359–376.
- Arnau, J. and Guerrero, I. (1994). Physical methods of controlling mites in dry-cured ham. *Fleischwirtschaft*, 74(12), 1311–1313.
- Aslan, I., Özberk, H., Çalmaşur, Ö. ve Şahin, F. (2004). Toxicity of essential oil vapours to two greenhouse pests, *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* Genn. *Industrial Crops and Products*, 19(2), 167-173.
- Aslan, S. ve Kordalı, I. (2005). Toxicity of the vapours of *Artemisia absinthium* essential oils to *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci* (Genn.). *Fresenius Environmental Bulletin*, 14(5), 413-417.
- Bowers, W.S., Ohta, T., Cleere, J.S. and Marsella, P.A. (1976). Insect anti-juvenile hormones in plants. *Science*, 4253(193), 542-547.
- Brasenco, C., Gende, L., Negri, P., Szawarski, N., Iglesias, A., Eguaras, M. and Maggi, M. (2016). Assessing in vitro acaricidal effect and joint action of a binary mixture between essential oil compounds (Thymol, Phellandrene, Eucalyptol, Cinnamaldehyde, Myrcene, Carvacrol) over ectoparasitic mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Journal of Apicultural Science*, 61(2), 203-215.
- Bronswijk, J.E.M.H. and Sinha, R.N. (1973). Role of fungi in the survival of *Dermatophagoides* (Acarina: Pyroglyphidae) in house-dust environment. *Environmental Entomology*, 2(1), 142–145.
- Carla, P.O., Gondim Manoel, G.C., Siqueira, Herbert, A.A. and Camara Claudio, A.G. (2011). Toxicity of essential oils from plants towards *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) and *Suidasia pontifica* Oudemans (Acari: Astigmata). *Journal of Stored Products Research*, 47(4), 311-315.
- Carla, P.O., Manoel, G.C., Herbert, A.A. and Claudio, A.G. (2011). Toxicity of essential oils from plants towards *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) and *Suidasia pontifica* Oudemans (Acari: Astigmata). *Journal of Stored Products Research*, 4(47), 311-315.
- Cevizci, S., Gökçe, S., Bostan, K. ve Kaypmaz, A. (2010). Depo gıdalarını ve peynirleri enfeste eden akarlar hakkında halk sağlığı açısından bakış. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 34(3), 191-199.
- Ceylan, A. (1983). Tıbbi Bitkiler-II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını No:481, Bornova-İzmir.
- Cobanoğlu, S. (2008). Mites (Acari) Associated with Stored Apricots in Malatya, Elâzığ and İzmir Provinces of Turkey. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 32(1),3-20.
- Dizlek, H. (2017). *Aydın ilinde kuru incirlerde bulunan akar türlerini belirlemesi* (Yüksek Lisans Tezi), Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.

- Erden, C. (2012). *Türkiye’ de gıda güvenliğinde karşılaşılan sorunlar ve gıda güvenliğinin benimsenmesinde eğitim yöntemlerinin uygulanabilirliği* (Yüksek Lisans Tezi), Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Erdoğan H (2013). *Tokat İlinde Taş Çekirdekli Meyvelerde Bulunan Akar Türlerinin Belirlenmesi*. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Sonuç Raporu, Proje No: 2010/102.
- Gencer Gökçe, P. Kılıç, N. Çobanoğlu, S. (2022). Tekirdağ İli Park ve Süs Bitkilerinde Akar (Acari) Türleri ve Konukçularının Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(3), 697-711.
- Gulati, R. (2007). Turmeric (*Curcuma longa* L.) as acaricidal against *Tyrophagus putrescentiae* Schrank and *Suidasia nesbitti* Hughes in stored wheat. *Journal of Food Science and Technology Mysore*, 44(4), 367-370.
- Gulati, R. ve Mathur, S. (1995). Effect of *Eucalyptus* and *Mentha* leaves and *Curcuma rhizomes* on *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acarina: Acaridae) in wheat. *Experimental and Applied Acarology*, 19(9), 511-518.
- Hee Kim, E., Kyung Kim H. and Joon Ahn, Y. (2003). Acaricidal activity of plant essential oils against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). *J. Asia-Pacific Entomology*, 6(1), 77-82.
- Hughes, A.M. (1976). *The mites of stored food and houses* (2nd ed.). Her Majesty's Stationery Office. London. UK.
- Isman, M. B. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection*, 19(8-10), 603-608.
- Jeon, Y.J. and Lee, H.S. (2016). Chemical composition and acaricidal activities of essential oils of *Litsea cubeba* fruits and *Mentha arvensis* leaves against house dust and stored food mites. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(7), 1721-1728.
- Jeong, E.Y., Lim, J.H., Kim, H.G. and Lee, H.S. (2007). Acaricidal activity of *Thymus vulgaris* oil and its main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored food mite. *Journal of Food Protection*, 71(2), 351–355.
- Jin Jeon, Y., Guei Lee, S. and Guei Lee, H. (2017). Acaricidal and insecticidal activities of essential oils of *Cinnamomum zeylanicum* barks cultivated from France and India against *Dermatophagoides spp.*, *Tyrophagus putrescentiae* and *Ricania sp.* *Applied Biological Chemistry*, 60(3), 259–264.
- Kesdek, M., Usanmaz Bozhüyük, A. ve Kordalı, Ş. (2019). Acaricidal effects of the essential oils obtained from different plants on carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) (Acari: Tetranychidae) adults. *Journal of Agricultural Sciences*, 24(1), 7-14.

- Kılıç, N ve Toros, S. (2001a). Tekirdağ ilinde depolarda bulunan ürünlerde zararlı ve faydalı akar türlerinin dağılımı ve yoğunlukları. *T.Ü Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1(1), 19-24.
- Kılıç, N. ve Toros, S. (2001b). Depo akarlarının insan sağlığına etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 61-67.
- Kim, E.H., Kim, H.K., Choi, D.H. and Ahn, Y.J. (2003). Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). *Appl. Entomol. Zool*, 38(2),
- Kumral N.A. (2005). *Bursa İlinde Ilıman İklim Meyvelerinde Bulunan Zararlı ve Doğal Düşman Akarların Saptanması ve Panonychus ulmi (Koch)'nin Bazı Pestisidlere Karşı Duyarlılığı Üzerinde Araştırmalar* (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Larson, K.C. and Berry, R.E. (1984). Influence of Peppermint Phenolics and Monoterpenes on Twospotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *Environmental Entomology*, 13(1), 282–285.
- Lee, K.H., Parkı, H.Y. Song and Joeng, E.Y. (2009). Acaricidal activities of Major constituents of essential oil of juniperus chinensis leaves against house dust and stored food mites. *Journal of Food Protection*, 72(8), 1686-91.
- Mansour, F., Ravid, U. and Putievsky, E. (1986) Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of Labiatae on the carmine spider mite. *Tetranychus cinnabarinus*. *Journal Article*, 14(2), 137-142.
- Metin, T. ve Nevin, T. (1990). Uçucu Yağlar. Farmakognozi, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 65
- Nohutçu, L. Şelem, E. Tunçtürk, R. ve Tunçtürk, M. (2021). Uçucu yağların tarımsal hastalık ve zararlılara karşı kullanımı. *Journal of Agricultural Faculty of Bursa Uludag University*, 35(2), 499-523.
- Özaydın, A.S. (1998). *Tyrophagus putrescentiae (Schnak) (Acaridae; Acari)'nin laborotuar koşullarında, farklı sıcaklıklardaki yaşam çizelgelerinin elde edilmesi üzerinde araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özer, A.İ., Önder, P. Sarıbay, A. Özkut, S. Gündoğdu, M. Azeri, T. Arınç, Y. Demir, T. Genç, H. (1986). Ege Bölgesi İncirlerinde Görülen Hastalık ve Zararlılar ile Savaşım Olanaklarının Saptanması ve Geliştirilmesi Üzerinde Araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi*, 10 (2), 263-277.
- Park, J.H., Lee, S.G., Kim, J.M., and Lee, H.S. (2016). Acaricidal activity and chemical composition of essential oil derived from the *Albizzia julibrissin* barks. *Journal of Applied Biological Chemistry*, 59(2), 125–128.

- Park, J.H., Yang, J.Y. and Lee, H.S. (2014). Acaricidal activity of constituents derived from peppermint oil against *Tyrophagus Putrescentiae*. *Journal of Food Protection*, 77(10), 1819-1823.
- Peace, D.M. (1983). Reproductive success of the mite *Acarus siro* L. on stored cheddar cheese of different ages. *Journal of Stroed Products Research*, 3(19), 97-104.
- Perrucci, S. (1955). Acaricidal activity of some essential oils and their constituents against *Tyrophagus longior*, a mite of stored food. *J Food Prot*, 5(58), 560-563.
- Preisser, R.H., Anderson, T.D., Demares, F., Bloomquist, J.R. and Gerrard, D.E. (2018). Acaricidal effects of fresh garlic juice on adult ham mite, *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank). *Journal of Stored Products Research*, 79(2), 73-78.
- Pumnuan, J. and Insung, A. (2012). Effectiveness of essential oils of medicinal plants against stored product mite. *Suidasia pontifica Qudemans. Acta horticulturae*, 945(9), 79-85.
- Pumnuan, J., Nuchpo, A., and Insung, İ. (2015 July). *Acaricidal Activity of Eugenol and Citral Standards against the Stored Product Mite, Tyrophagus Communis Fan & Zhang*. The 5th International Conference on Engineering and Applied Sciences Hokkaido, Japan.
- Sánchez Ramos, I. and Castañera, P. (2000). Acaricidal activity of natural monoterpenes on *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank), a mite of stored food. *J Stored Prod Res*, 37(1), 93-101.
- Seung Kang, M. and Seon Lee, H. (2018). Acaricidal and insecticidal responses of *Cinnamomum cassia* oils and main constituents. *Applied Biological Chemistry*, 61(6), 653-659.
- Tiğın, Y.ve Özer, İ. (1971). Kaşar peynirlerinde bulduğumuz akarlar. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, (18), 418-431.
- Topuz, E ve Madanlar, N. (2011). Bazı bitkisel kökenli uçucu yağların *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval, 1867) (Acari: Tetranychidae) üzerine kontakt ve repellent etkileri. *Türk. Entomol. Derg.* 1(2), 99-107.
- Topuz, E. ve Madanlar, N. (2006). Bitkisel kökenli eterik yağlar ve zararlılara karşı kullanım olanakları. *Derim*, 23(2), 54-66.
- Yanar ve Ecevit, (2005). Tokat ilinde elma (*Malus Communis* L.) bahçelerinde görülen bitki zararlısı ve predatör akar türleri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(1), 18-23.
- Yeşilayer, A. ve Çobanoğlu S. (2011). İstanbul (Türkiye) İli Park ve Süs Bitkilerinde Saptanan Tenuipalpidae (Acari; Prostigmata) Türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 51 (4): 315-330.

- Yeşilayer, A. (2018). Bazı kekik türlerinden elde edilen uçucu yağların iki noktalı kırmızı örümcek (*Tetranychus urticae* Koch, Acari: Tetranychidae) üzerine repellent etkisi. *Çömü Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(2), 13-20.
- Yorulmaz Salman, S. ve Bayram, E. (2017). Contact toxicities of some plant extracts in Apiaceae family on different developmental stages of *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae). *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 41(2), 243-250.
- Yorulmaz Salman, S. ve Erbaş, S. (2014). *Rosa damascena* Mill uçucu yağı ve iki önemli bileşenin *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)'de kontakt ve repellent etkileri. *Türk. entomol. derg.*, 38(4), 365-376.
- Yorulmaz Salman, S., Sarıtaş, S., Kara, N. ve Ay, R. (2014). 7 Acaricidal and ovicidal effects of sage (*Salvia officinalis* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) (Lamiaceae) extracts on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal of Agricultural Sciences*, 20(4), 358-367.