

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI



BAZI BİTKİ EKSTRAKTLARININ AKDENİZ MEYVE SİNEĞİ'NE
(*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) KARŞI
LABORATUVAR KOŞULLARINDA ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

NADİRE İNCİ BALABAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Selami SELVİ (Tez Danışmanı)**
 Doç. Dr. Gonca SAKİN
 Dr. Öğr. Üyesi Ali Kürşat ŞAHİN

BALIKESİR, HAZİRAN – 2026

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Bazı Bitki Ekstraktlarının Akdeniz Meyve Sineği’ne (*Ceratitis capitata* Wiedemann,1824) (Diptera: Tephritidae) Karşı Laboratuvar Koşullarında Etkinliğinin İncelenmesi**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Nadire İnci BALABAN

ÖZET

BAZI BİTKİ EKSTRAKTLARININ AKDENİZ MEYVE SİNEĞİ'NE (*Ceratitis capitata* Wiedemann,1824) (Diptera: Tephritidae) KARŞI LABORATUVAR KOŞULLARINDA ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
NADİRE İNCİ BALABAN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SELAMİ SELVİ)
(EŞ DANIŞMAN: DR. ÖĞR. ÜYESİ SAKİN VURAL VARLI)
BALIKESİR, HAZİRAN - 2026

Bu çalışmada, sütleğen (*Euphorbia helioscopia*) ve kekik (*Origanum onites*) bitkilerinden elde edilen ekstraktların Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann) pupaları üzerindeki biyolojik etkileri araştırılmıştır. Pupalar üzerindeki ekstrakt denemeleri farklı dozlarda (% 1, % 2, % 3) uygulanmış ve pupa gelişim süresi, pupa ölüm oranı ile ergin çıkış oranı gibi biyolojik parametreler değerlendirilmiştir. Ayrıca elde edilen veriler çoklu karşılaştırma testleri, korelasyon analizi ve Probit analiz ile istatistiksel olarak incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ergin çıkış oranı kontrol grubuna göre önemli ölçüde azalmış, sütleğen ve kekik % 3 ekstrakt uygulaması sonundaki bu azalış ise ham verilere göre sırasıyla % 33.33 ve % 38.33 olarak, Abbott düzeltmesi sonrasında ise % 41.67 ve % 47.92 olarak belirlenmiştir. Çoklu karşılaştırma analizleri sonucunda, biyolojik etkinin özellikle % 2 ve % 3 dozlarda istatistiksel olarak anlamlı hale geldiğini göstermiştir ($p \leq 0.05$). Probit analiz sonuçlarına göre kekik ekstraktının LC50 değeri 1.808, sütleğen ekstraktına 2.014 göre daha düşük bulunmuş ve bu durum kekik ekstraktının düşük dozlarda (% 1 - % 2) daha yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Buna karşın LC90 değerlerinin sırasıyla 5.110 (sütleğen) ve 5.177 (kekik) olarak belirlenmesi, yüksek doz düzeylerinde (%3) her iki ekstraktın benzer düzeyde etki oluşturduğunu ve özellikle sütleğen ekstraktının yüksek dozlarda etkinliğini sürdürdüğünü ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, her iki ekstraktın da Akdeniz meyve sineği pupaları üzerinde önemli biyolojik etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgular, sütleğen ve kekik ekstraktlarının çevre dostu alternatif mücadele yöntemleri kapsamında biyopestisit olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELEER: Akdeniz meyve sineği, biyoinsektisit, *Ceratitis capitata*, ekstrakt, *Euphorbia helioscopia*, *Origanum onites*

ABSTRACT

AN INVESTIGATION INTO THE EFFICACY OF CERTAIN PLANT EXTRACTS AGAINST THE MEDITERRANEAN FRUIT FLY (*Ceratitis capitata* Wiedemann, 1824) (Diptera: Tephritidae) UNDER LABORATORY CONDITIONS

MSC THESIS

NADİRE İNCİ BALABAN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

BIOLOGY

(SUPERVISOR: Prof. Dr. SELAMİ SELVİ)

(CO-SUPERVISOR: Assist. Prof. Dr. SAKİN VURAL VARLI)

BALIKESİR, JUNE - 2026

In this study, the biological effects of extracts obtained from milkweed (*Euphorbia helioscopia*) and wild marjoram (*Origanum onites*) on the pupae of the Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata* Wiedemann) were investigated. Extract treatments were applied to the pupae at different concentrations (1 per cent, 2 per cent, 3 per cent), and biological parameters such as pupal development time, pupal mortality rate and adult emergence rate were assessed. Furthermore, the data obtained were statistically analysed using multiple comparison tests, correlation analysis and Probit analysis. According to the results, the adult emergence rate decreased significantly compared to the control group; this reduction following the application of 3% milk thistle and thyme extracts was determined to be 33.33 per cent and 38.33 per cent, respectively, based on the raw data, and 41.67 per cent and 47.92 per cent following Abbott correction. Multiple comparison analyses revealed that the biological effect became statistically significant particularly at the 2% and 3% doses ($p \leq 0.05$). According to the Probit analysis results, the LC₅₀ value of the thyme extract was found to be 1.808, which is lower than that of the milk thistle extract (2.014); this indicates that the thyme extract possesses higher biological activity at lower doses (1–2 per cent). Conversely, the determination of LC₉₀ values as 5.110 (milk thistle) and 5.177 (thyme), respectively, reveals that at high dose levels (3 per cent), both extracts exert a similar level of effect and, in particular, that milk thistle extract maintains its efficacy at high doses. In conclusion, the study has shown that both extracts have significant biological effects on Mediterranean fruit fly pupae. The findings suggest that milk thistle and thyme extracts could be considered as biopesticides within the framework of environmentally friendly alternative control methods.

KEYWORDS: Mediterranean fruit fly, bioinsecticide, *Ceratitis capitata*, extract, *Euphorbia helioscopia*, *Origanum onites*

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ.....	v
SEMBOL VE KISALTMALAR.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1 Materyal.....	11
3.1.1 Akdeniz meyve sineğinin elde edilmesi.....	12
3.1.2 Bitki ekstraktların hazırlanması.....	12
3.2 Yöntem.....	14
3.3 Deneylerde Kullanılan İstatistiksel Analizler.....	15
3.3.2 Abbott Düzeltmesi.....	17
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	18
4.1 Ekstrakt Dozlarının Pupa ve Ergin Süreleri Üzerine Etkisi.....	18
4.2 Pupa ve Ergin Sürelerine Ait Çoklu Karşılaştırma Sonuçları.....	20
4.3 Ekstrakt Dozlarının Pupa Ölüm Oranı ve Ergin Çıkış Oranı Üzerine Etkisi.....	21
4.4 Abbott Düzeltmesi Uygulanmış Pupa Ölüm ve Ergin Çıkış Oranları.....	24
4.5 Pupa Ölüm ve Ergin Çıkış Oranlarına Ait Çoklu Karşılaştırma Sonuçları.....	25
4.6 Probit Analizi ve LC50–LC90 Değerleri.....	27
4.7 Korelasyon Analizi.....	28
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	33
6. KAYNAKLAR.....	36
7. ÖZGEÇMİŞ.....	44

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: <i>Ceratitis capitata</i> 'nın dünya üzerindeki coğrafi dağılımı (EPPO, 2026).....	1
Şekil 1.2: <i>Ceratitis capitata</i> ve zararı (A) <i>C. capitata</i> ergini (B) <i>C. capitata</i> pupa ve larvası (C) <i>C. capitata</i> larvasının meyvedeki görünümü (D) <i>C. capitata</i> 'nın meyvedeki hasarı.....	2
Şekil 3.1: Bitki toplama aşamasından bir örnek.....	11
Şekil 3.2: Kurutulma aşamasındaki bitkilerden bir örnek.....	12
Şekil 3.3: Kurutulmuş bitki aksamalarının cam kavanozlara alma işlemi.....	13
Şekil 3.4: Süzme işlemi sonrası elde edilen çözeltiler.....	13
Şekil 3.5: Evaporatöre alınan süzüntülerden elde edilen ekstraktlar. Elde edilen ekstrakt (A), çözeltiyi süzme işlemi (B,C), evaporatör işlemi (D).....	13
Şekil 3.6: Ekstraktların tartılması (A) ve çözeltilerin hazırlanması (B).....	14
Şekil 3.7: <i>C. capitata</i> pupa evresine çözeltilerin muamele edilmesi (A), kontrol (su+dmsö) çözeltiye muamele edilmesi.....	14
Şekil 3.8: Kaplara yerleştirilen <i>C. capitata</i> pupaları (A), yerleştirme işlemi (B).....	15
Şekil 4.1: Ekstrakt dozunun pupa süresine etkisi.....	19
Şekil 4.2: Ekstrakt dozunun ergin süresine etkisi.....	20
Şekil 4.3: Ekstrakt dozu–pupa ölüm oranı ilişkileri (a) ham verilere göre ve (b) Abbott düzeltmesi sonrası karşılaştırma.....	23
Şekil 4.4: Ekstrakt dozu–ergin çıkış oranı ilişkileri (a) ham verilere göre ve (b) Abbott düzeltmesi sonrası karşılaştırma.....	23
Şekil 4.5: Abbott düzeltmesi sonrası Probit analiz grafikleri (a) sütleğen için ve (b) kekik için ekstrakt dozu–pupa ölüm oranı Probit grafiğı.....	28

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Toplanan türlerin toplanma lokaliteleri ve toplayıcı numaraları.....	11
Tablo 3.2: Ekstrakt elde edilen türler.....	12
Tablo 3.3: Kodlanarak gerçek testlerde kullanılan pupa sayıları ve tekrarlar.....	15
Tablo 4.1: Ekstrakt dozlarına bağlı, pupa ve ergin süreleri.....	18
Tablo 4.2: Ekstrakt dozlarının pupa ve ergin süresi üzerindeki etkisi.....	20
Tablo 4.3: Ekstrakt dozlarına bağlı, pupa ölüm ve ergin çıkış oranları.....	22
Tablo 4.4: Abbott düzeltmesi uygulanmış pupa ölümü ve ergin çıkış oranları.....	24
Tablo 4.5: Ekstrakt dozlarına bağlı pupa ölümü ve ergin çıkış oranlarına etkisi.....	26
Tablo 4.6: Ekstrakt dozlarına bağlı pupa ölümü ve ergin çıkışı oranlarına etkisi (Abbott sonrası).....	27
Tablo 4.7: Hesaplanan LC50, LC90 dozları ve Probit regresyon denklemleri.....	28
Tablo 4.8: Korelasyon katsayıları ile anlamlılık düzeyleri.....	29

SEMBOL VE KISALTMALAR

APÖ	Abbott Pupa ölüm oranı (%)
AEÇ	Abbott Ergin çıkış oranı (%)
EA	Ekstrakt adı (sütleğen, kekik, kontrol)
EÇ	Ergin çıkış oranı (%)
ED	Ekstrakt ve doz; sütleğen (%1), sütleğen (%2), sütleğen (%3), kekik (%1), kekik (%2), kekik (%3), kontrol (%0)
ES	Ergin süresi (gün)
DMSO	Dimetil sülfoksit. Çok yönlü organik bir çözücü
LC50	Lethal Concentration (öldürücü konsantrasyon). Test edilen organizmaların %50'sini öldüren konsantrasyon
LC90	: Lethal Concentration (öldürücü konsantrasyon). Test edilen organizmaların %90'ını öldüren konsantrasyon
LD50	: Lethal Dose (öldürücü doz). Canlıların %50'sini öldüren doz miktarı
LD90	: Lethal Dose (öldürücü doz). Canlıların %90'ını öldüren doz miktarı
N	Örnekleme, tekrar veya geçerli test verisi sayısı
p	İstatiksel olarak anlamlılık değeri
PÖ	: Pupa ölüm oranı (%)
PS	: Pupa süresi (gün)
r	: Pearson korelasyon katsayısı
RH	: Bağlı nem yüzdesi (relative humidity %)
SD	: Standart sapma değeri
SE	: Standart hata değeri

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve bu çalışmada bilgi ve tecrübesiyle bana yol gösteren danışmanım Prof. Dr. Selami SELVİ 'ye, eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Sakin Vural VARLI 'ya ve sürecin en başından beri bana her konuda destek olan BAÜN Edremit Meslek Yüksekokulu Zeytincilik ve Zeytin İşleme Teknolojisi Programı öğretim üyesi Doç. Dr. Gonca SAKİN 'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin istatistiksel analizler bölümünde emeklerini esirgemeyen BAÜN Edremit Meslek Yüksekokulu Makine ve Metal Teknolojileri bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Raif SAKİN hocama çok teşekkür ederim. Çalışmalarımnda her daim destek olan Öğr. Gör. Dr. Handan KURTULMUŞ SANCAK ve Dr. Öğr. Üyesi Ali Kürşat ŞAHİN'e teşekkür ederim. Tezimin deneme aşaması için pupa temininde bana yardımcı olan Bornova Ziraî mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürü Tevfik TURANLI ve Ramazan GENCER ile Dr. Özlem ALTINDİŞ hocalarıma, laboratuvar çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Balıkesir Çiftçi Eğitim Merkezi Müdürü Nazım TANRIKULU ve Dr. Betül KURTULUŞ' a çok teşekkür ederim.

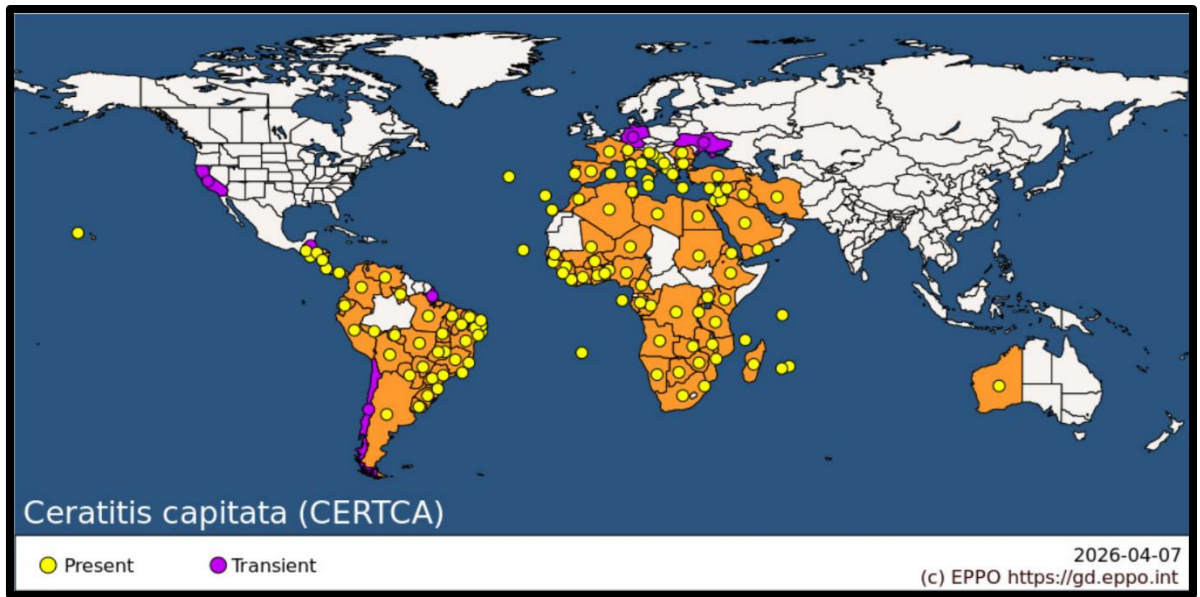
Yüksek lisans eğitimim boyunca ve hayatımda bana destek olan ve beni hiç yalnız bırakmayan kıymetli eşim Mehmet BALABAN' a, hiç sabırları tükenmeden hep arkamda olan ve bana hep güvenen annem Naciye AYTEKİN' e ve her zaman yanımda olan kardeşim Oya KARAARSLAN' a, çok sevdiğim oğullarım Batuhan ve Seyfettin Efe' ye ve Yüksek lisans eğitimim boyunca beni destekleyen BAÜN Edremit Meslek Yüksekokulu personellerine teşekkür ederim.

Balıkesir, 2026

Nadire İnci Balaban

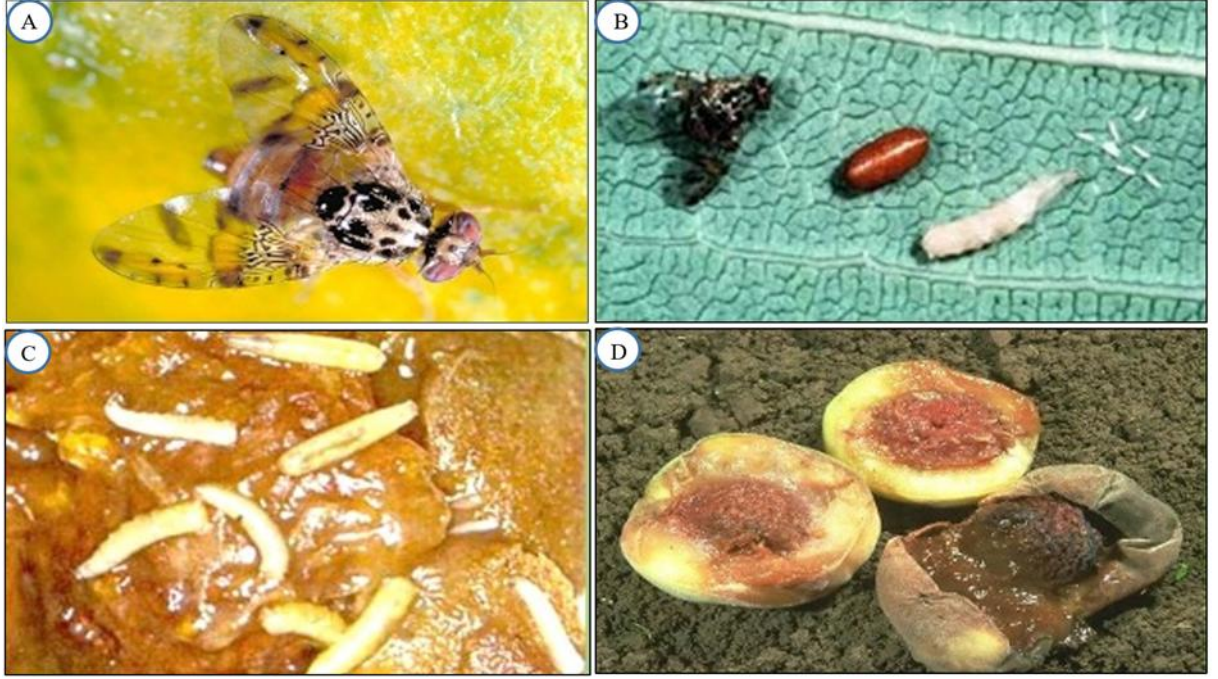
1.GİRİŞ

Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann,1824), (Diptera: Tephritidae) tropik ve subtropik bölgelerde yaygın olarak bulunan ve dünya genelinde önemli ekonomik kayıplara neden olan önemli bir karantina zararlısıdır (Papadogiorgou et al., 2024) (Şekil 1.1). *Ceratitis capitata* türü ihracatta toleransı sıfır olan meyve zararlıları arasında yer almakta olup, özellikle yaş meyve ticaretinde ciddi kısıtlamalara yol açmaktadır (Elekçioğlu, 2013). Türkiye’de ise bu zararlı Doğu Akdeniz’den Kuzey Ege’ye kadar uzanan geniş bir coğrafyada yayılım göstermektedir. *C. capitata* türünün başlıca konukçularını ise turunçgiller, şeftali, kayısı, hurma, nektarin, armut, incir, ayva, avokado ve elma gibi meyve çeşitleri oluşturmaktadır (Tiring ve Satar 2017; Üçpınar ve Ünlü 2019). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan 2025 yılı Bitkisel Üretim İstatistikleri verilerine göre, Türkiye’de meyve, içecek ve baharat bitkilerinin toplam üretim miktarı 19.618.994 ton olarak kaydedilmiştir. Bu üretimin 4.742.030 tonunu turunçgil meyveleri oluşturmakta olup, turunçgiller toplam üretimin yaklaşık %24,17’sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2025). Türkiye’nin 2024/2025 döneminde yaş meyve ve sebze ihracatı yaklaşık 3,532 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve 3,703 milyar ABD doları ihracat geliri elde edilmiştir. İhracat kalemleri incelendiğinde, turunçgiller yaklaşık 1,085 milyon ton ihracat miktarı ve 1,477 milyar ABD doları ihracat değeriyle yüksek ihracat gelirine sahip ürün grubu olarak öne çıkmaktadır (Türkiye Yaş Meyve Sebze İhracatçı Birlikleri [YMSİB], 2025; Akdeniz İhracatçı Birlikleri [AKİB], 2025).



Şekil 1.1: *Ceratitis capitata*’nın dünya üzerindeki coğrafi dağılımı (EPPO, 2026)

Ceratitis capitata kış dönemini toprakta pupa halinde veya hasat sonrası ağaçlarda kalan meyveler içerisinde larva olarak geçirmektedir. Mayıs–haziran aylarında ortaya çıkan ergin bireyler, sıcaklıkların 16°C'ye ulaşmasıyla birlikte yumurtlamaya başlamaktadır. Ergin bireylerin yaşam süresi en az 30, en fazla 50 gün arasında değişmektedir. Dişi erginler, günde ortalama 22 yumurtayı meyve kabuğunun 1–5 mm altına bırakmaktadır. Uygun çevresel koşullar altında bırakılan yumurtalar 1–3 gün içerisinde açılarak meyve içinde larva dönemine geçmektedir. Meyve dokusu içerisinde beslenen larvaların oluşturduğu sekonder enfeksiyonlar sonucunda meyvelerde dökülme ve çürüme meydana gelmektedir. *C. capitata*'nın yaşam evreleri ve zarar şekli Şekil 1.2' de sunulmuştur (Anonim'den 2008). *C. capitata* türü ülkemizde Akdeniz Bölgesi'nde yılda 7–8 döl, Ege Bölgesi'nde ise 4–5 döl vermektedir (Elekçioğlu, 2013).



Şekil 1.2: *Ceratitis capitata* ve zararı (A) *C. capitata* ergini (B) *C. capitata* pupa ve larvası (C) *C. capitata* larvasının meyvedeki görünümü (D) *C. capitata*'nın meyvedeki zararı

Ceratitis capitata'nın kontrolünde mevcut yöntemlerinden en basit ve ucuzu kültürel önlemlerdir. Konukçu olan ağaçların bir arada dikilmemesi, olgun meyvelerin toplanması, ağaçtaki ve yerdeki vuruklu meyvelerin imhası, toprak işleme gibi önlemlerin zararlıının yoğunluğunu azalttığı bildirilmiştir (Elekçioğlu, 2013; Bircan vd., 2020).

Zararlı ile mücadelede kullanılan bir diğer yöntem olan biyoteknik mücadelede ise çeşitli tuzak sistemlerinden yararlanılmaktadır. Türkiye’de bu amaçla Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından ruhsatlandırılmış dört farklı tuzak tipi bulunmaktadır. Bu tuzaklar, içeriklerinde yer alan farklı cezbediciler (feromon ve besin bazlı) sayesinde farklı kullanım amaçlarına hizmet etmektedir. Ergin bireylerin doğaya çıkış zamanının belirlenmesi ve popülasyon yoğunluğunun izlenmesi amacıyla en yaygın olarak sarı yapışkanlı delta tipi tuzaklar kullanılmaktadır. Bu tuzaklar, özellikle zararlının erken dönemde tespit edilmesine olanak sağlayarak mücadele zamanlamasının doğru şekilde planlanmasına katkı sunmaktadır (Papadopoulos et. al., 2001; Elekçioğlu, 2013; Tamer ve Yıldırım, 2023).

Ceratitis capitata’nın biyolojik mücadelesinde ülkemizde bulunan bir doğal düşmanı yoktur. Bircan ve ark.’a (2020) göre, farklı ülkelerde belirtilen parazitoitleri arasında *Fopius arisanus* Sonan, *Diachasma kraussii* Fullaway, *D. tryonii* Camer., *D. fullawayi* Silvestri, *Opius longicaudatus* Ashmead, *O. concolor* Szepligeti, *O. hirtus* Fischer, *O. perproximus* Silvestri, *O. humilis* Silvestri, *O. oophilus* Fullaway, *O. vandenboshi* Fullaway (Hymenoptera: Braconidae), *Coptera occidentalis* Muesebeck (Hymenoptera: Diapriidae) bulunmaktadır (Moya et al., 2000; Falco et al., 2006).

Bircan ve ark.’a (2020) göre, dünya genelinde *Ceratitis capitata* ile mücadelede kullanılan yöntemlerden biri de Kısır Böcek Salma Tekniği (Sterile Insect Technique, SIT)’dir. Bu yöntemde, erkek bireyler kısırlaştırılarak kitle hâlinde üretilmekte ve doğal ortama salınmaktadır. Yöntem, zararlı popülasyonunun baskılanmasında çevre dostu bir alternatif olarak değerlendirilmekle birlikte, yüksek üretim ve uygulama maliyetleri nedeniyle dünya genelinde sınırlı sayıda ülkede başarıyla uygulanabilmektedir (Hendrichs et al., 2002; Mostakim et al., 2012).

Ceratitis capitata ile kimyasal mücadele, genellikle zehirli yem uygulamaları ve kısmi dal ilaçlaması şeklinde yürütülmektedir. Kimyasal mücadeleye başlanmasına, tuzaklarda ergin bireylerin yakalanması veya vuruklu meyvelerin tespit edilmesiyle karar verilmektedir. İlaçlama uygulamaları, hasattan yaklaşık 15 gün öncesine kadar sürdürülmektedir. Kimyasal mücadeleye ek olarak, bazı karantina uygulamaları kapsamında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygun görülen insektisitlerle fumigasyon işlemleri de gerçekleştirilmektedir.

C. capitata ile hasat sonrası karantina önlemleri kapsamında, bazı ithalatçı ülkeler ihracatçı ülkelere sıcak veya soğuk uygulamaları, insektisitli çözeltilere daldırma işlemlerini ve fumigasyon uygulamalarını zorunlu kılmaktadır (Ambaroğlu, 1961; Demirdere, 1961; Kasap ve Aslan, 2016).

Günümüzde çok sık kullanılan pestisitler insan ve çevre sağlığına olumsuz etki etmektedir. Yapılan ilaçlamalar kimyasalların toprak, su ve havaya sızmasına neden olurken, bu maddeler yer altı su kaynaklarını kirletmektedir (Zhou et al., 2025). Ayrıca insektisit uygulanan bu zararlılar kimyasallara karşı direnç geliştirirken faydalı böcekler de zarar görmektedir. Bu nedenle kimyasal mücadele yerine alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesi önem taşımaktadır (Elekçioğlu 2013). Kimyasal ilaç kullanımının çevresel etkileri, gıdalardaki kalıntı riskleri ve zararlıların kazandığı direnç gibi faktörler, bitki bazlı biyopestisitleri artık bir seçenektan ziyade neredeyse zorunluluk haline getirmektedir (Oviedo et al., 2018; Chergui et al., 2020; Di Ilio and Cristofaro, 2020; Soliman and El-Genaidy, 2021).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitkisel kökenli ekstrakt ve uçucu yağların *Ceratitis capitata*'nın farklı biyolojik dönemleri üzerindeki etkilerini ortaya koymuştur. Oviedo ve ark. (2018), *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae) ve *Pinus elliottii* Engelm. (Pinaceae) bitkilerinden elde edilen özlerin *C. capitata* pupalarında %100 mortalite sağladığını ve *Anastrepha fraterculus*'ta (Wiedemann,1830) (Tephritidae) ergin çıkışını baskıladığını bildirmiştir. Hamdouch ve ark. (2022), *Vitex agnus-castus* L. (Lamiaceae) bitkisinin yaprak ve tohumlarından elde edilen esansiyel yağların *C. capitata* erginleri üzerinde yüksek insektisit etki gösterdiğini ve 24 saatlik inkübasyon sonunda LC₅₀ değerlerini sırasıyla 0,660 mg/mL ve 6,170 mg/mL olarak belirlemiştir. Benzer şekilde Özdemir (2023), *Mentha arvensis* L. (Lamiaceae) ve *Cinnamomum zeylanicum* (Lauraceae) uçucu yağlarının *Ceratitis capitata* üzerindeki insektisit etkilerini incelemiş ve *M. arvensis*'in %1'lik konsantrasyonunda 48 saat içerisinde %100 mortalite sağladığını ortaya koymuştur. Barakat ve ark. (2024) ise *Euphorbia tirucalli*'den (Euphorbiaceae) elde edilen özütler arasında aseton ekstraktının en yüksek toksisiteyi gösterdiğini, 24 saatlik deneylerde LC₅₀ değerinin 2,04 µg/mL olduğunu ve dişi bireylerin yumurtlama süresinin önemli ölçüde azaldığını rapor etmiştir.

Larval dönem üzerine yapılan çalışmalarda Genç ve ark. (2024), farklı uçucu yağların *Ceratitis capitata* larvaları üzerindeki etkilerini değerlendirmiş ve en yüksek mortalite oranlarının (*Laurus nobilis* L.) defne ve (*Nigella sativa* L.) çörek otu yağı uygulanan gruplarda gözlemlendiğini bildirmiştir. Hacıismailoğlu (2025) ise fesleğen (*Ocimum basilicum* Linn.), okaliptüs (*Eucalyptus* spp.) ve civanperçemi (*Achillea millefolium* L.) uçucu yağlarının *Ceratitis capitata* üzerindeki toksik etkilerini incelemiş; civanperçemi yağının yüksek repellent etki gösterdiğini ve dişi erginlerin yumurtlama davranışını baskıladığını ortaya koymuştur.

Bu çalışma ile *Ceratitis capitata*'nın biyokimyasal mücadele yöntemleri arasında bitkisel ekstraktların potansiyel kullanımını değerlendirmek, hem zararlı mücadelesinde etkili hem de çevre-insan sağlığı açısından daha güvenli bir yaklaşım geliştirmek amaçlanmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Hamraoui ve Renault-Roger (1997), *Ceratitis capitata* ve *Rhopalosiphum padi* L. (Hemiptera: Aphidoidea) zararlıları üzerinde bazı monoterpenlerin (α -pinen, linalol, karvakrol, öjenol, p-simen, sinnamaldehit, anetol, terpineol ve kuminaldehit) insektisit etkilerini araştırmışlardır. Sonuçlar, aldehit ve metoksillenmiş monoterpenlerin (sinnamaldehit, kuminaldehit ve anetol) fumigant toksik etkisinin daha aktif olduğunu göstermiştir. Fenolik monoterpenoidler özellikle *C. capitata* üzerinde daha etkili bulunmuştur.

Siskos ve ark. (2009), *Citrus aurantium* L. (Rutaceae) (turunç) kabuk ekstraktının *Ceratitis capitata* ve *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) üzerindeki insektisit özelliğini incelemiştir. Çalışmada, *B. oleae*'nin ekstrakta karşı daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Fumigasyon deneyinde herhangi bir etki gözlenmemiştir. *B. oleae* erkek ve dişi LC50 değerleri temas uygulama yoluyla deneyinde sırasıyla 44,8 ve 40,1 $\mu\text{g/böcek}$; *C. capitata* erkek ve dişi LC50 değerleri ise 38,8 ve 67,8 $\mu\text{g/böcek}$ olarak belirlenmiştir.

Benelli ve ark. (2013), *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae) bitkisinin uçucu yağının *Ceratitis capitata* ve onun parazitoidi *Psytalia concolor* (Braconidae) üzerindeki insektisit etkisini araştırmışlardır. *M. alternifolia* esansiyel yağı, temas ve fumigasyon testlerinde *C. capitata* üzerinde *P. concolor*'a kıyasla daha toksik bulunmuştur. Benzer şekilde, yutma testlerinde de LD50 değeri *C. capitata*'da parazitoidinden daha düşük olarak belirlenmiştir.

de Oliveira ve ark. (2014), proagrim (1% neem, Azadirachtin from *Azadirachta indica* A. Jus), rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve portakal (Prev-Am®, sodiumtetraborohydrate decahydrate) uçucu yağlarının *Ceratitis capitata* (Wiedemann) üzerindeki insektisit etkinliğini araştırmıştır. Deney; topikal, yapay diyet ve bulaşık meyve uygulama yöntemleriyle yürütülmüş ve %1-3 oranında beş farklı konsantrasyonda çalışılmıştır. Bulaşık meyvelere uygulama yönteminde 1. dönem larvalar için rezene yağının % 3'lük konsantrasyonda % 93 ölüm oranı, yapay diyet beslenme yöntemiyle 3. dönem larvalarında ise % 3'lük konsantrasyonda % 16.66 ölüm oranı elde edilmiştir. Topikal uygulama ile rezene yağının % 3'lük konsantrasyonunda yumurta, birinci, ikinci ve üçüncü larva ile pupa dönemleri için sırasıyla % 27,% 77, % 78,% 68 ve % 1.80 oranında ölüm rapor edilmiştir. Çalışmada proagrim ve rezene yağının daha yüksek ölüm sağladığı belirtilmiştir.

Ghabbari ve ark. (2018), Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) üzerinde dört farklı bitki türünün (*Ruta graveolens*, *Eriobotrya japonica*, *Rubus ulmifolius* ve *Ficus carica*) yaprak ekstraktlarının *C. capitata* ergin tepkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yalnızca *Ruta graveolens* (Rutaceae) ekstraktının anlamlı farklılıklar yarattığı bildirilmiştir. Bu bitkinin 2-nonanon ve 2-undekanon bileşiklerini içerdiği ve ovipozisyon uyarıcı özellikler taşıdığı belirtilmiştir. LD50 ve LD90 konsantrasyonları sırasıyla % 3,64 ve % 6,01 olan *R. graveolens* ekstraktının organik tarımda kontrol stratejilerinde umut verdiğine değinilmiştir.

Oviedo ve ark. (2018), *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann, 1830) (Tephritidae) ve *Ceratitis capitata* pupası ve erginleri üzerinde bitkisel içeriklerin yutma ve temas toksisitesini araştırmışlardır. Özellikle *Baccharis dracunculifolia* DC. (Asteraceae) ve *Pinus elliottii* Engelm. (Pinaceae) bitkisel özleri *C. capitata* pupalarında % 100 ölüme neden olduğu saptanmış, bu özellik *A. fraterculus*'un ise yetişkin çıkışı baskıladığını tespit etmiştir. *Solanum granulosum* (Solanaceae) ve *Ricinus communis* (Euphorbiaceae) ekstraktları, yutma yoluyla ergin toksisitesine en yüksek etkiyi göstermiştir.

Stupp ve ark. (2020), *Ceratitis capitata* üzerinde üç farklı *Annona* türlerinden (*A. mucosa*, *A. muricata*, *A. sylvatica*) (Annonaceae) oluşan asetogenin içeren formülasyonların öldürücü ve sublethal toksisitelerini araştırmışlardır. *A. mucosa*'nın su emülsiyonu sineklerde % 85'in üzerinde bir mortalite sağlarken parazitoit *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) üzerindeki etkisi % 40'ın altında kalmıştır. Ayrıca hem tercihli hem tercihsiz testlerde bu formülasyonların ovipozisyonu engelleyici etkisi olduğunu bildirmişlerdir.

Boutjagualt ve çalışma arkadaşları (2022), kahverengi bir alg türü olan *Fucus spiralis*'ten elde edilen uçucu yağın kimyasal bileşimini ve Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) üzerindeki biyoinsektisidal etkilerini incelemiştir. Araştırma kapsamında, gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) yöntemiyle yağın ana bileşenleri belirlenmiş olup, en yüksek oranlarda borneol (% 13,13), heptakosan (% 7,22), dokosan (% 6,93), hentriakontan (% 6,13), oktakosan (% 5,62), bornil salisilat (% 5,48) ve limonen (% 4,9) tespit edilmiştir. Bu bileşenlerin biyolojik etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan testlerde, 4 ppm derişimde pupalardan yalnızca % 42'sinin ergin çıktığı belirlenmiştir.

Ayrıca yetişkin sinekler üzerinde yapılan deneylerde, uçucu yağın öldürücü doz değerleri ($LD_{50} = 0,239$ ppm ve $LD_{90} = 2,467$ ppm) oldukça düşük bulunarak yüksek toksik etki göstermiştir. Bulgular, *F. spiralis* uçucu yağının güçlü bir doğal insektisit potansiyeli taşıdığını ve kimyasal pestisitlerin yerine çevre dostu bir alternatif oluşturabileceğini göstermektedir.

Ghalbane ve ark. (2022), *Ceratitis capitata* zararlısı üzerinde *Lavandula stoechas* ve *Lavandula dentata* (Lamiaceae) bitkilerinin esansiyel yağlarının insektisidal etkilerini araştırmışlardır. Bu esansiyel yağların hem temas hem beslenme yöntemiyle *L. dentata*'nın erkek sinekler üzerindeki % 6.54 LC_{50} değeri ile etkili olduğunu ve botanik insektisit açısından potansiyel oluşturarak değerlendirilebileceğini göstermişlerdir.

Hamdouch ve ark. (2022), *Vitex agnus-castus* L. (Lamiaceae) bitkisinin yaprak ve tohumlarından elde edilen esansiyel yağ ve ekstraktların *Ceratitis capitata* erginleri üzerinde temas yoluyla insektisidal aktivitesini araştırmışlardır. Yaprak ve tohumlardan elde edilen esansiyel yağlar, yüksek insektisit etkisi göstermiştir. Bu yağların LC_{50} değerleri, 24 saatlik inkübasyondan sonra sırasıyla 0,660 mg/mL ve 6,170 mg/mL olarak belirlenmiştir. *Vitex agnus castus*'un yaprak ve tohum ekstraktları ise uzun süre inkübasyondan sonra orta derecede insektisit etkisi göstermiştir.

Ouarhach ve ark. (2022), Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) üzerinde *Lavandula coronopifolia* (Lamiaceae) uçucu yağının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, uçucu yağın yutma yoluyla toksisitesi incelenmiş ve 150 μ l/g konsantrasyonunda 24 saat içinde %75 mortalite gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu yağın 55 μ l/g konsantrasyonu yumurtlama sayısını %94 oranında azaltmıştır; dişi bireylerin erkeklerden daha duyarlı olduğunu bildirmişlerdir.

Sadraoui-Ajmi ve ark. (2022), *Ceratitis capitata*'nın kontrolü için DAP gübreleri ve *Eucalyptus cinerea* ve *Eucalyptus maidenii* (Myrtaceae) esansiyel yağların etkisini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlarda her iki esansiyel yağın DAP ile formülasyonları *C. capitata* yetişkinleri için daha iyi çekici performans sergilediği ve mortalite oranlarını arttırdığını bildirmişlerdir.

Zerkani ve ark. (2022), üç aromatik bitkinin (*Thymus zygis*, *Salvia officinalis*, *Mentha suaveolens*) (Lamiaceae) uçucu yağlarının *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae) ve *Ceratitis capitata* üzerindeki toksisitesini incelemişlerdir. Her üç bitkinin uçucu yağlarının bileşim analizinde oksijenli monoterpenlerin yoğunlukta olduğunu bildirmişlerdir. *T. absoluta* larvaları için yaprak daldırma yöntemiyle uygulanan deneyde LD50 değeri *M. suaveolens* ve *S. officinalis* için sırasıyla 0,80 µL/mL ve 11,04 µL/mL idi. *C. capitata* yetişkinleri deneyinde *M. suaveolens* ve *T. zygis* için sırasıyla LD 50 değerleri 0,9µL/mL ve 11,78 µL/mL idi. Bu çalışmada kullanılan üç bitkiden elde edilen değerler ile etkili insektisit aktivite gösterdiği bildirilmiştir.

Dhaouadi ve ark. (2023), *Eucalyptus campaspe* ve *Eucalyptus torquata* (Myrtaceae) bitkilerinin yapraklarından elde edilen esansiyel yağların Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) üzerindeki insektisit etkinliğini araştırmışlardır. Çeşitli denemelerde *E. campaspe* esansiyel yağı, *E. torquata* esansiyel yağından daha toksik etki göstermiştir. Fumigant olarak kullanılan *E. campaspe* esansiyel yağı, *C. capitata* yetişkinleri üzerinde temas ve yutma deneylerinden daha fazla kovucu ve toksik etki göstermiştir.

Özdemir (2023), *Mentha arvensis* (Lamiaceae) ve *Cinnamomum zeylanicum* (Lauraceae) uçucu yağlarını *Ceratitis capitata* üzerinde böcek öldürücü etkisi incelemiştir. Fumigasyon deneyinde önemli bir etki gözlemlenmediğini bildirmiştir. *M. arvensis* % 1'lik konsantrasyonunda 48 saat içinde % 100 ölüm sağlarken *C. arvensis* % 0,8 konsantrasyonunda 72 saat içinde % 100 ölüm oranına ulaştığını bildirmiştir.

Salustino ve ark. (2023), *Ceratitis capitata* üzerinde sıvı biyofertilizör ve bitki özlerinin uzaklaştırıcı etkilerini incelemiştir. Çalışmada, % 30 neem özü ile bitkisel gübre kullanımı Akdeniz meyve sineğini en fazla uzaklaştıran formülasyon olarak bulunmuştur. Ayrıca, diğer sonuçlarda vairo biyofertilizörü ile rue ve neem özlerinin birleşiminde en düşük larva sayısı elde edilerek bu kombinasyonun larval infestasyon oranını önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Barakat ve ark. (2024), kimyasal insektisitlere karşı gelişen direnci kırmak amacıyla *Euphorbia tirucalli*' nin (Euphorbiaceae) yaprak ve gövde kısımlarından aseton, etanol, petrol eteri ve su kullanılarak elde edilen özütlerin *Ceratitis capitata* üzerindeki toksisitesini test etmiştir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneylerde, yetişkin sineklerin mortalite (ölüm) oranları ve biyolojik parametreleri üzerindeki değişimler gözlemlenmiştir. Test edilen çözücüler arasında aseton, en yüksek toksisiteyi göstermiştir. Aseton özütü için LC50 değerleri 24 saat sonra 2.04 µg/ml, 72 saat sonra ise 1.07 µg/ml olarak kaydedilmiştir. Dişi sineklerin yumurtlama süresi yaklaşık 54 günden 25 güne düşmüştür. Hem erkek hem de dişi yetişkinlerin yaşam süresi yarıdan fazla kısalmıştır (yaklaşık 75-79 günden 33-34 güne). Yumurtadan çıkış (hatchability) oranı % 94.51'den % 38.05'e gerilemiştir.

Genç ve ark. (2024), *Pelargonium graveolens* (tır) (Geraniaceae), *Lavandula intermedia* (lavanta) (Lamiaceae), *Nigella sativa* (çörekotu) (Ranunculaceae) ve *Laurus nobilis* (defne) (Lauraceae) bitkilerine ait uçucu yağlarının *Ceratitis capitata* larvaları üzerine etkilerini araştırmışlardır. Larvaların yapay diyet ile beslenme yönteminde en yüksek ölümlerin defne ve çörek otu yağları eklenen grupta olduğu belirlenmiştir. Çörek otu yağı, en düşük konsantrasyonda yüksek larva öldürücülüğü göstererek potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur.

Hacıismailoğlu (2025), farklı bitkilerden [fesleğen (*Ocimum basilicum*) (Lamiaceae), okaliptüs (*Eucalyptus* spp.) (Myrtaceae) ve civanperçemi (*Achillea millefolium*) (Asteraceae)] elde edilen uçucu yağların Akdeniz meyve sineği *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) erginleri üzerindeki yönelim davranışı, toksik etkisi ve yumurtlama performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Denemelerde *C. capitata* erginleri, Y-tüp olfaktometre sistemi kullanılarak uçucu yağlara karşı davranışsal yönelim açısından test edilmiş; ayrıca farklı konsantrasyonlarda hazırlanan uçucu yağ çözeltileri topikal uygulama yöntemiyle ergin bireylere uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre civanperçemi uçucu yağı, diğer yağlara kıyasla *C. capitata* erginleri üzerinde en yüksek repellent etkiyi göstermiş ve düşük konsantrasyonlar hariç olmak üzere dişi erginlerin yumurtlama davranışını tamamen baskıladığı tespit edilmiştir. Genel olarak tüm uçucu yağlarda konsantrasyon arttıkça ölüm oranlarının yükseldiği, en yüksek toksik etkinin fesleğen ve okaliptüs uçucu yağlarında gözlemlendiği bildirilmiştir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Denemelerde ana materyal olarak *Ceratitis capitata*'nın pupa evresi, sütleğen türlerinden *Euphorbia helioscopia* (feribanotu) ve kekik türlerinden *Origanum onites* (bilyalıkekik) bitkisinden elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan türler Nadire İnci BALABAN tarafından toplanmış ve toplanan türlerin teşhisleri Tez Danışmanı Prof. Dr. Selami SELVİ tarafından Davis' in editörü olduğu Flora of Turkey adlı esere göre yapılmıştır (Ietswaart, 1982; Radcliffe-Smith, 1982) (Şekil 3.1). Toplanan türlerin lokaliteleri ve toplayıcı numarası aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Toplanan türlerin toplanma lokaliteleri ve toplayıcı numaraları

Tür Adı	Lokalitesi	Toplayıcı numarası
<i>Euphorbia helioscopia</i>	B1 Balıkesir: Edremit, Doyran köyü, yol kenarları, 39°34'57.83"K 26°42'7.00"D 257 m, 12.06.2025	NİB (100)
<i>Origanum onites</i>	B1 Balıkesir: Edremit, Altınoluk mah. Antandros kazı alanı üstleri, maki içleri, 39°34'19.26"K 26°47'17.90"D, 74 m, 1.07.2025	NİB (101)



Şekil 3.1: Bitki toplama aşamasından bir örnek

3.1.1 Akdeniz meyve sineğinin elde edilmesi

Ceratitis capitata pupaları kitle üretimi yapan İzmir Bornova Zirai Mücadele Enstitüsünden temin edilmiştir. Edremit Meslek Yüksekokulu Entomoloji laboratuvarına (Balıkesir/Edremit) getirilen pupalar 25 ± 1 °C % 60 RH ve 12:12 L:D koşullarında muhafaza edilmiştir.

3.1.2 Bitki ekstraktların hazırlanması

Deneylerde iki farklı bitki türünden elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Kullanılan bu bitkilerin familyası, bilimsel adı ve ekstrakt elde edilen kısımları Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

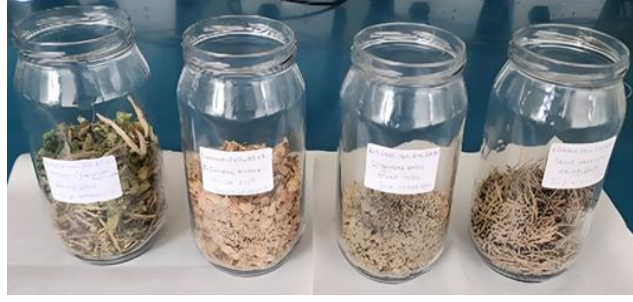
Tablo. 3.2: Ekstrakt elde edilen türler

Familyası	Bilimsel adı	Türkçe adı	Kullanılan kısım
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia helioscopia</i>	Feribanotu	Herba
Lamiaceae	<i>Origanum onites</i>	Bilyalıkekik	Herba

Edremit Körfezi'nden toplanan *Origanum onites* ve *Euphorbia helioscopia* türleri, bir ay süreyle gölgede kurutulmuştur (Şekil 3.2). Kurutma işleminin ardından bitkilerin tüm aksamaları öğütülerek toz hâline getirilmiştir (Şekil 3.3). Elde edilen bitki tozlarından hassas terazide 30'ar g tartılmış ve üzerlerine 400 ml % 96'lık etanol ilave edilmiştir. Karışımlar 48 saat süreyle ekstraksiyona bırakıldıktan sonra süzölmüştür. Süzme işleminin ardından bitki kalıntıları üzerine yeniden 300 ml etanol eklenerek aynı ekstraksiyon işlemi toplam üç kez tekrarlanmıştır. (Şekil 3.4) (Sancak vd., 2026).



Şekil 3.2: Kurutulma aşamasındaki bitkilerden bir örnek

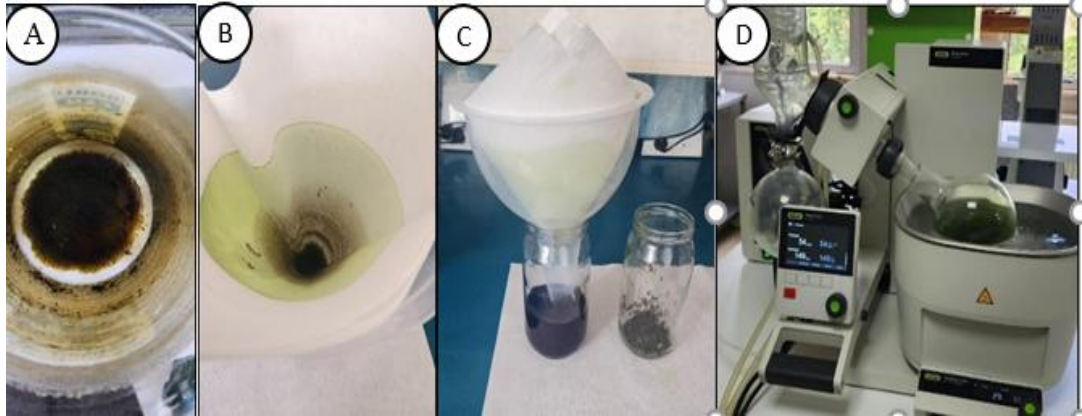


Şekil 3.3: Kurutulmuş bitki aksamalarının cam kavanozlara alma işlemi



Şekil 3.4: Süzme işlemi sonrası elde edilen çözeltiler

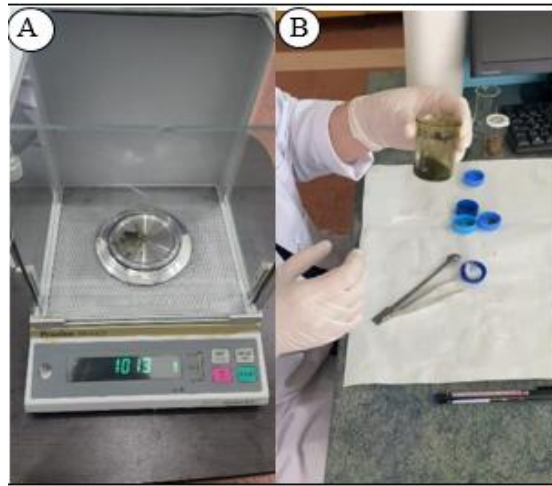
Toplanan süzöntü rotary evaporatörde (63mbar vacuum, 150rpm rotation, 35 °C) (BUCHI, İsviçre) alınmış ve içindeki etanol uçurularak ekstraktlar elde edilmiştir. Daha sonra kullanılmak üzere buzdolabında (+4 °C) saklanmıştır (Şekil 3.5).



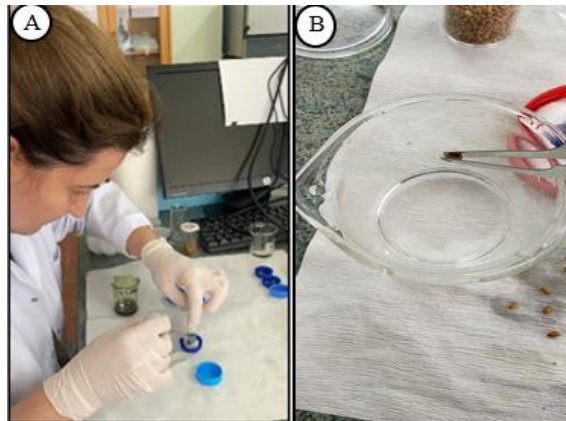
Şekil 3.5: Evaporatöre alınan süzöntülerden elde edilen ekstraktlar. Elde edilen ekstrakt (A), çözeltiyi süzme işlemi (B,C), evaporatör işlemi (D)

3.2 Yöntem

Deneyde ön çalışması başarılı olan *Euphorbia helioscopia* ve *Origanum onites* ekstraktlarının % 1, % 2 ve % 3'lük dozları ile çalışılmıştır. Daha önce elde edilen kuru ekstraktlardan % 1 için 0.1g, % 2 için 0.2g ve % 3 için 0.3g ekstraktlar tartılarak 1ml DMSO (Dimetil sülfoksit) eklenmiş ve distile su eklenerek 10 ml'e tamamlanmıştır. Her iki bitki içinde 3 doz hazırlanmış ve aynı deney 3 kez tekrar edilmiştir. Hazırlanan çözeltilere 3 günlük pupalar 10 sn boyunca daldırılarak filtre kağıdında 10 dk bekletilmiştir. Her bir doz grubu için 20 adet pupa, üzeri tülbent ile kapatılmış 370 mL hacimli plastik kaplara yerleştirilmiştir. Kurulan deney Balıkesir Üniversitesi Edremit Meslek Yüksekokulu Entomoloji laboratuvarında +25 °C'de % 60 RH ve 12:12 fotoperiyotta tutulmuştur (Şekil 3.3). Uygulanan ekstraktların pupadan ergin çıkışına etkisi her 24 saatte bir 7 gün süreyle gözlemlenmiştir (Oviedo, 2018; Boutjagualt ve ark., 2022).



Şekil 3.6: Ekstraktların tartılması (A) ve çözeltilerin hazırlanması (B)



Şekil 3.7: *Ceratitis capitata* pupa evresine çözeltinin muamele edilmesi (A) ve kontrol (su+dms) çözeltiye muamele edilmesi (B)



Şekil 3.8: Kaplara yerleştirilen *Ceratitis capitata* pupaları (A) ve yerleştirme işlemi (B)

3.3 Deneylerde Kullanılan İstatistiksel Analizler

Metot bölümünde bahsedilen testler 3'er kez tekrar edilerek, her doz için toplam $20 \times 3 = 60$ adet pupa olmak üzere kontrol grubu hariç toplam 360 adet pupa test edilmiştir. Kontrol (su+dms0) için ise 60 adet pupa verisi esas alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 3.3'de test grupları detaylı olarak verilmiştir. Uygulanan ekstraktların pupadan ergin çıkışına etkisi her 24 saatte bir 7 gün süresince gözlemlenmiştir (Oviedo et al., 2018; Boutjagualt et al., 2022)

Tablo 3.3: Kodlanarak gerçek testlerde kullanılan pupa sayıları ve tekrarlar

	Ekstrakt ve doz (ED) kodlamaları						
Kod-1	1	2	3	4	5	6	7
Etiket	kontrol (%0)	sütleğen (%1)	sütleğen (%2)	sütleğen (%3)	kekik (%1)	kekik (%2)	kekik (%3)
Anlam	doz: %0	doz: %1	doz: %2	doz: %3	doz: %1	doz: %2	doz: %3
Kod-2	0	1			2		
Tekrar-1	20	20	20	20	20	20	20
Tekrar-2	20	20	20	20	20	20	20
Tekrar-3	20	20	20	20	20	20	20
Ön testlerdeki denemeler hariç Toplam = 420 adet geçerli veri kullanıldı							

Tablo 3.3'de görüldüğü üzere istatistiksel analizler 420 adet geçerli deneme verisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kontrol (su+dms0) grubunda, laboratuvar koşulları uygun olmasına rağmen, 3+7 günlük toplam gözlem süresi içinde ergin çıkışı göstermeyen pupalar gözlenmiştir. Literatürde pupa canlılığı genellikle “*pupa sayısına göre ergin çıkışı*” ile tanımlanmaktadır. Bu çalışmada da literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi yaşam döngüsünü tamamlayamayan pupa ölümü (pupal mortality) olarak kabul edilmiştir (Nguyen et al., 2007; Drobnjaković et al., 2019; Hallouti et al., 2021; Carmo et al., 2022;). Diğer taraftan ön denemelerde, su uygulanan kontrol pupalarının bazılarında laboratuvar koşulları uygun olmasına rağmen, bu kez yeterli sayıda ergin çıkışının gerçekleşmediği gözlenmiştir.

Biyolojik testlerde canlı materyalin fizyolojik durumu, yaş heterojenliği, mekanik zedelenme ve gizli enfeksiyonlar gibi biyolojik/teknik faktörlere bağlı olan “arka plan ölümüne” yol açabileceği bildirilmektedir (Blouquy et al., 2021). Bu genellikle kontrol grubuna ait testlerde rastlanabilen durum olup, yeterli ergin çıkışı olmayan (ölü pupalar) uygulama etkisi olarak değil, kontrol grubuna ait “arka plan ölümü” kapsamında ele alınabilmektedir (Liu et al., 2023). Bu nedenle, bu çalışmada kontrol grubunda gözlenen ve ergin çıkışı olmayan pupalar, doğrudan testin etkisine bağlanmamış olup kontroldeki ölüm oranı $\geq$ % 20 gibi kabul edilebilir sınırın üzerinde olan tekrarlar değerlendirme dışı bırakılmıştır. Diğer taraftan, literatürde biyolojik etkinlik testlerinde kontrol grubunda belirli bir oranın üzerinde ölüm gözlenmesi, test koşullarının uygunluğunu sorgulatan bir durum olarak kabul edilmektedir. Biyolojik testlerde kontrol grubu ölümü %5–20 arasında olduğunda Abbott (1925) düzeltmesi uygulanarak sonuçların yorumlanabileceği, kontrol grubundaki ölümü % 20’nin üzerinde olduğunda ise testin geçersiz sayılması veya tekrarlanması gerektiğini bildirilmiştir (Hoekstra, 1987; Rosenheim and Hoy, 1989; Faddy et al., 2010; Caprio et al., 2024).

Bu kapsamda bu çalışmada, kontrol ölümü $\leq$ % 20 ve altında kalan veriler istatistiksel analizlere dâhil edilmiştir. Bu eşiğin üzerindeki kontrol ölüm oranı $>$ % 20 ise testin biyolojik geçerliliğini zayıflatığı için ilgili test grubunun değerlendirme dışı bırakılması (veya tekrar edilmesi gerektiği) yönündeki genel biyosayım prensiplerine uyarak istatistiksel analizlere dahil edilmemiştir (Hoekstra, 1987; Rosenheim and Hoy, 1989). Toplamda 420 adet geçerli test verileri öncelikle iki yönlü varyans (ANOVA) analizi ile analiz edilerek değişkenlerin birbiriyle karşılıklı etkileşimlerine (interaksiyonlara) bakılmıştır. Bu kapsamda herhangi bir interaksiyon bulunmadığından çapraz analizler yapılmamıştır. Bu nedenle, analizlerde ekstraktlar kendi içlerindeki dozlarıyla birlikte “Ekstrakt ve doz (ED)” başlığında Tablo 3.3’de görüldüğü gibi; kontrol (% 0), sütleğen (% 1), sütleğen (% 2), sütleğen (% 3), kekik (% 1), kekik (% 2) ve kekik (% 3) olmak üzere yedi (7) grup olarak kodlanarak MS Excel ve SPSS’e girilmiştir. Dolayısıyla, birçok analizde tek yönlü ANOVA ile karşılaştırma sonuçları yeterli olmuştur. Tek yönlü ANOVA’da önemli farklar çıktığı durumlarda ise ortalamalar arasında farklılıkları belirlemek ve yorumlamak için Tukey HSD (Post Hoc Tests) çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. İstatistiksel analizler ve bazı ilgili grafiklerin çizimi için MS Excel ve IBM SPSS-24 programı kullanılmıştır.

Ortalama “pupa süreleri” ve “ergin sürelerini” kapsayan analizler hariç, “pupa ölüm oranları” ve “ergin çıkış oranları” ile ilgili analizler; önce Abbott düzeltmesi uygulanmadan, daha sonra ise Abbott düzeltmesi uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.2 Abbott Düzeltmesi

Akdeniz meyve sineği pupalarında sütleğen ve kekik ekstraktlarının farklı dozlarda (% 1, % 2, % 3) neden olduğu pupa ölümü ve ergin çıkış oranlarını değerlendirirken, kontrolde görülen doğal ölümleri hesaba katmak için Abbott düzeltmesi kullanılmıştır. Abbott, biyolojik testlerde kontrol grubunda da ölüm olduğunda, insektisit veya ekstraktın gerçek etkisini hesaplamak için aşağıdaki Denklem 3.1’i önermiştir (Abbott, 1925)

$$\%Düzeltmiş\ ölüm\ oranı = \frac{\%M_T - \%M_K}{100 - \%M_K} \times 100 \quad (3.1)$$

Burada:

$\%M_T$ = Ekstrakt uygulanan gruptaki gözlenen ölüm (%).

$\%M_K$ = Kontrol grubundaki ölüm (%)’dir.

Abbott’un özgün çalışmasında aynı mantık “kontrol yüzdesi” için, yaşayan bireyler üzerinden $\%kontrol = [(X - Y)/X] \times 100$ şeklinde verilmiştir ($X=kontrolde\ yaşayan\ grup\ \%$, $Y=insektisit\ muamelesinde\ yaşayan\ grup\ \%$). Abbott düzeltmesi, kontrol yanıtının bulunduğu insektisit biyo-denemelerinde standart yöntem haline gelmiştir. Ayrıca böcek biyo-analizlerinde kontrol ölümünü istatistiksel olarak hesaba katmak için yaygın biçimde önerilmektedir (Rosenheim and Hoy, 1989; Faddy et al., 2010). Bu çalışmada, kontrol grubunda gözlenen %20’ lik ölüm (60 pupadan 12’si toplam 10 günlük makul sürede ergin çıkış göstermediği için ölü kabul edildi) tüm denemelerde pupa ölüm oranı ve ergin çıkış oranları, yukarıdaki Abbott formülü ile düzeltilerek analiz edilmiş ve ekstraktların gerçek biyolojik etkisi bu düzeltilmiş değerler üzerinden değerlendirilmiştir (Abbott, 1925; Rosenheim and Hoy, 1989; Faddy et al., 2010).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Ekstrakt Dozlarının Pupa ve Ergin Süreleri Üzerine Etkisi

Akdeniz meyve sineği pupalarına uygulanan sütleğen ve kekik ekstraktlarının gelişim süresi üzerine etkileri Tablo 4.1 ve Şekil 4.1’de verilmiştir. Elde edilen bulgular, ekstrakt uygulamalarının pupa ve ergin dönemleri üzerinde doza bağlı belirgin değişimlere neden olduğunu göstermiştir.

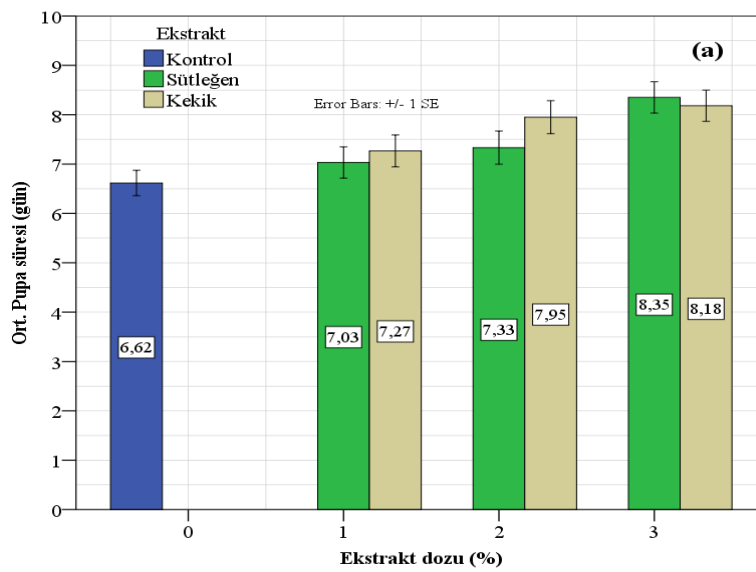
Tablo 4.1: Ekstrakt dozlarına bağlı, pupa ve ergin süreleri

Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz	N	%Ortalama $\pm$ Std. hata (SE)
Pupa süresi (gün)	Kontrol (%0)	60	6.62 $\pm$ 0.26 a
	Sütleğen (%1)	60	7.03 $\pm$ 0.32 ab
	Kekik (%1)	60	7.27 $\pm$ 0.32 ab
	Sütleğen (%2)	60	7.33 $\pm$ 0.34 ab
	Kekik (%2)	60	7.95 $\pm$ 0.33 b
	Kekik (%3)	60	8.18 $\pm$ 0.32 b
	Sütleğen (%3)	60	8.35 $\pm$ 0.32 b
	Toplam veri	420	7.53 $\pm$ 0.12
Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz	N	Ortalama $\pm$ Std. hata (SE)
Ergin süresi (gün)	Sütleğen (%3)	60	1.65 $\pm$ 0.32 a
	Kekik (%3)	60	1.82 $\pm$ 0.32 a
	Kekik (%2)	60	2.05 $\pm$ 0.33 a
	Sütleğen (%2)	60	2.67 $\pm$ 0.34 ab
	Kekik (%1)	60	2.73 $\pm$ 0.32 ab
	Sütleğen (%1)	60	2.97 $\pm$ 0.32 ab
	Kontrol (%0)	60	3.38 $\pm$ 0.26 b
	Toplam veri	420	2.47 $\pm$ 0.12

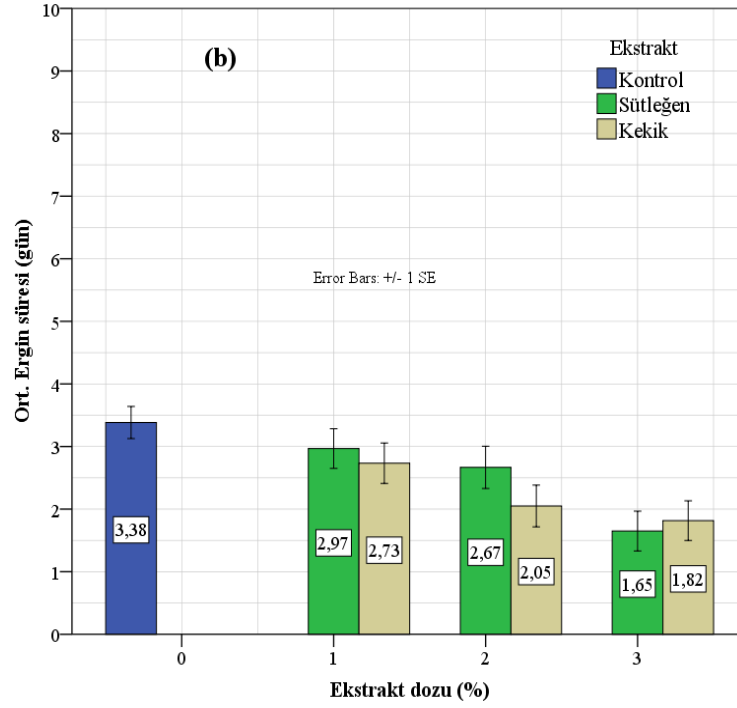
Not: Tek yönlü Anova, Tukey HSD (Post Hoc Tests) uygulanmıştır.

Pupa gelişim süresi bakımından değerlendirildiğinde, kontrol grubunda ortalama pupa süresi 6.62 $\pm$ 0.26 gün olarak belirlenmiştir. Ekstrakt uygulamaları ile birlikte bu sürenin kademeli olarak arttığı görülmüştür. Sütleğen ekstraktında % 1, % 2 ve % 3 dozlarında pupa süresi sırasıyla 7.03 $\pm$ 0.32, 7.33 $\pm$ 0.34 ve 8.35 $\pm$ 0.32 gün olarak saptanmıştır. Kekik ekstraktında ise aynı dozlarda pupa süresi sırasıyla 7.27 $\pm$ 0.32, 7.95 $\pm$ 0.33 ve 8.18 $\pm$ 0.32 gün olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, her iki ekstraktın da pupa gelişim süresini uzattığını, ancak bu etkinin özellikle yüksek dozlarda daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. Alt grup harflendirmeleri incelendiğinde, kontrol grubunun “a”, yüksek doz gruplarının ise ağırlıklı olarak “b” grubunda yer aldığı görülmektedir. Bu durum, özellikle % 2 ve % 3 dozlarında pupa süresi bakımından kontrol grubundan ayrılan bir etki oluştuğunu göstermektedir. Ayrıca % 1 doz gruplarının çoğunlukla “ab” grubunda yer alması, düşük dozlarda etkinin başladığını ancak henüz yüksek dozlar kadar belirgin bir düzeye ulaşmadığını düşündürmektedir.

Toplam ortalama pupa süresi tüm gruplar için 7.53 ± 0.12 gün olarak hesaplanmıştır. Ergin süresi bakımından ise pupa süresinin tersine bir eğilim saptanmıştır. Kontrol grubunda 3.38 ± 0.26 gün olan ergin süresi, ekstrakt uygulamaları ile birlikte azalma göstermiştir. Sütleğen ekstraktında % 1, % 2 ve % 3 dozlarında ergin süresi sırasıyla 2.97 ± 0.32 , 2.67 ± 0.34 ve 1.65 ± 0.32 gün olarak; kekik ekstraktında ise 2.73 ± 0.32 , 2.05 ± 0.33 ve 1.82 ± 0.32 gün olarak belirlenmiştir. Buna göre, ekstrakt dozundaki artış yalnızca “**pupa gelişiminin uzamasına**” değil, aynı zamanda ergin bireylerin yaşam süresinin kısılmasına, yani “**ergin çıkışının baskılamasına**” da yol açmıştır. Ergin süresi için alt grup dağılımları incelendiğinde, % 3 sütleğen, % 3 kekik ve % 2 kekik uygulamalarının en düşük değerleri verdiği ve kontrol grubundan daha belirgin şekilde ayrıldığı görülmektedir. Özellikle % 3 sütleğen grubunun 1.65 gün ile en düşük ergin süre değerini vermesi, bu uygulamanın bireylerin ergin döneme ulaşması halinde dahi yaşam süresini baskılayıcı yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Tüm grupların genel ortalaması ergin süresi bakımından 2.47 ± 0.12 gün olarak hesaplanmıştır. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de yer alan grafikler, tablodaki sayısal bulguları görsel olarak desteklemektedir. Şekil 4.1’de pupa süresinin artan ekstrakt dozu ile yükseldiği, Şekil 4.2’de ise ergin süresinin doza bağlı olarak azaldığı açık biçimde görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, ekstrakt uygulamalarının pupal gelişimi geciktirdiği, buna karşın ergin evrede yaşam süresini sınırladığı belirlenmiştir. Bu iki yönlü etki, ekstraktların gelişim fizyolojisi üzerinde baskılayıcı ve bozucu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.1: Ekstrakt dozunun pupa süresine etkisi



Şekil 4.2: Ekstrakt dozunun ergin süresine etkisi

4.2 Pupa ve Ergin Sürelerine Ait Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

Pupa ve ergin sürelerine ilişkin gruplar arası farkların ayrıntılı değerlendirilmesi amacıyla yapılan Tukey HSD çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.2’de sunulmuştur. Elde edilen bulgular, süre parametrelerindeki değişimin tüm dozlarda aynı düzeyde olmadığını, özellikle yüksek dozlarda anlamlı farkların ortaya çıktığını göstermektedir.

Tablo 4.2: Ekstrakt dozlarının pupa ve ergin süresi üzerindeki etkisi

Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz (I)	Ekstrakt ve doz (J)	Ortalamaların farkı (I-J) ± Std. hata (SE)	Anlamlılık düzeyi (p)
Pupa süresi (gün)	Kontrol (%0)	Sütleğen (%1)	-0.42 ± 0.45	0.97
		Kekik (%1)	-0.65 ± 0.45	0.77
		Sütleğen (%2)	-0.72 ± 0.45	0.68
		Kekik (%2)	-1.33* ± 0.45	0.05
		Sütleğen (%3)	-1.73* ± 0.45	0.00
		Kekik (%3)	-1.57* ± 0.45	0.01
Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz (I)	Ekstrakt ve doz (J)	Ortalamaların farkı (I-J) ± Std. hata (SE)	Anlamlılık düzeyi (p)
Ergin süresi (gün)	Kontrol (%0)	Sütleğen (%1)	0.42 ± 0.45	0.97
		Kekik (%1)	0.65 ± 0.45	0.77
		Sütleğen (%2)	0.72 ± 0.45	0.68
		Kekik (%2)	1.33* ± 0.45	0.05
		Sütleğen (%3)	1.73* ± 0.45	0.00
		Kekik (%3)	1.57* ± 0.45	0.01

Not: *Ortalamalar arasındaki fark $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlıdır. Çoklu karşılaştırma, Tukey HSD (Post Hoc Tests) analizi uygulanmıştır.

Pupa süresi bakımından kontrol grubu ile %1 sütleğen, %1 kekik ve %2 sütleğen grupları arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($p=0.97$, $p=0.77$ ve $p=0.68$). Buna karşılık kontrol ile %2 kekik arasında -1.33 ± 0.45 gün fark saptanmış ve bu fark sınırda anlamlı bulunmuştur ($p=0.05$). Kontrol ile %3 sütleğen arasındaki fark -1.73 ± 0.45 gün olup $p=0.00$, kontrol ile %3 kekik arasındaki fark ise -1.57 ± 0.45 gün olup $p=0.01$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu sonuçlar, pupa gelişim süresinin özellikle yüksek dozlarda belirgin biçimde uzadığını göstermektedir. Ergin süresi bakımından da benzer bir desen ortaya çıkmıştır. Kontrol grubu ile %1 sütleğen, %1 kekik ve %2 sütleğen grupları arasındaki farklar anlamlı bulunmamıştır ($p>0.05$). Ancak kontrol ile %2 kekik arasında 1.33 ± 0.45 gün, kontrol ile %3 sütleğen arasında 1.73 ± 0.45 gün, kontrol ile %3 kekik arasında ise 1.57 ± 0.45 gün fark belirlenmiş ve bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p\leq0.05$). Bu durum, ergin süresindeki azalmanın düşük dozlarda sınırlı kaldığını, yüksek dozlarda ise daha belirgin hale geldiğini göstermektedir. Çoklu karşılaştırma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde, hem pupa hem de ergin süresinde ortaya çıkan değişimlerin esas olarak % 2 ve % 3 doz düzeylerinde yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Özellikle % 3 sütleğen ve % 3 kekik uygulamalarının her iki süre parametresinde de kontrol grubundan anlamlı düzeyde ayrılması, yüksek doz uygulamalarının gelişim biyolojisi üzerinde daha güçlü bir baskı oluşturduğunu göstermektedir.

4.3 Ekstrakt Dozlarının Pupa Ölüm Oranı ve Ergin Çıkış Oranı Üzerine Etkisi

Ekstrakt uygulamalarının pupa ölümü ve ergin çıkış başarısı üzerindeki etkileri Tablo 4.3 ile Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'te verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ekstrakt dozu arttıkça pupa ölüm oranı yükselmiş, buna karşılık ergin çıkış oranı azalmıştır. Bu bulgular, ekstraktların yalnızca *C. capitata*'nın gelişim süresini değiştirmekle kalmayıp, doğrudan yaşama ve pupadan çıkış başarısını da etkilediğini göstermektedir.

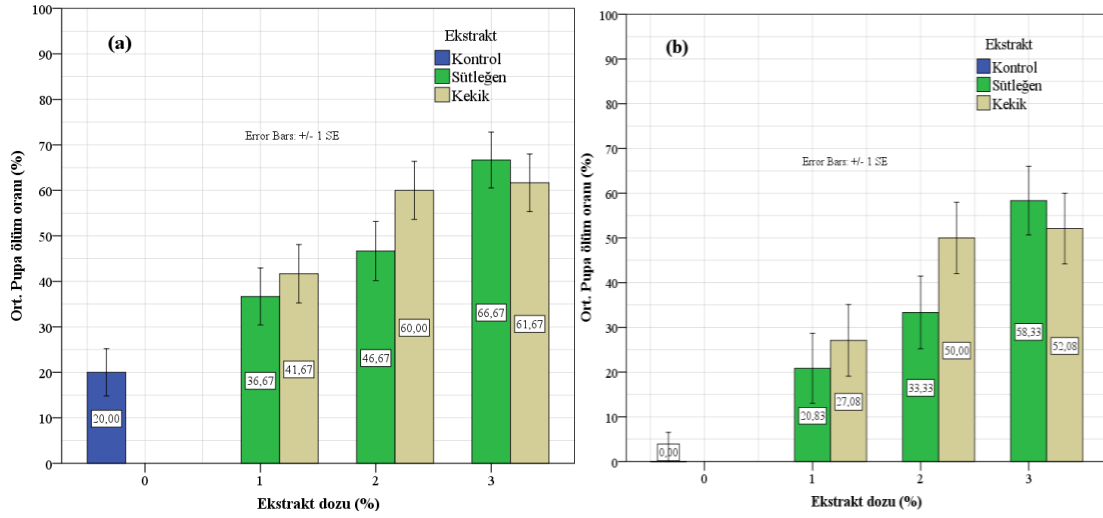
Tablo 4.3: Ekstrakt dozlarına bağı, pupa ölüm ve ergin çıkış oranları

Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz	N	%Ortalama $\pm$ Std. hata (SE)
Pupa ölüm oranları	Kontrol (%0)	60	20.00 $\pm$ 5.21 a
	Sütleğen (%1)	60	36.67 $\pm$ 6.27 ab
	Kekik (%1)	60	41.67 $\pm$ 6.42 abc
	Sütleğen (%2)	60	46.67 $\pm$ 6.49 bc
	Kekik (%2)	60	60.00 $\pm$ 6.38 bc
	Kekik (%3)	60	61.67 $\pm$ 6.33 bc
	Sütleğen (%3)	60	66.67 $\pm$ 6.14 c
Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz	N	%Ortalama $\pm$ Std. hata (SE)
Ergin çıkış oranları	Sütleğen (%3)	60	33.33 $\pm$ 6.14 a
	Kekik (%3)	60	38.33 $\pm$ 6.33 ab
	Kekik (%2)	60	40.00 $\pm$ 6.38 ab
	Sütleğen (%2)	60	53.33 $\pm$ 6.49 bc
	Kekik (%1)	60	58.33 $\pm$ 6.42 bc
	Sütleğen (%1)	60	63.33 $\pm$ 6.27 bc
	Kontrol (%0)	60	80.00 $\pm$ 5.21 c

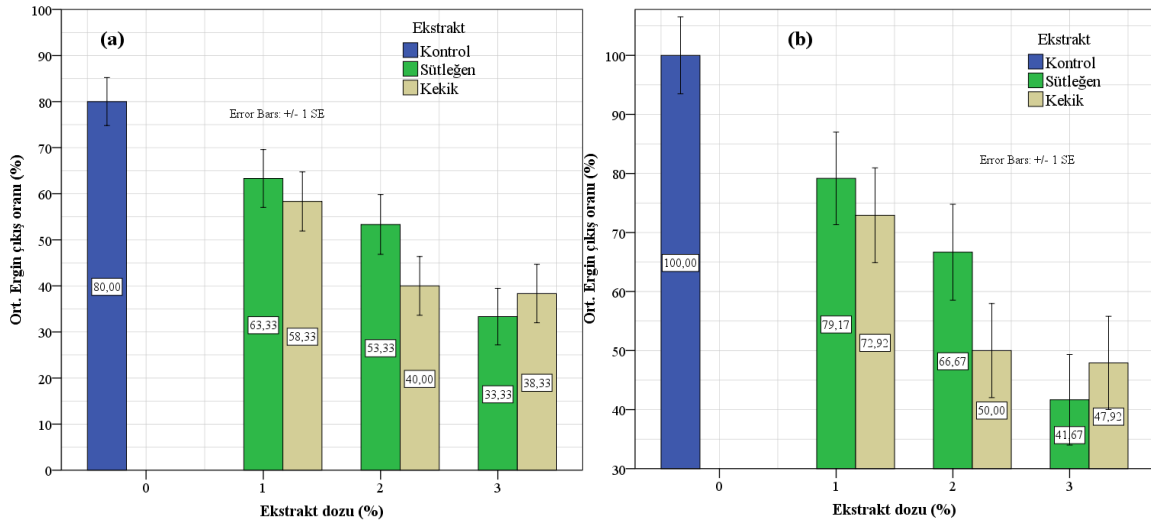
Not: Tek yönlü Anova, Tukey HSD (Post Hoc Tests) uygulanmıştır. Bu analizde, Abbott düzeltmesi uygulanmamıştır.

Akdeniz meyve sineğinin pupa dönemindeki ölüm oranı kontrol grubunda % 20 $\pm$ 5.21 olarak belirlenmiştir. Sütleğen ekstraktında ölüm oranı % 1, % 2 ve % 3 dozlarında sırasıyla % 36.67 $\pm$ 6.27, % 46.67 $\pm$ 6.49 ve % 66.67 $\pm$ 6.14 olarak hesaplanmıştır. Kekik ekstraktında ise bu oranlar sırasıyla % 41.67 $\pm$ 6.42, % 60.00 $\pm$ 6.38 ve % 61.67 $\pm$ 6.33 olarak belirlenmiştir. Buna göre, her iki ekstrakt da doza bağılı olarak pupa ölümünü artırmış olup, en yüksek pupa ölüm oranı %3 sütleğen uygulamasında elde edilmiştir. Alt grup harflendirmeleri incelendiğinde, kontrol grubunun “a”, % 3 sütleğen grubunun ise “c” grubunda yer aldığı görülmektedir. Ara dozlar ise çoğunlukla “ab”, “abc” ve “bc” alt grupları arasında dağılmıştır. Bu durum, ölüm oranının düşük dozlardan itibaren artmaya başladığını, ancak istatistiksel ayrışmanın özellikle orta ve yüksek dozlarda belirginleştiğini göstermektedir. Ayrıca % 2 kekik, % 3 kekik ve % 3 sütleğen gruplarının birbirine yakın ve yüksek pupa ölüm oranı vermesi, bu düzeylerde biyolojik etkinin belirgin biçimde güçlendiğini ortaya koymaktadır. Ergin çıkış oranı bakımından ise kontrol grubunda % 80 $\pm$ 5.21 olan değer, ekstrakt uygulamaları ile birlikte düzenli biçimde düşmüştür. Sütleğen ekstraktında ergin çıkış oranı % 1, % 2 ve % 3 dozlarında sırasıyla % 63.33 $\pm$ 6.27, % 53.33 $\pm$ 6.49 ve % 33.33 $\pm$ 6.14 olarak; kekik ekstraktında ise % 58.33 $\pm$ 6.42, % 40 $\pm$ 6.38 ve % 38.33 $\pm$ 6.33 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ekstraktların pupal ölümleri artırırken sağlıklı ergin çıkışını önemli ölçüde azalttığını göstermektedir (Tablo 4.3). Şekil 4.3’de pupa ölüm oranlarının hem ham hem de Abbott düzeltilmiş biçimde doza bağılı arttığı, Şekil 4.4’te ise ergin çıkış oranlarının buna karşılık azaldığı açıkça gözlenmektedir.

Grafiklerdeki eğilimler, tablo verileri ile tam uyum içindedir. Özellikle yüksek doz gruplarında hata çubukları bulunsa da genel eğilim yön değiştirmemektedir. Bu da doz artışı ile biyolojik etkinin güçlendiğini desteklemektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, sütleğen ve kekik ekstraktlarının her ikisinin de *C. capitata*'nın pupa ölümünü artırdığı ve ergin çıkışı baskıladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, bazı dozlarda kekik ekstraktının daha erken ve daha güçlü bir pupa ölüm artışı oluşturduğu, sütleğen ekstraktının ise en yüksek dozda en yüksek toplam pupa ölüm oranına ulaştığı görülmüştür.



Şekil 4.3: Ekstrakt dozu–pupa ölüm oranı ilişkileri (a) ham verilere göre ve (b) Abbott düzeltmesi sonrası karşılaştırma



Şekil 4.4: Ekstrakt dozu–ergin çıkış oranı ilişkileri (a) ham verilere göre ve (b) Abbott düzeltmesi sonrası karşılaştırma

4.4 Abbott Düzeltmesi Uygulanmış Pupa Ölüm ve Ergin Çıkış Oranları

Kontrol grubunda doğal ölüm oranının bulunması nedeniyle, pupa ölüm ve ergin çıkış oranları Abbott düzeltmesi tabi tutularak yeniden değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 4.4'te sunulmuştur. Düzeltme sonrası elde edilen bulgular, ham verilerde gözlenen genel eğilimin korunduğunu, ancak etkinin kontrol kaynaklı doğal kayıplardan arındırılarak daha net biçimde ortaya konulduğunu göstermiştir.

Tablo 4.4: Abbott düzeltmesi uygulanmış pupa ölümü ve ergin çıkış oranları

Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz	N	%Ortalama $\pm$ Std. hata (SE)
Abbott Pupa ölüm oranları	Kontrol (%0)	60	00.00 $\pm$ 6.51 a
	Sütleğen (%1)	60	20.83 $\pm$ 7.84 ab
	Kekik (%1)	60	27.08 $\pm$ 8.02 abc
	Sütleğen (%2)	60	33.33 $\pm$ 8.12 bc
	Kekik (%2)	60	50.00 $\pm$ 7.97 bc
	Kekik (%3)	60	52.08 $\pm$ 7.91 bc
	Sütleğen (%3)	60	58.33 $\pm$ 7.67 c
Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz	N	%Ortalama $\pm$ Std. hata (SE)
Abbott Ergin çıkış oranları	Sütleğen (%3)	60	41.67 $\pm$ 7.67 a
	Kekik (%3)	60	47.92 $\pm$ 7.91 ab
	Kekik (%2)	60	50.00 $\pm$ 7.97 ab
	Sütleğen (%2)	60	66.67 $\pm$ 8.12 ab
	Kekik (%1)	60	72.92 $\pm$ 8.02 abc
	Sütleğen (%1)	60	79.17 $\pm$ 7.84 bc
	Kontrol (%0)	60	100.00 $\pm$ 6.51 c

Not: Tek yönlü Anova analizinde, Tukey (Post Hoc Tests) uygulanmıştır. Bu analizde, Abbott düzeltmesi uygulanmıştır

Abbott düzeltilmiş pupa ölüm oranları incelendiğinde, kontrol grubunda beklenildiği üzere değer % 0 olarak hesaplanmıştır. Sütleğen ekstraktında düzeltilmiş ölüm oranları % 1, % 2 ve % 3 dozlarında sırasıyla % 20.83 $\pm$ 7.84, % 33.33 $\pm$ 8.12 ve % 58.33 $\pm$ 7.67 olarak belirlenmiştir. Kekik ekstraktında ise aynı dozlar için bu oranlar % 27.08 $\pm$ 8.02, % 50.00 $\pm$ 7.97 ve % 52.08 $\pm$ 7.91 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, kontrol etkisi elimine edildiğinde de doza bağlı ölüm artışının sürdüğünü göstermektedir. Özellikle %2 kekik uygulamasında düzeltilmiş ölüm oranının % 50'ye ulaşması, kekik ekstraktının orta dozda dahi güçlü bir etki ortaya koyabildiğini göstermektedir. Diğer taraftan en yüksek düzeltilmiş ölüm oranı % 3 sütleğen grubunda % 58.33 olarak belirlenmiştir. Bu durum, sütleğen ekstraktının yüksek dozda etkisini daha belirgin hale getirdiğini göstermektedir. Tek yönlü Anova ve Tukey HSD (Post Hoc Tests) çoklu karşılaştırma testine göre alt grup harflendirmeleri de bu eğilimi desteklemektedir. Aynı harfe sahip ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p \geq 0.05$).

Diğer bir deyişle, aynı homojen alt kümede yer alan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktur ($p \geq 0.05$). Örneğin, Tablo 4.4'deki "Abbott ergin çıkış oranları" tablosunda 3. alt kümede yer alan kekik (% 1), sütleğen (% 1) ve kontrol (% 0) grupları arasında "ergin çıkış oranı" açısından anlamlı fark bulunamamıştır. Diğer taraftan, sütleğen (% 1) ile sütleğen (% 3) arasında anlamlı fark vardır (Tablo 4.3 ve 4.4). Ancak en önemlisi, kontrol (0) ile sütleğen (% 2), kekik (% 2), sütleğen (% 3) ve kekik (% 3) arasında "ergin çıkış oranı" açısından anlamlı fark vardır (Tablo 4.3 ve 4.4). Kontrol grubu "a", en yüksek etki gösteren gruplar ise "bc" ve "c" alt gruplarında yer almaktadır. Abbott düzeltilmiş ergin çıkış oranları bakımından kontrol grubu %100 olarak belirlenmiştir. Sütleğen ekstraktında % 1, % 2 ve % 3 dozlarında düzeltilmiş ergin çıkış oranları sırasıyla % 79.17 ± 7.84 , % 66.67 ± 8.12 ve % 41.67 ± 7.67 olarak; kekik ekstraktında ise % 72.92 ± 8.02 , % 50.00 ± 7.97 ve % 47.92 ± 7.91 olarak saptanmıştır. Buna göre, düzeltme sonrasında da artan dozun ergin çıkışını azaltıcı etkisi devam etmiştir. Ham ve düzeltilmiş veriler birlikte değerlendirildiğinde, Abbott düzeltmesinin sonuçların yönünü değiştirmedeği, yalnızca kontrol grubundaki doğal ölümü elimine ederek ekstrakt etkisini daha net ortaya koyduğu anlaşılmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, her iki ekstraktın da pupal dönemde gelişim başarısını olumsuz etkilediği, özellikle orta ve yüksek dozlarda ölüm oranlarını artırdığı ve ergin çıkışı önemli ölçüde baskıladığı belirlenmiştir.

4.5 Pupa Ölüm ve Ergin Çıkış Oranlarına Ait Çoklu Karşılaştırma Sonuçları

C. capitata'nın pupa ölüm oranı ve ergin çıkış oranına ilişkin çoklu karşılaştırma sonuçları Tablo 4.5 ve Tablo 4.6'da verilmiştir. Bu analizler, ölüm ve ergin çıkış oranlarında gözlenen değişimin hangi dozlarda istatistiksel olarak anlamlı hale geldiğini ortaya koymaktadır. Abbott düzeltmesi uygulanmamış pupa ölüm oranlarında, kontrol grubu ile % 1 sütleğen ve % 1 kekik arasındaki farklar sırasıyla -16.67 ± 8.76 ve -21.67 ± 8.76 olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.479$ ve $p=0.171$). Buna karşılık kontrol ile % 2 sütleğen arasındaki fark -26.67 ± 8.76 ve $p=0.039$, kontrol ile %2 kekik arasındaki fark -40 ± 8.76 ve $p=0.00$, kontrol ile % 3 sütleğen arasındaki fark -46.67 ± 8.76 ve $p=0.00$, kontrol ile % 3 kekik arasındaki fark ise -41.67 ± 8.76 ve $p=0.00$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, pupa ölüm oranındaki anlamlı artışın özellikle % 2 ve % 3 dozlarda ortaya çıktığını göstermektedir. Ayrıca % 1 sütleğen ile % 3 sütleğen arasındaki farkın da anlamlı bulunması (-30 ± 8.76 ; $p=0.012$), aynı ekstrakt içinde doz artışının etkisini doğrulamaktadır.

Zararlıının ergin çıkış oranlarında ise pupa ölüm oranına ters yönde fakat aynı istatistiksel desen gözlenmiştir. Kontrol ile düşük dozlar arasındaki farklar anlamlı bulunmazken, kontrol ile % 2 sütleğen, % 2 kekik, % 3 sütleğen ve % 3 kekik arasındaki farkların anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu durum, ölüm oranı yükseldikçe ergin çıkışının da anlamlı biçimde azaldığını göstermektedir. Abbott düzeltmesi uygulanmış çoklu karşılaştırma sonuçları da aynı genel eğilimi desteklemektedir. Düzeltilmiş pupa ölüm oranlarında kontrol ile %2 sütleğen arasındaki fark -33.33 ± 10.94 ($p=0.039$), kontrol ile % 2 kekik arasındaki fark -50 ± 10.94 ($p=0.00$), kontrol ile % 3 sütleğen arasındaki fark -58.33 ± 10.94 ($p=0.00$) ve kontrol ile % 3 kekik arasındaki fark -52.08 ± 10.94 ($p=0.00$) olarak bulunmuştur. Yine düşük dozlar anlamlı ayrışma göstermemiş, orta ve yüksek dozlar ise belirgin bir etki ortaya koymuştur. Düzeltilmiş ergin çıkış oranlarında da kontrol ile % 2 ve % 3 doz grupları arasındaki farkların anlamlı olduğu görülmektedir. Özellikle % 3 sütleğen uygulamasının hem düzeltilmiş pupa ölümü hem de düzeltilmiş ergin çıkışı bakımından kontrol grubundan en belirgin biçimde ayrıldığı anlaşılmaktadır. Bu çoklu karşılaştırma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, ekstraktların etkisinin düşük dozlarda sınırlı kaldığı, biyolojik ve istatistiksel olarak esas ayrışmanın orta ve yüksek doz düzeylerinde ortaya çıktığı görülmektedir. Başka bir ifadeyle, ekstrakt etkisi belirli bir doz eşliğinden sonra daha güçlü biçimde ortaya çıkmaktadır.

Tablo 4.5: Ekstrakta bağlı dozların pupa ölümü ve ergin çıkış oranlarına etkisi

Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz (I)	Ekstrakt ve doz (J)	Ortalamaların farkı (I-J) $\pm$ Std. hata (SE)	Anlamlılık düzeyi (p)
Pupa ölüm oranı	Kontrol (%0)	Sütleğen (%1)	-16.67 ± 8.76	0.479
		Kekik (%1)	-21.67 ± 8.76	0.171
		Sütleğen (%2)	$-26.67^* \pm 8.76$	0.039
		Kekik (%2)	$-40.00^* \pm 8.76$	0.000
		Sütleğen (%3)	$-46.67^* \pm 8.76$	0.000
		Kekik (%3)	$-41.67^* \pm 8.76$	0.000
	Sütleğen (%1)	Sütleğen (%3)	$-30.00^* \pm 8.76$	0.012
Ergin çıkışı oranı	Kontrol (%0)	Sütleğen (%1)	16.67 ± 8.76	0.479
		Kekik (%1)	21.67 ± 8.76	0.171
		Sütleğen (%2)	$26.67^* \pm 8.76$	0.039
		Kekik (%2)	$40.00^* \pm 8.76$	0.000
		Sütleğen (%3)	$46.67^* \pm 8.76$	0.000
		Kekik (%3)	$41.67^* \pm 8.76$	0.000
	Sütleğen (%1)	Sütleğen (%3)	$30.00^* \pm 8.76$	0.012

Not: *Ortalamaların farkı $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlıdır. Çoklu karşılaştırma analizinde Tukey (Post Hoc) uygulanmıştır. Bu analizde, Abbott düzeltmesi uygulanmamıştır.

Tablo 4.6: Ekstrakta bağılı dozların pupa ölümü ve ergin çıkışı oranlarına etkisi (Abbott sonrası)

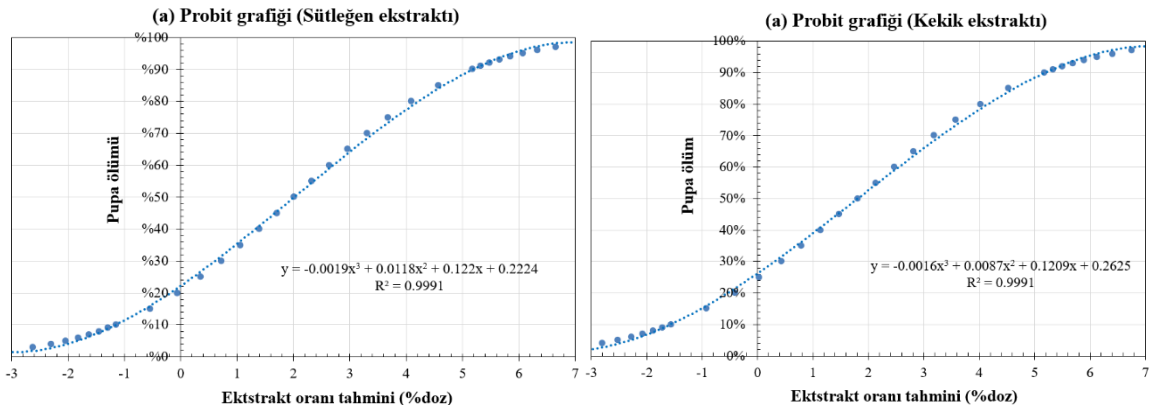
Bağımlı değişken	Ekstrakt ve doz (I)	Ekstrakt ve doz (J)	Ortalamaların farkı (I-J) ± Std. hata (SE)	Anlamlılık düzeyi (p)
Abbott Pupa ölüm oranı	Kontrol (%0)	Sütleğen (%1)	-20.83 ± 10.94	0.479
		Kekik (%1)	-27.08 ± 10.94	0.171
		Sütleğen (%2)	-33.33* ± 10.94	0.039
		Kekik (%2)	-50.00* ± 10.94	0.000
		Sütleğen (%3)	-58.33* ± 10.94	0.000
		Kekik (%3)	-52.08* ± 10.94	0.000
	Sütleğen (%1)	Sütleğen (%3)	-37.50* ± 10.94	0.012
Abbott Ergin çıkışı oranı	Kontrol (%0)	Sütleğen (%1)	20.83 ± 10.94	0.479
		Kekik (%1)	27.08 ± 10.94	0.171
		Sütleğen (%2)	33.33* ± 10.94	0.039
		Kekik (%2)	50.00* ± 10.94	0.000
		Sütleğen (%3)	58.33* ± 10.94	0.000
		Kekik (%3)	52.08* ± 10.94	0.000
	Sütleğen (%1)	Sütleğen (%3)	37.50* ± 10.94	0.012

Not: *Ortalamaların farkı $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlıdır. Çoklu karşılaştırma analizinde Tukey (Post Hoc) uygulanmıştır. Bu analizde, Abbott düzeltmesi uygulanmıştır.

4.6 Probit Analizi ve LC50–LC90 Değerleri

Çalışmada pupa ölümleri ile ilgili Probit analizinde Abbott düzeltmesi uygulanmıştır. Ayrıca, LC50 ve LC90 değerleri, ekstraktların belirli konsantrasyonlarda oluşturduğu öldürücü etkiyi ifade ederken, LD50 ve LD90 değerleri birey başına uygulanan doz miktarına bağlı ölüm oranlarını göstermektedir. Bu çalışmada uygulamalar konsantrasyon esasına dayandığından LC değerleri kullanılmıştır. Pupa ölüm oranının doza bağlı değişimini modellemek amacıyla yapılan Probit analiz sonuçları Şekil 4.5 ve Tablo 4.7’de verilmiştir. Analizlerde Abbott düzeltmesi uygulanmış *C. capitata* pupalarının ölüm verileri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, her iki ekstrakt için de oldukça yüksek uyum katsayıları ile güvenilir bir doz-tepki ilişkisi ortaya koymuştur. Sütleğen ve kekik ekstraktları için Probit regresyon denklemleri Tablo 4.7’de görülmektedir. Her iki modelin de çok yüksek R^2 değerine sahip olması, doz ile ölüm oranı arasındaki ilişkinin oldukça güçlü ve tutarlı olduğunu göstermektedir. LC50 değerleri incelendiğinde, sütleğen ekstraktı için 2.014, kekik ekstraktı için ise 1.808 değeri hesaplanmıştır. Bu sonuç, % 50 ölüm oluşturmak için kekik ekstraktının daha düşük doza ihtiyaç duyduğunu, dolayısıyla bu düzeyde sütleğene göre daha etkili olduğunu göstermektedir. LC90 değerleri ise sütleğen için 5.110, kekik için 5.177 olarak belirlenmiştir.

LC90 değerlerinin birbirine oldukça yakın olması, çok yüksek öldürücü etkinin elde edilmesi için her iki ekstraktın benzer doz düzeylerine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Orta etki düzeyinde (LC50) kekik ekstraktının daha güçlü bir etkiye sahip olduğu, ancak yüksek öldürücü etki düzeyinde (LC90) her iki ekstraktın benzer performans sergilediği anlaşılmaktadır. Şekil 4.5'te her iki ekstrakt için de doz arttıkça zararının pupa ölümünün artış gösterdiği ve eğrilerin düzenli bir doz-tepki ilişkisi izlediği görülmektedir. Bu sonuçlar birlikte değerlendirilip özetlenirse; kekik ekstraktının % 1 ve % 2 gibi düşük dozlarda, sütleğen ekstraktının ise %3 gibi yüksek dozda daha etkili olduklarını göstermektedir. Aynı çıkarımlar, Şekil 4.1, 4.2, 4.3 ve 4.4'den de açıkça görülebilir.



Şekil 4.5: Abbott düzeltmesi sonrası Probit analiz grafikleri (a) sütleğen için ve (b) kekik için ekstrakt dozu– pupa ölüm oranı Probit grafiği

Tablo 4.7: Hesaplanan LC50, LC90 dozları ve Probit regresyon denklemleri

Ekstrakt	LC50	LC90	Probit regresyon denklemleri	R ²
Sütleğen dozu	2.014	5.110	%PÖ = -0.0019 ED ³ + 0.0118 ED ² + 0.122 ED + 0.2224	0.9991
Kekik dozu	1.808	5.177	%PÖ = -0.0016 ED ³ + 0.0087 ED ² + 0.1209 ED + 0.2625	0.9991

Not: Bu analizde, Abbott düzeltmesi uygulanmıştır.

4.7 Korelasyon Analizi

Değişkenler arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla yapılan Pearson korelasyon analizi sonuçları Tablo 4.8'de verilmiştir. Korelasyon analizi, önceki bölümlerde tek tek ortaya konulan bulguların genel ilişki örüntüsünü özetlemesi bakımından önem taşımaktadır. Ekstrakt adı ile pupa süresi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($r=0.140$, $p=0.004$). Buna karşılık ekstrakt adı ile ergin süresi arasında negatif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r=-0.140$, $p=0.004$).

Benzer şekilde ekstrakt adı ile pupa ölüm oranı arasında pozitif ($r=0.197$, $p=0.000$), ergin çıkış oranı arasında ise negatif ($r=-0.197$, $p=0.000$) yönlü anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Abbott düzeltilmiş pupa ölüm ve ergin çıkış oranları için de aynı yönlü ve anlamlı ilişkiler elde edilmiştir ($r=0.197$ ve $r=-0.197$, $p=0.000$). Ekstrakt ve doz değişkeni birlikte ele alındığında, ilişkilerin daha da belirgin hale geldiği görülmektedir. Ekstrakt ve doz ile pupa süresi arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($r=0.229$, $p=0.000$). Ergin süresi ile ise negatif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r=-0.229$, $p=0.000$). Pupa ölüm oranı ve Abbott düzeltilmiş pupa ölüm oranı ile ekstrakt-doz değişkeni arasında pozitif ve daha güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir ($r=0.291$, $p=0.000$). Buna karşılık ergin çıkış oranı ve Abbott düzeltilmiş ergin çıkış oranı ile ekstrakt-doz değişkeni arasında negatif ve anlamlı ilişkiler belirlenmiştir ($r=-0.291$, $p=0.000$).

Korelasyon katsayılarının yönü, önceki tablolarda gözlenen değişimlerle tamamen uyumludur. Başka bir ifadeyle; ekstrakt dozu arttıkça pupa süresi ve ölüm oranı artmakta, ergin süresi ve ergin çıkış oranı azalmaktadır. Korelasyon katsayılarının istatistiksel olarak yüksek düzeyde anlamlı bulunması, bu eğilimlerin tesadüfi olmadığını ve ekstrakt uygulamasının biyolojik parametreler üzerinde tutarlı bir etki meydana getirdiğini göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, korelasyon analizi; *C. capitata* pupa süresi, ergin süresi, pupa ölümü oranı ve ergin çıkış oranına ilişkin önceki bulguları toplu biçimde doğrulamış ve özellikle ekstrakt-doz kombinasyonunun biyolojik etkiyi artıran temel değişken olduğunu ortaya koymuştur.

Tablo 4.8: Korelasyon katsayıları ile anlamlılık düzeyleri

Bağımlı değişken ve veriler için korelasyonlar		PS	ES	%PÖ	%EÇ	%APÖ	%AEÇ
Ekstrakt adı (EA) Sütlege, kekik, kontrol	Pearson Cor. (r)	0.140**	-0.140**	0.197**	-0.197**	0.197**	-0.197**
	Sig. (2-tailed) (p)	0.004	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
Ekstrakt ve doz (ED) sütlege (%1), sütlege (%2), sütlege (%3), kekik (%1), kekik (%2), kekik (%3), kontrol (%0)	Pearson Cor. (r)	0.229**	-0.229**	0.291**	-0.291**	0.291**	-0.291**
	Sig. (2-tailed) (p)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

**Pearson korelasyonlar $p=0.01$ düzeyinde birbirleriyle anlamlıdır ve $N=420$ adet geçerli veri için

hesaplanmıştır.

Bu çalışmada sütleğen (*Euphorbia helioscopia*) ve kekik (*Origanum onites*) ekstraktlarının Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata*) pupaları üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular, bitkisel ekstraktların zararlıının gelişimi ve yaşama başarısı üzerinde önemli biyolojik etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Canlı ve arkadaşlarının (2023) yaptığı çalışmada GC-MS analizinde *Origanum onites* etanol ekstraktında toplam 18 bileşik belirlenmiştir. Ekstraktın baskın bileşeni karvakrol (%82,34) olup bunu gliseril monostearat (% 5,64), 2-methyl-5-(propan-2-ylidene) cyclohexane-1,4-diol (% 2,49), timokinon (% 1,09) ve borneol (% 1,00) izlemiştir. Ayrıca sabinene hydrate, 4-carvomenthenol, karyofillen, β -bisabolen, timol, neofitadien, eikozan, dokoza ve oktadekan gibi çeşitli terpenoid ve hidrokarbon bileşikler de daha düşük oranlarda tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, ekstraktın karvakrol bakımından oldukça zengin olduğunu göstermektedir.

Mustafa ve ark. (2021), *Euphorbia helioscopia* etanol ekstraktının fitokimyasal analizinde alkaloidler, fenolik bileşikler, flavonoidler, steroidler ve tanenlerin yüksek düzeyde, terpenoidlerin ise orta düzeyde bulunduğunu bildirmiştir. HPLC analizinde ise etanol ekstraktında başlıca fenolik bileşikler olarak galik asit, klorojenik asit, hidroksibenzoik asit, vanilik asit ve kafeik asit; flavonoid olarak ise rutin, kateşin ve kuersetin tespit edilmiştir. Aydın ve Mammadov (2017) tarafından yapılan derlemede ise bitkisel sekonder metabolitlerden özellikle alkaloidler, terpenoidler, fenolik bileşikler ve flavonoidlerin insektisit aktivite gösterdiği, böceklerde beslenmeyi engelleyici (antifeedant), gelişme ve büyümeyi baskılayıcı, üremeyi azaltıcı, uzaklaştırıcı (repellent) ve öldürücü etkilere sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca terpenoidlerin ve uçucu yağ bileşenlerinin böceklerde sinir sistemi üzerine etki ederek toksisite oluşturabildiği, alkaloidlerin ise sinir iletimini bozarak insektisit etki gösterebildiği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bitkisel kökenli insektisitlerin zararlılarla mücadelede alternatif bir yöntem olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır. Çalışmada ekstrakt uygulamalarının pupa gelişme süresini uzattığı, ergin çıkışlarını da net olarak baskıladığı belirlenmiştir. Bitkisel ekstraktların zararlıının gelişimini geciktirici etkileri literatürde yaygın olarak rapor edilmiştir. Bu durum, bitkisel bileşiklerin zararlılarda büyüme düzenleyici etki göstermesi ve hormonal dengeyi bozması ile açıklanmaktadır (Isman, 2006).

Türkiye’de yapılan çalışmalarda da benzer şekilde uçucu yağ ve bitkisel ekstraktların zararlı gelişimini yavaşlattığı ve gelişim süresini uzattığı bildirilmiştir (Kordali et al., 2006; Morsi et al., 2023; Tavares et al., 2023). Bu bağlamda çalışmamızda gözlenen pupa süresindeki artış, literatür ile uyumlu bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Ergin süresinde gözlenen azalma, ekstraktların yalnızca zararlı gelişimini geciktirmekle kalmayıp, bireylerin yaşam süresi üzerinde de baskılayıcı etki oluşturduğunu göstermektedir. Subletal etki, bir canlının toksik bir maddeye veya radyasyon gibi çevresel stres faktörlerine maruz kaldığında doğrudan ölmediği, ancak biyolojik fonksiyonlarının kalıcı veya geçici olarak bozulduğu durumdur. "Lethal" (öldürücü) seviyenin altındaki dozlarda gerçekleşen bu etkiler, canlının yaşam kalitesini ve neslini devam ettirme yeteneğini doğrudan etkiler. Bitkisel ekstraktların subletal etkiler oluşturarak böceklerde fizyolojik stres meydana getirdiği ve yaşam süresini kısalttığı daha önceki çalışmalarda da belirtilmiştir (Regnault-Roger et al., 2012).

Benzer şekilde Türkiye’de yapılan çalışmalarda, bitkisel ekstraktların zararlıların gelişim parametrelerini olumsuz etkilediği ve yaşam süresini azalttığı bildirilmiştir (Çetin vd., 2006). Bu sonuçlar, çalışmamızda elde edilen ergin süresi bulgularını desteklemektedir. Pupa ölüm oranlarının ekstrakt dozuna bağlı olarak artması, bitkisel ekstraktların insektisit etkisinin en önemli göstergelerinden biridir. Çalışmamızda, her iki ekstraktın da özellikle orta-yüksek dozlarında (%2 ve %3 gibi) pupa ölümünü arttırdığı, ergin çıkışını da belirgin şekilde baskıladığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde bitkisel uçucu yağların da böcekler üzerinde yüksek ölüm oranlarına neden olduğu bildirilmiştir (Pavela, 2015). Türkiye’de gerçekleştirilen çalışmalarda da kekik ve benzeri bitkisel ekstraktların zararlılar üzerinde yüksek toksik etki oluşturduğu ve bu etkinin doza bağlı olarak arttığı belirtilmiştir (Çetin vd., 2006; Kordali et al., 2006). Bu durum, çalışmamızda elde edilen doz–ölüm ilişkisini desteklemektedir.

Ergin çıkış oranındaki azalma, ekstraktların pupa gelişimini olumsuz etkilediğini ve bireylerin ergin döneme ulaşmasını engellediğini göstermektedir. Bu durum, ekstraktların metamorfik (başkalaşım) süreçler üzerinde bozucu etki oluşturduğunu düşündürmektedir. Literatürde, bitkisel ekstraktların böceklerde gelişim bozukluklarına yol açarak ergin çıkışını azaltabildiği de bildirilmektedir (Isman, 2006).

Türkiye’de yapılan buna benzer çalışmalarda da bitkisel ekstraktların ergin çıkış oranını önemli ölçüde düşürdüğü ifade edilmiştir (Çetin vd., 2011). Bu bağlamda elde edilen bulgular, mevcut literatür ile uyumludur. Abbott düzeltmesi sonrasında elde edilen sonuçların ham verilerle paralel eğilim göstermesi, ekstraktların etkisinin kontrol grubundaki doğal ölümden bağımsız olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, çalışmanın güvenilirliğini daha da artırmakta ve elde edilen biyolojik etkinin gerçeğe yakın olduğunu göstermektedir. Probit analiz sonuçları, ekstraktların zararlı *Ceratitis capitata* üzerinde doz-baskılama ilişkisini açık şekilde ortaya koymuştur. Her iki ekstrakt için elde edilen yüksek regresyon katsayıları ($R^2=0.9991$), modelin veriyi güçlü olarak açıkladığını göstermektedir. Kekik ekstraktının daha düşük LC50 değerine sahip olması, bu ekstraktın daha düşük dozlarda etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, kekik bitkisinde bulunan timol ve karvakrol gibi aktif bileşiklerin insektisit etkileri ile ilişkilendirilebilir (Kordali et al., 2008). Benzer şekilde, kekik türlerinin içerdiği bileşiklerin böcekler üzerinde güçlü toksik etkiye sahip olduğu birçok çalışmada da belirtilmiştir (Çetin vd., 2006).

Korelasyon analizi sonuçları, ekstrakt dozu ile biyolojik parametreler arasında anlamlı ve tutarlı ilişkiler bulunduğunu göstermiştir. Doz artışı ile pupa süresi ve ölüm oranının artması, buna karşılık ergin süresi ve çıkış oranının azalması, ekstraktların biyolojik etkisinin sistematik olduğunu göstermektedir. Bu durum, çalışmada elde edilen diğer bulgular ile de uyumludur ve ekstrakt etkisinin tesadüfi olmadığını göstermektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen bulgular hem uluslararası hem de Türkiye’de yapılan çalışmalar ile büyük ölçüde örtüşmektedir. Sütleğen ve kekik ekstraktlarının özellikle yüksek dozlarda güçlü biyolojik aktivite göstermesi, bu bitkilerin Akdeniz meyve sineğine karşı alternatif mücadele yöntemleri kapsamında değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sütleğen ve kekik ekstraktlarının *Ceratitis capitata* pupaları üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. İstatiksel olarak en belirgin sonuçlar maksimum ekstrakt dozları olan % 3 için elde edilmiş olduğundan, aşağıda genellikle sütleğen ve kekik ekstraktlarının maksimum dozları için (% 3) elde edilen sonuçlar verilmiştir:

- %3 sütleğen ekstraktı pupa gelişme süresinde yaklaşık %26.1 oranında artış ve ergin süresinde % 51.2 oranında azalışa neden olurken, % 3 kekik ekstraktı bu değerleri sırasıyla % 23.6 artış ve % 46.2 azalış olarak göstermiştir.
- Ham verilere göre; pupa ölüm oranı % 3 sütleğen uygulamasında % 66.67'ye, % 3 kekik uygulamasında ise % 61.67'ye yükselmiştir. Bu değerler kontrol grubuna (% 20) göre sırasıyla % 46.67 ve % 41.67 mutlak artış göstermiştir. Abbott düzeltmesi sonrasında pupa ölüm oranı % 3 sütleğen uygulamasında % 58.33, % 3 kekik uygulamasında ise % 52.08 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, her iki ekstraktın da kontrol kaynaklı doğal ölümlerden arındırılmış durumda yüksek biyolojik etki gösterdiğini ortaya koymuştur.
- Ham verilere göre; ergin çıkış oranı % 3 sütleğen uygulamasında % 33.33'e, % 3 kekik uygulamasında ise % 38.33'e düşmüştür. Bu değerler kontrol grubuna (% 80) göre sırasıyla % 46.67 ve % 41.67 mutlak azalış göstermiştir. Abbott düzeltmesi sonrasında ergin çıkış oranı % 3 sütleğen uygulamasında % 41.67, % 3 kekik uygulamasında ise % 47.92 olarak belirlenmiştir. Buna göre kontrol grubuna kıyasla ergin çıkışında sırasıyla % 58.33 ve % 52.08 oranında azalma meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, artan pupa ölüm oranları ile birlikte değerlendirildiğinde, ekstraktların gelişim başarısını ciddi düzeyde baskıladığını göstermektedir.
- Abbott düzeltmesi sonrasında da ekstraktların etkisinin devam ettiği belirlenmiş olup, pupa ölüm oranı % 3 sütleğen ve % 3 kekik uygulamalarında sırasıyla % 58.33 ve % 52.08 olarak hesaplanmıştır. Aynı uygulamalarda ergin çıkış oranları ise % 41.67 ve % 47.92'ye düşmüştür. Bu bulgular, ekstraktların kontrol grubundaki doğal ölümden bağımsız olarak güçlü biyolojik etki gösterdiğini açıkça ortaya koymaktadır.
- Çoklu karşılaştırma analizleri, biyolojik etkinin özellikle orta (% 2) ve yüksek (% 3) dozlarda anlamlı hale geldiğini göstermiştir. Pupa ölüm oranı bakımından kontrol grubu ile % 2 ve % 3 doz uygulamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar ($p \leq 0.05$) belirlenmiş, buna karşılık % 1 doz uygulamalarında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$). Benzer şekilde ergin çıkış oranlarında da orta ve yüksek dozların kontrol grubundan anlamlı düzeyde ayrıldığı tespit edilmiştir.

Bu bulgular, ekstraktların etkisinin düşük dozlarda sınırlı kaldığını, ancak belirli bir doz eşliğinden sonra belirgin ve istatistiksel olarak anlamlı hale geldiğini ortaya koymaktadır. Bu durum ise, ekstraktların doz-bağımlı etki gösterdiğini göstermektedir.

- Probit analiz sonuçlarına göre kekik ekstraktının LC50 değeri (1.808), sütleğen ekstraktına (2.014) kıyasla daha düşük bulunmuş olup, bu durum kekik ekstraktının daha düşük dozlarda daha etkili olduğunu göstermektedir. LC90 değerleri ise sütleğen ve kekik için sırasıyla 5.110 ve 5.177 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, orta etki düzeyinde kekik ekstraktının daha yüksek biyolojik aktiviteye sahip olduğunu, ancak yüksek öldürücü etki düzeyinde her iki ekstraktın benzer performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca her iki ekstrakt için elde edilen yüksek determinasyon katsayıları ($R^2=0.9991$), oluşturulan Probit modelinin veriye yüksek uyum sağladığını göstermektedir. Bu durum, kekik ekstraktının daha düşük dozlarda etkin olması nedeniyle uygulama açısından avantaj sağlayabileceğini göstermektedir.
- Korelasyon analizi sonuçları, ekstrakt dozu ile biyolojik parametreler arasında istatistiksel olarak anlamlı ve tutarlı ilişkiler bulunduğunu ortaya koymuştur. Ekstrakt dozu ile pupa süresi ($r=0.229$) ve pupa ölüm oranı ($r=0.291$) arasında pozitif yönde; ergin süresi ($r=-0.229$) ve ergin çıkış oranı ($r=-0.291$) arasında ise negatif yönde anlamlı ilişkiler belirlenmiştir ($p<0.01$). Bu bulgular, ekstrakt dozundaki artışın pupa gelişimi geciktirdiğini ve ölümü artırdığını, buna karşılık ergin yaşam süresi ve ergin çıkışı baskıladığını göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar, ekstraktların biyolojik etkisinin doza bağlı ve sistematik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, ekstrakt dozunun biyolojik etkinin temel belirleyicisi olduğunu göstermektedir.

Bu sonuçlar, her iki ekstraktın da Akdeniz meyve sineği pupaları üzerinde önemli biyolojik etkilere sahip olduğunu, pupa gelişim süresini uzatarak gelişimi geciktirdiğini, pupa ölüm oranını artırdığını, buna bağlı ergin çıkışlarını azaltarak belirgin şekilde baskıladığını göstermektedir. Bu durum, söz konusu ekstraktların zararlı popülasyonlarının kontrolünde etkili şekilde kullanılabilecek biyolojik insektisitler olabileceğini göstermektedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- Sütleğen ve kekik ekstraktları, Akdeniz meyve sineğine karşı alternatif ve çevre dostu mücadele yöntemleri arasında değerlendirilebilir.

- Kekik ekstraktının çalışmada kullanılan düşük dozlarda (% 1, % 2), sütleğen ekstraktının ise nispeten biraz daha yüksek dozlarda (% 3) etkili olması nedeniyle; çalışmanın bir sonraki aşamasında doz miktarları üzerinde farklı alternatifler denenmesi ekonomik ve pratik uygulamalar açısından avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir.
- Laboratuvar koşullarında elde edilen bu sonuçların doğrulanması ve uygulama potansiyelinin ortaya konulması amacıyla, gerçek arazi koşullarında (bahçe ve tarla denemelerinde) çalışmalar yürütülmelidir.
- Ekstraktların etkili bileşenlerinin belirlenmesi için kimyasal analizler (GC-MS vb.) ile desteklenmiş çalışmalar yapılmalıdır.
- Farklı zararlı türleri üzerinde benzer çalışmalar yürütülerek geniş spektrumlu kullanım potansiyeli araştırılmalıdır.
- Uzun süreli uygulamaların zararlı popülasyonları üzerindeki etkileri ve olası direnç gelişimi ileri çalışmalarla değerlendirilmelidir. Eğer varsa kısıtlamalar da ortaya konulabilir.
- Benzer çalışmalar Edremit Körfez Bölgesi zeytinliklerinin en önemli zararlıları olan Zeytin Sineği (*Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae)) ve Zeytin Güvesi (*Prays oleae* Bernard (Lepidoptera: Yponomeutidae)) üzerinde de yapılması önerilir.
- Bitkisel ekstraktların diğer biyolojik veya entegre mücadele yöntemleri ile birlikte kullanımı araştırılarak Entegre zararlı yönetimi (IPM) kapsamında DA değerlendirilmelidir.

6. KAYNAKLAR

- Abbott, W.S.** (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide, *Journal of Economic Entomology*, 18(2): 265-67.
- AKİB**, (2025). Akdeniz İhracatçı Birlikleri. 2024/2025 yaş meyve sebze sektörü Türkiye geneli değerlendirme raporu. <https://www.akib.org.tr/tr/bilgi-merkezi-sektor-degerlendirmeleri-yas-meyve-sebze-ihracatcilari-birligi.html> (Erişim tarihi: 24 Haziran 2026)
- Ambaroğlu, Ş.** (1961). Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wied.)’nin biyolojisi ve mücadelesi. Bitki Koruma Bülteni, 1(2), 45–56.
- Anonim**, (2008). Zirai mücadele teknik talimatları, Subtropik meyve zararlıları. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Ankara, Cilt 5, 301 s. <https://malatya.tarimorman.gov.tr/Sayfalar/Detay.aspx?OgeId=533&Liste=Duyuru>
- Aydın, Tuba, & Mammadov, Rahim** (2017). İnsektisit aktivite gösteren bitkisel sekonder metabolitler ve etki mekanizması. Marmara Pharmaceutical Journal, 21(1), 30–37. <https://doi.org/10.12991/marupj.259879>
- Barakat, A.A., H.M. Abd El-Hameed, T. Karam, A. Salwa, M.E. Heba.** (2024). Toxic and biological impact of vegetative parts extract, *Euphorbia tirucalli* L. towards *Ceratitis capitata* (Wiedemann), *Cuestiones de Fisioterapia*, 53(02): 627-37.
- Benelli, G., A. Canale, G. Flamini, P.L. Cioni, F. Demi, L. Ceccarini, M. Macchia, B. Conti.** (2013). Biototoxicity of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae) essential oil against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), and its parasitoid *Psytalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae), *Industrial Crops and Products*, 50596-603.
- Bircan, B., A.S. Koca, G. Kaçar.** (2020). Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann)(Diptera: Tephritidae)’nin tanımı, dağılımı, biyolojisi, zararı ve mücadele yöntemleri, *Journal of the Institute of Science and Technology*, 10(4): 2353-65.
- Blouquy, L., Mottet, C., Olivares, J., Plantamp, C., Siegwart, M., & Barrès, B.** (2021). How varying parameters impact insecticide resistance bioassay. PLoS One, 16(3), e0247756.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Boutjagualt, I., F. Hmimid, A. Errami, R. Bouharroud, R. Qessaoui, S. Etahiri, J. Benba.** (2022). Chemical composition and insecticidal effects of brown algae (*Fucus spiralis*) essential oil against *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) pupae and adults, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 40102308.
- Caprio, M., J. Malaquias, D. Reisig.** (2024). A Bayesian approach to the analysis of dose–response data: estimating natural survivorship without Abbott’s correction and inclusion of overdispersion estimates, *Journal of Economic Entomology*, 118369-80.
- Canli, K., Bozyel, M. E., Turu, D., Benek, A., Simsek, O., & Altuner, E. M.** (2023). Biochemical, antioxidant properties and antimicrobial activity of steno-endemic *Origanum onites*. *Microorganisms*, 11(8), 1987. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11081987>
- Carmo, A., L. Carneiro, W. Azevedo, J. Alencar, V. Aguiar.** (2022). Biological Response of *Chrysomya putoria* (Wiedemann, 1818) (Diptera: Calliphoridae) Pupae After Submersion in Freshwater, *Journal of Medical Entomology*, 591177-81.
- Çetin, H., I. Cinbilgel, A. Yanikoglu, M. Gokceoglu.** (2006). Larvicidal activity of some Labiatae (Lamiaceae) plant extracts from Turkey, *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 20(12): 1088-90.
- Çetin, H., A. Yanikoglu, J.E. Cilek.** (2011). Larvicidal activity of selected plant hydrodistillate extracts against the house mosquito, *Culex pipiens*, a West Nile virus vector, *Parasitology research*, 108(4): 943-48.
- Chergui, S., K. Boudjemaa, A. Benzehra, I. Karaca.** (2020). Pathogenicity of indigenous *Beauveria bassiana* (Balsamo) against *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae) under laboratory conditions, *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30.
- de Oliveira, F.Q., J.B. Malaguias, W.R. de Souza Figueiredo, J. de Luna Batista, E.B. Beserra, R. de Oliveira.** (2014). Insecticidal activity of bioproducts on *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae), *African Journal of Biotechnology*, 13(12).
- Demirdere, A.** (1961). Çukurova Bölgesinde Akdeniz Meyve Sineği (*Ceratitis capitata* Wied.)’nin Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Çalışmalar, *Tarım Bakanlığı, Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Umum Müdürlüğü, Ayyıldız Matbaası, Ankara 118s.*

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dhaouadi, F., A. Bargougui, S. Maamer, I. Amri, M. Msaad Guerfali, L. Hamrouni, G. Flamini, N. Mejri.** (2023). Chemical composition and insecticidal activity of two Eucalyptus essential oils against the Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae), *Journal of Plant Diseases and Protection*, 130(3): 483-93.
- Di Ilio, V., M. Cristofaro.** (2020). Polyphenolic extracts from the olive mill wastewater as a source of biopesticides and their effects on the life cycle of the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Diptera, Tephritidae), *International Journal of Tropical Insect Science*, 41359-66.
- Drobnjaković, T., D. Marčić, M. Prijović, S. Milenković.** (2019). *Toxic and sublethal effects of buprofezin on the whitefly parasitoid Encarsia formosa Gahan.*
- Elekçioğlu, N.Z.** (2013). Fruit Flies of Economic Importance in Turkey, With Special Reference to Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* (Wied.) 1, *Turkish Journal of Scientific Reviews*(2): 33-37.
- EPPO.** (2026). EPPO Global Database, Global geographic distribution of *Ceratitis capitata*, <https://gd.eppo.int/taxon/CERTCA/distribution>, (Erişim 16.04.2026).
- Faddy, M., J. Fenlon, D. Skirvin.** (2010). Bivariate Stochastic Modeling of Functional Response With Natural Mortality, *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, 1538-48.
- Falco J, Perez M, Santiago S, Mendoza A, Beitia F,** (2006). Rearing Methods of Two Braconid Parasitoids Used in the Biological Control of *Ceratitis capitata*. Integrated Control In Citrus Fruits IOBC wprs Bulletin, Vol. 29(3): 71-74.
- Genç, H.Y., C. Saran, S. Akçura.** (2024). Insecticidal Effect of Some Essential Oils on Larval Survival of *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae) in Laboratory Conditions, *Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(4): 856.
- Ghabbari, M., S. Guarino, V. Caleca, F. Saiano, M. Sinacori, N. Baser, J. Mediouni-Ben Jemâa, G. Lo Verde.** (2018). Behavior-modifying and insecticidal effects of plant extracts on adults of *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera Tephritidae), *Journal of Pest Science*, 91(2): 907-17.
- Ghalbane, I., H. Alahyane, H. Aboussaid, N.-e. Chouikh, J. Costa, A. Romane, S. El Messoussi.** (2022). Chemical composition and insecticidal properties of Moroccan *Lavandula dentata* and *Lavandula stoechas* essential oils against Mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata*, *Neotropical entomology*, 51(4): 628-36.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Hacıismailoğlu, N.** (2025). "Farklı bitkisel kökenli uçucu yağların Akdeniz meyvesineği (*Ceratitis capitata* Wied.) (Diptera: Tephritidae) erginleri üzerinde bazı etkilerinin araştırılması", Y. Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Adana.
- Hallouti, A., H. Benjlil, A.E. Hamdaoui, R. Hammou, M. Hamza, A. Zahidi, A.A.B. Aoumar, H. Boubaker.** (2021). Evaluation of Native Entomopathogenic Fungi Isolates for Microbial Control of the Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae)) Pupae and Adults, *Sumerianz Journal of Biotechnology*.
- Hamdouch, A., A. Asdadi, L. Bijla, S. Gharby, R. Bouharroud, B. Chebli, L.M. Idrissi Hassani.** (2022). Leaves and seeds extracts of *Vitex agnus castus* L., an ecological and effective alternative to conventional insecticides against fruit flies (Diptera: Tephritidae), *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 20(5): 1117-25.
- Hamraoui, A., C. Regnault-Roger.** (1997). Comparaison des activités insecticides des monoterpènes sur deux espèces d'insectes ravageurs des cultures: *Ceratitis capitata* et *Rhopalosiphum padi*, *Acta botanica gallica*, 144(4): 413-17.
- Hendrichs J, Robinson A, Cayol J, Enkerlin W,** 2002. Medfly Area Wide Sterile Insect Technique Programmes for Prevention, Suppression or Eradication: The Importance of Mating Behavior Studies. *Florida Entomologist*, 85: 1-13.
- Hoekstra, J.** (1987). Acute bioassays with control mortality, *Water, Air, and Soil Pollution*, 35:11-17.
- Ietswaart, J.** (1982). *Origanum* L, *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 7297-313.
- Isman, M.B.** (2006). Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world, *Annual review of entomology*, 51(1): 45-66.
- Kasap, A., M. Aslan.** (2016). Akdeniz meyve sineğinin feromon tuzaklarla (*Ceratitis capitata* Wied.)(Diptera: Tephritidae)'nin nar ve hurmadaki populasyon takibi ve zarar oranının tespiti, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(1): 43-50.
- Kordali, S., I. Aslan, O. Çalmaşur, A. Cakir.** (2006). Toxicity of essential oils isolated from three *Artemisia* species and some of their major components to granary weevil, *Sitophilus granarius* (L.)(Coleoptera: Curculionidae), *Industrial Crops and Products*, 23(2): 162-70.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kordali, S., A. Cakir, H. Ozer, R. Cakmakci, M. Kesdek, E. Mete.** (2008). Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene, *Bioresource technology*, 99(18): 8788-95.
- Liu, N., Y. Wang, T. Li.** (2023). Assays to measure insecticide toxicity and insecticide resistance in mosquitoes, *Cold Spring Harbor Protocols*, 2023(7): pdb. top107705.
- Morsi, G., S. Farag, S. Ragab.** (2023). Toxicity Evaluation of Foliar Extracts of some Medical Plants on Fruit Fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann) and Peach Fly *Bactrocera zonata* (Saunders) , Diptera: Tephritidae, *Journal of Plant Protection and Pathology*.
- Mostakim M, El Abed S, Iraqui M, Benbrahim K, Houari F, Gounni AS,** 2012. Biocontrol Potential of A *Bacillus subtilis* Strain Against *Bactrocera oleae*. *Annals of Microbiology*, 62(1): 211-216.
- Moya P, Ibrahim M, Navarro V, Primo J, Primo-Yufera E,** (2000). Susceptibility of *Ceratitis capitata* to the Control by Entomopathogenic Fungi. *Biological Control*, 19(3): 201-304.
- Mustafa, I., Faisal, M. N., Hussain, G., Muzaffar, H., Imran, M., Ijaz, M. U., Sohail, M. U., Iftikhar, A., Shaukat, A., & Anwar, H.** (2021). Efficacy of Euphorbia helioscopia in context to a possible connection between antioxidant and antidiabetic activities: A comparative study of different extracts. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21, 62. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03237-x>
- Nguyen, N., C. Borgemeister, H. Poehling, G. Zimmermann.** (2007). Laboratory investigations on the potential of entomopathogenic fungi for biocontrol of *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae and pupae, *Biocontrol Science and Technology*, 17:553-64.
- Ouarhach, A., L. Ait Said, H. Aboussaid, I. Ghalbane, S. El Messoussi, A. Romane.** (2022). Evaluation of insecticidal activity of *Lavandula coronopifolia* essential oil against the Mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae), *South African Journal of Botany*, 149:48-53.
- Oviedo, A., G. Van Nieuwenhove, C. Van Nieuwenhove, J. Rull.** (2018). Biopesticide effects on pupae and adult mortality of *Anastrepha fraterculus* and *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae), *Austral Entomology*, 57(4): 457-64.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Özdemir, E.** (2023). Exploring the Efficacy of Essential Oils in Laboratory Conditions for Controlling Mediterranean Fruit Fly *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae), *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(12): 2377-80.
- Papadogiorgou, G., A. Papadopoulos, C. Moraiti, E. Verykouki, N. Papadopoulos.** (2024). Latitudinal variation in survival and immature development of *Ceratitis capitata* populations reared in two key overwintering hosts, *Scientific reports*, 14.
- Papadopoulos, N.T., B.I. Katsoyannos, N.A. Kouloussis, J. Hendrichs, J.R. Carey, R.R. Heath.** (2001). Early detection and population monitoring of *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) in a mixed-fruit orchard in northern Greece, *Journal of Economic Entomology*, 94(4): 971-78.
- Pavela, R.** (2015). Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review, *Industrial Crops and Products*, 76174-87.
- Radcliffe-Smith, A., T. Tutin.** (1982). *Euphorbia L, Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, 7571-630.
- Regnault-Roger, C., C. Vincent, J.T. Arnason.** (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world, *Annual review of entomology*, 57(1): 405-24.
- Rosenheim, J., M. Hoy.** (1989). Confidence Intervals for the Abbott's Formula Correction of Bioassay Data for Control Response, *Journal of Economic Entomology*, 82331-35.
- Sadraoui-Ajmi, I., N. Benali, A. Soltani, S. Chaib, E. Limem, S. Jallouli, E. Boushih, A. Fajraoui, J.M.-B. Jemâa.** (2022). Usage of agricultural DAP-fertilizer and Eucalyptus essential oils as potential attractants against the mediterranean fruit fly *Ceratitis capitata* (Tephritidae), *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 25(1): 101857.
- Salustino, A., L.S. Ribeiro, M.Í.A. de Souza, K.G. Abreu, C.H. de Brito, N.R. de Sousa.** (2023). Repelência de *Ceratitis capitata* (DIPTERA: TEPHRITIDAE) a biofertilizantes e extratos vegetais, *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 16(2): 1-11.
- Sancak, H. K., Çobanoğlu, G., Taşkin, T., Rayaman, E., & Taşkin, D.** (2026). Assessment of Solvent-Dependent Change in Multifunctional Biological Activities of Macroepiphytic Lichens *Evernia prunastri*, *Pseudevernia furfuracea*, and *Usnea florida*. *South African Journal of Botany*, 193, 65-75.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Siskos, E., M. Konstantopoulou, B. Mazomenos.** (2009). Insecticidal activity of *Citrus aurantium* peel extract against *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata* adults (Diptera: Tephritidae), *Journal of Applied Entomology*, 133(2): 108-16.
- Soliman, N., M. El-Genaidy.** (2021). Toxicological and Histological Effects of Licorice *Glycyrrhiza glabra* L., Roots Aqueous Extract on Mediterranean Fruit Fly, *Ceratitis capitata* Wied. (Diptera: Tephritidae) Under Laboratory Conditions, *Journal of Plant Protection and Pathology*.
- Stupp, P., M. Rakes, L.N. Martins, B. Piovesan, D. da Costa Oliveira, J.A. Contreras Miranda, L. do Prado Ribeiro, D.E. Nava, D. Bernardi.** (2020). Lethal and sublethal toxicities of acetogenin-based bioinsecticides on *Ceratitis capitata* and the parasitoid *Diachasmimorpha longicaudata*, *Phytoparasitica*, 48(3): 477-89.
- Tamer, E., E. Yıldırım.** (2023). Iğdır ili meyve bahçelerinde *Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)(Diptera: Tephritida)'nın popülasyon gelişimi, yoğunluğu ve bulaşıklık oranının belirlenmesi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 26(3): 560-69.
- Tavares, W., I. Jiménez, L. Oliveira, M. Kuhtinskaja, M. Vaher, J. Rosa, A. Seca, I. Bazzocchi, M. Barreto.** (2023). Macaronesian Plants as Promising Biopesticides against the Crop Pest *Ceratitis capitata*, *Plants*, 12.
- Tiring, G., S. Satar.** (2017). *Ceratitis capitata* (Wiedemann)(Diptera: Tephritidae)'nın bazı meyve bahçelerinde popülasyon dalgalanması, *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 7(3): 239-47.
- TÜİK,** (2025). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, 2025. <https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/press/53939/metadata> (Erişim tarihi: 24 Haziran 2026)
- Üçpınar, Ş.N., L. Ünlü.** (2019). The Determination of Population Development and Infestation Rate of Mediterranean Fruit Fly (*Ceratitis capitata* (Wied)) in Peach Orchards in Meram (Konya) Province, *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 33(2): 67-72.
- YMSİB,** (2025). Türkiye Yaş Meyve Sebze İhracatçı Birlikleri. Yaş meyve ve sebze sektörü değerlendirme raporları. <https://www.yms.org.tr/tr/istatistikler-degerlendirme-raporlari.html> (Erişim tarihi: 24 Haziran 2026)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Zerkani, H., L. Kharchoufa, I. Tagnaout, J. Fakchich, M. Bouhrim, S. Amalich, M. Addi, C. Hano, N. Cruz-Martins, R. Bouharroud.** (2022). Chemical composition and bioinsecticidal effects of *Thymus zygis* L., *Salvia officinalis* L. and *Mentha suaveolens* Ehrh. essential oils on medfly *Ceratitis capitata* and tomato leaf miner *Tuta absoluta*, *Plants*, 11(22): 3084.
- Zhou, W., M. Li, V. Achal.** (2025). A comprehensive review on environmental and human health impacts of chemical pesticide usage, *Emerging Contaminants*, 11(1): 100410.

7. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Nadire İnci BALABAN

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/ Biyoloji Bölümü	2023-....
Lisans	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi/ Ziraat Mühendisliği	2003-2007
Lise	Balıkesir Zühtü Özkardaşlar Lisesi	2000-2003

Yayın Listesi

Balaban, N. İ., Selvi, S.,& Varlı, S. V.(2025). *Euphorbia helioscopia* L. (Euphorbiaceae) bitkisel ekstraktının Akdeniz meyve sineği (*Ceratitis capitata* Wiedemann) üzerindeki biyolojik insektisit etkisinin araştırılması. Sözlü bildiri, 8. Ulusal Uygulamalı Bilimler Kongresi, 27-28 Aralık 2025. [Tezden türetilmiştir]